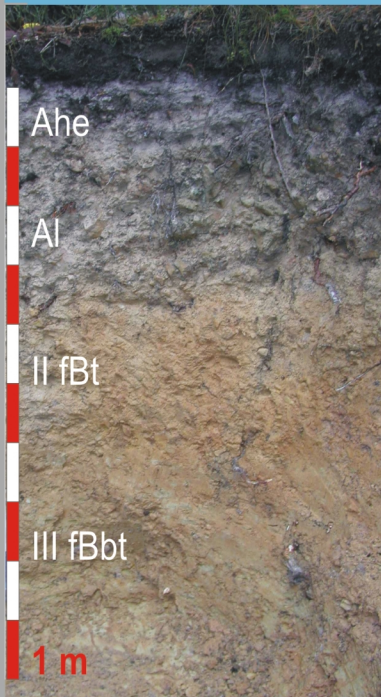


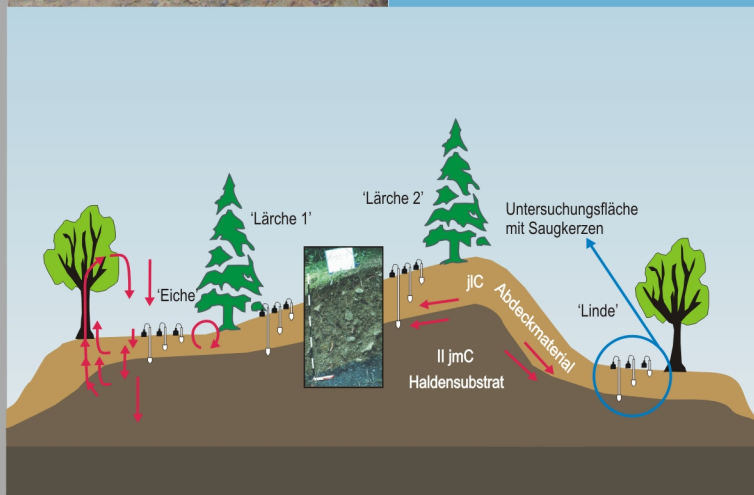
# Bodenkunde Landschaftsökologie Quartärforschung

Regensburger Beiträge zur



## Kolluvien, Auensedimente und Landschaftsgeschichte

Tagungsband und Exkursionsführer  
zur Jahrestagung des Arbeitskreises  
für Bodengeographie in der  
Deutschen Gesellschaft für Geographie  
vom 1. bis 3. Mai 2003  
in Regensburg



Matthias LEOPOLD  
Thomas RAAB  
Jörg VÖLKEL

2003

Band 3

ISBN - 3-88246-256-6



**Regensburger Beiträge zur Bodenkunde, Landschaftsökologie und Quartärforschung**

Herausgegeben von JÖRG VÖLKE

Band 3

MATTHIAS LEOPOLD  
THOMAS RAAB  
JÖRG VÖLKE

Kolluvien, Auensedimente und Landschaftsgeschichte

Tagungsband und Exkursionsführer  
zur Jahrestagung des Arbeitskreises für Bodengeographie  
in der Deutschen Gesellschaft für Geographie  
vom 1. bis 3. Mai 2003 in Regensburg

2003

Diese Arbeit wurde im Jahr 2003 als Tagungsband und Exkursionsführer  
zur Jahrestagung des Arbeitskreises für Bodengeographie (AK BoGeo)  
in der Deutschen Gesellschaft für Geographie  
vom 1. bis 3. Mai 2003 in Regensburg vorgelegt.

ISBN - 3-88246-256-6

Alle Rechte vorbehalten

Universität Regensburg  
Institut für Geographie  
- Bodenkunde -  
Univ.-Prof. Dr. rer.nat. Jörg Völke

# **Kolluvien, Auensedimente und Landschaftsgeschichte**

**Tagungsband und Exkursionsführer zur Jahrestagung  
des Arbeitskreises für Bodengeographie  
in der Deutschen Gesellschaft für Geographie  
vom 1. bis 3. Mai 2003  
in Regensburg**

**ausgerichtet von  
Professur für Bodenkunde  
&  
DFG-GRK 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“  
Universität Regensburg**

**MATTHIAS LEOPOLD, THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKEL  
(Hrsg.)**



**Regensburg**

**2003**



Wir danken für die Unterstützung durch folgende Firmen

Brauerei **Kneitinger**, 93040 Regensburg

Brauerei **Schneider Weisse**, 93077 Kelheim

**Bruker** AXS GmbH, 76181 Karlsruhe

**ecoTech** Umwelt- und Meßsysteme GmbH, 53129 Bonn

**elementar** Analysesysteme GmbH, 63452 Hanau

**Mercedes-Benz** Niederlassung, 93040 Regensburg

**Olympus Optical** Co. (Europa) GmbH, 90455 Nürnberg

**Röhrenwerk Kupferdreh** Carl Hamm GmbH, 45257 Essen



# Vorwort

Vorwort und Begrüßungsrede des Sprechers des AK BoGeo, Prof. Dr. Jörg Völkel  
gehalten am 1. Mai 2003

Mit seiner Jahrestagung 2003 in Regensburg vom 1. bis 3. Mai kommt der Arbeitskreis für Bodengeographie (AK BoGeo) zu seiner vierten Vortrags- und Exkursionstagung zusammen. Der noch junge Arbeitskreis ist der erste innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG), welcher sich mit dem Schwerpunktthema „Boden“ befaßt. Das ist um so erstaunlicher, als daß sich die Pedosphäre als Reaktionsbereich von Atmosphäre, Lithosphäre sowie Biosphäre und Hydrosphäre stets im Fokus zentraler physisch-geographischer und auch anthropo-geographischer Fragestellungen befand. In den neunziger Jahren hat sich immer deutlicher gezeigt, daß die BodenkundlerInnen vor allem seitens der angewandten Forschung und der Berufspraxis innerhalb der Geographie und ihrer Dachverbände kein Forum hatten und eine Diskussionsplattform vermißten. Lediglich aus bodengenetischer Sicht gab es Berührungspunkte mit dem Arbeitskreis Deutscher Geomorphologen (DAG), wo sich jedoch die themenbezogen notwendige fachliche Vertiefung nicht etablieren konnte. Ausdrücklich tritt der AK BoGeo der DGfG nicht gegen die beiden großen bodenkundlichen Verbände beziehungsweise Gesellschaften an, als da sind die Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft (DBG) mit ihren Fachkommissionen und Arbeitskreisen und der jüngere Bundesverband Boden (BVB). Die meisten unserer Arbeitskreismitglieder sind und bleiben Mitglieder auch von DBG und BVB. Dennoch ist es sachdienlich und, wie sich über die sehr erfolgreichen Jahrestagungen des AK BoGeo längst gezeigt hat, auch äußerst effizient, den Boden auch unter dem großen Dach der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG) zu thematisieren. Der AK BoGeo ist dieses Sprachrohr und möchte als solches verstanden und gefordert werden.

Im Rahmen einer Zusammenkunft auf dem Geographentag in Hamburg 1999 wurde seitens des noch recht lose formierten Arbeitskreises eine Richtung vorgegeben, die ihren ersten Ausdruck in der Jahrestagung 2000 in Jena (J. Völkel) fand mit dem Thema „Vom Punkt zur Fläche – Fragen des Upscaling in der bodenkundlichen Forschung“. Das praxisorientierte Thema zog eine Vielzahl von an Behörden, Universitäten und nicht zuletzt auch freiberuflich arbeitenden Geographen und Bodenkundlern an. Mit gleicher Thematik wurde die Tagung ein Jahr später in Dresden daher wiederholt, veranstaltet vom Gründungssprecher des Arbeitskreises, PD Dr. Karsten Grunewald. Im Jahr 2002 tagte der Arbeitskreis in Cottbus, durchgeführt vom BTU-Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung des Kollegen Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl unter der Leitung von Dr. Oliver Bens. Das Thema lautete „Gestörte

Kulturlandschaften“ und befaßte sich vor allem mit Fragen der mitteleuropäischen Bergbaufolgelandschaften. In Cottbus wählte die Mitgliederversammlung ihre Sprecher neu. Auf PD Dr. Karsten Grunewald (Dresden) und Prof. Dr. Rolf Schmid (Eberswalde) folgten Prof. Dr. Jörg Völkel (Regensburg) und Dr. Oliver Bens (Cottbus).

Wie bereits in Hamburg 1999 bekräftigt, hat es sich der Arbeitskreis zum Ziel gesetzt, nicht nur innerhalb der bodenkundlichen Fachdisziplin und innerhalb der Geographie zu agieren, sondern mit wechselnden Schwerpunktthemen vor allem Interdisziplinarität zu leben. Nachdem sich drei Tagungen im weiteren Sinne mit angewandten Fragen des Bodenschutzes auseinandergesetzt haben, sollte sich die vierte Vortragstagung dem Themenkreis Kolluvien widmen. Das ist der Auftrag, mit dem wir hier in Regensburg im Mai 2003 angetreten sind. Von besonderer Bedeutung ist dabei themenbedingt die Kooperation mit den Geisteswissenschaften, denn Bodenerosion ist – zumal in größerem Umfang – in unseren Breiten ohne den Einfluß des wirtschaftenden Menschen nicht möglich. Innerhalb der Geographie müssen wir derzeit erstaunlicherweise die Verbindung zu den Anthropogeographen noch sehr klein schreiben. Aber der Aufmerksamkeit insbesondere der Archäologie und der Vor- und Frühgeschichte als geisteswissenschaftliche Disziplinen sind wir uns auf diesem Gebiet sicher. Intensiver ist seit jeher die Zusammenarbeit mit Biologen, insbesondere mit Vegetationsgeographen und Arealgeographen.

Nicht zuletzt ist es die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die seit einigen Jahren und vor allem initiiert von ihrem vormaligen Präsidenten und Mitglied des Hochschulrates der Universität Regensburg, Prof. Dr. Wolfgang Frühwald, nachdrücklich Brücken und Bogenschläge zwischen Natur- und Geisteswissenschaften fordert. Ausdruck dieser Bemühungen ist in der deutschen Forschungsszene unter anderem das in Regensburg seit 1998 etablierte Graduiertenkolleg „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ (GRK 462). Spiritus rector ist der Lehrstuhlinhaber für Vor- und Frühgeschichte an der Universität Regensburg, Prof. Dr. Peter Schauer. Er vereinte hier vor Ort die Geschichtswissenschaften von der Vor- und Frühgeschichte über die Alte Geschichte bis hin zur Bayerischen Landesgeschichte mit der Physischen Geographie und der Bodenkunde sowie mit der Biologie, insbesondere der Botanik. Die Professur für Bodenkunde am Institut für Geographie hat in der zweiten Laufzeitphase des Graduiertenkollegs die Sprecherfunktion von Professor Schauer übernommen. Das GRK 462 ist Mitorganisator dieser Tagung. Eine Vielzahl der in Form der zweitägigen Exkursionen vorgestellten Forschungsbefunde und Zielsetzungen sind gleichzusetzen mit der Thematik und Ausrichtung des Kollegs. Über die aktive Beteiligung auch meiner Kollegen aus der Vor- und Frühgeschichte an der Ausrichtung dieser Tagung, namentlich von Herrn Privatdozenten Dr. Michael Rind



(Universität Regensburg und Leiter der Kreisarchäologie Kelheim) und der MitarbeiterInnen von Herrn Professor Schauer (Lst. Vor- und Frühgeschichte) freue ich mich daher sehr. Zudem nehmen die Professur für Bodenkunde und die von ihr getragene, seit 1993 mit der Habilitation von Jörg Völkel bestehende AG Landschaftsökologie & Bodenkunde an der Universität Regensburg die Gelegenheit wahr, ihr zwei- bzw. zehnjähriges Jubiläum gebührend zu begehen.

Einige von Ihnen waren sicherlich vor zehn Jahren hier in Regensburg zu Besuch, als der Lehrstuhl für Physische Geographie von Prof. Dr. Klaus Heine die Jahrestagung des Deutschen Arbeitskreises für Geomorphologie (DAG) ausrichtete. In der Folge war Regensburg Austragungsort weiterer geowissenschaftlicher Tagungen und Kolloquien, welche unter anderem im Rahmen von Internationalen Kolloquien, SPP-Kolloquien der DFG und Arbeitskreistagungen unter anderem den Donaauraum und den Bayerischen Wald thematisierten. Im Anschluß an den heutigen Vortragstag wollen wir Ihnen während der beiden folgenden Exkursionstage auf interdisziplinärer Basis unter dem Schwerpunktthema „Kolluvien und Auensedimente“ diesmal ganz andere Naturräume und Themen vorstellen. Für die Tagung 2003 zeichnen neben dem Unterfertigten in besonderer Weise Dr. Thomas Raab und Dr. Matthias Leopold verantwortlich, auf deren Schultern die Hauptlast der Planung und Durchführung ruht. Als Sprecher des AK BoGeo danke ich daher den beiden jungen Kollegen für ihr Engagement und sehe - sicherlich mit Ihnen allen, liebe Gäste – in freudiger Erwartung einer interessanten Tagung entgegen.

Jörg Völkel



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

## Teil A – Tagungsband

Tagungsprogramm	2
Kurzfassungen der Vorträge und Poster	4
Teilnehmerverzeichnis	40

## Teil B – Exkursionsführer

<b><u>Exkursion Freitag, 2. Mai 2003</u></b>	45
--	----

**Erosionsbilanzierung und Landnutzungsrekonstruktion im Donaubogen von Bad Abbach, Ndb. und im Tal der Kleinen Laaber bei Sallach, Ndb.**

**Geoarchäologische Untersuchungen im Umfeld des neolithischen Silex-Bergwerkes von Arnhofen, Ndb.**

**MATTHIAS LEOPOLD & JÖRG VÖLKEL**

mit Beiträgen von ANJA HOFFMANN, SABINE MÜLLER, ALEXANDRA RAAB, MICHAEL M. RIND, PETER SCHAUER

<b><u>Exkursion Samstag, 3. Mai 2003</u></b>	105
--	-----

**Kolluviale und fluviale Sedimente in der historischen Bergbaulandschaft im Vilstal/Opf.**

**THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKEL**

mit Beiträgen von SABINE BECKMANN, KERSTIN HÜRKAMP, NADINE RICHARD, ANTON KNITL, RUTH SANDNER, PETER SCHAUER

# **Teil A**

# **Tagungsband**

# Jahrestagung 2003 des AK Bodengeographie in Regensburg

## *Kolluvien, Auensedimente und Landschaftsgeschichte*

### PROGRAMM

#### 1. Mai 2003, 12:00 - 19:30 Uhr (H13 der UR)

12:00 - 12:10		Begrüßung
12:10 - 13:30	VÖLKELE	<b>Sitzung I: Grundsatzfragen und Methoden</b>
12:10 - 12:30	BORK (Kiel)	Die Wirkung von Landnutzung und Landschaftsstruktur auf Art und Intensität der Bodenerosionsprozesse
12:30 - 12:50	STARKEL (Krakau)	Anthropogenic soil erosion since Neolithic Time in Poland
12:50 - 13:10	LANG (Leuven)	Läßt sich Bodenerosion datieren? Möglichkeiten und Grenzen der Altersbestimmung von Bodenerosionsablagerungen
13:10 - 13:30	HINDERER & SCHÄUBLE (Darmstadt)	Entwicklung eines GIS-basierten Denudationsmodells auf der Grundlage rezenter Flussfrachten
13:30 - 13:50	PAUSE	
13:50 - 15:30	LEOPOLD	<b>Sitzung II: Auendynamik und fluviale Sedimente</b>
13:50 - 14:10	BAADE (Jena)	Rezente Auensedimentation: Das Winterhochwasser 2003 an der Saale, Thüringen
14:10 - 14:30	DEHNER (Mainz)	Stratigraphie holozäner Auensedimente der unteren Saale (Sachsen-Anhalt)
14:30 - 14:50	DAMBECK (Frankfurt/M)	"Schwarze Tone" am nördlichen Oberrhein - Fragen zur Genese
14:50 - 15:10	DOBLER (München)	Schwermetalltiefengradienten in Auensedimenten der Selke als Ausdruck der historischen Montanwirtschaft im Osthaz
15:10 - 15:30	ZIELHOFER & FAUST (Dresden)	Holozäne Bodenentwicklung in mediterranen Hochflutsedimenten - Identifizierung und Interpretation
15:30 - 16:05	LEOPOLD	<b>Sitzung III: Postervorstellungen</b>
15:30 - 15:35	FECHNER (Nivelles)	Stand der Bodenerosionsforschung in Belgien und Nordfrankreich
15:35 - 15:40	RUSSOK (Kiel)	Untersuchungen zur klima- und landnutzungsbedingten Bodenerosion
15:40 - 15:45	FRÖHLICH & OPP	Untersuchung zur räumlichen Differenzierung von

	(Marburg)	Hauptlage und Kolluvium
15:45 - 15:50	PIETSCH & OPP (Marburg)	Retrospektive Untersuchungen an landwirtschaftlich genutzten Kolluvien und Wadis sedimenten auf Soqatra (Jemen)
15:50 - 15:55	RUSSOW (Leipzig)	Quartäre Hangsedimente in historischen Erzbergbaugebieten des Mittelgebirgsbereichs: Schwermetallführung und Gefährdungspotenziale
15:55 - 16:00	HEINRICH, MOLDENHAUER & VATER (Leipzig, Eichstätt & Frankfurt)	Anthropogen initiierte Badland-Bildungen in lößbedeckten Teilen des Kristallinen Odenwaldes
16:00 - 16:05	RAAB & VÖLKEL (Regensburg)	Das DFG Graduiertenkolleg 462 "Paläoökosystemforschung und Geschichte" an der Universität Regensburg - Struktur und Forschungsprojekte anhand von Beiträgen der (Post)DoktorandInnen
16:05 - 16:30	<i>PAUSE &amp; POSTERDISKUSSION</i>	
<b>16:30 - 18:30</b>	<b>RAAB</b>	<b>Sitzung IV: Hangdynamik und kolluviale Sedimente</b>
16:30 - 16:50	STOCK, BENS & HÜTTL (Cottbus)	Bodenbildung auf Neulandstandorten aus pleistozänen Sedimenten "Ein Zeitsprung zurück zu den Anfängen"
16:50 - 17:10	REIß & BORK (Kiel)	Prähistorische Landschaftsentwicklung in der Dithmarscher Geest - Die Flur Reddersknüll bei Albersdorf
17:10 - 17:30	DREIBRODT & BORK (Kiel)	Landnutzungs-Bodenerosions-Interaktionen in einem Kleinzugsgebiet am Belauer See (Schleswig-Holstein)
17:30 - 17:50	STOLZ & GRUNERT (Mainz)	Ausprägung, Verbreitung und Genese von Runsen im mittleren Aartal, Taunus
17:50 - 18:10	SCHULZ (Bamberg)	Rekonstruktion, Datierung und Bilanzierung holozäner Bodenverlagerung an einem Beispiel aus der niederrheinischen Bucht
18:10 - 18:30	GLATZEL (Göttingen)	Kolluvien als Quellen und Senken von atmosphärischen Spurengasen
18:30 - 18:40	<i>PAUSE</i>	
18:40 - 19:30		Sitzung des AK Bodengeographie
19:30	ENDE	anschließend Biergarten „Alte Linde“ in der Altstadt

# **Kurzfassungen der Vorträge und Poster**

## **Teilnehmerverzeichnis**

## **Die Wirkungen von Landnutzung und Landschaftsstruktur auf Art und Intensität der Bodenerosionsprozesse**

Hans-Rudolf Bork

Ökologie-Zentrum Kiel, Universität Kiel, Schauenburgerstraße 112, D-24098 Kiel

Die Art (punktuell, quasi-flächenhaft oder linienhaft) sowie das Ausmaß der Bodenerosion und damit auch der Bildung von Kolluvien wird außer von Witterung (z.B. Niederschlagsintensität und –dauer), Boden (z.B. Infiltrationskapazität, Makroporenvolumen und -kontinuität) und Relief (z.B. Hangneigung und vertikale sowie horizontale Wölbung eines Hanges) wesentlich von der Landnutzung und der Landschaftsstruktur bestimmt. Vor allem agrarische Landnutzung sorgt für eine zeitweise geringe Vegetationsdichte. Sie ermöglicht so Oberflächenverdichtung und damit eine drastische Reduzierung der Infiltrationskapazität sowie Abflussbildung und Bodenerosion. Bedeutsam für die Abflusskonzentration und damit für das Auftreten linienhafter Bodenerosion ist sowohl das agrarische Mikrorelief (u.a. die Richtung der Bodenbearbeitung) als auch die Struktur der Landschaft (Abflusssammlung u.a. in Ackerrandfurchen, Gräben, befestigten Wegen). Beispiele aus Franken, Brandenburg, dem Pazifischen Nordwesten der USA, aus Nordchina und von der Osterinsel illustrieren die Bedeutung anthropogener Eingriffe in die Landschaft auf Abflussbildung, Bodenerosion und Kolluvienbildung. Auf der Basis der Volumina einzelner Kolluvienkörper und ihres Alters werden Sedimentationsraten berechnet und unter Berücksichtigung des erosionsrelevanten Einzugsgebietes sowie des Feststoffaustrages Bodenerosionsraten bestimmt.



