



FORUM GEOBOTANICUM

An Electronic Journal of Geobotanical Research

Contents:

Günter Gottschlich & Detlev Drenckhahn

Iconography of the Genus *Hieracium* in Central Europe - Part 1
General Description and Morphotypes

pp 1 - 7

DOI 10.3264/FG.2005.0502

Franz G. Dunkel

Zur Kenntnis des *Ranunculus auricomus*-Komplexes in Deutschland:
Ranunculus suborbicularis spec. nova

The *Ranunculus auricomus* complex in Germany: *Ranunculus suborbicularis* spec. nova

pp 8 - 18

DOI 10.3264/FG.2005.1222

Krzysztof Rostanski, Lenz Meierott

Zur Gattung *Oenothera* L. in Franken - mit besonderer Berücksichtigung von
Oenothera stucchii Soldano (neu für Deutschland)

The Genus *Oenothera* in Franconia - with special reference to *Oenothera stucchii* Soldano
(new for Germany)

pp 19 - 23

DOI 10.3264/FG.2006.0310

Daniela Röder, Michael Jeschke, Kathrin Kiehl

Vegetation und Böden alter und junger Kalkmagerrasen im Naturschutzgebiet
"Garching Heide" im Norden von München

Vegetation and soils of ancient and young calcareous grasslands in the nature reserve
"Garching Heide"

pp 24 - 44

DOI 10.3264/FG.2006.1013



FORUM GEOBOTANICUM

An Electronic Journal of Geobotanical Research

ISSN 1867-9315

www.forum-geobotanicum.net

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

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 Herausgeberbetrieb betrieben. Sollte sich Forum geobotanicum erfolgreich weiter entwickeln, ist an eine Erweiterung des Herausgeberbetriebs 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 journal's format (see PDF versions of articles Vol. 1, pp 1-8 or Vol. 2, pp 24-44). 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 on request be 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 name, 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 format and have no links to the main document or other archives.

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 on smooth and brilliant paper can be submitted.

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

Drawings and Graphs

For digital line art, the following software can be used: Adobe Illustrator, Freehand, 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. Illustrations in MS Word format will not be accepted.

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

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 any third parties impede the publication.

The following libraries have received printed versions (hardcopies incl. CD-ROM) of Forum Geobotanicum

Deutschland / Germany:

Universität Bayreuth, Lehrstuhl Biogeografie
Staatsbibliothek zu Berlin
Universitätsbibliothek der Humboldt-Universität zu Berlin
Freie Universität Berlin, ZE Bot. Garten und Bot. Museum Berlin-Dahlem, Bibliothek
Bundesamt für Naturschutz Bonn, Bibliothek
Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz - INRES
Universität Bonn, Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen
Universitätsbibliothek der TU Braunschweig
Hochschule Bremen, Angewandte und Ökologische Botanik
Staats- und Universitätsbibliothek Bremen
Technische Universität Darmstadt, Teilbibliothek Biologie
Sächsische Landesbibliothek - Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Tharandt
Universität Duisburg-Essen, FB 9 - Botanik
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universität Erlangen-Nürnberg, Botanischer Garten
Deutsche Nationalbibliothek, Frankfurt
Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt
Universitätsbibliothek Freiburg, Fakultätsbibliothek Biologie II und III (Botanik)
Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Freising - Weißenstephan
Justus-Liebig-Universität Gießen, Allgemeine Botanik
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement
Georg-August-Universität Göttingen, Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Institut für Botanik und Landschaftsökologie
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Department Biozönoseforschung, Halle
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Halle
Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg
Universität Hamburg, FB Biologie, Botanischer Garten
Universität Hannover, Institut für Geobotanik
FH Lippe und Höxter, Fachbereich 9, Vegetationskunde
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Botanischer Garten
Universitätsbibliothek Kaiserslautern
Universitätsbibliothek Karlsruhe
Universität Kassel, Institut für Nutzpflanzenkunde, Witzenhausen
Universität Kiel, Ökologiezentrum
Universität Kiel, Botanisches Institut und Botanischer Garten
Universitätsbibliothek Konstanz
Universitätsbibliothek Leipzig, Zweigstelle Biowissenschaften
Universität Lüneburg, Fachbereich IV, Umweltwissenschaften
Johannes Gutenberg Universität Mainz, Fachbereichsbibliothek Biologie
Bayerische Staatsbibliothek München
Botanische Staatssammlung München
Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Botanik und Botanischer Garten
Carl v. Ossietzky-Universität Oldenburg, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften
Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie/Chemie, Fachgebiet Ökologie
Universität Potsdam, Botanischer Garten
Universitätsbibliothek Regensburg
Universitätsbibliothek Rostock, Zeitschriftenbearbeitung
Saarländische Universitäts- und Landesbibliothek, Saarbrücken
Universitätsbibliothek Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim
Universitätsbibliothek Würzburg, Zeitschriftenstelle

Österreich / Austria

Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Innsbruck, Institut für Botanik und Botanischer Garten
Universität Salzburg, Institut für Botanik
Universitätsbibliothek Wien, FB Botanik
Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz, Abteilung für Vegetationsökologie

Tschechische Republik / Czech Republic

Palacky University Olomouc, Faculty of Science, Department of Botany
Univerzita Karlova, Praha
The Academy of Sciences, Prague
Academy of Sciences, Pruhonice, Institute of Botany

Dänemark / Denmark

Copenhagen University, Faculty of Science, Library

Niederlande / Netherlands

University of Leiden, Van der Klaauw Library, Department of Theoretical Biology

Polen / Polonia

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego Bydgoszcz, Plant Breeding & Acclimatization Institute, Botanical Garden
Botanical Garden Lodz
University of Maria Curie-Sklodowska, Lublin, Botanical Garden
Wroclaw University, Botanical Garden
Agricultural University Poznan, Dendrological Garden of August Cieszkowski
Institute of Nature Conservation Zakopane, Marian Raciborski Mountain Botanical Garden
Botanical Garden Warszawa, Center for Biological Diversity Conservation of the Polish Academy of Sciences

Slowakische Republik / Slovak Republic

Borova Hora Arboretum, Zvolen
Universität Komensky, Bratislava, Botanischer Garten

Slowenien / Slovenia

Slovenian Museum of Natural History, Department of Botany, Ljubljana

Schweiz / Switzerland

Universität Bern, Institut für Pflanzenwissenschaften
Grüne Bibliothek Zürich
ETH-Bibliothek Zürich
Universität Zürich, Institut für Systematische Botanik und Botanischer Garten

Großbritannien / Great Britain

Royal Botanic Gardens - Kew, Richmond

Frankreich / France

Muséum national d'Histoire naturelle

USA

Smithsonian Institution

Günter Gottschlich & Detlev Drenckhahn

Iconography of the Genus *Hieracium* in central Europe – Part 1 General Description and Morphotypes

Published online: 2 May 2005
© Forum geobotanicum 2005

Abstract

The genus *Hieracium* comprises more than one thousand sexual and apomictic species in Europe, with numerous intermediates and microspecies. Only a small fraction of the members of the genus *Hieracium* has been illustrated or photo-documented in the literature. Since many of these publications are difficult to obtain, only a few specialists are familiar with most of the species and subspecies described in the literature. In order to overcome this problem and encourage geobotanical research on the genus *Hieracium*, we decided to edit an iconography of central and southern European Hieracia in an electronic journal (Forum geobotanicum) with free international access through the internet. Part I of this endeavour contains descriptions and photographs of the morphological spectrum of the genus *Hieracium*. Here, we categorize the genus into 15 basic morphotypes. These types conform partly to the sections and subsections of the genus *Hieracium*, but are in some cases informal and may even include members of different sections. Classification of morphotypes is considered helpful to obtain a first rough picture of an unknown species that then can be traced to the species and subspecies level by using keys or, after completion of this iconography, simply by screening the relevant images. One particularly novel aspect of the present endeavour will be the regular inclusion of magnified images and scanning electron micrographs.

Keywords

Hieracium, iconography, classification, scanning electron micrographs

Introduction

According to Wagenitz (1996) an iconography is defined as “Abbildungswerk, in der Botanik ein Buch, das die Arten einer Gattung, Familie oder auch eines Gebietes in Abbildungen (ohne oder mit kurzem Text) darstellt“ [an illustrated work, in botany mainly a book, which illustrates species of a genus, family or a certain geographical area, with or without accompanying text]. The first known botanical iconographies date back to ancient Greece. The most important example of these early iconographies is the magnificently illuminated work of the Viennese Dioscorides, originally created by the Cilician physician Dioscorides Pedanios (1st century A.D.) as a book of medicinal plants entitled “De Materia Medica” (Mazal 1981). This ancestral work had a strong influence on following books on herbs and medicinal plants in later centuries which during the Renaissance gave rise to the development of scientific botany. In the early days of scientific botany, illustrations of plants remained the main source for unequivocal determination of species. Botanical terminology became increasingly important as artists began to reproduce plants true to life, thereby becoming aware of new structural details that required definition by new terms. Even after development of a sophisticated Latin botanical terminology by Jungius (1678), Linnaeus (1751), de Candolle (1813), Bischoff (1830-44) and others, illustrations of plants remained important for the precise description of all the detailed morphological information difficult to put into words. Latin descriptions accompanied by illustrations or photographs of plants continue to the present day to be basic requirements for valid publication of new taxa. The human brain has a limited capacity to create a realistic view of a given complicated structure (i.e. a plant) from textual descriptions. By contrast, the linear and three-dimensional information provided by an image of the same structure allows an immediate and realistic understanding of its complex habit and morphology, characteristics that are difficult and to some extent impossible to describe.

Until recently, the publication of iconographies depicting complicated plant genera and families was hampered by the rather high publishing costs dictated by the limited demand from specialists interested in this field. Exceptions are several well illustrated guides to orchids, medicinal plants and attractive geographical areas that enjoy a more general interest by the public.

Günter Gottschlich
Hermann-Kurz-Straße 35 – 72074 Tübingen – Germany
Email: ggtuebingen@yahoo.com
Tel.: +49-7071-52099

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

During the past several years, the situation has been profoundly changed by development of digital cameras and high resolution scanners. These new technologies offer the opportunity to electronically publish iconographies of notoriously difficult genera, circumventing both the high costs and the limited access to printing media. In view of these fascinating new possibilities, we decided to take advantage of an electronic journal to publish a comprehensive iconography of central and southern European *Hieracia* with free access through the Internet.

In central Europe, the genus *Hieracium* comprises more than one thousand sexual and apomictic species with numerous intermediates and microspecies. Only a small fraction of all these species has ever been illustrated, and this has taken place mainly in the form of scattered articles in journals that are often difficult to access. There are only few scientific books and book series that illustrate a greater number of central European *Hieracia*, mostly focused on smaller regions (Reichenbach, 1858-60; Fiori & Paoletti, 1904; Murr et al., 1906-11; Bonnier, 1924; Hegi, 1929, 1987; Hess et al., 1972; Rothmaler, 1988; Schou, 2001). The genus *Hieracium* is not well represented in most photographic guides to the central European flora (Aeschimann et al., 2004). The only exception is the richly illustrated part of the German flora (Gottschlich in Haeupler & Muer, 2000). But even this book has its limitations, because in most cases the space available did not allow the depiction of structural details (particularly of the indumentum) which are required for precise determination of most species. A further problem of photographic documentation of *Hieracia*, notably of tall species, is the problem of clear visualization of the entire habit, including stolons, against the background vegetation.

To overcome these problems, we decided to use herbarium specimens as the main source for this iconography. In addition, images of freshly collected specimens will be included wherever possible. Since in many cases identification requires visualization of structural details at the magnifying glass level, we will include a series of photographs at various levels of magnification accompanied by scanning electron micrographs of surface structures. In a survey of several taxa, we realized that the structure and occurrence of epicuticular wax crystalloids, shape and density of cuticular papillae and microstructural details of indumentum characters (hair cover) may provide helpful taxonomic information. Accordingly, the photodocumentation of most species will be supplemented with scanning electron micrographs.

Taxonomy

The traditional central European taxonomy of the genus *Hieracium* is based on the monographic studies of Nägeli & Peter (1885, 1886-89) and Zahn (1906, 1921-23, 1922-38), who subdivided the genus *Hieracium* into a basic stock of "Hauptarten" ("species principales collectivae", basic species) and several "Zwischenarten" ("species intermediae collectivae", intermediate species). Intermediate species are understood to be intermediate in morphology between the basic species. Direct proof of the hybrid character of these intermediate species is, however, mostly lacking although generally assumed. Interme-

diates species can be further divided into (a) spontaneous hybrids (which may be sterile or fertile) rarely occurring in the absence of the parent species and (b) fixed new species with full reproductivity (sexual or apomictic) and independence from parent species. Such fixed ("hybridogenic") species probably evolved in great numbers after the last ice age and are characterized by a high percentage of apomictic reproduction. Mutations of these hybrids may have given rise to further microspecies stabilized by apomixis. This combination of hybridization, mutation and apomixis can be considered the main reason for the development of a bewildering diversity of central European *Hieracium* species. For further details and comprehensive discussions of the central European *Hieracium* concept, see Gottschlich (1987, 1996), Schuhwerk (1997) and Schuhwerk & Fischer (2003).

Habit

General characters of the genus ¹

Hemicryptophyte with horizontal to vertical rhizome; plants without hairs (then often glaucous) or some or all parts of plant regularly or irregularly hairy. Hairs of three types, in various proportions: a) denticulate (toothed) to plumose eglandular hairs; b) unstalked to short stalked stellate hairs with several radiate rays; and c) glandular hairs with pale, yellow or black stalk and yellow or black head. Stem with leaves or scapose, sometimes (only subgenus *Pilosella*) either with procumbent stolons with well developed leaves or underground scaly stolons, developing from the axils of rosette leaves, rarely from the lower cauline leaves, or with upwards curved flowering flagella; rosette leaves numerous to few or lacking; cauline leaves lacking to numerous, petiolate, subpetiolate or sessile, the base rounded, cordate, or more or less amplexicaul (clasping); lamina simple, very variable in shape and in type of margin; synflorescence unbranched, furcate, racemose, paniculate, corymbose or umbellate with various transitions; involucrel bracts imbricate or in several or few rows, pale green to blackish, rounded to long-acute; appressed or squarrose, rarely with recurved apices; outer involucrel bracts lacking or short, rarely green and leaf-like; clinanthium without scales, with little pits, margins of pits smooth, or short to long toothed, sometimes glandular-toothed; flowers usually yellow, rarely (only subgenus *Pilosella*) ligules with red stripes outside, or all flowers reddish; styles yellow to black; achenes narrowly obconical, never beaked; pale yellowish-brown to blackish; papus of 2 rows of unequal, brittle, white to pale yellowish-brown hairs.

The description shows that in contrast to other apomictic genera, such as *Rubus*, *Taraxacum* and *Ranunculus auricomus* group with rather uniform habit, the genus *Hieracium* is characterized by a broad morphological spectrum. This morphological variability includes reproductive characters (type of inflorescence, length of acladium [peduncle of the terminal capitulum],

¹ A detailed anatomical and microscopical description will be published in part 2 of this series.

size of heads, morphology of involucre bracts) as well as variability of almost all vegetative parts (length and type of branching of the stem, number and arrangement of cauline leaves, type of arrangement and insertion of leaves, shape and margin structure of leaves and presence/absence of stolons).

Moreover, there is a considerable variability with respect to coverage with the three types of trichomes that occur in the genus *Hieracium*, namely denticulate hairs, stellate (branched) hairs and glandular hairs (glands). Denticulate hairs in *Hieracia* are multicellular with short scale- or tooth-like side branches (denticuli). Denticuli are mostly not longer than the hair's diameter, but in some species (e.g. members of the Lanata type) they may form conspicuous side projections several times longer than the hair's diameter (plumose hairs). Depending on amount and distribution of these trichomes, some species may appear glabrous, while others almost glutinous (crowded with glands) or conspicuously hairy to villous (covered with rigid or long wavy hairs) and, finally, some species may be entirely tomentose owing to a dense coating of plumose hairs.

Morphotypic grouping

In view of the high degree of morphological variability it proved helpful to organize the members of the genus *Hieracium* into a limited number of morphotypic groups (Figs. 1 and 2) which provide a rough picture of a given species without the need for lengthy explanations. However, it must be emphasized that these morphotypes conform only in part to the classification of the genus *Hieracium* into two subgenera (*Pilosella*, *Hieracium*) and the numerous sections and subsections. Several morphotypes are only of an informal nature and may include members of different sections and subsections, such as the Lanata type that includes *H. tomentosum*, *H. pannosum* and *H. mixtum* and the Pilifera type, including *H. piliferum* but also *H. alpinum*. Finally, several species meet the criteria for one or more than one morphotypes and, hence, may be members of different morphotypic groups, as for example *H. piliferum* that shares features of both the Villosa type (indumentum) and Acaulia type (habit).

Although we assume that the user of this iconography is familiar with the main classification of the genus *Hieracium* into subgenus *Pilosella* and subgenus *Hieracium*, the following key for discrimination of both subgenera (subg.) is given for convenience:

1. Plant with stolons:.....subg. *Pilosella*
- Plant without stolons:.....2
2. Leaves with well-developed petioles (occasionally only basal or lower cauline leaves):.....subg. *Hieracium*
- Leaves without a petiole or with the blade gradually attenuated towards the insertion of the leaf:.....3

3. Capitula small: involucre 4-8(-9) mm in length, achenes 1-2 mm long:.....subg. *Pilosella*
- Capitula large: involucre (9-)10-12(-15) mm in length, achenes 3-5 mm long:.....subg. *Hieracium*

Brief characterization of morphotypes

A. Subgenus *Pilosella* (Fig. 1)

1. Echinina type

Rosette leaves may fade in flowering; stolons usually lacking; stem 40-100 cm high; cauline leaves numerous, whole plant densely covered with rigid hairs; synflorescence paniculate, corymbose or cymose-corymbose; branches and capitula usually numerous.

2. Cauligera-elata type

Rosette leaves present; stolons present or absent, sometimes pale and hypogeous (underground); stem 30-70(-80) cm high; cauline leaves few; synflorescence paniculate, corymbose, cymose-corymbose or cymose, branches and capitula usually numerous.

3. Laxicephala type

Rosette leaves present; stolons present or lacking; stem 30-40(-60) cm high; cauline leaves few; synflorescence lax paniculate, branches usually long; capitula few to numerous.

4. Acaulia type

Rosette leaves present; plant with epigeous (above ground) stolons; undersides of leaves very densely covered with stellate hairs; stem scapose, i.e. without leaves (rarely with 1 or 2 bract-like leaves) and 1 capitulum.

5. Cauligera-humilia type

Rosette leaves present; stolons present or lacking; stem usually low, 10-20(-30) cm high; cauline leaves lacking or single; synflorescence irregularly cymose, cymose or cymose-corymbose, branches and capitula few.

6. Furcata type

Rosette leaves present; stolons usually present, stem low, 10-20(-30) cm high; cauline leaves lacking or single; synflorescence clearly furcate, sometimes laxly paniculate; capitula few.

B. Subgenus *Hieracium* (Fig. 2)

1. Accipitrina type

Rosette leaves lacking, rarely 1-2, cauline leaves numerous, (5-)10-20(-50), usually without petiole, peduncles and involucre bracts usually with few denticulate and / or glandular hairs.

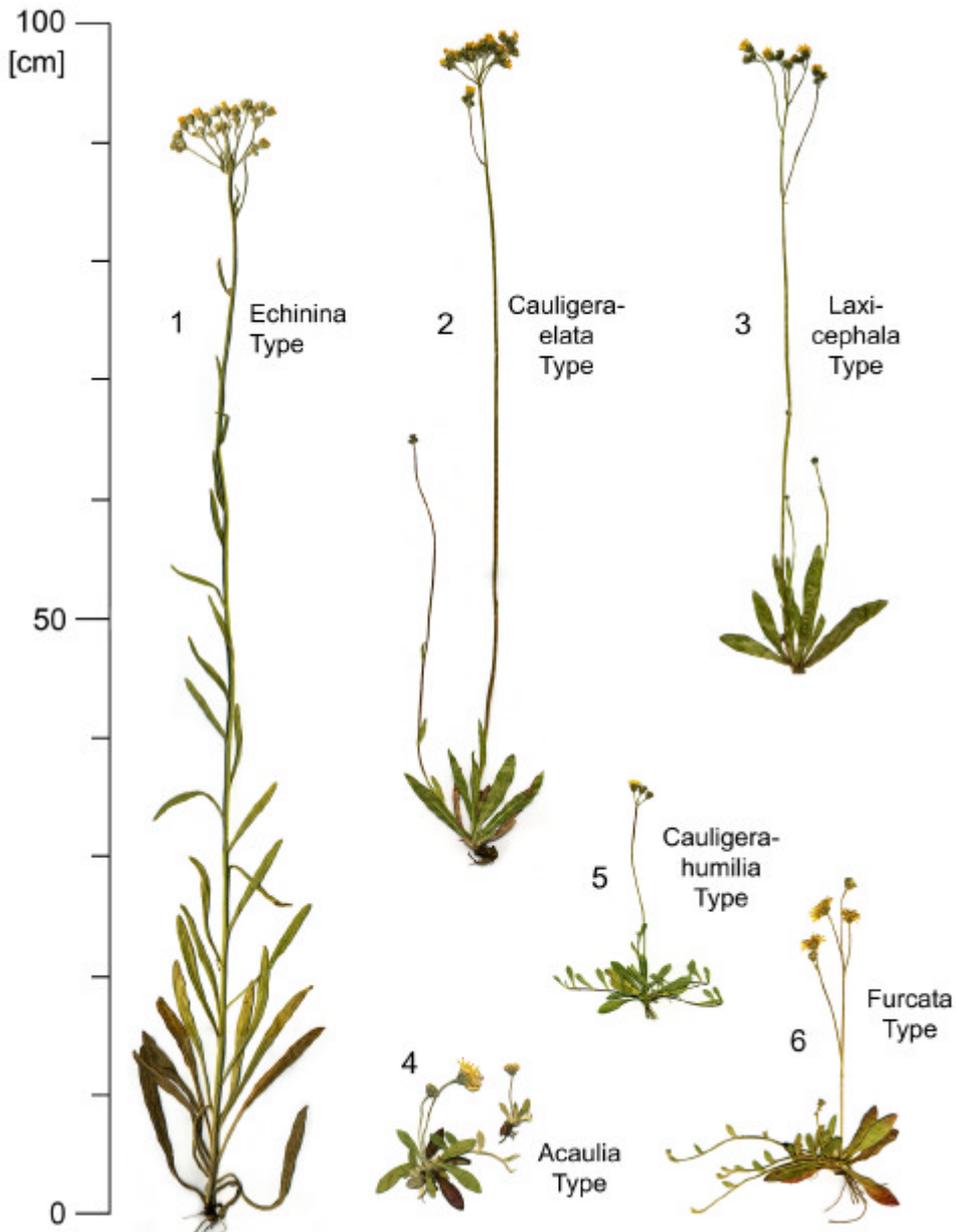


Fig. 1 Morphotypic grouping of subgenus *Pilosella*

1 *H. echioides* 2 *H. piloselloides* 3 *H. visianii* 4 *H. pilosella* 5 *H. lactucella* 6 *H. pilosellinum*

