

Claus Mückschel

Zur Plastizität populationsbiologischer
Merkmale ausgewählter Magerrasenarten
Südthüringens unter Beweidungseinfluss



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft
München

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Zugleich: Dissertation, Gießen, Univ., 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2002

ISBN 3-8316-0114-3

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München

Tel.: 089/277791-00 – Fax: 089/277791-01

INHALT

1	Einführung und Zielsetzung	1
2	Untersuchungsgebiet	7
2.1	Lage	7
2.2	Geologisches Ausgangsgestein und Böden	7
2.3	Klima	8
2.4	Landnutzung, Flora und Vegetation	10
3	Material und Methoden	12
3.1	Untersuchungsflächen	12
3.2	Vegetationskundliche Aufnahmeverfahren	16
3.3	Standortkundliche Erhebungen	17
3.3.1	Mikroklima	17
3.3.2	Boden	18
3.4	Populationsbiologische Erhebungen	19
3.4.1	Untersuchte Arten	19
3.4.2	Quantitative Dokumentation populationspezifischer Merkmale	23
3.4.2.1	Untersuchungen zur Dichte und Dynamik	23
3.4.2.2	Bestimmung der Biomasse	23
3.4.2.3	Erfassung morphometrischer Parameter	24
3.4.3	Untersuchungen zum Keimungsverhalten	26
3.4.3.1	Keimungsverhalten unter Versuchsbedingungen	26
3.4.3.2	Aussaatversuche im Gelände	27
3.4.4	Bestimmung der Diasporenbank	28
3.5	Statistische Auswertung der Daten	30
4	Ergebnisse und Diskussion	32
4.1	Vegetation der Untersuchungsflächen	32
4.2	Abiotische Standortfaktoren	37
4.2.1	Mikroklima	37
4.2.2	Boden	48

4.23	Zusammenfassende Kennzeichnung der Untersuchungsflächen und Diskussion der Standorteigenschaften aus pflanzenökologischer Sicht	49
4.3	Populationsbiologische Untersuchungen	51
4.31	Populationsbiologische Erhebungen im Gelände	52
4.311	Ergebnisse der Untersuchungen zur Dichte und Dynamik der Populationen	52
4.312	Individuelle Biomasseproduktion	59
4.313	Morphometrische Parameter	63
4.314	Diskussion	76
4.32	Keimungsverhalten der untersuchten Arten	85
4.321	Keimungsversuche im Klimaschrank	85
4.322	Aussaatversuche	86
4.323	Diskussion	93
4.33	Diasporenbank	99
4.331	Zusammensetzung der Diasporenbank	99
4.332	Diskussion	103
4.34	Zusammenfassung der Ergebnisse	108
5	Abschließende Diskussion	111
6	Bedeutung populationsbiologischer Parameter als Indikatoren zur naturschutzfachlichen Bewertung von Nutzung und Pflege von Kalkmagerrasen	122
7	Zusammenfassung	129
8	Summary	131
9	Literatur	135
10	Anhang	149

1 Einführung und Zielsetzung

Ertragsschwache Grünlandbiotoptypen wie Kalkmagerrasen enthalten in Mitteleuropa die artenreichsten Pflanzengemeinschaften (WILLEMS 1982); gleichzeitig zählen sie zu den besonders gefährdeten Lebensräumen (RIECKEN et al. 1994, KORNECK et al. 1996).

Vegetationsökologisch können zwei Kalkmagerrasentypen (Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 43) unterschieden werden: die submediterranen Trespenrasen (Brometalia erecti Br.-Bl. 36) sowie die subkontinentalen Blauschwingelrasen (Festucetalia valesiacae Br.-Bl. et Tx. 43). Während sich die Festucetalia in Deutschland auf die Mitteldeutschen Trockengebiete (z. B. Umgebung von Halle, Mainz und Frankfurt/ Oder, vgl. MAHN 1965, KORNECK 1974, OBERDORFER 1993) sowie auf Bereiche der Inneralpen (z. B. Wallis und Vintschgau, vgl. BRAUN-BLANQUET 1936) beschränken, sind die Brometalia in Mittel- und Süddeutschland verbreitet (OBERDORFER 1993, ELLENBERG 1996). Aufgrund unterschiedlicher Wasserhaushalte lassen sich letztere weiter differenzieren in Trespen-Volltrockenrasen (Xerobromion) und Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion). Die vergleichsweise mesophilen Trespen-Halbtrockenrasen verdanken ihre großflächige Entstehung der Wiesen- und Weidennutzung im 18. und 19. Jahrhundert, wobei sie regional unterschiedlich als Wiesen mit einschüriger Mahd oder als Weiden mit Hüteschafhaltung, mancherorts auch als Triftweide mit Rindern genutzt wurden (z. B. ELLENBERG 1996).