## **Anthropogenic soil erosion since Neolithic Time in Poland**

Leszek Starkel

Polish Academy of Sciences, w. Jana 28, 31-018 Kraków, POLAND

## **Läßt sich Bodenerosion datieren? Möglichkeiten und Grenzen der Altersbestimmung von Bodenerosionsablagerungen**

Andreas Lang

Department of Geography, University of Liverpool, Liverpool, L69 7ZT, UK

Im Rahmen der 'global change' Forschung ist das Interesse an der Entschlüsselung vergangener Prozesse in den letzten Jahren stark gestiegen. Feld- und Labormethoden erlauben heute die detaillierte Rekonstruktion von Landschaftsveränderungen. Die zeitliche Einordnung der Befunde bleibt jedoch oft ein entscheidendes Problem. Neben kulturgeschichtlichen Befunden werden für die Gewinnung von Altersinformationen vor allem physikalische Datierungsmethoden eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen Sedimentsystemen ist dies bei der Bodenerosion oftmals keine unkomplizierte Angelegenheit. Vor allem das häufige Auftreten von Umlagerungen erschwert viele Datierungsansätze.

Im Vortrag wird eine Übersicht neuerer Ergebnisse in der Geochronologie aufgezeigt und deren Perspektiven für die Bodenerosionsforschung umrissen. Neben neueren Techniken wie optische Datierung und Datierung mittels in situ produzierter kosmogener Nuklide werden auch Probleme bei der Verwendung eher klassischer Ansätze - wie der Radiokohlenstoff Datierung - behandelt. Neben der Zusammensetzung des Ausgangssubstrats und des Sediments ist für die Anwendbarkeit einer Methode die Art der Erosionsprozesse von entscheidender Bedeutung. Die Anwendbarkeit der 'optischen Datierung' und der Datierung mittels 'in situ produzierter kosmogener Nuklide' ist vor allem abhängig von der Frequenz und Magnitude der beteiligten Erosionsprozesse. Für die Datierung häufiger und langsam ablaufender Prozesse stehen heute Techniken zur Verfügung. Die Datierung seltener Ereignisse, die mit hoher Magnitude auftreten, steht dagegen erst in der Entwicklung. In jedem Fall müssen für eine erfolgreiche Datierung die Erosions-, Transport- und Ablagerungsprozesse verstanden sein.

## **Entwicklung eines GIS-basierten Denudationsmodells auf der Grundlage rezenter Flussfrachten**

Matthias Hinderer & Holger Schäuble

Institut für Angewandte Geowissenschaften, Technische Universität Darmstadt,  
hinderer@geo.tu-darmstadt.de

Wie beeinflussen Klima, Relief, Lithologie, Böden, Vegetation und andere Geofaktoren die Sedimentfracht eines Flusseinzugsgebiets? Und welcher dieser Faktoren ist der Dominierende? Fragen wie diese spielen nicht nur eine Schlüsselrolle in Geomorphologie und Sedimentologie, sondern werden auch zunehmend bei praktischen Umweltschutzvorhaben bedeutsam. Allerdings ist es zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, die Sedimentfracht eines Einzugsgebiets genau zu quantifizieren. Kleinräumige Erosionsmodelle wie die bekannte USLE-Erosionsgleichung eignen sich kaum für Sedimentprognosen grossräumiger Einzugsgebiete. Sie berücksichtigen lediglich Erosionsprozesse, die durch den Oberflächenabfluss und im On-Site Bereich auf Ackerflächen ausgelöst werden. Auf der anderen Seite sind auf Regressionsanalysen basierende globale Denudationsmodelle wie die von Pinet & Souriau (1988) oder Ludwig & Probst (1998) zu ungenau und in sich widersprüchlich. Sie prognostizieren stark voneinander abweichende Sedimentmengen, ignorieren räumliche und zeitliche Variabilitäten bei den Geofaktoren und lassen menschliche Einflüsse wie etwa bei Stauseen und Dämmen ausser acht. Aus diesem Grund wird im Arbeitsbereich Angewandte Sedimentgeologie der TU Darmstadt ein neues globales Sedimentationsmodell entwickelt. Es wird die genannten Beschränkungen bisheriger Denudationsmodelle überwinden und als mesoskaliges Modell die noch bestehende Lücke zwischen lokalen und globalen Modellen schliessen. Dies wird durch verfeinerte Analysetechniken mit GIS und speziell entworfenen EDV-Programmen erreicht. Eine in einem ersten Schritt fertiggestellte umfassende Sedimentdatenbank der USA (700 Stationen mit täglichen Sedimentfrachtmessungen, 1500 Staudämme in den rückwärtigen Einzugsgebieten) liefert zusammen mit hochauflösenden Geodaten den Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Analysen. Da die Auswirkungen von Staudämmen als Sedimentfallen explizit berücksichtigt werden, werden sowohl die Charakterisierungen der einzelnen Einzugsgebiete als auch nachfolgende Modellierungen der Sedimentfracht viel objektiver und genauer sein als bisher. Darüber hinaus wird eine neue Methodik getestet, mit der die relative Bedeutung der Geofaktoren auf die Sedimentfracht bestimmt und der Sedimenttransport in mesoskaligen Einzugsgebieten in iterativer Weise simuliert wird (Hinderer et al., 2001).

Hinderer, M.; Schäuble, H.; Süss, M.P. (2001):

Denudation processes at various scales - towards a new GIS-based global model. In: Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 1, Issue 3/4, Page 377-397.

Ludwig, W.; Probst, J.-L. (1998):

River sediment discharge to the oceans: Present-day controls and global budgets. In: American Journal of Science, No. 298, Page 265-295.

Pinet, P.; Souriau, M. (1988):

Continental erosion and large-scale relief. In: Tectonics, No. 7/3, Page 563-582.

## **Rezente Auensedimentation: Das Winterhochwasser 2003 an der Saale, Thüringen**

Yvonne Kreuziger & Jussi Baade

Institut für Geographie, Friedrich-Schiller-Universität, 07740 Jena  
e-mail: cub@uni-jena.de

Trotz in der Regel geringer Höhenunterschiede stellen Auen einen komplex strukturierten Sedimentationsraum dar. Folglich ist mit einer relativ starken kleinräumigen Variabilität der Sedimentation zu rechnen. Das gilt nicht nur für das Ausmaß der Sedimentation bei einem Ereignis, sondern auch für die stoffliche Zusammensetzung der Ablagerungen. Zudem spielt natürlich die Magnitude eines Hochwasserereignisses eine entscheidende Rolle.

Dieser Beitrag präsentiert die Ergebnisse einer kleinräumig auflösenden Sedimentbeprobung auf einem Wiesenstandort in der Saaleaue bei Jena nach dem Hochwasserereignis im Januar 2003. Bei diesem Ereignis, das ausgehend vom Spitzenabfluß am Pegel Rudolstadt, südlich von Jena, als HQ(50) und am Pegel Camburg, nördlich von Jena, als HQ(20) eingestuft wird (TLUG 2003), erreichten die Wassertiefen auf der Aue Werte von bis zu 0,5 m. An den tiefsten Stellen war die Fläche über einen Zeitraum von 10 Tagen überschwemmt. Geringe Fließgeschwindigkeiten auf der Fläche und eine mehrere cm dicke Eisschicht, die sich unmittelbar nach der Überschwemmung bildete, dürften zu einer vollständigen Sedimentation der Sinkstoffe geführt haben.

Für den Standort in der Saaleaue liegen, für die überschwemmte Fläche (ca. 7 ha), insgesamt 26 Proben vor, für die die Sedimentationsrate, die Korngrößenverteilung, der Corg-Gehalt und weitere ausgewählte Parameter bestimmt wurden. Die ereignisspezifischen, räumlichen Verteilungsmuster der untersuchten Parameter werden auf der Grundlage der Ergebnisse einer 25x25 m Rasterbeprobung des Oberbodens an diesem Standort diskutiert.

### Literatur

TLUG [Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie](2003): Gewässerkundlicher Monatsbericht Januar 2003. <http://www.tlug-jena.de/gwkmnber>, Stand: 08.04.2003

## **Stratigraphie holozäner Auensedimente der unteren Saale (Sachsen-Anhalt)**

Ulrich Dehner

Geographisches Institut, Johannes Gutenberg Universität Mainz, D-55099 Mainz  
u.dehner@geo.uni-mainz.de

Innerhalb des BMBF-Projektes Elbe 2000 wurden in den Auengebieten der Saale umfangreiche Sondierungen durchgeführt, mit dem Ziel der Festlegung geogener Schwermetall-Hintergrundwerte. Eng verbunden mit der Frage natürlicher Elementkonzentrationen ist die Frage nach der Altereinstufung entsprechender Sedimente. Die vorliegenden Ergebnisse für das Flussgebiet der Unteren Saale gestatten eine Rekonstruktion der Sedimententwicklung ab dem Spätpleistozän. Die Datierungen erfolgten mit <sup>14</sup>C-Datierung und Dendrochronologie.

Neben den Datierungen wurden bodenkundliche Aufnahmen und Analytik durchgeführt, die Aussagen über die Bodenentwicklung in unterschiedlich alten Auensedimenten erlauben. Weiterhin bietet auch die Spurenelementanalytik in Verbindung mit industriegeschichtlichen Daten Hinweise für die Alterstellung von Sedimenten. Im Flussgebiet der Unteren Saale gelangte z.B. Quecksilber ausschließlich durch anthropogene Prozesse in die Umwelt. Die Vorerkundung der Auengebiete erfolgte durch eine Luftbild- und Kartenauswertung sowie durch ein digitales Geländemodell. Damit können Sedimentstrukturen in der Aue erkundet und z.B. verlandete Flussarme, in denen ungestörte Sedimentfolgen vermutet wurden gezielt beprobt werden.

Lit.: Dehner, U. (2000): Ermittlung geogener Hintergrundwerte umweltrelevanter Spurenelemente im Flußgebiet der unteren Saale auf der Basis stratigraphisch bodenkundlich orientierter Untersuchungen. Halle'sches Jahrbuch für Geowissenschaften Bd. 11: 1-136, 33 Abb., 27 Tab., Halle.

## Schwarze Tone am nördlichen Oberrhein - Fragen zur Genese

Rainer Dambeck

Institut für Physische Geographie, Johann Wolfgang von Goethe Universität, Frankfurt am Main

In Teilbereichen der nördlichen Oberrheinniederung kommen auf Umlaufflächen holozäner Rheinmäander nahezu flächenhaft verbreitet stark tonige (Tonanteil 45-70%) Auensedimente vor. Nach der typischen grauschwarzen Färbung (Munsell 5Y2-4/l) werden diese Auentone regional als "Schwarze Tone" bezeichnet. Die Entstehungsbedingungen (z.B. Herkunft der Tone) sind nicht geklärt. Zur Diskussion steht eine multifaktoriell gesteuerte Genese (vgl. Rittweger 2000).

Dunkel gefärbte tonige Auensedimente/-böden sind aus zahlreichen Flusstälern überliefert. Es ist nicht klar, ob diese Bildungen untereinander vergleichbar sind. Angaben zum Alter variieren. Vielfach wird eine Entstehung im frühen und mittleren Holozän angenommen. Am nördlichen Oberrhein datieren "Schwarze Tone" (IR-OSL) in den Zeitraum vom späten Atlantikum bis zum ausgehenden Subboreal. Die Ablagerung der "Schwarzen Tone" endete wahrscheinlich im Übergang zum Subatlantikum mit dem Beginn vorwiegend schluffig-sandiger Auensedimentation.

Als Leitbodentypen der "Schwarzen Tone" sind Auenpelosole entwickelt. An der Basis der "Schwarzen Tone" ist eine geologische Schichtgrenze ausgeprägt. Das Liegende bilden vorwiegend schluffige Hochflutsedimente, die lokal in das Präboreal datieren (IR-/OSL). Mit dem Fazieswechsel ist i.d.R. eine Veränderung in der Zusammensetzung des Tonmineralbestandes zu beobachten. Zudem ändert sich das pedologische Erscheinungsbild. Die schluffigen Auenablagerungen im Liegenden der „Schwarzen Tone“ sind pedogenetisch gekennzeichnet von Grauer (Auen)-Tschernosem. Als Hauptentwicklungszeitraum dieser fossilen Bodenbildungen ist das Boreal anzunehmen. Dieses Bodenalter korrespondiert gut mit dem erwähnten altholozänen Sedimentalter der schluffigen Auenfazies.

Chrono-, litho- und pedostratigraphische Befunde an Profilen von "Schwarzen Tonen" deuten auf signifikante Veränderungen der Sedimentationsverhältnisse und Einsetzen einer Auflandungsdynamik in Teilen der nördlichen Oberrheinniederung im späten Atlantikum hin. In Bezug auf die Entstehung der "Schwarzen Tone" wird eine polygenetische Bildung im Zusammenspiel verschiedener Einflussfaktoren (z.B. geologisch-tektonische Raumsituation, periodische Überschwemmungen, dichte Vegetationsbedeckung) vermutet. Eine anthropogene Beeinflussung der Genese (z.B. infolge von Bodenerosion) ist nicht generell auszuschließen, da bandkeramischer Einfluss im Einzugsgebiet belegt ist.

Aufgrund der bislang ungeklärten Entstehung besteht weiterer Forschungsbedarf zu den Bildungsbedingungen der "Schwarzen Tone" am nördlichen Oberrhein. Geplant ist der Einsatz verschiedener Methoden (u.a. Mikromorphologie, Tonmineralogie) um die vorläufigen Erkenntnisse zu überprüfen.

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.

## **Schwermetalltiefengradienten in Auensedimenten der Selke als Ausdruck der historischen Montanwirtschaft im Ostharz**

Lorenz Dobler

Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstr. 128, München

The beginning of mining activities in the surroundings of the local mining centre in the Eastern Harz Mountains is unknown. First indications are from the 8<sup>th</sup> century. Relative highdays of historical mining activities are known from about 1450 AD until 1618 AD and from about 1700 AD until 1765 AD (Straßberg) and 1903 AD respectively (Neudorf/Harzgerode). Until 1765 AD mining for silver ores and Galenit was most important and the following decades iron ores (Neudorf, Tilkerode) and feldspar became dominant. Geochemical investigations and datings (<sup>14</sup>C) between Güntersberg and Meisdorf showed that horizontal and vertical patterns of heavy metal contents, especially lead, reflect local mining history. Upstream of Agezucht creek loamy grey sediments (Graulehme) are nearly unaffected by mining, downstream heavy metal contamination is severe and worst between Straßberg and Alexisbad/Mägdesprung. Here mine tailings from processing plants near Straßberg were deposited over older grey sediments until the beginning of the 20<sup>th</sup> century. High metal concentrations in old grey sediments indicate that mining was at least active since the late middle ages (13<sup>th</sup> century) and might have already begun in the early middle age (7<sup>th</sup> century) Similar results are known from the western part of the Harz Mountains. After cessation of mining activities typical brown floodplain sediments derived from the catchment area of the River Selke were deposited over the mining tailings. In the youngest sediments concentrations are still high because of mixing with older contaminated sediments and recent input of copper-rich fluid waste from a feldspar mine near Straßberg (active until 1990). Towards the margin of the Harz Mountains heavy metal concentrations decrease and the maximum shifts towards the younger sediments.

## Holozäne Bodenbildungen in mediterranen Hochflutsedimenten - Identifizierung und Interpretation

Christoph Zielhofer & Dominik Faust

TU Dresden, 01069 Dresden

Christoph.zielhofer@mailbox.tu-dresden.de, dominik.faust@mailbox.tu-dresden.de

Bei der Rekonstruktion holozäner Umweltbedingungen stellen sedimentologisch-bodengenetische Befunde eine unverzichtbare Informationsquelle dar, um morphodynamische Prozesse in Auenlandschaften zu erfassen und zu interpretieren. Während der Feld- und Laborarbeiten zur holozänen Landschaftsgeschichte der Medjerda-Aue im mediterranen Norden Tunesiens bestand ein Schwerpunkt der Analysen darin, in situ-Bodenbildungen von Bodensedimenten eindeutig zu unterscheiden. Eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen in situ-Bodenbildung und Bodensediment ist für die Interpretation zwingend erforderlich, da hieraus zwei verschiedene Grundmuster resultieren: Eine Bodenbildungsphase deutet demnach auf relative geomorphodynamische Stabilität, wohingegen Bodensedimente morphodynamisch aktive Zustände anzeigen. Die Unterscheidung ist in den kalkhaltigen Sedimenten der Medjerda-Aue nicht immer ganz einfach, da die Bodenbildungsphasen im Holozän generell durch Zeitmangel gekennzeichnet sind. Es sind insbesondere die schnellen bodenbildenden Prozesse wie Humifizierung, beginnende Entkalkung, schwache Farbtonung und schwache Horizontierung innerhalb einer Sedimentserie, aus denen sich holozäne Bodenbildung erkennen lässt. Folgende Merkmale werden zur Diskussion gestellt: Indikatoren an der Profilwand, bodenphysikalische und bodenchemische Indikatoren, Schwermineralanalysen, Bioindikatoren und paläomagnetische Signale.

Neben der Unterscheidung zwischen in situ-Boden und Bodensediment besteht die Frage nach der Repräsentativität der gewählten Auenprofile für die Rekonstruktion von Paläoumweltbedingungen. Deuten sedimentologische und bodengenetische Charakteristika der Profile lediglich einen Milieuwechsel innerhalb der Aue an, oder lassen sich eindeutig Rückschlüsse auf sich ändernde Umweltbedingungen im Einzugsgebiet ableiten? Die Medjerda-Aue kann hierbei in zwei unterschiedliche Teilräume gegliedert werden: Innerhalb des Mäandergürtels wechseln die Sedimentationsbedingungen durch die Wanderung der Mäanderschlingen kurzzeitig und sehr kleinräumig. Die teilweise chaotischen Sedimentabfolgen erlauben kaum eine chronologische Systematisierung. Trotz der Wanderung der Mäanderschlingen, ist der eigentliche Mäandergürtel allerdings eher lagestabil. So zeigen die distalen Hochflutsedimente der Medjerda-Aue außerhalb des Mäandergürtels Phasen der Sedimentation und Bodenbildung, welche sich an zahlreichen Profilstandorten gleichermaßen nachzeichnen lassen. Eine chronostratigraphische Gliederung ist hier für die Medjerda-Aue möglich und sinnvoll.

Danksagung

Der DFG sagen wir für die Finanzierung unseres Projektes (FA 239/2-2) herzlichen Dank.

FAUST, D. & ZIELHOFER, C. (2002): Reconstruction of the Holocene water level amplitude of the Oued Medjerda as an indicator for changes of the environmental conditions in Northern Tunisia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl. Bd. 128: 161-175.



## **Stand der Bodenerosionsforschung in Belgien und Nordfrankreich**

Kai Fechner

Groupe interdisciplinaire d'Etudes du Paléoenvironnement, Université libre de Bruxelles, CP 850, Rue de Bruxelles 37, B-1400 Nivelles.

