

Zur Keimungsbiologie acht ausgewählter kurzlebiger Ruderal- und Segetalarten*

Monika PARTZSCH

3 Abbildungen und 6 Tabellen

Abstract

PARTZSCH, M.: Germination biology of eight short-living ruderal and segetal species – Hercynia N. F. 43 (2010): 149–166.

Knowledge on the germination behaviour of plant species allows to draw conclusions to be drawn on their associated regeneration capacity. Open field observations indicate that short-living species often produce high numbers of seedlings. For this study we collected samples from eight species (*Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre*, *Medicago lupulina*, *Microrrhinum minus*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* and *Trifolium arvense*) which commonly occur throughout a climatic dry region in central Germany in the vicinity of Halle/S. to investigate their germination behaviour under different temperature and light conditions.

A proportion of the mature seeds collected was used for an initial germination experiment while the rest were buried in soil to ensure hibernation until the following experiment phase under similar conditions the following spring. The germination experiments were carried out under cold (8/4 °C), regular (20/10 °C) and hot (32/20 °C) temperature conditions and under an alternating light-dark regime (12h : 12h). Thirty or forty batches of seeds (n = 4) were placed on filter paper in Petri dishes and kept permanently moist with de-ionized water. All germinated seeds (radicula being visible) were counted every two to three days. The experiments lasted 45 days and, after each experiment, the remaining seeds were tested for viability.

In general, the germination percentage and velocity of the investigated species was highest under warm temperature conditions, which corresponds with the optimum development period in any year. However, with the exception of *Berteroa incana*, germination in the year of harvest was surprisingly low. The seeds of *Berteroa incana* were not dormant and germinated equally well after harvest and after hibernation. *Berteroa incana* belongs to the transient seed bank type. The dormancy of *Camelina microcarpa*, *Lepidium ruderales* and *Microrrhinum minus* was broken after hibernation, whereas *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* and *Trifolium arvense* remained dormant. The first three species germinated between 50 and 94 % at 32/20 °C in the second year and built up a short-term persistent seed bank. Germination of the four latter species was very low (approx. 40 % or lower), and after hibernation, their dormancy was not significantly broken, rendering their seed bank of the long-term persistence.

Key words: Germination, dormancy, natural stratification, seed bank type, viability

1 Einleitung

Die Keimung der Diasporen ist einer der wesentlichen Prozesse, der den potentiellen Reproduktionserfolg von Pflanzen widerspiegelt. Er wird durch eine Vielzahl von Umweltfaktoren sowohl positiv als auch negativ beeinflusst (FENNER & THOMPSON 2005). Zu den wichtigsten Faktoren gehören Temperatur, Licht und Wasser, deren Wirkungen bereits in vielfältiger Weise untersucht worden sind (BASKIN & BASKIN 2001). So stellten MILBERG et al. (2000) fest, dass die Keimung von kleinen Diasporen stärker lichtabhängig sei als von größeren.

*) Diese Arbeit widme ich Herrn Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn mit den besten Wünschen zum 80. Geburtstag.

Eine wesentliche Eigenschaft der Samen ist die Dormanz, die verhindert, dass die Keimung unter ungünstigen Witterungsbedingungen erfolgt und damit das Überleben der Keimlinge gefährdet ist (FENNER & THOMPSON 2005). PONS (1991) konnte bei verschiedenen Graslandarten einen saisonalen Wechsel der Dormanz nachweisen, der sich durch höchste Keimraten im Frühjahr und niedrigste im Herbst auszeichnete. Nach theoretischen (REES 1994) und empirischen (THOMPSON et al. 1998) Studien wurde eine negative Korrelation zwischen der Lebensdauer der Pflanzenarten und dem Aufbau einer Diasporenbank angenommen, wobei man davon ausgeht, dass annuelle Pflanzenarten mehr Samen im Boden akkumulieren als ausdauernde und somit eine persistente Diasporenbank aufbauen. Dabei besitzen annuelle Arten signifikant leichtere Samen als langlebige Kräuter (SILVERTOWN 1981). Nach THOMPSON et al. (2003) besteht keine enge Korrelation zwischen der Samendormanz und deren Persistenz im Boden. HONDA (2008) konnte mit einer statistischen Auswertung von insgesamt 18 Pflanzenmerkmalen aus existierenden Datenbanken ermitteln, dass nur Lebensgeschichte und Samengröße einen engen Bezug zu Aufbau und Ausdauer einer Diasporenbank haben. Die Bedeutung der Dormanz ist eher gering und unterscheidet sich leicht bezüglich der verschiedenen Dormanztypen. Der Größe der Diasporen wird bei der Ausbildung einer Diasporenbank ebenfalls Bedeutung beigemessen, wonach kleinere Samen den Boden besser durchsetzen als größere (THOMPSON et al. 2001, BEKKER et al. 1998). Gegensätzliche Ergebnisse wurden dazu jedoch aus Australien berichtet (LEISHMAN & WESTOBY 1998). Nach MOLES et al. (2000) and FENNER & THOMPSON (2005) besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe der Diasporen und dem Diasporenbanktyp, wobei kleine Diasporen vorwiegend eine langlebige Diasporenbank und große eine kurzlebige aufbauen.

Bei Beobachtungen im Freiland fällt häufig auf, dass viele Arten zwar reichlich blühen und fruchten, die Anzahl der aufgefundenen Keimlinge aber sehr unterschiedlich sein kann. So ist das Auftreten von Keimlingen und Jungpflanzen von verschiedenen Trocken- bzw. Halbtrockenrasenarten eher selten zu beobachten, obwohl sie mit hohen Prozentwerten und hoher Geschwindigkeit bereits im ersten Jahr nach der Ernte keimen (vgl. PARTZSCH 2008, 2009b). Im Gegensatz dazu fällt meist das massenhafte Vorkommen dieser frühen Entwicklungsstadien bei kurzlebigen Arten auf, die vorwiegend Ruderalflächen oder lückige Xerothermrasen besiedeln (vgl. BRANDES & SCHREI 1997). Je nach dem Zeitpunkt des Auflaufens der Keimlinge können sie in ihrer Lebensform variieren und sowohl als Therophyten als auch als Hemikryptophyten auftreten (KRUMBIEGEL 1998). Die kurzlebigen Arten können in ihrer Lebensdauer sowohl sommerannuell als auch winterannuell sein. Sehr häufig tritt auch eine Kombination von beidem auf. Das Erscheinen einer Reihe dieser Arten ist nur sehr kurzzeitig und die Individuen sterben nach der Samenreife bereits im Frühsommer wieder ab. Solche, als Frühjahrsephemere bezeichnete Arten, wurden bereits hinsichtlich ihrer Keimungsbiologie von PARTZSCH (2009a) untersucht. Andere Arten zeichnen sich dadurch aus, dass sie hinsichtlich ihrer Blüh- und Entwicklungszeit deutlich später im Jahresverlauf auftreten und ihr Vorkommen im Freiland nicht durch ein so kurzes Zeitfenster wie bei den Frühjahrsephemeren gekennzeichnet ist. Für die hier dargestellten Untersuchungen wurden deshalb kurzlebige Arten ausgewählt, die im Vergleich zu den Frühjahrsephemeren über die gesamte Vegetationsperiode zu beobachten sind. Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob das häufige Auftreten von Keimpflanzen und juvenilen Individuen dieser Arten durch eine hohe Keimbereitschaft begründet ist. Die Hypothese war, dass die ausgewählten Arten ähnliches Keimverhalten wie die Frühjahrsephemeren aufweisen. Im ersten Keimversuch nach der Ernte sollte der Frage nachgegangen werden, welches die optimalen Keimtemperaturen unter Lichtwechselbedingungen sowie der Zeitpunkt des Keimbegins, die Keimrate und die Keimgeschwindigkeit sind. Nachdem ein Teil der Diasporen im Boden überwintert und damit einer natürlichen Stratifikation ausgesetzt worden war, sollten Fragen zur Überlebensfähigkeit, zum Dormanztyp und zum Diasporenbanktyp der Arten beantwortet werden.

2 Charakterisierung der Arten

Bei den acht ausgewählten Arten handelt es sich um meist häufige, kurzlebige Arten, die in der Region um und in Halle auf trockenen Ruderalstellen vorkommen und auch in ruderal beeinflussten Xerothermrasen

siedeln. Die biologischen Eigenschaften der Arten (vgl. JÄGER & WERNER 2005) werden im Folgenden kurz beschrieben. Die Merkmale der Diasporen sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Berteroa incana DC. (Graukresse; Brassicaceae) ist eine einjährig-überwinternde bis zweijährige, immergrüne Halbrosettenpflanze, mit einer Wuchshöhe zwischen 20 und 60 cm. Sie tritt vorwiegend auf trockenen Ruderalstellen, an Wegrändern, auf Schutt und Umschlagplätzen auf. Die Art blüht zwischen Juni und Oktober und bildet rotbraune Samen in kleinen Schötchen.

Camelina microcarpa ANDRZ. ex DC. (Kleinfrüchtiger Leindotter; Brassicaceae) ist eine 30 bis 70 cm große Halbrosettenpflanze, die vorwiegend einjährig-überwinternd, aber auch sommerannuell sein kann. Die Blütezeit erstreckt sich von Mai bis Juli. Sie besiedelt trockene bis mäßig trockene Ruderalstellen, ruderal beeinflusste Xerothermrassen und nährstoffreiche Äcker. Die elliptischen, gelbbraunen, glänzenden, kurzlebigen Samen werden in Schötchen gebildet.

Lepidium campestre (L.) R. BR. (Feld-Kresse; Brassicaceae) ist eine einjährig-überwinternde bis zweijährige Halbrosettenpflanze. Die Wuchshöhe beträgt 20 bis 60 cm. Sie blüht zwischen Mai und Juni und siedelt auf trockenen bis mäßig trockenen Ruderalstellen, in ruderal beeinflussten Xerothermrassen, an Waldrändern sowie auf Hackfruchtäckern. Die relativ großen rotbraunen Samen werden in Schötchen gebildet und bei Regen ausgeschleudert.

Medicago lupulina L. (Hopfen-Luzerne, Hopfenklee; Fabaceae) ist eine einjährig-überwinternde Halbrosettenpflanze und kann auch als ausdauernder Hemikryptophyt überwintern. Die Wuchshöhe beträgt zwischen 15 und 60 cm; die Blütezeit liegt zwischen Mai und Oktober. In den nierenförmigen Hülsen werden langlebige Samen gebildet. Sie besiedelt Halbtrockenrasen, trockene Wiesen, Wegränder und nährstoffreiche Äcker.

Microrrhinum minus (L.) FOURR. (Klaffmund, Kleiner Orant; Scrophulariaceae) ist eine sommerannuelle, rosettenlose Pflanze mit einer Wuchshöhe von 5 bis 25 cm. Sie blüht in der Zeit von Juni bis Oktober und bildet viele kleine, langlebige Samen in Kapseln. Sie besiedelt meist offene Standorte auf mäßig frischen Ruderalstellen, Schotterfluren sowie lehmige, oft skelettreiche Äcker.

Odontites vulgaris MOENCH (Roter Zahntrost; Scrophulariaceae) ist ein sommerannueller rosettenloser Wurzel-Hemiparasit. Die Wuchshöhe beträgt zwischen 15 bis 50 cm. Die Blütezeit liegt zwischen Juli und Oktober. Die kleinen weißlich-grauen Samen werden in Kapseln gebildet und gelten als Kältekeimer. Die Art siedelt auf (wechsel-)frischen bis feuchten Weiden, in Trittrasen, Brachäckern und auf Ruderalstellen.

Thlaspi arvense L. (Acker-Hellerkraut; Brassicaceae) ist eine sommerannuelle und einjährig-überwinternde Halbrosettenpflanze. Die Wuchshöhe beträgt zwischen 10 und 50 cm. Die Art blüht zwischen April und September. Sie besiedelt bevorzugt nährstoffreiche, lehmige Äcker und frische Ruderalstellen (Schutt). Die Samen sind eiförmig und schwarz glänzend und werden in rundlichen Schötchen gebildet. Sie gelten als Lichtkeimer und sollen langlebig sein.

Trifolium arvense L. (Hasen-Klee; Fabaceae) ist eine vorwiegend einjährig-überwinternde aber auch sommerannuelle rosettenlose Pflanze bzw. eine Halbrosettenpflanze, die zwischen 8 und 30 cm hoch wird und zwischen Juni und September blüht. Sie besiedelt Sandtrockenrasen und Felsfluren, sandige trockene Äcker und Brachen sowie Ruderalstellen. Die eiförmigen Samen sind hellgrün bis gelblich und matt.

3 Material und Methoden

3.1 Sammlung und Versuchsansätze

Die Diasporen der acht Zielarten wurden im reifen Zustand an der Mutterpflanze geerntet, wobei jeweils eine Mischprobe aus einer Population gewonnen wurde. Je nach Art und Samenreife variierten die Sammeltermine zwischen Mai und Oktober der jeweiligen Erntejahre (Tab. 2). Die Orte der Aufsammlungen waren auf Halle und den Saalekreis begrenzt. Die Diasporenproben wurden geteilt, wobei ein Teil für den ersten Keimversuch genutzt wurde, der ca. ein bis sechs Wochen nach der Ernte stattfand.

Tab. 1 Diasporenmerkmale der acht Zielarten. Daten zu Gewicht und Größe aus ¹⁾ BRANDES & SCHREI (1997), ²⁾ Biolflor (OTTO 2002) und ³⁾ PARTZSCH et al. (2006).

Tab. 1 Traits of diaspores of the eight target species. Data of weight and size from ¹⁾ BRANDES & SCHREI (1997), ²⁾ Biolflor (OTTO 2002) and ³⁾ PARTZSCH et al. (2006).

| Zielart | Diasporentyp | Gewicht [mg] | Länge [mm] | Breite [mm] |
|--|--------------|--------------|------------|-------------|
| <i>Berteroa incana</i> ¹⁾ | Same | 0,53 | 1,6 | 1,4 |
| <i>Camelina microcarpa</i> ²⁾ | Same | 0,3 | 1,2 | 0,7 |
| <i>Lepidium campestre</i> ³⁾ | Same | 1,90 | 2,66 | 1,50 |
| <i>Medicago lupulina</i> ²⁾ | Same | 1,6 | 1,7 | 1,2 |
| <i>Microrrhinum minus</i> ²⁾ | Same | 0,1 | 0,6 | 0,5 |
| <i>Odontites vulgaris</i> ²⁾ | Same | 0,2 | 1,6 | 0,7 |
| <i>Thlaspi arvense</i> ³⁾ | Same | 1,09 | 2,20 | 1,50 |
| <i>Trifolium arvense</i> ³⁾ | Same | 0,39 | 1,13 | 0,88 |

Bis dahin wurden die Diasporen zur Nachreife bei Zimmertemperatur trocken gelagert. Im Herbst wurde der restliche Teil der Diasporen in luftdurchlässige Säckchen verpackt, im Boden vergraben (ca. 5 cm tief) und den Witterungsbedingungen im Freiland zwischen Anfang November und Ende März ausgesetzt (natürliche Kältestratifikation).

Nach Klimaaufzeichnungen der Klimastation Halle-Seeben (schrift. Mitt. Dr. Döring; DÖRING & BORG 2008) schwankten die Bodentemperaturen in 5 cm Tiefe zwischen 1. November und 15. März 2004/2005 zwischen minimal (nachts) von -1,5 bis 10,3 °C und maximal (tags) von -0,5 bis 13,3 °C, im Winter 2006/2007 zwischen minimal (nachts) von -6,2 bis 7,9 °C und maximal (tags) von -1,6 bis 19,1 °C, im Winter von 2007/2008 zwischen minimal (nachts) von -4,5 bis 8,6 °C und maximal (tags) von -1,7 bis 15,9 °C und im Winter 2008/2009 zwischen minimal (nachts) von -6,5 bis 9,0 °C und maximal (tags) von -2,0 bis 13,4 °C.