Seit ca. Mitte des 19. Jahrhunderts werden als eine Folge der Technisierung und des Nutzungswandels der Landwirtschaft Halbtrockenrasen nicht mehr in der einstmaligen üblichen Weise genutzt (z. B. QUINGER et al. 1994). Von den ursprünglich weit verbreiteten Trespen-Halbtrockenrasen blieben in Mitteleuropa nur kleine Reste erhalten (WILLEMS 1990, ELLENBERG 1996). Während in der Vergangenheit vor allem Nutzungsintensivierungen auf ebenen und ortsnahen Kalkmagerrasenflächen zu einem Rückgang dieser zugunsten mehrschüriger Heuwiesen/ Futterwiesen geführt haben, sind heute Nutzungsrücknahmen bzw. -aufgaben für Sukzessionsprozesse auf vielen Flächen verantwortlich.

Bleibt die Nutzung auf Halbtrockenrasen aus oder wird sie extensiviert, wie es im Rahmen von naturschutzfachlichen Vorgaben bei der Pflege dieser Biotoptypenkomplexe meist geschieht (QUINGER et al. 1994), setzt die Sukzession ein, die einen weitgehenden Umbau der Vegetation und damit auch der Bestandsstruktur¹ zur Folge hat. Dabei wird keine oder nur sehr wenig Phytomasse aus dem Bestand entnommen, was zur Anreicherung einer

¹ Die Bestandsstruktur wird als vertikale und horizontale Anordnung der Bestandteile einer Phytozönose nach Qualität und Quantität definiert (WILMANN 1993) und hängt damit entscheidend von den bestandsbildenden Arten und ihrer Verteilung im Raum ab.

Streuschicht an der Bodenoberfläche führt; dies ist ein wesentliches Kennzeichen des Brachfallens. So weisen etwa acht Jahre alte Sukzessionsflächen auf grasreichen Halbtrockenrasen in Süddeutschland Streumassen von bis zu 20 dt TS/ ha auf, wie von SCHIEFER (1981) belegt worden ist; dies entsprach mehr als dem Aufwuchs eines Jahres. Als Endpunkt der Sukzession von Halbtrockenrasen stellt sich nach einer Abfolge mehr oder minder langlebiger Zwischenstadien² in der vereinfachten Abfolge Rasen-Stauden-Gebüsch-Vorwald-Vegetation schließlich ein geschlossener Wald ein (HAKES 1987, OBERDORFER 1993, ELLENBERG 1996). Innerhalb dieser physiognomisch gut abgrenzbaren Stadien der Sukzession können Sukzessionsphasen unterschieden werden, welche insbesondere durch das Hinzukommen bzw. die Zu- oder Abnahme von Arten angezeigt werden.

Spezifische Sukzessionsphasen von Halbtrockenrasen sind z. B. dadurch gekennzeichnet, dass wenige Gräser wie *Brachypodium pinnatum* oder *Bromus erectus* (z. B. SCHIEFER 1981, DIERSCHKE 1985, BOBBINK & WILLEMS 1987) oder auch in die Bestände eindringende Gehölze, wie z. B. *Prunus spinosa* oder *Crataegus monogyna* (HAKES 1987, KOLLMANN 1994) nach und nach zur Dominanz gelangen. Diagnostisch wichtig für die Beurteilung von Sukzessionsprozessen sind des Weiteren z. B. das Auftreten bzw. die Zunahme von Origanetalia-Arten im Rahmen von Versaumungsprozessen (WILMANS 1993).

Auf sukzessionsbedingte Veränderungen in der Artenzusammensetzung offener Kalkmagerrasen wird häufig hingewiesen (z. B. SCHIEFER 1981, DIERSCHKE 1985, BOBBINK & WILLEMS 1987, HAKES 1987, GRUNICKE & POSCHLOD 1991, WILMANS & SENDTKO 1995). Während Deckungsgradänderungen und Artverschiebungen im Verlauf der Sukzessionsprozesse durch diese Arbeiten gut belegt sind, gibt es bisher nur wenige Untersuchungen zur phänotypischen Plastizität³ sowie zu Änderungen im Wuchsverhalten von Magerrasenarten im Sukzessionsverlauf auf Halbtrockenrasen (vgl. KRÜSI 1981).