## **Untersuchungen zur klima- und landnutzungsbedingten Bodenerosion**

Christian Russok

Ökologie-Zentrum Kiel, Universität Kiel, Schauenburgerstraße 112, D-24098 Kiel

Auf dem "Versuchsgut Lindhof" der Universität Kiel wird die klima- und landnutzungsbedingte Bodenerosion der letzten Jahrhunderte am Beispiel ausgewählter Landschaftskomponenten und Geo-/Bodenarchive untersucht. Eine glazial vorgeprägte Geländeform (Delle) mit hohen Reliefenergien wurde dementsprechend ausgewählt. Zur Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte im Einzugsgebiet dieser Geländeform wurden umfassende Grabungen im Akkumulationsbereich (Hangfußbereich) der Delle durchgeführt und Reliefsequenzen (Catenen) in den angrenzenden Hangbereichen angelegt. Der Aufschluss in der Akkumulationsfläche zeigt eine deutliche Materialsortierung bzw. Texturänderung (grobe Klaster mit zwischengelagerten grauen und tonigen Aggregaten) im Bodenprofil. Oberbodenhorizonte (hier Ah) belegen initiale, jüngste bodenbildende Prozesse. Der im Profil anstehende Schotterkörper ist das Relikt starker fluvialer Prozessdynamik (linienhafte Bodenerosion) im Wassereinzugsgebiet der Geländeform. Auffällig ist in diesem Bereich eine charakteristische Schrägschichtung, die einen Schwemmfächer belegt. Die geringe Bodenbildungsintensität und die zum Teil ungestörte Lagerung der groben Klaster weisen auf ein Erosionsereignis hin, das in jüngster Zeit stattgefunden hat. Hierzu erfolgten Laboruntersuchungen (Datierungen: AMS-Radiokohlenstoffdatierungen an Holzkohlen und organischem Material; chemische und physikalische Sedimentcharakterisierungen). Es muss davon ausgegangen werden, dass mehrere gestaffelt aufeinander folgende Erosionsereignisse an der Genese der Delle beteiligt waren.

An den Hangbereichen wird die Bodenentwicklung von den Kuppenbereichen bis in die Akkumulationsfläche verfolgt. Bisher können im Unterhangbereich deutlich voneinander unterscheidbare Kolluvien über Geschiebemergel nachgewiesen werden. Verfolgt man die Reliefsequenz weiter, ist im Hangmittel- und Kuppenbereich eine ausgeprägte Parabraunerde (Horizontfolge hier: Ah-Al-Bt-Cv) über Geschiebemergel (Entkalkungstiefe: ca. 1.20 bis 1.30 m) ausgebildet. Aus den bisher angelegten Profilschnitten und Reliefsequenzen kann am Versuchsgut Lindhof auf eine weitreichende Landschaftsveränderung durch eine klima- und landnutzungsbedingte Bodenerosion geschlossen werden.

## Untersuchungen zur räumlichen Differenzierung von Hauptlage und Kolluvium

Holger Fröhlich & Christian Opp

FB Geographie, Universität Marburg

In den deutschen Mittelgebirgslandschaften stellen periglaziäre Lagen das Ausgangssubstrat der Bodenbildung dar. Die Hauptlage steht dabei weitgehend flächendeckend an der Geländeoberfläche an. Diese durch pleistozäne Formung geschaffene Ausgangssituation wurde durch Erosion und den damit verbundenen kolluvialen Sedimenten im Holozän entscheidend verändert. Für angewandte geomorphologisch-bodenkundliche Fragestellungen ist es notwendig, diese andersartige Situation zu erkennen und von den natürlichen Verhältnissen zu unterscheiden. Unter Wald haben sich oftmals ältere Kolluvien als Zeugnis einer ehemals anderen Nutzung erhalten. Aber gerade sie sind bei flächenhafter Ausprägung und fehlender organischer Substanz oft schwer von der Hauptlage zu unterscheiden.

Die vorliegende Untersuchung hatte das Ziel, Hauptlage und Kolluvium durch ihr räumliches Verbreitungsmuster voneinander zu differenzieren. Als Arbeitshypothese diente dabei die Überlegung, dass die Hauptlage mit einer räumlich konstanten Schichtmächtigkeit weitgehend unabhängig vom Relief ausgebildet ist, während kolluviale Sedimente als Ergebnis der Erosion durch das Relief bestimmt sind und deswegen in ihrer Schichtmächtigkeit eine stärkere flächenhafte Veränderlichkeit aufweisen.

Um dieses Unterscheidungsmerkmal zu erfassen, wurde eine Untersuchungsfläche von 16 ha großmaßstäbig geomorphologisch-bodenkundlich kartiert und nivelliertachymetrisch vermessen. Die räumlichen Verbreitungsmuster der betrachteten Schichten wurden dann mit einzelnen Reliefparametern in Beziehung gesetzt. Um dabei den Einfluss kleinräumiger Morphodynamik abzuschätzen, wurden Kleinformen, wie Ackerraine, Köhlermeilerpodien und Windwurfteiler untersucht.

Die räumliche Differenzierung des Substrates zeigt eine deutliche Ausrichtung nach dem Relief. Auffällig ist dabei, dass Akkumulations- und Erosionsbereiche stärker an relative Neigungsänderungen gebunden sind als an die absolute Neigung. Das gilt sowohl für das Quer- als auch für das Längsprofil von Hängen. Auch bei großen Hangneigungen lassen sich räumlich scharf begrenzte Kolluvien identifizieren. So konnten neben den Kolluvien der Tiefenlinien mit einem großräumig wirksamen Einzugsgebiet kleinräumige Verlagerungen erkannt werden. Die räumliche Indikation von kolluvialer und periglaziärer Dynamik gestattet in der Regel aber nicht Rückschlüsse auf Einzelprofile mit klar definierten Schichtgrenzen von Kolluvium über Hauptlage.

Kleinräumige Umlagerungsprozesse konnten in den für die Untersuchung fokussierten Formen belegt und in ihrem Einfluss auf die einzelnen Bohrungen der Kartierung vermindert werden. Besonders die anthropogenen Kleinformen der Ackerraine zeigen einen größeren räumlichen Einfluss auf die Variabilität der Mächtigkeit der Substrate, während alle anthropogenen Kleinformen als Hinweise auf ein anderes ehemaliges Nutzungssystem die kolluviale Situation untermauern.

## **Retrospektive Untersuchungen an landwirtschaftlich genutzten Kolluvien und Wadisedimenten auf Soqotra (Jemen)**

Dana Pietsch & Christian Opp

FB Geographie, Universität Marburg

Auf der trockentropischen Insel Soqotra (Jemen) finden sich aufgrund geringer gesellschaftlicher Einflussnahme bis Anfang der 80er Jahre noch Beispiele für naturraum- und standortangepasste Landnutzung. Soqotra bietet sowohl hinsichtlich der Nutzung als auch damit einhergehender Bodenkonservierung für geoökologische Untersuchungen insbesondere an Standorten mit Flächen- und Bodenressourcen an Hängen des Hagher-Gebirges und dessen Vorland günstige Voraussetzungen. Die Landnutzung kann dort als "nachhaltig" bezeichnet werden, da sie zur Erhaltung des Bodennutzungspotenzials beiträgt. Zugleich dienen diese Standorte als Bezugsflächen vergleichender, geomorphologisch-pedologischer Untersuchungen an degradierten Standorten auf Soqotra.

Aufgrund des monsunalen Einflusses im Sommer und folglich hohen Substrat- und Bodenabträgen, sind diese Standorte - im Gegensatz zum jemenitischen Festland - an Ober- und Mittelhängen nicht flächenhaft verbreitet. Vielmehr sind sie in klimatisch günstiger und weitgehend vor Erosion geschützter Lage an kolluvial bedeckte Unterhänge sowie Talböden in den Mittel- und Unterläufen der Wadis gebunden. Dort werden sie für den Anbau von Gemüse und Hirse genutzt.

Im Rahmen der geoökologischen Untersuchungen auf Soqotra dienen Kolluvien und Wadisedimente auch als Archive für Informationen zur Stoffverlagerung in der Landschaft bzw. in den entsprechenden Einzugsgebieten. Sie gestatten somit Aussagen zur holozänen bzw. rezenten Boden- und Landschaftsentwicklung. Aus am Hangfuß oder im Tal abgelagerten Substraten bzw. deren Schichtkonstellation, ihrer Textur und den Bodenbildungen lassen sich Aussagen zur Transportdynamik, zur Herkunft und zu den Standortbedingungen der Liefergebiete treffen. Außerdem gestatten die Boden- und Standortmerkmale (Substratzusammensetzung, Humus- und Nährstoffgehalt, Wasserverfügbarkeit) Rückschlüsse auf die Nutzungspotenziale. Die Bildungsbedingungen der Kolluvien und Wadisedimente können mittels Relief-, Substrat- und Bodenuntersuchungen (z.B. Hanglänge und -form, Substrattyp und Kornform sowie Korngrößenzusammensetzung) retrospektiv erschlossen werden.

Die Verknüpfung von Relief-, Substrat- und Bodenparametern dient der Kennzeichnung und Typisierung von Standorten. Anhand solcher Klassifikationen werden Bodenindikatoren mit Zeigerfunktionen für eine nachhaltige Bodennutzung einerseits und ein Degradationsrisiko andererseits abgeleitet. So konnten für die Substrate und Böden in den Mittelläufen der Wadis (Holznutzung) andere Erodibilitätsklassen als für die Substrate und Böden auf Schwemmfächern und Schuttkegeln (Hirseanbau auf terrassierten Feldern) ermittelt werden.

## **Quartäre Hangsedimente in historischen Erzbergbaugebieten des Mittelgebirgsbereichs: Schwermetallführung und Gefährdungspotenziale**

Frank Russow

Geographisches Institut der Universität Leipzig, Johannisallee 19a, D-04103 Leipzig

Im Abstrombereich historischer Bergbaugebiete wurden Auenlehme und Gewässersedimente vielfach in Ihrer Funktion als Schwermetallspeicher bzw. –senken, die ihnen als Folge partikulären Stoffaustrags aus den engeren Abbaubereichen zukommt, untersucht.

Die Verhältnisse im Hangbereich in Vererzungszonen wurden hingegen bislang vernachlässigt. Dabei stellen sowohl die quartären Hangsedimente als auch Haldenschüttungen wichtige Zwischenspeicher für Schwermetalle dar.

In dieser Arbeit werden zunächst zwecks Charakterisierung des oberflächennahen Untergrunds in historischen Bergbaugebieten Hangsequenzen aus dem Nordpfälzer Bergland vorgestellt.

Anschließend wird abgeschätzt, ob auf diesen Hängen Verdachtsflächen ausgebildet sind, die auf der rechtlichen Grundlage von Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundes-Bodenschutzverordnung hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials bewertet werden müssen.

Folgende Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert:

1. Kolluvien liegen nicht nur an Unterhängen, sondern treten auch an Ober- und Unterhängen auf.
2. Der oberflächennahe Untergrund wurde erheblich transformiert.
3. Die Bodenprofile des Hangbereichs weisen z.T. hohe Schwermetallbelastungen auf.
4. Im Hangbereich treten z.T. ausgedehnte Flächen mit hohen Schwermetallgehalten nahe an der Oberfläche auf.
5. Durchgeführte Sickerwasserprognosen lassen den Schluss zu, dass das Gefährdungspotenzial dieser Schwermetallgehalte schutzgut- und nutzungsorientiert oft als hoch eingeschätzt werden muss.

## **Anthropogen initiierte Badland-Bildungen in lößbedeckten Teilen des Kristallinen Odenwaldes**

Jürgen Heinrich, Klaus-Martin Moldenhauer & Alexander Vater

Leipzig, Eichstätt & Frankfurt a. M.

Über Ursachen, Entstehungszeiten und geökologische Rahmenbedingungen, die in den deutschen Mittelgebirgen zur Runsenbildung geführt haben, wurde in den vergangenen zwei Jahrzehnten wiederholt ausführlich berichtet. In einigen Bereichen des Kristallinen Odenwaldes sind durch das räumlich eng gescharte Auftreten solcher Runsen regelrechte Badlands entstanden, die im Formenschatz der mittelalterlichen Bodenerosion eine eher untypische Erscheinung darstellen.

Im Stettbachtal östlich von Seeheim-Jugenheim (Bergsträßer Odenwald) wurden in einem dieser geomorphologisch sehr eindrucksvoll ausgestalteten Runsensysteme in jüngerer Zeit detaillierte bodengeographische Untersuchungen durchgeführt. Die bisher erzielten Geländebefunde sowie Datierungsergebnisse deuten auf eine komplexe mehrphasige Genese hin, die stark von den konventionellen Vorstellungen zur Runsenentwicklung in diesem Raum abweicht.

Bei dem heute bewaldeten Gebiet beträgt die maximale Einschneidung der Hauptrunsen bis zu 15 m. Zwischen den einzelnen Runsen liegen scharf zugeschnittene Rücken und Grate. Diese Reliefausgestaltung wurde offenbar von den anstehenden mächtigen Sandlößdecken über verwittertem (vergrustem) Granodiorit begünstigt. In Abhängigkeit von den Expositionen und der Hangneigung erreicht die Mächtigkeit der äolischnolifluidal entstandenen (jung-) pleistozänen Sedimentdecke in dieser kleinen Talung wenige Dezimeter bis über 10 m. Von einem mehrere 100 m langen zentralen Hauptast zweigen zahlreiche Seitenäste ab, die sich hangaufwärts zu Runsen dritter bis vierter Ordnung weiter verästeln. Entlang der Tiefenlinien einiger Rinnen finden sich kreisrunde kolluvial verfüllte Vertiefungen, die auf einen ehemaligen subterranean Abtrag hinweisen.

Die Böden zwischen den Runsen und auf den Runsenhängen spiegeln die starke bodenerosive Überprägung wider. Im Ober- und Mittelhangbereich dominieren Pararendzinen aus Löß, stellenweise auch Regosole aus Granitgrus. In den ehemaligen Unterhangbereichen sind lehmige Kolluvien (Solumsedimente) verbreitet. Die Vergesellschaftung der Böden zeigt, daß zunächst flächenhaft wirksame Abtragungsprozesse stattgefunden haben müssen. Dabei kam es bereits früh zur Akkumulation von Schwemmfächersedimenten nahe des Haupttales. Diese konnten durch die Datierung einer Holzkohlenlage mit 1980 a BP der Römischen Kaiserzeit zugeordnet werden.

Eine spätere, nun überwiegend linienhafte Überformung und somit die wichtigste geomorphologische Ausgestaltung dieses Runsensystems, fand dann wahrscheinlich, wie in vielen anderen ehemals ackerbaulich genutzten Gebieten dieser Region, durch klimatische Ungunstoffaktoren während des Hochmittelalters statt. Eine genaue zeitliche Einordnung dieser jüngeren Zerrunsung ist bislang noch nicht möglich, da in den entsprechenden Schwemmfächersedimenten im Bereich des Haupttales bisher keine datierbaren Materialien gefunden wurden.

OLLESCH (mündl. Mitt. 2001) vermutet nach Auswertung historischer Quellen, dass die Ursache für die Aufgabe mehrerer Mühlen im Stettbachtal während des 18. JH. In Zusammenhang mit einer starken Auenlehmsedimentation des Stettbachs als Folge von Erosionserscheinungen in den Hangbereichen zu sehen ist.

Das untersuchte Runsensystem bildet mit seiner komplexen Genese ein wertvolles Beispiel zur Dokumentation der jüngeren Landschaftsgeschichte und historischen Bodenerosion in dieser Region. Die Untersuchungsergebnisse belegen erneut den landschaftsentwicklungs- und kulturgeschichtlichen Wert des geomorphologischen Formeninventars, besonders bei Anwendung eines mittleren und großen Beobachtungsmaßstabs.

## **Die Entwicklungsgeschichte von Kalkmagerrasen in der südlichen Fränkischen Alb seit dem Neolithikum**

Andre Baumann & Peter Poschlod

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Biologie, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg  
andre.baumann@biologie.uni-regensburg.de

An den Hängen der Fränkischen Alb bilden Kalkmagerrasen typische und weit verbreitete Pflanzengemeinschaften. Auf wenigen von Natur aus flachgründigen, trockenwarmen oder dynamischen Standorten sind Kalkmagerrasen natürlich. Der Großteil der Magerrasen ist erst durch menschliche Nutzungen entstanden und kann nur durch regelmäßige Eingriffe (Beweidung, Mahd, Brennen u.a.) existieren. Verringert sich der Nutzungsdruck über längere Zeit, erobern Gehölze das baumarme, blütenreiche Grasland wieder zurück. Ziel des Dissertationsvorhabens ist es, die Genese dieses Ökosystems in der südlichen Frankenalb seit dem Neolithikum bis heute zu beleuchten.

In Zusammenarbeit mit Dissertationsvorhaben des Fachgebiets Vor- und Frühgeschichte innerhalb des DFG-Graduiertenkollegs „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ werden Makro- und Holzkohlenreste, die unter standardisierten Bedingungen bei archäologischen Grabungen entnommen wurden, analysiert. Schwerpunkt liegt auf der prähistorischen Höhensiedlung bei Kallmünz und ihrem Umfeld. Die Hänge, die von der spornartigen Höhensiedlung zur Naab und Vils abfallen, beherbergen heute eine der am besten ausgebildeten Magerrasen-Ökosysteme der fränkischen Alb. Die anthrakologischen Untersuchungen archäologischer Stätten werden durch Beprobungen von Rendzinen von Kalkmagerrasen und angrenzender Wälder im Untersuchungsgebiet ergänzt (pedoanthrakologische Untersuchungen). Im Ah-Horizont der Rendzinen sind zahlreiche, meist sehr kleine Holzkohle-Partikel zu finden, die quantitativ und qualitativ erfasst werden. Die Analyse und Datierung der Holzkohlepartikel erlaubt zeitliche Aussagen über die lokale Vegetationsgeschichte der jeweiligen Kalkmagerrasen. Mit Hilfe zusätzlicher pollenkundlicher Analysen von Bohrkernen aus Mooren, die in Nachbarschaft zu Kalkmagerrasenkomplexen liegen, soll schließlich die regionale Vegetationsgeschichte dargestellt werden.

Erste Ergebnisse zeigen, daß in einer Vielzahl von Kalkmagerrasen-Rendzinen Holzkohle-Stücke zu finden sind. Bei den nachgewiesenen Baumarten handelt es sich um Pinus, Quercus oder Fagus, wobei Pinus dominiert. 14C-Datierungen über das Alter stehen noch aus. In den Wallanlagen der prähistorischen Höhensiedlung in Kallmünz dominiert Holzkohle von Quercus. Nachweise von Pinus, Abies, Fagus und Taxus sind seltener. Der innere Wall unterscheidet sich im Artenspektrum vom äußeren Wall. Erste palynologische Ergebnisse sind in Kürze zu erwarten.

## **Untersuchung von Auensedimenten und Kolluvien als Geoarchive im Umfeld des historischen Hammerwerkstandortes Leidersdorf (Vils/Opf.)**

Sabine Beckmann, Thomas Raab & Jörg Völkel

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, 93040 Regensburg  
sabine.beckmann@geographie.uni-regensburg.de

Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ wird im interdisziplinären Verbund das Vilstal in der Oberpfalz untersucht. Das Gebiet ist ein historischer Montanstandort mit überregionaler Bedeutung. Das hier vorgestellte Teilprojekt erforscht die Nutzungs- und Umweltgeschichte in der Umgebung des mittelalterlichen Hammerwerkstandortes Leidersdorf (Vils). Dort wurde Eisenerz vom 14. Jh. bis zum 19. Jh. verarbeitet und verhüttet. Dies führte im direkten Umfeld zu starken anthropogenen Eingriffen in die Landschaft, wie beispielsweise Flußausbau, Entstehung von Hohlwegen und Schwermetalleintrag. Fluviale und kolluviale Sedimente von Schwemmfächern, Auensedimenten und ihrem Verzahnungsbereich im Bereich des Hammerwerkes dienen als Geoarchive. Neben feldbodenkundlicher Profilsprache dient ein umfangreiches geochemisch-mineralogisches Methodenspektrum zur Charakterisierung der Sedimente und Ermittlung eines „Fingerprints“ der durch Eisenverarbeitung beeinflussten Horizonte. Dazu werden neben Standardanalytik (v.a. Korngrößenverteilung, Corg, pH), Bestimmung der Schwermetallgehalte im Naßaufschluß auch Messungen mittels RFA, RDA und REM (EDX-Messung) eingesetzt. Die chronologische Einordnung erfolgt durch <sup>14</sup>C-Datierungen. Das Untersuchungsgebiet gehört zur naturräumlichen Einheit der Mittleren Frankenalb mit anstehendem Malmkalk. Die Schwemmfächer stehen im Zusammenhang mit linearen Erosionssystemen an den Hängen. Sie sind vielschichtig und heterogen aufgebaut. Die Bohrungen zeigen Wechsellagerungen von kolluvialen schluffig-tonigen und sandig-kiesigen Horizonten. Sie lassen sich deutlich von den rein fluvial beeinflussten Auenstandorten (z.B. Auengley) abgrenzen. Die Corg Gehalte sind durchgängig in allen Kolluvien und Auensedimenten gering. Ausnahmen bilden nur die Oberböden und fossile Ah-Horizonte im Auenbereich. Die bisher ermittelten Schwermetallgehalte sind als gering einzustufen. Ausnahmen bilden lediglich Horizonte mit rezentem Auendynamikeinfluß. Die Gehalte von Zn, Ni und Fe korrelieren innerhalb der kolluvial geprägten Profile mit dem Substratwechsel. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß durch das Hammerwerk keine dauerhafte, großflächige Kontamination entstanden ist. Schlackenfunde aus unterschiedlichen Tiefen sind sowohl makroskopisch als auch mittels REM eindeutig identifizierbar. Feinste Schlackenreste im Feinboden konnten mit den eingesetzten Methoden bisher nicht analytisch nachgewiesen werden.