Mitte März wurden diese Diasporen ausgegraben, gegebenenfalls bei Zimmertemperaturen zwischengelagert und einem Keimversuch unterzogen.

3.2 Untersuchungen zum Keimtemperaturoptimum

Die Untersuchungen zur Keimungsbiologie der Arten erfolgten in speziellen Keimschränken (Firma Rumat, Memmert). Dabei wurde jeweils ein Lichtregime von 12 Stunden Helligkeit und 12 Stunden Dunkelheit beibehalten; die Temperaturen in den verschiedenen Phasen variierten jedoch. Folgende Varianten wurden getestet: a. 8 °C bei Licht und 4 °C im Dunkeln, b. 20 °C bei Licht und 10 °C in der Dunkelphase sowie c. 32 °C bei Licht und 20 °C in der Dunkelphase. Je Pflanzenart wurden vier Parallelproben zu jeweils 30 oder 40 Diasporen (je nach verfügbarem Material) in eine Petrischale auf gut durchfeuchtetem Filterpapier (Befeuchtung mit Aqua dest.; pH 7,05) ausgelegt. Auf dem Grund der Petrischalen wurde ein Abstandshalter positioniert, um die Diasporen vor Sauerstoffmangel und Fäulnis zu schützen und den Rundfilter gleichmäßig feucht zu halten.

Der Verlauf der Keimung (deutlich hervortretende Radikula) wurde im zwei- bis dreitägigen Abstand kontrolliert und die gekeimten Diasporen aus der Petrischale entfernt. Die Versuche wurden über einen Zeitraum von 45 Tagen durchgeführt.

Tab. 2 Ort und Datum der Aufsammlung der Diasporen, Datum des ersten Keimversuches nach Ernte und des zweiten Keimversuches nach Überwinterung.

Tab. 2 Location and date of seed collection, date of first germination experiment after harvest and second experiment after hibernation.

| Zielart | Sammelort | Sammeldatum | Ansatz nach Ernte | Ansatz nach Überwinterung |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
| <i>Berteroa incana</i> | Landsberg | 24.09.2007 | 15.10.2007 | 17.03.2008 |
| <i>Camelina microcarpa</i> | Gimritz/Lerchenhügel | 17.07.2006 | 31.08.2006 | 18.03.2007 |
| <i>Lepidium campestre</i> | Gimritz/Lerchenhügel | 14.07.2004 | 30.07.2004 | 09.05.2005 |
| <i>Medicago lupulina</i> | Halle/Brandberge | 11.09.2008 | 13.10.2008 | 01.04.2009 |
| <i>Microrrhinum minus</i> | Peißen | 01.09.2006 | 17.10.2006 | 18.03.2007 |
| <i>Odontites vulgaris</i> | Halle/Brandberge | 11.09.2008 | 13.10.2008 | 01.04.2009 |
| <i>Thlaspi arvense</i> | Gimritz/Lerchenhügel | 19.06.2008 | 13.10.2008 | 01.04.2009 |
| <i>Trifolium arvense</i> | Halle/Brandberge | 12.08.2007 | 16.10.2007 | 17.03.2008 |

3.3 Test auf Lebensfähigkeit

Sowohl vor Beginn als auch nach Beendigung der Keimversuche wurden die Diasporen auf Lebensfähigkeit mit dem Tetrazoliumtest (TTC-Test) geprüft (HENDRY & GRIME 1993). Die Diasporen wurden dazu angeschnitten, so dass der Embryo sichtbar war und die 1%ige TTC-Lösung (2,3,5 Triphenyl-Tetrazolium-Chlorid) in das Sameninnere eindringen konnte. Die Inkubation erfolgt über 24 Stunden bei Zimmertemperatur und in Dunkelheit. Dringt die farblose Lösung in die lebenden Zellen ein, so wird sie durch eine NADH+H⁺ (Nicotinamidadenindinukleotid) abhängige Dehydrogenase reduziert. Die H⁺-Ionen werden dabei von den Zellen der Diaspore geliefert. Es entsteht das wasserunlösliche Formazan, welches zur Rotfärbung der Embryos beiträgt, die noch lebensfähig sind. Bei sehr kleinen Samen ist die Färbung jedoch zum Teil sehr schwer zu erkennen, und so wurden noch andere Merkmale, wie Konsistenz und Verfärbung des Embryos und des Endosperms herangezogen (COCHRANE et al. 1999, ISTA 2003).

3.4 Berechnungsverfahren

Die Berechnungen der Keimergebnisse bezogen sich immer auf die Anzahl der in den Petrischalen ausgelegten Diasporen. Um das Keimverhalten der Arten bei den unterschiedlichen Versuchsansätzen zu vergleichen, wurde der Timson-Index, ein Wert zur Berechnung der Keimgeschwindigkeit, herangezogen (TIMSON 1965). Hierbei wurde die Anzahl der täglich gekeimten Diasporen summiert (BASKIN & BASKIN 2001). Da dieser Wert von der Versuchsdauer abhängig ist und gegebenenfalls ins Unermessliche steigen kann, folgte ich dem Vorschlag von KHAN & UNGAR (1996, 1997), einen modifizierten Timson-Index zu verwenden, bei dem die täglichen prozentualen Keimwerte addiert und durch die Anzahl der Versuchstage dividiert werden (PÉREZ-FERNÁNDEZ et al. 2006). Der modifizierte Timson-Index berücksichtigt neben der prozentualen Endkeimung auch die Keimgeschwindigkeit einer Art und kann maximal den Wert 100 erreichen.

Für die statistische Auswertung wurden die Prozentwerte und der Timson-Index arcsinus-wurzel-transformiert und mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Die Homogenität der Varianzen wurde mittels Bartlett-Test geprüft, um damit die Voraussetzung für eine ANOVA zu testen. Zum Vergleich der Mittelwerte in Abhängigkeit von den verschiedenen Temperaturregimen wurde eine einfaktorielle ANOVA und der Post hoc Tukey-Test mit dem Programm WINstat (2003) auf dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ durchgeführt. Um die Interaktionen zwischen den unterschiedlichen Zeiten der

beiden Versuchsansätze (nach Ernte und nach Überwinterung) und den Temperaturregimen auf Signifikanz zu prüfen, wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit dem Programm SPSS 2008 durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Keimung nach Ernte

Berteroa incana war die einzige Art, die nach der Ernte am besten mit 77 % bzw. 91 % unter warmen bzw. heißen Bedingungen keimte, damit bereits am 2. Tag begann und somit hohe Keimgeschwindigkeiten aufwies (Abb. 1; Tab. 3). Bei allen anderen Arten war der Keimerfolg deutlich niedriger. So keimten die Samen von *Camelina microcarpa* zu etwa 50 % unter 20/10 °C, jedoch nur zu 16 % unter 8/4 °C und zu 1 % unter 32/20 °C. Unter den warmen und heißen Bedingungen war der Keimstart am 5. und unter kalten Bedingungen am 9. Tag. *Lepidium campestre* keimte signifikant am schnellsten und besten (mit 22 %) unter 8/4 °C (Keimstart: 6. Tag), unter höheren Temperaturen begann die Keimung jeweils erst am 8. Tag, wobei sie bei 20/10 °C eine geringere prozentuale Endkeimung als bei 32/20 °C aufwies. Bei *Medicago lupulina* lag der Anteil der gekeimten Samen zwischen 11 und 26 % und wies keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der drei Temperatur-Licht-Regime auf. Die Keimung setzte unter den warmen und heißen Bedingungen jedoch schon am 3. Tag und unter kalten am 8. Tag ein. *Microrrhinum minus* keimte am besten unter heißen Bedingungen, aber weniger als 7 % und begann am 6. Tag mit der Keimung. Unter den anderen Bedingungen fiel die Keimung noch niedriger aus und setzte erst am 15. bzw. 22. Tag ein (Abb. 2, Tab. 3). Demgegenüber keimte *Odontites vulgaris* nach der Ernte überhaupt nicht. Ebenso keimte *Thlaspi arvense* unter 8/4 °C und 20/10 °C nicht, unter 32/20 °C aber zu 37 % (Keimstart: 6. Tag). Die Keimung vom *Trifolium arvense* wies Ähnlichkeiten zu der von *Microrrhinum minus* auf; auch hier war die prozentuale Endkeimung niedrig (unter 10 %) und es lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Temperaturstufen vor.

4.2 Keimung nach Überwinterung

Nach Überwinterung der Diasporen im Boden zeigte *Berteroa incana* ein sehr ähnliches Keimverhalten wie nach der Ernte (Abb. 1 und 2, Tab. 4), wobei die Keimung unter 32/20 °C erneut am 2., unter 20/10 °C am 4. und unter 8/4 °C am 11. Tag begann. Ebenso keimte *Camelina microcarpa* unter 8/4 °C und 20/10 °C ähnlich wie nach der Ernte (Keimstart auch am 5. Tag), aber bei 32/20 °C begann die Keimung bereits am 2. Tag und war am 7. Tag nahezu vollständig abgeschlossen. *Lepidium campestre* und *Microrrhinum minus* reagierten ähnlich wie *Camelina microcarpa*, denn auch bei diesen beiden Arten verlief die Keimung unter 8/4 °C und 20/10 °C ähnlich wie im Erntejahr, während bei 32/20 °C eine starke Zunahme der gekeimten Diasporen nach Überwinterung festgestellt wurde. Der Keimstart war generell nach Überwinterung einige Tage früher. Bei *Medicago lupulina* war die Keimung nach Überwinterung sehr gering (maximal 2,3 %) und lag unter der des Erntejahres. Sie startete bei 8/4 °C einen Tag früher und bei 20/10 °C zwei Tage später als im ersten Keimversuch. Nach Überwinterung keimte *Odontites vulgaris* zwar, jedoch setzte die Keimung unter 20/10 °C und 32/20 °C am 7. und unter 8/4 °C erst am 19. Tag ein und lag unter 7 %. Bei den übrigen beiden Arten *Thlaspi arvense* und *Trifolium arvense* waren die Keimverläufe nach Überwinterung sehr ähnlich denen des Erntejahres. Für die Arten *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris* und *Trifolium arvense* gab es weder signifikante Unterschiede in der Endkeimung noch im Timson-Index zwischen den drei Temperaturstufen.

4.3 Vergleich der Keimung nach Ernte und nach Überwinterung

Die Interaktionsplots (Abb. 3) sowie die Tabelle 5 informieren, ob signifikante Interaktionen zwischen den drei verschiedenen Temperatur- und Licht-Regimen und den zwei verschiedenen Zeitpunkten der Keimversuche (im Erntejahr und nach Überwinterung) vorlagen. Bei *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre*, *Microrrhinum minus* und *Thlaspi arvense* ergaben sich signifikante Interaktionen sowohl in

Tab. 3 Prozentuale Endkeimung und Timson-Index der acht Zielarten unter drei Temperatur- und Licht-Dunkelregimen nach der Ernte (Versuchsdauer: 45 Tagen). Die arcsinus-wurzel-transformierten Daten wurden mit der Varianzanalyse (ANOVA) auf signifikante Unterschiede getestet. Die Prüfgröße F und der P-Wert werden angegeben. Die Buchstaben geben signifikante Untermengen an (n = 4).

Table 3 Percentage of final germination and Timson's index of the eight target species under three temperature- and light-dark-regimes after harvest (duration of experiment: 45 days). The arcsinus square root transformed data were calculated by factorial ANOVA. Test statistic F-values and P-values are shown. The small letters show significant groups (n = 4).

| Nach Ernte | 8/4 °C | 20/10 °C | 32/20 °C | ANOVA | |
|----------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | | | F-Wert | P-Wert |
| <i>Berteroa incana</i> | | | | | |
| Endkeimung | 1,88 a | 76,88 b | 90,63 c | 91,736 | <0,0001 |
| Timson-Index | 0,73 a | 68,89 b | 84,68 c | 208,128 | <0,0001 |
| <i>Camelina microcarpa</i> | | | | | |
| Endkeimung | 16,00 a | 46,00 b | 1,00 c | 62,884 | <0,0001 |
| Timson-Index | 12,44 a | 41,91 b | 0,91 c | 63,941 | <0,0001 |
| <i>Lepidium campestre</i> | | | | | |
| Endkeimung | 22,00 a | 5,00 b | 14,00 ab | 4,870 | <0,05 |
| Timson-Index | 18,07 a | 3,78 b | 9,31 ab | 4,812 | <0,05 |
| <i>Medicago lupulina</i> | | | | | |
| Endkeimung | 11,25 | 26,25 | 13,75 | 2,759 | n.s. |
| Timson-Index | 6,25 | 21,39 | 11,39 | 3,299 | n.s. |
| <i>Microrrhinum minus</i> | | | | | |
| Endkeimung | 1,88 a | 3,13 ab | 6,88 b | 5,098 | <0,05 |
| Timson-Index | 0,90 a | 1,79 ab | 4,21 b | 4,955 | <0,05 |
| <i>Odontites vulgaris</i> | | | | | |
| Endkeimung | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | - |
| Timson-Index | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | - |
| <i>Thlaspi arvense</i> | | | | | |
| Endkeimung | 0,00 a | 0,00 a | 36,88 b | 873,175 | <0,0001 |
| Timson-Index | 0,00 a | 0,00 a | 32,69 b | 660,920 | <0,0001 |
| <i>Trifolium arvense</i> | | | | | |
| Endkeimung | 3,13 a | 2,50 a | 7,50 a | 2,347 | n.s. |
| Timson-Index | 1,15 a | 1,51 a | 3,58 a | 2,450 | n.s. |

Bezug auf die prozentuale Endkeimung als auch auf den Timson-Index. Bei *Berteroa incana* und *Medicago lupulina* wirkte sich die Überwinterung nicht signifikant auf die prozentuale Endkeimung aus, wohingegen die Keimgeschwindigkeit signifikante Interaktionen zeigte, d. h. dass nach Überwinterung letztere erhöht war. *Odontites vulgaris* und *Trifolium arvense* zeigten weder bei der Endkeimung noch bei dem Timson-Index signifikante Interaktionen hinsichtlich der beiden Umweltvariablen.