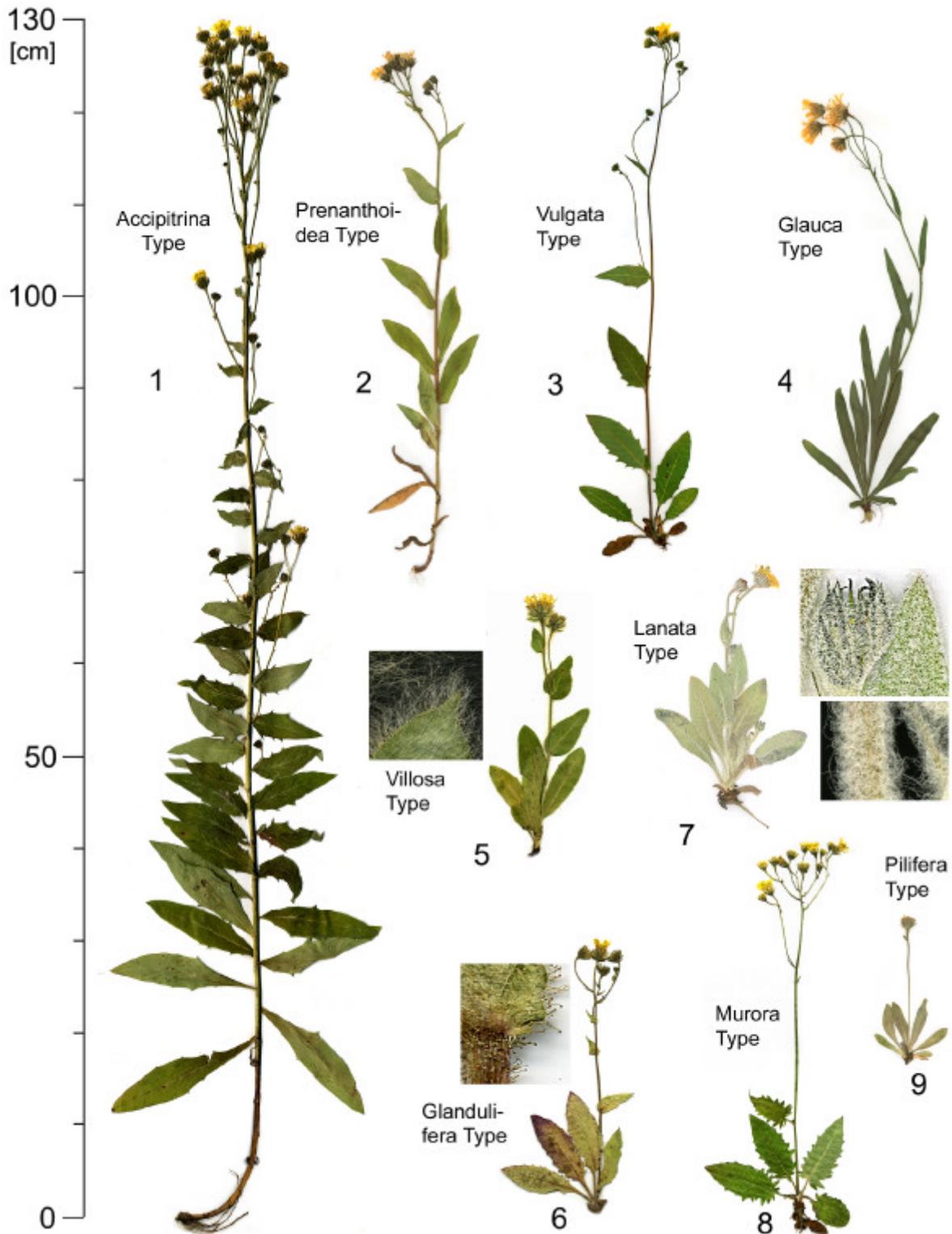


Fig. 2 Morphotypic grouping of subgenus *Hieracium*

1 *H. sabaudum* 2 *H. prenanthoides* 3 *H. lachenalii* 4 *H. bupleuroides* 5 *H. villosum* 6 *H. amplexicaule* 7 *H. tomentosum*
8 *H. murorum* 9 *H. piliferum*

2. Prenanthoidea type

Rosette leaves lacking, rarely 1-2, cauline leaves usually more than 4, grass-green to glaucous, base often panduriform (truncated) to cordate-auriculate; peduncles and involucre bracts usually with numerous glandular hairs.

3. Vulgata type

Rosette leaves present; cauline leaves few to subnumerous, 2-6(10); the lower usually petiolate.

4. Glauca type

Rosette leaves present, cauline leaves few to subnumerous, leaves glaucous, linear to lanceolate, often without petiole, or gradually narrowed at base, hairless or with only few simple hairs; synflorescence without or with few denticulate and glandular hairs.

5. Villosa type

Whole plant or at least the upper part of plant crowded with silky long denticulate hairs (villous hairs).

6. Glandulifera type

Shape of plant variable, but whole plant, including leaves, densely covered with glandular hairs.

7. Lanata type

Whole plant densely covered with long, interwoven, plumose hairs.

8. Murora type

Rosette leaves present; cauline leaves 1, petiolate.

9. Pilifera type

Rosette leaves present; leaves on underside without or with only few stellate hairs; stem scapose, i.e. without leaves (rarely with 1 or 2 bract-like leaves) and with one capitulum. Indumentum very variable.

Acknowledgement

We are grateful to Michael Christof for network administration, Sabine Katzschmann for layout of the manuscript and Toby Spribille for some linguistic corrections.

Literatur

- Aeschimann D, Lauber K, Moser DM & Theurillat J-P (2004) *Flora alpina*. 3 Bde. Haupt, Bern – Stuttgart – Wien
 Bischoff GW (1830-44) *Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde*. 1. Band: I-XVIII, 1-581, 1-45, 47 Taf. (1830-33); 2. Band: 583-1047, 30 Taf. (1838-42); 3. Band: 1049-1610 (1844), J. H. Schrag, Nürnberg

- Bonnier G (1924) *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique (Comprenant la plupart des plantes d'Europe)*. Tom. 7: 1-157, 361-420. Librairie Générale de l'Enseignement E. Orlhac, Paris
 De Candolle AP (1813) *Théorie élémentaire de la botanique*. VIII + 500 pages. Paris
 Fiori A & Paoletti G (1904) *Iconographia florum italicarum ossia flora italiana con 4236 figure d'assieme e 12540 analisi rappresentanti tutte le specie di piante vascolari indigene inselvatichite e largamente coltivate finora conosciute in Italia*. Vol. 2, fasc. 9: 413-528. Tipogr. del Patronato, Udine
 Gottschlich G (1987) *Hieracium*. In: Wagenitz G: *Nachträge, Berichtigungen und Ergänzungen zum Nachdruck der 1. Auflage von Band VI/2 (1928/29)*. In: Hegi G: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Band 6, Teil 4, 2. Auflage: 1437-1452, Wagenitz G (Hrsg.). Paul Parey, Berlin – Hamburg
 Gottschlich G (1996) *Tolpis/Hieracium*. In: Sebald O, Seybold S, Philippi G & Wörz A (Hrsg.): *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs*. Band 6: *Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Asteridae) Valerianaceae bis Asteraceae*, pp 300-302, 393-535. Eugen Ulmer, Stuttgart
 Gottschlich G (2000) *Hieracium L.* In: Haeupler H & Muer T (Hrsg.) *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. pp 541-570. Eugen Ulmer, Stuttgart
 Hegi G (1929) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauch in den Schulen und zum Selbstunterricht. Spermatophyta, VI. Band, 2. Hälfte, Dicotyledones (V. Teil), unter Mitarbeit von H Berger, H Gams, A von Hayek, H Zahn, H Marzell. J. F. Lehmanns, München
 Hegi G (1987) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. H J Conert, U Hamann, W Schultze-Motel, G Wagenitz (Hrsg.). Spermatophyta, Band VI, Angiospermae, Dicotyledones, Teil 4. 2. überarb. und erw. Auflage, G Wagenitz (Hrsg.). Paul Parey, Berlin – Hamburg
 Hess HE, Landolt E & Hirzel R (1972) *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete in drei Bänden*. Band 3: *Plumbaginaceae bis Compositae, Literaturverzeichnis und Generalregister für die Bände 1-3*. Birkhäuser, Basel – Stuttgart
 Jungius J (1678) *Isagoge Phytoscopica, ut ab ipso privatis in Collegiis auditoribus solita fuit tradi recensente*. J. Vagetio, Hamburg
 Linnaeus C (1751) *Philosophia botanica in qua explicantur fundamenta botanica*. Stockholm – Amsterdam [Reprint: Cramer, Lehre 1966]
 Mazal O (1981) *Pflanzen, Wurzeln, Säfte, Samen. Antike Heilkunst in Miniaturen des Wiener Dioskurides*. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz
 Murr J, Zahn KH & Poell J (1906-1911) *Hieracia critica vel minus cognita florum germanicarum et helveticarum simul terrarum adiacentium ergo Europae mediae*. Pars I, tabulae 1-81 (1904-06); pars II, tabulae 82-174 (1906-09); pars III, tabulae 175-308 (1909-11). Friederici de Zezschwitz, Lipsiae et Gerac
 Nägeli C & Peter A (1885) *Die Hieracien Mitteleuropas. Monographische Bearbeitung der Piloselloiden mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Sippen*. R. Oldenbourg, München

- Nägeli C & Peter A (1886–1889) Die Hieracien Mittel-Europas II. Monographische Bearbeitung der Archieracien mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Sippen. 1. Heft: 1-100 (1886); 2. Heft: 101-240 (1886); 3. Heft: 241-340 (1889). R. Oldenbourg, München
- Reichenbach L & Reichenbach HG (1858-1860) *Icones florae germanicae et helveticae, simul Pedemontanae, Lombardo-venetae, Istricae, Dalmaticae, Hungaricae, Transsylvanicae, Borussicae, Danicae, Belgicae, Hollandicae, Alsatica, ergo Mediae Europae. Iconographia et supplementum ad opera Willdenowii, Schkuhrii, Persoonii, Decandollii, Gaudini, Kochii aliorumque nuperrime detectis novitiis additis exhibens collectionem compendiosam imaginum characteristicarum omnium generum atque specierum in flora germanica excursoria recensitarum. Vol. XIX: Cichoriaceae, Ambrosiaceae, Campanulaceae, Lobeliaceae in flora germanica recensitae. Superadditis Cucurbitaceis. Auctoribus HG Reichenbach filio. Tab. 1-60 (1858); tab. 61-150 (1859); tab. 151-260 (1860). Ambrosii Abel, Lipsiae*
- Rothmaler W (1988) Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 3: Atlas der Gefäßpflanzen. Schubert R, Jäger E & Werner K (Hrsg.). 7. durchges. Auflage. Volk und Wissen, Berlin
- Schou JC (2001) Danmarks Høgeurter (Hieracium, Pilosella). AAU Reports 41 (Danske Høgeurter - en billedbase)
- Schuhwerk F (1997) Kommentierte Liste der bayerischen Hieracium-Arten. Teil 1. Taxonomisches Konzept, Arten des Subgenus Pilosella a-f. Ber. Bayer. Bot. Ges. 66/67: 137-152 („1996“). München
- Schuhwerk F & Fischer MA (2003) Bestimmungsschlüssel der Untergattung Hieracium subg. Pilosella in Österreich und Südtirol. *Neilreichia* 2/3:13-58. Wien
- Wagenitz G (1996) Wörterbuch der Botanik. Morphologie, Anatomie, Taxonomie, Evolution. Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang. Gustav Fischer, Jena – Stuttgart – Lübeck – Ulm
- Zahn KH (1906) Die Hieracien der Schweiz. *Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesamten Naturwiss. (Zürich)* 40(4): 163–728
- Zahn KH (1921-23) Hieracium. *In: Engler A (Hrsg.) Das Pflanzenreich. 75(IV.280): 1-288; 76(IV.280): 289-576, 77(IV.280): 577-864 (1921); 79(IV.280): 865-1146 (1922); 82(IV.280): 1147-1705 (1923). Engelman, Leipzig*
- Zahn KH (1922-38) Hieracium. *In: Ascherson P & Graebner P: Synopsis der mitteleuropäischen Flora 12(1): 1-80 (1922); 81-160 (1924); 161-400 (1929); 401-492 (1930). 12(2): 1-160 (1930); 161-480 (1931); 481-640 (1934); 641-790 (1935). 12(3): 1-320 (1936); 321-480 (1937); 481-708 (1938). Borntraeger, Leipzig*

Franz G. Dunkel

Zur Kenntnis des *Ranunculus auricomus*-Komplexes in Deutschland: *Ranunculus suborbicularis* spec. nova

The *Ranunculus auricomus* complex in Germany: *Ranunculus suborbicularis* spec. nova

Published online: 22 December 2005
 © Forum geobotanicum 2005

Abstract In 1949 O. Schwarz published an article on thuringian species of the *Ranunculus auricomus* complex illustrated with several pictures of the species. However, figure 2, purported to represent *Ranunculus vertumnalis*, does not correspond with the type material. The specimen depicted in figure 2 of Schwarz (1949) showed almost circular later leaves and lacked the main incisures and, therefore, is described here as *R. suborbicularis* spec. nov. Details of leaf cycle, cauline leaves and other features are presented. The known distribution includes Thuringia, Bavaria and Berlin (obviously extinct). Due to a restricted number of populations *R. suborbicularis* is considered to be endangered.

Keywords *Ranunculus suborbicularis* · *Ranunculus auricomus* · *Ranunculus vertumnalis* · Thüringen · Bayern · Berlin

Zusammenfassung Die bei Schwarz (1949) als *R. vertumnalis* abgebildeten Pflanzen entsprechen nicht dem Typusmaterial, sondern weichen durch fast kreisförmige Blattspreiten der Schlussblätter und geringe Blatteilung ab. Sie werden hier als *R. suborbicularis* spec. nov. beschrieben und mit ihrem Blattzyklus und weiteren Belegen abgebildet. Die bekannte Verbreitung erstreckt sich auf Berlin (wohl erloschen), Thüringen und Bayern. Insgesamt ist aufgrund der kleinen Zahl der Populationen eine starke Gefährdung anzunehmen.

Einleitung

Gattungen mit apomiktischen Kleinarten wie *Taraxacum*, *Hieracium* oder *Rubus* stellen noch immer eine wissenschaftliche Herausforderung für Taxonomen und Floristen dar. Dies gilt sicherlich in besonderem Maße für den *Ranunculus auricomus*-Komplex. Trotz einer Vielzahl embryologischer und karyologischer Arbeiten zwischen 1943 und 1995 (Häfliger 1943; Marklund & Rousi 1961; Nogler 1971, 1972, 1973, 1982, 1984, 1989, 1995; Rousi 1955, 1956; Rutishauser 1960, 1966; Vuillemin 1990, 1992) sind wir von einem Verständnis der Apomixis und erst Recht von einer Kenntnis der Phylogenie der Arten weit entfernt. Die geringe Zahl seit 1990 erschienener Publikationen über den *Ranunculus auricomus*-Komplex in Deutschland spiegelt den mangelhaften Erkenntniszuwachs zutreffend wider. Um aber Entstehungsgeschichte und Verwandtschaftsverhältnisse einzelner Arten, Populationen oder Pflanzen entschlüsseln zu können, ist es unverzichtbar, Sippen morphologisch abzugrenzen und zu benennen (Brodbeck 1998; Hörandl 1998; Hörandl & Gutermann 1995, 1998b, 1998c, 1999). Nur dann entstehen sinnvolle Fragestellungen, die vermutlich mit molekularbiologischen Methoden zu beantworten wären.

In schwierigen Formenkreisen ist es unerlässlich, – ähnlich wie es Weber im westfälischen Sammelgebiet von K.E.A. Weihe, dem Begründer der europäischen Rubusforschung, durchgeführt hat (Weber 1973) –, die Originalwuchsorte (loci typi) aufzusuchen und nach Möglichkeit die den Beschreibungen zugrunde liegenden Populationen aufzufinden. Nur so ist es möglich, fehlende Merkmale oder ungenaue Beschreibungen der früheren, meist weniger umfangreichen Originaldiagnosen zu ergänzen.

Für Deutschland gibt es neben der Dissertation von Borchers-Kolb über „*Ranunculus* Section *Auricomus* in Bayern und den angrenzenden Gebieten“ (Borchers-Kolb 1985) vor allem die „Beiträge zur Kenntnis kritischer Formenkreise im Gebiet der Flora von Thüringen. *Ranunculus* ser. *Auricomus*“ (Schwarz 1949). Die Arbeit enthält unter anderem die Neubeschreibung und Diagnose des *Ranunculus vertumnalis*. Zu Vorkommen und Häufigkeit an der Weimarer Typuslokalität schreibt Schwarz: „halbschattige Gebüsche des Parks zu Belvedere, massenhaft !!!“ (Schwarz 1949, S. 125). Schwarz nennt weitere Wuchsorte in Weimar, zahlreiche weitere Orte in Thüringen und gibt darüber hinaus an: „außerhalb des Gebietes sah ich sie aus einem Gebiet, das etwa von Göttingen durch Schlesien, Böhmen,

Dr. Franz G. Dunkel
 Am Saupurzel 1
 97753 Karlstadt – Germany
 Email: F.G.Dunkel@t-online.de
 Tel. +49 (0)9353 90146
 Fax +49 (0)9353 1881

Mähren bis Niederösterreich, Ungarn und Siebenbürgen reicht“. Auch Borchers-Kolb nennt eine Vielzahl bayerischer Fundorte (Borchers-Kolb 1985, S. 173f.) Insofern stellte es eine echte Enttäuschung dar, als ich bei meinem ersten Besuch in Weimar keine einzige Pflanze finden konnte, die der Abbildung in der Schwarz'schen Arbeit vollständig entsprochen hätte (Schwarz 1949, S. 125). Lediglich im alten Hauptfriedhof konnten bei einem zweiten Besuch einige Pflanzen mit geschlossenem Spreitengrund entdeckt werden, die zu „*R. vertumnalis*“ gestellt werden konnten. Trotz Zuhilfenahme eines Originalheftes war aufgrund der schlechten Druckqualität die Schede des abgebildeten Herbarbeleges nicht zu entziffern.

Hier half erst eine um Jahre verzögerte Einsicht in das relativ umfangreiche gesammelte Material von Schwarz im Jenaer Herbarium Haussknecht (JE). Das Typusmaterial stammte – wie richtig angegeben – vom „Park zu Belvedere, leg. Torges, 12.5.1893“. Die abgebildete Pflanze dagegen wurde von Schwarz im Webicht südlich Weimar gesammelt und ebenfalls als *R. vertumnalis* bestimmt.

Bei der Nennung des Namens merkt Schwarz an: „Vertumnus: Gott des Wandels und Wechsels, auch der Jahreszeiten, schließlich auch der Gaukler und Schwindler“. Ferner schreibt er: *R. vertumnalis* übertrifft diese – gemeint ist *R. puberulus* W. Koch – durch ihre noch weiter gespannte Heterophyllie. Unsere Art beginnt mit einem an *Geranium lucidum* gemahnenden Blattschnitt, der bei den späteren Blättern durch Zuspitzung der Zipfel etwa die Form des *Ranunculus acer* erreicht, um unvermittelt erst durch breit elefantenoehrlappige, dann aber zuletzt noch weitere ganz ungeteilte herz-nierenförmige Sommerblätter abgelöst zu werden. In der lateinischen Diagnose heißt es entsprechend, „iis [segmentis] seriorum profundius incis lobis crenisque angustioribus acutioribus magis porrectis“. (Die Abschnitte der späteren Blätter [besitzen] tiefere Einschnitte mit schmalen, spitzeren und mehr ausgezogenen Abschnitten und Kerbzähnen).

Die abgebildeten Pflanzen fallen aber gerade durch eine geringe Teilung und einen fast kreisförmigen Umriss der Schluss- bzw. Sommerblätter auf. Eine Teilung der Frühjahrsblätter (= spätere Blätter), die nur im Entferntesten an *Ranunculus acer* erinnert, findet sich keinesfalls. Damit war klar, dass es sich bei den abgebildeten Pflanzen um eine andere Art handeln muss.

Zwischenzeitlich konnte die Population im Webicht in wenigen Exemplaren wieder aufgefunden und kultiviert werden. Die Merkmale haben sich über mehr als ein halbes Jahrhundert konstant gehalten. Keinesfalls aber repräsentiert die Population den noch immer im Park zu Belvedere vorkommenden *R. vertumnalis*. Es erfolgt deshalb eine Neubeschreibung als *Ranunculus suborbicularis* spec. nov., Rundblättriger Hahnenfuß.

Methoden, Technische Hinweise

Artbegriff, Terminologie, Methodik der Merkmalsauswertung und Darstellung der Merkmale lehnen sich weitgehend an Hörandl & Gutermann (1998a) und sollen so einer

weitest möglichen Merkmals-Standardisierung in diesem Komplex dienen.

Merkmale, die für die Beschreibung des *Ranunculus suborbicularis* nicht benötigt werden, werden deshalb in diesem Abschnitt trotzdem beibehalten.

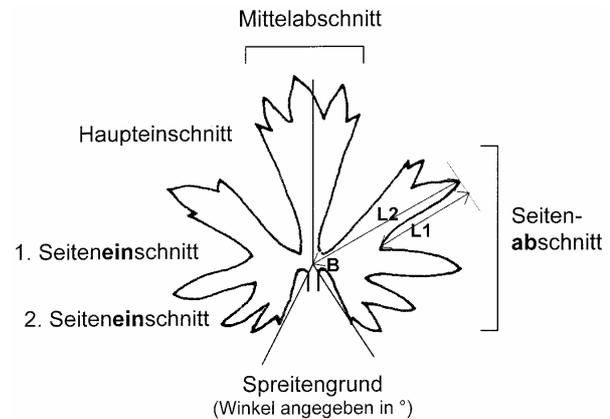


Abb. 1a Vereinfachtes Schema der wichtigsten Blattmerkmale. Der Quotient $L1/L2$ ergibt den Teilungsgrad der Einschnitte, angegeben in Prozent. Der Basispunkt B ist definiert durch das Zusammentreffen der Hauptblattnerve. Vom Basispunkt aus werden Öffnungswinkel des Spreitengrundes gemessen.

Fig. 1a Simplified scheme of the most important leaf characteristics. The quotient $L1/L2$ indicates the degree of incision, given in percent. The basic point B is defined as meeting point of the main nerves of the leaf. The angles of the leaf base were measured using the basic point B.

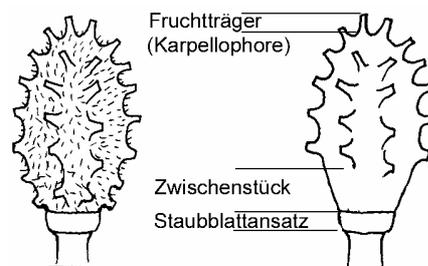


Abb. 1b Schematische Darstellung und Merkmale eines kahlen und behaarten Fruchtbodens („Torus“).