## **Sedimentologisch-geophysikalische Untersuchungen zur siedlungsgeschichtlich bedingten Fluss- und Talgeschichte der Naab im Raum zwischen Kallmünz und Regensburg**

Konrad Heemskerk & Klaus Heine

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, 93040 Regensburg  
konrad.heemskerk@geographie.uni-regensburg.de

Das Einzugsgebiet der Naab wurde seit dem Mittelalter intensiv bergbaulich genutzt. Es wurden hauptsächlich Eisenerze abgebaut, die in von Wasserkraft angetriebenen Hammerwerken weiterverarbeitet wurden. Damit einher gingen Veränderungen des Flussverlaufs der Naab. Ziel dieser Arbeit ist die raum-zeitliche Rekonstruktion der Talandschaft der Naab im Holozän.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht das Tal der Naab im Bereich von Kallmünz. Der Zusammenfluss von Naab und Vils bei Kallmünz bietet besonders geeignete Voraussetzungen, zwei Flussläufe vergleichend zu betrachten, die stark durch die Nutzungsgeschichte im Einzugsgebiet geprägt wurden. Die Auswirkungen der anthropogen bedingten Maßnahmen auf das fluvialgeomorphologische Geschehen, die vor allem im Vilsseinzugsgebiet sehr ausgeprägt waren, sollen somit rekonstruiert werden. Darüber hinaus wird versucht, im Naabtalabschnitt von Kallmünz bis zur Mündung in die Donau einen Anschluss an die geologischen Verhältnisse im Donautal zu erreichen.

Dargestellt werden sollen die rezenten Flussauen und deren Abgrenzung zur würmzeitlichen Niederterrasse. Schwemmfächer, die von den Hängen bzw. Seitentälchen und Schluchten in das Naabtal münden, werden ebenfalls erfasst. Geomorphologische Detailkartierungen helfen dabei, die relativ-stratigraphischen Beziehungen der Formen und Sedimente zu erfassen. Der vom Menschen vorgenommene, nutzungsbedingte Flussausbau für die Schifffahrt spielt ebenfalls eine besondere Rolle.

Unterstützend zu Bohrungen werden Messstrecken festgelegt, an denen geophysikalische Methoden (Geoelektrik, Bodenradar, Seismik) eingesetzt werden, um die punktförmigen Erkenntnisse in die Fläche zu extrapolieren.

Die Datierung der Prozesse und Formen spielt eine wichtige Rolle bei den Untersuchungen. Neben einer relativen zeitlichen Einordnung sind absolute Datierungen verschiedener Art, wie <sup>14</sup>C-Altersbestimmungen, historische Quellen (Pläne, Karten etc.) u.a.m. vorgesehen.

## **Untersuchungen zur prähistorischen Landnutzung und ihrem Einfluss auf die Bodengenese am Beispiel der spätlatènezeitlichen Viereckschanzen von Sallach / Niederbayern**

Anja Hoffmann & Jörg Völkel

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, 93040 Regensburg  
anja.hoffmann@geographie.uni-regensburg.de

Forschungsobjekte dieser Arbeit sind zwei benachbarte spätlatènezeitliche Viereckschanzen im Lößhügelland südöstlich von Regensburg. Beide Erdwerke liegen auf einem Höhenrücken über dem Tal der Kleinen Laaber. Die anthropogene Nutzung im Innenraum der Viereckschanzen ist durch Magnetikprospektion gefundene Pfostenspuren von Einbauten bereits belegt.

Ziel der bodenkundlichen Untersuchungen ist es, die vorgeschichtliche Einflussnahme auf Relief- und Bodenentwicklung zu erforschen. Bodenerosion infolge spätlatènezeitlicher Landnutzung konnte andernorts von LEOPOLD (2003) nachgewiesen werden. Ungeklärt bleibt jedoch, ob es sich dabei um ein allgemeines Charakteristikum von Viereckschanzen handelt. Durch großmaßstäbliche Reliefanalyse nach geodätischer Vermessung sind für die Viereckschanzen von Sallach deutliche Höhensprünge zwischen Bauwerksinnenraum und Außenraum erkennbar. Analog zu LEOPOLD (2003) deutet dies auf durch anthropogene Nutzung induzierte Bodenerosion im Außenraum hin.

Auf Basis der feldbodenkundlichen Profilsprache, unterstützt durch die laboranalytische Kennzeichnung sollen nun Erosions- und Akkumulationsareale im direkten Umfeld der Erdwerke differenziert werden. Leitprofile stellen gut entwickelte Parabraunerden mit einem Solum von 90 cm im Inneren der Erdwerke dar (NILLER 1998). Erste Geländebefunde belegen eine unerwartete Verteilung von Erosions- und Sedimentationsarealen. Ein 80 cm mächtiges Kolluvium liegt im Oberhangbereich. Darin enthaltene Holzkohlefitter datieren in 24 cm Tiefe in das Frühmittelalter (cal. 2 Sigma: AD 782 - 1151, Erl. 5745) und in 45 cm Tiefe in die frühe bis mittlere Latènezeit (cal. 2 Sigma: BC 405 - 201, Erl. 5746). Die Korngrößenanalyse belegt eine stetige Zunahme des Tongehalts im Tiefengradienten des Kolluvium mit einem Tongehaltsunterschied zwischen A1- und Bt – Horizont von 13%. Die Ergebnisse werden als postablagerungszeitliche Tonverlagerung interpretiert und unterstreichen ein hohes Akkumulationsalter. In die späte Latènezeit fallen Holzkohlefunde einer 105 cm mächtigen Grabenverfüllung der Kleinen Viereckschanze (cal. 2 Sigma: BC 341 - 46, Erl. 5742). Das Profil (223) lässt ebenfalls deutliche Spuren von Lessivierung und Hydromorphierung erkennen.

### Literatur:

LEOPOLD, Matthias [2003]: Multivariate Analyse von Geoarchiven zur Rekonstruktion eisenzeitlicher Landnutzung im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze von Poign, Lkr. Regensburg. - Dissertationsschrift an der Universität Regensburg, 260 S.

[www.bibliothek.uni-regensburg.de/opus/volltexte/2003/233/](http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/opus/volltexte/2003/233/)

NILLER, Hans – Peter [1998]: Prähistorische Landschaften im Lößhügelland bei Regensburg – Kolluvien, Auelehme und Böden als Archive der Paläoumwelt. RGS 31; 429 S.

## **Sedimentologisch-geochemische Untersuchungen zum Schadstofftransfer aus historischen Kontaminationsherden des Montanbergbaus am Oberlauf der Vils/Opf.**

Kerstin Hürkamp, Thomas Raab & Jörg Völkel

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, 93040 Regensburg  
kerstin.huerkamp@geographie.uni-regensburg.de

Im Raum Vilseck-Freihung im Landkreis Amberg-Weilburg hat die seit 1427 belegte Bergbautätigkeit insbesondere auf Bleierze in Freihung eine Kontamination der Sedimente der Vilsaue hervorgerufen. Noch heute sind Spuren der ehemaligen Exploration in Form von alten Bergwerksruinen, Verhüttungsplätzen sowie Erz- und Schlackehalden sichtbar.

In einem Dissertationsvorhaben sollen anthropogen verursachte Schwermetallanreicherungen in den Auensedimenten lokalisiert, bilanziert, datiert und deren Mobilisierungspotential charakterisiert werden. Hierzu werden mittels Rammkernsondierungen die Böden feldbodenkundlich-sedimentologisch beschrieben und beprobt. Die Konzentrationen der Elemente Pb, Zn, As, Ni, Cu, Cd und Cr werden im Königswasseraufschluß extrahiert und zusätzlich mit destilliertem Wasser eluiert und mit Hilfe der ICP-MS bestimmt. Vergleichend werden für die Elemente Pb und Zn die Flammen-AAS und die Röntgenfluoreszenzanalyse hinzugezogen. Ausgewählte Proben werden mittels <sup>14</sup>C-Methode datiert. Ein ausstehendes Ziel der Studie ist, die Phasen der Bleibelastung über die <sup>14</sup>C-Datierungen an den Torfen zeitlich einzuordnen.

An bisher 40 Profilen auf einer Laufstrecke der Vils von 4 km nordöstlich von Vilseck ist in den obersten fünf Metern weitestgehend derselbe Schichtaufbau vorhanden. In den ersten beiden Metern wechseln Niedermoortorfe (nH-Horizonte) mit schluffig bis lehmigen, z.T. aber auch sandigen Auensedimenten (aM/aGr-Horizonte). Diese Wechsellagerungen überdecken Sande und Schotter (aIC-Horizonte). Die Abfolge endet i.d.R. auf dem verwitterten Ausgangsgestein (ICv).

Die Elementuntersuchungen belegen i. d. R. einen negativen Tiefengradient der Schwermetallgehalte. Die höchsten Konzentrationen liegen in den aM-Horizonten der obersten Meter. Die Absolutgehalte schwanken elementspezifisch und extraktionsabhängig sehr stark. Für Blei werden die höchsten Gehalte im Königswasseraufschluß mit 1101 mg/kg, sowie mit der RFA in einer anderen Bodenprobe mit 2108 mg/kg Pb gemessen. Der Vergleich mit den relativ niedrigen Gehalten in den Eluatn von max. 4,5 mg/kg Pb belegt, daß Blei sehr immobil ist, was zuvorderst über die vorliegenden pH-Bedingungen erklärt werden kann. Es zeichnet sich daher ab, daß die Schwermetalle vorwiegend über den fluviatil-partikulären Transport im Zuge der Auensedimentation während der aktiven Bergbauphase eingetragen wurden und die Böden rezent Metalle speichern.

## **Anthropogeomorphologische Untersuchungen an einer Altstraße in der südlichen Frankenalb bei Regensburg**

Niels Krabisch & Horst Strunk

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, D-93040 Regensburg  
niels.krabisch@geographie.uni-regensburg.de

Ein ehemaliges Verkehrs- und Handelsstraßensystem zieht über einen etwa 12 ° geneigten, ost- bis nordostexponierten Hang in den südöstlichen Ausläufern der Frankenalb bei Regensburg. Hier ist es durch anthropogene Nutzung zu Erosion gekommen, so dass die Verkehrswege heute als Hohlwegsystem mit deutlich sichtbaren Hohl- und Vollformen nachgezeichnet werden. Der Grad der Erosion und die Menge des verlagerten Bodenmaterials werden mit geophysikalischen Methoden wie der Refraktionsseismik und dem Bodenradar bilanziert.

Das Untersuchungsgebiet bildet ein geschlossenes System, in das Bodenmaterial weder eingetragen, noch hinaus transportiert wird, so dass sich sämtlicher verlagertes Boden in dem deutlich ausgebildeten Schwemmfächer wiederfindet. Aus der Rekonstruktion der ehemaligen Landoberfläche und dem heutigen Relief lässt sich die Menge des bewegten Bodens ableiten.

Herkömmliche geomorphologisch-bodenkundliche Methoden, wie z.B.

Rammkernsondierungen ermöglichen nur eine unzureichend genaue Ermittlung der ehemaligen Landoberfläche unter dem Schwemmfächer, da sie nur punktuell Einblick in den Untergrund geben. Kleinräumige Formen der fossilen Landoberfläche können so nicht erfasst werden.

Die Interpolation zwischen den einzelnen Bohrpunkten ist mit Fehlern behaftet, die mit zunehmend unruhigem Relief bzw. Bohrlochabstand nicht mehr kalkulierbar sind. Durch die Kombination der Befunde aus den Bohrungen mit refraktionsseismischen Profilen können diese Fehler minimiert werden. Auch das Bodenradar liefert den lückenlosen Verlauf von Schichtgrenzen und dient der Verdichtung von punktuell gewonnenen Daten. Je kleinräumiger die einzelnen geomorphologischen Formen und Bodenmerkmale, wie z.B. die Lagerungsdichte oder Horizontgrenzen, erfasst werden können, desto genauer fällt die Massenbilanz aus. Ziel ist es, in Zukunft die zeit- und arbeitsintensiven Methoden wie Rammkernsondierungen und Profilgruben auf ein Minimum reduzieren zu können und durch weniger aufwändige Verfahren wie z.B. Refraktionsseismik zu ersetzen.

## **Archäologisch-paläoökologische Untersuchungen zur Stellung der Höhenbefestigung oberhalb Kallmünz im prähistorischen Siedlungsgefüge der Landschaft um Naab und Vils**

Ruth Sandner, Anton Knitl & Peter Schauer

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Lehrstuhl für Vor- und Frühgeschichte, D-93040 Regensburg  
ruth.sandner@stud.uni-regensburg.de, anton.knitl@stud.uni-regensburg.de

Befestigte Höhengründungen zählen zu den imposantesten archäologischen Denkmälern. Der ca. 50 ha umfassende Höhenrücken des Schloss-, Kirchen- und Hirnesberges oberhalb Kallmünz bietet durch seine steilen Abhänge einen natürlichen Schutz, der in prähistorischer Zeit durch die Aufschüttung mächtiger Befestigungswälle verstärkt wurde. Die geographische Lage am Zusammenfluss von Naab und Vils gewährte der Bevölkerung Anschluss an bedeutende Verkehrswege z.B. nach Böhmen.

Die jüngsten archäologischen Grabungen, die im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs in den Jahren 1999 bis 2002 auf der Hochfläche durchgeführt wurden, sollen neue Erkenntnisse zur Siedelabfolge und dem damit verbundenen Landschaftswandel erbringen. Der Schwerpunkt der archäologischen Forschung liegt bei den Wallanlagen auf Schloss- und Hirnesberg. Aufbau und Zeitstellung der beiden Wallsysteme, vor allem aber deren chronologische Beziehung zueinander sind zu klären. Neben der Fundgutdatierung sollen <sup>14</sup>C-Daten eine möglichst präzise zeitliche Fixierung einzelner Wallbau- und Siedlungsphasen ermöglichen. Die archäologischen Funde werden einerseits Auskunft über Fernkontakte geben, andererseits die kulturhistorische Einbettung der Höhenbefestigung in die prähistorische Siedlungslandschaft der mittleren Frankenalb und des Oberpfälzer Hügellands erhellen.

Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen weisen die Urnenfelder- und Frühlatènezeit als vorgeschichtliche Hauptnutzungsperioden der Kallmünzer Höhenbefestigung aus. Zahlreiche archäologische Befunde im Umland, besonders in den Tallagen von Naab und Vils, spiegeln die intensive Aufsiedlung während dieser Zeitabschnitte wider. Im interdisziplinären Zusammenspiel von Natur- und Geschichtswissenschaften sollen die von der Bodendenkmalpflege verzeichneten Fundstellen zusammenfassend bearbeitet und ausgewertet werden. Insbesondere die keramischen Fundensembles sind geeignet, die metallzeitliche Besiedlungsgeschichte der Landschaft um Kallmünz mit derjenigen auf dem Bergsporn abzugleichen.

## **Archäologische und paläoökologische Beiträge zur keltischen Besiedlungsgeschichte des unteren Tals der Kleinen Laaber, Niederbayern**

Sabine Müller & Peter Schauer

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geschichte, D-93040 Regensburg  
sabine1.mueller@geschichte.uni-regensburg.de

Mit interdisziplinären Projekten wie dem DFG-Graduiertenkolleg 462

„Paläoökosystemforschung und Geschichte“ werden neue Einblicke in die Lebens- und Siedelweise des vorgeschichtlichen Menschen v.a. im Verhältnis zu dessen Umwelt gewonnen. Mit diesem Ziel werden im Rahmen dieser Arbeit die verfügbaren Fundstellen der Latènezeit im Tal der Kleinen Laaber in Zusammenarbeit mit der Bodenkunde und der Botanik untersucht. Im Mittelpunkt stehen den beiden spätkeltischen Viereckschanzen in Sallach „Weingarten“ (Gde. Geiselhöring, Lkr. Straubing-Bogen, Niederbayern) zwei bedeutende Vertreter dieser Denkmalgattung.

Die unmittelbare Nachbarschaft zweier solcher Anlagen ist geeignet, Aufschluß über die Entwicklung dieser Denkmalgattung an einem Siedlungsplatz zu geben und ihre unmittelbare Auswirkung auf das besiedelte Areal zu betrachten. Mit der größeren Anlage – einer der seltenen sog. Mehrfachschanzen – kann erstmals der innere Aufbau und die Funktion dieser Sonderform untersucht werden. Diese Fragestellungen sollen durch ein möglichst breites Methodenspektrum (wie Luftbildarchäologie, punktuelle archäologische Detailuntersuchung, naturwissenschaftliche Datierungsverfahren, GIS-gestützte Fundstellenauswertung des Umlandes u.a.) beantwortet werden.

Die geomagnetische Untersuchung belegt für beide Schanzen Inneneinbauten. In der sog. Kleinen Schanze entspricht die Baueinteilung dem üblichen, aus gut untersuchten Anlagen bekannten Schema. Bei der Mehrfachschanze lassen sich Bauten auch in den äußeren Bereichen belegen, was erste Hinweise auf die Art der Nutzung gibt. Im zentralen Bereich befinden sich charakteristische Gebäude, die auch in einer einfachen Viereckschanze – wie der Kleinen Schanze – zu erwarten sind. Die grundsätzliche Funktion scheint sich demnach nicht zu unterscheiden. Die Deutlichkeit der zutage tretenden Hausgrundrisse weist, zusammen mit Oberflächenfunden, bereits darauf hin, daß die Gebäude durch Brand zerstört worden sind.

## **Untersuchungen zur jungquartären Talgeschichte der Donau und ihrer Nebenflüsse im Raum Straubing – Deggendorf**

Petra Münzberger & Klaus Heine

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, D-93040 Regensburg  
petra.muenzberger@geographie.uni-regensburg.de

Im Rahmen des Regensburger Graduiertenkollegs „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ wird die jungquartäre Talgeschichte der Donau und ihrer Nebentäler im Raum Straubing und Deggendorf rekonstruiert. Dabei steht die Klärung der steuernden Prozesse der fluvialen Geomorphodynamik in den letzten 20000 Jahren im Vordergrund: (1) Erosion und Akkumulation infolge der Eigendynamik oder (2) Erosion und Akkumulation aufgrund klimagesteuerter Prozesse.

Um die Frage nach den steuernden Faktoren zu beantworten, werden die Veränderungen des Gerinnebettsystems (verwildert, mäandrierend, verzweigt) sowie die Erosions- und Akkumulationsleistungen (Eintiefung, laterale Verlagerung, Aufschotterung) eingehend untersucht. Auf der Basis einer umfassenden großflächigen Beprobung und detaillierten Profildokumentationen des Donaoraumes können lokale, regionale sowie überregionale Trendentwicklungen erfasst werden. Hierzu wurden bereits ca. 80 Bohrungen (Rammkernsondierungen) niedergebracht. Des Weiteren werden im Sommer 2003 an ausgewählten Bohrcatenen eingehende Laboruntersuchungen zur Korngrößenverteilung, dem Karbonatgehalt und dem pH-Wert sowie C14-Bestimmungen durchgeführt. Als weitere Methode zur Lokalisierung der Schotteroberkanten und der Korngrößenverteilung findet die Geoelektrik Anwendung.

Vorläufige Ergebnisse liefern die Analyse der Bohrcatenen im Gelände und die Auswertung von Luftbildern und topographischen Karten. Der Raum Straubing / Parkstetten stellt ein altes, aus drei Generationen bestehendes Mäandersystem dar. In Richtung Deggendorf geht der mäandrierende Verlauf in einen gewundenen über. Untersuchungen zur Veränderung des Gerinnesystems (Quartärbasis, Korngrößenverteilungen der Schotter und Hochflutsedimente) sind noch nicht abgeschlossen. Es zeichnet sich jedoch im gewundenen Bereich eine ausgesprochene laterale Akkumulation der Schotterkörper und eine ab dem beginnenden Holozän langsam verändernde Flussbettverlagerung ab. Des Weiteren wird das alte verzweigte Gerinnesystem durch kleine Gräben nachgezeichnet. Diese markieren die alten Rinnen mit fossilen Bodenhorizonten. Zwischen den Gräben liegen die Kiesrücken, die bereits bei ca. 50 cm unter GOK anstehen. Im Herbst 2003 sind weitere Bohrungen im Bereich S' der Donau (Straßkirchen), im Isarmündungsbereich und an den Nebenflüssen der Großen und Kleinen Laaber niederzubringen.