4.4 Lebensfähigkeit der Diasporen

Die Lebensfähigkeit der Diasporen aller acht Zielarten war nach der Ernte sehr hoch und lag zwischen 98 und 100 % (Tab. 6). Nach Abschluss des ersten Keimexperiments waren sehr viele der in den Petrischalen

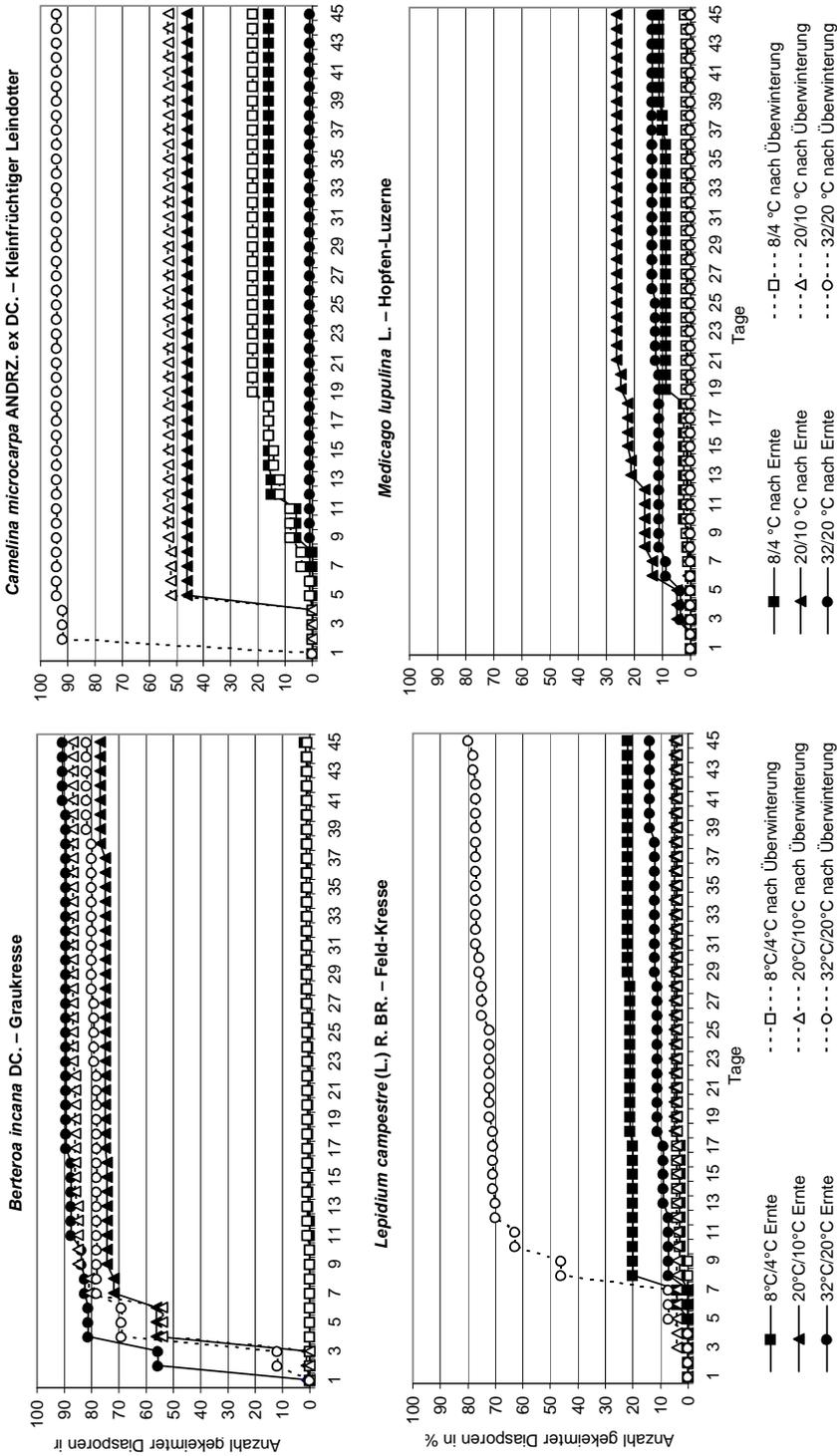


Abb. 1 Kumulativer Keimverlauf von *Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre* und *Medicago lupulina* unter drei verschiedenen Temperatur- und Licht-Dunkelregimen nach Ernte und nach Überwinterung (Versuchsdauer: 45 Tage).

Fig. 1 Cumulative germination of *Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre* and *Medicago lupulina* under three temperature- and light-dark-regimes after harvest and after hibernation (duration of experiment: 45 days).

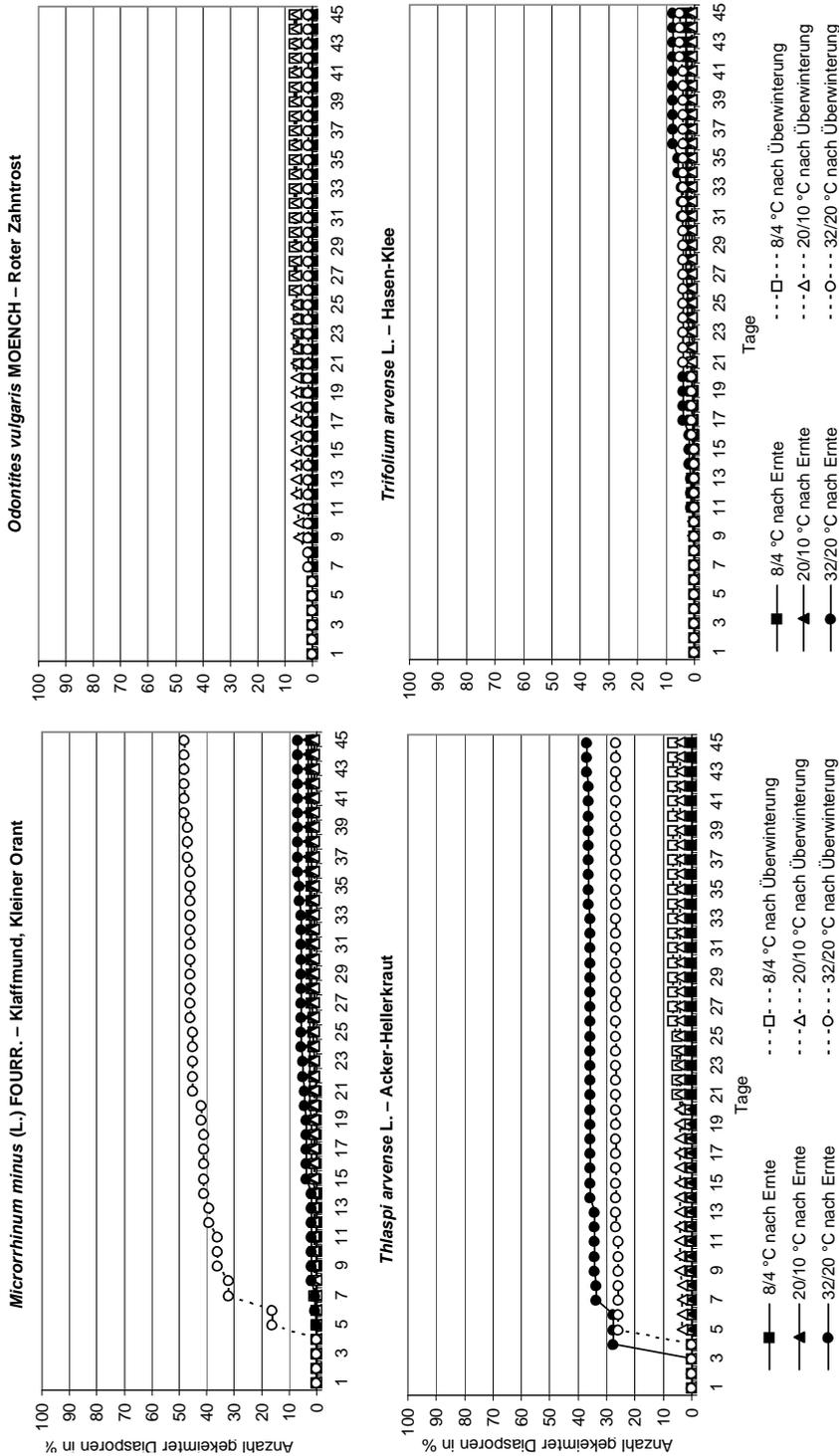


Abb. 2 Kumulativer Keimverlauf von *Microrrhinum minus*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* und *Trifolium arvense* unter drei verschiedenen Temperatur- und Licht-Dunkelregimen nach Ernte und nach Überwinterung (Versuchsdauer: 45 Tage).

Fig. 2 Cumulative germination of *Microrrhinum minus*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* and *Trifolium arvense* under three temperature- and light-dark-regimes after harvest and after hibernation (duration of experiment: 45 days).

Tab. 4 Prozentuale Endkeimung und Timson-Index der acht Zielarten unter drei Temperatur- und Licht- Dunkelregimen nach der Überwinterung (Versuchsdauer: 45 Tagen). Die arcsinus-wurzel-transformierten Daten wurden mit der Varianzanalyse (ANOVA) auf signifikante Unterschiede getestet. Die Prüfgröße F und der P-Wert werden angegeben. Die Buchstaben geben signifikante Untermengen an (n = 4).

Table 4 Percentage of final germination and Timson's index of the eight target species under three temperature- and light-dark regimes after hibernation (duration of experiment: 45 days). The arcsinus square root transformed data were calculated by factorial ANOVA. Test statistic F-values and P-values are shown. The small letters show significant groups (n = 4).

| Nach Überwinterung | 8/4 °C | 20/10 °C | 32/20 °C | ANOVA | |
|----------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|
| | | | | F-Wert | P-Wert |
| <i>Berteroa incana</i> | | | | | |
| Endkeimung | 0,63 a | 87,00 b | 82,00 b | 112,048 | <0,0001 |
| Timson-Index | 0,49 a | 78,31 b | 73,96 b | 161,191 | <0,0001 |
| <i>Camelina microcarpa</i> | | | | | |
| Endkeimung | 22,00 a | 53,00 b | 94,00 c | 103,845 | <0,0001 |
| Timson-Index | 16,18 a | 48,2 b | 91,78 c | 146,682 | <0,0001 |
| <i>Lepidium campestre</i> | | | | | |
| Endkeimung | 4,00 a | 4,00 a | 80,00 b | 31,452 | <0,0001 |
| Timson-Index | 3,16 a | 3,82 a | 61,67 b | 27,881 | <0,001 |
| <i>Medicago lupulina</i> | | | | | |
| Endkeimung | 2,27 | 1,14 | 0,00 | 1,286 | n.s. |
| Timson-Index | 1,42 | 0,77 | 0,00 | 1,144 | n.s. |
| <i>Microrrhinum minus</i> | | | | | |
| Endkeimung | 1,00 a | 1,00 a | 48,00 b | 50,959 | <0,0001 |
| Timson-Index | 0,87 a | 0,82 a | 38,47 b | 63,503 | <0,0001 |
| <i>Odontites vulgaris</i> | | | | | |
| Endkeimung | 6,67 | 5,83 | 1,67 | 1,690 | n.s. |
| Timson-Index | 3,59 | 4,81 | 1,44 | 1,247 | n.s. |
| <i>Thlaspi arvense</i> | | | | | |
| Endkeimung | 0,00 a | 4,17 b | 26,67 c | 45,682 | <0,0001 |
| Timson-Index | 0,00 a | 3,72 b | 24,17 c | 45,801 | <0,0001 |
| <i>Trifolium arvense</i> | | | | | |
| Endkeimung | 1,00 a | 1,00 a | 5,00 a | 2,132 | n.s. |
| Timson-Index | 0,78 a | 0,96 a | 2,42 a | 795 | n.s. |

übrig gebliebenen Samen noch lebensfähig. Nur ein relativ kleiner Anteil war durch Verpilzung abgestorben. Auch nachdem die Diasporen von Anfang November bis Ende März unter Freilandbedingungen im Boden gelagert und erst dann einem Keimtest unterzogen wurden, blieb die Lebensfähigkeit der meisten noch nicht ausgekeimten und in den Petrischalen verbleibenden Diasporen erhalten.

5 Diskussion

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen zeigen, dass das hohe Keimlingsaufkommen der meisten kurzlebigen Ruderalarten nicht mit einer hohen prozentualen Keimung einhergehen muss. Beim Vergleich

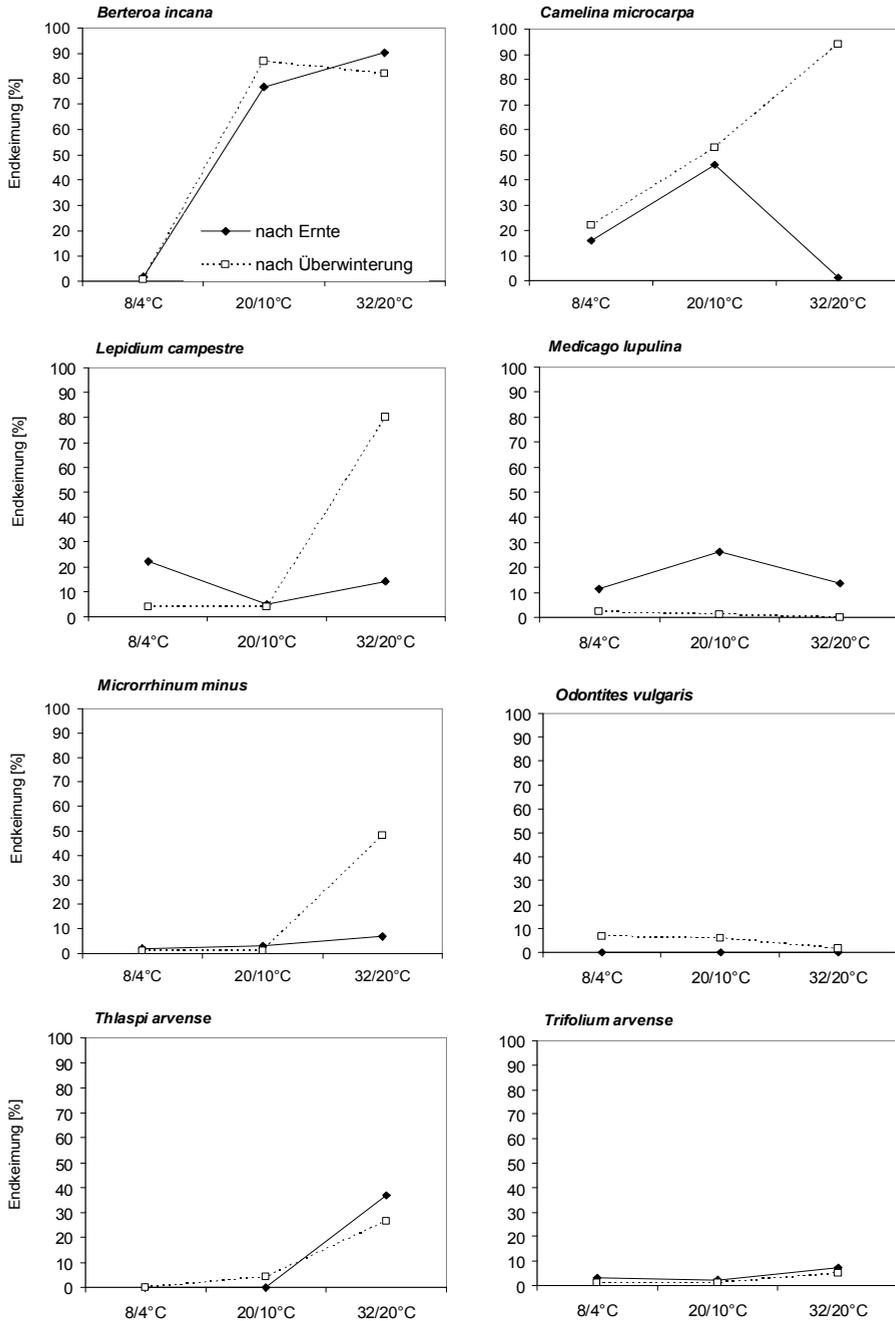


Abb. 3 Interaktionsplots der Endkeimung der acht Zielarten zur Darstellung der Interaktionen zwischen dem Zeitpunkt des Keimansatzes (nach Ernte und nach Überwinterung) und den drei verschiedenen Temperatur-Licht-Regimen.

Fig. 3 Interaction plots of the final germination of the eight target species show the interactions between the time of the experiment (after harvest and after hibernation) and the three different temperature-light regimes.

Tab. 5 Interaktionen zwischen Zeitpunkt des Versuchsansatzes (nach Ernte und nach Überwinterung) und den verschiedenen Temperatur-Licht-Regimen in Bezug auf die prozentuale Endkeimung und den Timson-Index. Die arcsinus-wurzel-transformierten Daten wurden mit einer zweifaktoriellen ANOVA auf signifikante Unterschiede getestet (n.s. = nicht signifikant).

