

Der Beitrag der Paläobotanik zur Landschaftsgeschichte von Karstgebieten am Beispiel der vorgeschichtlichen Höhensiedlung auf dem Schloßberg bei Kallmünz (Südöstliche Frankenalb)

OLIVER NELLE & JOCHEN SCHMIDGALL^{*)}

Keywords: Charcoal analysis, Frankonian Alb/Bavaria, human impact, Karst, landscape history, pollen analysis, prehistoric settlement.

Kurzfassung: Geowissenschaftliche Untersuchungen bei Kallmünz in der südöstlichen Fränkischen Alb (Bayern) erbrachten paläobotanische Proben für Pollen- und Holzkohleanalyse. Die Auswertung gibt Hinweise auf die Vegetationszusammensetzung zu verschiedenen Zeiten des Holozäns. Intensive Landschaftsnutzung setzt spätestens in der Bronzezeit ein. In der römischen Periode und im Mittelalter können ausgeprägtere und großflächigere Eingriffe belegt werden. Für paläoökologische Forschung in Karstgebieten ist die Anwendung der Holzkohleanalyse von besonderem Nutzen, da palynologische Methoden aufgrund der Moorarmut nur begrenzt anwendbar sind.

[The contribution of palaeobotany in understanding landscape history in the surroundings of the Prehistoric settlement Schloßberg (Southeastern Frankonian Alb).]

Abstract: Palaeobotanical samples from geoscientific research around Kallmünz were analysed palynologically and anthracologically. The data contribute

to the understanding of Holocene landscape change. A more intensive use of the landscape is suggested for the Bronze Age, and evident for Roman and medieval periods. Anthracology is of special interest in karst regions, since pollen analysis is limited due to lack of mires.

1 Einleitung

Am Schloßberg bei Kallmünz (Lkr. Regensburg, Oberpfalz, südöstliche Fränkische Alb) laufen seit 1999 im Rahmen des DFG-geförderten Graduiertenkollegs 462 („Paläoökosystemforschung und Geschichte“) interdisziplinäre Untersuchungen, um die Landschafts- und Siedlungsgeschichte zu rekonstruieren und den anthropogen induzierten Wandel der Landschaft einzuschätzen. Hier befand sich eine bedeutende Höhensiedlung der Bronze- und Eisenzeit (STROH 1975; HARNEST & SCHAUER 2000). Von über hundert allein in Bayern bekannten Höhensiedlungen sind allerdings nur vier sicher datiert und wenige wissenschaftlich untersucht (RIND 1999).

Ähnlich lückenhaft ist der paläoökologische Forschungsstand. Zwei Höhensiedlungen waren jüngst Objekte geowissenschaftlicher, archäologischer und paläobotanischer Forschung (Weltenburger Frauenberg, Lkr. Kelheim, und Bogenberg bei Straubing, Lkr. Straubing; HEINE; NUBER & NILLER 1997; NILLER 1998,

* Anschriften der Verfasser: O. NELLE, Inst. f. Botanik, Univ. Regensburg, 93040 Regensburg, oliver.nelle@biologie.uni-regensburg.de;

J. SCHMIDGALL, Inst. f. Geographie, Univ. Regensburg, 93040 Regensburg, jochen.schmidgall@geographie.uni-regensburg.de.

2001; RIND 1999; PUTZ 2002; NELLE 2002), vom Freisinger Domberg liegen inzwischen Ergebnisse zur Paläobotanik vor (PETERS & BANKUS 2000; NELLE & BANKUS 2002; PETERS 2002). Wichtig ist eine interdisziplinäre Herangehensweise an solche Objekte, deren Erforschung nach nahezu einem Jahrhundert immer noch auf der Stelle tritt und zahlreiche ungelöste Fragen stellt (KOSSACK 1995; SCHAUER 1993, 1995).

Der Schloßberg befindet sich in einem Karstgebiet. Karstlandschaften bieten nur suboptimale Voraussetzungen für paläobotanische Untersuchungen. Moore sind selten oder nicht vorhanden, vermoorte Tallagen und Feuchtwiesen eignen sich aufgrund meist kritischer Pollenerhaltung und geringer Mächtigkeit nur eingeschränkt für eine pollenanalytische Datenerhebung. Dolinen, deren Abfluss durch eingeschwemmten Lehm verstopft ist, auch Hülben genannt, stellen mitunter Archive dar (SMETTAN 1995), konnten am Schloßberg aber nicht gefunden werden.

Die Untersuchung von Pollen in Böden und Kolluvien ist nur unter günstigen Erhaltungsbedingungen und stark eingeschränkt möglich, weshalb sie nur selten zur Pollenanalyse herangezogen werden (LESSMANN-SCHOCH, KAHRER & BRÜMMER 1991; ZAKOSEK, KAHRER & LESSMANN-SCHOCH 1991). Häufiger hingegen sind Auensedimente Gegenstand paläobotanischer Forschung, bei denen Ergebnisse zum Landschaftscharakter und -wandel erzielt werden konnten (KREUZ, NOLTE & STOBBE 1998; RITTWEGER 2000). Holzkohleuntersuchungen aus Böden liegen beispielsweise von BERLI, CHERUBINI & SCHOCH (1994) und BERTRAN et al. (1998) vor.

Um paläoökologische Aussagen treffen zu können, werden hier palynologische und anthrakologische (holzkohleanalytische) Daten zusammengefügt. Holzkohlen liefern auch bei fehlenden Feuchterhaltungsbedingungen Informationen zur vergangenen Vegetation. Somit können holzkohlehaltige Kolluvien als

botanische Archive dienen. Die Daten haben einen direkten räumlichen Bezug, da sie unmittelbar von oberhalb der Akkumulationsstelle (dem Fundort) stammen. In Kombination mit durchgeführten pollenanalytischen Untersuchungen und den bodenkundlich-geomorphologischen Befunden ergibt sich so ein Bild der Landschaft und ihres Wandels am Schloßberg bei Kallmünz. Diese methodische Verknüpfung soll im Folgenden anhand erster Ergebnisse vorgestellt werden.

2 Untersuchungsgebiet

Lage, Geologie und Böden, Klima

Der Schloßberg bei Kallmünz liegt ca. 25 km nordwestlich von Regensburg im Bereich des Karstgebietes der südöstlichen Fränkischen Alb, am Zusammenfluss von Naab und Vils (Abb. 1; Kuppe 433 m üNN, Markt Kallmünz 343 m üNN).

Geologisch wird der Berg von Malm aufgebaut. Diese liegen meist dolomitisiert und in verschiedenen Fazies vor. So finden sich an der Schloßbergkuppel sowie an den höchsten Erhebungen im Bereich des äußeren Ringwalles vor allem dolomitisierte Riffkalke des Malm. In den flacheren, muldenartigen Bereichen dazwischen steht dieser als tafelbankiger Dolomit an. An den Hängen sowie in den Erosionstälchen ist der Malm aufgeschlossen. Er liegt überwiegend als Riffdolomit, vereinzelt als tafelbankiger Dolomit vor.

Die bodenkundlichen Untersuchungen haben intensive, anthropogene Bodenzustandsveränderungen gezeigt, die sich vor allem durch eine starke Heterogenisierung und ein kleinst-räumiges Bodenmosaik von erodierten und akkumulierten Bereichen äußern (ausführlich SCHMIDGALL im Druck). Auf Kuppen und anderen Erosionslagen sind flachgründige Rendzinen bis hin zu Felsfreistellungen zu finden. Im Bereich mäßig geneigter Hänge, oft repräsentiert durch weniger reine und gebankte Dolomi-

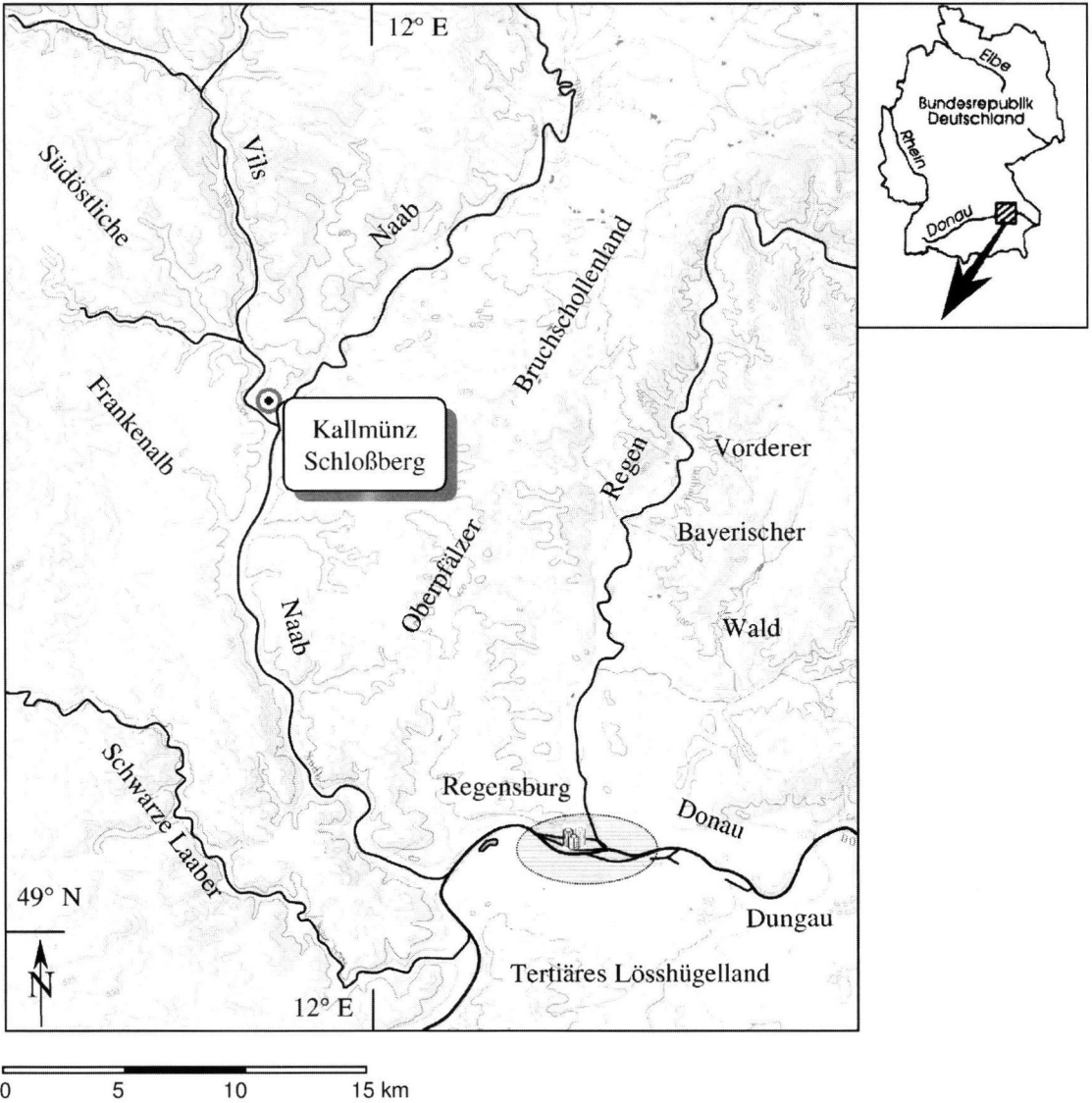


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

Fig. 1: Study area.