## **Archäologisch-naturwissenschaftliche Untersuchungen im Umland der befestigten bronze- und urnenfelderzeitlichen Höhensiedlung auf dem Frauenberg oberhalb Kloster Weltenburg, Lkr. Kelheim**

Christoph Neudert, Peter Schauer & Michael M. Rind

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geschichte, D-93040 Regensburg  
christoph.neudert@geschichte.uni-regensburg.de

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht die Höhenbefestigung auf dem Frauenberg oberhalb Kloster Weltenburg, Lkr. Kelheim. Die Hauptbesiedlungsphasen auf dem Frauenberg liegen in der späten Frühbronzezeit (18./17. Jh. v.Chr.), in der Mittel- bis Späturnenfelderzeit (HaA2-HaB3) sowie in der Frühlatènezeit (5. Jh. v.Chr.). Der Ausbau zur Befestigung fand nach den Grabungsergebnissen während der mittleren Urnenfelderzeit (HaA2) statt, die umwallte Fläche beträgt etwa 50 ha. Brandhorizonte im äußersten Wall deuten eine absichtliche Zerstörung der Anlage an.

Höhenbefestigungen sind in Süddeutschland relativ zahlreich, ähnlich wie beim Frauenberg ist man über die Innenstruktur und das Alter der Befestigungen der meisten Anlagen hinreichend unterrichtet. Untersuchungen, wie sich eine solche Höhensiedlung in das umgebende Areal eingliedert hat, sind jedoch immer noch selten. Als Ziel wurde für vorliegende Untersuchung angestrebt, einen Beitrag zur Klärung der Frage zu erbringen, wie sich eine solche Höhensiedlung in das Umland eingliedert hat und ob es sich um einen Platz zentralörtlicher Dominanz handeln könnte.

Im Untersuchungsraum konnten insgesamt 328 relevante Fundplätze der Bronze- und Urnenfelderzeit kartiert und im Katalog erfasst werden, die jedoch in ihrer Aussagekraft stark differieren. Um zu geeigneten Aussagen zu kommen, mussten Mikroregionen ausgesondert werden, die hinsichtlich der Fragestellung wie der naturwissenschaftlichen Disziplinen lohnend erschienen (Teugner Mühlbachtal; Unteres Altmühltal).

Für die frühbronzezeitlichen Verhältnisse konnte über Fernkontakte herausgearbeitet werden, dass Fundstücke, die vor allem aus dem mittleren Donaunraum (Slowakei, Niederösterreich) stammen, nicht allein auf Höhensiedlungen oder in deren unmittelbaren Umfeld vorkommen, sondern dass sie flächig über Südostbayern streuen. Daher scheint dies gegen eine zentralörtliche Funktion im Sinne einer Höhensiedlung als Station für überregionalen Warenaustausch zu sprechen.

Auch für die Urnenfelderzeit ist ein bemerkenswertes Ergebnis vorzuweisen: im Unteren Altmühltal ließen sich für die Jung- und Späturnenfelderzeit (HaB) zwei gleichzeitige Keramikgruppen deutlich voneinander trennen: die Nordostbayerisch-Böhmische Gruppe sowie die Niederbayerisch-Südoberpfälzische Gruppe. Die Abgrenzung gelang auf formalem Wege über verschiedene Keramikformen, vorwiegend Schalen. Da sie sich räumlich ausschließen und Keramikformen und Verzierungen der Nordostbayerisch-Böhmischen



Gruppe im Fundgut des Frauenberges weitgehend fehlen, ergibt sich, dass die Siedlungen im Altmühltal keinen Austausch in Form von Keramik mit dem Frauenberg betrieben haben und keine Bevölkerungsteile in die Höhensiedlung zugewandert sind, da Keramik während der Vorgeschichte überwiegend innerhalb der Hausgemeinschaft hergestellt wurde.

Auch über geomorphologische Beobachtungen im Unteren Altmühltal ließen sich keine Hinweise sammeln, die für verstärkte Eingriffe des Menschen in den Landschaftshaushalt während der Hauptbesiedlungsphasen auf dem Weltenburger Frauenberg sprechen würden. Ein hoher Aussagewert innerhalb der Untersuchungen kommt den Analysen von Pollenprofilen aus Sippenau und Teugn zu, die von N. Petrosino bearbeitet werden. Zwar ließen sich in Teugn Phasen verstärkter ackerbaulicher Nutzung nachweisen, doch hat es den Anschein, daß sie nur lokale Aussagekraft besitzen. Somit ließen sich auch auf paläobotanischem Wege keine Belege für verstärkte anthropogene Eingriffe in den Landschaftshaushalt erbringen, die mit den Hauptbesiedlungsphasen korrespondieren.

Aufgrund der angestellten Untersuchungen und Analysen kann zwar zeitweise starke Besiedlung im Umland nachgewiesen werden, eine unmittelbare Beziehung zwischen Höhensiedlung und dem Umland war jedoch im einzelnen nicht zu belegen. Daher muß die Höhensiedlung beim derzeitigen Forschungsstand als eigenständige Siedlungseinheit in einem größeren Siedlungsgefüge interpretiert werden, die sich vermutlich weitgehend selbständig versorgt hat.

## **Palynologische Untersuchungen im Kirchenmoos – ein Beitrag zur Vegetations- und Landnutzungsgeschichte im Südbayerischen Altsiedelland**

Alexandra Raab, Matthias Leopold & Jörg Völkel

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, D-93040 Regensburg  
alexandra.raab@geographie.uni-regensburg.de

Im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze Poign, im südbayerischen Altsiedelland südlich von Regensburg, werden seit vielen Jahren landnutzungsgeschichtliche Untersuchungen durchgeführt. Im Untersuchungsgebiet ist anthropogen induzierte Bodenerosion mittels bodenkundlich-sedimentologischer Studien für verschiedene Zeitabschnitte seit Beginn des Ackerbaus belegt. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Landnutzungsgeschichte fehlen bislang im Untersuchungsgebiet. Das Kirchenmoos (ca. 10 km südlich von Regensburg, ca. 3 km östlich der Donau), ein kolluvial bedecktes Niedermoor, liegt etwa 600 m westlich der Viereckschanze Poign und ist von weiteren Bodendenkmälern umgeben. Aus dem Kirchenmoos wurde ein 7 m langer Sedimentkern (7038-111) gewonnen, der eine komplexe Stratigraphie aufweist. Unter einem 170 cm mächtigen Kolluvium liegen minerogene Torfe in welche kolluviale Zwischenlagerungen eingebettet sind. Die kolluvialen Lagen sind korrelierte Sedimente einer vom Menschen induzierten Bodenerosion und sie belegen Phasen mit Entwaldung und ackerbaulicher Nutzung. Die Torfhorizonte und kolluvialen Lagen reflektieren somit die wechselhafte Landschafts- und Landnutzungsgeschichte.

Palynologische Untersuchungen wurden sowohl an den Torfen als auch an den kolluvialen Sedimenten, aus einem Profilabschnitt in 170 bis 277 cm Sedimenttiefe, durchgeführt. <sup>14</sup>C-Datierungen belegen, daß dieser Profilabschnitt seit dem späten Neolithikum bis ins frühe Mittelalter entstanden ist. Das Pollendiagramm spiegelt die Entwicklung von einer Natur- zu einer Kulturlandschaft wider. Ein Wandel in der Waldzusammensetzung, direkt bzw. indirekt durch den Menschen gefördert, ist erkennbar. Der Beginn und die Expansion der agrarischen Landnutzung ist im Pollenprofil ersichtlich. Darüber hinaus belegen die pollenanalytischen Untersuchungen intensiven Ackerbau während Perioden für die sedimentologische Belege im Profil 7038-111 fehlen. Die kolluvialen Sedimente, Böden und Torfablagerungen im Kirchenmoos stellen somit ein Schlüsselarchiv für die Spät-Neolithische bis Früh-Mittelalterliche Landschaftsgeschichte dar.

## **Archivalische und sedimentologische Untersuchungen zur anthropogen gesteuerten fluvialen Morphodynamik im Vilstal**

Nadine Richard, Thomas Raab & Jörg Völkel

DFG-GRK 462, Universität Regensburg, Institut für Geographie, 93040 Regensburg,  
nadine.richard@geographie.uni-regensburg.de

Der Fluss Vils liegt in der mittelalterlichen Montanregion der Oberpfalz. Historische Belege weisen darauf hin, dass der Eisenbergbau die Region bereits seit dem 9. Jh. stark geprägt hat. Spätestens seit dem 14. Jh. wurde die Vils als Wasserstrasse für den Transport des Eisenerzes genutzt. Ziel dieses Dissertationsvorhabens ist es zu untersuchen, seit wann und wie intensiv die natürliche Morphodynamik der Vils durch die anthropogenen Eingriffe des Mittelalters gestört wurde.

Im Verbund mit mehreren Schiffen wurden wöchentlich 350 ztr. Erz und Schieneisen je Schiff aus der Bergbauregion Amberg und Sulzbach über die Vils, die Naab und die Donau nach Regensburg verschifft und von dort aus weiter vertrieben. Auf dem Rückweg wurden die Schiffe mit je ca. 150 ztr. Salz die Flüsse hoch getreidelt.

Die Vils wurde begradigt und ausgebaut. Es wurden Wehre gebaut, die mit Fallstauen (in der Regel ca. 1,40 m Fallhöhe) reguliert und gleichzeitig für Hammerwerke genutzt wurden. Die Baumaßnahmen waren für diese Zeit ungewöhnlich durchgreifend.

Das Fehlen größerer fluvialmorphologischer Strukturen am Fluss und in der Aue legt nahe, dass die natürliche Morphodynamik der Vils seit dem Mittelalter unterdrückt wird. Anhand historischer Kartenwerke und Einzelkarten, die bis ca. 1600 n.Chr. zurückreichen, kann belegt werden, dass der damalige Ausbauzustand bereits dem heutigen entsprach.

Ein Baggerschnitt und mehrerer Rammkernsondierungen zeigen in der Basis die Verwitterungszone der anstehenden Malmkalke, darauf eine unterschiedlich mächtige Kiesschicht, der eine überwiegend sandige Fazies, in Wechsellagerung mit Makroresten, aufliegt, zuoberst liegen bis zu mehrere Meter unstrukturierter Auelehme. Die sandige Fazies ist über einen Eichenstamm dendrochronologisch auf 185 A.D. datiert. <sup>14</sup>C-Datierungen werden die Ergebnisse verdichten.

Weitere Bohrcatenen und ggf. Baggerschnitte werden ausgeführt, mit dem Ziel über die archivalische Basis hinausgehende Aussagen zur anthropogen veränderten fluvialen Dynamik der Vils treffen zu können.

## **Bodenbildung auf Neulandstandorten aus pleistozänen Sedimenten "Ein Zeitsprung zurück zu den Anfängen"**

Oliver Stock, Oliver Bens, Reinhard F. Hüttl

Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung, Brandenburgische Technische Universität  
Cottbus  
stock@tu-cottbus.de

Die Bodenbildung in gemäßigten Klimaten umfasst in der Regel nur die obersten Dezimeter des Solums. Tieferliegende Sedimentschichten sind dem Einfluss der Bodenbildung entzogen. Eiszeitliche Ablagerungen haben so über Jahrtausende ihren Ursprungszustand weitestgehend erhalten. Im Zuge des Braunkohlebergbaus kommen pleistozäne Sedimente als Rekultivierungssubstrat zur Herstellung von zukünftigen Agrarstandorten oberflächlich zum Einsatz. Der physikalische und chemische Zustand dieser so entstehenden Neulandböden ähnelt der Sedimentbeschaffenheit nach dem Abschmelzen des Inlandeises. Die Bodenbildung beginnt somit aktuell wieder am Punkt Null auf einer "terra nova". Im Niederlausitzer Braunkohlentagebau Jänschwalde kommen ausschließlich bindige Ablagerungen der Saalevereisung (SII, SIII) zur Herstellung landwirtschaftlicher Neulandböden zum Einsatz. Die als Rekultivierungssubstrat eingesetzten Geschiebemergel, Beckenschluffe und –sande sind anders als die landwirtschaftlich genutzten Böden im gewachsenen Umfeld der Tagebaue  $\text{CaCO}_3$ -haltig und frei von organischer Substanz. Die Neulandböden in der Bergbaufolgelandschaft unterscheiden sich somit trotz gleichen geologischen Ausgangssubstrats in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften deutlich von den ackerbaulich genutzten Böden im Tagebauvorfeld. Besonders deutlich wird dies an dem Phänomen der sommerlich auftretenden Substratverfestigung. Dabei handelt es sich um eine chemische Verfestigung, die sich primär in einer sehr starken Erhöhung der Bindungskräfte zwischen den Mineralkörnern des Korngerüsts mit zunehmender Wasserspannung äußert (Abb. 1).

Um die Intensität der Verfestigung als Phänomen der initialen Bodenbildung auf pleistozänen Substraten zu charakterisieren, wurden vergleichend bodengenetische und –mechanische Untersuchungen zur Erfassung der Kohäsionsspannung durchgeführt. Diese erfolgten an Ackerböden im Tagebauvorfeld, d.h. gewachsenen Böden nach lang anhaltender Pedogenese, zwei 7-jährigen Neulandböden sowie dem Rekultivierungssubstrat aus dem Vorschnitt. Weiterhin wurde der Jahresgang der Wasserspannung an den zwei 7-jährigen Neulandböden erfasst, um die Abhängigkeit der temporären Verfestigung vom Feuchtegehalt des Substrats zu erfassen.

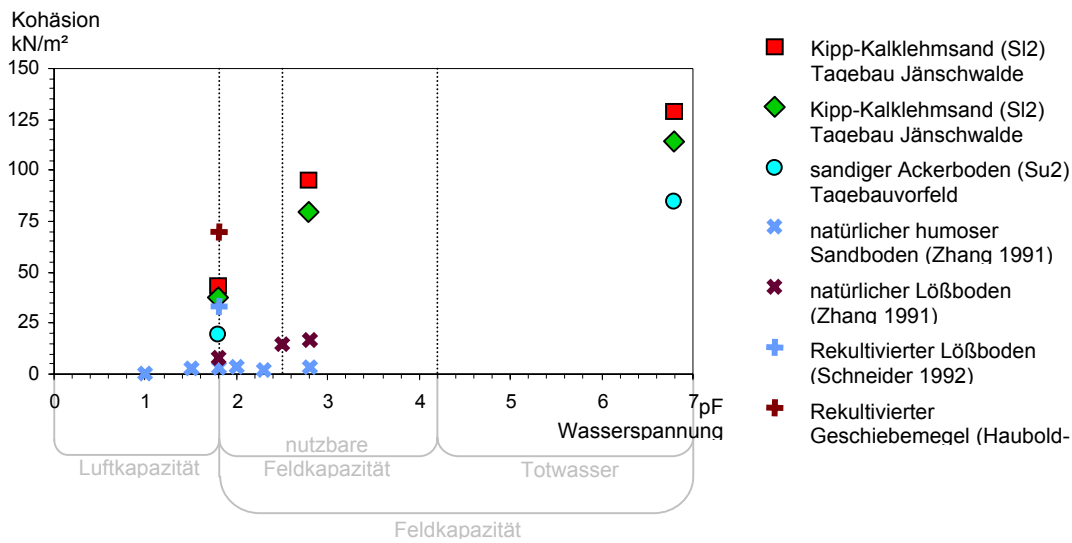


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Kohäsion und Wasserspannung von Substraten natürlicher Böden sowie Neulandböden

Die vorliegenden Untersuchungen gestatten einen interessanten Einblick in die Phase der initialen Pedogenese von Substraten, die wohl niemals zuvor einer Bodenentwicklung unterlagen. Neben chemischen Analysen belegen vor allem mikromorphologische und rasterelektronenmikroskopische Analysen die Rolle des im Rekultivierungssubstrat bis zu 10 Masse-% enthaltenen Calciumcarbonats als Bindemittel, zeigen jedoch gleichzeitig, dass auch die räumliche Verteilung der Mineralkörner eine entscheidende Rolle bei der Ausbildung hoher Haftkräfte im Kontext temporär auftretender Bodenverfestigungen spielt.

## **Prähistorische Landschaftsentwicklung in der Dithmarscher Geest - Die Flur Reddersknüll bei Albersdorf**

Stefan Reiß & Hans-Rudolf Bork

Ökologie-Zentrum Kiel, Universität Kiel, Schauenburgerstraße 112, D-24098 Kiel

In einer etwa 60 m langen und 20 m breiten pleistozänen Delle bei Albersdorf (Dithmarscher Geest) wurde die Boden- und Reliefentwicklung durch mehrere Landnutzungsphasen zwischen dem Neolithikum und der frühen Eisenzeit beeinflusst. Geomorphologische und sedimentologisch-bodenkundliche Untersuchungen zeigen vier kolluviale Ablagerungen der Urgeschichte, die durch Mensch-Umwelt- Wechselwirkungen verursacht wurden. Diese Kolluvien konservierten die jeweiligen Bodenoberflächen und ermöglichen so die Rekonstruktion verschiedener urgeschichtlicher Landschaftszustände.

Die Ergebnisse zeigen in der Nacheiszeit vom Anfang des Paläolithikums bis in das Frühneolithikum eine Phase der geomorphodynamischen Stabilität. Sie ist geprägt durch intensive Bodenbildung und Entstehung einer Braunerde.

Im folgenden Zeitabschnitt kam es durch Nutzungsaufgabe der landwirtschaftlichen Tätigkeit zur erneuten Stabilisation der Oberfläche und die Entwicklung einer Braunerde. Es folgte eine erneute Phase geomorphodynamischer Aktivität in deren Folge ein zweites Kolluvium am Ende des Spätneolithikums bzw. in der frühen Bronzezeit abgelagert und nachgewiesen werden konnte. Die Nutzung der Delle in der folgenden Bronzezeit ist sehr gut durch die Vielzahl von Feuergruben belegbar. Die zeitgleiche intensive ackerbauliche Nutzung des Einzugsgebietes führte zur erneuten Bodenerosion und überdeckte teilweise die Gruben mit einem dritten Kolluvium. Die Anlage weitere Feuergruben belegen den hohen Nutzungsanspruch des Menschen an diesen Standort. Die anschließende Weidewirtschaft führte zur Versauerung des Bodens wodurch sich ein Podsol entwickelte.

Eine erneute ackerbauliche Nutzung in der frühen Eisenzeit ermöglichte wiederholt Bodenerosion. Die Ablagerung eines vierten Kolluviums führte zur endgültigen Nutzungsaufgabe des Standortes. Als Besonderheit für das untersuchte Gebiet ist die geomorphodynamische Stabilität für den gesamten Zeitraum der letzten 2400 Jahre hervorzuheben. Für diesen Zeitraum entstand eine Braunerde, die dann lessivierte und in jüngerer Zeit durch das Anpflanzen von Nadelhölzern Podsolierungserscheinungen zeigt.

## Landnutzungs- Bodenerosions-Interaktionen in einem Einzugsgebiet am Belauer See (Schleswig-Holstein)

Stefan Dreibrodt & Hans-Rudolf Bork

Ökologie-Zentrum Kiel, Universität Kiel, Schauenburgerstraße 112, D-24098 Kiel

Im Mittel- und JungHolozän wurde ein spätglazial angelegtes Tal, das sich in Nähe zum Ufer des Belauer Sees befand, durch Bodensedimente verfüllt. Während auf den Hängen des Einzugsgebiets heute wenige dm mächtige Böden entwickelt sind, enthält die ehemalige Hohlform Bodensediment einer Mächtigkeit von über 2 m.

In großen Aufschlüssen sind die Kolluvien detailliert mit bodenkundlich-sedimentologischen Methoden untersucht worden. Die erarbeitete Stratigraphie stützt sich auf die Geländeaufnahmen und Datierungen von Holzkohlen (AMS-14C) und Artefakten (archäologische Alterseinstufung), die umgelagert (im kolluvialen Material) und in situ (in Siedlungsgruben) geborgen wurden. Bei der Interpretation wurden bereits vorliegende Informationen zur Landnutzungsgeschichte (z.B. Pollendiagramme) berücksichtigt. In ergänzenden Bohrstockaufnahmen wurde die laterale Erstreckung und Mächtigkeit der Sedimente im gesamten Akkumulationsbereich aufgenommen. Die Bilanzierung der prähistorischen und historischen Bodenerosion erfolgte auf Basis der ermittelten Schichtvolumina, der Datierungen und des rezenten Oberflächeneinzugsgebietes. Anhand der Stratigraphie wurden Hauptphasen von Bodenabtrag und Ablagerung des abgelösten Materials sowie eine Phase mit stabiler Oberfläche und Bodenbildung ausgewiesen.