Table 5 Interactions between the time of the experiments (after harvest and after hibernation) and the different temperature-light regimes on the percentage of final germination and the Timson's index. The arcsinus square root transformed data were calculated by two factorial ANOVA (n.s. = not significant).

| | df | mittlere Quadratsumme | F-Wert | P-Wert |
|----------------------------|----|--------------------------|---------|---------|
| <i>Berteroa incana</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,044 | 2,626 | n.s. |
| Timson-Index | 2 | 0,030 | 3,888 | 0,039 |
| <i>Camelina microcarpa</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,963 | 131,826 | <0,0001 |
| Timson-Index | 2 | 0,920 | 153,727 | <0,0001 |
| <i>Lepidium campestre</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,687 | 22,349 | <0,0001 |
| Timson-Index | 2 | 0,442 | 20,349 | <0,0001 |
| <i>Medicago lupulina</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,033 | 2,609 | n.s. |
| Timson-Index | 2 | 0,043 | 3,586 | 0,049 |
| <i>Microrrhinum minus</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,234 | 24,872 | <0,0001 |
| Timson-Index | 2 | 0,181 | 30,680 | <0,0001 |
| <i>Odontites vulgaris</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,013 | 1,895 | n.s. |
| Timson-Index | 2 | 0,006 | 1,150 | n.s. |
| <i>Thlaspi arvense</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,042 | 11,541 | <0,001 |
| Timson-Index | 2 | 0,035 | 10,564 | <0,001 |
| <i>Trifolium arvense</i> | | | | |
| Endkeimung | 2 | 0,001 | 0,085 | n.s. |
| Timson-Index | 2 | 0,002 | 0,202 | n.s. |

mit der Keimungsbiologie von Frühlingsephemeren (PARTZSCH 2009a) ergab sich eine Reihe von Unterschieden. Während einige Ephemerer (*Myosotis ramosissima*, *M. stricta*, *Saxifraga tridactylites*, *Spergula morisonii*, *Veronica verna*) durchaus sehr erfolgreich unter niedrigen Temperaturen, aber bei 32/20°C gar nicht oder nur gering keimten, war der Keimerfolg von *Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre*, *Microrrhinum minus* und *Thlaspi arvense* unter den warmen Temperaturbedingungen (32/20°C) am höchsten. Bis auf wenige Ausnahmen war ebenso die Keimgeschwindigkeit am höchsten unter 32/20°C. Demgegenüber lag die Keimung der in dieser Studie untersuchten Arten unter kalten Bedingungen (8/4°C) nahezu bei Null. Dies ist sicher im Zusammenhang mit dem deutlich späteren Entwicklungsoptimum dieser Arten im Jahresverlauf im Vergleich zu den Frühjahrsephemeren zu sehen.

Andererseits führte bei den sowohl sommerannuellen als auch den sommerannuellen und einjährig-überwinternden Ephemerer die Überwinterung zum Brechen der Dormanz, während die einjährig-überwin-

Tab. 6 Vergleich der Lebensfähigkeit der Diasporen der acht Zielarten nach der Ernte (vor Beginn der Keimversuche) und nach dem 1. und 2. Keimungsversuch unter drei verschiedenen Temperatur- und Licht-Dunkel-Regimen. Die Lebensfähigkeit nach den beiden Keimversuchen bezieht sich auf die restlichen, nicht gekeimten Diasporen in den Petrischalen.

Table 6 Comparison of viability of diaspores of the eight target species after harvest (before experiment) and after 1. and 2. germination experiment under three different temperature- and light-dark conditions. The viability after both germination experiments regarded to the remaining, not germinated seeds in the Petri dishes.

| | Lebens- fähigkeit nach Ernte | Lebensfähigkeit nach 1. Keimversuch | | | Lebensfähigkeit nach 2. Keimversuch | | |
|----------------------------|---------------------------------------|--|----------|----------|--|----------|----------|
| | | 8/4 °C | 20/10 °C | 32/20 °C | 8/4 °C | 20/10 °C | 32/20 °C |
| | | <i>Berteroa incana</i> | 99 | 88,2 | 6,9 | 0 | 65 |
| <i>Camelina microcarpa</i> | 100 | 76 | 51 | 92 | 77 | 44 | 0 |
| <i>Lepidium campestre</i> | 100 | 21 | 43 | 31 | 96 | 96 | 19 |
| <i>Medicago lupulina</i> | 98 | 95,6 | 88,7 | 91,3 | 60,0 | 53,8 | 35,0 |
| <i>Microrrhinum minus</i> | 99 | 81 | 78 | 82 | 95 | 87 | 43 |
| <i>Odontites vulgaris</i> | 98 | 82,5 | 90,0 | 56,7 | 67,5 | 72,5 | 60,1 |
| <i>Thlaspi arvense</i> | 100 | 96,9 | 98,8 | 61,9 | 92,5 | 90,0 | 66,7 |
| <i>Trifolium arvense</i> | 100 | 78,8 | 76,3 | 60,3 | 99,0 | 99,0 | 95,0 |

ternden Arten am besten im Jahr der Ernte keimten. Letzteres kann auch für *Medicago lupulina* gelten, während die sommerannuelle *Microrrhinum minus* eine deutliche Keimförderung unter 32/20 °C und *Odontites vulgaris* nur eine sehr geringe Keimförderung nach Überwinterung erfuhr. Bei den anderen Arten existiert eine breite Spanne hinsichtlich der Lebensdauer, die Übergänge zwischen sommerannuellen, einjährig-überwinternden bis zweijährigen Formen umfassen, was mit der jeweiligen Witterung in Jahresverlauf und dem Zeitpunkt des Auflaufens der Keimlinge zusammenhängt. Deshalb ist hier ein Bezug zur Keimungsbiologie schwierig.

Im Vergleich zur Keimungsbiologie einer Reihe ausdauernder Xerophyten (WAHL & PARTZSCH 2008, PARTZSCH 2008, 2009b) war die prozentuale Keimung der neuerlich untersuchten Arten sowohl nach der Ernte als auch nach Überwinterung deutlich niedriger. Eine Ausnahme stellte *Berteroa incana* dar, die in ihrer Keimungsbiologie an xerotherme, ausdauernde Arten wie *Filipendula vulgaris*, *Pseudolysimachium spicatum*, *Carlina vulgaris* und *Pulsatilla vulgaris* erinnerte und keine Dormanz aufwies. Ähnlich meinen Ergebnissen, wiesen BRANDES & SCHREI (1997) nach, dass die Graukresse bei Temperaturen zwischen 18 und 25 °C nach relativ kurzer Zeit zwischen 90 und 100 % keimte, eine Temperaturerniedrigung aber zu einer deutlichen Verzögerung der Keimung führte. Ein Drittel der Samen keimte sogar unter völliger Dunkelheit. Hinsichtlich der Bewertung des Diasporenbanktyps spricht dieses Keimverhalten für den Aufbau einer transienten Diasporenbank. Bis auf eine Angabe aus THOMPSON et al. (1997), die die Art dem short-term persistenten Typ zuordnete, gibt es in der Literatur keine Angaben.

Im Vergleich dazu waren nur noch *Camelina microcarpa* und *Thlaspi arvense* im Erntejahr mit einer Keimung um 40 % relativ erfolgreich, wobei die erste Art Temperaturen von 20/10 °C und die zweite Art von 32/20 °C bevorzugte. Bei den übrigen Arten *Lepidium campestre*, *Medicago lupulina*, *Microrrhinum minus*, *Odontites vulgaris* und *Trifolium arvense* war der Großteil der Diasporen nach der Ernte dormant.

Die natürliche Stratifikation durch Überwinterung führte bei *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre* und *Microrrhinum minus* zum Brechen der Dormanz, die hier wohl als physiologische Dormanz vorlag. Diese verhindert nach FENNER & THOMPSON (2005) die Keimung so lange, bis ein Wechsel der chemischen Komponenten in den Diasporen stattgefunden hat. Dies kann vor allem durch die Einwirkung der Witterung während der ca. fünfmonatigen Überwinterung erfolgen, wobei sowohl die Temperaturschwankungen als auch die Dauer der Lagerung eine wichtige Rolle spielen. Nach dem Klassifikationssy-

stem von BASKIN & BASKIN (2004) wird für Diasporen, die nach einer einmaligen Stratifikationsperiode mit hohen Prozentwerten keimen, eine intermediäre physiologische Dormanz angegeben. Hierzu können auch die von PARTZSCH (2009a) untersuchten ephemeren Arten *Cerastium semidecandrum*, *Erophila verna*, *Gypsophila muralis*, *Saxifraga tridactylites* und *Spergula morisonii* gezählt werden.

Während der positive Effekt der natürlichen Stratifikation durch die signifikanten Interaktionen in der zweifaktoriellen ANOVA für die oben genannten Arten belegt wurde, ergab sich für *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris* und *Trifolium arvense* kein signifikanter Einfluss der Überwinterung auf das Brechen der Dormanz. Bei *Odontites vulgaris* scheint eine physiologische Dormanz vorzuliegen, wie sie KARLSSON et al. (2006) für die annuelle Art *Galeopsis speciosa* aufgrund einer starken Dormanz beschrieben. Diese weist ein Muster einer schrittweisen Keimung über eine Periode von mehreren Jahren auf, welches große Vorteile für eine dauerhafte Präsenz der Art am Standort hat. Da es sich bei *Odontites vulgaris* um einen Wurzel-Hemiparasiten handelt, könnte für eine erfolgreiche Keimung und Entwicklung die Anwesenheit der Wirtspflanzen erforderlich sein. GALLWEY (2007) untersuchte die Keimung von *Cuscuta gronovii* und *Odontites vulgaris* in Anwesenheit von Keimlingen verschiedener Wirtspflanzen, konnte aber keinen signifikanten Einfluss nachweisen, sondern nur ein Keimlingswachstum in Richtung der Wirtspflanze. Das Einbeziehen von *Odontites vulgaris* in ihre Untersuchungen schlug jedoch fehl, da die Dormanz der Art nicht gebrochen werden konnte, was Parallelen zu den hier vorgestellten Ergebnissen zeigt. Eigene Untersuchungen an *Melampyrum cristatum*, ebenfalls ein Wurzel-Hemiparasit, zeigten jedoch, dass auch eine Keimung ohne Anwesenheit des Wirtes möglich ist (unveröff. Daten). Dies bestätigt auch die Untersuchung von TER BORG (2005), der sechs *Rhinanthus*-Arten ohne die Anwesenheit eines Wirtes zum Keimen gebracht hat.

Demgegenüber kann die geringe Keimung der beiden Fabaceen daran liegen, dass bei ihnen eine physikalische Dormanz vorliegt, die bei Diasporen mit einer nicht permeablen Testa oder Perikarp ausgebildet ist, bei denen der Embryo nicht zur Quellung kommt, bis die Samenschale aufgebrochen wird und somit Wasser für die Keimung eindringen kann (BASKIN & BASKIN 2004, FENNER & THOMPSON 2005). Es wurde vermutet, dass das Aufbrechen der Samenschale und damit ein erhöhter Keimerfolg infolge einer Darm-passage bei Tieren stattfinden können. Dies konnte zwar für *Trifolium arvense* von COSYNS et al. (2005) im Rahmen eines Fütterungsversuches von 19 temperaten Graslandarten an verschiedene Tiergruppen (Kaninchen, Schafe, Esel, Pferde, Rinder) bestätigt werden, wohingegen dies für andere *Trifolium*-Arten (*T. pratense*, *T. campestre*) nicht nachgewiesen werden konnte. Generell hatten Samen, die eine Darm-passage durchliefen, einen deutlich geringeren Keimerfolg als Samen, die nicht verfüttert worden waren. Ebenso konnten FORD et al. (2003) keine Förderung der Keimung nach Darm-passage bei *Trifolium stoloniferum* finden. Auf der anderen Seite wurde bei vielen Fabaceen-Arten nachgewiesen, dass der exogene Faktor Feuer die Permeabilität der Testa und damit die Keimung fördert (AULD & O'CONNELL 1991).

Für *Medicago lupulina* gaben deshalb GRIME et al. (2007) einerseits eine „hard-coat dormancy“, andererseits eine Keimung in einem weiten Temperaturbereich von 5-36 °C an. Diese physikalische Dormanz ist nach BASKIN & BASKIN (2001) in den Familien der Fabaceae und Geraniaceae weit verbreitet und trifft somit sowohl auf die hier untersuchte Art *Trifolium arvense* als auch die xerophytische Art *Astragalus danicus* (vgl. PARTZSCH 2009b) zu.

Generell ist nach KARLSSON et al. (2006) das Wissen um Arten mit starker Dormanz relativ gering, da Ergebnisse von Versuchen, in denen keine oder nur eine geringe Keimung stattgefunden hat, selten veröffentlicht werden. Meist wird von der Annahme ausgegangen, dass die Diasporen in geeigneter Umgebung immer zum Keimen gebracht werden können. Dies trifft aber vor allem nicht für annuelle Unkräuter zu, die aufgrund einer starken Selektion eine hohe Variabilität hinsichtlich der Keimung entwickelt haben (ANDERSSON & MILBERG 1998, KARLSSON et al. 2003).

Nach OTTE et al. (2006) lassen sich aus dem Keimverhalten und der Dormanz der Diasporen Rückschlüsse auf den Diasporenbanktyp der Arten ziehen, wie sie dies für eine Reihe von Ackerunkräutern vorgenommen hatten. Danach birgt die überwiegende Ausbildung von transienten Diasporen ein erhöhtes Aussterberisiko der Arten, wenn sich die Anbaubedingungen, die für ihre jährliche Entwicklung notwen-

dig sind, ändern. Als eine Art, die aufgrund einer niedrigen Keimrate größere Mengen an Samen in eine persistente Diasporenbank ablegen, gilt nach OTTE et al. (2006) *Thlaspi arvense*. In der Datenbank von THOMPSON et al. (1997) sind für diese Art folgende Angaben zum Diasporenbanktyp (1 = transienter, 2 = short-term persistenter, 3 = long-term persistenter, 4 = unklarer Diasporenbanktyp) zu finden: 3 x 1, 12 x 2, 18 x 3, 7 x 4 und KÄSTNER et al. (2001) geben eine Keimfähigkeit von mehr als 11, im Experiment bis zu 40 Jahren an. Nach WÄLDCHEN et al. (2005) beträgt die Keimfähigkeitsdauer sogar mehr als 60 Jahre. Aufgrund der hier vorgestellten Ergebnisse, dass sowohl im Jahr der Ernte als auch nach Überwinterung ca. zwei Drittel der Samen nach Versuchsende noch lebensfähig und somit dormant sind, bewerte ich die Diasporen der Art ebenso als „long-term persistent“.

Diasporen, wie die von *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre* und *Microrrhinum minus*, bei denen die Dormanz nach Überwinterung gebrochen wurde, ordne ich dem short-term persistenten Diasporenbanktyp zu. Für die erste Art geben THOMPSON et al. (1997) den short-term persistenten Typ an, wohingegen in KÄSTNER et al. (2001) nur eine Keimfähigkeit von weniger als einem Jahr angegeben wird. Für *Lepidium campestre* sind in THOMPSON et al. (1997) folgende Angaben zu finden: 1 x 2, 1 x 3 und für *Microrrhinum minus*: 1 x 1, 3 x 2, 2 x 3, 3 x 4. Für letztere Art geben KÄSTNER et al. (2001) eine Keimfähigkeit von mehr als 30 Jahren und WÄLDCHEN et al. (2005) von 60 Jahren an.

Die Arten *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris* und *Trifolium arvense*, deren Keimfähigkeit durch Überwinterung nicht signifikant gefördert wurde und bei denen ein hoher Anteil der Diasporen dormant war, bewerte ich als „long-term persistent“. Für *Medicago lupulina* sind in THOMPSON et al. (1997) folgende Angaben zu finden: 8 x 1, 9 x 2, 14 x 3, 13 x 4. Demgegenüber konnte für *Odontites vulgaris* keine Literaturangabe gefunden werden. Für *Trifolium arvense* werden in der Datenbank von THOMPSON et al. (1997) folgende Angaben gemacht: 2 x 1, 3 x 2, 1 x 3, 6 x 4 und in KÄSTNER et al. (2001) wird eine Keimfähigkeit von mehr als 10 Jahren angegeben, die die Bewertung als „long-term persistent“ unterstützt.

