

Die Halbtrockenrasen der Fränkischen Alb – Strukturen, Prozesse, Erhaltung

von

HANS JÜRGEN BÖHMER

mit 13 Abbildungen

„Den wandemden Schritt hemmt hier nichts. Er kann weg- und pfadlos darüber hinziehen, und den Wanderer überkommt das Gefühl, in einer scheinbar ganz ursprünglichen Natur zu sein, die offen, licht und sonnig sich um ihn breitet.“

KONRAD GAUCKLER (1938)

1 Einst und heute

Trespen-Halbtrockenrasen, volkstümlich auch als Wacholderheiden bezeichnet, waren einst das Charakteristikum der Fränkischen Alb. Vor allem Wander- und Gemeindegewässer prägten über Jahrhunderte die Vegetation trockenwarmer Grenzertragsstandorte und mit ihr das Wesen der Landschaft (SCHOERNER 1936, HORNBERGER 1959, JACOBEIT 1961). Mitte des 19. Jahrhunderts leitete die Entwicklung des Überseeverkehrs den Niedergang der Schäferei und der an sie gebundenen Hutungen ein. Ab 1870 drängte billigere Importwolle u. a. aus Australien die einheimische Bauernwolle vom Markt, wenige Jahre später wurde die Schafwolle durch Baumwolle fast gänzlich ersetzt. Daneben verhängten die bisherigen Hauptabnehmerländer England und Frankreich eine Importsperr für deutsche Mastschafe. Letztendlich entscheidend war aber die seit der Jahrhundertwende auch auf der Alb spürbare Intensivierung der Landwirtschaft (vgl. WEISEL 1961), in deren Verlauf extensive Nutzungsformen fortwährend an Bedeutung verloren.

Noch 1938 schrieb GAUCKLER über die „Heidewiesen“ der Frankenalb, sie überzögen „... nicht selten kilometerweit die Flanken der Täler und weite Strecken im verkarsteten Hochland“ (S. 41). Dieses Bild hat sich inzwischen grundlegend gewandelt. Die Halbtrockenrasen unserer Tage sind nur mehr verinselte, vergleichsweise kümmerliche Zeugen überkommener Bewirtschaftungsformen. Die Bestandsvernichtung erfolgte zum einen aktiv durch den Menschen (Aufforstung, Düngung), zum anderen passiv durch natürliche Sukzession. Diese Faktoren führen in weiten Bereichen der Frankenalb auch weiterhin zur Zersplitterung bzw. Auflösung der Trockenbiotopkomplexe. Auf den nicht mehr bewirtschafteten, isolierten Restflächen sterben die thermophilen Pflanzen- und Tierpopulationen einen stillen Tod. In der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Bayerns (WALENTOWSKI et al. 1991) wird inzwischen die wichtigste Kalkmagerrasen-Gesellschaft der Frankenalb, der Enzian-Schillergrasrasen (s. u.), wegen des deutlichen Schwundes seiner Charakterarten und der merklichen Standortverlusttendenz als gefährdet eingestuft.

2 Die natürliche Vegetation und ihr anthropogener Ersatz

Die sonnigen Hänge der Frankenalb mit ihrem durchlässigen, skelettreichen Substrat sind potentiell natürlicher Wuchsort anspruchsvoller Buchenwälder, insbesondere des Seggen-Buchenwaldes (*Carici-Fagetum* Moor 52, Verband *Fagion sylvaticae* Pawl. 28, vgl. HOHENESTER 1978, 1989). Es handelt sich um einen lichten, buchenbeherrschten Waldtyp mit vergleichsweise artenreicher Krautschicht aus helio- und thermophilen Arten, u. a. den bezeichnenden trockenresistenten Seggen *Carex montana*, *Carex ornithopoda* und *Carex digitata*. Die Zusammensetzung der Baumschicht verweist mit Vorkommen von *Quercus petraea*, *Sorbus aria*, *Carpinus betulus* und *Acer campestre* auf die enge Verwandtschaft mit den thermophilen mitteleuropäischen Eichen-Mischwäldern (Verband *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 32). Für die potentielle Ausbildung verschiedenster Übergangsformen zwischen Buchen- und Eichen-Mischwäldern sprechen die auf verbuschenden Halbtrockenrasen häufigen Sträucher *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus cathartica*, *Ligustrum vulgare* und *Prunus spinosa*.

Als wichtige Kontaktgesellschaft am trockenen „Flügel“ des *Carici-Fagetum* verdient ferner der Dolomitsand-Föhrenwald (*Anemono-Pinetum* Hohenest. 60) besondere Erwähnung. Es ist umstritten, ob die Gesellschaft zur potentiell natürlichen Vegetation zu rechnen ist. Verwandte Bestände stocken jedoch nicht selten als Hauptelement einer Sukzessionsreihe auf brachgefallenen Magerweiden (siehe Kap. 3.3.2), an deren Ende wiederum das *Carici-Fagetum* steht (vgl. HOHENESTER 1989: 81).

Der wirtschaftende Mensch veränderte und verdrängte diese Waldgesellschaften. Durch den Wegfall des Baumschattens ergaben sich in Bodennähe südexponierter Hanglagen extreme Klimabedingungen, wie sie in der ursprünglichen Landschaft nur auf natürlicherweise waldfreien Felsköpfen anzunehmen sind. Der Umsatz der Sonneneinstrahlung erfolgte nicht mehr im Blätterdach von Baumkronen, sondern direkt an der Bodenoberfläche, wodurch Temperatur-, Luftfeuchte- und Windgeschwindigkeitsamplituden enorme Werte erreichten (vgl. ELLENBERG 1986: 616). Arten subkontinentaler Steppen und submediterraner Karstfluren besetzten allmählich diese anthropogene ökologische Nische in Mitteleuropa (vgl. u. a. GAUCKLER 1930, SCHÖNFELDER 1970), und es entstanden Halbkultur-Formationen, die den extremen mikroklimatischen Bedingungen ebenso wie der anthropo-zoogenen Beanspruchung gewachsen waren: die Trespen-Halbtrockenrasen (Verband *Bromion erecti* Br.-Bl. & Moor 1936).