Für das Einzugsgebiet ist seit dem Neolithikum (Siggeneben-Stufe) Besiedlung und Ackerbau nachgewiesen. Bodenerosion und Sedimentation begannen in diesem Abschnitt und sind durch eine zum Rinnentiefsten an Mächtigkeit zunehmende, Holzkohle führende Schicht belegt. In diese Schicht sind Gruben eingegraben, die in die Bronzezeit datiert wurden. Geringe Bodenerosion und Deposition des zugehörigen Sediments ist auch für die Vorrömische Eisenzeit belegt. Siedlungsgruben dienen hier ebenfalls als Zeitmarken. Etwa um die Zeitenwende beginnt eine Phase der Siedlungsruhe im Einzugsgebiet. In dieser Zeit ist keine Bodenerosion nachweisbar. Es kommt zu Bodenbildung (Verbraunung mit initialer Tonverlagerung), vermutlich unter Wald. Erst für das Frühmittelalter lässt sich durch Sedimente wieder Bodenabtrag nachweisen. Vermutlich slawische Siedler haben den Wald gerodet und erneut Ackerbau betrieben. Das korrelierte Sediment ist durch eine fühlbar geringere Verdichtung gekennzeichnet als die jüngeren Ablagerungen (Hangendes). Diese zunehmende Verdichtung führen wir auf die Einführung schwererer, bodenwendender Pflüge nach Beginn der Ostsiedlung zurück. Die mächtigste Sequenz von Bodensedimenten am Standort wurde vom Hochmittelalter bis in die frühe Neuzeit abgelagert. Die Sedimente der jüngeren Neuzeit, in denen der rezente Ah entwickelt ist, sind deutlich humoser als das mittelalterliche und frühneuzeitliche Sediment. Dies ist vermutlich auf eine Umstellung in der Düngewirtschaft im Zuge der Verkoppelung zurückzuführen.

Eine Erweiterung der bisherigen Ergebnisse, insbesondere eine Präzisierung der Datierung (=Quantifizierung) einzelner Ereignisse und Phasen, wird durch die stofflich-zeitliche Verknüpfung der Ergebnisse aus den terrestrischen Untersuchungen mit den gewarteten Seesedimenten des Belauer Sees erfolgen. Zusätzlich werden die Repräsentanz der Ergebnisse des Einzugsgebietes für das Gesamteinzugsgebiet des Sees geprüft und die Auswirkungen der Bodenerosion auf die Entwicklung des Sees untersucht.

## **Ausprägung, Verbreitung und Genese von Runsen im mittleren Aartal, Taunus**

Christian Stolz & Jörg Grunert

Institut für Geographie, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Im Taunus treten gebietsweise bis zu zwölf Meter tiefe kerbenförmige Hohlformensysteme, sogenannte Runsen, auf, die im Rahmen der geographischen Diplomarbeit von Christian STOLZ (2002) im mittleren Aartal bezüglich ihrer Ausprägung, Verbreitung und Genese untersucht wurden.

Die Untersuchung, kombiniert mit der Auswertung historischer Quellen, ergab, daß sämtliche Beispielformen in geschichtlicher Zeit entstanden sind oder zumindest stark überprägt wurden. Sie sind extreme Auswirkungen anthropogener Bodenerosion, die durch erhebliche Eingriffe in den Naturhaushalt ausgelöst wurde. Im Zusammenhang mit anthropogener Bodenverdichtung und großflächiger Entwaldung muss das geringe Infiltrationsvermögen der in den Einzugsgebieten vorkommenden pleistozänen Fließerden über zumeist stark aufgewitterten Tonschiefern als Hauptgrund für die Entstehung der Runsen angenommen werden. Anhand der Untersuchung eines mächtigen Schwemmfächers im Zusammenhang mit einer <sup>14</sup>C-Datierung im Auelehm der Aar, konnte das Alter zweier Beispielformen auf frühestens 1000 Jahre vor heute und somit in die Zeit der hochmittelalterlichen Ausbauperiode eingeordnet werden. Ob auch klimatische Anomalien zur Entstehung der Formen beitrugen, wie es hauptsächlich von BORK (1988; 1998) angenommen wird, konnte nicht bestätigt werden. Die untersuchten Formen sind bis zu zwölf Meter tief, zum Teil mehrere 100 Meter lang und verzweigen sich häufig in ihren Oberläufen. Sie sind grundsätzlich in das anstehende Devongestein eingeschnitten und befinden sich zumeist an den am stärksten geneigten Hangpartien. Zusammenhänge mit zahlreichen unter Wald vorgefundenen Flurrelikten, die hauptsächlich an den Oberläufen und in den Einzugsgebieten der Runsen zu finden sind, konnten in Einzelfällen nachgewiesen werden. Als Folge der Runsenbildung veränderte sich der lokale Wasserhaushalt in den Einzugsgebieten, sowie natürliche Standortbedingungen. Rezent weisen die untersuchten Formen lediglich eine geringfügige und phasenweise Morphodynamik auf.



## **Rekonstruktion, Datierung und Bilanzierung holozäner Bodenverlagerung an einem Beispiel aus der niederrheinischen Bucht**

Wilfried Schulz

Universität Bamberg

Der Vortrag stellt den Stand der Untersuchung dreier Fragestellungen vor, welche Gegenstand einer Dissertation sind:

- 1) Die Veränderung des Reliefs der Lößlandschaft infolge der Umlagerungsprozesse (Bodenerosion / Kolluvienakkumulation / lineare Erosion durch episodischen Abfluß). Das Mesorelief ist infolge dieser Prozesse heute wesentlich weniger akzentuiert als zu Beginn des Holozäns. Kerben- oder muldenförmige vorzeitige Talquerschnitte änderten sich hin zu einer Abfolge von sehr flach dellenförmigen bis flach muldenförmigen Querschnitten.
- 2) Dadurch wurden und werden auch archäologische Oberflächen, Laufhorizonte, Siedlungs- und Wirtschaftsflächen sowie die dazugehörigen Befunde in den Erosionsbereichen abgetragen, in den Akkumulationsbereichen von Kolluvien überdeckt. Die Untersuchung der Veränderung der natürlichen Geländeoberfläche stellt die Grundlage zur Abschätzung und Darstellung des Ausmaßes der Beeinträchtigung archäologischer Oberflächen dar.
- 3) Mit dem Relief änderte sich auch die einheitliche Ausstattung der Lößlandschaft außerhalb der Auen mit Parabraunerden bzw. deren genetischen Vorstufen hin zu einer kleinräumig differenzierten Verbreitung unterschiedlicher, erosionsbedingter Degradationsstadien dieser Böden. Ehemals feuchte Tiefenlinien wandelten sich infolge ihrer sukzessiven Aufhöhung in trockene Ackerstandorte.

Die differenzierte vertikale Horizontierung der Parabraunerden ermöglicht eine Quantifizierung der Kappungsbeträge für einzelne Bodenprofile im Vergleich zu Leitprofilen aus dem Untersuchungsgebiet. Damit ist eine Bilanzierung der holozänen Materialumlagerung sowohl von der Akkumulationsseite (Kolluvien) als auch von der Erosionsseite her möglich.

Die Datierung der Abtragungsvorgänge erfolgt über die Kolluvien. Neben den daraus stammenden archäologischen Informationen (Keramik) wurden für deren Datierung die Messung blaulichtstimulierter Lumineszenz sowie des C-14-Gehalts von Holzkohlen (noch nicht abgeschlossen) eingesetzt.

## **Kolluvien als Quellen und Senken von atmosphärischen Spurengasen**

Stephan Glatzel

Geographisches Institut, Abt. Landschaftsökologie, Georg-August-Universität Göttingen,  
Goldschmidstr. 5, 37077 Göttingen  
sglatze@gwdg.de

In ackerbaulich genutzten Regionen sind Kolluvien weit verbreitet. Durch Ihren hohen Humusgehalt und den von Ihnen ausgehenden Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse beeinflussen Sie die bodenökologischen Funktionen und damit den Haushalt an atmosphärischen Spurengasen maßgeblich. Trotzdem sind Kolluvien als Quelle und Senke von atmosphärischen Spurengasen bisher nur ungenügend untersucht worden.

An einer Catena im württembergischen Allgäu bestimmte ich die Dynamik der Emission an klimarelevanten Spurengase (Methan, Lachgas) unter Zuhilfenahme von automatisierten Meßkammern. Ferner konnte ich anhand von pedologischen und laborgestützten Informationen die Kohlenstoffanreicherung am Hangfuß einerseits durch Kolluviation und andererseits durch in-situ- Humusanreicherung trennen und berechnen.

Die Ergebnisse zeigen, daß Kolluvien am Mittelhang durch Ihre erhobene Lage und dadurch trockeneren Verhältnisse geringe Methan- und Lachgaseffluxraten aufweisen. Auf Kolluvien am Hangfuß dagegen sind die Methanemissionen erhöht. Die sehr hohen Methaneffluxraten am Hangfuß ( $> 2 \text{ g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ) sind auf die hohen mikrobiell leicht verfügbaren C-Vorräte im wassergesättigten Bereich zurückzuführen. Die in-situ- Humusanreicherung am Hangfuß ist niedriger als die durch Kolluviation bedingte Humusanreicherung und befindet sich mit  $39 \text{ g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$  innerhalb des Bereiches, der von anderen Autoren mit anderer Methodik berechnet wurde.

Die Untersuchungen zeigen, dass Kolluvien durch Ihre mächtigen humusreichen Horizonte und Ihre Eigenschaft, alte Oberböden zu begraben, einerseits Lachgasemissionen erniedrigen und Kohlenstoff speichern können, aber andererseits auch Methanemissionen von globaler Relevanz verursachen. In methodischer Hinsicht zeigen die vorgestellten Ergebnisse, dass gerade in der Kolluvienforschung eine Kombination von genetischen und ökologischen Methoden die aussagekräftigsten Ergebnisse liefert.

## Teilnehmerverzeichnis

PD Dr. Jussi Baade	Jena
Andre Baumann	Regensburg
Nicole Beckers	Regensburg
Sabine Beckmann	Regensburg
Dr. Oliver Bens	Cottbus
Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork	Kiel
Rainer Dambeck	Frankfurt
Dr. Ulrich Dehner	Mainz
Dr. Lorenz Dobler	München
Stefan Dreibrot	Kiel
Prof. Dr. Dominik Faust	Dresden
Kai Fechner	Brüssel
Holger Fröhlich	Marburg
Alexander Fülling	Frankfurt
Dr. Stephan Glatzel	Göttingen
Prof. Dr. Jörg Grunert	Mainz
PD Dr. Karsten Grunewald	Dresden
Konrad Heemskerk	Regensburg
Prof. Dr. Klaus Heine	Regensburg
Prof. Dr. Jürgen Heinrich	Leipzig
Prof. Dr. Matthias Hinderer	Darmstadt
Carl Höcke	Freiburg
Anja Hoffmann	Regensburg
Dr. Christian Hoselmann	Wiesbaden
Dr. Peter Houben	Frankfurt
Kerstin Hürkamp	Regensburg
Dr. Martin Kehl	Bonn
Prof. Dr. Arno Kleber	Dresden
Anton Knitl	Regensburg
Steffen Koch	Halle
Niels Krabisch	Regensburg
Prof. Dr. Andreas Lang	Liverpool
Andreas Lechner	Freiburg
Dr. Matthias Leopold	Regensburg
Frank Lippert	Bonn

Dr. Klaus-Martin Moldenhauer	Eichstätt
Dr. Günther Moosbauer	Osnabrück
Sabine Müller	Regensburg
Thomas Müller	Freiburg
Petra Münzberger	Regensburg
Dr. Christoph Neudert	Regensburg
Prof. Dr. Hans Neumeister	Leipzig
Dr. Hans-Peter Niller	Regensburg
Prof. Dr. Christian Opp	Marburg
Dr. Alexandra Raab	Regensburg
Dr. Thomas Raab	Regensburg
Stefan Reiß	Kiel
Nadine Richard	Regensburg
PD Dr. Michael M. Rind	Kelheim
Christian Russok	Kiel
Frank Russow	Leipzig
Prof. Dr. Karl-Josef Sabel	Wiesbaden
Ruth Sandner	Regensburg
Dr. Martin Sauerwein	Halle
Prof. Dr. Peter Schauer	Regensburg
Prof. Dr. Jürgen Schmude	Regensburg
Prof. Dr. Thomas Scholten	Jena
Wilfried Schulz	Bamberg
Jochen Seidel	Freiburg
Prof. Dr. Arno Semmel	Hofheim
Prof. Dr. Leszek Starkel	Krakau
Oliver Stock	Cottbus
Christian Stolz	Mainz
Dirk Sudhaus	Freiburg
Alexander Vater	Frankfurt
Prof. Dr. Jörg Völkel	Regensburg
Franka Woithe	Regensburg
Christoph Zielhofer	Dresden
PD Dr. Gabi Zollinger	Freiburg



# **Teil B**

## **Exkursionsführer**



# **Exkursion**

**Freitag, 2. Mai 2003**

**Erosionsbilanzierung und  
Landnutzungsrekonstruktion im  
Donaubogen von Bad Abbach, Ndb. und im  
Tal der Kleinen Laaber bei Sallach, Ndb.**

**Geoarchäologische Untersuchungen  
im Umfeld des neolithischen  
Silex-Bergwerkes von Arnhofen, Ndb.**

**MATTHIAS LEOPOLD & JÖRG VÖLKE**

Mit Beiträgen von

**ANJA HOFFMANN, SABINE MÜLLER, ALEXANDRA RAAB,**

**MICHAEL M. RIND, PETER SCHAUER**



# Einführung

MATTHIAS LEOPOLD & JÖRG VÖLKEL:

Das Tertiärhügelland und dessen lößbedeckte Areale, das sog. Lößhügelland südlich von Regensburg, sind seit jeher bevorzugtes Siedelgebiet. Siedlungsfunde gehen bis ins Paläolithikum zurück, Ackerbau ist seit dem Übergang vom Meso- zum Neolithikum belegbar. Sowohl die Geo- und Biowissenschaften wie auch die Geschichtswissenschaften haben über das Altsiedelland um Regensburg eine gute Datenbasis bezüglich des allgemeinen Landschaftsbildes sowie dessen Wandel und Umbau durch den Nutzungsanspruch des Menschen. Rekonstruktionen der Paläolandschaft im großmaßstäblichen Bereich - beispielsweise eines Siedlungsumfeldes – fehlen, bzw. basieren meist auf Annahmen und Abschätzungen oder werden bisweilen aktualistisch abgeleitet.

Die Exkursion wird anhand dreier Objekte Methodik und Ergebnisse zur konkreten Rekonstruktion des Verteilungsmusters von Wald- und Offenland auf der Basis naturwissenschaftlich erhobener Daten und die Belegung dieser Flächen mit Daten der Vegetationsgeschichte und der Siedlungsarchäologie aufzeigen.

Die Rekonstruktion des nutzungszeitlichen Umgebungsareals der spätlatènezeitlichen (ca. 175 – 50 BC) Viereckschanze von Poign bildet den zentralen Themenschwerpunkt des Exkursionstages. Anhand der Befunde eines abgeschlossenen Forschungsobjektes (LEOPOLD 2002) werden Methodik und Ergebnisse zur frühgeschichtlichen Bodenerosionsbilanzierung sowie zur Landnutzungsrekonstruktion im Umfeld der Viereckschanze vorgestellt (Standorte 1/2/3).

Daran angeschlossen wird der Besuch der derzeit in Bearbeitung befindlichen Viereckschanzen von Sallach bei Geiselhöring (Standort 4). Anhand mehrerer Profilgruben sowie archäologischen Arbeiten werden erste Ergebnisse vorgestellt. Die Besonderheiten dieses Standortes aus bodenkundlicher wie auch archäologischer Sicht werden dargelegt und können zukünftig mit den Ergebnissen aus Poign verglichen werden.

Im neolithischen Silexbergwerk von Arnhofen (Standort 5) wird der thematische Augenmerk auf die Rekonstruktion der nutzungszeitlichen Geländeoberfläche mit Hilfe sedimentologisch-bodenkundlicher Befunde sowie auf der Rekonstruktion der Ausdehnung des ehemaligen Bergwerkareals mit Hilfe geophysikalischer Methoden (hier Bodenradar) gelegt werden.

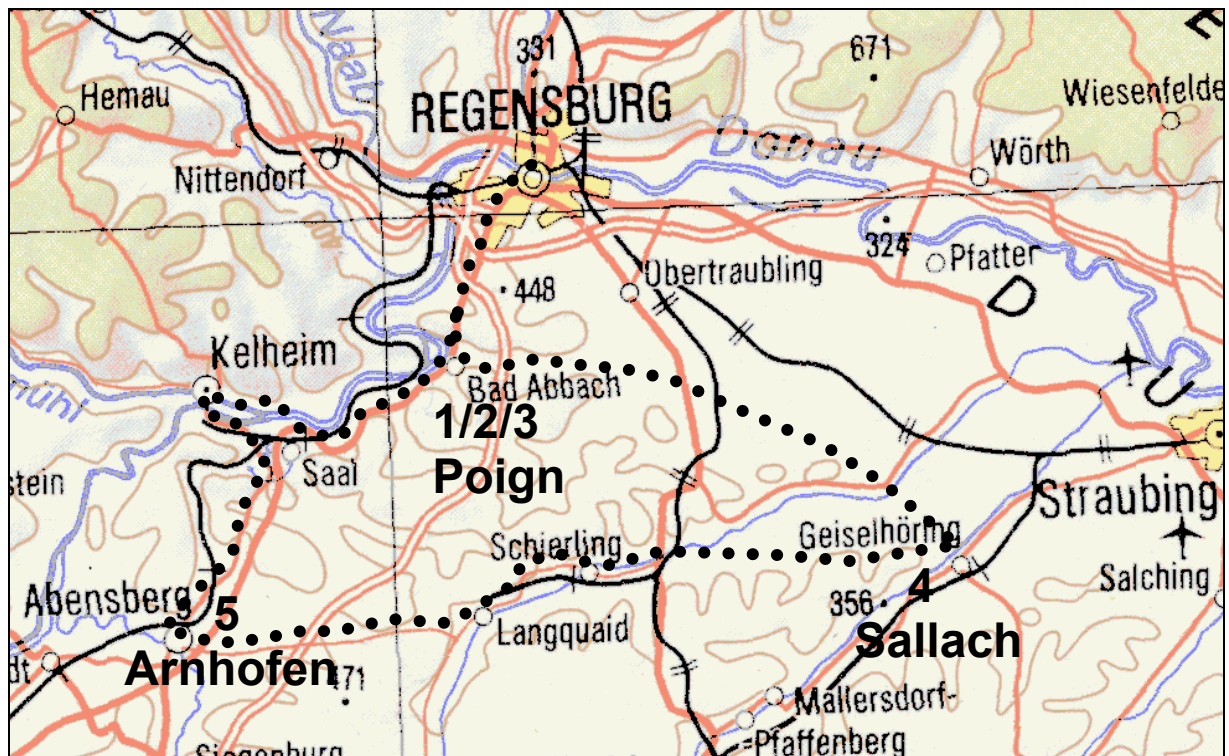


Abb. 1: Verlauf der Exkursionsroute am Freitag, den 2.5.03.

## Standort 1<sup>1</sup>

Mathias Leopold

(500 m westlich der Viereckschanze von Poign)

### Einführung in den Naturraum

Das Untersuchungsgebiet liegt 3 km östlich des Donaubogens bei Bad, ca. 10 km südlich von Regensburg (Abb. 1) im südbayerischen Altsiedelland, dessen Siedlungsphasen bis in das Paläolithikum zurückreichen. Bei der keltischen Viereckschanze von Poign handelt es sich um ein sehr gut erhaltenes Wall-Graben-System auf einem mit 2° schwach geneigten, W-E verlaufenden Rücken. Die Nord und Süd exponierten Hänge seitlich des Bauwerks führen in Trockentäler, die jeweils nur einige hundert Meter westlich ansetzen und fluviale Einträge resp. Durchtransport in den dem Bauwerk unmittelbar benachbarten Tiefenlinien ausschließen. Die Viereckschanze wurde im 1,5 m mächtigen würmzeitlichen Löß erbaut, der im weiteren Umfeld teils Mächtigkeiten bis zu 5 m erreicht. Darunter folgen periglaziale

<sup>1</sup> Nachfolgende Ausführungen, Abbildungen und Tabellen sind überwiegend der Dissertation LEOPOLD (2002) entnommen

Fließerden, die sich aus älteren Lößlehmern und den liegenden miozänen Feldspatsanden des tertiärzeitlichen Naabsystems zusammensetzen. Es folgen kretazische und jurassische Karbonatgesteine, die gegen SW in das voralpine Molassebecken abtauchen. Native Bodentypen sind sehr gut entwickelte Parabraunerden unter Wald, die infolge ackerbaulicher Nutzung bis zu Kult-Pararendzinen degradiert sind. Die umliegenden Täler und Unterhangbereiche sind von mächtigen, vielgliedrigen Kolluvien verfüllt.