te und Kalke, sind Terrae Fuscae verschiedener Mächtigkeiten erhalten, die zum Teil kolluvial überlagert wurden. Wo vorhanden, sind auch periglaziale Fließerden am Ausgangssubstrat für die Bodenentwicklung beteiligt. Diese haben allerdings in Karstgebieten bisher wenig Beachtung gefunden.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Regenschatten des Albtraufs. Lee-Effekte bewirken im südöstlichen Bereich der Fränkischen Alb ein

niederschlagsarmes und kontinental getöntes Klima. Mit 649 mm Jahresniederschlag gehört auch Kallmünz noch deutlich zum kontinentalen Regensburger Trockenraum. Dieser zählt zu den trockensten Gebieten Deutschlands (BAYFORKLIM 1996: 4). Tal- und Hanglagen weisen Jahresmitteltemperaturen von 7-8 °C auf, die windexponierten Kuppen- und Hochflächenlagen sind mit Werten um 7 °C etwas kühler.

Vegetation

Als potenzielle natürliche Vegetation (pnV) im Untersuchungsgebiet galten bislang der Steppenwaldreben-Eichenwald, Geißklee-Kiefernwald, Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald und in Tallagen der Sternmieren-Erlenwald (SEIBERT 1968). Heute wird davon ausgegangen, dass auch im Umfeld des Schloßbergs Buchenwald-Gesellschaften zonal die pnV bilden würden. So beschreibt ROSSKOPF (1989) für den südlich gelegenen, klimatisch vergleichbaren Naabtalabschnitt naturnahe Altholzbestände, die von der Rotbuche geprägt sind und überwiegend dem Seggen-Buchenwald (Carici-Fagetum Moor 52) auf trockenen Standorten und dem Platterbsen-Buchenwald (Lathyro-Fagetum Hartm. 53 bzw. Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989, vgl. OBERDORFER 1992) auf mittleren Standorten zugeordnet werden. Allerdings ist im Grenzbereich zwischen ozeanischem und subkontinentalem Klima, insbesondere auf flachgründigen Standorten, die Konkurrenz der Buche herabgesetzt. So kann die Eiche (*Quercus robur*, *Q. petraea*) an die Stelle der Buche treten. Bei extremer Nährstoffarmut oder extremer Trockenheit, u. a. auch auf Dolomitstandorten, tritt die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) in den Vordergrund. Der sich dann einstellende Geißklee-Kiefernwald (Cytisoides-Pinetum Br.-Bl. 32) ist durch Arten der kontinentalen Kiefernsteppenwälder, z. B. Kopf-Geißklee (*Cytisus supinus*) oder Regensburger Geißklee (*Cytisus ratisbonensis*), charakterisiert (HOHENESTER 1989). Nach SEITSCHKE (in WALENTOWSKI 1998) liegt der Schloßberg an der westlichen Grenze eines „Tannenausschlussgebietes“, das die Umgebung von Amberg, die Bodenwöhrer Bucht und den Raum zwischen Naab und Regen umfasst.

Die heutige Vegetation am Schloßberg ist durch Kalkmagerrasen geprägt (SENDECKO 1993). Großflächig trifft man den Enzian-Schillergras-Rasen (Gentiano-Koelerietum Knapp 42 ex Bornk. 60) an, während Felsband-Gesellschaften die sehr flachgründigen, felsigen Standorte

besiedeln. Weiter treten Gesellschaften der Volltrockenrasen (Verband Xerobromion) auf, und wärmeliebende Berberitzen-Gebüsche (Verband Berberidion) stehen insbesondere auf Lesesteinriegeln und Ackerrändern.

Besiedlungsgeschichte

Das prähistorisch früh besiedelte Gebiet um den Schloßberg ist seit langem Gegenstand archäologischer Forschung, insbesondere die beiden gut erhaltenen vorgeschichtlichen Ringwälle auf dem Bergplateau (DOLLACKER 1916, REINECKE 1956, STROH 1975). Den aktuellen Stand der Besiedlungsgeschichte fasst FRISCH (1998) zusammen, die Ergebnisse neuester Grabungskampagnen ab 1999 dokumentieren HARNEST & SCHAUER (2000, 2002). Danach ist ab dem Neolithikum der menschliche Einfluss durch Einzelfunde dokumentiert. Mit Besiedlungsphasen wird ab der mittleren Bronzezeit bis Ende der Urnenfelderzeit gerechnet, sowie erneut in der Spätlatènezeit und im Früh- bis Hochmittelalter. Der mächtige innere Wall besteht aus einer urnenfelderzeitlichen und darüber einer frühlatènezeitlichen Aufschüttung. Die heutige Höhe entstand durch eine mittelalterliche Aufschüttung. Die Burgruine stammt aus dem Hochmittelalter.

3 Material und Methoden

Geländeprospektionen im Vils- und Naabtal im Umkreis des Schloßbergs ergaben eine Vermoorung in der Verlängerung eines Seitenarmes der Naab als geeignete Stelle für eine Bohrkernentnahme zur Pollenanalyse. Besonderes Augenmerk wurde auf das Beprobieren von Kolluvien gelegt, die an günstigen Stellen der Hochfläche und Schwemmfächern an den Talrändern abgelagert wurden.

Für die bodenkundlichen Aufnahmen wurden Schürf- oder Profilgruben angelegt, insbesondere an Fundstellen von Kolluvien und kolluvialen Schwemmfächern (Abb. 2). Zwischen den

Profilgruben wurden Rammkernbohrungen niedergebracht. Die bodenkundliche Ansprache der Profile erfolgte nach den Vorgaben der AG BODEN (1996), eine genaue Stratifizierung wurde durchgeführt. Zur Verifizierung wurden in geringen Abständen Proben entnommen und laboranalytisch bearbeitet. Anhand der Stratigraphie sowie zahlreicher ¹⁴C-Datierungen (Tab. 1) konnten alle auftretenden Kolluvien hinreichend genau datiert werden und stellen so die Basis für die anthrakologische Untersuchung dar (SCHMIDGALL im Druck).

Die Holzkohlen wurden aus Rammkernbohrungen und Profilgruben beprobt. Insgesamt wurden Proben von 31 Stellen untersucht. Einen Schwerpunkt stellt ein Profilschnitt (PG VA 1; Abb. 3) dar, dem systematisch in 10 cm-Ab-

ständen jeweils 4 Liter korrelates Sediment entnommen wurden. Aus diesen Proben wurde das verkohlte Holz ausgeschlämmt. Das Kolluvium datiert in den unteren 20 cm in die Bronzezeit (Tab. 1), darüber in Römerzeit und Mittelalter. In 100-130 cm Tiefe liegt eine Inversion vor, da das Ergebnis einer ¹⁴C-Datierung die Schicht in die römische Zeit stellt.

Die Bestimmung der Holzkohlen erfolgte mit Stereolupe und Auflichtmikroskop bei 10- bis 500-facher Vergrößerung. Die bestimmungsrelevanten holzanatomischen Merkmale - Gefäßgröße und -verteilung, Harzkanäle, Markstrahlhöhe und -breite, Form der Zellen, Schraubenverdickungen der Gefäßwände etc. - lassen sich an Quer-, Radial- und Tangentialbruchflächen im Auflicht erkennen. Zur Identifizierung der

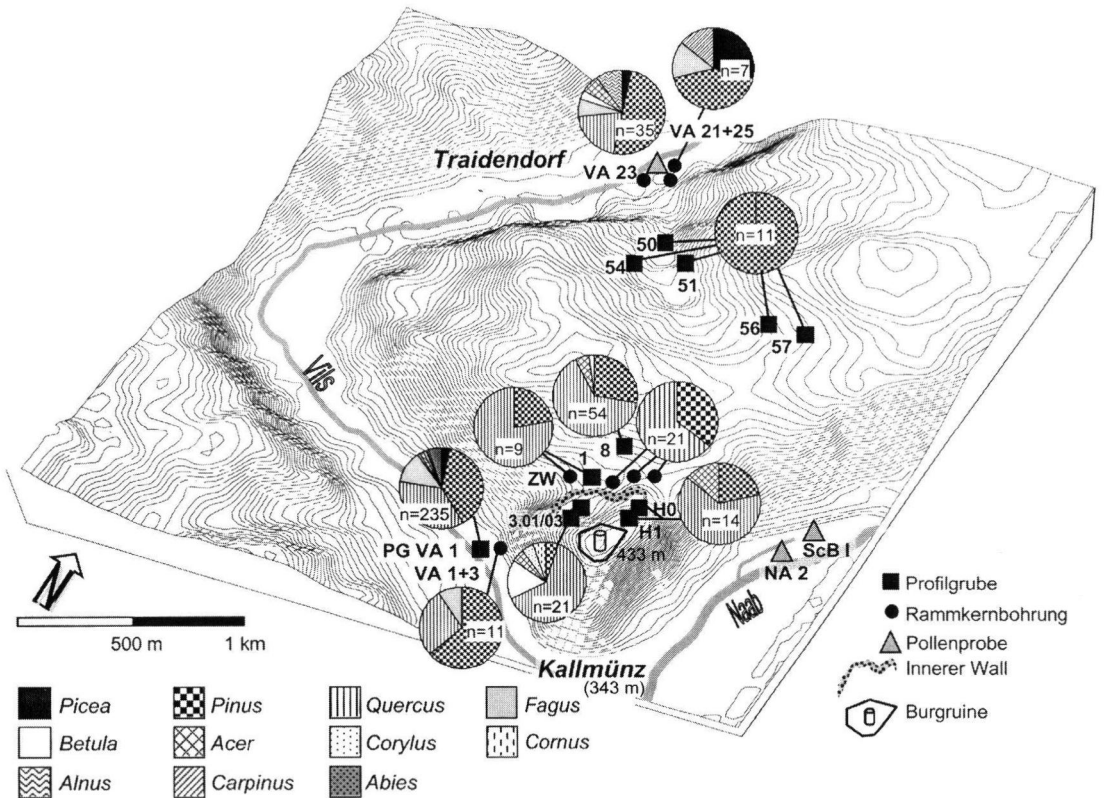


Abb. 2: Lage der Probestellen für Pollen- und Holzkohleanalyse und Ergebnisse der Holzkohleanalyse. Z. T. wurden Ergebnisse einzelner Probestellen in einem Diagramm zusammengefasst.