Fig. 1b Model and features of a haired and nude torus.

Oberirdisches Achsensystem

Größe des Blühtriebes:

- schmächtig: Blühtrieb 10–25 cm lang, Stängel 1 mm Ø
- schlank: Blühtrieb 26–40 cm lang, Stängel 1,5–2,5 mm Ø
- kräftig: Blühtrieb 41–60 cm lang, Stängel 3–5 mm Ø

(falls nur ein Kriterium zutrifft, erfolgt die Zuordnung zur nächst höheren Klasse)

Verzweigung des Blühtriebes beim untersten Stängelblatt:
 straff aufrecht: (Winkel zwischen Mutter- und Seitenachsen) 10–30°

mäßig-abstehend: 30–50°

ausladend: 50–70°

Blattschnitt der Grundblätter

Zur Beschreibung der Spreite werden die Öffnung des Spreitengrundes („Basalbucht“), der Teilungsmodus, die Ausbildung des Blattrandes (s. Schema Abb. 2) und bei Bedarf die Form des Mittelabschnittes angegeben (s. Schema Abb. 3).

Spreitengrund („Basalbucht“)

geschlossen: 45–50°

engbuchtig 5–80°

V-förmig 80–100°

weitbuchtig 100–170°

gestutzt 170–190°

Teilungsgrad eines Spreitenabschnitts

geschnitten: 100%

geteilt: 66-99%

gespalten: 33-65%

gelappt: 25-32%

unzerteilt: 0-24%

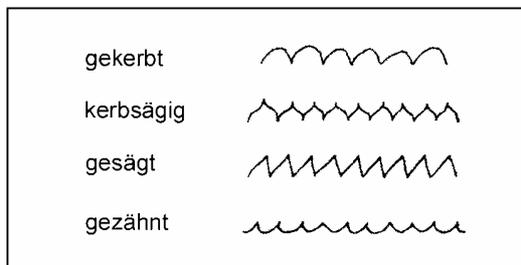


Abb. 2 Schema der Blattrandausbildung.

Fig. 2 Scheme of leaf margins (crenate, crenate-serrate, serrate, dentate).

Blattrand

Allgemeine Struktur

ganzrandig: ohne Zähne bzw. Buchten

gekerbt: Zipfel abgerundet, Buchten spitz

kerbsägig: Zipfel spitzbogig, Buchten spitz

gesägt: Zipfel spitz, Buchten spitz

gezähnt: Zipfel spitz, Buchten abgerundet

Details

tief gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt:
 Einschnitt ca. 15-24%

seicht gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt
 Einschnitte <5%

breit gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt
 Zähne deutlich breiter als hoch

schmal gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt
 Zähne deutlich höher als breit

grob gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt
 Zähne tief und breit

fein gekerbt/kerbsägig/gesägt/gezähnt
 Zähne seicht und klein

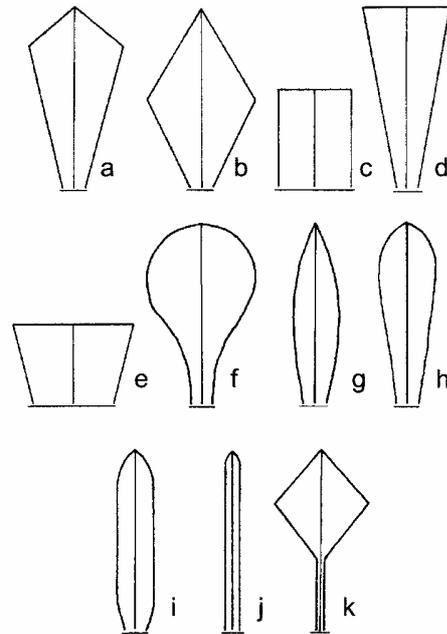


Abb. 3 Umrissformen des Mittelabschnittes. (a) Deltoid: 1–2,5x so lang wie breit; breit deltoid: 0,5–1x so lang wie breit; schmal deltoid: 2,5–3x so lang wie breit. (b) Rhombisch: 1–2x so lang wie breit; (c) rechteckig: 1–2x so lang wie breit. (d) Keilförmig: 2–6x so lang wie breit; breit keilförmig: 1,5–2x so lang wie breit; schmal keilförmig: 6–12x so lang wie breit. (e) Trapezoid: 0,3–1x so lang wie breit. (f) Spatelförmig. (g) Lanzettlich: 4–6x so lang wie breit; breit-lanzettlich: 3–4x so lang wie breit; schmal-lanzettlich: 6–9x so lang. (h) Verkehrt-eilanzettlich: wie lanzettlich, mit größter Breite über der Mitte. (i) Länglich: parallelrandig, (2)3–6(9)x so lang wie breit. (j) Linealisch: parallelrandig, 9–20x so lang wie breit. (k) Gestielt: mit jeder der obigen Formen kombinierbar, z.B. rhombisch-gestielt.

Mischformen werden durch Verbindung der obigen Begriffe mit Bindestrich angegeben, z.B. rechteckig-deltoid.

Fig. 3 Outline drawing of the middle leaf segments. (a) Deltoid. (b) Rhombic. (c) Rectangular. (d) Cuneate. (e) Trapezoid. (f) Spathulate. (g) Lanceolate. (h) Oblanceolate. (i) Oblong. (j) Linear. (k) Petiolate.

Blüte und Frucht

Anzahl der Nektarblätter, als Kronblätter (petala) bezeichnet:

Länge der bestausgebildeten Kronblätter

Höhe des Staubblattansatzes (androclinium)

Ausbildung oder Fehlen eines Zwischenstücks, d.h. einer glatten Basalzzone des Fruchtbodens ohne Fruchträger (vgl. Abb. 1b):

Zwischenstück fehlend: glatte Zone <10% der Fruchtbodenhöhe

Zwischenstück kurz: glatte Zone 10-25% der Fruchtbodenhöhe

Zwischenstück lang: glatte Zone > 25% der Fruchtbodenhöhe

Behaarungsdichte des Fruchtbodens:

kahl, spärlich, zerstreut, locker, dicht behaart

Länge der längsten Fruchträger zur Fruchtzeit

Länge der gut ausgebildeten Früchte sowie Länge des Fruchtschnabels an gut ausgebildeten reifen Früchten

Krümmung des Fruchtschnabels:

gerade, hakig, gerollt.

Die graphische Darstellung der Grundblätter erfolgt in einem Raster, das die Grundblattfolge einer Population von oben nach unten spaltenweise darstellt. Hierbei sind zwei oder drei Blattzyklen vergleichend nebeneinander gestellt.

Die Herbarbelege werden in der Titelleiste mit einem Kürzel (Du = Hb. Dunkel, JE = Herbarium Haussknecht, Jena) und soweit bekannt der Belegnummer bezeichnet. In der linken Randleiste wird die Blattfolge durchnummeriert, in der rechten Leiste die phänologische Grobeinteilung in Anfangs-, Frühjahrs- und Schlussblätter angegeben. Die Kleinbuchstaben neben den Blattzeichnungen bezeichnen das jeweilige Individuum der Population. In den Legenden zu den Abbildungen der Stängelblätter erfolgt die Angabe der Population mit denselben Kürzeln wie bei den Darstellungen der Grundblätter. Auf die Darstellung der Blattneratur wird verzichtet, da sie keine systematische Bedeutung besitzt. Die Früchte des *Ranunculus auricomus*-Komplex besitzen eine hohe Variabilität, dienen aber nur sehr selten als Differenzierungsmerkmal, so dass auf eine Darstellung in den meisten Fällen verzichtet werden kann.

Ergebnisse

Ranunculus suborbicularis Dunkel spec. nova – Beschreibung und Diagnose

Holotypus: Deutschland, Thüringen, Weimar: 5034.11: "Webicht, an der Jenaer Straße beim Flugplatz", subsp. *R. vertumnalis* Schwarz, 11.05.1947, Hb. JE (Abb. 8). –

Die Art ist nach den fast kreisförmigen Schlussblättern benannt. – Abb. 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

Diagnosis: *Planta* gracilis ad robusta, plerumque erecto-patens vel patens. *Folia primaria* basi angusta ad V-formia, indivisa (incisura principali ad maximum 10–25%), segmento mediano indiviso, rectangulo vel trapezoideo, dentibus 3–7, segmento laterali incisuris absentibus.

Folia vernalia basi clausa ad angusta, incisura principali partita ad secta (quarta folia) vel lobata (tertia et quinta folia), segmento mediano indiviso, rectangulo (trapezoideo) ad late deltoideo (late oblanceolato), dentibus 3–9, segmento laterali incisuris 1-2, margine irregulariter late et profunde (leviter) crenato vel crenato-serrato, ad minorem partem denticulato; *folia finalia* basi clausa ad angusta, indivisa, circuito suborbicularia (nomen!), margine grosse et late crenato ad crenato-serrato; *folium caulinum* infimum segmento mediano late oblanceolato ad trisecto dentibus patentibus vel denticulato (integerrimo).

Petala plerumque abortiva; gynoclinium ovatum ad elliptoideum, intervallum carens, glabrum ad sparse pilosum, carpellophoris mediocriter longis.

R. suborbicularis differt a *R. glechomoides* (Julin) S. Ericsson gynoclinio elliptoideo, foliis primariis incisuris minoribus et plerumque indivisis, foliis vernalibus segmento mediano petiolato nullo; a *R. bififormis* W. Koch floribus imperfectis, foliis finalibus late crenato-serratis.

Blühtrieb schlank bis kräftig: 18–37 cm lang; 1,5–3 mm im Ø; mäßig abstehend bis ausladend verzweigt, 3-7(10)blütig; grundständige Bereicherungstriebe 0–2; Niederblätter 0–1; Grundblätter 2–5 pro Rosette.

Anfangsblätter (1.–2. Grundblatt): Spreite am Grund engbuchtig bis V-förmig, 8–15 mm lang, unzerteilt (per definitionem Haupteinschnitt <25%, durchaus aber 10–25% erreichend); Mittelabschnitt (wenn vorhanden) unzerteilt, rechteckig bis trapezoid, 3–7zählig; Seitenabschnitt unzerteilt; Blattrand unregelmäßig breit und seicht gekerbt.

Frühjahrsblätter (3.–5. Grundblatt): Spreite am Grund geschlossen bis engbuchtig, (-5) 5–30 (70)° geöffnet, 18-30 mm lang, Mittelabschnitt unzerteilt, 3–7zählig.

3. Grundblatt: Spreite am Grund geschlossen bis engbuchtig, unzerteilt, Mittelabschnitt rechteckig bis rechteckig-deltoid (trapezoid), 3–7zählig, Seitenabschnitt ungeteilt, 1. Seiteneinschnitt gelegentlich angedeutet, aber <20%; Blattrand unregelmäßig breit und seicht gekerbt, einzelne Blattrandabschnitte gelegentlich kerbsäbig.

4. Grundblatt: Spreite am Grund geschlossen bis engbuchtig (-10–30°), durch den Haupteinschnitt (50) 60–80 (90)% gespalten bis geteilt; Seitenabschnitt durch den 1. Seiteneinschnitt gespalten bis gelappt (10–60% der Spreite), seltener unzerteilt, durch den 2. Seiteneinschnitt unzerteilt bis gelappt. Mittelabschnitt breit deltoid bis breit verkehrt-eilanzettlich, 5–9zählig. Blattrand unregelmäßig gekerbt bis kerbsäbig, an kurzen Abschnitten gezähnt.

5. Grundblatt: Spreite am Grund geschlossen bis engbuchtig, unzerteilt oder durch den Haupteinschnitt gelappt (Mittelabschnitt rechteckig bis breit-deltoid bzw. trapezoid mit 5–9 Zähnen); Seitenabschnitt stets ungeteilt, Blattrand grob gekerbt bis gezähnt.

Schlussblätter (6.–7. Grundblatt): Spreite am Grund geschlossen bis engbuchtig (-20 bis +30°), unzerteilt, 18-38 mm lang mit fast rundem Umriss (Name!); Blattrand grob und breit gekerbt oder kerbsäbig.

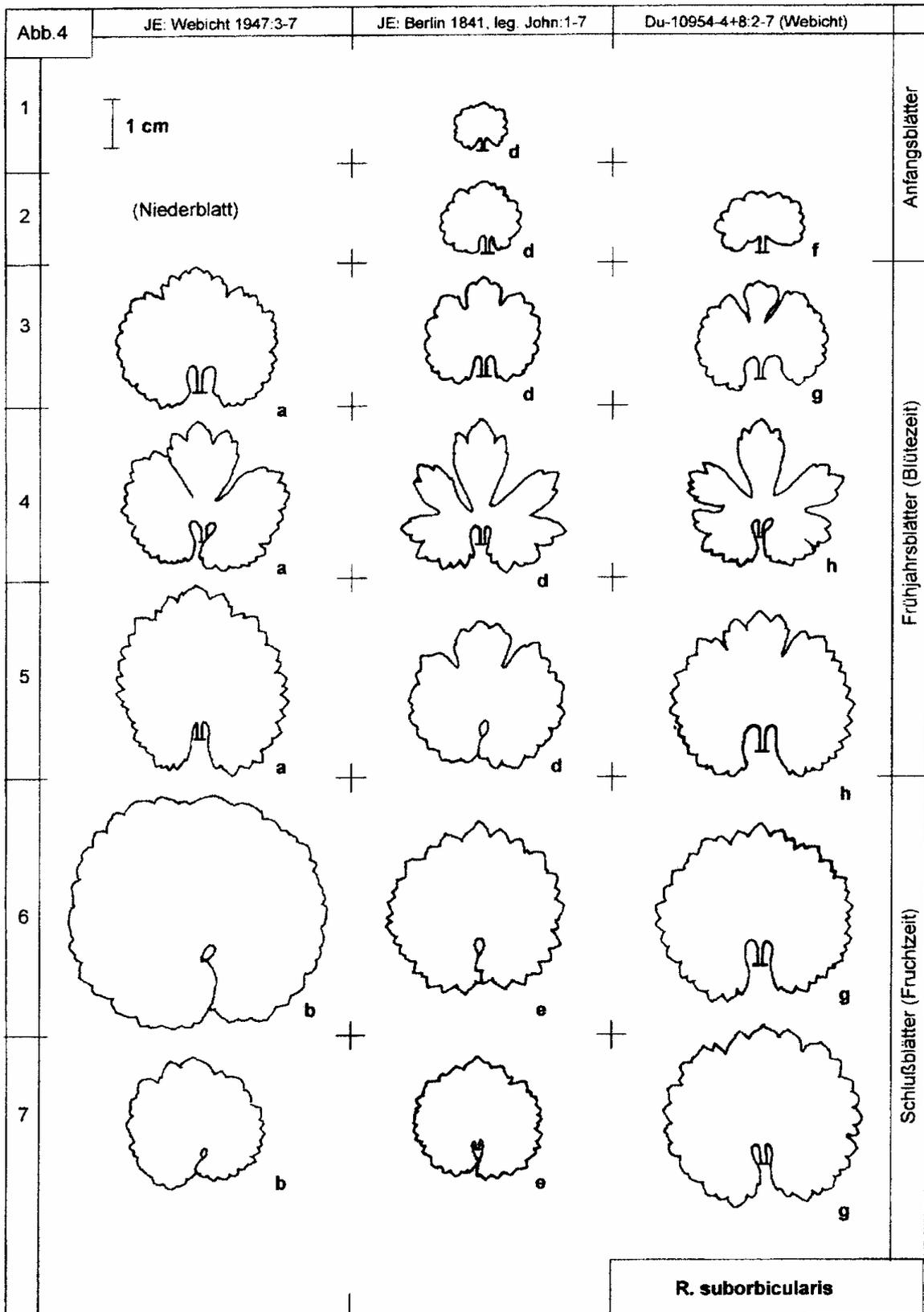


Abb. 4 Grundblattfolge von *R. suborbicularis*.
 Fig. 4 Leaf sequence of *R. suborbicularis*.

Unterstes Stängelblatt: Mittelabschnitt 31–42 mm lang, 6–11 mm breit, 3,2–6,5x so lang wie breit, verkehrt-eilanzettlich oder 3-spaltig, Blattrand gezähnt oder gezähnel, Zähne teilweise deutlich spreizend, selten ganzrandig.

Blüte und Frucht: Kronblätter 0–5, 5–8 (10) mm lang (im Durchschnitt 6,9 mm); Staubblattansatz 0,3–0,5 mm hoch; Fruchtboden (verkehrt)eiförmig bis ellipsoidisch, 3,2–5,0 mm hoch, 2,1–3,1 mm breit, kahl (spärlich behaart), Zwischenstück fehlend; Fruchträger 0,3–0,6 mm lang; Früchte 2,1–2,9 mm, Fruchtschnabel 0,5–0,8 mm lang, (hakig) gerollt.

Pollenqualität: nicht bekannt, Früchte nur zu maximal 50% gut ausgebildet und daher apomiktische Fortpflanzung wahrscheinlich

Chromosomenzahl: nicht bekannt

Blütezeit: Ende April bis Mitte Mai.

Unterscheidung ähnlicher Arten:

R. glechomoides besitzt einen mehr kugeligen Fruchtboden, Anfangsblätter mit tieferem Haupteinschnitt sowie Frühjahrsblätter mit häufig gestieltem Mittelabschnitt.

R. biformis weist in der Regel vollständige Blüten mit längeren Blütenblättern, stärker geteilte Frühjahrsblätter und Schlussblätter mit feiner Zähnung auf.

Verbreitung und Gefährdung

Verbreitung: Berlin (historisch), Thüringen, Bayern (Mittelfranken und Oberbayern)

Wuchsort: colline Buchen- und/oder Eichen-Hainbuchenwälder, Parkrasen und Gebüsch

Gefährdung: stark gefährdet (G2); hohe Verantwortlichkeit: endemisch

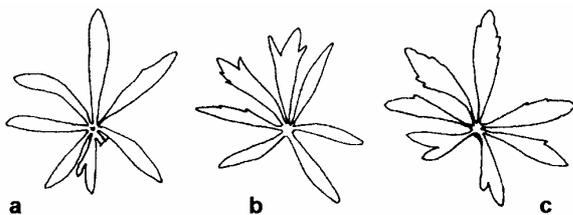


Abb. 5 Unterste Stängelblätter von *R. suborbicularis* (JE: (a) leg. John, Berlin 1841, (b) Isotypus, leg. Schwarz 1947, (c) leg. John, Berlin 1841).

Fig. 5 Lowest cauline leaves of *R. suborbicularis*.

Gesehene Belege

Ca. 3446 Berlin, 1841, John (JE s.n.) (Abb. 9-10); 4726.41 Heiligenstadt, Osthang des Schlossberges ca. 2 km westlich Großtöpfer, unterhalb der Ruine der Burg Greifenstein, frischer Buchenwald, 1.5.1999, H.-J. Zündorf (JE, Zündorf 16862); 5033.24 Thüringen, Weimar, Historischer Friedhof

(Nordteil des Hauptfriedhofs), Nordwestecke unter großen Bäumen, lückiger Rasen, 6.5.2000, F.G. Dunkel (Du-3546); ibidem, Alter Friedhof, Nordteil, im westlichen abgetrennten Teil unter Buchen, 6.5.2000, F.G. Dunkel (Du-4601); 5034.11 Thüringen, Weimar, Waldgebiet Webicht, nördlich der B 7 nach Umpferstedt, nordwestlich P. 278,0, Gebüsch und zuwachsende grasige Schneise, 175 m, Lkr. WE, 12.5.2004, Dunkel (Du-10955) (Abb. 11); ibidem, westlich P. 278,0, Böschung im Laubwald, 260-270, 12.5.2004, F.G. Dunkel (Du-10954); 5034.13 Thüringen, Weimar, Ehringsdorf, Burgholz, lichter Eichen-Hainbuchen-Wald, 15.5.1957, O. Schwarz (JE); 5628.22 Thüringen, Mendhausen, 1 km n des Ortes, thermophiler Laubwald, 23.5.1992, L. Meierott (Hb. Meierott 92/121); 5630.32 Thüringen, Seidingstadt, Südhang des Strauffhain östlich Seidingstadt, Lkr. HBN, 1998, L. Meierott (Hb. Meierott, Du-12337) (Abb. 13); 6434.4 Bayern, Großviehberg, Lkr. LAU, 7.5.1998, E. Bauer (Du-3086) (Abb. 12); 7835.41 Bayern, München, Park nördlich des Maximilianeum, im Gebüsch der Mittelterrasse und angrenzender Böschung, unweit des Maximilianeum, 500-520 m, Stadtgebiet München M, 20.05.2004, F.G. Dunkel (Du-10999).

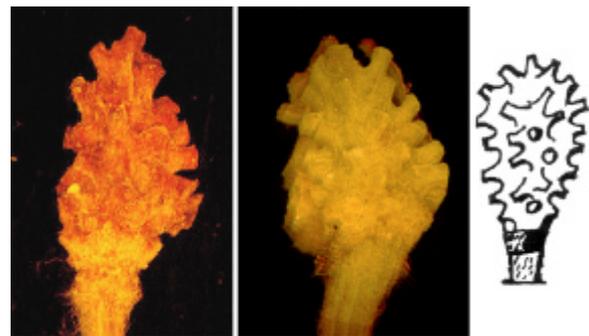


Abb. 6 Fruchträger von *R. suborbicularis*, (a) JE: Holotypus, leg. Schwarz 1947, (b) Du-10955, (c) Schema.

Fig. 6 Tori of *R. suborbicularis*.

Diskussion

Ranunculus auricomus-Pflanzen mit geschlossenem oder sogar überlappendem Spreitengrund der Grundblätter kommen nur bei wenigen Arten vor. Arten, die einen solchen überlappenden Spreitengrund besitzen, gibt es sowohl in der *Ranunculus cassubicus*-Sammelgruppe, z.B. *Ranunculus hanna* Jas., als auch bei Arten der *Ranunculus auricomus*-Sammelgruppe mit stark zerteilten Grundblattspreiten wie *R. kunzii* Koch. Verwandtschaftliche Beziehungen können hier zur Zeit sicherlich nicht abgeleitet werden. Aber morphologisch stellen geschlossene oder überlappende Spreitengründe das eine, flachbuchtige oder gestutzte Basalbuchten das andere Extrem dar und sind daher als geeignetes Bestimmungsmerkmal einer schwierigen Sammelgruppe geeignet.