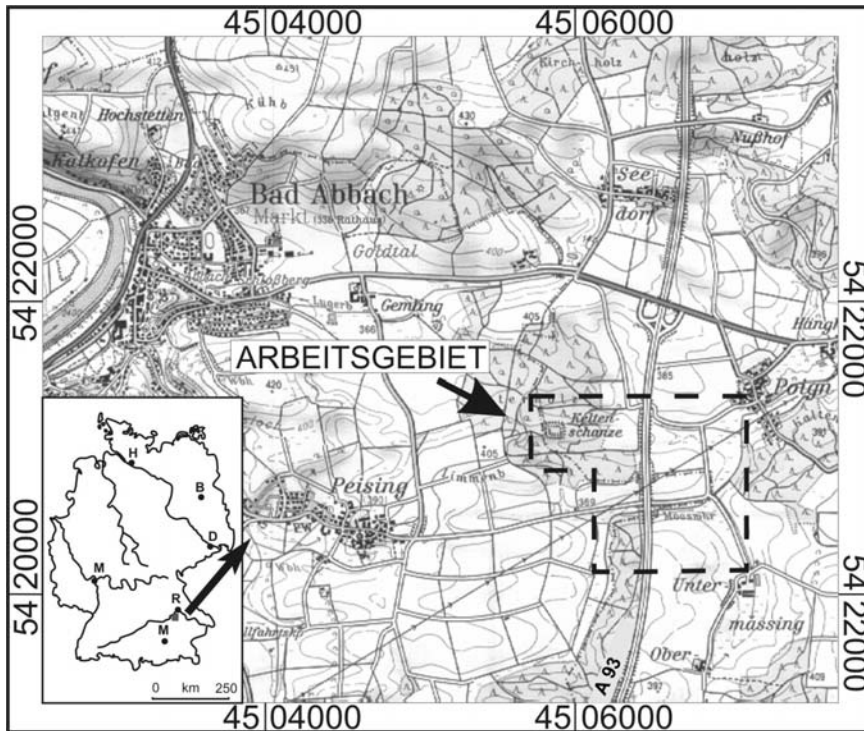


Abb. 2: Topographische Übersicht des Arbeitsgebietes (gestrichelt). Ausschnitt aus TK 1:25.000; Blatt 7038 Bad Abbach; Maßstab verändert.

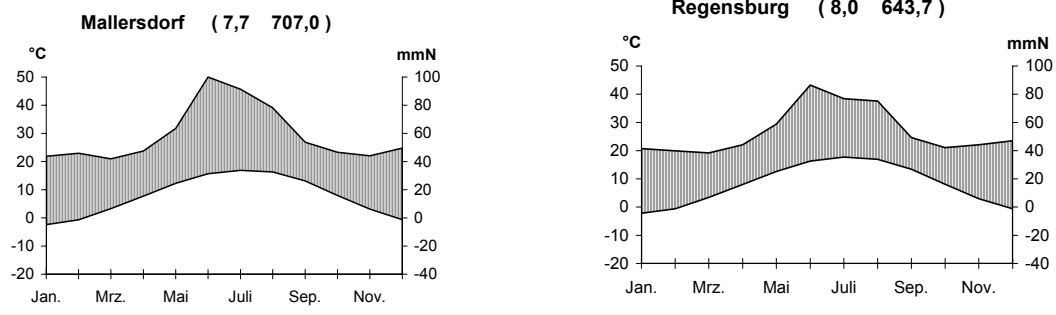


Abb. 3: Klimadiagramme der Stationen Regensburg und Mallersdorf. Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur und monatliche Niederschlagssummen im Jahresverlauf (Datengrundlage MÜLLER-WESTERMEIER, 1990). Eigene Darstellung.

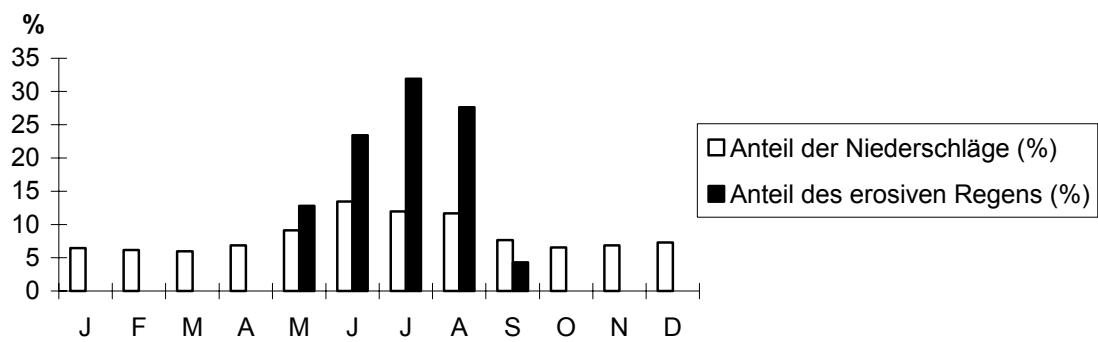


Abb. 4: Die Verteilung von Jahresniederschlag und erosiv wirksamem Regen im Mittel. Prozentualer jahreszeitlicher Verlauf für Regensburg der Jahre 1979-1996 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Station Regensburg). Eigene Darstellung.

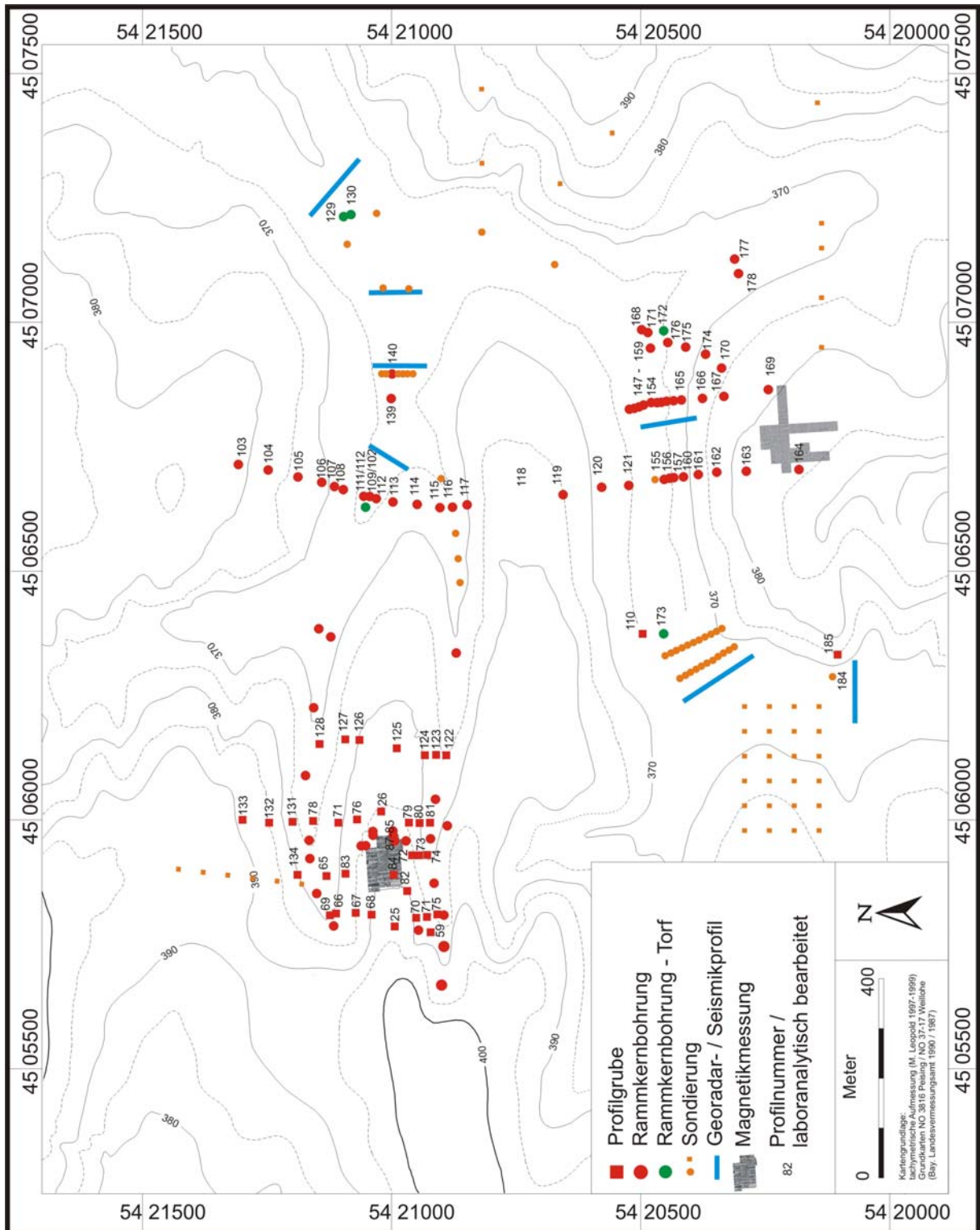


Abb. 5: Lageübersicht der Profilgruben und Bohrpunkte sowie geophysikalische Meßlinien und Meßfelder im Arbeitsgebiet.

## Standort 2

MATTHIAS LEOPOLD & JÖRG VÖLKE

(Viereckschanze von Poign)

- Bilanzierung prähistorischer Bodenerosion
- In situ-Parabraunerde aus Löß als Referenzprofil der Bodenerosion
- Kolluvisol über Bt-Horizont

Zur Bilanzierung prähistorischer Bodenerosion sind keine direkten Daten zum Prozeß selbst verfügbar. Aufschluß geben lediglich die heutigen pedologischen und geomorphologischen Gegebenheiten, die sich seitdem teils grundlegend verändert haben. Je älter ein Kolluvium ist, desto intensiver wurde es über Remobilisation, Translokation, Deformation, Bioturbation, Windwürfe, Frosthebung sowie pedogenetische Prozesse überprägt. Grundvoraussetzung ist die Rekonstruktion der präerosionszeitlichen Geländeoberfläche, wie das für die Viereckschanze von Poign unter Bezug auf die Eisenzeit gelang (Abb. 6). Unser neuartiger Ansatz erfordert die präzise Einmessung sowohl der rezenten als auch der vormaligen, hier eisenzeitlichen Geländeoberfläche. Unter Einbezug der korrelierten Sedimente (Kolluvien), die in unmittelbarer Nähe an das eisenzeitliche Erosionsareal in den direkt benachbarten Hängen und Tiefenlinien abgelagert wurden und als solche bilanzierbar sind, kontrolliert sich dieser Ansatz selbst.

Tachymetrische  
Reliefaufnahme



Digitales Höhenmodell Viereckschanze Poign

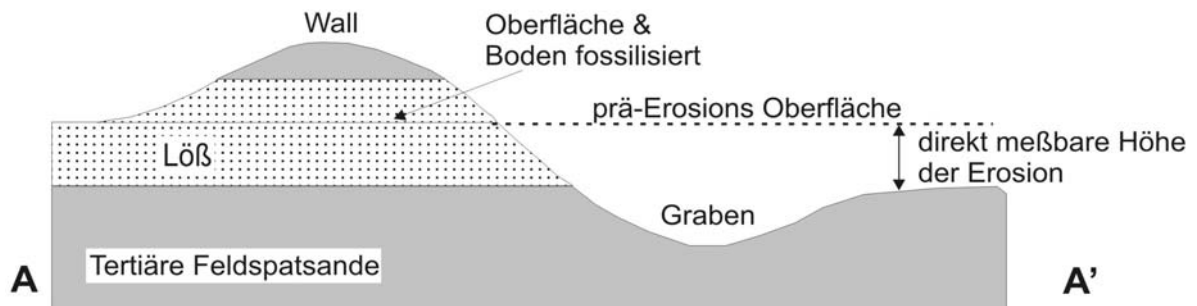
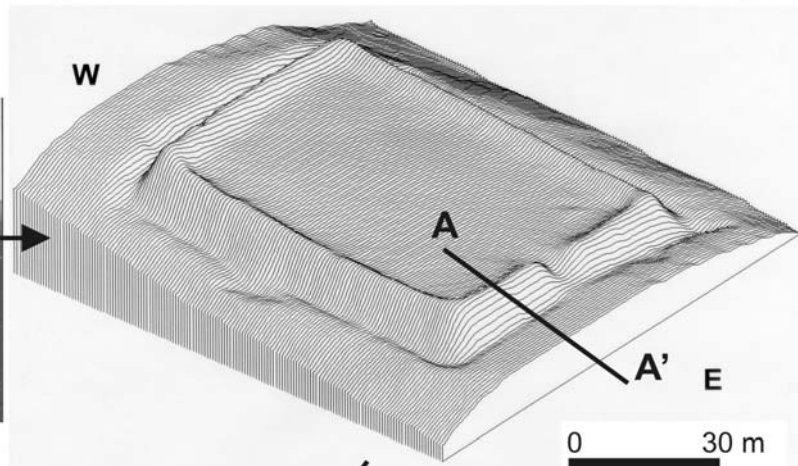


Abb. 6: Rekonstruktion der prä-erosionszeitlichen Geländeoberfläche.

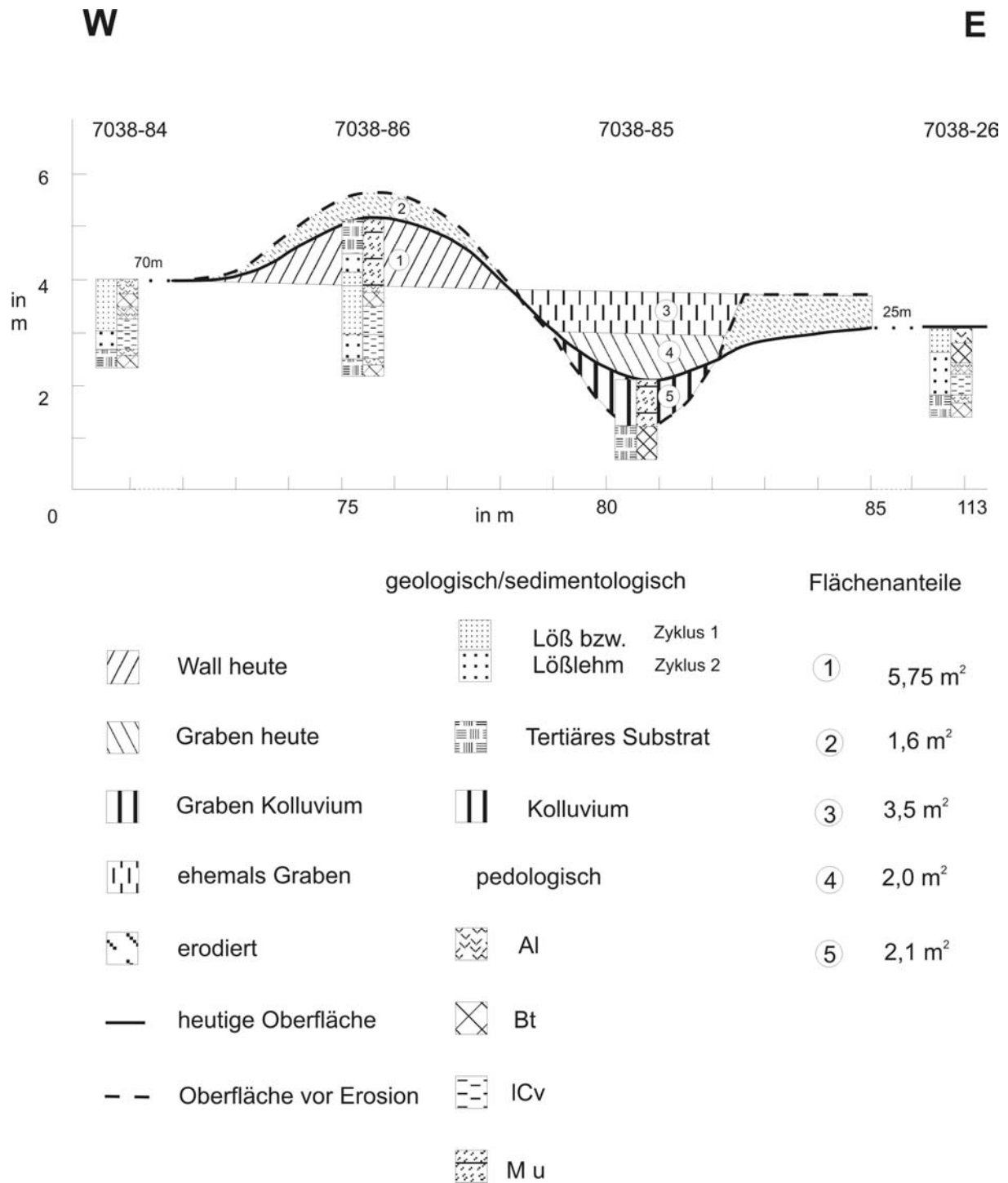


Abb. 7: West-Ost Catena durch die Viereckschanze Poign.



**Profil 7038-84**

**Bodenanalytische Standardwerte**

Probe	Horizont	Proben- tiefe (cm)	Skelett Gew. %	K o r n g r ö ß e n G e w. %										Boden- art	pH (CaCl2)	CaCO3 %	C %	org.S %	N %	C/N
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T								
				84/1	L	+10	0.0				n.b.									
84/2	Of	+8	0.0				n.b.				n.b.	n.b.		3.29	—	14.6	25.1	n.b.	—	
84/3	Oh	+1	0.0				n.b.				n.b.	n.b.		2.97	—	13.3	22.8	n.b.	—	
84/4	Ah	0-1	0.7				n.b.				n.b.	n.b.		2.93	—	8.5	14.6	n.b.	—	
84/5	Ah1	1-4	0.2	2.2	4.8	5.9	12.9	34.0	24.7	9.4	68.0	19.1	Ut4	3.09	—	2.8	4.8	n.b.	—	
84/6	Al	4-9	0.5	2.2	4.6	7.2	13.9	31.0	27.4	9.8	68.2	17.8	Ut4	3.41	—	1.0	1.7	n.b.	—	
84/7	Al	9-15	0.3	3.2	4.5	5.8	13.5	30.7	26.7	9.5	66.9	19.6	Ut4	3.68	—	0.6	1.0	n.b.	—	
84/8	Al	15-21	0.4	3.7	4.5	5.8	13.9	31.2	25.0	9.4	65.6	20.5	Ut4	3.73	—	0.6	1.0	n.b.	—	
84/9	AlBt	21-30	0.3	2.8	3.3	4.9	11.0	27.6	24.3	9.1	61.0	28.0	Lu	3.70	—	0.3	0.5	n.b.	—	
84/10	Bt	30-40	0.4	1.1	2.7	4.1	8.0	23.6	20.7	7.6	51.9	40.1	Tu3	3.83	—	0.3	0.5	n.b.	—	
84/11	Bt	40-50	0.3	1.2	2.9	4.3	8.4	23.0	20.2	7.2	50.4	41.2	Tu3	4.14	—	0.2	0.3	n.b.	—	
84/12	Bt	50-60	0.1	0.8	3.4	3.5	7.7	23.9	21.7	7.3	52.9	39.4	Tu3	4.64	—	0.2	0.3	n.b.	—	
84/13	BtICv	60-69	0.0	0.4	3.8	7.0	11.2	23.7	22.3	7.7	53.6	35.2	Tu3	5.40	0.5	0.2	0.3	n.b.	—	
84/14	ICv	69-76	—	0.8	6.6	9.6	17.0	21.9	20.4	7.9	50.2	32.8	Tu3	6.88	0.5	0.2	0.3	n.b.	—	
84/15	dICv	76-86	0.1	1.6	8.7	10.9	21.2	20.8	18.3	7.8	47.0	31.8	Lt2	7.35	2.8	0.2	0.3	n.b.	—	
84/16	dICv	86-96	0.2	2.0	9.9	11.8	23.8	20.0	17.2	8.0	45.2	31.1	Lt2	7.51	4.7	0.2	0.3	n.b.	—	
84/17	dICv	96-106	0.7	2.8	9.8	11.9	24.6	20.6	17.5	8.4	46.4	28.9	Lt2	7.54	9.8	0.2	0.3	n.b.	—	
84/18	II ICv	106-112	0.1	3.1	11.3	12.0	26.5	21.1	17.2	8.7	47.0	26.6	Lt2	7.57	7.3	0.2	0.3	n.b.	—	
84/19	II ICv	112-118	0.1	1.6	12.3	16.0	29.9	21.9	16.3	7.5	45.7	24.4	Ls2	7.41	2.2	0.1	0.2	n.b.	—	
84/20	II ICv	118-125	0.1	1.8	12.8	16.6	31.2	20.7	15.9	7.1	43.7	25.0	Ls2	7.06	0.4	0.1	0.2	n.b.	—	
84/21	II ICv	125-131	0.5	3.0	12.7	16.8	32.5	20.2	14.9	6.5	41.5	26.0	Lt2	6.97	—	0.1	0.2	n.b.	—	
84/22	III fAl	131-140	2.0	6.3	12.8	14.9	34.1	18.9	13.3	6.8	39.1	26.8	Lt2	6.93	—	0.1	0.2	n.b.	—	
84/23	III fAl	140-149	1.4	6.1	11.6	14.3	31.9	17.9	12.8	6.4	37.0	31.0	Lt2	6.92	—	0.1	0.2	n.b.	—	
84/24	IV fBt	149-159	1.8	3.8	11.0	13.7	28.4	14.9	12.2	5.6	32.8	38.8	Lt3	6.85	—	0.1	0.2	n.b.	—	
84/25	IV fBt	159-169	0.2	10.0	13.0	14.1	37.0	14.1	9.7	5.2	29.0	34.0	Lts	6.94	—	0.2	0.3	n.b.	—	
84/26	IV fBt	169-180	7.3	9.1	11.8	13.2	34.1	15.6	7.0	5.4	28.0	37.9	Lts	7.30	—	0.2	0.3	n.b.	—	

Tab. 1: In situ-Parabraunerde aus Löß (Profil 7038-84).