Fig. 2: Location of sample sites for pollen- and charcoal analysis, and related results. Some neighbouring sites were summarised in one diagram.

Tab. 1: Ergebnisse der AMS ^{14}C -Datierung von 27 Proben aus Kolluvien und Torfen am Schloßberg bei Kallmünz (Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg; Kalibration nach STUIVER et al. 1998). Results of AMS ^{14}C -dating of 27 samples from colluviums and peat at the Schloßberg near Kallmünz (Institute of Physics, University of Erlangen-Nürnberg; calibration after STUIVER et al. 1998).

Name + Tiefe (cm)	Labor-nummer	datiertes Material	Radio-karbonjahre	BP cal.	2 sigma (95,4 %)
VA 1 - 49	Erl-2763	Holzkohle	972 ± 29	862 ± 74	1014 AD - 1161 AD
VA 1 - 85	Erl-2764	Holzkohle	1370 ± 38	1258 ± 75	617 AD - 767 AD
VA 1 - 212	Erl-2765	Holzkohle	3390 ± 42	3643 ± 167	1860 BC - 1526 BC
PG VA 1 - 118	Erl-4282	Holzkohle	1798 ± 130	1704 ± 290	44 BC - 535 AD
PG VA 1 - 145	Erl-4281	Holzkohle	1227 ± 49	1140 ± 126	684 AD - 937 AD
PG VA 1 - 165	Erl-4280	Holzkohle	1172 ± 52	1099 ± 132	719 AD - 982 AD
PG VA 1 - 182	Erl-4279	Holzkohle	1974 ± 49	1930 ± 110	90 BC - 129 AD
VA 23 - 55	Erl-4128	Holzkohle	1135 ± 58	1054 ± 120	776 AD - 1017 AD
VA 23 - 80	Erl-4129	Holzkohle	910 ± 44	831 ± 92	1027 AD - 1212 AD
VA 23 - 105	Erl-4130	Holzkohle	870 ± 55	803 ± 114	1033 AD - 1262 AD
VA 23 - 155	Erl-4131	Holzkohle	925 ± 42	834 ± 93	1023 AD - 1209 AD
VA 23 - 215	Erl-4132	Holz	1869 ± 44	1815 ± 104	31 AD - 240 AD
PG 1 - 47	Erl-2766	Holzkohle	759 ± 31	689 ± 31	1230 AD - 1292 AD
PG 1 - 75	Erl-2767	Holzkohle	5771 ± 47	6587 ± 128	4765 BC - 4510 BC
PG 1 - 80	Erl-2768	Holzkohle	5003 ± 47	5771 ± 124	3945 BC - 3696 BC
RKS 2.3.6 - 110	Erl-4137	Holzkohle	1760 ± 44	1689 ± 128	133 AD - 388 AD
RKS 2.3.6 - 153	Erl-4138	Holzkohle	2411 ± 62	2527 ± 184	761 BC - 393 BC
PG8 W2,5 - 125	Erl-4133	Holzkohle	3599 ± 48	3903 ± 178	2131 BC - 1776 BC
PG8 W4 - 67	Erl-4134	Holzkohle	1994 ± 43	1934 ± 108	92 BC - 123 AD
PG8 W4 - 114	Erl-4135	Holzkohle	2507 ± 55	2553 ± 192	795 BC - 411 BC
PG8 W4 - 145	Erl-4136	Holzkohle	3220 ± 44	3455 ± 98	1603 BC - 1408 BC
PG 3.01 - 94	Erl-2770	Holzkohle	600 ± 33	595 ± 53	1302 AD - 1408 AD
PG 3.01 - 159	Erl-2771	Holzkohle	1070 ± 34	993 ± 66	891 AD - 1022 AD
PG3.01 - 192	Erl-2772	Holzkohle	917 ± 40	829 ± 90	1031 AD - 1211 AD
PG 3.03 - 95	Erl-2773	Holzkohle	2191 ± 36	2194 ± 124	368 BC - 121 BC
ScB 112	Erl-4072	Torf	797 ± 23	704 ± 34	1212 AD - 1280 AD
ScB 196	Erl-4087	Torf	1588 ± 44	1459 ± 104	387 AD - 596 AD

Gehölzart bzw. -gattung wurde SCHWEINGRUBER (1990) und eine Vergleichssammlung verwendet. Holzanatomisch kann z. T. nur die Gattung bestimmt werden. In den entsprechenden Gattungen kann aber unter Berücksichtigung von Verbreitung und Standortsansprüchen der Arten die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens im Gebiet eingegrenzt werden. Nach der Analyse wurde das Gewicht der Holzkohle differenziert nach Holzart bestimmt. Aus Gewicht dividiert durch Anzahl der Kohlen wurde der sog. G/N-Wert errechnet, der das mittlere Stückgewicht angibt. So lässt sich die Größe der Holzkohlestücke ermitteln. Der G/N-Wert wurde in der vorliegenden Untersuchung allerdings nur im Fall der Profilgrube VA 1 angegeben.

Für die Pollenanalyse wurde aus einem verlandeten Altarm der Naab am Ortsausgang von Kallmünz (s. Abb. 2) mit einem russischen Kammerbohrer ein 2 m langes Torfprofil gewonnen. Weitere Proben stammen aus Rammkernbohrungen. Die Proben wurden mit der gängigen Methode (FAEGRI & IVERSEN 1989) aufbereitet und mikroskopisch bei 500- bis 1250-facher Vergrößerung ausgezählt. Zur Bestimmung der Pollenkörner wurden neben einer Vergleichssammlung die Arbeiten von MOORE, WEBB & COLLINSON (1991) und FAEGRI & IVERSEN (1993) verwendet. Manche Proben aus den Rammkernbohrungen erwiesen sich als fast bis ganz pollenfrei und wurden verworfen.

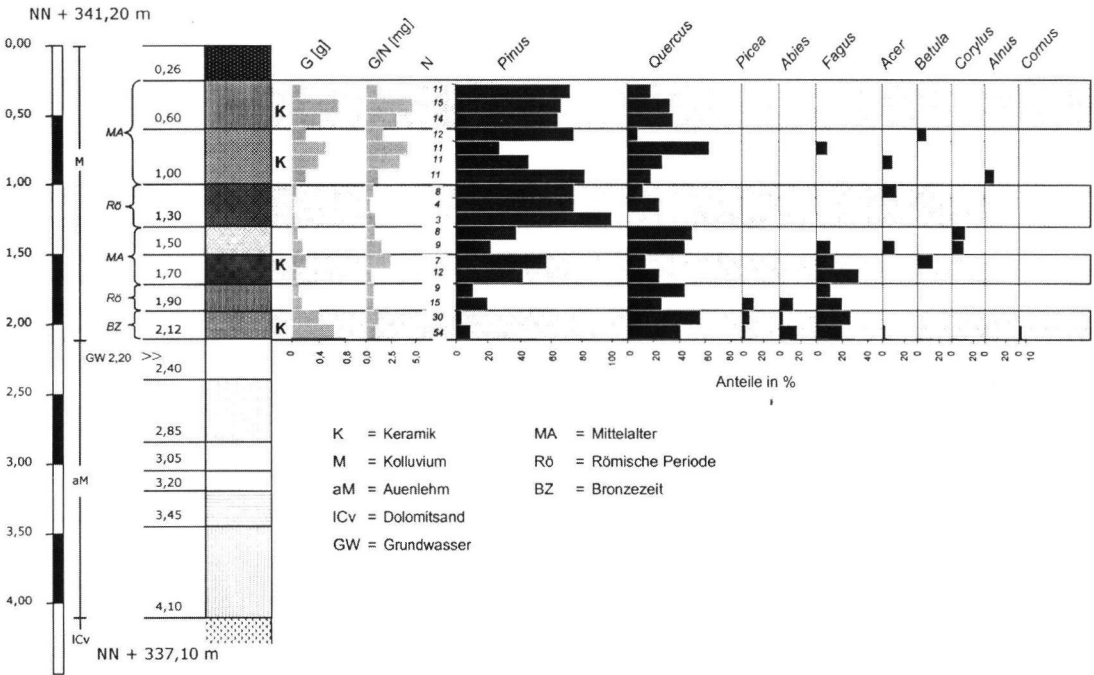


Abb. 3: Profilgrube VA 1, Stratigraphie und Holzkohleanteile je 10 cm Kolluvienschicht (Schraffuren des Profils symbolisieren Schichtgrenzen ohne lithologische Charakterisierung).

Fig. 3: Sample pit VA 1, stratigraphy and percentages of charcoal species (hatchings of the profile indicate different layers without consideration of lithology).