Die Variabilität von Merkmalsausprägungen kann bei einer Art oder Population⁴ einerseits durch die Ausbildung unterschiedlicher Genotypen erreicht werden, die an spezifische Umweltbedingungen optimal angepasst sind. Andererseits kann sie durch eine

² In dieser Arbeit wird dem Vorschlag von WESTHUS (1981) gefolgt, Stadien als mehr oder weniger stationäre Momente im Lauf der Sukzession, d. h. als vorübergehende, scheinbar stabile Beharrungszustände zu bezeichnen, Phasen dagegen als die zwischen den einzelnen Stadien auftretenden dynamischen Momente des Sukzessionsablaufes.

³ Nach BRADSHAW (1965) wird unter phänotypischer Plastizität die Fähigkeit eines Genotyps verstanden, mehr als eine alternative Form der Morphologie, des physiologischen Zustands oder des Verhaltens als Antwort auf Umweltbedingungen zu produzieren.

⁴ Gruppe von Individuen, die der gleichen taxonomischen Einheit - hier der Art - angehören und sowohl im gleichen Raum als auch zum selben Zeitpunkt zusammen vorkommen (URBANSKA 1992)

phänotypische Plastizität der Genotypen hervorgerufen werden. Die Variation der Merkmale einer Art wird an einem Standort folglich durch ein Zusammenspiel von genetischer Variabilität und phänotypischer Plastizität bestimmt (BRADSHAW 1965). Nach SCHMID (1985) ist bei einer Differenzierung in einzelne Ökotypen in der Regel die Plastizität der Genotypen größer als die Unterschiede der Merkmale zwischen den Genotypen.

Die Reaktionsnormen eines Genotypus offenbaren sich erst unter verschiedenen Umweltbedingungen. Phänotypische Plastizität als Eigenschaft von Pflanzen, auf unterschiedliche Umweltverhältnisse zu reagieren, spiegelt sich meist quantitativ wider, und zwar unter starker Gestaltsveränderung einer Art (z. B. QUINN 1987, PRIMACK & KANG 1989). Dabei weisen verschiedene Sippen⁵, aber auch verschiedene Organe einer Pflanze oft eine sehr unterschiedliche modifikatorische Plastizität auf (PRIMACK & KANG 1989, BRIGGS & WALTERS 1997).

So verwendet GLUCH (1980) in einem Experiment die (oberirdische) Biomasseproduktion sowie die Spross- und Sprossachsenlängen der Arten *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa* und *Deschampsia flexuosa* zur Bioindikation von Belastungen durch Herbizide. Individuen von *Cirsium acaule* reagieren auf Zurücknahme der Beweidung (und Mahd) anfänglich mit einem Streckungswachstum (DIERSCHKE 1985) und erreichen damit höhere Wuchshöhen in einem höheren Bestand. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch *Antennaria dioica*; die Art stellt unter Brachebedingungen zudem die Ausbildung generativer Triebe ein (SCHWABE 1990a).

Dass die phänotypische Plastizität einer Art sich nicht nur in der Morphologie der Individuen widerspiegelt, sondern deren vegetatives und generatives Reproduktionsverhalten nachhaltig beeinflusst, zeigt auch das Beispiel *Arnica montana*. Beim Fortschreiten der Sukzession, die eine Zunahme der Streuauflage und eine zunehmende Vegetationsdichte in Bodennähe verursacht, geht die Art verstärkt zur vegetativen Vermehrung über (SCHWABE 1990b). TAMM (1972) konnte zeigen, dass bei *Primula veris* unter zunehmender Beschattung - wie es auch in Brachen der Fall ist - eine Reduktion der Fertilität und eine unmittelbare Verkleinerung von Blattzahlen und -größen festzustellen ist, die Anzahl der Individuen bleibt dagegen noch längere Zeit konstant. Die Untersuchungen von KRÜSI (1981), SCHIEFER (1981), WEBER & PFADENHAUER (1987) und SCHOPP-GUTH (1993) zeigen, dass nach Nutzungsaufgabe und / oder auf einer Brache z. B. die Blütenmenge (Anzahl der Blüten pro Flächeneinheit) und damit theoretisch auch die produzierte Diasporenmenge in Magerrasen drastisch sinkt, während die Blütenvielfalt (Blütentypen verschiedener Arten) und damit die Artengarnitur noch lange Zeit unverändert

⁵ hier: Sippe als Bezeichnung für die systematische Einheit "Art"

bleiben. Erst wenn sich die Dominanzstruktur grundlegend ändert, nimmt die Blütenvielfalt stark ab.