Im Bereich der Frankenalb wird der auch als *Mesobromion* bezeichnete Verband fast ausschließlich von Varianten des bereits erwähnten Enzian-Schillergrasrasens (*Gentiano-Koelerietum pyramidatae* Knapp 1942 ex Bornkamm 1960, östliche *Festuca sulcata*-Rasse, vgl. OBERDORFER 1978: 137f. und POTT 1992: 255) vertreten. Kennarten der wichtigsten Subassoziationen sind *Sesleria varia* (*Gentiano-*

Koelerietum seslerietosum) und *Teucrium montanum* (*Gentiano-Koelerietum teucrietosum*, Südliche Frankenalb). Das von SCHUSTER (1980) angegebene *Festuco rupicolae-Brometum* wird als Variante des *Gentiano-Koelerietums* im erweiterten Sinne aufgefaßt.

Wie jüngere Erkenntnisse nahelegen, ist die pauschale Eingliederung des *Gentiano-Koelerietums* der Fränkischen Alb in die „östliche *Festuca sulcata*-Rasse“ nicht unproblematisch (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1989, SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990, SIEBEN & OTTE 1992), weil *Festuca sulcata* (= *Festuca rupicola*, *ssp. rupicola*) v. a. im Norden der Fränkischen Alb größere Verbreitungslücken aufweist. Im nachfolgenden Text werden deshalb *Festuca sulcata* und *Festuca lemanii*, *var. guestfalica* zur Fehlerminimierung als *Festuca ovina* agg. angesprochen, zumal über Systematik und Nomenklatur der Kleinarten dieses Aggregats noch immer keine Klarheit herrscht (vgl. u. a. SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: 72).

3 Strukturen als Ausdruck natürlicher und anthropo-zoogener Dynamik

Natürliche und anthropogene Dynamik stehen sich auch im Falle der Xerotherm-Standorte der Fränkischen Alb als Antagonisten gegenüber. Menschliche Einflußnahme schuf aus dem walddreichen Mittelgebirge für Jahrhunderte eine offene, verstärkt zur Verkarstung neigende Landschaft. Demgegenüber äußert sich die



Abb. 1: Weidende Schafe auf einem Kalkmagerrasen-Relikt bei Kipfenberg, Juli 1994. Herde des Rentners und Hobby-Schäfers Johannes Egerer

natürliche Dynamik im fortwährenden Bestreben zur (Wieder-)Etablierung naturnaher Bedingungen, also der potentiell natürlichen Waldvegetation. Wurde diese Entwicklung noch bis in die vierziger Jahre u. a. durch Wanderschäferi gezügelt bzw. unterbunden, so vollzog sich gerade in den letzten Jahrzehnten ein radikaler Wandel im Landschaftsbild, der in den unterschiedlichen strukturellen Erscheinungsformen des *Gentiano-Koelerietums* und seiner Folgegesellschaften zum Ausdruck kommt. Die Palette reicht von überweideten, erosionsgefährdeten Schafweiden bis zu Vorwaldstadien, die eine Rückkehr des Buchenwaldes absehbar machen.

3.1 Strukturen intakter Rasen

3.1.1 Offene Rasenflächen

Idealtypische Ausbildungen offener, bewirtschafteter Rasenflächen sind gleichermaßen von Gräsern (*Bromus erectus*, *Festuca ovina* agg., *Koeleria pyramidata*, *Brachypodium pinnatum*, etc.) wie von Kräutern (v. a. *Leguminosae* wie *Medicago*, *Anthyllis*, *Lotus*, etc.) beherrschte Formationen. In trockenen Ausbildungen auf felsigem Terrain, also in Kontakt zu primären Kalkmagerrasen, spielen mitunter auch *Carex humilis* (Übergang zum *Pulsatillo-Caricetum humilis* Gauckler 1938 em. Oberd. & Korneck) und *Sesleria varia*, in der Südlichen Frankenalb *Teucrium montanum* eine wichtige Rolle (u. a. SIEBEN & OTTE 1992).

Die von Schafen gern verschmähte, polykormone Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*) ist bisweilen in der Lage, den durch selektive Unterbeweidung erlangten Konkurrenzvorteil zur flächigen Verdrängung der übrigen Magerrasenarten zu nutzen. Auf diese Weise, z. T. unterstützt durch Eutrophierung, entstehen mehrere Meter durchmessende, inselartige Bestände von *Brachypodium pinnatum*, die sich im zeitigen Frühjahr durch ihre helle Färbung deutlich von der Umgebung abheben. Im dichten Filz dieser „Zwenken-Inseln“ gedeiht ein nur schmales Spektrum anderer Arten (BÖHMER et al. 1990). Steteste Begleiter sind *Festuca ovina* agg. und *Achillea millefolium*. Dennoch muß betont werden, daß in den bewirtschafteten Rasenflächen der Fränkischen Alb ein deutliches Übergewicht von *Brachypodium pinnatum* die Ausnahme ist. Die von OBERDORFER (1978: 111) aufgestellte These, wonach *Bromus erectus* bei Beweidung durch *Brachypodium* verdrängt wird, findet im Untersuchungsgebiet kaum Bestätigung. Tatsächlich dominiert auf vielen Weiden die Trespe, zumindest aber halten sich beide Arten die Waage.

3.1.2 Ameisenhügel

Zu den charakteristischen Merkmalen vieler Schafweiden zählen markant aufgewölbte Nester z. B. der Gelben Wiesenameise (*Lasius flavus*). Sie tragen oft nur eine schütterere Pflanzendecke, an der fast immer *Thymus pulegioides* beteiligt ist. Nach Erkenntnissen von VOGEL (1992) ist *Thymus pulegioides* manchmal auf den Hügeln



Abb. 2: Pottenstein, ca. 1930. Die Talfanken und die angrenzende Albhochfläche werden ebenso wie der Standort des Photographen nahezu vollständig von Kalkmagerrasen-Komplexen eingenommen. Photographie: H. Scherzer



*Abb. 3: Pottenstein im Juli 1994, etwa gleicher Standort. Im Landschaftsbild hat sich ein radikaler Wandel vollzogen: Die Stadt erscheint eingebettet in eine Waldlandschaft. Selbst die Felsgruppe am linken Bildrand von Abb. 2 ist unter einem *Pinus sylvestris*-Bestand verschwunden*

sogar häufiger zu finden als im offenen Rasen. Dieser Umstand wird damit erklärt, daß die kriechenden Triebe der Pflanze die permanente, durch Ameisenaktivität bewirkte Feinerdeumlagerung besser verkraften als konkurrierende, anatomisch benachteiligte Arten. Ausgesprochen häufig sind auf den Hügeln ferner *Festuca ovina* agg., *Galium verum* und *Brachypodium pinnatum* anzutreffen.