4 Ergebnis

Holzkohleanalyse (Anthrakologie)

Im Gesamtmaterial von 420 Stücken wurden 11 Gehölzarten festgestellt. Eiche (*Quercus* sp., möglich sind *Q. robur* und *Q. petraea*) und Kiefer (*Pinus* sp., wohl *P. sylvestris*) sind insgesamt zu gleichen Teilen (40 bzw. 39 %) vertreten. Weitere Gehölze erreichen nur geringe Anteile: Rotbuche (*Fagus sylvatica*) mit 8 %, Weißtanne (*Abies alba*), Fichte (*Picea abies*), Ahorn (*Acer* sp., vermutlich *A. campestre*) mit je 3 % und Birke (*Betula* sp.), Erle (*Alnus glutinosa*), Hasel (*Corylus avellana*) mit je 1 % am Gesamtmaterial. Vom Hartriegel (*Cornus* sp.) wurden zwei Stücke, von der Hainbuche (*Carpinus betulus*) nur ein Fragment gefunden (Tab. 2).

Die G/N-Werte reichen von 0,1 g bis max. 0,7 g. Im Vergleich zu Relikten neuzeitlicher Koh-

lenmeilerplätze, aus denen Holzkohlen von bis zu 10 cm Länge und einem Proben-G/N von 0,2-3,8 g (LUDEMANN & NELLE 2002; NELLE 2002) geborgen werden können, sind die Stücke sehr klein. Ihre Größe beträgt mitunter nur ca. 1 mm³. Darunter sie sind meistens zu klein, um sicher bestimmt zu werden.

Abb. 2 zeigt die Lage der Probestellen im Gelände und die Ergebnisse der Holzkohleanalyse. Dabei wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Darstellung auf %-Anteilsbasis gewählt, obwohl die Stückzahlen z. T. nicht ausreichen, um quantitative Aussagen zu treffen. Die Diagramme sollen deshalb das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Baumarten darstellen (Presence/Absence-Daten).

Die Ergebnisse von Profilgrube VA 1 erlauben es, ein Diagramm ähnlich einem Pollendiagramm zu erstellen (Abb. 3). Dargestellt ist

Probe- stelle	Tiefe [cm]	Datie- rung	Quercus	Pinus	Acer	Picea	Abies	Fagus	Betula	Alnus	Corylus	Cornus	Carpinus	N indet.	N det.
PG 1	30-70	MA	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
PG 3	24-32	?	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1*	2
PG 3.01	0-170	MA	7	1	1	.	.	.	1	.	1	.	.	3	11
PG 3.03	58-83	MA	4	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	6
	95-135	La	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2
PG 6	35	?	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
PG 8	50-69	Rö	12	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	20
	70-87	Ha	14	8	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2*	23
	118-140	BZ	8	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	9
	105	?	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2
H 0	30-136	MA	8	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	4*	13
H 1	75	?	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Wallbasis	?	?	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
S. unt. "Tor"	?	?	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
1.1	65-90	MA	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
	140	Rö/La	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
1.3	50	MA	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
2c	72-77	MA	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
2.1	43-60	MA	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
2.3.4	58-80	MA	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
2.3.6	70-85	MA	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
	100	Rö	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2
2.3.8	58	?	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
2.8.7	80	MA	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	160	BZ	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?
ZW 2	40-46	MA	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
	>70	Neo	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5
VA 1	0-49	MA	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
	50-175	MA	1	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	4
	213	BZ	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
VA 3	60-143	?	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
VA 21	50-70	Neu	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	195-320	Rö?	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
VA 23	20-155	MA	3	11	2	1	.	1	.	.	.	.	.	1	18
	170-180	MA?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0
	220-235	Rö	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	4
	245	>Rö	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
	250-260	Neo	1	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	4
	260-270	Neo	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	2
VA 25	180-270	MA?	.	2	.	1	.	1	.	.	.	1	.	4	5
VAT 42	115	BZ?	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
ScB I	34	MA	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
PG 50	33-47	MA	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3*	2
PG 51	62	MA	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
PG 54	Terr. fusc.	MA	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
PG 56	55-65	MA	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
PG 57	41-88	MA	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
Summe v. 30 Probestellen:			83	76	8	4	0	4	4	2	2	1	1	31	185
PG VA 1	30	MA	2	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	10
	40	MA	5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
	50	MA	5	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
	60	MA	1	9	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	11
	70	MA	7	3	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	11
	80	MA	3	5	1	.	.	.	1	.	.	.	.	1	10
	90	MA	2	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	11
	100	Rö	1	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8
	110	Rö	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4
	120	Rö	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3
	130	MA	4	3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	8
	140	MA	4	2	1	.	.	1	.	1	.	.	.	2	9
	150	MA	1	4	.	.	.	1	1	.	.	.	.	2	7
	160	MA	3	5	.	.	.	4	.	.	.	.	.	1	12
	170	Rö	4	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	4	7
	180	Rö	4	3	.	1	2	3	.	.	.	.	.	6	13
	190	BZ	17	1	.	1	1	8	.	.	.	.	.	3	28
	200	BZ	22	5	1	5	9	11	.	.	.	1	.	11	54
Summe PG VA 1			86	89	4	8	12	30	2	1	2	1	.	48	235
Summe gesamt			169	165	12	12	12	34	6	3	4	2	1	79	420
in %			40	39	3	3	3	8	1	<1	1	<1	<1		

Tab. 2: Ergebnis der Holzkohleanalyse von 31 Probestellen am Schloßberg bei Kallmünz. Angegeben sind Stückzahlen.

Tab. 2: Results of charcoal analysis from 31 sample sites, Schloßberg near Kallmünz

*: davon 1 Nadelholz (Pinus?)
 La: Latènezeit Ha: Hallstattzeit BZ: Bronzezeit Neo: Neolithikum
 Neu: Neuzeit MA: Mittelalter Rö: Römische Periode

der Anteil der jeweiligen Holzart in 10 cm-Abständen. Im Spektrum durchgängig vorhanden sind Kiefer und Eiche, während Fichte, Tanne und Buche fast nur in den unteren Schichten vorkommen. Einzelne andere Baumarten streuen über die Profiltiefe und zeigen keine klaren Tendenzen.

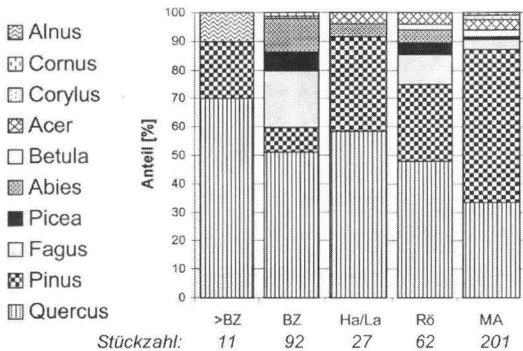


Abb. 4: Holzkohlen, differenziert nach Zeitperioden (>BZ: älter als Bronzezeit; BZ: Bronzezeit; Ha: Hallstattzeit; La: Latènezeit; Rö: Römische Periode; MA: Mittelalter). 393 von insgesamt 420 Stücken waren einer der fünf Zeiten zuordenbar.

Fig. 4: Charcoals and time periods (>BZ: older than Bronze age; BZ: Bronze age; Ha/La: Iron age; Rö: Roman period; MA: Middle Ages). 393 of overall 420 charcoal fragments could be attributed to one of the five periods.]

Pollenanalyse

Sechs Proben aus dem Bohrkern ScB und drei Proben aus zwei Rammkernbohrungen wurden pollenanalytisch untersucht (im Vilstal, VA 23, im Naabtal, NA 2, s. Abb. 2). Zwei Proben vom Torfkern ScB wurden AMS-¹⁴C-datiert (Tab. 1). Weitere Proben, auch aus Kolluvien, erwiesen sich aufgrund der geringen Pollendichte als ungeeignet für eine Auszählung. Insgesamt ist die Pollenerhaltung mäßig. Möglich ist, dass dickwandige Pollenkörner übervertreten und dünnwandige untervertreten sind oder fehlen (Tab. 3). Auch muss bei den Proben aus dem Auenlehm mit einer Umlagerung von Material gerechnet werden.

Tab. 3 zeigt die Ergebnisse der Pollenanalyse (s. a. Abb. 5). NA 2-232 weist ein Pollenspektrum auf, das von hohen Anteilen an *Alnus*- (Erle) und *Picea*- (Fichte), desweiteren von *Pinus* (Kiefer) und *Corylus* (Hasel) geprägt ist. Auch *Tilia* (Linde) erreicht einen beträchtlichen Anteil am Baumpollenspektrum. Weitere gefundene Baumpollentypen sind: *Betula* (Birke), *Quercus* (Eiche), *Fagus* (Buche), *Ulmus* (Ulme), *Fraxinus* (Esche), *Salix* (Weide) und *Abies* (Tanne). Die Nichtbaumpollen erreichen 4 % der Gesamtpollensumme.

In der auswertbaren Probe von VA 23-255 erreicht die Erle 67 %, daneben sind Kiefer, Birke und Hasel mit hohen Werten beteiligt. Im Spektrum enthalten sind Buche und Tanne mit deutlichen Werten, auch die Hainbuche ist mit einem Pollenkorn vertreten. Bei geringem Nichtbaumpollenanteil (8 %) findet sich *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich) im Pollenspektrum. Der Holzkohlepartikelgehalt (verkohlte Partikel > 10 µm) ist bei den beiden Auensedimentproben geringer als im Kern ScB.

Die sechs Proben aus dem Kern ScB zeigen ein jeweils ähnliches Baumartenspektrum. Es ist durchgängig geprägt von einem hohen Kiefernanteil. Daneben ist der Pollen der Fichte deutlich vertreten. Die Anteile der Eiche sind gering. Die Werte schwanken zwischen 0,2 % (112 cm) und 3,2 % (160 cm), während in Probe 198 cm kein *Quercus*-Pollen festgestellt wurden. Die Linde kommt in fast allen Proben mit Werten über 1 % vor. Unterschiede dagegen finden sich beim Getreide: Während bereits in der Probe an der Torfbasis Getreide (nicht näher bestimmbar) mit einem hohen Wert (3 %) auftritt, ist Roggen erst in der hochmittelalterlich datierten Probe nachweisbar. Bemerkenswert ist in allen Proben der sehr hohe Holzkohlepartikelanteil und der teilweise hohe Anteil an Nichtbaumpollen.