Das beobachtete hohe Keimlingsaufkommen von verschiedenen kurzlebigen Arten hängt nicht unmittelbar damit zusammen, dass sie sich durch hohe Keimraten auszeichnen. Vielmehr ist es ein Ergebnis der häufig vorhandenen persistenten Diasporenbank, aus der in jedem Jahr ein bestimmter Anteil an Keimlingen hervorkommt und ein Teil der Diasporen dormant bleibt. Gleichzeitig wird die Diasporenbank jährlich neu aufgefüllt. Somit wird eine hohe Präsenz der Arten am Standort garantiert, selbst wenn durch Störung die kontinuierliche Entwicklung am Standort zeitweilig unterbrochen sein kann. Generell konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Größe und Gewicht der Diasporen und dem Aufbau eines bestimmten Diasporenbanktyps gefunden werden. Außerdem variiert der Diasporenbanktyp innerhalb der Gruppe der kurzlebigen Arten.

6 Zusammenfassung

PARTZSCH, M.: Zur Keimungsbiologie acht ausgewählter kurzlebiger Ruderal- und Segetalarten. – *Hercynia N. F.* 43 (2010): 149–166.

Aus dem Keimverhalten lassen sich Rückschlüsse auf das Regenerationsvermögen der Arten ziehen. Im Freiland fällt dabei auf, dass vor allem bei kurzlebigen Arten ein sehr hohes Keimlingsaufkommen beobachtet werden kann. Mit den hier vorgestellten Untersuchungen sollte geprüft werden, unter welchen Temperatur- und Licht-Bedingungen eine optimale Keimung von typischen, unter den klimatischen Verhältnissen des mitteldeutschen Trockengebietes weitverbreiteten Arten, erfolgt. Dazu wurden die folgenden acht Zielarten ausgewählt: *Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre*, *Medicago lupulina*, *Microrrhinum minus*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* und *Trifolium arvense*.

Die Diasporen wurden im reifen Zustand geerntet, ein Teil wurde für den ersten Keimversuch im Erntejahr verwendet, der andere Teil wurde im Herbst im Boden vergraben und durch Überwinterung einer natürlichen Stratifikation unterzogen. Im Frühjahr des folgenden Jahres wurden die Diasporen erneut einem Keimversuch unterzogen. Die Keimversuche wurden bei kalten (8/4 °C), mittleren (20/10 °C) und

warmen (32/20 °C) Bedingungen unter Licht-Dunkel-Wechsel (12h : 12h) durchgeführt. Zwischen 30 und 40 Diasporen (n = 4) wurden auf Filterpapier, welches ständig feucht gehalten wurde, in Petrischalen platziert. Die gekeimten Diasporen wurden alle zwei bis drei Tage kontrolliert; der Versuch dauerte jeweils 45 Tage. Vor und nach den beiden Keimversuchen wurden die Diasporen auf Lebensfähigkeit getestet.

Generell zeigte sich, dass die prozentuale Keimung und die Keimgeschwindigkeit der untersuchten Arten unter warmen Temperaturbedingungen am höchsten war, was mit deren Entwicklungsoptimum einhergeht. Andererseits musste festgestellt werden, dass die Keimung im Jahr der Ernte relativ gering war. Eine Ausnahme stellte *Berteroa incana* dar, deren Diasporen nicht dormant waren und die sowohl im Erntejahr als auch nach Überwinterung fast vollständig auskeimten. Diese Art repräsentiert den transienten Diasporenbanktyp. Bei den Arten *Camelina microcarpa*, *Lepidium campestre* und *Microrrhinum minus* wurde die Dormanz nach Überwinterung, im Gegensatz zu den Arten *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* und *Trifolium arvense*, gebrochen. Danach keimten die drei erstgenannten Arten zwischen 50 und 94 % bei 32/20 °C. Diese ordne ich dem short-term persistenten Diasporenbanktyp zu. *Medicago lupulina*, *Odontites vulgaris*, *Thlaspi arvense* und *Trifolium arvense* lagen in der Keimung mehr oder weniger deutlich unter 40 % und die Dormanz der Diasporen konnte durch Überwinterung nicht signifikant gebrochen werden. Diese drei Arten werden dem long-term persistenten Diasporenbanktyp zugeordnet.

7 Danksagung

Für die Unterstützung bei der Durchführung der Keimversuche bedanke ich mich ganz herzlich bei Frau Christine Voigt und Juliane Friese. Für die Bereitstellung der Klimadaten danke ich Herrn Dr. Jürgen Döring. Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes bedanke ich mich bei Frau Prof. Isabell Hensen, Herrn Dr. Anselm Krumbiegel und den beiden anonymen Gutachtern.

8 Literatur

- ANDERSSON, L.; MILBERG, P. (1998): Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. – *Seed Science Research* **8**: 29–38.
- AULD, T. D.; O'CONNELL, M. A.: (1991): Predicting patterns of post-fire germination in 35 eastern Australian Fabaceae. – *Australian Journal of Ecology* **16**: 53–70.
- BASKIN C. C.; BASKIN, J. M. (2001): *Seeds - Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. – Academic Press Chapman & Hall, London.
- BASKIN C. C.; BASKIN, J. M. (2004): A classification system for seed dormancy. – *Seed Science Research* **14**: 1–16.
- BEKKER, R. M.; BAKKER, J. P.; GRANDIN, U.; KALAMEES, R.; MILBERG, P.; POSCHLOD, P.; THOMPSON, K.; WILLEMS, J. H. (1998): Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. – *Funct. Ecol.* **12**: 834–842.
- BRANDES, D.; SCHREI, J. (1997): *Populationsbiologie und Ökologie von Berteroa incana (L.) DC.* – Braunschw. naturkd. Schr. **5**: 441–465.
- COCHRANE, A.; BROWN, K.; MEESON, N.; HARDING, C. (1999): The germination requirements of *Hernigenia exilis* (Lamiaceae) – seed plug removal and gibberellic acid as a successful technique to break dormancy in an arid zone shrub from Western Australia. – *CALMScience* **3**: 21–30.
- COSYNS, E.; DELPARTE, A.; LENS, L.; HOFFMANN, M. (2005): Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. – *J. Ecol.* **93**: 353–361.
- DÖRING J.; BORG H. (2008): Ist das Klima von Halle (Saale) noch „normal“? Betrachtungen anhand der Temperatur- und Niederschlagsreihe von 1851 bis heute. – *Hercynia N. F.* **41**: 3–21.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. (2005): *The ecology of seeds*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- FORD, W. M.; MADARISH, D.; SCHULER, T. M.; CASTLEBERRY, S. B. (2003): Influence of White-Tailed Deer Digestion on Running Buffalo Clover (*Trifolium stoloniferum*: Fabaceae MUHL. ex A. EATON) Germination. – *Am. Midl. Nat.* **149**: 425–428.

- GALLWEY, J. (2007): The role of host plants in determining the germination of parasitic plants *Cuscuta gronovii* WILLD. and *Odonites verna* (BELL.) DUM. – Thesis, Department of Biology, University of Winnipeg, 41 pp.
- GRIME, J. P.; HODGSON, J. G.; HUNT, R. (2007): Comparative plant ecology. A functional approach to common British species. – Castlepoint Press, Colvend.
- HENDRY, G. A.; GRIME, J. P. (1993): Methods in Comparative Plant Ecology. – Chapman & Hall, London.
- HONDA, Y. (2008): Ecological correlations between the persistence of the soil seed bank and several plant traits, including seed dormancy. – Plant Ecol. **196**: 301–309.
- ISTA (2003): International rules for seed testing. – Zurich, Switzerland.
- JÄGER, E. J.; WERNER, K. (eds.) (2005): Exkursionsflora von Deutschland, begründet von W. ROTHMALER. Bd. 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, München.
- KARLSSON, L. M.; TAMADO, T.; MILBERG, P. (2003): Seed dormancy pattern of the annual *Argemone ochroleuca* and *A. mexicana* (Papaveraceae) – Flora **198**: 329–339.
- KARLSSON, L. M.; ERICSSON, J. A. L.; MILBERG, P. (2006): Seed dormancy and germination in the summer annual *Galeopsis speciosa*. – Weed Research **46**: 353–361.
- KÄSTNER, A.; JÄGER, E. J.; SCHUBERT, R. (2001): Handbuch der Segetalpflanzen Mitteleuropas. – Springer, Wien, New York.
- KHAN, M. A.; UNGAR, I. A. (1996): Influence of salinity and temperature on the germination of *Haloxylon fecurvum* Bunge ex Boiss. – Annals of Botany **78**: 547–551.
- KHAN, M. A.; UNGAR, I. A. (1997): Alleviation of seed dormancy on the desert forb *Zygophyllum simplex* L. from Pakistan. – Annals of Botany **80**: 395–400.
- KRUMBIEGEL, A. (1998): Growth forms of annual vascular plants in central Europe. – Nord. J. Bot. **18**: 563–575.
- LEISHMAN, M. R.; WESTOBY, M. (1998): Seed size and shape are not related to persistence in soil in Australia in the same way as in Britain. – Funct. Ecol. **12**: 480–485.
- MILBERG, P.; ANDERSSON, L.; THOMPSON, K. (2000): Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. – Seed Sci. Res. **10**: 99–104.
- MOLES, A. T.; HODSON, D. W.; WEBB, C. J. (2000): Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora. – Oikos **89**: 541–545.
- OTTO, B. (2002): Merkmale von Samen, Früchten, generativen Geminulen und generativen Diasporen. – In: KLOTZ, S.; KÜHN, I.; DURKA, W. : BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. – Schr.R. f. Veg.kde **38**: 177–196.
- OTTE, A.; BISSELS, S.; WALDHARDT, R. (2006): Samen-, Keimungs- und Habitateigenschaften: Welcher Parameter erklärt Veränderungstendenzen in der Häufigkeit von Ackerwildkräutern in Deutschland. – J. Plant Diseases and Protection. Sonderheft XX: 507–516.
- PARTZSCH, M. (2008): Welchen Einfluss haben Temperatur und Azidität der Bodenlösung auf die Keimungsbiologie ausgewählter xerothermer Graslandarten? – Hercynia N. F. **41**: 239–252.
- PARTZSCH, M. (2009a): Zur Keimungsbiologie acht ausgewählter ephemerer Xerothermrasenarten. – Hercynia N. F. **42**: 93–110
- PARTZSCH, M. (2009b): Zur Keimungsbiologie ausgewählter Xerothermrasenarten - Teil I. – Hercynia N. F. **42** (2009): 239–254.
- PARTZSCH, M.; CREMER, J.; ZIMMERMANN, G.; GOLTZ, H. (2006): Acker- und Gartenunkräuter. – Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme.
- PÉREZ-FERNÁNDEZ, M. A.; CALVO-MAGRO, E.; MONTANERO-FERNÁNDEZ, J.; OYOLA-VELASCO, J. A. (2006): Seed germination in response to chemicals: Effect of nitrogen and pH in the media. – J. Environ. Biol. **27** (1): 13–20.
- PONS, T. L. (1991): Dormancy, germination and mortality of seeds in a chalk-grassland flora. – J. Ecol. **79**: 765–780.
- REES, M. (1994): Delayed germination of seeds: a look at the effects of adult longevity, the timing of reproduction, and population age/stage structure. – Am. Nat. **144**: 43–64.
- SILVERTOWN, J. W. (1981): Seed size, life span, and germination date as coadapted features of plant life history. – Am. Nat. **118**: 860–864.
- TER BORG, M. J. (2005): Dormancy and germination of six *Rhinanthus* species in relation to climate. – Folia Geobot. **40**: 243–260.
- THOMPSON, K.; BAKKER, J. P.; BEKKER, R. M. (1997): The soil seed banks of north west Europe: methodology, density and longevity. – University Press, Cambridge.
- THOMPSON, K.; JALILI, A.; HODGSON, J. G.; HAMZEH'EE, B.; ASRI, Y.; SHAW, S.; SHIRVANY, A.; YAZDANI, S.; KHOSHNEVIS, M.; ZARRINKAMAR, F.; GHAHRAMNI, M.-A.; SAFAVI, R. (2001): Seed size, shape and persistence in the soil in an Iranian flora. – Seed Sci. Res. **11**: 345–355.
- THOMPSON, K.; CERIANI, R. M.; BAKKER, J. P.; BEKKER, R. M. (2003): Are seed dormancy and persistence in soil related? – Seed Sci. Res. **13**: 97–100.

- TIMSON, J. (1965): New method of recording germination data. – *Nature* **207**: 216–217.
- WAHL, S.; PARTZSCH, M. (2008): Untersuchungen zur Neubesiedlung von drei seltenen Xerothermrasenarten in artenarmen Dominanzbeständen von *Festuca rupicola* Heuff. – *Hercynia N. F.* **41**: 99–119.
- WÄLDCHEN, J.; PUSCH, J.; LUTHARDT, V. (2005): Zur Diasporen-Keimfähigkeit von Segetalpflanzen – Untersuchungen in Nord-Thüringen. – *Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol.* **38/2**: 145–156.

Manuskript angenommen: 1. April 2010

Anschrift der Autorin:

Dr. rer. nat. Monika Partzsch

Martin-Luther-Universität, Institut für Biologie/Geobotanik und Botanischer Garten, Am Kirchtor 1, 06108 Halle/ S.

e-mail: monika.partzsch@botanik.uni-halle.de

Fortsetzung von S. 148

dem Umschlag der Sahara in eine Wüste – genau ausgesehen hat. Dem Biologen fallen natürlich kleine Unschärfen aus der eigenen Fachsprache auf (Pollen sind keine –Blütenstände–, S. 66), aber das ist in einem Klimatologie-Lehrbuch durchaus verzeihlich.

Insgesamt kann man sagen, dass M. Latif ein Lehrbuch geschrieben hat, das für Studenten der Klimatologie eine anregende und konzise Einführung darstellt. Für ein volles Verständnis aller Details sind – insbesondere mathematische – Spezialkenntnisse nötig. Die Kernaussagen des Textes sind aber immer auch ohne diese Details verständlich, so dass auch Studierende und Lehrende anderer Fachrichtungen das Buch mit Gewinn lesen können. Dies schließt sicher auch Interessierte außerhalb der Academia mit ein, sofern sie genaueres Interesse am Klimawandel haben. Wer allerdings eher eine kurze Einführung in das Gesamtphänomen und seine Folgen sucht, der ist mit etwas allgemeiner gefassten Übersichten wie dem Büchlein von Rahmstorf und Schellnhuber (2006) wahrscheinlich besser bedient. Eine kostenfreie Alternative sind natürlich die *online* bereit stehenden IPCC-Veröffentlichungen, aber deren Studium braucht Zeit. Auch ist das besprochene Werk auf einem etwas neueren Stand als der letzte IPCC-Bericht. Aus Sicht des Rezensenten, der beim Lesen viel gelernt hat, kann das Buch –Klimawandel und Klimadynamik– also insgesamt sehr empfohlen werden.

Karsten WESCHE (Görlitz)

Literatur:

IPCC (2007): Climate Change 2007. – Synthesis Report. IPCC, [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)] Geneva.

RAHMSTORF, S.; SCHELLNHUBER, H. J. (2006): Der Klimawandel. – C. H. Beck, München.

KRUMBIEGEL, G. & KRUMBIEGEL, B. (2005): Bernstein - Fossile Harze aus aller Welt. – Verlag Quelle & Meyer, Wiebelsheim, Edition Goldschneck, 3., überarb. u. erw. Auflage, 112 S., m. zahlr. meist farb. Abb. – ISBN 3-494-01400. Preis: 9,95 Euro.