Gerichtete Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung von Vegetationsbeständen erfolgen bei gleichbleibender Nutzung in der Regel langsam; dies betrifft insbesondere vergleichsweise stabile und "reife" Vegetationsstadien. Das Verschwinden sowie das Auftreten neuer Arten und die damit einhergehende Umstrukturierung von Beständen sind daher in der Regel (End-) Ergebnis von Prozessen, die durch Nutzungsänderung bzw. -aufgabe bedingt sind. Populationen bzw. deren Individuen können auf sich verändernde Umweltbedingungen anfänglich meist deutlich mit der Änderung morphologischer Merkmale reagieren, womit die veränderten Umweltbedingungen zeitlich früh abgebildet werden können. Aus morphometrischen Kenngrößen lassen sich quantitative Merkmale der Vitalität von Populationen und ihren Arten ableiten (vgl. NOBLE & SLAYTER 1980). Letzteres und die Gegebenheit, dass die Reaktionen der Pflanzen über veränderte morphologische Parameter oft quantitativ relativ einfach zu erfassen sind, was auch in zahlreichen experimentellen Versuchsansätzen gezeigt werden konnte (HUTCHINGS 1988), lassen sie zu einem geeigneten Indikator in der naturschutzfachlichen Bewertung verschiedener "Nutzungs- und Pflegezustände" von Magerrasen werden.

Unter sich ändernden Umweltbedingungen können in einem Bestand vorhandene Arten eine gewisse Zeit (oder auch dauerhaft?) überleben, indem sie beispielsweise ihre Wuchsform oder ihr Reproduktionsverhalten modifizieren, wie es in den zitierten Beispielen beobachtet worden ist. Solche mit der phänotypischen Plastizität in Zusammenhang stehenden Änderungen im vegetativen und generativen Reproduktionsverhalten wirken sich zeitlich versetzt auf demographische Parameter aus, wie z. B. die Individuendichte und das Verhältnis von reproduzierenden zu nicht reproduzierenden Individuen der Population(en) der betreffenden Arten. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen über die räumliche Verteilung sowie die raum-zeitlichen Wechselraten von Arten in Halbtrockenrasen von großer Bedeutung; hierüber liegen bisher kaum Daten vor.

Da die Gesamtpopulation einer Art sich neben den aktuellen Individuen der oberirdischen Vegetation auch aus den dormanten Diasporen im Boden als latente Subpopulation der entsprechenden Sippe zusammensetzt (vgl. URBANSKA 1992), sind in diesem Zusammenhang auch Diasporenbankuntersuchungen von großem Interesse.

Die Diasporenbank kann eine wichtige Rolle in der regenerativen Strategie einer Sippe übernehmen (BAKKER et al. 1996), da Arten mittels der Ausbildung einer Diasporenbank ungünstige Lebensbedingungen zeitlich überbrücken können. Die Diasporenbank speichert im Boden nicht nur vergangene und potenzielle Vegetationsbilder (ROBERTS 1981), sondern

auch die genetische und phänotypische Plastizität einzelner Arten (BERNHARDT 1993) und ist so von großer Bedeutung für das Plastizitäts-Potenzial von Arten unter verschiedenen Umweltverhältnissen.

Im Hinblick auf die Regeneration von Arten stellen insbesondere die Keimung sowie die Etablierung kritische und entscheidende Zeitabschnitte im Lebenszyklus von Pflanzen dar; Daten zum Keimungsverhalten der Arten tragen deshalb wesentlich zum Verständnis von Reproduktionsmechanismen bei.

Kenntnisse über artspezifische Reaktionen bzw. Anpassungserscheinungen bei Umweltveränderungen sind insbesondere bei der naturschutzfachlichen Bewertung von Magerrasenbeständen von praktischem Wert, denn diese Reaktionen können mittel- bis langfristig das Schicksal von Pflanzenindividuen und ihren Populationen entscheiden (BEGON et al. 1997).

Ob die bei TAMM (1972), GLUCH (1980), KRÜSI (1981), SCHIEFER (1981), DIERSCHKE (1985), PFADENHAUER (1987), WEBER & PFADENHAUER (1987), SCHWABE (1990a, 1990b) und SCHOPP-GUTH (1993) beschriebenen Beobachtungen zum unterschiedlichen (Wuchs-) Verhalten von Arten Einzelbeobachtungen sind oder ob sie weitaus häufiger auftreten und generalisierbar sind, sollen die vorliegenden Untersuchungen auf Kalkmagerrasenbiotopen klären.