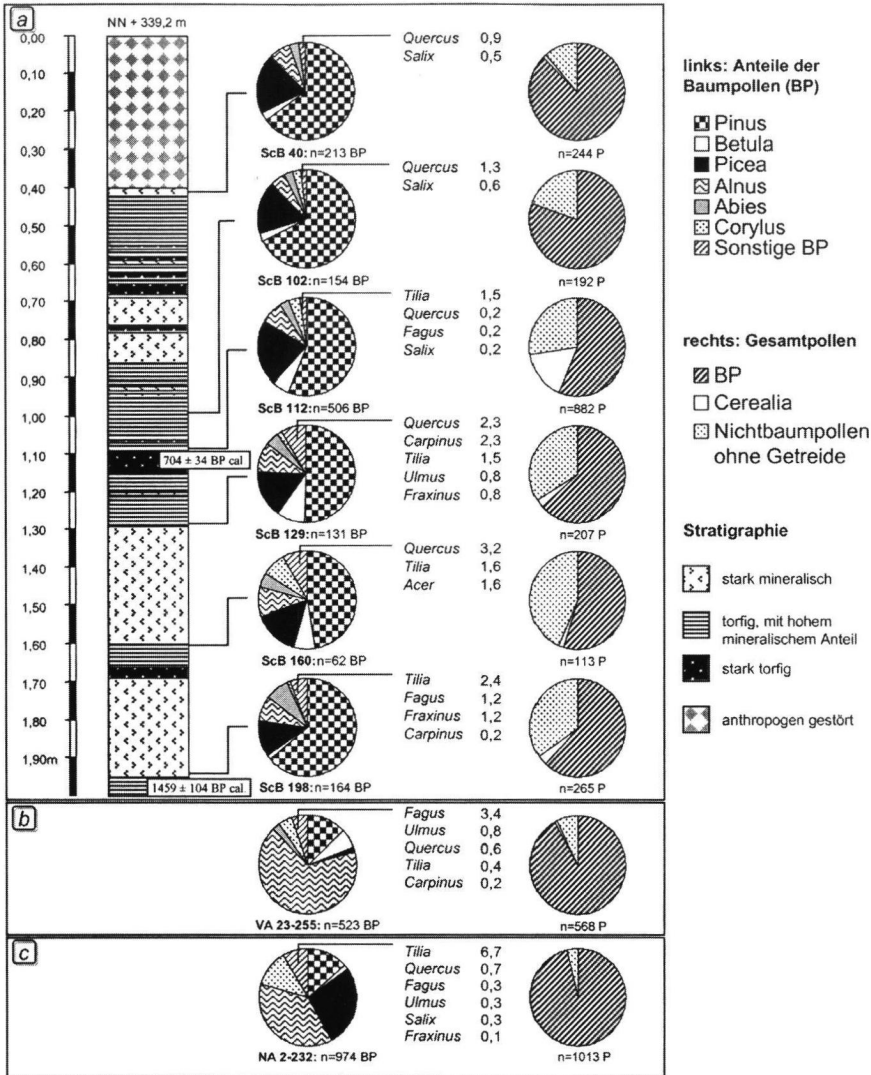


Abb. 5: Ergebnisse der Pollenanalyse (links: Anteile der einzelnen Baumarten an Baumpollen-summe; rechts: Verhältnis Baumpollen/Nichtbaumpollen und Anteil an Getreidepollen) a) ScB: Bohrkern Naabau mit Stratigraphie; b) VA 23: Rammkernbohrung Vilsau; c) NA 2: Rammkernbohrung Naabau (Lage der Probestellen s. Abb. 2).

Fig. 5: Results of pollen analysis (left: proportions of individual tree species based on tree pollen sum); right: arboreal-/nonarboreal pollen ratio and proportion of cerealia). a) ScB: Core from Naab floodplain with stratigraphy; b) VA 23: Core Vils floodplain; c) NA 2: Core Naab floodplain (location of sites see Fig. 2).

Tab. 3: Ergebnis der Pollenanalyse, 9 Proben. Schloßberg bei Kallmünz. Prozentangaben sind gerundet, Summe deshalb nicht immer = 100 %. Gehölzanteile beziehen sich auf Baumpollensumme, alle weiteren auf Gesamtpollensumme. Results of pollen analysis, 9 samples around Schloßberg near Kallmünz. Percentages given are rounded, therefore the sum is not always = 100 %.

Probe Tiefe [cm]	ScB						VA23 NA2		
	40	102	112	129	160	198	255	232	240
Gehölze (% Baumpollensumme)									
<i>Pinus</i> (Kiefer)	65	68	56	51	48	64	13	14	18
<i>Betula</i> (Birke)	3	3	5	9	6	1	6	1	2
<i>Corylus</i> (Hasel)	.	3	4	2	8	1	4	12	5
<i>Salix</i> (Weide)	0,5	0,6	0,2	0,8	2	.	.	0,3	.
<i>Alnus</i> (Erle)	7	5	8	10	10	9	67	38	46
<i>Picea</i> (Fichte)	20	17	22	16	15	12	2	27	26
<i>Quercus</i> (Eiche)	0,9	1	0,2	2	3	.	0,6	0,7	.
<i>Tilia</i> (Linde)	.	.	1	2	2	2	0,4	7	3
<i>Ulmus</i> (Ulme)	.	.	.	0,8	.	.	0,8	0,3	.
<i>Fraxinus</i> (Esche)	.	.	.	0,8	.	1	.	0,1	.
<i>Acer</i> (Ahorn)	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Fagus</i> (Buche)	0,5	.	0,2	.	.	1	3	0,3	.
<i>Abies</i> (Tanne)	3	3	3	5	5	8	2	0,1	.
<i>Carpinus</i> (Hainbuche)	0,5	.	.	2	.	0,6	0,2	.	.
Getreide									
Cerealia-Typ	1	.	16	3	2	3	0,4	.	.
<i>Secale</i> (Roggen)	0,4	.	9	.	.	.	.	.	.
Licht- und Siedlungszeiger									
Poaceae (ex. Cerealia) (Wildgräser)	6	10	17	9	31	17	4	2	5
<i>Plantago lanceolata</i> (Spitzwegerich)	0,4	0,9	0,1	1	0,8	0,7	0,7	0,1	.
<i>Plantago major/media</i> (Breit-/Mittl. Wegerich)	.	.	.	.	0,8	.	.	.	.
<i>Rumex</i> (Sauerampfer)	.	.	0,4	.	.	0,7	.	.	.
<i>Artemisia</i> (Beifuß)	.	.	0,2	0,8	.	0,7	0,2	0,2	3
Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse)	0,4	.	.	.	.	0,7	0,2	.	.
<i>Centaurea cyanus</i> (Kornblume)	.	.	0,2	0,4	0,8	.	.	.	.
Caryophyllaceae (Nelkengewächse)	.	.	0,6	2	.	1	.	.	.
<i>Filipendula</i> (Mädesüß)	.	0,9	0,2	.	0,8	2	0,4	0,5	.
Asteraceae (Korbblütler)	.	.	0,1	.	.	.	.	.	.
Sonstige Nichtbaumpollen									
Brassicaceae (Kreuzblütler)	0,8	1	0,5	0,8	2	1	1	0,4	.
Apiaceae (Doldenblütler)	.	.	0,2	0,8	0,8	.	0,4	0,3	.
<i>Potentilla</i> (Fingerkraut)	.	.	.	.	.	0,3	.	.	.
<i>Galium</i> (Labkraut)	.	0,5	0,1	3	.	0,3	.	0,1	.
Aster-Typ (Aster)	1	.	0,2	4	.	1	0,4	.	.
Mentha-Typ (Minze)	.	0,9	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum</i> (Wachtelweizen)	.	0,5	0,1	.	.	.	.	.	.
Ambrosia-Typ (incl. <i>Xanthium</i> , Spitzklette)	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> (Vogel-Knöterich)	.	0,5	.	0,4	.	.	.	.	.
<i>Lotus</i> (Hornklee)	.	.	0,1	.	.	0,3	.	.	.
<i>Valeriana</i> (Baldrian)	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Malva-Typ (Malve)	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Urtica</i> (Brennnessel)	.	.	.	.	.	.	.	0,1	.
Rosaceae (Rosengewächse)	.	.	.	.	.	.	.	0,1	.
Liliaceae (Liliengewächse)	.	.	.	.	.	0,3	.	.	.
Verschiedene	13	19	5	6	5	5	3	4	.
Indeterminata	.	.	0,1	1	0,8	1	.	.	.
Sumpf- und Wasserpflanzen									
Cyperaceae (Sauergräser)	2	11	15	16	6	8	0,5	0,5	.
<i>Nuphar</i> (Teichrose)	.	.	0,1	.	.	.	.	.	.
<i>Nymphaea alba</i> (Weiße Seerose)	.	.	.	1	.	0,3	.	.	.
Gesamt-Werte									
n BP (Baumpollen)	213	154	506	131	62	164	523	974	59
n NBP (Nichtbaumpollen)	36	61	538	115	58	123	48	44	5
Gesamtpollensumme (P)	249	215	1044	246	120	287	571	1018	64
% NBP	13	20	43	37	45	38	8	4	8
Markersporen (Lycos)	473	212	798	270	261	1289	.	.	.
n Holzkohlepartikel (HK) >10µm	732	482	2599	1183	223	885	379	203	13
HK/P	2,9	2,2	2,5	4,8	1,9	3,1	0,7	0,2	0,2
HK/Lycos	155	227	326	438	85	69	.	.	.
n Polypodiaceae	4	1	16	3	4	7	3	42	2
NH ganz/halb*	2,3	2,1	2,3	1,2	1,3	2,4	2,0	2,0	1,1

*Verhältnis von ganzen Nadelholz ("NH")-Pollenkörnern ("ganz"; *Pinus*, *Picea*, *Abies*) zu einzelnen Luftsäcken ("halb")

5 Diskussion

Ursprünglichkeit von Baumarten

Die Fichte tritt im Gebiet der südlichen Frankenalb erstmals im Boreal, die Weißtanne erstmals im Subboreal auf (Profil Ottmaringer Tal, KNIPPING 2000). Ein ursprüngliches Vorkommen der beiden Nadelbäume zumindest ab der Bronzezeit (Subboreal) kann nun auch für den Schloßberg bei Kallmünz belegt werden. KÜNNE (1993) geht dagegen für das Naabtal unterhalb Kallmünz vom natürlichen Fehlen der Tanne und Fichte aus. So werde die Baumschicht der reichen Waldgesellschaft Galio-Fagetum (Waldmeister-Buchenwald) allein von der Buche aufgebaut. Das belegte Vorkommen von Holzkohle der Tanne deutet aber darauf hin, dass ursprünglich auch sie an der Baumschicht des Waldmeister-Buchenwaldes beteiligt war, denn dort wäre ihr wahrscheinlichster Wuchsort zu finden. Sie stockt eher auf frischen Böden, mancherorts im Übergang zu staunassen Standorten, auf denen die Konkurrenzkraft der Buche gemindert ist (ELLENBERG 1996).