Die Ameisen lagern überflüssiges Erdmaterial bevorzugt auf der nach Süden gewandten Seite des Hügels ab, wo eine charakteristische Freifläche entsteht. Diese winzigen Bestandslücken werden gerne von konkurrenzschwachen heliophilen Therophyten wie *Thlaspi perfoliatum*, *Arenaria serpyllifolia* und *Calamintha acinos* besiedelt. Zu erwähnen ist auch ausdrücklich die faunistische Bedeutung des Strukturelementes „Ameisenhügel“, das Arthropoden wie *Pardosa pullata* oder *Chorthippus dorsatus* und sogar Zauneidechsen als Sonnplatz dient (vgl. VOGEL 1992).

3.1.3 Gehölze

Einzelne Sträucher wie die hier und da aufragenden *Juniperus*-Kegel, aber auch ganze Gebüschgruppen gehören durchaus zum Inventar intakter Halbtrockenrasen. Sie bewirken v. a. aus avifaunistischer Sicht eine strukturelle Aufwertung offener Rasen. Auf manchen Schafweiden finden sich zudem mächtige, freistehende Einzelbäume. Es handelt sich dabei um Hutebäume, meist Eichen, Buchen oder Fichten, die als Schattenspender geduldet wurden.

3.1.4 Spezifische Strukturen überweideter Halbtrockenrasen

Das typische Erscheinungsbild überweideter Halbtrockenrasen ergibt sich zum einen aus der selektiven Überweidung wohlschmeckender Arten bzw. selektiven Unterbeweidung zäher, dorniger oder ungenießbarer Arten, zum anderen aus der hohen Trittbelastung. Zunächst fällt die extrem kurzrasige Struktur ins Auge, aus der einzelne, selektiv unterbeweidete „Weideunkräuter“ herausragen. Dazu zählen dornige Sträucher und Halbsträucher (*Prunus spinosa*, *Juniperus communis*, *Ononis spinosa*), giftige (*Euphorbia cyparissias*), distelige (*Carlina acaulis*, *Carlina vulgaris*) sowie zähe (*Echium vulgare*) Arten. Neben ihnen erhalten trittresistente Grundrosettenpflanzen wie *Plantago media* oder *Hieracium pilosella* einen merklichen Konkurrenzvorteil.

Mit der übermäßigen Bestoßung der Weideflächen ist oft auch eine geomorphologische Besonderheit verbunden: die Entstehung von Viehtreppen. Ferner entstehen dort, wo Wege und Geländekanten die Rasenflächen durchschneiden, charakteristische Erosionsflächen, die durch Viehtritt hangaufwärts erweitert werden. Diese offenen Bodenstellen spielen eine wichtige Rolle als pflanzliche Pionierstandorte und Sonnplätze für Insekten. Zu den stetesten Pionierpflanzen gehören *Bromus erectus*, *Sanguisorba minor*, *Thymus pulegioides*, *Festuca ovina* agg. und *Asperula cynanchica*.



Abb. 4: Triftweg im Püttlachtal zwischen Tächersfeld und Pottenstein, ca. 1930,
Photographie: H. Scherzer



Abb. 5: Der gleiche Standort im Juli 1994. Lediglich Einzel Exemplare von *Juniperus communis* (rechter Vordergrund) zeugen noch von der einstigen Existenz eines Halbtrockenrasens

3.2 Die „Versaumung“

Werden Halbtrockenrasen nicht mehr oder nur in Abständen von mindestens drei Jahren bewirtschaftet, können von den Rändern benachbarter Wälder oder Gebüschgruppen thermophile Saumarten (Klasse *Trifolio-Geranietea*, Verband *Geranion sanguinei*) in die Rasen einwandern. Es handelt sich vorwiegend um vergleichsweise hochwüchsige, spätblühende Stauden, die in häufig gemähten oder beweideten Flächen nicht ausreifen können. Im Stadium einsetzender Versaumung sind Kalkmagerrasen sehr artenreich, da ihre meist niedrigwüchsigen Charakterarten durch die Vertreter thermophiler Säume zunächst nur stellenweise beeinträchtigt werden. Erst bei fortschreitender Versaumung fallen vor allem kleinere Arten rasch aus. Typische Versaumungszeiger sind *Geranium sanguineum*, *Peucedanum cervaria*, *Polygonatum odoratum*, *Anthericum ramosum* und *Vincetoxicum hirundinaria*, ferner *Bupleurum falcatum*, *Fragaria viridis* und *Veronica teucrium*, in der Altmühl-Alb auch *Trifolium rubens*.

Im Schatten benachbarter Bäume dringen nicht selten die bereits erwähnten Bestände von *Brachypodium pinnatum* zungenförmig in offene Rasen vor. Begleitet von Stauden wie *Hypericum perforatum*, *Centaurea jacea* und *Daucus carota* bildet *Brachypodium* einen dichten, artenarmen Filz, der das Aufkommen von Gehölzkeimlingen unterbindet (vgl. WOLF 1980). Auch KOLLMANN (1992) beobachtete, daß nach dem Brachfallen der Halbtrockenrasen die Chancen einer generativen Neuan siedlung für Gehölze erheblich sinken.

3.3 Strukturen verbuschender Rasenflächen

Durch Verbuschung bedingter Lichtmangel ist die Hauptursache für das Verschwinden charakteristischer Magerrasenarten. Gleichzeitig ändert sich das Mikroklima im Gehölzschatten auf drastische Weise: Die Werte für die Luft- und Bodentemperatur liegen ca. 50% unter denen offener Rasen (HAKES 1987). Nach HAKES führt die Beschattung zunächst zu einer Verminderung der Evapotranspiration. Diese wiederum zieht eine Verbesserung des Bodenwasserhaushaltes nach sich, wodurch die Bedingungen für eine mikrobielle Zersetzung der anfallenden organischen Substanz günstiger werden. Die Folge ist eine Anreicherung von Nährstoffen.

Früher wurden aufkommende Gehölze durch Ziegenverbiß in Schach gehalten oder durch den Schäfer mit der Hippe entfernt. Heute greift auf unbewirtschafteten Flächen eine rasche „Verbrachung“ um sich, deren Kennzeichen neben der bereits abgehandelten Versaumung vor allem eine rasche Gehölzausbreitung ist. Diese geht entweder von randlichen, z. B. auf Lesesteinhaufen etablierten Hecken aus oder von Einzelbüschen im offenen Rasen, die als Ausbreitungskerne (Ammenpflanzen) fungieren. Bei der Verbuschung von Halbtrockenrasen der Frankenalb kommt *Prunus spinosa* und *Pinus sylvestris* eine tragende Rolle zu, wobei Schlehen- und Kiefersukzession oft räumlich getrennt ablaufen.