Es ist Ziel der Arbeit, anhand populationsbiologischer Merkmale die Plastizität artspezifischer Reaktionen bzw. Anpassungserscheinungen von Populationen und ihren Individuen auf ausgewählten Untersuchungsflächen herauszuarbeiten. Dabei sollen für den Biotoptypenkomplex "Kalkmagerrasen" populationsbiologische Merkmale und damit quantitative Parameter ermittelt werden, die geeignet sind, naturschutzfachliche Pflegeoptionen kurzfristig auf ihren Erfolg hin zu überprüfen. In diesem Zusammenhang werden folgende Hypothesen geprüft:

1. Das Potenzial einer Art, ihre demographischen und morphologischen Merkmale an einem Wuchsort zu variieren, bestimmt die Vitalität und damit die Überlebensfähigkeit der Population bei verschiedenen Umweltbedingungen.
2. Gemein verbreitete Arten der Magerrasen besitzen hinsichtlich ihrer vegetativen und generativen Merkmalsausprägungen eine hohe Plastizität auf variablen Kalkmagerrasenstandorten und sind damit anpassungsfähiger an wechselnde Umweltbedingungen als seltene Arten.
3. Unterschiedliche Standortbedingungen lassen sich über die morphologischen und demographischen Merkmalsausprägungen von Arten differenziert charakterisieren.

In der vorliegenden Untersuchung werden *Anthyllis vulneraria*, *Carex caryophyllea*, *Centaurea scabiosa*, *Knautia arvensis*, *Plantago media*, *Scabiosa columbaria* und *Senecio jacobaea* als Sippen bearbeitet, die in Kalkmagerrasen meist häufig sind (weitere Gründe für die Auswahl vgl. Kap. 3.41). Sie erreichen auch auf den in Kap. 2 vorgestellten Untersuchungsflächen unterschiedliche Populationsdichten; bei hohen Dichten sind sie auch bestandsbildend. Zu Vergleichszwecken werden zwei auf den Untersuchungsflächen relativ seltene und zugleich gefährdete Sippen unterschiedlicher Wuchsform (*Botrychium lunaria* und *Orchis tridentata*) mit in die Untersuchungen einbezogen (vgl. KORNECK et al. 1996).

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Lage

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im westlichen Teil des Freistaates Thüringen im Naturraum „Zechsteingürtel bei Bad Liebenstein“ (vgl. HIEKEL & DITTMANN 1993), der in Form eines schmalen Bandes dem Thüringer Wald südwestlich vorgelagert ist (Abb. 1).

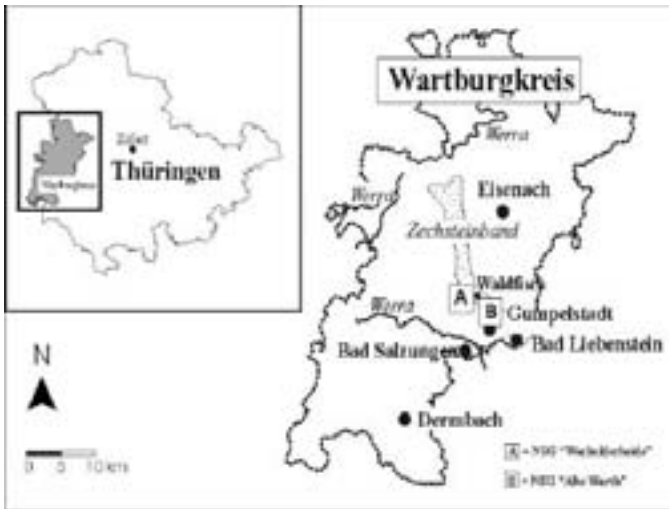


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets im „Zechsteingürtel bei Bad Liebenstein“ (Thüringen, Wartburgkreis).

Das Zechsteingebiet ist gekennzeichnet durch eine besonders hohe Reliefenergie auf kleinem Raum. Kleinere Hochflächen, runde Kuppen und bizarre Felsformen wechseln fortwährend mit kleinen Senken, Tälchen und trichterförmigen Vertiefungen ab (BEYSCHLAG & NAUMANN 1914). Die Untersuchungsflächen liegen innerhalb der beiden Naturschutzgebiete (NSG) „Wacholderheide bei Waldfisch“ (ca. 33 ha) und „Alte Warth bei Gumpelstadt“ (ca. 86 ha) im Wartburgkreis, etwa 10 bzw. 7 km nordöstlich der Stadt Bad Liebenstein. Die beiden Naturschutzgebiete sind ca. 2,5 km voneinander entfernt. Die untersuchten Flächen befinden sich auf einer Höhenlage von 350 bis 400 m ü. NN.

2.2 Geologisches Ausgangsgestein und Böden

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um ein gefaltetes Grundgebirge, das Gesteine der Erdfrühzeit (Proterozoikum) und des Erdaltertums (Altpaläozoikum) umfasst, darüber folgen die Molasseschichten des Variszischen Gebirges (Oberkarbon und Unteres Perm).