Seit dem späten Mittelalter wurden Fichte und Kiefer zur Holzkohlegewinnung für die Erzverhüttung und Eisenverarbeitung künstlich in die Waldbestände eingebracht (LUTZ 1941). Es muss somit ab dieser Zeit mit einer direkten Förderung der Baumarten auch in der Umgebung des Schloßbergs gerechnet werden.

Zum Vorkommen von Eichen-Hainbuchenwäldern (Galio-Carpinetum), wie sie SEIBERT (1968) als Bestandteil der potenziellen natürlichen Vegetation annahm (kritisch dazu JANSSEN & SEIBERT 1991), lassen sich keine Aussagen treffen. Die Hainbuche (*Carpinus betulus*) fehlt weitgehend in den Holzkohlen (nur ein Stück in VA 25: 180 cm). Möglicherweise konnten sich aber durch die bereits in der Bronzezeit intensive Nutzung des Bergplateaus keine Hainbuchenbestände etablieren. Die wenigen *Carpinus*-Nachweise in den Pollenproben zeigen nur das Vorkommen in der Region an, können aber nicht weiter interpretiert werden.

Ein räumliches Muster

Betrachtet man die Holzkohlergebnisse in der Gesamtschau (alle Holzkohlen je Fundort, keine zeitliche Differenzierung), so ist folgendes Muster erkennbar (Abb. 2):

1. Proben aus dem Auenbereich der Vils wiesen neben den insgesamt dominierenden *Quercus*- und *Pinus*-Kohlenfragmenten auch *Fagus*, *Abies*, *Picea* und ein Stück *Carpinus* auf, während an und auf dem Berg keine dieser Gehölzarten auftrat.
2. Im Bereich der nach Traidendorf abfallenden Fläche („Plateau“ in Tab. 2) konnte ausschließlich *Pinus* festgestellt werden.
3. Im Sporn-Bereich zeigte sich ein von Eiche dominiertes Spektrum mit einem deutlichen Kiefernanteil. Im Gesamtmaterial von 119 Stücken (davon 5 neolithisch, 9 bronzezeitlich, 23 hallstattzeitlich, 2 latènezeitlich, 20 römerzeitlich) fand sich kein Buchen-Fragment.

Die Wuchsorte der Buche beschränkten sich demnach auf die Unterhänge bzw. mittlere Hanglagen. Doch auch dort war sie für das Mittelalter nur selten feststellbar, während sie in der Bronzezeit reichlicher vertreten war (Abb. 3). Nahe der Kuppe in PG 8 fand sich die Buche nicht, während sie im unterhalb gelegenen Schwemmfächer-Kolluvium (PG VA 1) in den älteren Schichten vorhanden ist. Stand die Buche in dem etwas feuchteren Mittelhang- und Unterhangbereich, wohingegen die Plateaubereiche zu trocken waren? Dagegen spricht die heutige Auffassung, wonach Buchen die zonalen, potenziellen natürlichen Waldgesellschaften prägen würden (ROSSKOPF 1989). Wahrscheinlicher erscheint momentan, dass der Waldbaum auf der Kuppe bereits durch die bronzezeitliche Landnutzung zurückgedrängt worden ist. Letztlich muss die Frage offen bleiben, solange nur wenige Daten aus der Zeit vor der Landnutzungsintensivierung vorliegen.

Der Wandel der Landschaft

Pollen-Einzelproben können „Momentaufnahmen“ liefern. Eine zeitliche Stellung bei nicht

absolut datierten Proben ist zwar unklar, und die Anteile der einzelnen Arten am Pollenspektrum sollten nur vorsichtig interpretiert werden. Dennoch dienen sie der Informationsvermehrung, wenn es nicht möglich ist, längere Profile zu untersuchen.

Im Folgenden wird versucht, aus den vorliegenden paläobotanischen Daten ein erstes Bild der Vegetation und deren Veränderung für die Umgebung des Schloßbergs zu zeichnen. So können Hypothesen entwickelt werden, die durch weitere Untersuchungen und mit breiterer Datenbasis zu prüfen sind. Die ungefähre zeitliche Einordnung der nicht absolut datierten Pollenproben erfolgt im Vergleich mit dem (biostratigraphisch datierten) Pollendiagramm aus dem Ottmaringer Tal bei Beilngries an der Altmühl (KNIPPING 2000), das einzige naturräumlich vergleichbare Profil aus der südlichen Frankenalb.

Atlantikum/Subboreal (Neolithikum/Bronzezeit). Das Fehlen von Hainbuche, aber bereits geringe Werte von Tanne und Buche datieren das Sediment von NA 2-232 ungefähr in das Atlantikum/Subboreal. Linden-Pollen ist deutlich vertreten. Das Spektrum ähnelt dem in den Übergang Atlantikum/Subboreal datierten Diagrammabschnitt des Profils aus dem Ottmaringer Tal (KNIPPING 2000). Allerdings fällt der sehr geringe Anteil der Eichen-Pollenkörner auf (Tab. 3). Es gibt noch keine Hinweise auf Ackerbau (keine Getreidepollenkörner). Der geringe Nichtbaumpollenanteil deutet auf eine bewaldete Aue hin. Eine großflächige Aufflichtung lässt sich nicht erkennen. Neolithisch datierte archäologische Funde (HARNEST & SCHAUER 2000) und auch der Fund eines neolithischen Kolluviums am Sporn (SCHMIDGALL im Druck) zeigen die Anwesenheit des Menschen an, eine heute nachweisbare intensive Veränderung der Landschaft fand jedoch nicht statt.

Subboreal/Subatlantikum (Bronzezeit/Eisenzeit). Der Hainbuchenpollen-Nachweis

in Probe VA 23-255 liefert einen zeitlichen Hinweis. Die Hainbuche tritt im Ottmaringer Tal erstmals im Atlantikum und dann mit geschlossener Kurve im Subatlantikum auf. Im Bayerischen und im Oberpfälzer Wald wandert die Hainbuche erst ab ca. 4000 BP ein (STALLING 1987). Auch Buche und Tanne scheinen sich bereits etabliert zu haben, wie die deutlichen Werte zeigen (Tab. 3). Diese Bäume kamen im Ottmaringer Tal wohl erst im Subboreal häufiger vor. Die im Profil VA 23 über der pollenhaltigen Ablagerung gelegene Schicht in 215 cm Tiefe datiert in die römische Periode (Tab. 1: VA 23-215). Somit wurde die beprobte Sedimentschicht vermutlich im ausgehenden Subboreal/beginnenden Subatlantikum abgelagert. Der hohe Baumpollenanteil und ein hoher Erlenpollen-Wert zeigen, dass im Auenbereich noch Erlenbestände vorhanden waren. Allerdings deuten Einzelfunde von Getreide und Spitzwegerich auf die Anwesenheit des Menschen hin.

Das Holzkohlespektrum der untersten Kolluvien-schicht aus PG VA 1 datiert in die Bronzezeit (Tab. 1: VA 1-212). Holzkohlen der Fichte, Tanne und Buche zeigen deren Vorkommen in der Umgebung an. Möglicherweise standen insbesondere Fichte und Tanne am Unter- oder am Mittelhang, nicht aber auf der Kuppe, da die dortigen bronzezeitlichen Kolluvien nur Eiche und Kiefer enthalten (PG 8). Es deutet sich ein standortsbedingtes, räumliches Muster an (s. o.; Abb. 2).

In der Bronzezeit finden demnach erste intensivere Eingriffe in die Naturlandschaft statt. Es kommt zu einer Aufflichtung der Wälder. In der Folge des nun intensiveren menschlichen Wirtschaftens (u. a. Getreideanbau) kommt es zu Brandereignissen und Kolluvienbildung. Eine Entwaldung durch Abholzung oder Brennen und anschließende Beweidung leitet möglicherweise eine Devastierung der Flächen ein. Die Zerstörung der Bodendecke erfolgt in Karstgebieten besonders schnell. Eine „Versteppung“ der Karstgebiete ab der Bronzezeit

und vor allem in der Urnenfelderzeit als Folge ausgedehnter Rodungstätigkeit nimmt LOŽEK (1986) als Modell für ganz Mitteleuropa an.

Daten aus der Eisenzeit (Hallstattzeit und Latènezeit) sind dürftig. Die wenigen Holzkohlen aus **hallstattzeitlichen** (ca. 700 - 500 BC) Kolluvienschichten (PG 8; Datierung Tab. 1) erlauben es nicht, Aussagen zu dieser Zeit zu treffen. Aus der **Latènezeit** (ca. 500 - 100 BC) liegen nur aus PG 3.03 Daten vor (Tab. 1: PG 3.03-95).