*Abb. 6: Ailsbachtal mit Ludwigshöhle unweit Burg Rabenstein, ca. 1930.
Photographie: H. Scherzer*



Abb. 7: Gleicher Standort, Juli 1994. Der Halbtrockenrasen auf der linken Talflanke ist vollkommen verbuscht. Der bereits auf Abb. 6 in Verbuschung begriffene Halbtrockenrasen am rechten Bildrand ist heute ein Kiefern-Altbestand

3.3.1 Die Schlehe (*Prunus spinosa*)

Das Aufkommen von *Prunus spinosa* in unterbeweideten oder ungenutzten *Gentiano-Koelerieten* ist sehr problematisch. Die Pflanze besitzt die Fähigkeit, sich über Wurzelsprosse (Polykormone) fortzupflanzen. Nach WOLF (1980) treten rhizogene Sprosse bei Verbiß, Gehölzentnahme oder extremen Standortverhältnissen (z. B. trockenwarme Schlehenkrüppelhalden, s. u.) verstärkt auf. Die aus diesem Umstand erwachsende Pflegeproblematik liegt auf der Hand. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wurzelsprosse wird aus verschiedenen Naturräumen mit 0,25 - 1m pro Jahr angegeben.

Pionerbüsche von *Prunus spinosa* werden in beweideten Halbtrockenrasen vom Vieh in der Regel zunächst so stark verbissen, daß sie verkrüppeln und lange Zeit kaum über 30-50 cm Wuchshöhe erreichen. Gelingt das Aufkommen weiterer Exemplare (Wurzelsprosse) um die Mutterpflanze, werden diese zunächst zwar ebenfalls verbissen, bilden jedoch bald eine dicht stehende Gruppe, die früher oder später vom Weidevieh nicht mehr betreten wird, zumal im Gehölzschatten das kaum genießbare *Brachypodium pinnatum* bereits hohe Deckungswerte erreicht. Verbissen werden jetzt nur noch die randlich stehenden Schlehen, während die im Zentrum der Gruppe stehenden Individuen unbehelligt in die Höhe wachsen können. In stark verbuschten Flächen wird *Prunus spinosa* allmählich von höherwüchsigen, großblättrigen Laubböhlzern abgelöst. Nur im Bereich kleinflächiger Auflichtungen sind hier noch stellenweise Magerrasenarten zu finden, ihr Verschwinden ist eine Frage der Zeit.

In den fortgeschrittenen Stadien der Verbuschung ist die Grasnarbe unter den Gehölzen bereits stark aufgelockert, und es können Gehölzkeimlinge aufkommen. Ab diesem Zeitpunkt setzt wieder ein deutlicher Artenzuwachs (z. B. *Cornus sanguinea*, *Quercus robur*) ein, der nach Erkenntnissen KOLLMANNNS vor allem auf endozoochoren Sameneintrag durch Vögel zurückzuführen ist. Ein Vorwaldstadium ist schließlich erreicht, wenn im Zentrum der Gebüschgruppe Bäume aufkommen, die Sträucher überragen und zunehmend in die Peripherie des Bestandes abdrängen.

Betrachtet man die Schlehen-Verbuschung aus einem zoologischen Blickwinkel, ergibt sich manchmal sogar ein positiver ökologischer Effekt. WEIDEMANN (1989) beobachtete, daß Initialstadien der Schlehenverbuschung mit etwa 20-30 cm hohen Polykormonsprossen auf skelettreichem Grund („Schlehenkrüppelhalden“) dem eigentlich an echte Xerothermstandorte gebundenen Segelfalter (*Iphiolides podalirius*) als Ersatzstandort dienen. Hier finden sich im bodennahen Hitzestau über Kalkscherben für die Eiablage geeignete Zweigpartien. Wachsen die Schlehen weiter in die Höhe, erlischt der submediterrane Sonderstandort und mit ihm die Segelfalter-Population. Die Bindung an bestimmte Sukzessionsstadien ist nach WEIDEMANN bei einer ganzen Reihe von Lepidopteren festzustellen, u. a. auch den Nachtfaltern *Calimorpha dominula* und *Dasychira selenitica*, wobei letzterer offensichtlich an Initialstadien der Kiefernverbuschung gebunden ist.



Abb. 8: Wolfsberg im Trubachtal, ca. 1930. Ruine und Trockenbiotop-Komplex bilden eine stattliche Kulisse. Photographie: H. Scherzer



Abb. 9: Wolfsberg im Juli 1994. Die Halbtrockenrasen des Biotopkomplexes sind verschwunden. Helio- und thermophile Arten finden nur noch auf den waldfreien Felsköpfen einen Zufluchtsort

3.3.2 Die Kiefer (*Pinus sylvestris*)

Viele der im Verlauf dieses Jahrhunderts aufgelassenen Halbtrockenrasen tragen gegenwärtig einen lichten Baumbestand aus Kiefern. *Pinus sylvestris* ist besser als andere Gehölze in der Lage, auf brachliegenden Magerweiden generativ Fuß zu fassen. Aufforstungen mit Kiefern sind heute die Ausnahme geworden, weitaus üblicher (und folgenschwerer) ist die Anpflanzung von Fichten (*Picea abies*).

Zwar zählen im Gegensatz zur Schlehe Polykormonbildung und dichter Kronenschluß nicht zu den Eigenschaften der Wald-Kiefer, doch mag folgendes Beispiel verdeutlichen, daß auch die initiale Kiefern Sukzession rasch ein vollständiges Verschwinden der Magerrasenarten einleiten kann. In einer dichtstehenden, etwa zehnjährigen *Pinus*-Gruppe bei Weidlwang/Opf. nahm *Brachypodium pinnatum* mehr als 95% der Krautschicht ein. Die restlichen Anteile entfielen auf wenige Exemplare von *Primula veris* und *Viola canina* sowie Einzelexemplare von *Astragalus glycyphyllos*, *Euphorbia cyparissias* und *Agrimonia eupatoria*. Einziges Laubholz der Gruppe war ein junger Hartriegel (*Cornus sanguinea*), während das unweit kümmernde *Juniperus*-Exemplar ein Relikt aus unbeschatteten Tagen darstellte.

Das recht dauerhafte Reifestadium der Kiefern Sukzession zeichnet sich durch eine relativ dichte, von Gräsern beherrschte Krautschicht aus. Meist dominiert *Brachypodium pinnatum*, unter besonders trockenen Bedingungen („Primärstandorte“) örtlich auch *Sesleria varia*. Bezeichnende Arten solcher „Kiefernwälder“ sind auf kleinen Freiflächen in Stammnähe *Polygala chamaebuxus* und *Carex ornithopoda*. Im lichten Saum finden sich nicht selten *Anemone sylvestris*, *Epipactis atrorubens*, *Pulsatilla vulgaris* und *Carlina acaulis*.