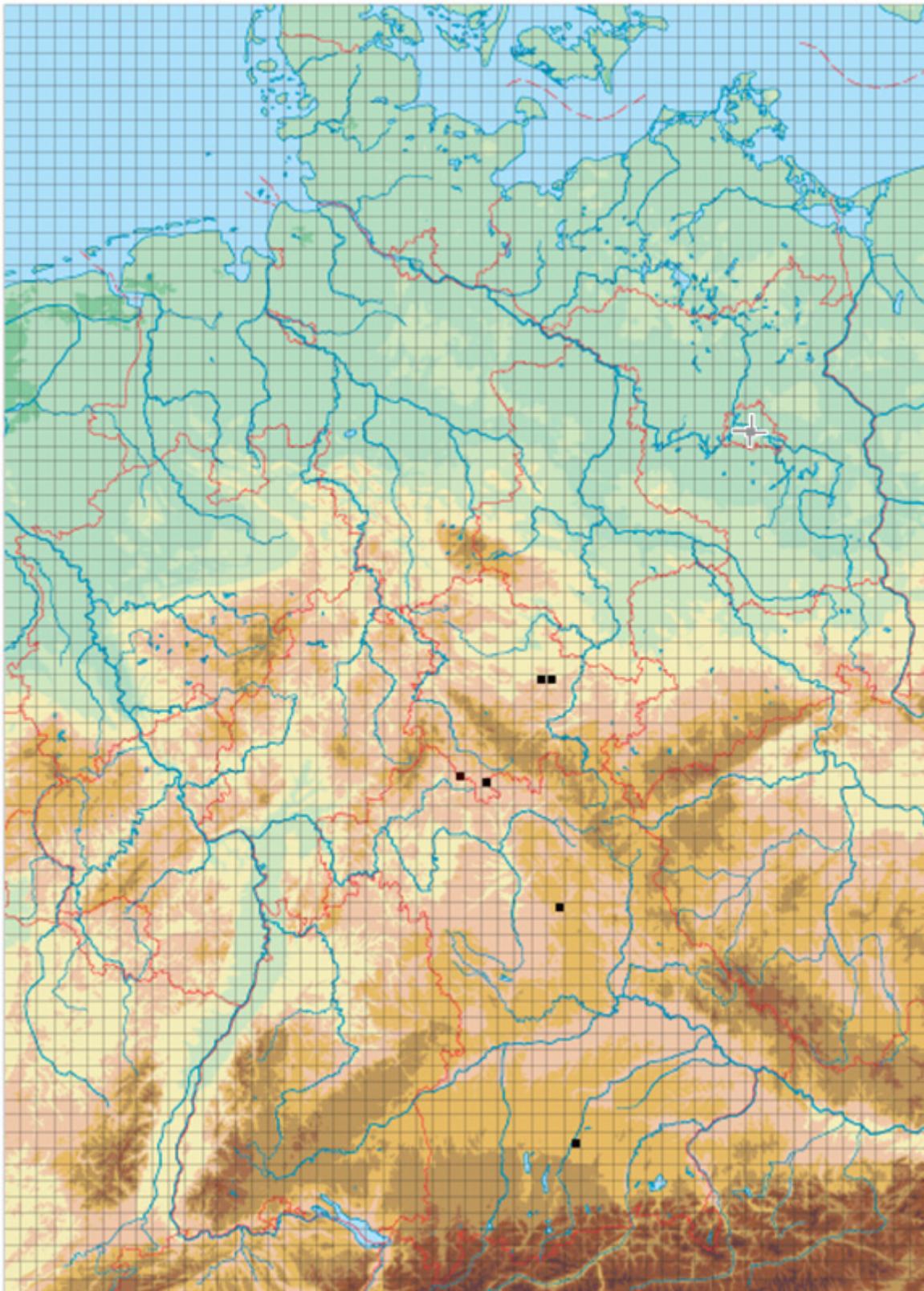


Abb. 7 Verbreitung von *R. suborbicularis* in Deutschland (■ Nachweis nach 1990, ■ Nachweis vor 1900 mit geographischer Unschärfe).

Fig. 7 Distribution of *R. suborbicularis* in Germany (■ Record after 1990, ■ Record before 1900 with vague geographical statement).



Abb. 8 Holotypus und Isotypi von *R. suborbicularis*.
Fig. 8 Specimen of the holotype and the isotypes of *R. suborbicularis*.

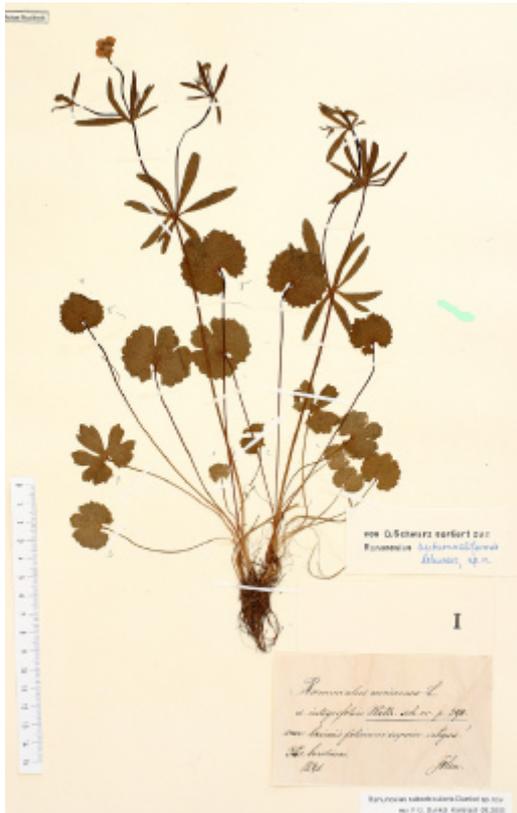


Abb. 9 Herbarbeleg von *R. suborbicularis* (JE, Berlin, leg. John 1841).

Fig. 9 Specimen of *R. suborbicularis* (JE, Berlin, leg. John 1841).



Abb. 10 Herbarbeleg von *R. suborbicularis* (JE, Berlin, leg. John 1841).

Fig. 10 Specimen of *R. suborbicularis* (JE, Berlin, leg. John 1841).



Abb. 11 Herbarbeleg von *R. suborbicularis* (Du-10955).

Fig. 11 Specimen of *R. suborbicularis* (Du-10955).



Abb. 12 Herbarbeleg von *R. suborbicularis* (Du-3086).

Fig. 12 Specimen of *R. suborbicularis* (Du-3086).



Abb. 13 Herbarbeleg von *R. suborbicularis* (Du-12337).
Fig. 13 Specimen of *R. suborbicularis* (Du-12337).

Ranunculus suborbicularis wurde bislang in Thüringen, Bayern und Berlin nachgewiesen. Die Belege aus dem Raum Berlin stammen allerdings sämtlich aus der Mitte des 19. Jahrhunderts, so dass die Wuchsorte zum größten Teil der zunehmenden Ausdehnung der Stadt Berlin zum Opfer gefallen sein dürften. Bei besserer Kenntnis des *Ranunculus auricomus*-Komplexes ist vermutlich noch mit weiteren Fundorten zu rechnen. So dürften die bei Engel unter *R. marklundii* abgebildeten Pflanzen ebenfalls zu *R. suborbicularis* zu stellen sein (Engel 1968).

Vermutungen zur Entstehung des anscheinend disjunkten Areal der Art sind beim jetzigen Kenntnisstand nur hypothetisch. Da eine Fernverbreitung beim *Ranunculus auricomus*-Komplex bislang nicht bekannt ist und allenfalls als Hydrochorie vorstellbar wäre, muss am ehesten von einer polytopen Entstehung ausgegangen werden. Eine reliktiäre Verbreitung ist mit der vermuteten relativ rezenten Entstehung der Arten in diesem Komplex nicht vereinbar.

Die Angabe zur Gefährdung der Art ist noch relativ provisorisch. Sicher ist, dass die Berliner Vorkommen des 19. Jahrhunderts wohl sämtlich erloschen sind. Bei keiner der bei Melzheimer & Damboldt dargestellten Berliner Populationen des *Ranunculus auricomus*-Komplexes handelt es sich um *Ranunculus suborbicularis*. Der Typus-Bestand im Webicht ist räumlich sehr begrenzt und durch zunehmende Verschattung gefährdet. Die Größe der übrigen nachgewiesenen Populationen ist in den meisten Fällen nicht bekannt.

R. suborbicularis stellt mit seinen fast cassubicus-artigen Spreiten der Grundblätter sicherlich eine interessante Art zur Auffindung möglicher Hybriden dar. Im Waldgebiet des locus typi kommen neben *R. suborbicularis* auch *Ranunculus hevellus* mit stark zerteilten Grundblattspreiten und Populationen mit intermediärem Zerteilungsgrad der Blattspreiten vor. Letztere könnten aus den erstgenannten Arten entstanden sein und sollten auf ihre mögliche hybride Entstehung hin untersucht werden.

Die interessante Morphologie und die bislang disjunkte und für Deutschland vermutlich endemische Verbreitung der Art machen sämtliche Populationen schützenswert. Auf eine weitere Verbreitung von *R. suborbicularis* sollte geachtet werden.

Danksagung

Für die Ausleihe eines Originalheftes der Mitteilungen der Thüringer Botanischen Gesellschaft bedanke ich mich bei Karsten Horn sehr herzlich. Mein Dank gilt den Kustoden des Herbarium Haussknecht (JE), allen voran Herrn Dr. H.-J. Zündorf für die bereitwillige Ausleihe. Prof. Meierott, Gerbrunn, stellte mir sein reichlich gesammeltes Material bereitwillig zur Verfügung. Die lateinische Diagnose überprüfte freundlicherweise Frau Studiendirektorin a. D. H. Neumann, Karlstadt-Wiesefeld. Meine Frau Birgit stand dem Sammeln, Aufarbeiten und dem Entstehen dieser Arbeit wie immer wohlwollend gegenüber.

Literatur

- Borchers-Kolb E (1985) *Ranunculus* sect. *Auricomus* in Bayern und den angrenzenden Gebieten. II. Spezieller Teil. Mitt. Bot. Staatssamml. München 21:49-300
- Brodbeck T (1998) *Ranunculi auricomi Helvetici et trans-helvetici*. III. Ein Bestimmungsschlüssel für die Umgebung von Basel. Bauhinia 12 (1/2):33-50
- Engel R (1968) L'espèce collective *Ranunculus auricomus* L. dans l'est de la France. Bull. Assoc. Phil. Alsace Lorraine 13:67-94
- Melzheimer G, Melzheimer V & Damboldt J (1976) Die *Ranunculus auricomus*-Sippen West-Berlins. Bot. Jahrb. Syst. 95:339-372
- Engel R (1968) L'espèce collective *Ranunculus auricomus* L. dans l'est de la France. Bull. Assoc. Phil. Alsace Lorraine 13:67-94
- Häfliger E (1943) Zytologisch-embryologische Untersuchungen pseudogamer Ranunkeln der *Auricomus*-Gruppe. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 53:317-379
- Hörandl E (1998) Species concepts in agamic complexes: Applications in the *Ranunculus auricomus* complex and general perspectives. Folia Geobotanica 3:335-348
- Hörandl E & Gutermann W (1995) Die Bearbeitung der *Ranunculus auricomus*-Gruppe für die „Flora von Österreich“ – ein Werkstattbericht. Fl. Austr. Novit. 2:12-27

- Hörandl E & Gutermann W (1998a) Der *Ranunculus auricomus*-Komplex in Österreich. 1. Methodik. Gruppierung der mitteleuropäischen Sippen. *Bot. Jahrb.* 120 (1):1-44
- Hörandl E & Gutermann W (1998b) Der *Ranunculus auricomus*-Komplex in Österreich. 2. Die *R. cassubicus*, *R. monophyllus*- und *R. fallax*-Sammelgruppe. *Bot. Jahrb. Syst.* 120(4):545-598
- Hörandl E & Gutermann W (1998c) Zur Kenntnis des *Ranunculus auricomus*-Komplexes in Österreich. Die Arten der *R. phragmiteti*- und *R. indecorus*-Gruppe. *Phyton (Horn)* 37:263-320
- Hörandl E & Gutermann W (1999) Der *Ranunculus auricomus*-Komplex in Österreich und benachbarten Gebieten. 3. Die Arten der *R. latisectus*-, *R. puberulus*-, *R. stricticaulis*- und *R. argoviensis*-Gruppe (*R. auricomus*-Sammelgruppe). *Bot. Jahrb. Syst.* 121(1):99-138
- Marklund G & Rousi A (1961) Outlines of evolution in the pseudogamous *Ranunculus auricomus* group in Finland. *Evolution* 15:510-522
- Melzheimer G, Melzheimer V & Damboldt J (1976) Die *Ranunculus auricomus*-Sippen West-Berlins. *Bot. Jahrb. Syst.* 95:339-372
- Nogler GA (1971) Genetik der Aposporie bei *Ranunculus auricomus* s.l. W. Koch: I. Embryologie. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 81:139-179
- Nogler GA (1972) Genetik der Aposporie bei *Ranunculus auricomus* s.l. W. Koch: II. Endospermzytologie. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 82:54-63
- Nogler GA (1973) Genetik der Aposporie bei *Ranunculus auricomus* s.l. W. Koch: III. F₂-Rückkreuzungsbastarde. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 83:295-305
- Nogler GA (1982) How to obtain diploid apomictic *Ranunculus auricomus* plants not found in the wild state. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 92:13-22
- Nogler GA (1984) Genetics of apospory in apomictic *Ranunculus auricomus*: V. Conclusion. *Bot. Helv.* 94:411-423
- Nogler GA (1989) Cytogenetics of parthenogenesis – first results on *Ranunculus auricomus*. *Apomixis Newsletter* 1:44-47
- Nogler GA (1995) Genetics of apomixis in *Ranunculus auricomus*: VI. Epilogue. *Bot. Helv.* 105:111-115
- Rousi A (1955) Cytological observations on the *Ranunculus auricomus* group. *Hereditas* 41:516-518
- Rousi A (1956) Cytotaxonomy and reproduction in the apomictic *Ranunculus auricomus* group. *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. „Vanamo“* 29(2):1-64
- Rutishauser A (1960) Untersuchungen über die Evolution pseudogamer Arten. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 70:113-125
- Rutishauser A (1966) [„1965“] Genetik der Pseudogamie bei *Ranunculus auricomus* s.l. W. Koch. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 75: 157-182
- Schwarz O (1949) Beiträge zur Kenntnis kritischer Formenkreise im Gebiet der Flora von Thüringen. IV. *Ranunculus* ser. *Auricomi*. *Mitt. Thür. Bot. Ges.* 1 (1):120-143
- Vuillemin F (1990) Index des nombres chromosomiques des spermatophytes de la Suisse: 4. Distribution des cytodèmes du *Ranunculus auricomus* L. s.l. *Bot. Helv.* 100:207-223
- Vuillemin F (1992) Origine du sympatrisme des cytotypes du *Ranunculus auricomus* L. s.l.: le cas de la population à Mauensee (canton de Lucerne, Suisse). *Bauhinia* 10:85-90
- Weber HE (1977) Die ehemalige und jetzige Brombeerflora von Menninghüffen, Kreis Herford, Ausgangsgebiet der europäischen *Rubus*-Forschung durch K.E.A. Weihe (1779-1834). *Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld* 23:161-193

Krzysztof Rostanski, Lenz Meierott

Zur Gattung *Oenothera* L. in Franken – mit besonderer Berücksichtigung von *Oenothera stucchii* Soldano (neu für Deutschland)

The Genus *Oenothera* in Franconia – with special reference to *Oenothera stucchii* Soldano (new for Germany)

Published online: 10. March 2006
© Forum geobotanicum 2006

Summary In August 2004 the authors of this report undertook a survey on the Genus *Oenothera* (evening-primroses) in the valley of the river Main between the cities of Schweinfurt and Bamberg (Bavaria, Lower and Upper Franconia). 22 different taxa were identified, most of which are new to Bavaria, one new for Europe (*Oenothera hazelae* Gates) and another one new for Middle Europe (*Oenothera stucchii* Soldano). In this report a list of all *Oenothera* species found in Franconia is given and *Oenothera stucchii*, a particular tall (up to > 2 m) species with extremely long Hypanthia of 50-70 mm and fruit capsules with truncated teeth, is described and depicted in more detail.

Keywords *Oenothera*, *Oenothera stucchii*, Bavaria, Franconia

Einleitung, Material

Durch Vermittlung von Prof. Dr. H.-J. Schweitzer (Bonn) ist der Erstautor im Sommer 2004 einer Einladung nach Franken gefolgt, um die dortigen *Oenothera*-Sippen zu studieren. Die gemeinsamen Exkursionen vom 19. bis 24. August 2004 führten vor allem in das Maintal zwischen Schweinfurt und Bamberg, das auf ruderalisierten Sandrasen, in Kies- und Sandgruben sowie auf Bahn- und Hafengelände vielfältige Standorte für *Oenothera*-Sippen bietet. Ein Abstecher führte auch in die Sandgebiete um Erlangen und Nürnberg.

Die Kenntnis der *Oenotheren* Frankens und auch des gesamten Bayern ist bisher mangelhaft. Scheuerer & Ahlmer (2003) konnten in ihrer Übersicht nur sechs Kollektivspezies nennen. Für Unterfranken liegen wenige Angaben vom Untermain aus der Arbeit von Rostanski & Schnedler (1991) vor.

Ergebnisse und Diskussion

Die Begehungen im August 2004, dazu die Revision von Belegen aus den Privatherbarien Meierott und R. Otto (Gundelsheim) erbrachten für Franken eine Gesamtzahl von 22 Taxa [Arten und Bastardarten sensu Rostanski (1985, 1998). Argumente für die Wahl der taxonomischen Konzeption wurden hier ausführlich dargelegt, zuletzt auch in Rostanski (2004:8-10)]. Diese 22 Taxa machen im Übrigen knapp die Hälfte der bisher insgesamt für Deutschland nachgewiesenen 46 Taxa aus (Rostanski 2005). Eine Art ist neu für Europa, eine Art neu für Deutschland, zahlreiche Taxa sind neu für Bayern.

Die Liste der für Franken inzwischen nachgewiesenen Taxa ist nach der Häufigkeit der Belege bzw. Beobachtungen sortiert, die Summe der jeweiligen Nachweise ist in eckiger Klammer hinzugefügt.

1. *Oe. biennis* L. s. str. – [70],
2. *Oe. fallax* Renner (= *Oe. glazioviana* x *Oe. biennis*) – [48],
3. *Oe. glazioviana* Micheli (= *Oe. erythrosepala* Borb.) – [20],
4. *Oe. issleri* Renner ex Rostanski (= *Oe. biennis* x *Oe. oakesiana*) – [14],
5. *Oe. deflexa* R.R. Gates (= *Oe. lipsiensis* Rostanski & Gutte) – [12],

Prof. Dr. K. Rostanski
Katedra Botaniki Systematycznej U.SI.
40-032 Katowice
Jagiellonska 28
Polen
E-mail: rostansk@us.edu.pl

Prof. Dr. L. Meierott
Am Happach 43
D-97218 Gerbrunn
E-mail: lenz.jutta.meierott@t-online.de

6. *Oe. albivelutina* Renner (= *Oe. biennis* x *Oe. glazioviana*) – [11],
7. *Oe. schnedleri* Rostanski nom. prov. (Rostanski & Schnedler 1991) (= *Oe. biennis* x *Oe. pycnocarpa*) – [8],
8. *Oe. wienii* Renner ex Rostanski (= *Oe. rubricaulis* x *Oe. depressa*) – [8],
9. *Oe. rubricaulis* Kleb. (= *Oe. muricata* L. s.str., nom. confusum) – [7],
10. *Oe. pycnocarpa* G.F. Atk. & Bartlett (= *Oe. chicaginesis* auct.) – [6],
11. *Oe. depressa* Greene (= *Oe. hungarica* Borb., *Oe. salicifolia* Desf. ex Don) – [5],
12. *Oe. oehlkersi* Kappus (= *Oe. glazioviana* x *Oe. suaveolens*) – [5],
13. *Oe. parviflora* L. – [3],
14. *Oe. subterminalis* R.R. Gates (= *Oe. silesiaca* Renner) – [2],
15. *Oe. victorini* R.R. Gates & Catchside (= *Oe. nissensis* Rostanski) – [2],
16. *Oe. macrocarpa* Nutt. (= *Oe. missouriensis* Sims., aus Kultur verwildert) – [2],
17. *Oe. elata* H.B.K. (aus Kultur verwildert) – [1],
18. *Oe. oakesiana* (A. Gray) J.W. Robbins ex S. Watson (= *Oe. syrticola* Bartlett) – [1],
19. *Oe. braunii* Doell (= *Oe. biennis* x *Oe. parviflora*) – [1],

20. *Oe. ersteinensis* R. Linder & R. Jean – [1],
21. *Oe. hazelae* R.R. Gates (neu für Europa!) – [1],
22. *Oe. stucchii* Soldano (neu für Deutschland!) – [1].

Von *Oe. biennis* wurde eine neue Form f. *brevihypanthialis* Rostanski 2000 nom. prov. mit auffallend kurzem Hypanthium (ca. 13-15 mm) gefunden [7], desgleichen auch von *Oe. fallax* [3].

Außerdem wurden weitere 10 Belege gesammelt, die noch nicht determiniert sind. Die Wuchsorte der einzelnen Taxa samt Angaben zu den Standortverhältnissen werden detailliert in der in Vorbereitung befindlichen „Flora der Haßberge und des Grabfelds“ (Meierott 2006) aufgeführt werden.

Oenothera hazelae wurde von Gates nach Material aus Kanada beschrieben, sie war bisher aus Europa nicht bekannt. Sie wurde nach Herbarbelegen (6031/3 ruderalisierte Sandrasen n Bamberg, Meierott 1998) bestimmt. Die Herkunft bleibt unklar, der Bestand ist inzwischen wegen Sandabbaggerung und Bauarbeiten vernichtet.

Unter den genannten Arten scheint *Oenothera stucchii* Soldano eine der interessantesten. Sie wurde am 21.8.2004 in einem Exemplar in 5927/341 auf einem ruderalisierten Brachengelände südlich des Schweinfurter Hafens gefunden (Abb. 1).



Abb. 1 *Oenothera stucchii* mit Prof. Rostanski bei Schweinfurt (a); Infloreszenz (b).

Fig. 1 *Oenothera stucchii* (south of Schweinfurt harbour), right of it Prof. Rostanski (a); Inflorescence (b).

Oe. stucchii ist bisher nur aus Norditalien bekannt und wurde von Dr. Adriano Soldano beschrieben und abgebildet (Soldano 1978: 152, Fig. 4). Danach wächst sie in den Regionen Ligurien, Molise, Piemont und Toskana v.a. längs der Flüsse Sesia, Agogna, Ticino und Po.

Weitere Verbreitungsangaben folgten in Soldano (1993: 108f., Fig. 14). Nach Dietrich et al. (1997: 83) soll sie auch in Südfrankreich bei Bouches-du-Rhône gefunden worden sein.

Auffallendes Merkmal dieser Art ist neben der beträchtlichen Größe (bis weit über 2 m) (Abb. 1) das sehr lange Hypanthium (50-70 mm) (Abb. 2), das diese Art von allen anderen in Europa vorkommenden Arten unterscheidet. Die Knospen sind grün, die Petalen 20-30 mm lang und 24-32 mm breit. Die Fruchtkapseln sind 23-35 mm lang, die Zähne der Fruchtkapseln sind 1,5-2 mm lang und an der Spitze abgeschnitten (Abb. 3).



Abb. 2 Detail eines Herbarexemplars (Mt 04/912) von der Schweinfurter Lokalität. Von links nach rechts: Fruchtkapsel, Blütenknospe, voll aufgeblühte Blüte mit zurückgeschlagenen Kelchblättern und Blätter aus dem unteren Drittel der Pflanze (Unterseite und Oberseite). Beachte die Länge des Hypanthiums (50-70 mm).