Mittleres bis Spätes Subatlantikum (Römische Periode/Mittelalter). Die Basis des Kerns (ScB 196) datiert in spätrömische Zeit bzw. das Frühmittelalter, Probe 112 in das Hochmittelalter (Tab. 1). Der Kern stammt somit aus einem Sediment, das mindestens ab der Zeitenwende vermutlich in einem verlandenden Altarm der Naab aufwuchs. Organische Lagen mit Seggen-Torf werden immer wieder von mineralischen Lagen unterbrochen, die mit Überflutungsereignissen zu erklären sind (Abb. 5). Auch heute sind die Wiesen regelmäßig bei Winter- und Frühjahrshochwässern überschwemmt. Somit kann ein Polleneintrag über das Wasser nicht ausgeschlossen werden. Pollenkörner der Tanne sind durchgehend präsent, der Baum kam also in den letzten 2000 Jahren durchgängig im Gebiet vor. Auffallend sind die geringen Eichenpollen-Werte. Möglicherweise wurde der Baum bereits zum Zeitpunkt des Sedimentwachstums so stark genutzt, dass er selten zum Blühen kam. Bedenken muss man auch, dass die Pollenkörner von Eiche bei den vorliegenden suboptimalen Erhaltungsbedingungen leichter zersetzt werden. KNIPPING (2000) stellte im naturräumlich vergleichbaren Ottmaringer Tal geringe Eichenpollen-Werte im Hochmittelalter bzw. in der frühen Neuzeit fest. In den römisch und mittelalterlich datierten Holzkohlen ist die Eiche dagegen neben der Kiefer stark vertreten (Tab. 3). Insbesondere im engeren Bereich um den Schloßberg am und innerhalb

des Walls übertrifft sie deutlich die Kiefer. Somit muss man trotz geringer Pollenwerte von einer Präsenz des Baumes am Berg ausgehen.

Die Fichte erreicht bereits zur römischen Zeit hohe Pollenwerte, die allein durch Fernflug nicht zu erklären sind. Durch die intensive Siedlungstätigkeit scheint sie gegenüber anderen Baumarten gefördert zu werden. Das trifft auf jeden Fall auch für die Kiefer zu. Aufgelassene Flächen werden von ihr schnell besiedelt, sie ist spätestens seit der römischen Zeit ein allgegenwärtiger Baum in der Gegend. Der hohe Nichtbaumpollenanteil in ScB 198 zeigt, dass zu römischer Zeit die Landschaft stark aufgelichtet ist (Abb. 5). Erosionsereignisse führen zur Bildung von Kolluvien (SCHMIDGALL im Druck). Im Naabtal fand Getreideanbau statt.

Im Mittelalter wurde im Bereich des Naabtales Getreide angebaut, wie hohe Cerealia-Pollenwerte im Naabtalprofil zeigen. Es handelt sich um den im Mittelalter verstärkt kultivierten Roggen (*Secale cereale*), neben anderen möglichen, aber nicht weiter differenzierten Getreidearten. Die hohen Anteile der Kiefernpollen können auch mit der Nachzucht dieser anspruchslosen Baumart bereits im 13. und 14. Jahrhundert (VOIT 1908 in LUTZ 1941: 284) erklärt werden, da insbesondere aus der Kiefer eine im Eisenverarbeitungsprozess begehrte weiche Kohle erzeugt wurde (LUTZ 1941: 283).

Die Landschaft ist im Mittelalter weitgehend aufgelichtet, der menschliche Eingriff äußerst intensiv. Anthropogene Brände hinterlassen Holzkohlen in den Kolluvien. Die hohen Holzkohlepartikelwerte in den Pollenproben deuten auf zahlreiche Brandereignisse in der Umgebung. Ihr Ursprung kann mit der intensiven Eisenverarbeitung im Mittelalter in Verbindung gebracht werden (Oberpfalz als „Ruhrgebiet des Mittelalters“, RESS 1950, ERGA 1960), deren Prozesse - Kohlenherstellung, Schmelzen, Schmieden - erhebliche Mengen an verkohlten Partikeln in die Umge-

bung freisetzte. So stand bei Traidendorf 1557 ein produzierendes Hammerwerk, das auch zu Beginn des Dreißigjährigen Krieges noch nachgewiesen ist (GÖTSCHMANN 1985).

In der Neuzeit wurde die Umgebung des Schloßbergs intensiv beweidet. Ein Stich von 1790 zeigt einen waldfreien Naabtaler Hang (SENDTKO 1993). Die Beweidung hat möglicherweise zu dieser Zeit einen Höhepunkt erreicht, und es bildeten sich die heutigen Kalkmagerrasen heraus. Die Entwicklung der Kalkmagerrasen könnte aber bereits früher eingesetzt haben. So diskutieren POSCHLOD & WALLISDEVRIES (2002) den Beginn der Magerrasenentwicklung allgemein zwischen dem Neolithikum und der römischen Periode. Für die Eisenzeit liegt vom Magdalenenberg bei Villingen ein Nachweis von Magerrasen vor (KÖRBER-GROHNE & WILMANN 1977; FRITZ & WILMANN 1982). Am Schloßberg und weiteren Lokalitäten wird der Geschichte der Kalkmagerrasen in einer laufenden Arbeit von Andre Baumann im Rahmen des o. g. DFG-Graduiertenkollegs nachgegangen.

Bei Nutzungsaufgabe von Kalkmagerrasen kommt es zu einer Verbuschung und Wiederbewaldung, insbesondere durch windausbreitende Baumarten wie Kiefer, Birke und Espe (*Populus tremula*). Der hohe Kiefernanteil könnte auf eine indirekte Förderung der Pionierbaumart durch Nutzung und anschließende Aufgabe der Flächen und Wiederbewaldung, vor erneuter Nutzung, deuten. Dabei scheint die Birke im Gebiet eine geringere Rolle zu spielen, denn es fanden sich kaum *Betula*-Kohlen.

Fazit

Die Kombination von Holzkohleanalyse und Pollenanalyse in Verbindung mit geowissenschaftlichen Befunden erlaubt es, Aussagen feinmaßstäblich und mit einem räumlichen Bezug zu treffen, die mit der Pollenanalyse allein nicht möglich wären, insbesondere in moorarmen Landschaften. Ziel künftiger For-

schungen könnte es sein, ein Datennetz mit weiteren Holzkohleproben aus Kolluvien und Pollenproben aus Auensedimenten zu knüpfen, um die Datenbasis und die räumliche Auflösung zu erhöhen und die Hypothesen zur Landschaftsveränderung zu prüfen und zu verfeinern. Dazu sind fortsetzende Untersuchungen von Ruth Sandner (Vor- und Frühgeschichte), Andre Baumann (Botanik) und Konrad Heemskerk (Physische Geographie) zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte im Rahmen der zweiten Phase des o. g. Graduiertenkollegs angelaufen. Die vorgestellte Methodenkombination könnte in der landschaftsgeschichtlichen Forschung auch auf andere Höhensiedlungen oder vergleichbare Objekte übertragen werden, um im interdisziplinären Ansatz weitere Fragen u. a. der Höhensiedlungsforschung zu klären.

6 Dank

Die Arbeiten wurden im Rahmen der ersten Förderphase des DFG-Graduiertenkollegs „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ (DFG-GRK 462/1) an der Universität Regensburg durchgeführt. Wir danken dem Sprecher des Kollegs von 1998-2001, Prof. Dr. Peter Schauer (Lehrstuhl für Vor- und Frühgeschichte) sowie Prof. Dr. Horst Strunk (Institut für Geographie) und Prof. Dr. Peter Schönfelder (Institut für Botanik) für die geleistete Unterstützung (Sprecher der 2. Phase 2001-2004: Prof. Dr. Jörg Völkel, Institut für Geographie). Dr. Michael Peters (Universität München) stellte uns dankenswerterweise den Russischen Kammerbohrer zum Bergen des Torfbohrkerns zur Verfügung. Die von Dipl.-Geogr. Barbara Figge (Universität Regensburg) geborgenen Holzkohlen aus PG 3.01 und 3.03 konnten dankenswerterweise in die Untersuchung einfließen.

7 Schriftenverzeichnis

- AG BODEN (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 392 S.; Hannover.
- BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND (BAY-KLIMFOR) (1996): Klimaatlas von Bayern. - 47 S., 58 Bl.; München.
- BERLI, CHERUBINI & SCHOCH, W. (1994): Rekonstruktion von Bestandesfluktuationen, Bodenmächtigkeit und Feuergeschichte über 7000 Jahre BP mittels Holzkohle-Analysen. - Bot. Helv., **104**: 17-30, 4 Abb., 1 Tab.; Basel.
- BERTRAN, P., FABRE, L., FRANC, O., LIMONDIN-LOUZOUET, N. & THIEBAULT, S. (1998): Évolution d'un versant au cours de l'Holocène à Vaise (France). - Géographie physique et Quaternaire, **52**: 69-90, 10 Abb., 3 Tab., 3 Tafeln; Montreal.
- DOLLACKER, A. (1916): Der Ringwall von Kallmünz. - Die Oberpfalz, **10**: 128-144; Kallmünz.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - 1095 S.; Stuttgart (Ulmer).
- ERGA, K. (1960): Das Ruhrgebiet des Mittelalters. - Oberpfälzer Heimat, **5**: 7-25; Weiden.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of Pollen Analysis. - 328 S.; Chichester (Wiley).
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1993): Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora. - 85 S.; Stuttgart, New York (G. Fischer).
- FRISCH, A. (1998): Der Schloßberg bei Kallmünz - eine vorgeschichtliche Höhenbefestigung der Bronze- bis Latènezeit. - Beitr. Archäol. Oberpfalz, **2**: 285-310; Büchenbach.
- FRITZ, W. & WILMANN, O. (1982): Die Aussagekraft subfossiler Moos-Synusien bei der Rekonstruktion eines keltischen Lebensraumes - Das Beispiel des Fürstengrabhügels Magdalenenberg bei Villingen. - Ber. Deutsch. Bot. Ges., **95**: 1-18, 4 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- GÖTSCHMANN, D. (1985): Oberpfälzer Eisenbergbau und Eisengewerbe im 16. und 17. Jahrhundert. - Schriftenreihe d. Bergbau- u. Industriemuseums Ostbayern in Theuern, **5**: 259 S.; Theuern.
- HARNEST, M. & SCHAUER, P. (2000): Der Schloßberg oberhalb Kallmünz, Oberpfalz - Vorbericht über die archäologischen und bodenkundlichen Untersuchungsergebnisse des Jahres 1999. - Archäologisches Korrespondenzblatt, **30**: 513-525; Mainz.
- HARNEST, M. & SCHAUER, P. (2002): Der Schloßberg oberhalb Kallmünz, Oberpfalz - Vorbericht über die archäologischen Untersuchungsergebnisse 1999-2001. - Archäologisches Korrespondenzblatt, **32**: 401-407; Mainz.
- HEINE, K., NUBER, T. & NILLER, H.-P. (1997): Geomorphologisch-pedologische Befunde zur Landschaftsgeschichte des Bogenberges und des Frauenberges in Niederbayern. - Archäologisches Korrespondenzblatt, **27**: 443-456; Mainz.
- HOHENESTER, A. (1989): Zur Flora und Vegetation der Fränkischen Alb. - In: TICHY, F. & GÖMMEL, R. (1989): Die Fränkische Alb. - Referate des 9. Interdisziplinären Colloquiums des Zentralinstituts. Schr. Zentralinstituts f. Fränkische Landeskunde u. Allg. Regionalforschung an der Univ. Erlangen-Nürnberg, **28**: 77-93; Neustadt a. d. Aisch.
- JANSSEN, A. & SEIBERT, P. (1991): Potentielle natürliche Vegetation in Bayern. Anmerkungen zur Arbeitsmethode der Transektkartierung und Auswertung der Ergebnisse. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges., **50**: 151-188; Regensburg.
- KNIPPING, M. (2000): Pollenanalytische Untersuchungen an einem Profil aus dem Ottmaringer Tal (Südliche Frankenalb). - Quartär, **51/52**: 211-227, 5 Abb.; Saarbrücken.
- KÖRBER-GROHNE, U. & WILMANN, O. (1977):