Diese für die Kuppenalb typische Erscheinung verdeutlicht die enge Beziehung mit dem *Anemone-Pinetum*, das nicht nur im Bereich größerer Dolomitsand-Akkumulationen (die allerdings von RAAB et al. 1993 in den von HOHENESTER 1960 und MERKEL 1979 angegebenen Mächtigkeiten nirgends angetroffen wurden) als potentiell natürlich in Erwägung gezogen wurde (GAUCKLER 1938, SEIBERT 1968). Schon WEISEL (1971) setzt sich kritisch mit dieser Einschätzung auseinander und betrachtet die gegenwärtige Dominanz der Kiefer („Steppenheide-Föhrenwälder“) als vorübergehende Erscheinung im Zuge der kulturlandschaftlichen Umgestaltung (vgl. unten). Auf weniger extremen Standorten wird das Kiefernstadium vielerorts bereits von einer üppigen Strauchschicht (z. B. mit *Quercus robur*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa* und *Berberis vulgaris*) begleitet. In diesen Beständen spielt im Laufe der Zeit auch *Fagus sylvatica* eine immer größere Rolle, und so ist der Zeitpunkt absehbar, zu dem die Buche ihren angestammten Lebensraum wieder dominiert.

Genaue Angaben über die Flächengewinne des Waldlandes infolge Nutzungsänderungen bzw. -aufgabe gibt es nur für Teilgebiete. WEISEL untersuchte die Zunahme des Waldanteils am Beispiel des nördlich von Wiesent- und Ailsbachtal gelegenen Bereiches der Frankenalb. Von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis etwa 1960 stieg der Waldanteil in den 94 zum Arbeitsgebiet gehörenden Gemeinden von



Abb. 10: Alfeld um 1930. Auf dem intensiv beweideten Halbtrockenrasen am rechten Bildrand sind Viehgangeln zu erkennen. Photographie: H. Scherzer



Abb. 11: Alfeld, Juli 1994. Auf der ehemaligen Intensivweide stockt ein dichter Mischwald. Die Halbtrockenrasen der Umgebung sind ebenfalls in Auflösung begriffen oder bereits unter Wald und Bebauung verschwunden

13550ha (= 20,4%) auf 25600ha (= 38,5%). 76% aller Neuwaldflächen sind dort ausschließlich mit Kiefern bestockt. Schwerpunkte dieser Vorgänge sind aufgegebene Magerweiden, z. B. die um 1850 noch „... auffallend schwach bewaldeten traufnahen Teile und das stärker reliefierte Gebiet an der unteren Aufseß (...), wo sich die Waldfläche in vielen Gemarkungen um mehrere hundert Prozent vervielfachte“ (S. 61). Die *Projektgruppe ABSP* (1994) errechnete für die Alb zwischen Schambach- und Altmühltal östlich von Treuchtlingen 970ha Hutungsfläche im Jahre 1830, von denen augenblicklich noch 302 ha (=31,1%) erhalten sind (S.22).

4 Der Biotopverbund als Strategie zur Erhaltung der Halbtrockenrasen

Die Schaffung von Biotopverbundsystemen ist eine relativ neue Schutzstrategie (vgl. JEDICKE 1990), sieht man einmal davon ab, daß der Biotopverbund in der extensiv genutzten Kulturlandschaft vergangener Zeiten eine Selbstverständlichkeit war (vgl. BLAB 1992). Die Strategie wirkt der Verinselung von Lebensräumen entgegen, indem sie Möglichkeiten sucht, in der Kulturlandschaft isolierte Populationen bzw. Lebensräume miteinander zu verknüpfen. Je nach Flächengröße und Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars werden die Restvorkommen als Refugialbiotope oder Trittsteine eingestuft. In einem Verbundsystem werden diese durch geeignete Korridore (z. B. Heckenzeilen, Straßenränder) verbunden, die Organismengruppen der Refugialbiotope erhalten so theoretisch die Möglichkeit, ihren Genpool durch den Kontakt mit Nachbarpopulationen aufzufrischen.

Daß ein auf solche Weise künstlich geschaffener Halbtrockenrasen-Verbund ohne weiteres Zutun keineswegs funktionieren muß, deuten indes erste Erfahrungen aus anderen Naturräumen an (u. a. MAAS 1994). Es gelingt bei entsprechender Pflege relativ problemlos, vorhandene Kalkmagerrasen zu erhalten – bei weitem überschätzt aber wurde bisher offensichtlich das Ausbreitungsvermögen vieler ihrer pflanzlichen Charakterarten. MAAS räumt zwar ein, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Diasporen durch gezielte Bewirtschaftung erhöht werden kann, „... ohne daß aufwendige Verfahren wie Ansalbung aus Samen von eigens gewonnenem Mähgut o. ä. notwendig sind. Trotzdem bedeutet die Entwicklung von magerrasenähnlichen Pflanzengemeinschaften eine Aufgabe von Jahrzehnten“ (S. 60). Hier zeigt sich, daß die aus der Zoogeographie übernommene, in der Theorie durchaus einleuchtende Konzeption bei der naturschutzfachlichen Anwendung auf pflanzliche Zielorganismen neu bewertet werden muß.

Hinzu kommt eine große Unsicherheit über die Größe von Minimalarealen und Minimalpopulationen, weil katastrophale Ereignisse wie Jahrhundertwinter auch nach mehrjährigen Ökosystemanalysen unkalkulierbar bleiben. BLAB stellt deshalb fest: „Wir können gar nichts anderes tun, als uns am Gegebenen zu orientieren und zu versuchen, davon so viel wie irgendmöglich dauerhaft zu sichern. (...) Sichern ist besser als Neuanlegen bzw. Renaturieren“ (1992: 423).