Der Erstautor des referierten Buches „Bernstein - Fossile Harze aus aller Welt“ (3. überarbeitete und erweiterte Auflage), Herr Dr. Günter Krumbiegel, ist ein seit vielen Jahren sowohl national als auch international bekannter Bernsteinforscher, der sich in den letzten beiden Jahrzehnten besonders der wissenschaftlichen Bearbeitung des heimischen, des sogenannten Bitterfelder Bernsteins aus Mitteldeutschland gewidmet und verschrieben hat. Allein zu diesem Themenkomplex veröffentlichte er, z. T. auch gemeinsam mit Fachkollegen, bis jetzt etwa 50 Einzelarbeiten in den unterschiedlichsten Publikationsorganen. Vieles davon hat schließlich auch in den Buchwerken, die er gemeinsam mit seiner Ehefrau Brigitte Krumbiegel herausgegeben bzw. veröffentlicht hat, seinen Eingang gefunden. Aufgrund seines hohen wissenschaftlichen Engagements für die Bernsteinforschung wurden Herrn Dr. Krumbiegel in den vergangenen Jahren immer wieder Ehrungen zuteil, wie dies auch seitens des „Muzeum Ziemi, Polska Akademia Nauk“ in Warszawa (Museum der Erde, Polnische Akademie der Wissenschaften, Warschau) geschehen ist.

Das Buch „Bernstein – Fossile Harze aus aller Welt“, das bereits im Jahre 2005 erschienen ist, reiht sich nahtlos in eine Zahl früherer ausgezeichnete Beiträge der beiden Autoren und Herausgeber zum Thema „Bernstein“ ein, vgl. z. B. Krumbiegel, G. & Krumbiegel, B. (Hrsg.) (2001): „Faszination Bernstein“.

Das in Rede stehende Buch präsentiert auf 112 Seiten, unterstützt durch zahlreiche, sorgfältig ausgewählte und qualitätvolle Abbildungen, das breite Themenspektrum und die vielfältigen Aspekte des Bernsteins. Es spannt einen Bogen von der Bedeutung des Bernsteins in der Vorgeschichte über die wissenschaftlich besonders interessanten Inkluden bis hin zu seiner vielfältigen Nutzung und Verwendung in der heutigen Schmuckindustrie und in der Kunst.

Hier sei nur das legendäre Bernsteinzimmer von St. Petersburg beispielhaft erwähnt, dessen Spur sich zum Ende des Zweiten Weltkrieges bis heute verloren hat und das erst durch die finanzielle Förderung deutscher Sponsoren in einer Rekonstruktion wiederhergestellt, aufgebaut und im Jahre 2003 vollendet werden konnte.

Ein Kapitel des Buches widmet sich den unterschiedlichen Bernsteinarten, den akzessorischen Harzen und den Varietäten, also den natürlichen Formen und Ausprägungen des Bernsteins.

Weitere Kapitel fokussieren auf die Chemie, die Harzproduzenten, die unterschiedliche Stratigraphie einzelner Lagerstätten und damit auf die geologisch verschieden alten Harze und deren Vorkommen auf der Erde. Dazu werden die Fundorte anhand von nationalen wie internationalen Fundortkarten zugeordnet.

Ferner wird auf die historische bzw. traditionelle, bisweilen auch heute noch praktizierte Bernsteinfischerei und die hydraulische Abbaumethode in der Gegend von Gdansk (Danzig) eingegangen. Die nur kurze Zeit währende industrielle Bernsteingewinnung und Aufbereitung in den späten 1980er bzw. frühen 1990er Jahren in Mitteldeutschland (Raum Bitterfeld) wird in anschaulichen Bildern und Graphiken dargeboten.

Die Vielfalt tierischer wie pflanzlicher Inkluden, die die Grundlage für die Rekonstruktionen der ehemaligen Ökosysteme bilden und damit auch die herrschenden Klimaverhältnisse widerspiegeln, werden in Wort, Bild und tabellarischen Übersichten bestens präsentiert. Auch so äußerst seltene Wirbeltiereinschlüsse, wie z. B. die Eidechse *Succinilacerta succinea* aus dem Baltischen Bernstein, fehlen hier nicht.

Eine Übersicht (Auswahl) von Museen, die bedeutende Bernsteinfunde und andere Harze verwahren und ausstellen, lädt geradezu ein, diese Funde dort selbst im Original in Augenschein zu nehmen.

Das umfangreiche Literaturverzeichnis ermöglicht und erleichtert es dem Leser schließlich, einzelnen Teilaspekten noch vertiefender nachzugehen.

Das Buch wendet sich an ein breites Publikum, d. h. sowohl an interessierte Laien, an Studierende insbesondere der Geo- und Biowissenschaften, als auch gleichermaßen an Wissenschaftler aus den Nachbarwissenschaften der Geowissenschaften, die sich einen zusammenfassenden Überblick über das aktuelle Thema Bernstein verschaffen möchten.

Das insgesamt als ausgezeichnet illustriert zu bezeichnende Buch hat zwar bis jetzt schon seine verdiente und weitreichende Verbreitung und Leserschaft gefunden, es ist aber dennoch zu wünschen, dass beides auch in der Zukunft noch weiter zunimmt. Dazu hat der Verlag Quelle & Meyer (Edition Goldschneck) durch die gelungene Ausstattung eine wesentliche Voraussetzung geschaffen, nicht zuletzt auch durch den günstigen Verkaufspreis von 9,95 Euro.

Meinolf HELLMUND, Halle (Saale)

KLÖTZLI, F.; DIETL, W.; MARTI, K.; SCHUBIGER-BOSSARD, C.; WALTHER, G.-R. (2010): Vegetation Europas. Das Offenland im vegetationskundlich-ökologischen Überblick unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. – hep Verlag AG Bern, 1190 S. mit Daten-CD. – ISBN 978-3-7225-0098-0. Preis: 165,00 Euro.

Während für einzelne Teile Europas bereits seit langem umfassende Darstellungen existieren, die mittlerweile als Standardliteratur gelten, wie z. B. Mitteleuropa (ELLENBERG), Nordeuropa (DIERSEN), Südosteuropa (HORVÁT), fehlt bisher eine entsprechend ausführliche Gesamtübersicht. Erst vor wenigen Jahren wurde mit dem Kommentar zur Vegetationskarte Europas (BOHN 2003) ein erster Meilenstein in dieser Hinsicht und Dimension gesetzt. Einen wesentlichen Grund für das Fehlen nennen die Autoren eingangs, dass nämlich die Vielfalt von Landschaft und Vegetation eher zu einer Fülle spezieller Abhandlungen veranlasst hat als zur Erarbeitung einer Überblicksdarstellung. Solche entstanden nur in wenigen Ausnahmen und dann wiederum lediglich für Teilgebiete. Dies ist verständlich, denn es bedarf der Sichtung, Bewertung und Synthese einer ungeheuren Datenmenge, was selbst im Computerzeitalter noch einen immensen Aufwand erfordert. Ein solches Werk zu erarbeiten ist daher ein ambitioniertes Vorhaben. Dem hat sich ein Team renommierter Schweizer Ökologen gestellt und ein in mehrfacher Hinsicht gewichtiges Werk vorgelegt.

Da umfassende Darstellungen zur Landschafts- und Vegetationsgeschichte, zu Geologie, Klima und Böden Europas existieren, werden diese Aspekte im einleitenden Kapitel nur vergleichsweise kurz be-

handelt. Außerdem wird ein Überblick über die Methoden der Vegetationskunde und Pflanzensoziologie gegeben.

Grundlegend wird im Werk ein ökosystemarer Ansatz verfolgt. Dementsprechend stehen wichtige Umweltfaktoren, die die Vegetation in Abhängigkeit ihrer quantitativen Wirkung prägen, im Mittelpunkt. Auf diese Weise wird die Vielfalt der Ausprägungsmöglichkeiten der einzelnen Vegetationstypen im räumlichen Kontext eingehend dargestellt und mittels synoptischer Vegetationstabellen und zusätzlich Originaltabellen (auf CD) belegt.

Der Gliederung der einzelnen Vegetationstypen liegt die Fokussierung auf einzelne Umweltfaktoren zugrunde, wonach insgesamt zehn Vegetationskomplexe mit ihren spezifischen Vegetationstypen differenziert werden: 1. Vegetation (Veg.) mit überschüssiger Wasserzufuhr (Gewässer und Uferveg.; Moore), 2. Veg. mit mangelnder Wasserzufuhr (xerothermes Trespen-Magergrünland; Schwingel- und Federgrassteppe), 3. Veg. mit geringer Nährstoffzufuhr (Magerwiesen und -weiden; Heiden), 4. Veg. mit stärkerer Nährstoffzufuhr (Kulturwiesen; Ruderal- und Segetalveg.; subarkisch-subalpine Hochgras- und -staudenfluren und Gebüsche), 5. Veg. mit geringer Wärmezufuhr (Veg. alpiner und arktischer Lagen), 6. Veg. an Fels und Mauer (Felsfluren, -köpfe, Mauern), 7. Veg. mit starker Sommerdürre (Macchien und Gariden; Dorn- und Kissenpolsterfluren), 8. Veg. der Dünen (Strand-; Binnendünen), 9. Salzveg. im Meeruferbereich und an Binnensalzstellen (Watt-/Marschkomplex; Binnensalzstellen; Felsveg. im Gischbereich) und 10. Schwermetallvegetation. Im Unterschied zur „klassischen“ Einteilung, wie beispielsweise bei der „Vegetation Mitteleuropas“ (ELLENBERG), deren Gliederung auf den einzelnen Ebenen deutlich konsistenter ist und als erstes Differenzierungskriterium die Naturnähe verwendet und nachgeordnet jeweils klassische Vegetationskomplexe unterscheidet, wie z.B. unterschiedliche Waldtypen oder Vegetation des Süßwassers, seiner Ufer und Quellen, werden im vorliegenden Werk auf derselben Kategorie-Ebene unterschiedliche Parameter zur Differenzierung zugrunde gelegt. Hierbei stellt sich sofort die Frage, ob sich die eher nach Biotopen differenzierten Kapitel (Mauern, Dünen, Salzstellen) nicht auch jenen Kapiteln hätten zuordnen lassen, die durch Standortfaktoren definiert sind – denn ist nicht die Vegetation an Felsen und Mauern ebenfalls vielfach extremen Umweltfaktoren, wie Hitze, Wassermangel, Nährstoffmangel ausgesetzt? Oder sind nicht Moore ihrerseits auch Biotope mit nicht nur überschüssiger Wasser-, sondern auch geringer Nährstoffzufuhr? Bei einer rein auf Naturnähe und/oder Vegetationseinheiten/-komplexen beruhenden Gliederung der Vegetation und der anschließenden weiteren Unterscheidung nach einzelnen Standortfaktoren (z.B. Feuchtegradient bei [Nutz-] Grünland, Röhrlichten, Ruderalfluren u. a.) lassen sich zwar ebenfalls nicht immer Überschneidungen mit wesentlichen anderen Standortparametern vermeiden, jedoch sind diese Gruppen untereinander besser vergleichbar. Nicht zuletzt deshalb wird solch eine Gliederung häufig in der Literatur verwendet.

In den einzelnen Kapiteln werden die Biotop- bzw. Vegetationskomplexe und -einheiten ausführlich charakterisiert, u. a. anhand von Ökogrammen zum Nährstoff- und Wasserhaushalt, mit Übersichten zur Höhen- und geographischen Verbreitung sowie ihrer Beziehungen zu standörtlich ähnlichen Einheiten. Allgemeine und spezielle vegetationsökologische und soziologische Ausführungen geben Überblicke über die gemeinsamen Merkmale der in einem Vegetationskomplex zusammengefassten Einheiten sowie deren Besonderheiten. Auch für die entsprechend niederrangigen Syntaxa bzw. Einheiten geben u. a. Ökogramme Auskunft über spezielle Standortpräferenzen und -ansprüche. Fotos von charakteristischen Arten, Vegetationseinheiten und Landschaftsausschnitten, vielfältige Grafiken (z. B. Vegetationsprofile) und Verbreitungskarten illustrieren die detailreichen Text- und Tabellendarstellungen. Berücksichtigt werden je nach den einzelnen Vegetationseinheiten auch die Nutzungsgeschichte bzw. die davon abhängige Vegetationsentwicklung und die heutige Vegetationsausprägung. Die wesentlich chorologisch bedingte Mannigfaltigkeit zahlreicher Biotope und Vegetationseinheiten wird anhand von repräsentativen Originalarbeiten in mehr oder minder stark aufbereiteter Form, vielfach anhand synoptischer Tabellen dargestellt. Besonders umfangreich fallen diese Darstellungen z.B. für Heiden, Dornpolster- und Salzvegetation aus.

Eine der wesentlichen Schwierigkeiten bei der Erstellung des Buches dürfte sicher gewesen sein, aus der Fülle der Spezialarbeiten eine repräsentative Auswahl zu treffen, um einerseits grundlegende und allge-

meingültige Aussagen zusammenstellen zu können und andererseits die Breite der regional spezifischen Ausprägungen einer Vegetationseinheit darzustellen, sich jedoch nicht in zu vielen Details zu verlieren. Die hierfür erforderliche Synthese erscheint dem Rezensenten jedoch gerade bei den genannten Vegetationseinheiten, insbesondere Heiden oder Macchien und Gariden, nicht in wünschenswertem Umfang gelungen. Vielmehr wirken die einzelnen mehr oder minder stark zusammengefassten Spezialarbeiten oft nur aneinandergereiht wiedergegeben.

An die zehn Vegetationskomplexe i. w. S. schließt sich ein Kapitel über die Vegetation Europas im globalen Vergleich an. Hier spielen u. a. Fragen zur Waldgrenze sowie zur unterschiedlichen Ausprägung bestimmter Waldgesellschaften auf unterschiedlichen Kontinenten eine wesentliche Rolle. Dieser Schwerpunkt ist insofern verwunderlich, als Wälder nicht Bestandteil des europaweiten vegetationskundlichen Überblickes im Hauptteil des Buches sind, so dass sich ein direkter Bezug dazu nur bedingt ergibt. Die sich an die orographisch bzw. hydrologisch bedingte Baumgrenze in Europa anschließende Offenlandvegetation ist zwar Thema der entsprechenden Kapitel, auf die Wälder wird jedoch nicht in dem Maße wie im speziellen Kapitel zum globalen Überblick eingegangen, so dass hier eine starke Disproportion in Bezug auf den Hauptteil herrscht. Besonders hier fällt außerdem auf, dass zu den allein 40! Fotos zum Abschnitt „Waldgrenzen“ lediglich für ein einziges ein Hinweis im dazugehörigen Text existiert. Auch bei den übrigen Fotos zu den Abschnitten „Anthropogenes Offenland“ (2 ! Seiten mit 2 Fotos) und „Vergleich der natürlichen Vegetation zwischen Nordamerika, Japan und Europa“ (9 Seiten mit 29 Fotos – ebenfalls fast ausschließlich zu Wäldern bzw. Waldgrenzen) wird wiederum lediglich auf eine Abbildung im Text Bezug genommen. Insgesamt wirkt das ganze Kapitel ziemlich angehängt und mangels ausreichender Bezüge und Vergleiche zum eigentlichen Hauptteil des Buches verloren. Andererseits finden sich wiederum in einzelnen Kapiteln vorher Überblicksdarstellungen des entsprechenden Vegetationstyps, die über die Grenzen Europas hinausreichen und konsequenterweise besser in dieser abschließenden Überblicksdarstellung aufgehoben wären (z. B. Kap. 7.2.1 Dorn- und Kissenpolster – Kap. 7.2.1.1 und 2). Ein abschließendes Kapitel widmet sich in knapper Form dem Thema „Vegetation und Klimawandel“ und geht auf dadurch verursachte mögliche Entwicklungen ein. Schwerpunkte hierbei sind Änderungen in der Phänologie der Arten und der Artenzusammensetzung sowie der Arealverschiebungen einschließlich einiger daraus gezogener Schlussfolgerungen. Den Abschluss bildet das 50seitige (Kleindruck!) Literaturverzeichnis.