- Eine Vegetation aus dem hallstattzeitlichen Fürstengrabhügel Magdalenenberg bei Villingen - Folgerungen aus pflanzlichen Großresten. - In: SPINDLER, K. (Hrsg.): Magdalenenberg V, 51-68, 2 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Villingen-Schwenningen (Neckar-Verl.).
- KOSSACK, G. (1995): Mitteleuropa zwischen dem 13. und 8. Jahrhundert v. Chr. Geb. - Geschichte, Stand und Probleme der Urnenfelderforschung. - In: ERBACH, M. (Hrsg.): Beiträge zur Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen. Monographie RGZM, **35**: 1-64; Mainz.
- KREUZ, A., NOLTE, S. & STOBBE, A. (1998): Interpretation pflanzlicher Reste aus holozänen Auensedimenten am Beispiel von drei Bohrkernen des Wettertales (Hessen). - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **48**: 133-161, 5 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- KÜNNE, H. (1993): Waldgesellschaften im Naabtal. - In: SCHÖNFELDER, P. (Hrsg.): Exkursionsführer zur 43. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft vom 4.-7.6. 1993 in Regensburg, S. 45-64; Regensburg.
- LESSMANN-SCHOCH, U., KAHRER, R. & BRÜMMER, G. W. (1991): Pollenanalytische und ¹⁴C-Untersuchungen zur Datierung der Kolluvienbildung in einer lößbedeckten Mittelgebirgslandschaft (Nördlicher Siebengebirgsrand). - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **41**: 16-25, 5 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- LOŽEK, V. (1986): Anthropogene Umweltveränderungen während der Urnenfelder-Bronzezeit, dargestellt am Beispiel mitteleuropäischer Karstlandschaften. - *Veröff. Museum f. Ur- u. Frühgeschichte Potsdam*, **20**: 133-136; Potsdam.
- LUDEMANN, T. & NELLE, O. (2002): Die Wälder am Schauinsland und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlerei. - *Freiburger Forstliche Forschung*, **15**: 139 S., 38 Abb., 15 Tab.; Freiburg i. Br.
- LUTZ, J. (1941): Die ehemaligen Eisenhämmer und Hüttenwerke und die Waldentwicklung im nordöstlichen Bayern. - *Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss.*, **12**: 277-294, 2 Karten; Hannover.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): *Pollen analysis*. - 2. Aufl., 216 S.; Oxford (Blackwell).
- NELLE, O. (2002): Zur holozänen Vegetations- und Waldnutzungsgeschichte des Vorderen Bayerischen Waldes anhand von Pollen- und Holzkohleanalysen. - *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.*, **63**: 161-361, 63 Abb., 22 Tab.; Regensburg.
- NELLE, O. & BANKUS, M. (2002): Verkohlt?! - Möglichkeiten und Grenzen der Anthrakologie am Beispiel des Freisinger Dombergs. - *Archäologie im Lkr. Freising*, **8**: 103-128, 8 Abb., 4 Tab.; Freising.
- NILLER, H.-P. (1998): Prähistorische Landschaften im Lößgebiet bei Regensburg - Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt. - *Regensb. Geograph. Schr.*, **31**: 429 S., 170 Abb., 16 Tab.; Regensburg.
- NILLER, H.-P. (2001): Wandel prähistorischer Landschaften. - *Erdkunde*, **55**: 32-48; Klevve.
- OBERDORFER, E. (1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften IV. Wälder und Gebüsch*. 2. Aufl., 3 Abb., 104 Tab.; Jena u. a. (G. Fischer).
- PETERS, M. & BANKUS, M. (2000): Siedlungsarchäologische und paläobotanische Untersuchungen auf dem Freisinger Domberg und seiner Umgebung. - *Archäologie im Lkr. Freising*, **7**: 57-80, 14 Abb.; Freising.
- PETERS, M. (2002): Paläoökosystemforschung im Einzugsgebiet des Freisinger Dombergs. - *Archäologie im Lkr. Freising*, **8**: 129-136, 3 Abb.; Freising.
- POSCHLOD, P. & WALLISDEVRIES, M. F. (2002): The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands - lessons from the distant and recent past. - *Biol. Conservation*, **104**: 361-376, 8 Abb., 9 Tab.; Amsterdam.
- PUTZ, U. (2002): Archäologische Untersuchungen auf dem Bogenberg, Niederbayern I.

- Ausgrabungsschnitte und Funde. - Regensb. Beitr. prähistor. Arch., **8** (2 Teilbd.): 572 S., 78 Abb., 2 Tab., 243 Taf.; Regensburg.
- REINECKE, P. (1956): Der Ringwall von Kallmünz. - Die Oberpfalz, **44**: 231-247; Kallmünz.
- RESS, M. (1950): Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung der oberpfälzischen Eisenindustrie von den Anfängen bis zur Zeit des 30-jährigen Krieges. - Verhandl. Hist. Ver. Oberpfalz u. Regensburg, **91**: 5-186; Regensburg.
- RIND, M. M. (1999): Der Frauenberg oberhalb Kloster Weltenburg I. - Regensb. Beitr. Prähist. Arch., **6** (2 Teilbd.): 395+182 S., 74 Abb., 16 Tab., 178 Taf., 8 Beil.; Regensburg.
- RITTWEGER, H. (2000): The „Black Floodplain Soil“ in the Amöneburger Becken, Germany: a lower Holocene marker horizon and indicator of an upper Atlantic to Subboreal dry period in Central Europe? - Catena, **41**: 143-164, 10 Abb.; New York.
- ROSSKOPF, M. (1989): Vegetationskundliche Untersuchungen an Laubwaldgesellschaften im Naabtal nördlich von Pielenhofen. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges., **47**: 55-90, 9 Abb., 6 Tab.; Regensburg.
- SCHAUER, P. (1993): Befestigte Höhen der Urnenfelderzeit und Eisenzeit in Süddeutschland. - In: DANNHEIMER, H. & GEBHARD, R. (Hrsg.): Das Keltische Jahrtausend. - Ausstellungskatalog Prähistorische Staatssammlung: 62-74; Mainz (Von Zabern).
- SCHAUER, P. (1995): Stand und Aufgaben der Urnenfelderforschung in Süddeutschland. - In: ERBACH, M. (Hrsg.): Beiträge zur Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen. Monographie RGZM, **35**: 121-199; Mainz.
- SCHMIDGALL, J. (im Druck): Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchungen zum anthropogen induzierten Landschaftswandel von Karstgebieten am Beispiel des Schloßbergs von Kallmünz (südöstliche Fränkische Alb). - Regensb. Beitr. prähistor. Arch., **14**: 389 S., 117 Abb., 21 Tab.; Regensburg.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): Mikroskopische Holzanatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezemem und subfossilem Material. - 226 S.; Birmensdorf/Schweiz (Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft).
- SEIBERT, P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetation von Bayern 1: 500 000, mit Erläuterungen. - Schriftenr. f. Vegetationskd., **3**: 84 S., 1 Karte; Bad Godesberg.
- SENDTKO, A. (1993): Die Flora und Vegetation der Kalkmagerrasen am Schloßberg und Hutberg bei Kallmünz (Landkreis Regensburg). - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges., **54**: 393-454, 7 Abb., 8 Tab.; Regensburg.
- SMETTAN, H. W. (1995): Archäoökologische Untersuchungen auf dem Albuch. - Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg, **55**: 37-146, 62 Abb., 22 Tab., 9 Beil.; Stuttgart.
- STALLING, H. (1987): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. - Diss. Bot., **105**: 202 S., 32 Abb., 60 Tab., ; Berlin, Stuttgart (Cramer).
- STROH, A. (1975): Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler der Oberpfalz. - Materialhefte Bay. Vorgesch. Reihe B - Inventare d. Geländedenkmäler, **3**: 260-283; Kallmünz.
- STUIVER, M., REIMER, P. J., BARD, E., BECK, J. W., BURR, G. S., HUGHEN, K. A., KROMER, B. McCORMAC, G., VAN DER PFLICHT, J., & SPURK, M. (1998): INTCAL98 Radiocarbon age calibration, 24,000 - 0 cal BP. - Radiocarbon, **40**: 1041-1083; Tucson.
- WALENTOWSKI, H. (1998): Die Weißtannen-Waldgesellschaften Bayerns. - Diss. Bot., **291**: 473 S., 97 Abb., 46 Tab.; Berlin, Stuttgart (Cramer).
- ZAKOSEK, H., KAHRER, R. & LESSMANN-SCHOCH, U. (1991): Möglichkeiten und

Grenzen der Pollenanalyse in Böden. Mit einer Stellungnahme zu den „borealen Steppenböden“ Rheinhessens. - Mainzer geowiss. Mitt., **20**: 143-158, 9 Abb.; Mainz.