Abb. 12: Altmühltal bei Obereichstätt, ca. 1930. Durch Überweidung ist im Vordergrund stellenweise das Bodenskelett freigelegt. Photographie: H. Scherzer



Abb. 13: Altmühltal bei Obereichstätt, Juli 1994. Der Halbtrockenrasen oberhalb der Ortschaft ist weitgehend verbuscht. Extensivere Nutzung führte auf dem Bestand im Vordergrund zur Ausbildung von Vertikalstrukturen der Grasnarbe, die dem Boden aufliegende Steine verdecken

Aber wie ist es eigentlich um die Restituierbarkeit verbuschter bzw. aufgeforsteter Halbtrockenrasen bestellt? WALENTOWSKI et al. (1991) schätzen sie als „mittelmäßig“ ein, eine vage, wohl spekulative Angabe. Erste konkrete Ergebnisse zu dieser Fragestellung legten POSCHLOD & JORDAN (1992) nach Untersuchungen im Kreis Ludwigsburg vor. Nach Entfernung einer ca. 20 Jahre alten Fichtenaufforstung wurde die Sukzession im ersten Jahr von Kalkmagerrasenarten eingeleitet, die sich aus noch im Boden vorhandenen Diasporen entwickelten; *Medicago lupulina*, *Euphorbia cyparissias* und *Lotus corniculatus* traten dabei besonders in Erscheinung. Dagegen konnten sich bis zum Ende der Untersuchungen (Ende des zweiten Jahres) weitere Arten aus den angrenzenden Halbtrockenrasen nicht etablieren.

Auch hier resümieren die Autoren, daß zur Wiederherstellung der ursprünglichen Kalkmagerrasenstruktur die Durchführung von Mahd und Beweidung nach der Rodung unerlässlich ist: „Langfristig macht es in der Naturschutzpraxis keinen Sinn, Lebensräume zu konservieren, die nicht in ein Landnutzungskonzept eingebunden sind“ (S. 119). Das ist der Nenner, auf den sich die praktischen Erfahrungen des Magerrasenschutzes vergangener Jahre bringen lassen. Die Erfolge medienwirksamer Entbuschungsaktionen sind begrenzt, und ohne begleitendes Nutzungskonzept geraten solche Aktionen zur Sisyphusarbeit. Ähnliches gilt für andere Pflegemaßnahmen wie Mahd, Mulchen oder kontrolliertes Brennen. Alle Maßnahmen sind auf Dauer nur dann sinnvoll und finanzierbar, wenn sie schnell in ein Nutzungskonzept münden. Im Falle der Fränkischen Alb hieße das: Einbindung intakter oder entbuschter bzw. ausgehagerter Halbtrockenrasen in Triftsysteme, die eine geregelte Wanderschäuferei erlauben. Dieser Erkenntnis wird inzwischen bei der Umsetzung des Bayerischen Arten- und Biotopschutzprogrammes (ABSP) Rechnung getragen, u. a. im Altmühl- und im Weißmaintal (*Projektgruppe ABSP* 1994, REBHAN 1992).

Damit ist aber einigen gefährdeten Pflanzenarten noch nicht geholfen, denn gerade sie zeigen ein sehr begrenztes Ausbreitungsvermögen. Zu dieser Gruppe gehören nach KRAUSE (1940) neben den bereits genannten *Carex humilis*, *Sesleria varia* und *Teucrium montanum* auch *Pulsatilla vulgaris*, *Anthericum ramosum* und *Aster linosyris*. Sie alle besiedeln Kontaktflächen nur in Ausnahmefällen. Ihre Wuchsorte sind praktisch nicht ersetzbar und bedürfen besonderen Schutzes.

5 Schutzwürdig oder nicht?

Ohne die Bemühungen des ABSP und regionaler Initiativen schmälern zu wollen – die Rettung der verbliebenen Halbtrockenrasen auf der Frankenalb fiel schwerer, kämen dem Naturschutz nicht handfeste kommerzielle Interessen zu Hilfe. Die „Wacholderheide“ ist das wiederentdeckte Kapital eines strukturschwachen Gebietes, in dem der Fremdenverkehr eine wesentliche Erwerbsquelle geworden ist. Halbtrockenrasen dienen als unverzichtbares Requisite spektakulärer Burgansichten oder fremdländisch anmutendes Kuriosum für Mittelgebirgswanderer. Um ihrer

selbst willen schien sie bis vor kurzem nur wenigen schützenswert: Orchideen- und Schmetterlingsfreunden etwa, die freilich allzuoft nur einen sehr kleinen Ausschnitt dieses Lebensraumes wahrnehmen. Und schließlich werden auch diese Fragen oft gestellt: Kann bzw. soll ein anthropogener, also nicht natürlicher Lebensraum Gegenstand des Naturschutzes sein? Handelt es sich dabei nicht eher um Kulturlandschaftsschutz, bei dessen konsequenter Fortführung am Ende eine übermäßig pflegeintensive, museale Landschaft aus anthropogenen Ersatzgesellschaften entstünde?

Zugegeben – die eingewanderten oder reliktsichen subkontinentalen, submediterranen und dealpinen Arten besitzen ihren Verbreitungsschwerpunkt anderswo und wären durch einen Wegfall der mitteleuropäischen Vorposten in ihrem Fortbestand kaum gefährdet. Gefährdet ist vielmehr der Lebensraum an sich, das *Gentiano-Koelerietum* als soziologische Einheit – ein Aspekt, der durch die Abkehr vom reinen Artenschutz nicht mehr übersehen wird. Ferner sind Halbtrockenrasen als Gegenstand botanischer wie zoologischer Feldforschung von wissenschaftlichem Interesse. Als Halbkulturformation mit Denkmaleigenschaft könnten sie sogar eine zusätzliche wissenschaftliche Bedeutung für die Angewandte Historische Geographie gewinnen (BENDER 1994). Und schließlich weisen ihnen ihre Schönheit und Zugänglichkeit eine wichtige Funktion als pädagogisches Instrument zur Förderung unseres Umweltbewußtseins zu.

Aus den genannten Gründen sollte die Schutzwürdigkeit dieser lebendigen Zeugen unserer Kulturgeschichte nicht umstritten sein. Die bisher getroffenen Schutzmaßnahmen, z. B. im Rahmen des ABSP, sind aber nur zur punktuellen Erhaltung des einst landschaftsprägenden Lebensraumes geeignet – und damit gehören die Zeiten, in denen sich die Heidewiesen der Frankenalb „nicht selten kilometerweit“ über die Flanken der Täler hinstreckten, wohl endgültig der Vergangenheit an.

6 Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danke ich Herrn Prof. Dr. Uwe Treter und Herrn Dr. Andreas Stützer, beide am Institut für Geographie der Universität Erlangen-Nürnberg, sowie Herrn Diplom-Geograph Oliver Bender, Lehrstuhl I für Geographie der Universität Bamberg. Herrn Dipl.-Ing. Bernd Raab, Referent für Landschaftsökologie beim Landesbund für Vogelschutz (LBV) in Hilpoltstein, schulde ich Dank für die gewährte Unterstützung bei der Materialbeschaffung. Herr Reinhard Thielsch und Frau Susanne Plack, M.A., vom Stadtplanungsamt Fürth halfen bei der Bearbeitung des historischen Bildmaterials. Auch hierfür herzlichen Dank.