Während die vorab dargestellten Anmerkungen sicher die teils subjektive Sicht des Rezensenten wiedergeben und insbesondere das so umfangreiche Gesamtthema unterschiedliche Gliederungs- und Sichtweisen erlaubt, gehen die nachfolgenden Anmerkungen sowohl zu Lasten der Autoren als auch des Verlages. So ist allem voran das Fehlen eines Registers völlig unverständlich, was auch durch den Hinweis im Vorwort auf organisatorische Schwierigkeiten kaum entschuldbar ist, da sich aufgrund dessen das Buch nur sehr eingeschränkt nutzen lässt. Die Suche nach Fachbegriffen oder Artnamen ist nicht möglich, und lediglich aus dem Inhaltsverzeichnis lässt sich ± vage ableiten, wo ggf. ein Begriff oder bestimmtes Thema zu finden ist, was jedoch bei weitem kein Ersatz ist. Wenn ein Register aus Platzgründen nicht im Buch selbst integriert wurde, wäre es naheliegender gewesen, es zumindest auf der beigelegten CD unterzubringen. Die CD enthält zahlreiche, vor allem Stetigkeits-Tabellen zu den einzelnen Vegetationseinheiten sowie dazu erläuternde Übersichten. Die Les- und Verwendbarkeit ist jedoch vor allem aufgrund der vielfach unterschiedlichen Symbole zwischen den einzelnen Tabellen recht eingeschränkt. Erläuterungen der verwendeten Symbole und Zahlen finden sich zwar meist als Übersichten für mehrere Tabellen eines Dateiodners, wären aber besser konsequent unter oder über jeder Tabelle separat aufgeführt. Zumindest bei einigen Tabellen wurde dies so gehandhabt. Nicht klar ist der Sinn von zwei Tabellen im Ordner „4_Bot_Analysen_und...“ die Steuerzeichen bzw. Symbole enthalten. Des weiteren enthält dieser Ordner, eine Datei „4_Botana-98“ mit sechs Excel-Tabellen zu „Botanischen Analysen nach Ertragsklassen / W. Dietl“. Lediglich im ersten Tabellenblatt sind jedoch tatsächlich Werte eingetragen, die übrigen fünf Tabellen sind außer der Artenspalte leer.

Auffällig und störend sind die zahlreichen Druckfehler, vor allem bei Pflanzennamen in den Tabellen sowie in den Abbildungslegenden, außerdem teils in den erläuternden Texten auf der Daten-CD. Gerade

bei den Tabellen kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass diese von Nichtfachleuten von den Quellen abgeschrieben, ungeprüft ins Manuskript übernommen und nicht einmal im Andruck kritisch Korrektur gelesen wurden. Wie sonst lassen sich Fehler in weithin bekannten Taxa erklären, wie *Cyperaceae* (S. 555), *Evodium* (S. 796), *Arancaria arancana* (S. 1132) usw. Neben reinen Druckfehlern kommen zahlreiche falsche Genus-Endungen vor, die, stammen sie tatsächlich aus den Quellen, hätten korrigiert werden können. Letzteres führt in Tab. 10.2 zu der Groteske, dass *Achillea millefolium* zwei Mal aufgeführt ist (*A. millefolia*, *A. millefolium*). Teilweise ergeben sich daraus auch fragliche bzw. sinnentstellende Angaben: Ist in Kasten 2 (S. 325 – Ruderalflora in Siedlungen) tatsächlich *Hordeum marinum* oder nicht eher *H. murinum* gemeint; ist mit *Chelidonium temulum* (S. 338, Abschn. 4.2.2.3) *Chelidonium majus* oder *Chaerophyllum temulum* gemeint, oder sind in der Originalquelle beide genannt? Durchgehend unkorrekt geschrieben ist z. B. „Koelerio-Coryneporetea“: im Buch „Koeleria-Coryneporetea“, auf CD „Koeleria-Coryneporeteta“. Bei den Abbildungslegenden fällt die Inkonsistenz auf, dass manchmal das Aufnahmejahr und/oder der Fotograf und/oder der Ort genannt sind. Deutsche Namen sind, sofern verwendet, inkonsequent geschrieben, oft unkorrekt als ein Wort (z. B. Hügelweidenröschen statt Hügel-Weidenröschen, Abb. 5.5.78). Manchmal ist in Bildlegenden für eine Art neben dem wissenschaftlichen auch ein deutscher Name, für eine andere Art, für die es ebenfalls eine deutsche bzw. Trivialbezeichnung gibt, nur die wissenschaftliche verwendet worden. Besser wäre wohl die ausschließliche Verwendung der wissenschaftlichen Namen, zumal im Vorwort darauf verwiesen wird, dass deutsche („meist künstliche“) Wortbildungen seltener verwendet wurden.

Mehrfach fehlen Erläuterungen in Tabellen, Kästen und Grafiken zu Ziffern (z. B. Abb. 5.5.9), Sternchen (z. B. Tab. S. 707/08), Buchstaben (z. B. „N“ Kasten 2, S. 325) oder Schriftformatierungen (z. B. kursiv Tab. 4.3.3, Tab. 5.4.15, Tab. 5.5.17/18).

In einer „Übersicht über die Binnendünen in Sachsen-Anhalt“ (nach JÄGER 2002 – im übrigen nicht „Jaeger“) (S. 936) wurden die für die einzelnen Assoziationen typischen Arten im Vergleich zur Originalquelle teilweise völlig falsch wiedergegeben; für das Agrostietum vinealis wurde nicht die namengebende Art, sondern *Carex arenaria* als Charakterart angegeben; für das Filagini-Vulpietum wird u. a. „*Scleranthus rubra*“ genannt (tatsächlich *Spergularia rubra*). Das lässt nicht nur befürchten, dass auch an anderen Stellen die Zuverlässigkeit der Wiedergabe der Originalliteratur anzuzweifeln ist, sondern es rückt u. U. die Originalautoren in ein falsches Licht, wenn Fehler als auf ihnen beruhend interpretiert werden. Eine Arbeit mit Schwerpunkt der annuellen Uferfluren an der Mittelelbe incl. einer Übersicht über die Vegetationseinheiten (darin allein fünf Druckfehler) (S. 342/343) wird im Kapitel über Ruderal- und Segetalvegetation auszugswise eher thematisch fehlplatziert wiedergegeben (umgeben von Zitaten zur Segetalvegetation Südpolens und ruderalisierten Weiden Ostandalusiens u. ä.), obwohl es eigens ein Kapitel „Ufervegetation“ (1.1.6) mit Teilkapiteln zu Zwergbinsen-Rasen, Zweizahn-Fluren, Röhrichten und Großseggenrieden gibt.

Abgesehen von den zahlreichen Druckfehlern in Abbildungslegenden stimmen die Abbildungen selbst mehrfach nicht mit der Legende überein: z. B. zeigt Abb. 8.1.14 nicht *Salsola kali*, *Agropyron junceum* und *Beta maritima*, sondern ausschließlich *Cakile maritima*; auf Abb. 9.1.5 ist nicht *Polygonum maritimum*, sondern *Crithmum maritimum* dargestellt; Abb. 7.1.58 ist identisch mit Abb. 9.1.6, während lt. Legende bei ersterer *Polygonum maritimum* abgebildet sein soll, ist es bei letzterer *Atriplex portulacoides*?!; Abb. 9.3.12 zeigt weder wie angegeben *Carpobrotus edulis* noch *Brassica*; in Abb. 9.3.14 ist nirgends *Beta vulgaris* zu sehen, sondern *Brassica*; Abb. 9.3.13 „Felsvegetation. Gozo, Malta, März 1994“ – warum sind die beiden markanten Straucharten nicht benannt?; Abb. 9.3.10a und b: den für beide Abb. angegebenen *Eryngium maritimum* zeigt nur Abb. b, der auf beiden Bildern dominante bzw. auf Abb. a als einzige Art vorhandene *Crithmum maritimum* ist nicht erwähnt, der genannte *Carpobrotus acinaciformis* fehlt auf beiden Fotos; Abb. 9.3.12. „Schotterstrand (Silikat) mit *Scrophularia*“ (= *Salicornia*); Abb. 8.1.6.63 und 9.1.61 sind identisch - erstere als *Juncus acutus*-Salzrasen, letzterer als *J. maritimus*-Saum bezeichnet. Beide Arten können zwar gemeinsam vorkommen, jedoch sollte z. B. ein Pfeil o. ä. auf die konkrete Art verweisen, falls dem an entsprechender Stelle tatsächlich so ist (*Phoenix theophrasti*-Strand bei Vai/Kreta). Im Übrigen stehen die Abbildungen im Text mangels Textverweisen vielfach eher verloren. Selbst wenn sie unmittelbar neben/über/unter zugehörigen Tabellen

oder Texten eingefügt sind, sollte nicht davon ausgegangen werden, dass der Leser schon zusehen wird, ob es vielleicht noch an anderer Stelle eine Illustration zum Thema gibt. So wird z.B. lediglich auf eine einzige der 27 Abbildungen in Kap. 7.2 im Text verwiesen, die ihrerseits thematisch eher zu Kap. 11 gehört. Auch die Abb. 9.2.3 und 4 mit Binnensalzstellen in Argentinien und Saskatchewan sind weder im benachbarten Text erwähnt noch gehören sie i. e. S. dorthin, sondern in das vergleichende Kapitel 11. Einige Abbildungen sind wenig- oder nichtssagend beschriftet, z. B. Abb. 10.1 und 2 (Schwermetallvegetation) – beide „Abraumhalde hohe Erosion“ (Welcher Abraum, Alter der Halde, wo?).

Inwieweit das Literaturverzeichnis in Bezug auf die zitierten Quellen vollständig ist, lässt sich mit vertretbarem Aufwand kaum prüfen. Zufällig zeigte sich jedoch, dass z. B. DIETL (1983, 1995), DIETL/LEHMANN (2006) (alle zit. S. 282/283) fehlen. RIVAS-MARTINEZ et al. (1991) kommt im Literaturverzeichnis allein sieben Mal vor (davon sind jedoch zwei Arbeiten doppelt bzw. sogar gleich drei Mal aufgeführt!). Welche Quelle z. B. im Text auf S. 468 gemeint ist, bleibt hingegen offen, da nicht in 2001a, b usw. differenziert wird.

Insgesamt vermittelt das Buch den Eindruck, dass es mit recht „heißer Nadel“ gestrickt wurde, worauf nicht zuletzt die vielen Druckfehler, Inkonsistenzen, die überwiegend fehlenden Textbezüge der Abbildungen und allem voran das fehlende Register schließen lassen. Auch wirken viele Abschnitte, vor allem lokale/regionale Beispiele zu einzelnen Vegetationstypen, eher wie aneinandergehängt. Eine stärkere Synthese, die allgemeine und regional spezifische Merkmale sowohl textlich als auch tabellarisch prägnanter darstellt, wäre wünschenswert, da Vergleiche zwischen den teils sehr speziellen Beispielen sowohl inhaltlich als auch hinsichtlich der optischen Aufbereitung der Übersichten nur bedingt oder nicht möglich sind. Aufgrund der Komplexität des Themas – die ganze Offenlandvegetation Europas – scheint sich das Dilemma ergeben zu haben, dass einerseits die Unmenge von Detailinformationen nach Berücksichtigung verlangt, andererseits in dem vorliegenden Rahmen gemessen daran jedem Vegetationstyp wiederum nur vergleichsweise wenig Raum gewidmet werden konnte. Eine Aufteilung in weitere bzw. überarbeitete Vegetationsdarstellungen einzelner Teile Europas oder einzelner Vegetationseinheiten oder -formationen, denen in mehreren Bänden bei vergleichbarer Aufbereitung mehr Raum zukommen könnte, wäre vielleicht eine günstigere Lösung. In der vorliegenden Form kann das Buch nur sehr bedingt empfohlen werden, und der Verlag wäre gut beraten, sobald als möglich das Register nachzuliefern bzw. eine redaktionell überarbeitete Fassung herauszugeben, damit der hohe Anschaffungspreis den gestellten Erwartungen stärker gerecht wird.

Anselm KRUMBIEGEL, Halle (Saale)

BUSHART, M. & SUCK, R. unter Mitarbeit von BOHN, U.; HOFMANN, G.; SCHLÜTER, H. †; SCHRÖDER, L.; TÜRK, W. & WESTHUS, W. (2008): Potenzielle Natürliche Vegetation Thüringens. – Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie & Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). – Schriftenr. Thür. Landesanst. Umwelt Geol. Nr. 78, Jena, 139 S. + 1 Karte 1 : 250.000, 27 Farbfotos, zahlreiche Karten und Tabellen, ohne ISBN.

Mit Thüringen liegt jetzt für alle ostdeutschen Bundesländer eine Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation vor, im Unterschied zu Sachsen, Sachsen-Anhalt Brandenburg/Berlin und Mecklenburg-Vorpommern allerdings nicht im Maßstab 1:200.000, sondern 1:250.000. Die Karte bildet gleichzeitig eine weitere Grundlage für das Projekt des BfN zur Erarbeitung einer PNV-Karte für Deutschland (1 : 500.000).

Das Einleitungskapitel enthält kurze Ausführungen zum Konzept der PNV, zu den Grundlagen von deren Bearbeitung, zur Kartierungsmethodik und deren Problemen sowie zur Darstellung. Bei letzterer werden drei hierarchisch gegliederte Ebenen (mit den jeweiligen Differenzierungskriterien) unterschieden: Obergruppen (pflanzensoziologisch-syntaxonomisch), Hauptgruppen (edaphisch-standörtlich, teils regional klimatisch-standörtlich) und Untergruppen (z. T. weitere standörtliche Differenzierungen, überwiegend zur Darstellung abweichender Komplex-Zusammensetzungen). Die zonale Vegetation

wird darüber hinaus nach vier Höhenstufen unterschieden (collin, submontan, montan, hochmontan). Aufschlussreich sind zwei Ökogramme der Wälder außerhalb und innerhalb des Tannen- und Fichtenareals in Thüringen einschließlich einer textlichen Erläuterung.

Das Kapitel „Standörtliche Verhältnisse“ gibt einen Überblick über die naturräumliche Gliederung Thüringens, die Geologie, die Böden, das Klima und anthropogene Standortveränderungen, teilweise anhand einer Karte veranschaulicht.

Die PNV wird in sieben Obergruppen und diese wiederum in insgesamt 16 Hauptgruppen differenziert, letztere weiter in die zahlreichen Untergruppen. Als Obergruppen werden unterschieden: 1. Nass- und Auenstandorte (incl. naturnahe Binnensalzstellen), 2. Hainbuchen-Mischwälder der (wechsel-)feuchten bis (wechsel-)trockenen Standorte, 3. Eichenwälder der (wechsel-)feuchten bis (wechsel-)trockenen Standorte, 4. Buchenwälder und Mischwälder mit Buche, 5. Hochmontane Fichtenwälder, 6. Fels-, Gesteinsschutt- und Trockenrasen-Vegetation sowie 7. Weitere Einheiten (Abbaugelände, Bergbaufolgelandschaft, offene Gewässer). Am stärksten differenziert sind die Buchenwälder (4 Haupt- und 33 Untergruppen). Hierbei zeigt sich besonders die gegenüber früher deutlich veränderte Auffassung über die natürliche Verbreitung der Buche. Ihr wird mittlerweile eine wesentlich breitere Standortamplitude zugemessen, als beispielsweise noch bei SCAMONI et al. (1976) (Karte „Vegetation“ in: AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR [Hrsg.]: Atlas Deutsche Demokratische Republik, Hermann Haack, Gotha, Leipzig). Gegenüber damals werden für wesentlich größere Gebiete, darunter insbesondere im subkontinental getönten Thüringer Becken Buchenwälder als PNV angegeben, für das nach SCAMONI et al. (1976) Eichen-Hainbuchenwälder die verbreitetsten Gesellschaften sind. Ähnliches gilt für den überwiegenden Teil der Ilm-Saale-Ohrdruffer Platte, für die Eichen-Hainbuchenwald des Übergangsbereiches mit Rotbuche postuliert wurde, jetzt hingegen (Typischer) Waldgersten-Buchenwald teils im Wechsel mit Waldmeister-Buchenwald angegeben ist.