Fig. 2 Details of a herbarium specimen (Mt 04/912) collected at the Schweinfurt location. From left to right fruit capsule, flower bud, fully developed flower with reflexed sepals, stem leaves from underside and upper side. Note length of hypanthium (50-70 mm).



Abb. 3 Samenkapsel und Fruchtknoten. Beachte die stumpf bis abgeschnittenen Fruchtzähne der Kapseln und das Indument mit Drüsen sowie Haaren mit rötlich verdickten Basen.

Fig. 3 Capsule and ovule at higher magnification. Note truncated teeth of capsules and coverage with glandular hairs and red bulbous-based simple hairs.

Fruchtknoten und Hypanthium sind dicht hell bedrückt und mäßig reichlich hell behaart. Haare der Fruchtknoten und Kapseln sind ca. 0,5 mm lang mit rötlich verdickten Basen. Es ist zu vermuten, dass die auffällige und auf Grund der Hypanthiumlänge unverwechselbare Art auch an weiteren Orten in Deutschland aufgefunden werden kann.

Danksagung

Wir danken Herrn R. Otto (Gundelsheim) für die Bereitstellung seiner Herbarbelege aus dem Raum Bamberg. Herrn Prof. Drenckhahn sind wir für die Anfertigung der Abb. 2 u. 3 zu Dank verpflichtet.

Literatur

- Dietrich W, Wagner LW, Raven PH (1997) Systematics of *Oenothera* section *Oenothera* subsection *Oenothera*. Systematic Botany Monographs 50. Ann Arbor/Mich
- Meierott L (2006 in Vorber.) Flora der Haßberge und des Grabfelds
- Rostanski K (1985) Zur Gliederung der Subsektion *Oenothera* (Sektion *Oenothera*, *Oenothera* L., Onagraceae). Feddes Repert. 96 (1-2):3-14
- Rostanski K (1998) *Oenothera* L. (Onagraceae). In: Wisskirchen R, Haeupler H (Hrsg.), Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. E. Ulmer, Stuttgart, pp. 334-340
- Rostanski K (2000) Czy u wiesiolka (*Oenothera* L.) powstałac moga nowe mutacje? Torunskie Seminarium Ekologiczne „Zmiany i zmienosc“. Streszczenie, 1 str. (mit Information zu *Oenothera brevihypanthialis*)
- Rostanski K et al. (2004) The genus *Oenothera* L. in Eastern Europe. Kraków
- Rostanski K (2005) *Oenothera* L. [*Onagra* Mill.] – Nachtkerze. In: Rothmaler W, Exkursionsflora von Deutschland IV, Gefäßpflanzen, Kritischer Band, 10. Aufl. Elsevier, Spektrum Akad. Verlag, München, pp. 479-485
- Rostanski K, Schnedler W (1991) Zur derzeitigen Kenntnis der *Oenothera*-Sippen (Nachtkerzen) in Hessen. Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 53:43-117
- Scheuerer M, Ahlmer W (2003) Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Schriftenr. H. 165, München
- Soldano A (1978) Per una migliore conoscenza di *Oenothera* L., subgenere *Oenothera* in Italia I. Le specie presenti nel Vercellese. Atti Inst. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia XIII, pp. 145-158
- Soldano A (1993) Il genere *Oenothera* L. subsect. *Oenothera* in Italia (Onagraceae). Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 28:85-116

Daniela Röder*, Michael Jeschke, Kathrin Kiehl
Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Technische Universität München

Vegetation und Böden alter und junger Kalkmagerrasen im Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“ im Norden von München

Vegetation and soils of ancient and young calcareous grasslands in the nature reserve “Garchinger Heide” (Bavaria, Germany)

Published online: 13. Oktober 2006
© Forum geobotanicum 2006

Abstract

The nature reserve „Garchinger Heide“ north of Munich (Bavaria, Germany) is a remnant of the formerly widespread calcareous grasslands of the Munich Gravel Plain on dry, nutrient-poor calcareous Regosol soils with low water-storage capacity. Most of the nature reserve is covered by species-rich ancient grasslands with a high proportion of species of the *Mesobromion erecti* and *Cirsio-Brachypodion*. At the “Rollfeld”, a planned runway, where topsoil was removed in 1945, vegetation cover is lower and the proportion of species of the *Xerobromion*, *Sedo-Scleranthetea* and *Seslerietalia albicantis* is higher than on the ancient grasslands due to low water-availability and low nutrient contents. In 2003, the number of ancient grassland species, which have successfully established on the topsoil-removal site, was higher than in vegetation descriptions from 1956 and 1986. On an ex-arable field within the nature reserve, which was last ploughed in 1959, several species of the *Molinio-Arrhenatheretea* were still found in 2003. In comparison to 1986, however, the number of species of the *Mesobromion erecti* and *Cirsio-Brachypodion* was higher and the vegetation has become more similar to the ancient grassland vegetation. This positive development was also reflected in the soil analyses; the contents of exchangeable P_2O_5 and K_2O in the soil of the ex-arable field have decreased considerably during the last 12 years.

Keywords: calcareous grassland, topsoil removal, ex-arable field, vegetation, soil nutrients

Zusammenfassung

Das Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“ ist ein Relikt der ehemals ausgedehnten Kalkmagerrasen auf Pararendzinen über Niederterrassenschotter im Alpenvorland. Bei jahrhundert langer extensiver Landnutzung hat sich auf trockenen nährstoffarmen Böden eine artenreiche Vegetation mit zahlreichen seltenen und gefährdeten Arten entwickelt. Die „Altheide“, welche den größten Teil des Naturschutzgebiets einnimmt, ist geprägt durch flach gründige, nährstoffarme Böden, welche eine geschlossene Vegetation mit einem hohen Anteil an Arten der Halbtrockenrasen (hauptsächlich *Mesobromion erecti* und *Cirsio-Brachypodion*) tragen. Das 1945 durch Oberbodenabtrag begonnene, aber nicht mehr ausgebaute und verwendete „Rollfeld“ weist einen niedrigen Feinbodenanteil, welcher auf eine geringe Wasserverfügbarkeit schließen lässt, sowie niedrige Gehalte an Gesamtstickstoff und CAL-austauschbarem P_2O_5 auf. Die Vegetation ist lückig mit einem hohen Anteil an Trockenrasenarten (*Xerobromion*, *Sedo-Scleranthetea*, *Seslerietalia albicantis*). Das heutige Vorkommen zahlreicher Arten, welche in früheren Untersuchungen (1956 und 1986) nicht gefunden wurden, lässt auf eine fortschreitende Sukzession der Vegetation des Rollfeldes hin zu der der Altheide schließen. Der 1959 zum Naturschutzgebiet hinzu gekaufte ehemalige Acker unterscheidet sich immer noch deutlich von der Altheide. Eine allmähliche Annäherung der Standortbedingungen ist jedoch zu beobachten. So sanken die Gehalte an CAL-austauschbarem P_2O_5 und K_2O im Vergleich zu Werten aus dem Jahr 1993 deutlich ab. Trotz des immer noch hohen Anteils an Grünlandarten (*Molinio-Arrhenatheretea*) konnten sich im Vergleich zu 1986 mehr Magerrasenarten etablieren.

Einleitung

Mitteuropäische Kalkmagerrasen, die auch als Grasheiden bezeichnet werden, gehören zu den Vegetationstypen mit der höchsten kleinräumigen Artenvielfalt (alpha-Diversität) der Welt (Peet et al. 1983, Willems et al. 1993). Durch die Änderung der Landnutzung im 20. Jahrhundert ging jedoch ein Großteil der ehemals ausgedehnten Magerrasen verloren (Willems 2001, Pfadenhauser 2002, Poschlod und WallisDeVries 2002). Die heutigen Kalkmagerrasenreste sind stark fragmentiert und

*Korrespondierende Autorin:

Daniela Röder
Am Hochanger 6
85350 Freising
roederd@wzw.tum.de
Tel.: +49-8161-714142
Fax: +49-8161-714143

liegen isoliert in einer zumeist stark genutzten Agrarlandschaft (Quinger et al. 1994; Ringler 2002). Die Kalkmagerrasen der Mittelgebirge (z.B. Fränkische und Schwäbische Alb) wurden überwiegend aufgefördert bzw. der Sukzession überlassen (Beinlich und Manderbach 1995, Bender et al. 2005). Ein Teil der Flächen am Rand von Ortschaften ist heute bebaut (Bender et al. 2005). Die meisten Kalkmagerrasen auf den würmeiszeitlichen Schmelzwasserschottern des Voralpenlandes am Lech oder an der Isar wurden mit Hilfe moderner Geräte und Düngemethoden in Ackerland umgewandelt oder im Zuge des Kiesabbaus zerstört (Vollmann 1911, Riemenschneider 1956). Im Naturschutzgebiet „Garching Heide“ konnten 27 Hektar der ehemals ausgedehnten Kalkmagerrasen im Norden von München durch die Initiative der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zu Beginn des 20. Jahrhunderts vor dem Umbruch in Ackerland gerettet werden.

Die Vegetation der „Garching Heide“ besteht aus subkontinentalen, ursprünglich beweideten Magerrasen mit submediterranen, dealpinen und pontischen Florenelementen (Vollmann 1911, Liebermann 1986). Aufgrund dieser Kombination stuft Kaufhold (1990) diese Grasheiden als international bedeutsam ein. Sie sind nach Art. 20c Bundesnaturschutzgesetz und Art. 13d Bayerisches Naturschutzgesetz geschützte Standorte (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2000), gehören zum Lebensraumtyp 6210 gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie (Lang et al. 2004) und gelten als stark gefährdet nach der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands (Rennwald 2000). Mehr als 50 der insgesamt 218 nachgewiesenen Blütenpflanzen stehen auf der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Bayerns (Scheuerer und Ahlmer 2003). Mit *Pulsatilla patens* (L.) Mill. ist auch eine Pflanzenart des Anhangs II der FFH-Richtlinie vertreten (Council of Europe 1979). Nach Korneck et al. (1993) stellt die Magerrasenvegetation der „Garching Heide“ eine Art Vorposten der in Osteuropa weit verbreiteten subkontinentalen Steppen des *Cirsio-Brachypodium* (Klasse *Festuco-Brometea*) mit der Assoziation *Adonido-Brachypodietum pinnati* dar.

In der „Garching Heide“ wurden aufgrund ihres Artenreichtums und des Vorkommens zahlreicher seltener Pflanzen- und Tierarten bereits ab Mitte des 19. Jahrhunderts wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt (z.B. Sendtner 1854, Vollmann 1911, Riemenschneider 1956, Hepp und Poelt 1970, Pfadenhauer und Liebermann 1986, Korneck et al. 1993, Müller und Pfadenhauer 1997, Kiehl und Jeschke 2005, Jeschke und Kiehl 2006). Im Verlauf des 20. Jahrhunderts kam es im jetzigen Naturschutzgebiet immer wieder zu Veränderungen, wie z.B. zum Abtrag des Oberbodens in einzelnen Teilbereichen, zur Erweiterung durch den Ankauf angrenzender Äcker oder zu Änderungen des Pflegeregimes. Damit ging auch ein Wandel der Vegetationszusammensetzung und -struktur sowie der Bodeneigenschaften einher.

Ziel dieser Untersuchung ist daher, verschiedene Standorte des Naturschutzgebietes mit Hilfe von Bodendaten und Vegetationsaufnahmen genauer zu charakterisieren und die Beziehung zwischen Vegetation und Standorteigenschaften zu klären. Dabei sollen nicht nur die Veränderungen in den letzten 50 Jahren diskutiert werden, sondern auch Perspektiven für die zukünftige Entwicklung des Naturschutzgebietes aufgezeigt werden.

Untersuchungsgebiet

Lage, Geologie und Klima

Das 27 ha große Naturschutzgebiet „Garching Heide“ liegt in der Münchner Schotterebene etwa 15 km nördlich von München an der Landstraße von Eching nach Dietersheim (48°18' N, 11°39' E, 469 m über NN) (Abb. 1). Die Umgebung des Naturschutzgebietes ist geprägt durch intensive Ackernutzung sowie große Siedlungs- und Verkehrsflächen. Westlich der „Garching Heide“ verläuft die stark befahrene Autobahn A9 München-Berlin. Das Naturschutzgebiet „Garching Heide“ ist Teil der naturräumlichen Einheit „Münchner Schotterebene“ (Wittmann 1983). Die Ebene ist die größte würmeiszeitliche Schotterfläche (Niederterrassenschotter) nördlich der Alpen (Pfadenhauer 2002) und dehnt sich zwischen den Endmoränen des ehemaligen Isargletschers und dem Tertiärhügelland bzw. dessen südlich vor gelagerten Grundwassermooren aus (Fetzer et al. 1986, Windolf 1989).

Das Klima im Bereich des Naturschutzgebietes ist schwach subkontinental mit einem sommerlichen Niederschlagsmaximum. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 883 mm und die Jahresmitteltemperatur bei 9 °C mit einem mittleren Minimum im Januar von -2 °C und einem mittleren Maximum im Juli von 18 °C (Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Oberschleißheim, langjährige Mittel 1961-1990).

Geschichte der Landnutzung und aktuelles Management

Die Besiedlung der „Garching Heide“ kann bis in die Bronzezeit (1800 – 1000 vor Chr.) zurückverfolgt werden (Kollmansberger und Geisel 1989a). Aus dieser Zeit stammen zwei Hügelgräbergruppen im Nordwesten und Südwesten des Naturschutzgebietes. Im frühen Mittelalter legten die Bajuwaren im Gebiet Hochäcker an, um Ackerbau auf den kargen Böden zu betreiben (Kollmansberger und Geisel 1989b). Reste solcher Hochäcker können im Osten des Naturschutzgebietes gefunden werden. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts war jedoch ein Großteil der Schotterebene allgemeines Weideland (Allmende) für Schafe, Rinder, Ziegen und Schweine oder einschürige Mähwiese (Sendtner 1854). Durch diese Nutzung entstand eine weite, durch niedrigwüchsige Kalkmagerrasen geprägte Landschaft, die nur vereinzelt von Gehölzinseln durchbrochen wurde (Pfadenhauer 2002). Noch 1850 erstreckten sich diese Grasheiden im Münchner Norden über eine Fläche von schätzungsweise 15.000 ha (Sendtner 1854, Pfadenhauer 2001). Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Allmende unter den Hofbesitzern der Gegend aufgeteilt. Dies schuf die rechtliche Grundlage für die folgende Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung. Um einen Teil der artenreichen Kalkmagerrasen vor der Umwandlung in Ackerland zu bewahren, kaufte die Bayerische Botanische Gesellschaft zwischen 1907 und 1914 insgesamt 23 ha Land (Geisel

1989). Im Jahr 1942 wurde diese Fläche offiziell als Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“ ausgewiesen (Kollmannsberger und Geisel 1989c). Aufgrund weiterer Flächenankäufe in den Jahren 1933 und 1959 umfasst das Gebiet heute 27,13 ha (Geisel 1989).

Als Pflegenutzung wird im Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“ eine Streifenmähd durchgeführt. Dabei wird die Zentralfläche in Streifen von ca. 40 m Breite eingeteilt, die bis 1998 jährlich alternierend im Oktober gemäht wurden, seit 1999 für die Mähgutübertragung früher (Ende Juli bis September). Für jeden einzelnen Streifen entsprach dies einer Mähd im zweijährigen Turnus. Um der Verfilzung der Vegetation und der Zunahme der Streuschicht entgegenzuwirken, wurde seit 2004 der „Bracheanteil“ reduziert, so dass nun jährlich wechselnd jeweils drei Streifen gemäht werden und nur der vierte

Streifen „brach“ liegt. Die Randbereiche und der ehemalige Acker werden jährlich Ende Juli/Anfang August gemäht. Das Mähgut wird auf ehemaligen Ackerflächen für die Wiederansiedlung von Magerrasen verwendet (Pfadenhauer und Miller 2000, Pfadenhauer und Kiehl 2003, Kiehl et al. 2006).

Das Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“ stellt ein wichtiges Naherholungsziel für die Bewohner der Umgebung dar. So ergibt sich besonders zum Blühzeitpunkt der meisten Heidearten im Frühjahr und Sommer ein starker Besucherdruck. Um diesen gezielt zu lenken, wurde ein Wegekonzept mit zwei Hauptwegen und wenigen kleinen Nebenwegen eingeführt. Trotzdem werden immer wieder seltene Pflanzenarten durch Betreten der Flächen und Sammeln beeinträchtigt.



Abb. 1 Lage des Naturschutzgebiets „Garchinger Heide“ nördlich von München (Bayern, BRD, 48°18' N, 11°39' E, 469 m NN). Die Streifen im südlichen Teil des Gebiets sind durch die kurz vorher durchgeführte Streifenmähd entstanden. Quelle: Bodeninformationssystem Bayern, www.bis.bayern.de, Befliegung 2003.

Fig. 1 Location of the nature reserve „Garchinger Heide“ north of Munich (Bavaria, Germany, 48°18' N, 11°39' E, 469 m NN). The stripes in the south of the reserve result from the mowing shortly before. Source: Bodeninformationssystem Bayern, www.bis.bayern.de, flight 2003.

Methoden

Untersuchungsstandorte

Ziel der bodenkundlichen und vegetationskundlichen Untersuchungen war, die drei wichtigsten Standorttypen des Naturschutzgebiets „Garchinger Heide“ zu charakterisieren. Der größte Teil des Gebiets wird von der *Altheide* eingenommen, d.h. von ursprünglichen, nie umgebrochenen Grasheiden (Abb. 2). Die Mächtigkeit des humusreichen feinkörnigen Oberbodens erreicht hier im Durchschnitt nur 10-20 cm (Pfadenhauer und Liebermann 1986). Im südlichen Teil der Altheide liegt das 1,6 ha große *Rollfeld* (Abb. 2). In den letzten Kriegsmonaten sollte hier im Jahr 1945 durch Häftlinge aus dem Konzentrationslager Dachau auf einer Breite von durchschnittlich 40 m und einer Länge von etwa 300 bis 400 m durch Abtragen des Oberbodens per Hand eine Landebahn für den Militärflughafen Schleißheim geschaffen werden (Kollmannsberger und Geisel 1989d). Wegen des Kriegsendes wurde das Rollfeld jedoch nie fertig gestellt und benutzt. Bis heute konnte sich hier nur ein 1 - 2 cm mächtiger Ah-Horizont über dem anstehenden Kies bilden. Somit stellt das Rollfeld einen Standort für anspruchslose, konkurrenzschwache Gefäßpflanzen sowie zahlreiche Moos- und Flechtenarten dar (Jeschke und Kiehl 2006).

Im Jahr 1959 wurde ein ca. 1,6 ha großer Acker im Osten des Naturschutzgebiets hinzugekauft (Abb. 2). Bei dem Boden dieses *ehemaligen Ackers* handelt es sich um eine Ackerpararendzina. Im Laufe der Jahre konnten sich hier auch ohne künstliche Ansiedlungsversuche zahlreiche Kalkmagerrasenarten etablieren; außerdem kommen aber auch einige anspruchsvolle Arten des Wirtschaftsgrünlandes (Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*) vor, die ansonsten im Naturschutzgebiet fehlen (Pfadenhauer und Miller 2000, Kiehl und Jeschke 2005).

Bodenkundliche Untersuchungen

Zur Beschreibung der Böden des Naturschutzgebiets stellte das Bayerische Geologische Landesamt bisher unveröffentlichte Bodenprofile und dazu gehörige Analysedaten aus dem Jahr 1985 zur Verfügung (Lage s. Abb. 2). Die Bezeichnung der Horizonte richtet sich nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005). Die Anlage von aktuellen Bodenprofilen war aufgrund der mit dem Eingriff verbundenen großen Störung des Naturschutzgebietes nicht möglich. Im September 2004 wurden im Bereich der Altheide sowie auf dem Rollfeld jeweils 15 Bodenproben und auf dem ehemaligen Acker fünf Proben des Oberbodens (0-10 cm) entnommen. Aufgrund des sehr hohen Skelettgehalts des Bodens konnte keine volumengerechte Beprobung mittels Stechzylinder durchgeführt werden.

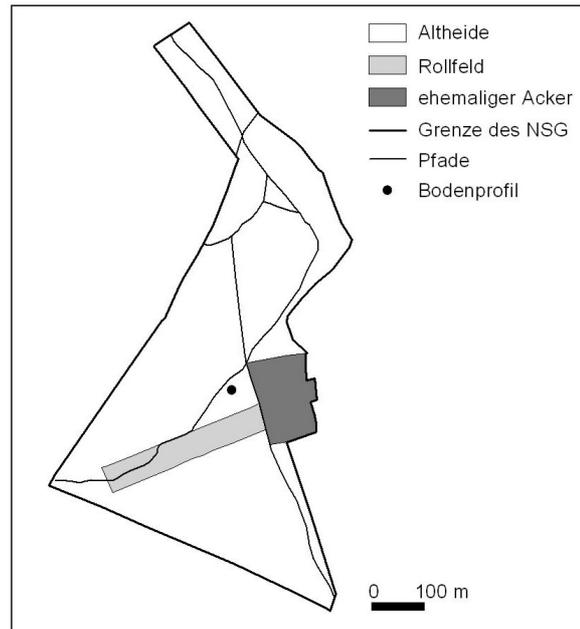


Abb. 2 Standorttypen im Naturschutzgebiet „Garchinger Heide“. Altheide: ursprüngliche Magerrasen; Rollfeld: Bodenabtrag 1945; ehemaliger Acker: bis 1959 bewirtschaftet.

Fig. 2 Habitat types of the nature reserve “Garchinger Heide“. Ancient grassland, “Rollfeld” (topsoil removal 1945) and ex-arable field (last ploughed in 1959).

Die Bodenproben wurden bei 60°C getrocknet, gewogen und gesiebt (2 mm Maschenweite). Der Feinboden (< 2 mm) wurde gewogen und hinsichtlich des pH-Werts und der Nährstoffgehalte analysiert. Jeweils die Hälfte einer Bodenprobe wurde gemahlen, um mit Hilfe eines Elementaranalysators (VarioEL) im CN-Modus den Gehalt an Gesamtstickstoff und Gesamtkohlenstoff zu bestimmen. In kalkhaltigen Böden tritt Kohlenstoff nicht nur in organischer (C_{org}) sondern auch in anorganischer Form (C_{anorg}) als Bestandteil des Kalziumcarbonats ($CaCO_3$) auf. Deshalb wurde der Kalziumcarbonatanteil der Bodenproben nach der Scheibler-Methode (Schlichting et al. 1995) ermittelt und daraus der Anteil des anorganischen Kohlenstoffes berechnet. Die Differenz des Gesamtkohlenstoffes und des anorganischen Kohlenstoffes ergab dann den Gehalt an organischem Kohlenstoff, der für die Berechnung des C/N-Verhältnisses verwendet wurde. Um das Angebot an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium in den Bodenproben abzuschätzen, wurde der Gehalt an Kalziumlactat-(CAL-)austauschbarem P_2O_5 und K_2O bestimmt (Schlichting et al. 1995, VDLUFA 2002). Der pH-Wert wurde in $CaCl_2$ -Lösung gemessen (VDLUFA 1991).