Bibliographie

- BLAB, J. 1992: Isolierte Schutzgebiete, vernetzte Systeme, flächendeckender Naturschutz? Stellenwert, Möglichkeiten und Probleme verschiedener Naturschutzstrategien. In: *Natur und Landschaft* 67/9: 419-424. Köln.
- BENDER, O. 1994: Angewandte Historische Geographie und Landschaftsplanung. In: *Standort* 2/94: 3-12. Hamburg.
- BÖHMER, H. J., JANECK, L., RAAB, B. und S. STEIDLER 1990: Verbundsystem Halbtrockenrasen - Trittstein- und Refugialbiotope im östlichen Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. Unveröff. Studie LBV. Hilpoltstein.
- BÖTTCHER, H., GERKEN, B., HOZAK, R. und E. SCHÜTTPELZ 1992: Pflege und Entwicklung der Kalkmagerrasen in Ostwestfalen. In: *Natur und Landschaft* 67: 276-282. Köln.
- BORNHOLDT, G. und R. REMANE 1993: Veränderungen im Zikadenartenbestand eines Halbtrockenrasens in der Eifel (Rheinland Pfalz) entlang eines Nährstoffgradienten. In: *Zeitschr. f. Ökologie u. Naturschutz* 2: 19-29. Jena.
- BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. und R. WOLF 1991: Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. In: *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 60:1-160. Karlsruhe.
- BRIEMLE, G. und H. ELLENBERG 1994: Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. In: *Natur und Landschaft* 69/4: 139-147. Köln.
- BRUCKHAUS, A. 1988: Biotopschutz durch extensive Beweidung am Beispiel der Enzian-Schillergras-Rasen. In: *Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz* 84: 125-134. München.
- DIERSCHKE, H. 1984: Experimentelle Untersuchungen zur Bestandesdynamik von Kalkmagerrasen (Mesobromion) in Südniedersachsen. I.: Vegetationsentwicklung auf Dauerflächen 1972-1984. In: *Münst. Geogr. Arb.* 20: 9-25. Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1986: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Stuttgart, 3. Aufl.
- GAUCKLER, K. 1930: Das südlich-kontinentale Element in der Flora von Bayern mit besonderer Berücksichtigung des Fränkischen Stufenlandes. Nürnberg (=Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg 24).
- GAUCKLER, K. 1938: Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Betrachtung. In: *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 23: 5-134. München.
- GLAVAC, V., HANSE, V. und B. RAABE 1984: Über die Koevolution der Pflanzendecke und ihrer physikalischen Umwelt an Wacholdergebüsch-Säumen in brachliegenden Halbtrockenrasen. *Ber. d. Int. Ver. f. Vegetationskunde*. Wageningen.
- GOLDFUSS, G. A. 1810: *Die Umgebungen von Muggendorf*. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur und Alterthumskunde. Erlangen.
- GRADMANN, R. 1950: *Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb*. Stuttgart, 4. Aufl.
- HAEUPLER, H. und P. SCHÖNFELDER 1989: *Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland*. Stuttgart.
- HAKES, W. 1987: Einfluß von Wiederbewaldungsvorgängen in Kalkmagerrasen auf die floristische Artenvielfalt und Möglichkeiten der Steuerung durch Pflegemaßnahmen. Berlin (= Diss. Bot. 109).
- HARD, G. 1975: Vegetationsdynamik und Verwaltungsprozesse auf den Brachflächen Mitteleuropas. In: *Die Erde* 106/4: 243-276. Berlin.

- HARNISCHMACHER, M. 1988: Möglichkeiten und Durchführung extensiver Nutzungs- und Pflegeformen auf Trockenhängen der Südlichen Frankenalb aus der Sicht des Naturschutzes. In: Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 84: 115-124. München.
- HEUSINGER, G. 1988: Heuschreckenschutz im Rahmen des Bayerischen Arten- und Biotopschutzprogrammes – Erläuterungen am Beispiel des Landkreises Weißenburg-Gunzenhausen. In: Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 83: 7-31. München.
- HOHENESTER, A. 1960: Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvial- und Dolomitsanden im nördlichen Bayern. In: Ber. Bayer. Bot. Ges. 33. München.
- HOHENESTER, A. 1978: Die potentiell natürliche Vegetation im östlichen Mittelfranken (Region 7) - Erläuterungen zur Vegetationskarte 1: 200 000. Erlangen (=Erlanger Geogr. Arbeiten 38).
- HOHENESTER, A. 1989: Zur Flora und Vegetation der Fränkischen Alb. In: Tichy, F. und R. Gömmel (Hg.), Die Fränkische Alb. Schriften des Zentralinstituts für Fränkische Landeskunde und Allgemeine Regionalforschung an der Universität Erlangen-Nürnberg 28: 77-94. Erlangen.
- HORNBERGER, T. 1959: Die kulturgeographische Bedeutung der Wanderschäferei in Süddeutschland. Remagen (= Forschungen zur Deutschen Landeskunde 109).
- JACOBEIT, W. 1961: Schafhaltung und Schäfer in Zentraleuropa bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. Berlin.
- JEDICKE, E. 1990: Biotopverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Schutzstrategie. Stuttgart.
- KNAPP, H. D. und L. REICHHOFF 1973: Vorschläge für Pflegemaßnahmen von Halbtrockenrasen in NSG. In: Naturschutz und naturkundliche Heimatforschung in den Bezirken Halle und Magdeburg 10 (1/2): 47-54. Halle.
- KNAPP, R. 1977: Dauerflächen-Untersuchungen über die Einwirkung von Haustieren und Wild während trockener und feuchter Zeiten in *Mesobromion*-Halbtrockenrasen in Hessen. In: Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F., 19/20: 269-274. Stolzenau/Weser.
- KIENZLE, U. 1983: Sterben die Mesobrometen? *Bauhinia* 7/4: 243-251. Basel.
- KILLERMANN, W. 1972: Landschaftsökologische und vegetationskundliche Untersuchungen in der Frankenalb und im Falkensteiner Vorwald. Lehre (= Diss. Bot. 19).
- KOLLMANN, J. 1992: Gebüschentwicklung in Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls. In: Natur und Landschaft 67/1: 20-26. Köln.
- KRAUSE, W. 1940: Untersuchungen über die Ausbreitungsfähigkeit der Niedrigen Segge (*Carex humilis* Leyss.) in Mitteleuropa. In: Planta 31/1: 91-168. Berlin.
- MAAS, D. 1994: Biotopverbund für Pflanzengemeinschaften – Möglichkeiten und Grenzen anhand eines Beispiels aus der Münchner Schotterebene. In: Natur und Landschaft 69/2: 54-61. Köln.
- MERKEL, J. 1979: Die Vegetation im Gebiet des Meßtischblattes 6434 Hersbruck. Vaduz (= Diss. Bot. 51).
- MÜLLER, T. 1962: Die Saumgesellschaften der Klasse *Trifolio-Geranietea sanguinei*. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 9: 95-140. Stolzenau/Weser.
- OBERDORFER, E. 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Bd. II. Stuttgart.
- OBERDORFER, E. 1990: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart.
- PEUSER, S. 1987: Zur Situation der Tagfalter (*Papilionidae* und *Hesperiidae*) auf Wacholderheiden in der nördlichen Frankenalb. In: Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 77: 171-175. München.