Für alle unterschiedenen Einheiten werden kurz die Standortverhältnisse charakterisiert sowie auf kleinen Karten die Verbreitung dargestellt. Zahlreiche Einheiten sind durch Fotos von charakteristischen Beständen illustriert.

Durch die Synthese der großflächig vorkommenden Vegetationseinheiten wurde eine Karte der natürlichen Vegetationsgebiete Thüringens, bestehend aus insgesamt 7 Vegetationseinheiten abgeleitet (Eschen-Hainbuchen-, Labkraut-Hainbuchen-, Hainsimsen-Buchen-, Hainsimsen-Tannen-Buchen-, Wollreitgras-Tannen-Buchen-, Waldgersten-Buchenwald und Linden-Buchenmischwald).

Im Anhang werden die natürlichen Waldgesellschaften der PNV steckbriefartig nach folgenden Kriterien vorgestellt: Syntaxa, Vegetationskomplexe, Verbreitung, Standort, Bestandsstruktur der natürlichen Waldgesellschaft (gegliedert in die Schichten), bodenständige Gehölze, heutige Bodennutzung, Ersatzgesellschaften (bei forstlicher, landwirtschaftlicher oder ohne Nutzung), repräsentative naturnahe Bestände, Schutzstatus/FFH, Gefährdung/Gefährdungsursachen sowie wichtige Literatur. Ergänzt werden diese Angaben durch Vegetationstabellen, wobei es sich um „richtige“ Vegetations- und keine Stetigkeitstabellen handelt, was ggf. die Zuordnung eigenen Vergleichsmaterials erleichtert.

Mit knapp 200 Zitaten bildet das Literaturverzeichnis eine reiche Quelle für vertiefende Beschäftigung. Die PNV Thüringens ist für den angewandten Natur- und Landschaftsschutz ein wichtiges Arbeitsmittel. Dem praktischen Gebrauch kommen vor allem die detaillierten und anschaulichen Erläuterungen sowie die gute Vergleichbarkeit der Kartiereinheiten untereinander sehr entgegen. Auch die Ausstattung mit Farbfotos, Textkarten und (Vegetations-)Tabellen trägt dazu bei. Neben dem kostenfreien Bezug dieser Arbeit bei der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (Göschwitzer Str. 41, 0745 Jena, TLUG.Post@TLUG.Thuringen.de, www.tlug-jena.de) kann zusätzlich gegen eine Gebühr von 10 € eine CD erworben werden, die neben dem Text der Broschüre und der Vegetationskarte (1 : 250.000) zusätzlich Kartenblätter der PNV im Maßstab 1 : 50.000, die dazugehörigen Legenden sowie Kurzerläuterungen zu diesen Kartenblättern enthält.

Anselm KRUMBIEGEL, Halle (Saale)

SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND LANDESBEAUFTRAGTER FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Hrsg.) (2009): Natürlich Berlin! Naturschutz- und NATURA 2000-Gebiete in Berlin. – 2. aktual. Auflage. Verlag Natur & Text Rangsdorf, 256 S., zahlr. Farbabb., 1 Karte (1 : 50.000). – ISBN 978-3-9810058-9-9. Preis 18,00 Euro.

Berlin ist nicht nur u. a. Kulturmetropole, sondern, wie das vorliegende Buch eindrucksvoll verdeutlicht, ebenso eine Naturmetropole. Wenngleich sich die Schutzgebiete auch eher in den Randbereichen der Stadt konzentrieren, können zweifellos die das gesamte Stadtgebiet durchziehenden Gewässer als ein der Natur und dem Naturschutz dienendes Netz betrachtet werden. Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere naturschutzfachlich wichtige und interessante, allerdings nicht geschützte Flächen. Alles in allem besitzt Berlin gegenwärtig 53 Naturschutzgebiete, davon 15 FFH-Gebiete, die immerhin 7% der Landesfläche ausmachen.

Das Anliegen des Buches ist neben der zusammenfassenden Darstellung der Gebiete deren Präsentation für einen breiten Interessentenkreis. Damit soll gleich an dieser Stelle ein verdienstvoller Gedanke, den das Buch verfolgt, hervorgehoben werden, dass nämlich aktiver und nachhaltiger Naturschutz ganz wesentlich auf die Akzeptanz in der Bevölkerung angewiesen ist und somit dem Motto „Man kann nur schätzen und schützen, was man kennt“ Rechnung getragen wird.

Der Behandlung der einzelnen Schutzgebiete vorangestellt sind einige einleitende und erläuternde Aspekte zum Natur- und Artenschutz sowie zu den rechtlichen Grundlagen überwiegend allgemeiner Art sowie ein speziell auf Berlin bezogener kurzer naturräumlicher Überblick.

In den Einzeldarstellungen werden die Schutzgebiete hinsichtlich ihres Landschaftscharakters, ihrer Entwicklungsgeschichte, der Tier- und Pflanzenwelt sowie der Schutz- und Pflegemaßnahmen vorgestellt. Charakteristika oder Besonderheiten werden teilweise in Kästen besonders ausführlich beschrieben. Für jedes Schutzgebiet gibt eine extra Rubrik Tipps zum Erkunden incl. einer Karte, u. a. mit Hinweisen zur Anfahrt. Piktogramme (die jedoch nur auf der Einlegekarte erläutert sind) informieren auf einen ersten Blick über „highlights“ (z.B. interessante Flora, landschaftlich reizvoll, Kulturdenkmal, erlebbar). Hervorzuheben sind die zahlreichen, durchweg gelungenen und überwiegend großformatigen Fotos. Eine Tabelle am Ende der Einzeldarstellungen gibt einen Überblick über alle Gebiete hinsichtlich ihrer Lage in den einzelnen Stadtbezirken, der Größe und des Jahres der Unterschutzstellung. Besonders für die eigenen Erkundungstouren geeignet ist die zugehörige topographische Faltkarte mit den in ihren genauen Grenzen eingetragenen Schutzgebieten. Im Gegensatz zu vielen Wanderkarten, mit einer leeren Rückseite, wo möglicher Platz für ergänzende Informationen verschenkt ist, werden alle Schutzgebiete dort mit einer knappen Zusammenfassung, einschließlich der o.g. Piktogramme, manche sogar mit einem Foto, vorgestellt.

Den Abschluss des Buches bilden ein kurzes Glossar sowie ein Adressenverzeichnis der i. w. S. mit Naturschutz befassten Behörden und Verbände.

Abschließend sei etwas kritisch auf die Beschriftung der Abbildungen verwiesen: In drei der vier einleitenden Kapitel fehlt diese mit Ausnahme der Kästen für die einzelnen Textabbildungen vollständig, während sie im Kapitel „Naturschutz gestern und heute“ vorhanden ist. Ebenso sind die meist halbseitigen Abbildungen zu Beginn der einzelnen Schutzgebietsbeschreibungen i. d. R. nicht extra beschriftet (Ausnahme: Gosener Wiesen...). Außerdem sollte die Bildbeschriftung auf der folgenden Doppelseite mit Verweis zur vorherigen (Doppel-)Seite der Übersichtlichkeit halber in der nächsten Auflage vermieden werden, zumal dank der überwiegend großformatigen Fotos eine geringfügig verkleinerte Darstellung keine Qualitätseinbuße bedeuten würde.

Mit dem Führer durch die Naturschutzgebiete Berlins liegt ein Buch vor, wie man es sich in dieser Form gleichfalls für andere Bundesländer wünscht; wissenschaftlich fundiert, didaktisch gut aufbereitet und für ein breites Publikum geeignet. Neben zahlreichen Texten und Fotos aus dem Buch können auf der Internetseite der Stadtverwaltung weitere Informationen zum Naturschutz im Land Berlin aufgerufen werden (www.stadtentwicklung.berlin.de/natur_gruen/naturschutz/natura2000/de/schutz/index.shtml).

Anselm KRUMBIEGEL, Halle (Saale)

SCHÖNWIESE, C.-D. (2008): Klimatologie. – Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. UTB 1793. 3., wesentlich verbesserte und aktualisierte Auflage. 472 Seiten mit 173 Abbildungen und 31 Tabellen im Text und Tabellenanhang. – ISBN 978-3-8252-1793-8. Preis: 29,29 Euro.

Das Buch hebt sich von den zahlreichen vorhandenen auf diesem Fachgebiet dahingehend ab, dass neben den üblichen Grundlagen der Klimatologie besonderes Augenmerk der Erläuterung der fachlichen Hintergründe des gegenwärtig intensiv und teilweise kontrovers diskutierten Klimawandels gewidmet wird.

Besonders sinnvoll erscheint für das Verständnis des gesamten Buches die anfängliche Erläuterung von häufig verwendeten Begriffen und Maßstäben, in denen sich die Prozesse im Grenzbereich Erdoberfläche – Atmosphäre abspielen. Darauf aufbauend werden die empirischen Grundlagen (Klimaelemente, Methoden und Probleme der Messung und Datenbearbeitung) ebenso wie die physikalischen (Astronomie, Strahlungs-, Wärme- und Wasserhaushalt, Luftdruck und Luftbewegung) dargelegt.

Neben der ausführlichen Beschreibung der Zirkulationssysteme in der Atmosphäre – für jedermann als Wetter und Klima wahrnehmbar – wird auch auf die wichtige und nicht ohne weiteres erkennbare Rolle der Ozeane, der Kryosphäre und der Lithosphäre für das Klima auf der Erde eingegangen.

Einen wesentlichen und wichtigen Teil des Buches nehmen die Analyse des Klimas in der Vergangenheit und der Gegenwart einschließlich seiner Wechselwirkungen mit der Biosphäre und Klimaprojektionen in die Zukunft ein. Dabei wird auch speziell den Problemen der anthropogenen Klimabeeinflussung und des Klimaschutzes Aufmerksamkeit geschenkt und das sich daraus ergebende Konfliktpotenzial angesprochen.

Besonders hervorgehoben werden muss das sehr umfangreiche und akribisch zusammengestellte Quellenverzeichnis. Auch die im Anhang aufgeführten Materialien (u. a. Umrechnungs- und Klimatabellen) ergänzen das Gesamtwerk sehr gut. Sowohl für Studenten als auch für Praktiker – physikalische Grundkenntnisse vorausgesetzt – ist das Buch als grundlegende Literatur zu empfehlen.

Jürgen DÖRING, Halle (Saale)

MESSNER, G.: Geschichte der Müritz-Nationalparkregion. – Herausgeber: Förderverein Müritz-Nationalpark e.V. – Erste Auflage. Druck und Service GmbH Neubrandenburg 2009, 208 Seiten. 149 Abbildungen, davon 95 farbige. 16 Karten, davon 15 als Abbildung und eine als Umschlag-Faltkarte. – Keine ISBN. Preis 15,00 Euro.

Vertrieb: Müritzeum Waren (<http://www.muertizeum.de>), Förderverein Müritz-Nationalpark e.V. (foerderverein@nationalpark-mueritz.de), Informationsstützpunkte des Nationalparks, lokaler Buchhandel.

Landschaften wandeln sich ständig. Wo Chronisten fehlen, geraten die oft eng miteinander verwobenen Ereignisse bzw. Prozesse aber schnell in Vergessenheit. Für den Naturschutz kann dieser Umstand fatal sein. Deshalb ist es sehr zu begrüßen, dass der Förderverein des Müritz-Nationalparks das vorliegende Buch von Gerhild Meßner pünktlich zum diesjährigen 20. Jahrestag der Parkgründung vorgelegt hat.

Frau Meßner recherchierte in mühevoller Kleinarbeit in Archiven und befragte zudem Zeitzeugen, um Facetten der Landnutzungsgeschichte sowie die Historie des Naturschutzes darlegen zu können. Entstanden ist ein lesenswertes, reich illustriertes Buch, das sich in sieben Kapitel gliedert: Zeiten, Wasser, Wald, Militarisierung, Jagd, Naturschutz, Nationalpark. Das Vorwort stammt von Prof. Dr. Hans D. Knapp.

Eine Besonderheit des Müritz-Nationalparks ist seine historisch bedingte räumliche Geteiltheit. Der Park fußt maßgeblich auf den einstigen Naturschutzgebieten „Ostufer der Müritz“ und „Serrahn“. Die Gegend um den Waldort Serrahn (östlich Neustrelitz) ist heute Teil eines deutschen Buchenwaldclusters, der jüngst zum UNESCO-Weltnaturerbegebiet nominiert wurde. Die im Buch präsentierten Skizzen zur Landschaftsgenese bzw. Landschaftsformung beziehen sich auf beide Nationalparkflächen. Sie reichen zurück bis in das Mittelpleistozän.

Selbst wer den Müritz-Nationalpark gut kennt, wird das Werk mit Gewinn zur Hand nehmen, denn manche der Fundsachen zur Landnutzungsgeschichte sind hier erstmals veröffentlicht. Zu den besonders lesenswerten Kapiteln gehört jenes zur militärischen Inanspruchnahme der Landschaften.

Es liegt in der Natur der Sache, dass einige Themen nur angerissen werden konnten. Die Forschungsgeschichte zum Beispiel ist nur knapp abgehandelt. Der Rezensent hätte sich gewünscht, dass in den entsprechenden Passagen Leistungen der Biologischen Lehr- und Forschungsstation „Faule Ort“ der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg gewürdigt worden wären. Immerhin haben Wissenschaftler der Universität in erheblichem Maße zur Erforschung des Naturschutzgebietes „Ostufer der Müritz“ beigetragen. Die Station konnte ihr Potenzial allerdings nicht voll ausschöpfen, weil es wegen eines für den DDR-Ministerpräsidenten Willi Stoph eingerichteten Staatsjagdgebietes Restriktionen gab. An einer „Wildforschung“, wie auf Seite 144 zu lesen ist, war „Faule Ort“ nach dem Kenntnisstand des Rezensenten nicht beteiligt. Forschungsschwerpunkte waren seinerzeit die Entomologie und die Geobotanik.

Am Ende des Buches (S. 191) findet sich eine Passage zur Nationalparkidee. Frau Meßner bezieht sich an dieser Stelle auf den Yellowstone-Nationalpark in den USA und betont, dass diesem Schutzgebiet einst – bei dessen Gründung – folgende Worte mit auf den Weg gegeben worden seien: *„Zum Wohle und zur Freude des Volkes und der zukünftigen Generationen“*. Seit dem Jahre 1872 ist einige Zeit ins Land gegangen. Heute lautet das „Mission Statement“ des „National Park Service“ der Vereinigten Staaten von Amerika: *„The National Park Service preserves unimpaired the natural and cultural resources and values of the national park system for the enjoyment, education, and inspiration of this and future generations.“*

Der Naturschutzbiologe oder Ökologe wird zu schätzen wissen, dass das Buch historische Fakten sammelt, mit denen der anthropogene Faktor in seiner Ausformung, Wirksamkeit und Dynamik transparenter wird. Unklar aber bleibt an mancher Stelle der Lektüre, wie sich das Tun des Menschen auf das übrige Leben bzw. die Biodiversität auswirkte und was dies für die Gegenwart und Zukunft bedeutet oder bedeuten könnte. Der Schriftsteller William Faulkner schrieb in einem Roman: *„Das Vergangene ist nicht tot; es ist nicht einmal vergangen.“*

Peter BLISS, Halle (Saale)