Vegetationskundliche Untersuchungen

Um die Vegetation der „Garchinger Heide“ zu beschreiben, wurden in den Jahren 2003 und 2004 insgesamt 104 Vegetationsaufnahmen auf 4 m² großen Flächen durchge-

führt. Diese Flächengröße wurde gewählt, um eine Vergleichbarkeit mit Angaben anderer Untersuchungen in Kalkmagerrasen der Münchner Schotterebene (z.B. Kiehl und Wagner 2006, Will et al. 2005) sowie weiteren europäischen Kalkmagerrasen (z.B. Dengler 2005) zu gewährleisten. Es wurden 62 Flächen im Bereich der Altheide aufgenommen, 26 Flächen auf dem Rollfeld und 16 Flächen auf dem ehemaligen Acker. Die Deckung aller auf den Aufnahmeflächen vorkommenden Gefäßpflanzenarten wurde in Prozent geschätzt. Außerdem wurden die Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen, Moose und Strauchflechten, der Streu sowie die Deckung des unbedeckten Bodens (inklusive Steine) ermittelt. Die auf dem Rollfeld vorkommenden Krustenflechten (vgl. Schauer 1969) wurden in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach Oberdorfer (2001, 8. Auflage).

Datenauswertung

Für die Gefäßpflanzen wurde die Artenzahl pro 4 m²-Fläche ermittelt sowie der Anteil magerrasentypischer Arten und Grünlandarten an der Artenzahl pro 4 m² bestimmt. Die magerrasentypischen Arten umfassten die beiden folgenden Gruppen: Arten der Halbtrockenrasen und Arten der Trockenrasen. Zu den Arten der Halbtrockenrasen gehören vor allem Arten der Verbände *Mesobromion erecti* Br.-Bl. et Moor 1938 und *Cirsio-Brachypodium* Had. et Klika 1944 (nach Oberdorfer 2001). Auch einzelne Arten der Klassen *Erico-Pinetea* Horvat 1959 und *Trifolio-Geranietea sanguinei* Th. Müll. 1961, die typisch für genutzte Kalkmagerrasen im Münchner Norden sind, wurden dieser Gruppe zugeordnet. Arten des Verbands *Xerobromion* Br.-Bl. et Moor 1938 sowie der Klassen *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955 em. Th. Müll. 1961 und *Seslerietalia albicantis* Br.-Bl. 1948 wurden der Gruppe „Arten der Trockenrasen“ zugeordnet. Gefäßpflanzenarten des Wirtschaftsgrünlands (Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* Tx 1937) bilden die dritte Gruppe „Grünlandarten“. Für alle Vegetationsaufnahmen wurden für die Seggen als Matrixbildner, die als konkurrenzstark geltenden Süßgräser, die stickstofffixierenden Leguminosen, die Chamaephyten, welche besonders typisch für nie umgebrochenen Trocken- und Halbtrockenrasen sind und für sonstige Krautarten, die prozentualen Anteile an der Artenzahl sowie an der Deckungssumme (Summe aller prozentual geschätzten Deckungswerte) bestimmt. Dabei wurden die nur in wenigen Aufnahmen vorkommenden Gehölze (*Salix eleagnos* Scop., *Rhamnus saxatilis* Jacq.) mit zu den sonstigen Krautigen gezählt, da eine gesonderte Darstellung dieser im Gebiet niedrigwüchsigen Gehölze aufgrund der geringen Anzahl nicht sinnvoll war. Um eine doppelte Zuordnung von Arten zu vermeiden wurden der Gruppe Chamaephyten nur diejenigen Arten zugeordnet, die nicht zur Familie der *Fabaceae* gehören. Auf die Ergebnisse hat dies keinen Einfluss, da die chamaephytischen Leguminosen auf allen Standorten mit ähnlichen Artenzahlen und Deckungen vertreten waren. Weiterhin wurden für alle Standorte die Matrixarten, d.h. die Arten, die in mindestens 90% der Aufnahmeflächen eines

Standorts mit einer durchschnittlichen Deckung von mehr als 5% vorkommen, ermittelt.

Um Vegetationsgradienten zu beschreiben, wurde mit den wurzeltransformierten Deckungswerten der Gefäßpflanzen eine DCA (Detrended Correspondence Analysis) berechnet. Arten, die in weniger als fünf Aufnahmen vorkamen (5%), wurden dabei ausgeschlossen. Der Anteil der durch die DCA erklärten Varianz wurde mit Hilfe einer "after-the-fact evaluation" unter Verwendung des Distanzmaßes der relativen Euklidischen Distanz bestimmt (McCune und Mefford 1999). Für die Interpretation der DCA wurden Korrelationen zwischen den „site scores“ der DCA und den Anteilen der Arten der Halbtrockenrasen, Trockenrasen und des Grünlands an der Artenzahl berechnet und auf Signifikanz geprüft. Dazu wurde der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient r_s verwendet. Für die Berechnung der Korrelation zwischen der Deckung von *Brachypodium rupestre* und der Anzahl der Magerrasen- bzw. Trockenrasenarten wurde ebenfalls der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient verwendet.

Unterschiede zwischen den Standorten hinsichtlich der Artenzahl, des prozentualen Anteils der oben genannten Artengruppen an der Artenzahl und der Deckung der Gefäßpflanzen, Moose, Strauchflechten, Streu, des offenen Bodens sowie der Chamaephyten, Leguminosen, Süßgräser, Seggen und sonstigen Krautigen wurden mit Hilfe des nichtparametrischen Mann-Whitney U-Tests paarweise analysiert. Auf die gleiche Weise wurden Unterschiede hinsichtlich des Feinbodenanteils, pH-Werts, der Gehalte an CAL-austauschbarem P₂O₅ und K₂O sowie des C_{org}, des N_{ges} und C/N-Verhältnisses getestet. Anschließend wurde eine Benjamini-Hochberg Korrektur für multiple Vergleiche durchgeführt (Benjamini und Hochberg 1995, Verhoeven et al. 2005).

Ergebnisse

Bodenkundliche Untersuchungen

Bei den Böden der „Garching Heide“ handelt es sich um Pararendzinen über Niederterrassenschotter (Abb. 3). Der Ah-Horizont des in der Altheide aufgenommenen Profils besteht aus lehmigem Sand mit einem Kiesanteil von 10 bis 30 %. Der Lehmanteil des Feinbodens nimmt nach unten immer mehr ab bis im C-Horizont nur noch reiner Sand und Kies auftreten, wobei der kiesige Grobboden überwiegt. Der Humusgehalt nimmt im Bodenprofil vom Ah-Horizont zum C-Horizont ab, während der Carbonatgehalt ansteigt.

Alle drei Standorte des Naturschutzgebiets unterscheiden sich hinsichtlich des Anteils an Feinboden, des Gehalts an CAL-austauschbarem K₂O und des Gehalts an Gesamtstickstoff im Oberboden voneinander (Tab. 1, Abb. 4). Der Gehalt an CAL-austauschbarem P₂O₅ ist an allen drei Standorten ähnlich. Der pH-Wert ist auf dem Rollfeld am niedrigsten und das C/N-Verhältnis auf dem ehemaligen Acker.

Tiefe [cm]	Horizonte	Bodenart fein / grob	Skelettanteil [%] min / max	Gefüge	Humus- klasse	Carbonat- klasse
0	eAh	Sl3 / g6	10 / 30	kru	3	c1
12	Ah-eCv	Sl2 / g6	50 / 75	ein-kru	1	c4
32	eICv	Ss / g6	75 / 90	ein	0	c5
52						

Abb. 3 Bodenprofil im Bereich der Altheide des Naturschutzgebiets „Garchinger Heide“ (Lage s. Abb. 2). Mit freundlicher Genehmigung des Bayerischen Geologischen Landesamtes (www.geologie.bayern.de). Zusätze zu Horizontbezeichnungen: e=mergelig, l=Lockersubstrat, v=verwittert (nach Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005).

Fig. 3 Soil profile from the “Garchinger Heide“ (for location see Fig. 2) ancient grassland in 1985 courtesy of Bayerisches Geologisches Landesamt (www.geologie.bayern.de). Soil depth, soil type (fine/coarse), % gravel, texture, organic content class, carbonate class (headings left to right). Additions within the description of the soil horizons: e=marly, l=unconsolidated, v=weathered (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005).

	pH-Wert	P ₂ O ₅ [mg/100g]	K ₂ O [mg/100g]	N _{ges} [%]	C/N-Verhältnis
Rollfeld	7,4 ± 0,1 a	1,3 ± 0,8 a	7,8 ± 1,4 a	0,52 ± 0,09 a	12,4 ± 0,5 a
Altheide	6,4 ± 0,3 b	1,6 ± 1 a	5,1 ± 1,3 b	0,60 ± 0,09 b	12,1 ± 0,3 a
ehemaliger Acker	7,4 ± 0,1 a	1,6 ± 0,9 a	11,2 ± 1,8 c	0,68 ± 0,04 c	11,5 ± 0,3 b

Tab. 1 Ergebnisse der Analyse der bodenchemischen Analysen (pH-Wert, CAL-austauschbares P₂O₅ und K₂O sowie C/N-Verhältnis). Angegeben sind die Mittelwerte ± Standardabweichung (Altheide n=15, Rollfeld n=15, ehemaliger Acker n=5). Der Feinbodenanteil bezieht sich auf den trockenen Boden. Alle übrigen Angaben beziehen sich auf den trockenen Feinboden (< 2 mm). Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede p < 0,05 (für jeden Parameter getrennt zu lesen).

Tab. 1 Results of the soil analyses: pH-value, CAL-exchangeable P₂O₅ and K₂O and C/N-ratio. Values represent means ± standard deviation (ancient grassland n=15, “Rollfeld” n=15, ex-arable field n=5). The proportion of fine soil refers to soil dry weight. The other results apply to dry fine soil < 2 mm. Different letters show significant differences, p < 0.05 (to be read separately for each parameter).

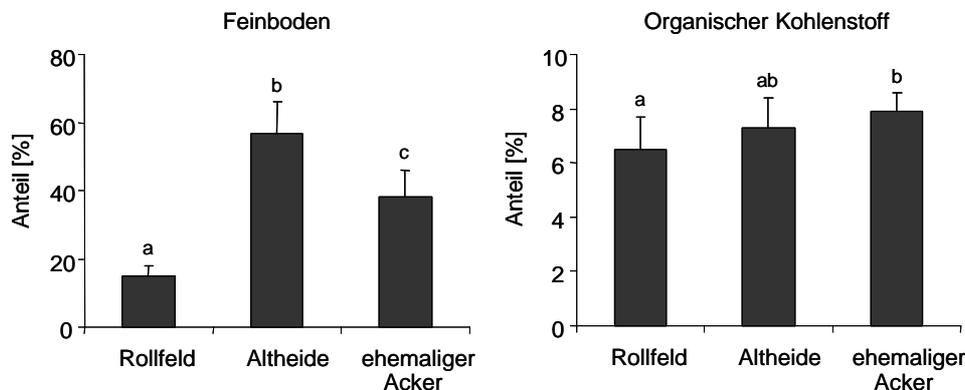


Abb. 4 Mittlerer Anteil des Feinbodens und des organischen Kohlenstoffs im Boden. Dargestellt sind jeweils Mittelwert + 1 Standardabweichung. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, p < 0,05. Die unterschiedlichen Skalierungen sind zu beachten.

Fig. 4 Mean proportion of fine soil and percent of organic carbon (from left to right). Data represent mean values and + 1 standard deviation. Different letters show significant differences, p < 0.05. Note the different scales.

Vegetationskundliche Untersuchungen

Die Ergebnisse der einzelnen Vegetationsaufnahmen sind in der Vegetationstabelle, Anhang 1, zu finden.

Deckung und Anteile verschiedener Artengruppen

Die Altheide und der ehemalige Acker sind sich in Bezug auf die Deckung der Gefäßpflanzen, Moose und Strauchflechten sowie der offenen Bodenstellen sehr ähnlich. Nur die Deckung der Streuschicht ist in der Altheide höher (Abb. 5). Auf dem Rollfeld ist die Deckung der Gefäßpflanzen und Moose deutlich geringer als an den anderen beiden Standorten. Die Deckung der Strauchflechten und der offenen Bodenstellen ist dagegen deutlich höher.

Die mittlere Artenzahl der Gefäßpflanzen pro 4 m²-Fläche unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den drei Standorten. Auf dem Rollfeld treten im Durchschnitt

26 Gefäßpflanzenarten auf und in der Altheide sowie auf dem ehemaligen Acker 28. Den größten Anteil an der Artenzahl nehmen auf allen Standorten die Arten der Halbtrockenrasen ein (Abb. 6). Auf dem Rollfeld wurde der höchste Anteil der Arten der Trockenrasen gefunden und der niedrigste Anteil an Grünlandarten. Auf dem ehemaligen Acker verhielt es sich genau umgekehrt (Abb. 6). Die Anzahl der Magerrasen- und Trockenrasenarten korreliert negativ mit der Deckung von *Brachypodium rupestre* (Host) Roem. und Schult. ($r_s = -0,44$, $P < 0,05$) (Abb. 7).

Auf dem Rollfeld waren der Anteil der Chamaephyten an der Artenzahl und Deckung sowie der Deckungsanteil der Seggen deutlich höher als an den anderen beiden Standorten (Abb. 8). Der Anteil der Seggen an der Artenzahl war dagegen an allen drei Standorten ähnlich. Auf dem ehemaligen Acker war der Anteil der Süßgräser an der Artenzahl und Deckung signifikant am höchsten, während in der Altheide der Anteil der sonstigen krautigen Arten höher als an den anderen Standorten war.

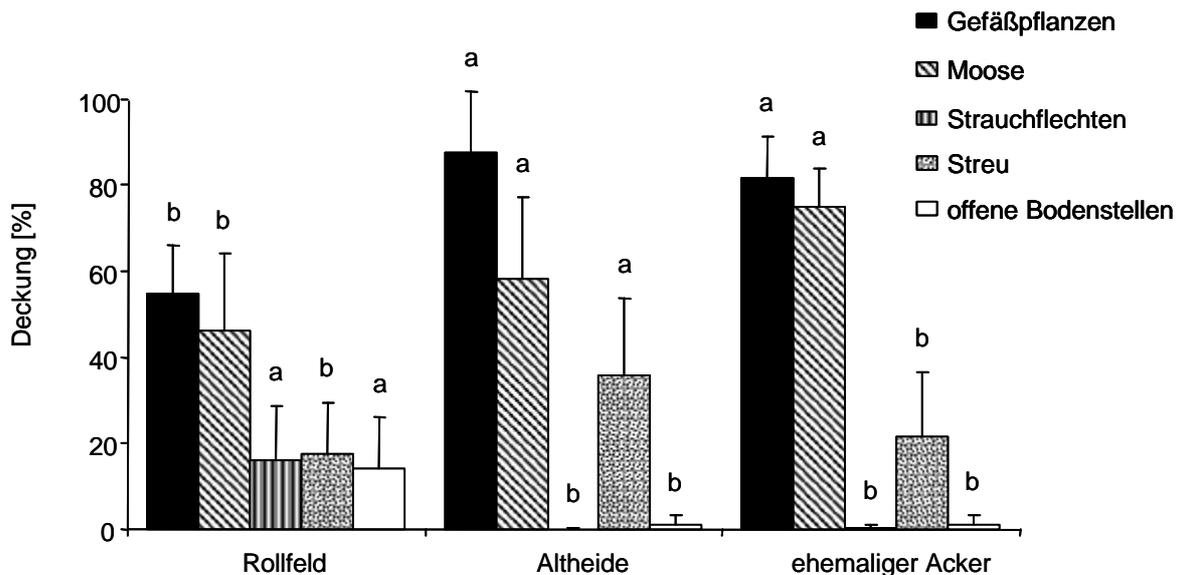


Abb. 5 Mittlere prozentuale Deckung der Gefäßpflanzen, Moose, Strauchflechten, Streu und der offenen Bodenstellen pro 4 m². Dargestellt sind jeweils Mittelwert + 1 Standardabweichung. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, $p < 0,05$ (für jeden Parameter getrennt zu lesen).

Fig. 5 Mean percentage cover of vascular plants, mosses, lichens, litter and open soil per 4 m² (from left to right). Data represent mean values + 1 standard deviation. Different letters show significant differences, $p < 0.05$ (to be read separately for each parameter).

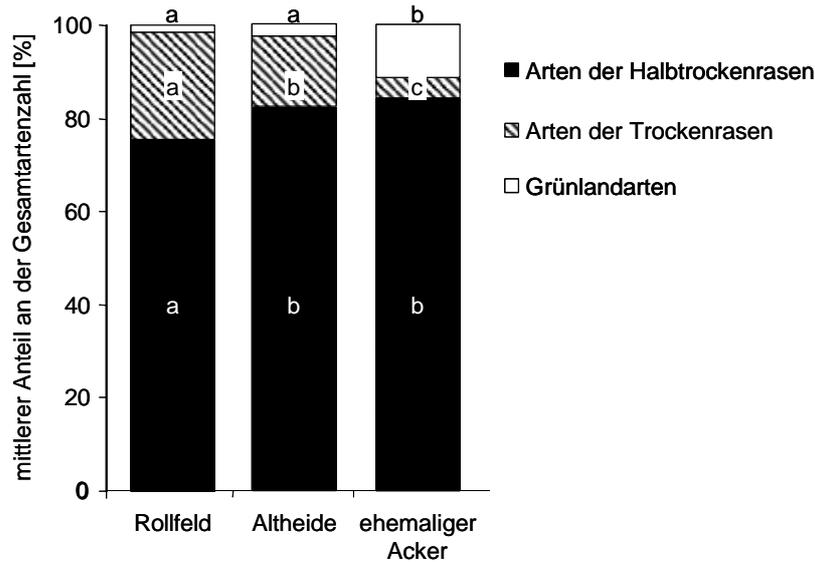


Abb. 6 Mittlerer Anteil der Arten der Halbtrockenrasen (*Mesobromion*), Trockenrasen (*Xerobromion*) und des Wirtschaftsgrünlands (*Molinio-Arrhenatheretea*) an der Artenzahl auf 4 m². Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, $p < 0,05$ (für jeden Parameter getrennt zu lesen).

Fig. 6 Mean proportion of species of the *Mesobromion erecti* and *Cirsio-Brachypodium* (black), species of the *Xerobromion*, *Sedo-Scleranthetea* and *Seslerietalia albicantis* (hatched) and *Molinio-Arrhenatheretea* species (white) in relation to species richness per 4 m². Different letters show significant differences, $p < 0.05$ (to be read separately for each parameter).

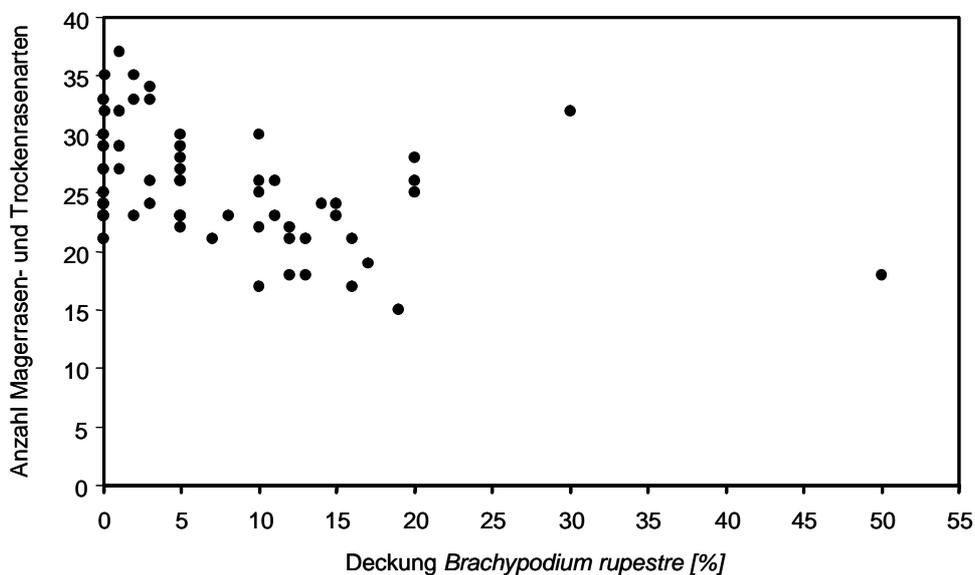


Abb. 7 Zusammenhang zwischen der Deckung von *Brachypodium rupestre* und der Anzahl der Magerrasen- und Trockenrasenarten in der Altheide $n=62$, Spearman-Rangkorrelationskoeffizient $r_s = -0,44$, $p < 0,05$.

Fig. 7 Correlation between the cover of *Brachypodium rupestre* and the number of dry grassland species (*Festuco-Brometea*, *Sedo-Scleranthetea* and *Seslerietalia albicantis*) in the ancient grassland $n=62$, $r_s = -0.44$, $p < 0.05$.

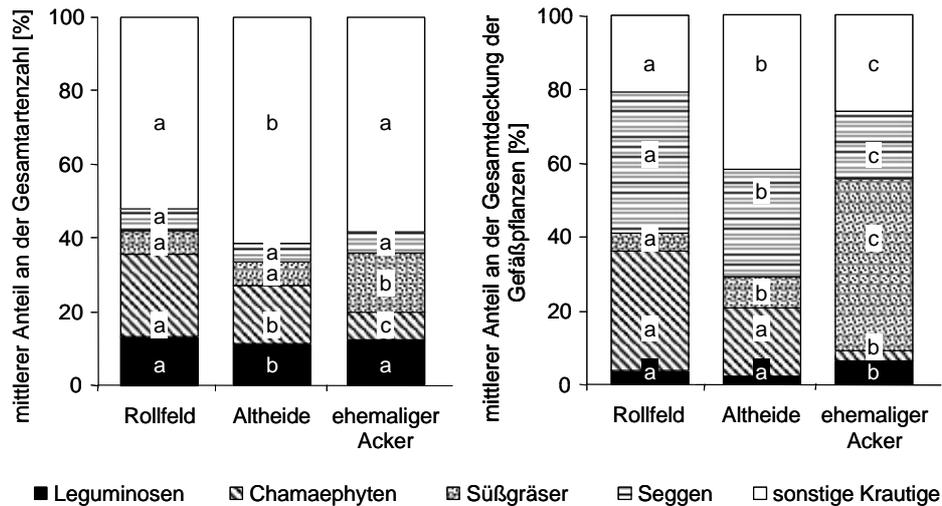


Abb. 8 Mittlerer Anteil an der Artenzahl und Deckungsanteil der Leguminosen, Chamaephyten, Süßgräser, Seggen und sonstigen Krautigen. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, $p < 0,05$ (für jeden Parameter getrennt zu lesen).

Fig. 8 Mean proportion of legumes, chamaephytes, grasses, sedges and others herbaceous species in relation to species richness (left) and total cover (right). Different letters show significant differences, $p < 0.05$ (to be read separately for each parameter).