- POSCHLOD, P. und S. JORDAN 1992: Wiederbesiedlung eines aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandortes nach Rodung. In: Z. f. Ökologie u. Naturschutz 1: 119-139. Jena.
- POTT, R. 1992: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Stuttgart.
- Projektgruppe ABSP am Bayer. StMLU* 1994: Verbundsystem von Trockenbiotopen im Altmühltal. Unveröff. naturschutzfachliches Entwicklungskonzept. München.
- Projektgruppe Halbtrockenrasen der Universität Paderborn* 1991: Kalkmagerrasen - mehr als ein kulturhistorisches Erbe. In: Artenschutzreport 1: 27-29.
- RAAB, B. und H. J. BÖHMER 1988: Einrichtung von Probeflächen zur Effizienzermittlung von Pflegemaßnahmen in ausgewählten Halbtrockenrasen. Unveröff. Studie LBV. Hilpoltstein.
- RAAB, B., VOGG, G. und R. HOTZY 1993: Die Dolomitsandheiden und ihr Verbundsystem im nördlichen Landkreis Nürnberger Land. Unveröffentl. Studie LBV. Hilpoltstein.
- Rebhan, H. 1992: Das Arten- und Biotopschutz-Programm in Oberfranken - Projekte und Öffentlichkeitsarbeit. In: Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 100: 213-220. München.
- RYSER, P. 1990: Influence of gaps and neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. In: Veröff. Geobot. Inst. ETH 104:1-71. Zürich.
- SCHERZER, H. und I. STAHL 1962: Die Flora der Frankenalb und ihres Vorlandes. In: Scherzer, C. (Hg.), Franken. Nürnberg.
- SCHIEFER, J. 1981: Bracheversuche in Baden-Württemberg. Karlsruhe (=Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 22).
- SCHÖNFELDER, P. 1970: Südwestliche Einstrahlungen in der Flora und Vegetation Nordbayerns. In: Ber. Bayer. Bot. Ges. 42: 17-100. München.
- SCHÖNFELDER, P. und A. BRESINSKY 1990: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Stuttgart.
- SCHOERNER, J. 1936: Die geographische Verbreitung der deutschen Schafhaltung im 19. und 20. Jahrhundert. Würzburg.
- SCHUSTER, H.-J. 1980: Analyse und Bewertung von Pflanzengesellschaften im Nördlichen Frankenjura. Vaduz (=Diss. Bot. 53).
- SCHWARZ, A. F. 1897-1912: Phanerogamen- und Gefäßkryptogamenflora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen und des angrenzenden Teiles des Fränkischen Jura um Freistadt, Neumarkt, Hersbruck, Muggendorf, Hollfeld. Nürnberg.
- SEIBERT, P. 1968: Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000. Potentielle natürliche Vegetation. Bonn/Bad Godesberg (=Schriftenreihe für Vegetationskunde 3).
- SIEBEN, A. und A. OTTE 1992: Nutzungsgeschichte, Vegetation und Erhaltungsmöglichkeiten einer historischen Agrarlandschaft in der südlichen Frankenalb (Landkreis Eichstätt). Ber. Bayer. Bot. Ges. 63, Beih. 6. München.
- SUCK, B. und R. 1982: Pflanzengesellschaften des Friesener Altraufs bei Bamberg. In: LVII. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg, Beiheft. Bamberg.
- THORN, K. 1958: Die dealpinen Felsheiden der Frankenalb. In: Sitz. Ber. phys.-med. Soz. Erlangen 78: 128-199. Erlangen.
- TICHY, F. 1989: Landschaftsnamen und Naturräume der Fränkischen Alb. In: Tichy, F. und R. Gömmel (Hg.), Die Fränkische Alb. Schriften des Zentralinstituts für Fränkische Landeskunde und Allgemeine Regionalforschung an der Universität Erlangen-Nürnberg 28: 1-8. Erlangen.

- TITZE, P. 1983: Das Pflanzenkleid der Marktgemeinde Wiesental in der Fränkischen Schweiz. In: Rund um die Neideck: 181-245. Erlangen (= Schriftenreihe des Fränkische-Schweiz-Vereins, Bd. 1).
- VÖLKL, W. und J. BLAB 1992: Der Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftung und regionaler Faktoren auf die Insektenkomplexe in Distelblütenköpfen. In: Z. Ökologie u. Naturschutz 1: 51-58. Jena.
- VOGEL, K. 1992: Welchen Einfluß haben Hügel der Wiesenameise *Lasius flavus* auf die Flora und Fauna einer schafbeweideten Hudefläche? In: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg 33: 23-50. Würzburg.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. und W. A. ZAHLHEIMER 1991: Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften, Bd. III. Ber. Bayer. Bot. Ges. 62, Beih. 2. München.
- WEIDEMANN, H. J. 1989: Anmerkungen zur aktuellen Situation von Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno* L. 1758) und Regensburger Gelbling (*Colias myrmidone* Esper 1781) in Bayern mit Hinweisen für Biotop-Pflegemaßnahmen. In: Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 95: 103-116. München.
- WEISEL, H. 1971: Die Bewaldung der nördlichen Frankenalb - Ihre Veränderungen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Erlangen (=Erlanger Geographische Arbeiten 28).
- WOLF, G. 1980: Zur Gehölzsiedlung und -ausbreitung auf Brachflächen. In: Natur und Landschaft 55/10: 375-380. Köln.
- ZIELONKOWSKI, W. 1973: Wildgrasfluren der Umgebung Regensburgs. In: Hoppea 31:1-181. Regensburg.