Analyse der Artenzusammensetzung

Die Ergebnisse der DCA (Detrended Correspondence Analysis) zeigen, dass sich die drei Standorte des Naturschutzgebietes (Rollfeld, Altheide, ehemaliger Acker) floristisch deutlich voneinander unterscheiden (Abb. 9). Entlang der ersten Achse, die 20,6% der Gesamtvarianz im Datensatz erklärt, wird der ehemalige Acker von der Altheide und dem Rollfeld getrennt. Auf der zweiten Achse, die weitere 14,2% der Varianz erklärt, werden das Rollfeld und die Altheide voneinander abgegrenzt. Der Anteil der Arten der Halbtrockenrasen korreliert negativ mit Achse 2 der DCA ($r_s = -0,59$, $P < 0,001$), während der Anteil der Trockenrasenarten negativ mit Achse 1 ($r_s = -0,46$, $P < 0,001$) und positiv mit Achse 2 ($r_s = 0,48$, $P < 0,001$) korreliert. Der Anteil der Grünlandarten korreliert schwach positiv mit Achse 1 der DCA ($r_s = 0,23$, $P = 0,02$).

Als Matrixarten, die in mindestens 90% der Aufnahme-flächen mit einer durchschnittlichen Deckung $> 5\%$ vorkommen, wurden für die Altheide (Abb. 10) *Carex humilis* Leyss. und *Anthericum ramosum* L. ermittelt (Tab. 2). Auf dem Rollfeld (Abb. 11) tritt lediglich *Carex*

humilis als Matrixart auf. Außerdem kommen dort in fast allen Aufnahme-flächen *Teucrium montanum* L., *Dorycnium germanicum* (Greml) Rikli und *Thymus praecox subsp. praecox* vor. Die dealpine Art *Gentiana clusii* Perr. und Song. ist ausschließlich auf das Rollfeld beschränkt. Der ehemalige Acker (Abb. 12) ist geprägt durch die Matrixarten *Bromus erectus* Huds. und *Carex humilis*. Dort kommt außerdem in allen Aufnahme-flächen *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench vor. Folgende typische Magerrasenarten der Altheide fehlen in den untersuchten Flächen des ehemaligen Ackers: *Adonis vernalis* L., *Carduus defloratus* L. subsp. *defloratus*, *Dorycnium germanicum* (Greml) Rikli, *Erica herbacea* L., *Euphorbia verrucosa* L., *Euphrasia rostkoviana* Hayne, *Galium boreale* L., *Globularia cordifolia* L., *Inula hirta* L., *Polygala chamaebuxus* L., *Polygala amarella* Crantz, *Polygala vulgaris* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Potentilla alba* L., *Teucrium montanum* L. Dagegen kommen einige andere Arten ausschließlich auf dem ehemaligen Acker vor: *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium*, *Plantago lanceolata* L., *Ranunculus bulbosus* L., *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*, *Taraxacum officinale* agg.

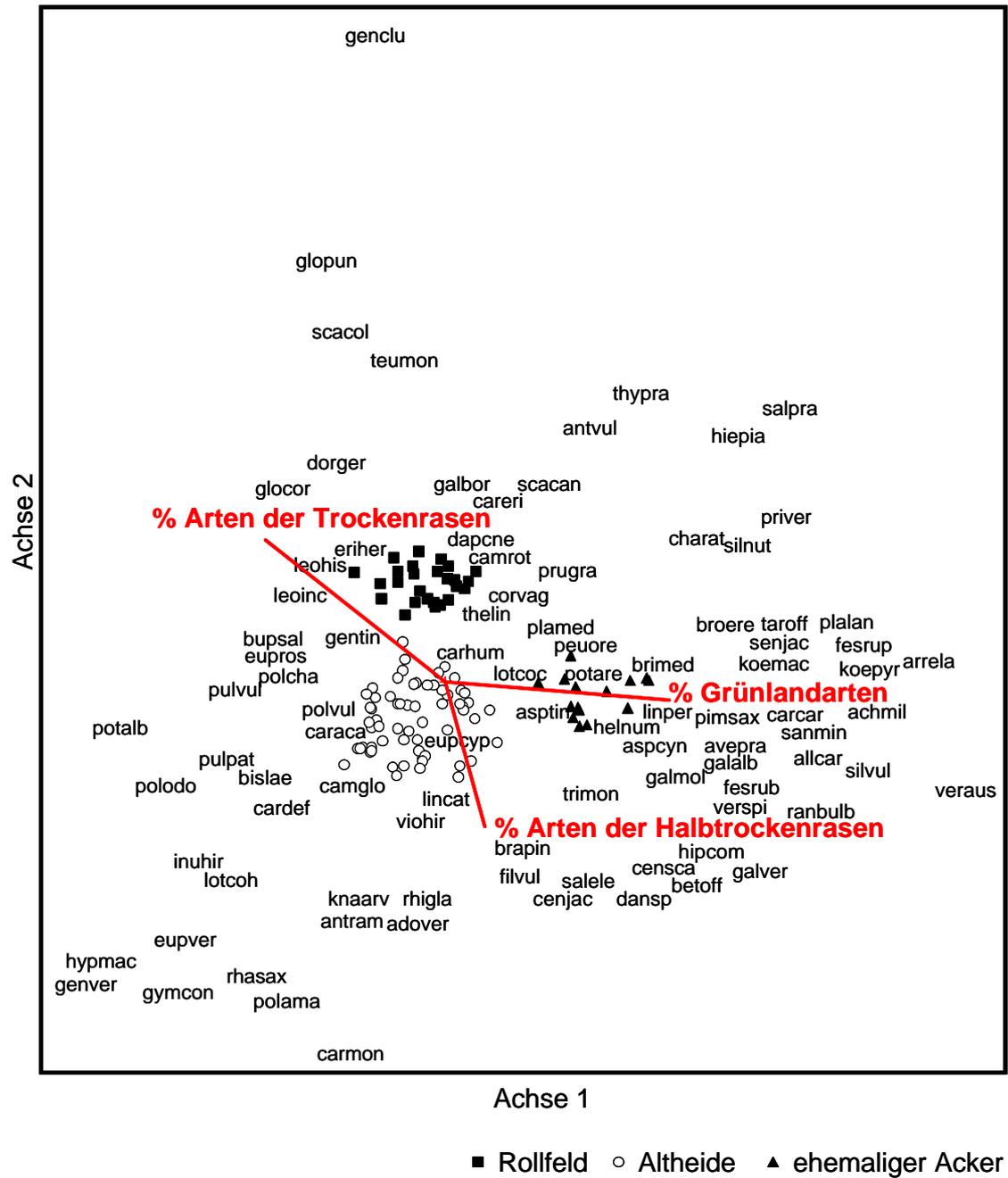


Abb. 9 Ergebnis der DCA (Detrended Correspondence Analysis) mit den wurzeltransformierten Artmchtigkeiten. Die roten Vektoren stellen die Korrelationen des Anteils der Arten der Halbtrockenrasen, Trockenrasen und des Grünlands an der Artenzahl mit Achse 1 und 2 der Ordination dar. Die vollständigen Artnamen finden sich im Anhang 2.

Fig. 9 DCA (Detrended Correspondence Analysis) ordination of the square-root transformed species cover data. The red vectors indicate correlations of the proportion of species of the *Mesobromion erecti* and *Cirsio-Brachypodium*; species of the *Xerobromion*, *Sedo-Scleranthetea* and *Sesleritalia albicans*; and *Molinio-Arrhenatheretea* species with axis 1 and axis 2 of the DCA. For full names of plant species see appendix 2.



Abb. 10 Altheide (Juli 2004); Foto: Daniela Röder

Fig. 10 Ancient grassland (July 2004); Photo: Daniela Röder



Abb. 11 Rollfeld (Mai 2001); Foto: Annuschka Thormann

Fig. 11 „Rollfeld“ (May 2001); Photo: Annuschka Thormann



Abb. 12 Ehemaliger Acker (Juli 2004); Foto: Daniela Röder
Fig. 12 Ex-arable field (July 2004); Photo: Daniela Röder

Diskussion

Vergleich der Bodeneigenschaften an den untersuchten Standorten

Wasserverfügbarkeit und pH-Wert

Pararendzinen aus Schotter haben aufgrund ihres hohen Steingehalts eine geringe Wasserspeicherkapazität (Scheffer/Schachtschabel 2002). Tendenziell kann dabei davon ausgegangen werden, dass mit dem Feinbodenanteil des Bodens auch die Wasserverfügbarkeit steigt. Eine Studie von Leuschner (1989) zeigte unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Skelettgehalts der Böden, dass die Wasserspeicherkapazität mit dem „physiognomischen Charakter“ der ihnen zugehörigen Rasengesellschaften korrespondiert und von *Xerobromion* über *Mesobromion* hin zu *Arrhenatherion* zunimmt. Demnach kann das Rollfeld auf Grund seines geringen Feinbodenanteils und des durch den Oberbodenabschub stark reduzierten Anteils organischen Kohlenstoffs als der Standort mit der geringsten Wasserverfügbarkeit im Naturschutz

gebiet „Garching Heide“ bezeichnet werden. Der in der Altheide wesentlich höhere Anteil des Feinbodens und auch des organischen Kohlenstoffs im Oberboden lässt auf eine deutlich bessere Wasserverfügbarkeit schließen. Aufgrund des im C-Horizont anstehenden Schotters kommt es jedoch auch hier in niederschlagsarmen Perioden häufig zu Wasserknappheit. Der im Gegensatz zur Altheide geringere Feinbodenanteil des ehemaligen Ackers ist auf das frühere Pflügen der Fläche zurückzuführen, wodurch immer wieder größere Steine in den Oberboden gelangten und somit der Feinbodenanteil gesenkt wurde. Die Wasserverfügbarkeit ist deshalb auf dem ehemaligen Acker vermutlich etwas schlechter als in der Altheide.

Mit dem Anteil des Feinbodens und dem Verwitterungsgrad der Böden hängt auch der pH-Wert der Standorte eng zusammen. So war der pH-Wert auf dem Rollfeld und auf dem ehemaligen Acker auf Grund des niedrigeren Feinbodenanteils und damit höheren Skelettanteils kalkhaltigen Gesteins höher als in der Altheide. Zudem bewirkt in der Altheide auch der höhere Humusgehalt eine Absenkung des pH-Werts. Ein Vergleich der pH-Werte des Ah-Horizonts der Altheide zeigt in den letzten 35 Jahren nur leicht schwankende Werte um den pH-Wert 6 (Daten des Bayerisches Geologisches Landesamts von 1970 und 1987, Kiehl et al. 2003).

	Rollfeld (n=26)		Altheide (n=62)		ehemalige Acker (n=16)	
	Häufigkeit [%]	Deckung [%]	Häufigkeit [%]	Deckung [%]	Häufigkeit [%]	Deckung [%]
<i>Anthericum ramosum</i>	38	0,8	100	27,0	81	2,0
<i>Brachypodium rupestre</i>	65	1,0	82	9,3	69	6,6
<i>Bromus erectus</i>	69	3,4	56	2,8	100	16,0
<i>Carex humilis</i>	96	25,0	98	32,0	100	13,0

Tab. 2 Häufigkeit und mittlere Deckung von *Anthericum ramosum*, *Brachypodium rupestre*, *Bromus erectus* und *Carex humilis* auf dem Rollfeld, in der Altheide und auf dem ehemaligen Acker. Die Matrixarten, die in mind. 90% der Aufnahmeflächen mit einer durchschnittlichen Deckung > 5% vorkommen sind jeweils fett markiert.

Tab. 2 Frequency and mean cover of *Anthericum ramosum*, *Brachypodium rupestre*, *Bromus erectus* and *Carex humilis* at the "Rollfeld", in the ancient grassland and on the ex-arable field. Matrix-species, which occur in at least 90% of the plots with an average cover of > 5%, are marked in bold.

Nährstoffdynamik

Untersuchungen zu Aushagerung durch Mahd auf sandigen Böden in den Niederlanden zeigten, dass die Gehalte an austauschbarem Kalium schneller zurückgingen als die Phosphat-Gehalte des Bodens (Pegtel et al. 1996). Nach der Einstellung der Düngung und einer anhaltenden regelmäßigen Mahd kam es dort aber ebenso wie in einer Langzeitstudie in England und Wales (Skinner und Todd 1998) im Verlauf von 25 Jahren zu einem deutlichen Rückgang der Phosphat- und Kalium-Gehalte. Auch in der „Garching Heide“ lässt sich eine zunehmende Aushagerung durch Mahd feststellen. Vergleicht man die 2004 ermittelten Werte an CAL-austauschbarem P₂O₅ auf dem ehemaligen Acker mit Werten von Miller und Pfadenhauer (1997) aus dem Jahr 1993, so zeigt sich ein deutlicher Rückgang von Werten um 4,6 mg/100 g (1993) auf 1,6 mg/100 g (2004), was dem Niveau der Altheide im selben Jahr entspricht. Auch der Gehalt an Cal-austauschbarem K₂O sank, jedoch nicht so schnell, von 20 mg/100 g im Jahr 1993 (Miller und Pfadenhauer 1997) auf 11,2 mg/100 g im Jahr 2004. Seit dem Ankauf des ehemaligen Ackers im Jahr 1959 konnten sich somit die Phosphat-Gehalte dem Niveau der Altheide angleichen und die Kalium-Gehalte annähern. Der Rückgang der P- und K-Gehalte in den Böden des ehemaligen Ackers der „Garching Heide“ deutet darauf hin, dass es inzwischen durch die jährliche Mahd ohne Düngung zu einer deutlichen Aushagerung des Bodens gekommen ist. Die Gesamtstickstoffgehalte auf dem ehemaligen Acker waren jedoch höher als im übrigen Untersuchungsgebiet, was vermutlich auf die höhere Deckung der Leguminosen, welche Stickstoff im Boden anreichern, zurückzuführen ist.

Untersuchungen auf Renaturierungsflächen mit Bodenabtrag im Umfeld der Garching Heide zeigten, dass bei einer durch Mähgutauftrag erhöhten Gesamtdeckung der Vegetation mehr Kalium im Oberboden angereichert wurde als auf Flächen mit geringer Vegetationsdeckung (Kiehl et al. 2003). So kann eventuell die Zunahme des

Gehalts an CAL-austauschbarem K₂O auf dem Rollfeld um 2,3 mg/100 g im Vergleich zum Jahr 2000 (Kiehl et al. 2003) mit der zunehmenden Gesamtdeckung der Vegetation durch die voranschreitende Sukzession erklärt werden. Möglicherweise spiegeln diese Werte jedoch auch nur kleinräumige oder zeitliche Schwankungen der Kalium-Verfügbarkeit wieder (vgl. Scheffer/Schachtschabel 2002). Die geringe Phytomasseproduktion auf dem Rollfeld (s. Kiehl et al. 2003) ist neben der Trockenheit vermutlich vor allem auf die geringe Stickstoffverfügbarkeit zurückzuführen, welche aus der geringen Wasserverfügbarkeit und dem geringen Gesamtstickstoffgehalt resultiert (Leuschner 1989, Neitzke 1998, Unkovich et al. 1998). Zusammenfassend zeigen diese Ergebnisse, dass die Bedingungen für das Pflanzenwachstum vom Rollfeld über die Altheide hin zum ehemaligen Acker zunehmend günstiger werden.

Vegetationsentwicklung

Die drei Standorte des Naturschutzgebiets „Garching Heide“ konnten auch nach einer Sukzession von 60 Jahren (Rollfeld) bzw. 45 Jahren (ehemaliger Acker) noch klar floristisch voneinander unterschieden werden. Die Einzigartigkeit der Altheide macht auch heute noch, wie bereits von Vollmann (1911) geschildert, das gleichzeitige Vorkommen submediterraner (z.B. *Asperula cynanchica* L., *Hippocrepis comosa* L.), dealpiner (z.B. *Gentiana clusii*, *Globularia cordifolia*) und pontischer (z.B. *Adonis vernalis*, *Pulsatilla patens*) Florenelemente aus. Die von Riemenschneider (1956) beschriebene Artenzusammensetzung scheint sich aber verändert zu haben. So dominieren heute *Carex humilis* und *Anthericum ramosum* sowie *Brachypodium rupestre* und *Bromus erectus*. *Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv. und *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult. wurde im Gegensatz zu 1956 im Jahr 2004 in den Vegetationsaufnahmen der Altheide nicht gefunden. *Carex montana* L. und

Avenula pratensis (L.) Dumort. traten nur in einzelnen Aufnahme­flächen mit geringen Deckungen auf. Besonders *Brachypodium rupestre* hat jedoch, wie auch die nah verwandte Art *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., (Dürring und Willems 1984, Bobbink und Willems 1987, Hurst und John 1999) einen negativen Einfluss auf die Artenzahl und in unserer Untersuchung besonders auf die Anzahl der Magerrasen- und Trockenrasenarten. In der Altheide wurde *Brachypodium rupestre* vermutlich einerseits durch die zu extensive Mahdnutzung im zwei­jährigen Turnus gefördert und zusätzlich durch den Eintrag von Stickstoff aus der Luft durch Verkehr- und Industrie-Emissionen (vgl. Bobbink und Willems 1987, Carroll et al. 2003, Jacquemyn et al. 2003).

Aufgrund der hohen Deckung offener Bodenstellen und des geringen Feinbodenanteils konnten sich auf dem Rollfeld besonders konkurrenzschwache Arten der Trockenrasen ansiedeln, die an den anderen Standorten zum Teil durch höher wüchsige Arten verdrängt werden. Riemenschneider (1956) beobachtete auf dem Rollfeld noch Initialstadien der Magerrasen mit geringen Deckungen von *Thymus praecox*, *Leontodon incanus* (L.) Schrank und *Anthyllis vulneraria subsp. alpestris* (Kit. ex Schult.) Asch. und Graebn. Pfadenhauer und Liebermann (1986) beschrieben einen Rückgang dieser Pionierarten und eine Zunahme von Süßgräsern und *Carex humilis*. Heute ist *Carex humilis* die Matrixart des Rollfeldes. Auch weitere typische Arten der Altheide konnten sich hier ausbreiten, wie z.B. *Pulsatilla patens* (Röder und Kiehl 2006). Die gesamte Artenzusammensetzung des Standortes gleicht heute der, welche Riemenschneider (1956) für kiesige Böden mit lehmig-feinsandigem Material und lückigem Vegetationsschluss beschrieben hat, mit Vorkommen von *Carex humilis*, *Teucrium montanum*, *Thesium linophyllum* L., *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. und Scherb. und *Scabiosa canescens* Waldst. und Kit. Trotz dieser fortschreitenden Sukzession ist das Rollfeld heute noch sehr heterogen. So wechseln Standorte mit fast geschlossener Vegetationsdecke kleinräumig mit Bereichen mit sehr lückiger Vegetation. Dadurch ergibt sich ein Mosaik, das momentan noch vielen konkurrenzschwachen Arten einen Lebensraum bietet (vgl. Jeschke und Kiehl 2006). Bei weiter zunehmender Deckung der Gefäßpflanzen und Moose könnte es aber künftig zum Rückgang von Arten kommen, die auf einen hohen Anteil offener Bodenstellen angewiesen sind. Für solche Pflanzenarten und vor allem für die für das Rollfeld typischen Tierarten wurde 1980 und 2000 auf zwei an das Rollfeld angrenzenden Flächen der Oberboden abgeschoben, deren Vegetationsentwicklung bei Will et al. (2005) beschrieben wird.

Nicht nur in der Altheide und auf dem Rollfeld, sondern auch auf dem ehemaligen Acker kommt heute eine hohe Anzahl von Arten der Halbtrockenrasen vor. Aufgrund des geringen Anteils der Trockenrasenarten ist der Anteil typischer Magerrasenarten insgesamt jedoch wesentlich niedriger als an den anderen beiden Standorten. Auch Untersuchungen in England zeigen, dass sich Magerrasen auf ehemaligen Äckern nur sehr langsam der Vegetationszusammensetzung alter Grasländer annähern. Dort konnten auch nach 100 Jahren noch Unterschiede zwi-

schen der Vegetation ehemaliger Äcker und ursprünglicher Kalkmagerrasen festgestellt werden (Wells et al. 1976, Gibson und Brown 1991). Der Hauptgrund für diese Unterschiede ist vermutlich die langsame Ausbreitung der Zielarten (Hutchings und Booth 1996). *Carex humilis*, die von Pfadenhauer und Liebermann (1986) als fehlend auf dem ehemaligen Acker beschrieben wurde, tritt heute bereits in fast allen Aufnahme­flächen auf. Da *Carex humilis* durch Ameisen ausgebreitet wird (Oberdorfer 2001), verlief die Ausbreitung offenbar schneller als bei anemochoren Arten, wie z.B. *Pulsatilla patens* (vgl. Röder und Kiehl 2006). Auch eine erfolglose Keimung oder Etablierung konkurrenzschwacher Arten im unmittelbaren Umfeld konkurrenzstarker Gräser und Grünlandarten sowie eine dichte Moos­schicht könnte die Ansiedlung von Magerrasen- und Trockenrasenarten auf dem ehemaligen Acker erschweren. Wie bereits 1986 beschrieben (Pfadenhauer und Liebermann 1986), konnte auch heute noch eine Reihe typischer Grünlandarten auf dem ehemaligen Acker gefunden werden, wie z.B. *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl und C. Presl, *Plantago lanceolata* und *Achillea millefolium ssp. millefolium*. Insgesamt ist die Entwicklung des ehemaligen Ackers jedoch positiv zu bewerten und eine weitere floristische Entwicklung in Richtung der Vegetation der Altheide ist zu erwarten.

Perspektiven für die zukünftige Entwicklung der „Garchinger Heide“

Eine Besonderheit des Naturschutzgebiets „Garchinger Heide“ ist das Nebeneinander von verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Bedingungen für das Pflanzenwachstum. Dadurch bietet die „Garchinger Heide“ Lebensraum sowohl für Arten der Halbtrockenrasen als auch der Trockenrasen und damit eine hohe Artenvielfalt. Diesen Zustand gilt es zu erhalten.

Im Bereich der Altheide kam es allerdings aufgrund des Stickstoffeintrags durch die Luft und des während der 1990er Jahre bis 2003 nur zwei­jährigen Mahdturnus stellenweise zu einer Vergrasung und Verfilzung der Vegetation, die einen Rückgang der lichtbedürftigen Magerrasen- und Trockenrasenarten bewirken kann. Um eine weitere Vergrasung und Streuakkumulation zu verhindern, ist eine Intensivierung des Mahdturnus der Altheide von zwei­jährig auf ein­jährig notwendig. Seit dem Jahr 2004 wird bei der Streifenmahd (Abb. 13) in der Altheide nur noch jeder fünfte Streifen (und nicht wie zuvor jeder zweite) als Rückzugsraum für Insekten stehen gelassen. Ob diese Mahdintensivierung ausreicht, bleibt zwar abzuwarten, auf dem ehemaligen Acker führte der bisherige ein­jährige Turnus jedoch bereits trotz der hohen Deckung der Süßgräser zu einer geringeren Deckung der Streu als in der Altheide. Eine Aushagerung durch jährliche Mahd ist auf dem ehemaligen Acker dennoch weiterhin notwendig, um die Etablierung der an nährstoffarme Böden angepassten Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen zu fördern und die Ausbreitung potentiell dominanter Arten zu verhindern.



Abb. 13 Streifenmähd (August 2006); Foto: Daniela Röder

Fig. 13 Mowing in alternating stripes (August 2006); Photo: Daniela Röder

Um die Entwicklung des ehemaligen Ackers hin zur Altheide zu unterstützen, wäre es zudem von Vorteil, offene Bodenstellen zur Keimung und Etablierung von Magerrasenarten zu schaffen. Dies könnte alle zwei bis fünf Jahre im Anschluss an die Mähd durch maschinelles Rechen (z.B. mit Wiesenegge) geschehen, wodurch die hohe Moosdeckung vermindert würde.

Auch eine Wiedereinführung der Beweidung im Naturschutzgebiet könnte der Vergrasung und Verfilzung entgegen wirken (Hurst und John 1999, Jacquemyn et al. 2003). Auf dem ehemaligen Acker könnte durch Beweidung zudem die Einwanderung von Diasporen aus der Altheide durch zoochore Ausbreitung gefördert werden (vgl. Gibson und Brown 1991, Fischer et al. 1996). Durch die trittbedingte Schaffung von Regenerationsnischen können sich Zielarten möglicherweise besser etablieren, so dass sich die Vegetation des ehemaligen Ackers schneller der der Altheide angleicht.

Das Rollfeld als Sonderstandort und Lebensraum für seltene konkurrenzschwache Trockenrasenarten sollte als solcher erhalten bleiben, da die auf offene Standorte angewiesenen Trockenrasenarten sich nur über kurze Distanzen ausbreiten und neu geschaffene Abtragsflächen nur sehr langsam besiedeln (Will et al. 2005). Die gelegentliche Entbuschung des Rollfeldes sollte daher beibehalten werden, um der fortschreitenden Sukzession entgegenzuwirken. Durch gelegentliches Abrechen der zunehmend durch pleurokarpe Moose und Cladonien dominierten Moos- und Flechtenschicht könnten zudem nicht nur schwachwüchsige Gefäßpflanzen, sondern auch seltene akrokarpe Moose und Erdflechten gefördert werden (vgl. Günzl 2001, Jeschke und Kiehl 2006).

Nach Fischer (2003) ist die Schaffung neuer Abtragsflächen als Habitat für rohbodenbesiedelnde Pflanzen- und Tierarten zu empfehlen. Die Untersuchungen von Will et

al. (2005) zeigen, dass sich auf einer 1980 angelegten Abtragsfläche, die sich nördlich an das Rollfeld anschließt, zahlreiche konkurrenzschwache Pflanzenarten der Trockenrasen ansiedeln konnten. Auf der südlich anschließenden Abtragsfläche von 2000 etablierten sich bis 2004 nur wenige Pflanzenindividuen, was zeigt wie langsam die Besiedlung neuer Flächen vonstatten geht.

Die Anlage weiterer Bodenabtragsflächen als Lebensraum für spezialisierte Rohbodenbesiedler sollte nicht im Naturschutzgebiet selbst erfolgen, in dem der Schutz und die Entwicklung der bestehenden Trocken- und Halbtrockenrasen mit Hilfe der oben genannten Pflegemaßnahmen Priorität hat. Sinnvoll ist der Oberbodenabtrag dagegen bei der Anlage neuer Magerrasen auf ehemaligen Äckern, die direkt an das Naturschutzgebiet angrenzen (Pfadenhauer und Kiehl 2003). Das Beispiel der 1993 angelegten Bodenabtragsfläche 506A zeigt, dass durch Bodenabtrag in Kombination mit Mähgutübertragung günstige Bedingungen für zahlreiche Zielarten des Naturschutzes geschaffen werden können (Jeschke und Kiehl 2006, Kiehl und Wagner 2006). Durch das Nebeneinander unterschiedlich alter Bodenabtragsflächen im Naturschutzgebiet selbst und auf den umliegenden Renaturierungsflächen können sowohl Pionierarten initialer Magerrasen (z.B. *Biscutella laevigata*, *Leontodon incanus*) als auch langsam wachsende konkurrenzschwache Chamaephyten, wie z.B. *Globularia cordifolia* oder *Polygala chamaebuxus* geeignete Lebensräume finden.

Literatur

- Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005) Eckelmann W., (Red.); Sponagel H, Grotenthaler W, Hartmann K-J, Hartwich R, Janetzko P, Joisten H, Kühn D, Sabel K-J, Traidl R: Bodenkundliche Kartieranleitung 5, verbesserte und erweiterte Auflage. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2000) Bestimmungsschlüssel für Flächen nach Art. 13d(1) BayNatSchG, Augsburg
- Bender O, Boehmer HJ, Jens D, Schumacher KP (2005) Analysis of land-use change in a sector of Upper Franconia (Bavaria, Germany) since 1850 using land register records. *Landscape Ecology* 20:149-163
- Benjamini Y, Hochberg Y (1995) Controlling the false discovery rate – a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 57:289–300
- Beinlich B, Manderbach D (1995) Die historische Landschafts- und Nutzungsentwicklung in Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Schwäbischen Alb. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 83:65-86
- Bobbink R, Willems JH (1987) Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: A threat to a species-rich ecosystem. *Biological Conservation* 40:301-314
- Carroll JA, Caporn SJM, Johnson D, Morecroft M, Lee JA (2003) The interactions between plant growth, vegetation structure and soil processes in semi-natural acidic and calcareous grasslands receiving long-term inputs of simulated pollutant nitrogen deposition. *Environmental Pollution* 121:363-376
- Council of Europe (1979) Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/104.htm> (30.08.2005)
- Dengler J (2005) Zwischen Estland und Portugal - Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Phyto-diversitätsmuster europäischer Trockenrasen. *Tuexenia* 25:387-405.
- Dufrene M, Legendre P (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67:345-366
- During HJ, Willems JH (1984) Diversity models applied to a chalk grassland. *Vegetatio* 57:103-114
- Fetzer KD, Grotenthaler W, Hofmann B, Jerz H, Rückert G, Schmidt F, Wittmann O (1986) Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50 000 München-Augsburg und Umgebung. Erläuterungen. Bayerisches Geologisches Landesamt, München
- Fischer S, Poschlod P, Beinlich B (1996) Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology* 63:1206-1221
- Fischer FP (2003) Langzeitmonitoring von Heuschreckenbeständen im NSG „GarchingerHeide“ 1994-2001. In: Pfadenhauer J, Kiehl K (Hrsg.) Renaturierung von Kalkmagerrasen - Angewandte Landschaftsökologie 55:201-209
- Geisel O (1989) Von den Anfängen zum heutigen Naturschutzgebiet – und die Zukunft? In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) Garchinger Heide, Eching Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp. 76-80
- Gibson CWD, Brown VK (1991) The nature and rate of development of calcareous grasslands in southern Britain. *Biological Conservation* 58:297-316
- Günzl B (2001) Die Bunte-Erdflechten-Gesellschaft (Toninio-Psoretum decipiens Stodiek 1937) in Nordhessen - aktuelle Erfassung und Gliederung. *Tuexenia* 21:179-191
- Hepp E, Poelt J (1970) Die Garchinger Heide. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 42:5-14
- Hurst H, John E (1999) The biotic and abiotic changes associated with *Brachypodium pinnatum* dominance in chalk grassland in south-east England. *Biological Conservation* 88:75-84
- Hutchings MJ, Booth KD (1996) Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. *Journal of Applied Ecology* 33:1171-1181
- Jacquemyn H, Brys R, Hermy M (2003) Short-term effects of different management regimes on the response of calcareous grassland vegetation to increased nitrogen. *Biological Conservation* 111:137-147
- Jeschke M, Kiehl K (2006) Auswirkung von Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen auf die Artenzusammensetzung und Artendiversität von Gefäßpflanzen und Kryptogamen in neu angelegten Kalkmagerrasen. *Tuexenia* 26:223-242
- Kaufhold G (1990) Modellvorhaben Sicherung und Verbesserung der Heideflächen im Norden von München. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 105:7-25
- Kiehl K, Thormann A, Pfadenhauer J (2006) Evaluation of initial restoration measures during the restoration of calcareous grasslands on former arable fields. *Restoration Ecology* 14:148-156
- Kiehl K, Jeschke M (2005) Erfassung und Bewertung der Phyto-diversität ursprünglicher und neu angelegter Kalkmagerrasen der nördlichen Münchner Schotterebene. *Tuexenia* 25:445-461
- Kiehl K, Wagner C (2006) Effects of hay transfer on long-term establishment of vegetation and grasshoppers on former arable fields. *Restoration Ecology* 14:157-166
- Kiehl K, Thormann A, Pfadenhauer J (2003) Nährstoffdynamik und Phytomasseproduktion in neu angelegten Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen. In: Pfadenhauer J, Kiehl K (Hrsg.) Renaturierung von Kalkmagerrasen - Angewandte Landschaftsökologie 55:39-71

- Kollmansberger G, Geisel O (1989a) Archäologen auf der Heide. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) Garchinger Heide, Echinger Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp.54-60
- Kollmansberger G, Geisel O (1989b) Hochäcker in Heide und Lohe. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) Garchinger Heide, Echinger Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp. 63-64
- Kollmansberger G, Geisel O (1989c) Die Rettung der Garchinger Heide. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) Garchinger Heide, Echinger Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp. 73-75
- Kollmansberger G, Geisel O (1989d) Soldaten auf der Heide. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) Garchinger Heide, Echinger Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp. 66-67
- Korneck D, Müller T, Oberdorfer, E (1993) Sand- und Trockenrasen, Heide- Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. In: Oberdorfer E. (Hrsg.) Süd-deutsche Pflanzengesellschaften. Teil 2. Gustav Fischer Verlag, Jena
- Lang A, Walentowski H, Lorenz W (2004) Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern, 5. Entwurf. Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Bayer. Landesanstalt f. Wald und Forstwirtschaft, Augsburg, Freising
- Leuschner C (1989) Zur Rolle der Wasserverfügbarkeit und des Stickstoffangebots als limitierende Standortfaktoren in verschiedenen basiphytischen Trockenrasen-Gesellschaften des Oberelsaß, Frankreich. *Phytocoenologia* 18:1-54
- McCune B, Mefford MJ (1999) Multivariate analysis of ecological data. Version 4.27, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA
- Miller U, Pfadenhauer J (1997) Renaturierung von Kalkmagerrasen. Zur Vorhersage der gelenkten Sukzession durch Aufbringung von diasporenhaltigem Mähgut. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 27:155-163
- Neitzke M (1998) Changes in nitrogen supply along transects from farmland to calcareous grassland. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 161:639-646
- Oberdorfer E (2001) Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- Peet RK, Glenn-Lewin DC, Walker Wolf J (1983) Prediction of man's impact on plant diversity: a challenge for vegetation science. In: Holzner W., Werger MJ, Ikusima I (eds.) *Man's impact on vegetation*. Dr. W. Junk, The Hague, pp. 41-54
- Pegtel DM, Bakker JP, Verweij GL, Fresco LFM (1996) N, K, and P deficiency in chronosequential cut summer-dry grassland on gley podsol after the cessation of fertilizer application. *Plant and Soil* 178:121-131
- Pfadenhauer J (2002) Landnutzung und Biodiversität – Beispiele aus Mitteleuropa. *Laufener Seminarbeitrag* 2/02, pp. 145-159
- Pfadenhauer J (2001) Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. *Restoration Ecology* 9:220-229
- Pfadenhauer J, Kiehl K (2003) Renaturierung von Kalkmagerrasen – Ein Überblick. In: Pfadenhauer J, Kiehl K (Hrsg.) *Renaturierung von Kalkmagerrasen*. *Angewandte Landschaftsökologie* 55:25-38
- Pfadenhauer J, Liebermann C (1986) Eine geobotanische Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Garchinger Heide. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 57:99-110
- Pfadenhauer J, Miller U (2000) Verfahren zur Ansiedlung von Kalkmagerrasen auf Ackerflächen. In: Pfadenhauer J, Fischer FP, Helfer W, Joas C, Löscher R, Miller U, Miltz C, Schmid H, Sieren E, Wiesinger K *Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München.. Angewandte Landschaftsökologie* 32:37-87
- Poschold P, WallisDeVries MF (2002) The historical and socio-economic perspective of calcareous grasslands. *Lessons from the distant and recent past. Biological Conservation* 104:361-376
- Quinger B, Bräu M, Kornprobst M (1994) Lebensraumtyp Kalkmagerrasen. *Landschaftspflegekonzept Bayern - Band II.1*. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerische Akademie für Landschaftspflege und Naturschutz, München
- Rennwald E (2000) Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 35
- Riemenschneider M (1956) Vergleichende Vegetationsstudien über Heidewiesen im Isarbereich. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 31:75-120
- Ringler A (2002) Magerrasen in einer neuorientierten Agrarlandschaft. *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz* 167:9-22
- Röder D, Kiehl K (2006) Population structure and population dynamic of *Pulsatilla patens* (L.) MILL. in relation to vegetation characteristics. *Flora* 201 (im Druck)
- Schauer T (1969) Die Flechtenvegetation der Kiesfläche auf der Garchinger Heide nordlich von München. *Herzogia* 1:181-186
- Scheffer F, Schachtschabel P (2002) *Lehrbuch der Bodenkunde*. 15. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Scheuerer M, Ahlmer W (2003) Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. *Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz* 165

- Schlichting E, Blume H-P, Stahr K (1995) *Bodenkundliches Praktikum: eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler*. 2. Auflage. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin
- Sendtner O (1854) *Vegetations-Verhältnisse Südbayerns nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie und mit Bezugnahme auf Landescultur*. Literarisch-artistische Anstalt, München
- Skinner RJ, Todd AD (1998) Twenty-five years of monitoring pH and nutrient status of soils in England and Wales. *Soil Use and Management* 14:162-169
- Unkovich M, Jamieson N, Monaghan R, Barraclough D (1998) Nitrogen mineralization and plant nitrogen acquisition in a nitrogen-limited calcareous grassland. *Environmental and Experimental Botany* 40:209-219
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) (1991) *Methodenbuch Band I.: Die Untersuchung von Böden*. A 5.1.1. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) (2002) *Methodenbuch Band I.: Die Untersuchung von Böden*. 3. Teillieferung A 6.2.1.1. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- Verhoeven KJF, Simonsen KL, McIntyre LM (2005) Implementing false discovery rate control: increasing your power. *Oikos* 108:643-647
- Vollmann F (1911) Das Schutzgebiet der Bayerischen Botanischen Gesellschaft auf der Garchinger Heide. *Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 2:312-318
- Wells TCE, Sheail J, Ball DF, Ward LK (1976) Ecological studies on the Porton Ranges: Relationships between vegetation, soils and land-use history. *Journal of Ecology* 64:589-626
- Will H, Eichinger N, Röder D, Kiehl K (2005) Vergleich der Vegetation unterschiedlich alter Bodenabtragsflächen im Naturschutzgebiet Garchinger Heide. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 75:169-180
- Willems JH, Peet RK, Bik L (1993) Changes in chalkgrassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *Journal of Vegetation Science* 4:203-212
- Willems JH (2001) Problems approaches and results in restoration of Dutch calcareous grasslands during the last 30 years. *Restoration Ecology* 9:147-154
- Windolf R (1989) Die geologische Geschichte des G`filds. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.) *Garchinger Heide, Echinger Lohe, Naturschutzgebiete in der Gemeinde Eching, Landkreis Freising*. Bruckmann Verlag und Druck GmbH, München, pp. 13-15
- Wittmann O (1983) *Standörtliche Landschaftsgliederung von Bayern*. Bayerisches Geologisches Landesamt, München

Anhang 1 – Deckung aller gefundenen Gefäßpflanzen (in %) sortiert nach Artengruppen, die nur auf dem Rollfeld, in der Altheide oder auf dem ehemaligen Acker vorkommen bzw. dort eine höhere Steigtigkeit (jeweils mind. 10%-Punkte mehr als in den anderen Gebieten) und eine höhere Deckung als auf den anderen Standorten haben.

Appendix 1 – Cover of all Phanerogams found (in %), arranged by groups of species which occurred only on the „Rollfeld“, the ancient grassland and the ex-arable field, or which occurred with a higher frequency (> 10 %) or a higher cover (> 10 %) than on the other sites.

Peak	99	100	101	102	103	104
EA11	EA12	EA13	EA14	EA15	EA16	
DR	DR	DR	DR	DR	DR	
4	4	4	4	4	4	
90	90	90	90	90	100	
100	90	80	70	70	70	
0	0	0	0	0	0	
34	33	30	32	28	24	

- - - - - K T

- - - - - C T
 - - - - - C T
 1 - - - - 1 3 - - - - - K M
 - - - - - C T
 - 0.1 - - - - - C T
 - - - - - K M
 - - - - - K M

- - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - C T
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - Sp
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K G

5 0.1 1 3 5 3 K M
 10 10 10 1 2 5 S M
 1 1 - - - - - K M
 - - - - - K T
 - - - - - 0.1 K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M

2	1	0.1	0.1	1	1	K G
1	-	2	1	0.1	-	K G
-	-	0.1	0.1	-	-	K G
1	0.1	-	1	-	-	K M

20	20	15	10	10	S
1	2	1	0.1	1	1
1	5	3	7	1	10
5	-	-	2	1	1
1	-	0.1	1	1	-
2	-	1	5	2	1
5	1	1	-	1	1
-	-	-	-	-	Sp
1	1	0.1	-	-	-
1	0.1	1	-	-	2
-	0.1	0.1	-	-	-

10 5 5 5 5 2 K M
 10 2 10 30 10 5 Sp M
 1 0.1 - 2 - - - K M
 1 1 1 1 1 1 K M
 1 1 0.1 5 5 2 K T
 1 1 - - 1 1 - - K M
 1 - - - - - K M
 - - - 0.1 - - - K M
 - - - 1 - - 0.1 - - K T
 1 2 - - - 0.1 - - C M
 1 0.1 2 2 1 2 K T
 - - - - - C M
 1 3 2 - - 10 3 K M
 - - 1 1 2 1 - - Sp M
 1 - - - - - K M
 - - - - - C M
 1 1 0.1 1 - - - K M
 - 0.1 1 - - - - K M
 1 2 - - - - - K M
 - - - - - K T
 - - - - - C M
 0.1 - - 0.1 - - - K M
 0.1 0.1 0.1 - 0.1 - K M
 3 - - - - 15 K M
 5 - - - - - Sp M
 - 0.1 0.1 0.1 - - - K M
 - - 0.1 1 - - - 1 K M
 - - - 1 1 - - - 1 S M
 - 1 - - - - 0.1 C M
 - - - - - C M
 - - - - - C M
 - - - - - K Sp
 1 - - - - - K M
 - 0.1 - - - 1 - - K T
 1 - - - - - K M
 - 3 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - - - - K M
 - - 1 - - - - S M
 - - - - - K M
 - - - - - K M

Anhang 2 – Abkürzungen der Arten der DCA (s. Abb. 9)**Appendix 2** – Abbreviations of species names in the DCA (see Fig. 9)

achmil: <i>Achillea millefolium</i>	glopun: <i>Globularia punctata</i>
adover: <i>Adonis vernalis</i>	gymcon: <i>Gymnadenia conopsea</i>
allcar: <i>Allium carinatum</i>	helnum: <i>Helianthemum nummularium</i> ssp. <i>obscurum</i>
antram: <i>Anthericum ramosum</i>	hiepia: <i>Hieracium pilosella</i>
antvul: <i>Anthyllis vulneraria</i>	hipcom: <i>Hippocrepis comosa</i>
arrela: <i>Arrhenatherum elatius</i>	inuhir: <i>Inula hirta</i>
aspcyn: <i>Asperula cynanchica</i>	koepyr: <i>Koeleria pyramidata</i>
asptin: <i>Asperula tinctoria</i>	leohis: <i>Leontodon hispidus</i>
avepra: <i>Helictotrichon pratensis</i>	leoinc: <i>Leontodon incanus</i>
betoff: <i>Betonica officinalis</i>	lincat: <i>Linum catharticum</i>
bislae: <i>Biscutella laevigata</i>	linper: <i>Linum perenne</i>
brapin: <i>Brachypodium rupestre</i>	lotcoc: <i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>corniculatus</i>
brimed: <i>Briza media</i>	lotcoh: <i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>hirsutus</i>
broere: <i>Bromus erectus</i>	peuore: <i>Peucedanum oreoselinum</i>
bupsal: <i>Bupthalmum salicifolium</i>	pimsax: <i>Pimpinella saxifraga</i>
camglo: <i>Campanula glomerata</i>	plalan: <i>Plantago lanceolata</i>
camrot: <i>Campanula rotundifolia</i>	plamed: <i>Plantago media</i>
caraca: <i>Carlina acaulis</i>	polama: <i>Polygala amarella</i>
carcar: <i>Carex caryophyllea</i>	polcha: <i>Polygala chamaebuxus</i>
cardef: <i>Carduus defloratus</i>	polodo: <i>Polygonatum odoratum</i>
careri: <i>Carex ericetorum</i>	polvul: <i>Polygala vulgaris</i>
carhum: <i>Carex humilis</i>	potalb: <i>Potentilla alba</i>
carmon: <i>Carex montana</i>	potare: <i>Potentilla incana</i>
cenjac: <i>Centaurea jacea</i> ssp. <i>angustifolia</i>	prugra: <i>Prunella grandiflora</i>
censca: <i>Centaurea scabiosa</i>	pulpat: <i>Pulsatilla patens</i>
charat: <i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	pulvul: <i>Pulsatilla vulgaris</i>
corvag: <i>Coronilla vaginalis</i>	rhasax: <i>Rhamnus saxatilis</i>
dansp: <i>Danthonia decumbens</i>	rhigla: <i>Rhinanthus glacialis</i>
dapcne: <i>Daphne cneorum</i>	salpra: <i>Salvia pratensis</i>
dorger: <i>Dorycnium germanicum</i>	salele: <i>Salix eleagnos</i>
eriher: <i>Erica herbacea</i>	sanmin: <i>Sanguisorba minor</i>
eupcyp: <i>Euphorbia cyparissias</i>	scacan: <i>Scabiosa canescens</i>
eupver: <i>Euphorbia verrucosa</i>	scacol: <i>Scabiosa columbaria</i>
fesrub: <i>Festuca rubra</i>	senjac: <i>Senecio jacobaea</i>
fesrup: <i>Festuca rupicola</i>	silnut: <i>Silene nutans</i>
filvul: <i>Filipendula vulgaris</i>	taroff: <i>Taraxacum officinale</i> agg.
galbor: <i>Galium boreale</i>	teumon: <i>Teucrium montanum</i>
galmol: <i>Galium mollugo</i>	thelin: <i>Thesium linophyllum</i>
genclu: <i>Gentiana clusii</i>	thypra: <i>Thymus praecox</i>
gentin: <i>Genista tinctoria</i>	trimon: <i>Trifolium montanum</i>
genver: <i>Gentiana verna</i>	verspi: <i>Veronica spicata</i>
glocor: <i>Globularia cordifolia</i>	viohir: <i>Viola hirta</i>