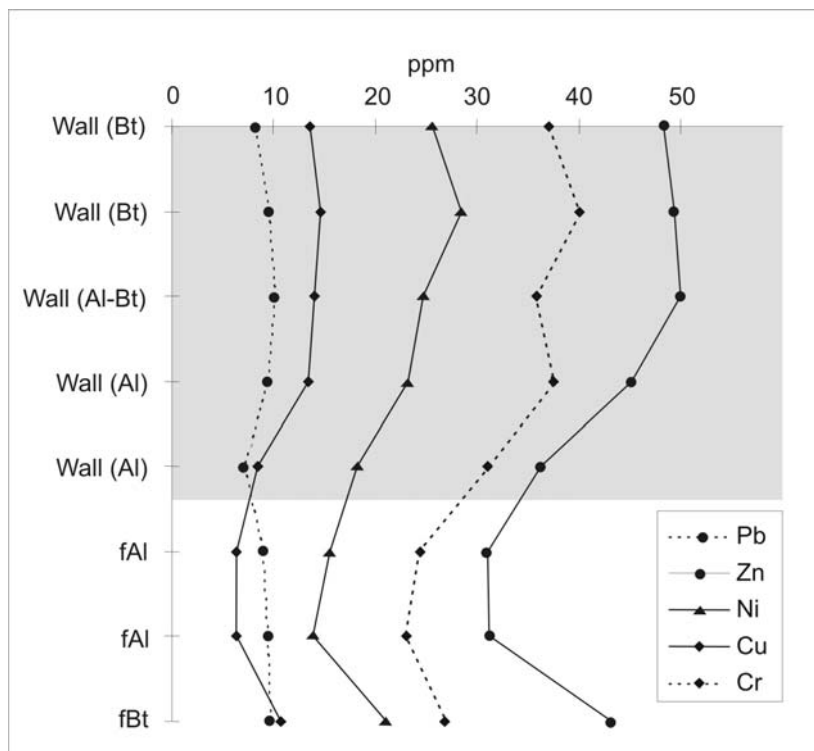


Abb. 8:

Profil 7038-86 im Ostwall der Viereckschanze im Übergang des geschütteten Substrates zum liegenden, fossilisierten in situ-Boden. Darstellung der Schwermetallgehalte ausgewählter Elemente im Tiefenverlauf.

Profil 7038-81

Bodenanalytische Standardwerte

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %										Bodenart	pH (CaCl <sub>2</sub> )	CaCO <sub>3</sub> %	C %	org.S %	N %	C/N
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T								
81/1	Ah1	0-5	0.8	5.5	13.2	12.6	31.3	25.6	19.8	7.6	53.1	15.6	Uls	3.46	—	1.2	2.1	n.b.	—	
81/2	M	5-13	1.3	5.3	13.1	12.4	30.8	27.2	19.4	6.9	53.4	15.8	Uls	3.66	—	0.6	1.1	n.b.	—	
81/3	M	13-21	1.2	6.7	13.0	11.4	31.1	27.0	19.2	7.1	53.2	15.7	Uls	3.71	—	0.4	0.7	n.b.	—	
81/4	M	21-30	0.9	6.2	12.0	11.3	29.5	27.1	19.5	6.7	53.2	17.3	Lu	3.71	—	0.3	0.6	n.b.	—	
81/5	M	30-40	0.9	5.9	11.7	10.6	28.2	27.7	18.5	6.7	52.9	18.9	Lu	3.66	—	0.2	0.3	n.b.	—	
81/6	M	40-50	0.5	5.6	11.5	10.8	28.0	25.6	20.0	6.6	52.3	19.8	Lu	3.75	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/7	M	50-60	0.8	6.7	12.7	10.9	30.3	26.5	17.5	6.3	50.3	19.3	Lu	3.96	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/8	M	60-70	0.9	5.7	14.0	10.5	30.2	24.7	18.5	6.9	50.2	19.6	Lu	3.98	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/9	M	70-80	0.5	6.2	14.2	11.1	31.5	24.8	18.2	6.7	49.7	18.7	Ls2	4.01	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/10	M	80-90	0.9	6.4	14.3	11.3	32.0	25.0	18.3	7.0	50.3	17.8	Lu	4.04	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/11	M	90-100	0.3	6.7	13.3	10.4	30.4	24.5	18.6	7.1	50.2	19.4	Lu	4.10	—	0.1	0.1	n.b.	—	
81/12	M	100-105	1.1	6.8	10.5	9.6	27.0	24.2	18.9	6.8	49.9	23.2	Ls2	4.17	—	0.2	0.3	n.b.	—	
81/13	II fAlBt	105-112	0.7	5.9	9.6	9.0	24.4	23.3	18.3	7.6	49.3	26.3	Lt2	4.23	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/14	II fAlBt	112-120	0.7	3.9	8.2	8.2	20.4	22.6	18.1	7.5	48.3	31.4	Lt2	4.28	—	0.1	0.2	n.b.	—	
81/15	II fBt	120-130	0.3	3.0	7.2	8.3	18.5	18.6	19.9	7.4	45.9	35.6	Lt3	4.31	—	0.2	0.3	n.b.	—	
81/16	Schluffbehn		0.3	7.9	14.7	11.7	34.4	20.1	21.4	4.6	46.0	19.6	Ls2	n.b.	—	0.2	0.3	n.b.	—	

Tab. 2: Kolluvisol über II fBt-Horizont (Profil 7038-81).

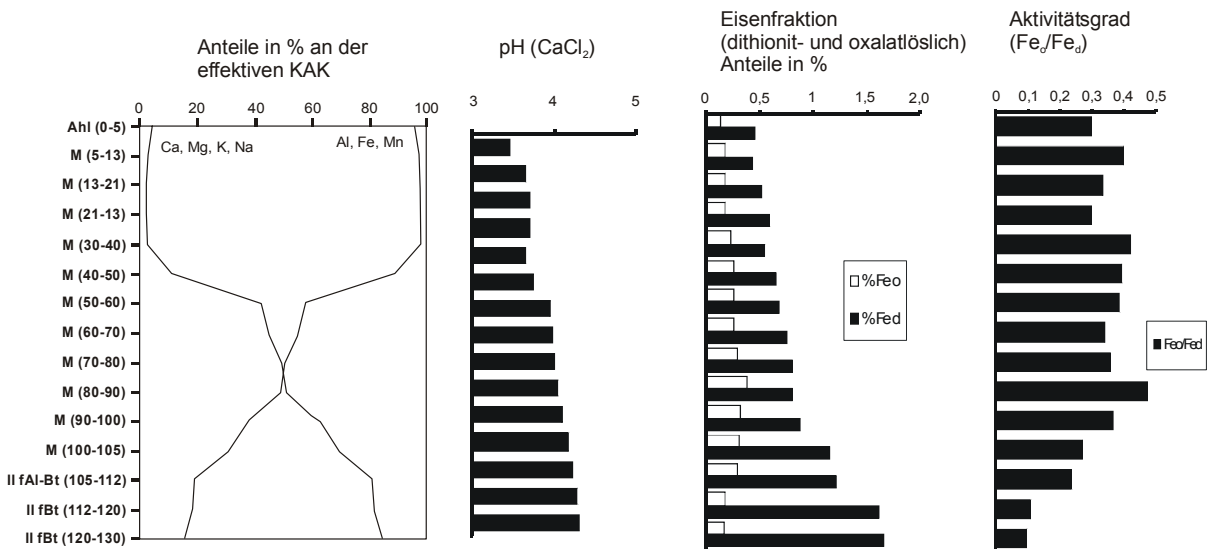


Abb. 9: Profil 7038-81 – Kolluvisol über Bt-Horizont – Laboranalytik.

## Erosionsbilanzierung

Methode	Erosion Areal (ha)	Menge Kolluvium (t)	Maximale Mächtigkeit der Erosion (cm)	Erosionsmenge (t)	Erosions-rate (t/ha/a)	Maximale Zeitspanne der Erosionsprozesse (a)
A	3,6	22.000	-----	----	20,4	300
B	3,6	22.000	30 - 40	10.800	13,3	300
C	3,6	22.000	60 – 100 abhängig von Reliefposition	26.700	24,5	300

Tab. 3: Erosionsraten im Umfeld der Viereckschanze von Poign, erfaßt mit unterschiedlichen Methoden (aus VÖLKEL, LEOPOLD & WEBER 2002)

Es wurde eine vergleichsweise hohe Erosionsleistung im unmittelbaren Umfeld der Viereckschanze von Poign von min. 20 t/ha/a errechnet. Sie wurde chronologisch mit dem Nutzungszeitraum der Viereckschanze verknüpft.

Die Frage die sich daran anknüpfte war:

Handelt es sich dabei um ein intensiv genutztes Einzelareal, oder war diese Anlage eingebettet in ein ländliches Siedlungsmuster mit allgemeiner agrarwirtschaftlicher Nutzung?

→ Ziel weiterführender Arbeiten:

Rekonstruktion der latènezeitlichen Landnutzung im weiteren Umfeld der Viereckschanze.

# Standort 3

MATTHIAS LEOPOLD, ALEXANDRA RAAB & JÖRG VÖLKEL

(im Moosholz)

- Vorstellung des Landnutzungsmodells
- Bänderparabraunerde bzw. Braunerde aus Miozänen Feldspatsanden
- Kolluviale Einlagerungen im Moor
- Vegetationsrekonstruktion

Ausarbeitung eines modularen Arbeitsansatzes:

Methodik und Aufbau des latènezeitlichen Landnutzungsmodells von Poign:

Die Landnutzungsrekonstruktion basiert auf verschiedenen Bearbeitungsebenen (Abb. 10), deren Ergebnisse miteinander verschnitten werden. Die Grundzüge dieses Projektes werden hier dargelegt, ohne den Ergebnissen vorzugreifen.

## I. Eignungsprüfung

Zu Beginn ist zu überprüfen, ob im Untersuchungsgebiet anthropogenes Wirken (v.a. Ackerbau) im Naturraum zur fokussierten Zeit denkbar ist. Ferner müssen die natürlichen Voraussetzungen des Gebietes in Form von deutlichen Differenzierungen im Relief, die Bodengüte betreffend und anderes mehr für eine nutzungsbedingte Unterteilung in Wald und Ackerbau gegeben sein. Neben den archäologischen Kartierungen und Einzelbefunddokumentationen sind geologische, bodenkundliche und topographische Karten wie auch Luftbilder heranzuziehen.

## II. Reliefanalyse

Die Analyse des Reliefs dient zum einen dazu, atypische und zumeist anthropogen verursachte Reliefformen zu erkennen und einzugrenzen. Mittels Hangneigungsklassen werden Gebiete ausgegrenzt, die für eine ackerbauliche Nutzung zu steil sind (0 – 2° sehr gut; 2 – 7° gut; 7 – 12° schlecht, 12 – 15 ° sehr schlecht, > 15° ungeeignet). So gelangt man in erster Näherung zu einer potentiellen Verteilung von Wald- und Ackerflächen. Terrestrisch gestützte Vermessungsverfahren (Tachymetrie) und Geoinformationssysteme (ArcInfo, IDRISI) sind die geeigneten Methoden zur Durchführung.

### III. Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung

Die bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung muß das kleingekammerte Bodenmosaik erfassen. Sie ist der elementare Baustein des Landnutzungsmodells. Darauf basierend können anhand pedologischer Kriterien ackerbaulich gut nutzbare Böden von weniger geeigneten unterschieden werden, was wiederum zu einer Unterteilung der Flächen in potentielle Waldflächen und potentielles Offenland führt. Zudem lokalisiert die Kartierung Kolluvien als die korrelierten Sedimente einer durch Ackerbau ausgelösten Bodenerosion. Kolluviale Sedimente am Fuß eines beackerten Hanges sind daher die unmittelbaren und direktesten Zeugen von Ackertätigkeit am oberhalb gelegenen Hang. Ziel ist es, diese Kolluvien zu datieren. Im Untersuchungsgebiet Poign verzahnen sich Hangfuß-Kolluvien mit Torfen einer weitflächigen Vermoorung, die sich in Form karstwassergespeister topogener Niedermoore seit dem Spätglazial gebildet haben. Die Kolluvien sind als minerogene Zwischenlagen in den Moortorf eingebettet. Mittels <sup>14</sup>C-AMS-Datierungen der Torfe über und unter den kolluvialen Zwischenlagen lassen sich die Erosionsereignisse und damit auch die ackerbauliche Nutzung am Hang chronostratigraphisch einordnen und zeitlich absolut fassen. Der Datengewinnung liegt eine hier nicht näher dargelegte multivariate Methodik auf Basis sedimentologisch-pedologischer Geländearbeiten, umfangreicher Laboranalytik sowie geophysikalischer Meßverfahren zu Grunde.

### IV. Physiotopen-Rekonstruktion

Auf Basis vorgenannter Datenerhebung erfolgt die Ausweisung unterschiedlicher Physiotope ausgewählter Zeit- beziehungsweise Nutzungsphasen des untersuchten Geländes.

### V. Siedlungsarchäologische Kartierung

Seitens der Geschichtswissenschaften ist die Aufarbeitung vorhandener Ortsakten eine weitere Grundlage des Landnutzungsmodells. Sie dient der Lokalisation und Ausgrenzung von Siedlungsarealen. Hinzu kommt die chronologische Einordnung der archäologischen Befunde vor Ort. Im Falle von Poign wurden im Rahmen der Projektarbeiten über die bekannte Viereckschanze hinaus im ca. 2 x 2 km großen Untersuchungsgebiet zwei weitere eisenzeitliche Siedlungsbefunde entdeckt.

## *VI. Vegetationsrekonstruktion*

Die hier untersuchten Niedermoore sind nicht zuletzt wichtige Archive für die vegetationsgeschichtliche Analyse, die sich auf die Pollenkunde (Palynologie) und auf die Makrorestanalyse stützt. Neben der Rekonstruktion der natürlichen Vegetation im jeweils untersuchten Zeitfenster liefert die vegetationsgeschichtliche Analyse wichtige Hinweise in Form von Siedlungszeigern wie Getreidepollen und gibt Informationen zur quantitativen Verteilung von Wald- und Offenlandflächen. Qualitative Beschreibungen beider Cluster kommen hinzu (Art der Waldgesellschaft, Anbausorten, Ackerunkräuter etc.).

## *VII. Chronologie*

Die zeitliche Zuordnung und Differenzierung kolluvialer Ablagerungen als direkte Zeugen des Ackerbaus jeweiliger Zeitfenster erfolgt ebenfalls mit einem multivariaten Methodenansatz bestehend aus der Sedimentstratigraphie, der Bestimmung von Artefakten sowie absoluter Datierung mittels Infrarot Stimulierter Lumineszenz (IRSL) und <sup>14</sup>C-Datierungen. Diese Daten sind mit den siedlungsarchäologischen Befunden zu vergleichen. Ergänzend wird die pollenstratigraphische Einordnung der Torfe einbezogen. Grundsätzlich gilt, daß sich die teilweise nur mehrere Dekaden andauernden archäologischen Epochen der Latènezeit aufgrund der Fehlertoleranz nur schwer mittels Absolutdatierungen differenzieren lassen. Nur dann, wenn die bodenkundlich-sedimentologische Stratigraphie für das archäologische Objekt, wie hier für die Viereckschanze von Poign, einen ‚status post‘ vorgibt, ist das Nutzungsmodell für den aus physisch-geographischer Sicht engen Zeitraum der Spätlatènezeit gültig. Im weiteren Umfeld der Viereckschanze von Poign ist das Nutzungsmodell derzeit für die Latènezeit bzw. für die römische Kaiserzeit als Ganzes anzusetzen.

## *VIII. Verschneidung zum Landnutzungsmodell*

Die Verschneidung sämtlicher Daten führt letztlich zur Modellbildung. Das Landnutzungsmodell enthält nunmehr folgende Inhalte:

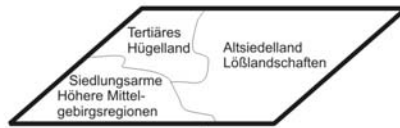
- Siedlungsstellen;
- Waldflächen und deren Artenzusammensetzung;
- Ackerflächen und deren Nutzung zur späten Eisenzeit, mögliche Anbausorten auf denselben, Zuordnung gesichert über Absolutdatierungen und Artefakte;
- Potentielle Ackerflächen resp. Grünlandflächen auf Basis der Bodengüte, geeigneter Exposition der Fläche sowie Hangneigung;
- latènezeitliche Niedermoorgebiete;

- Art und Verlauf von Fließgewässern.

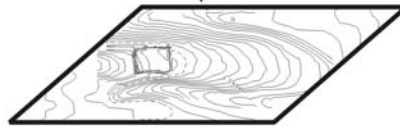
Nicht zuletzt aus Vorstehendem wird das große Potential interdisziplinär und daher hinsichtlich der Methodik im besten Sinne zwangsläufig multivariat angelegter Studien im Rahmen der Paläoökosystemforschung deutlich, die wesentlich bessere Möglichkeiten der Datengewinnung eröffnen. Sie helfen auch der Archäologie, ihre Einzelbefunde vor Ort in einen räumlichen Kontext zu stellen und schärfen damit die Interpretationsmöglichkeiten dieser Disziplin entscheidend.

## BEARBEITUNGSEBENEN

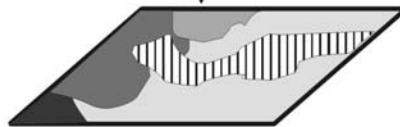
Eignungsprüfung des Untersuchungsgebietes



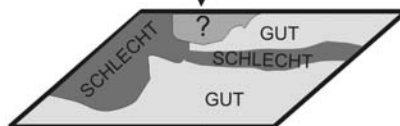
Reliefanalyse



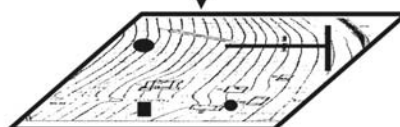
Bodenkundliche, sedimentologische Detailkartierung



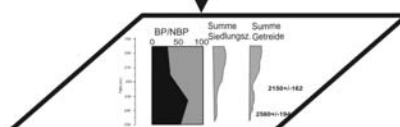
Physiotopenrekonstruktion  
Ausweisen von ackerbaulich gut / schlecht nutzbaren Arealen



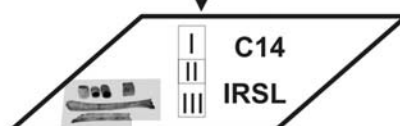
Siedlungsarchäologische Kartierung (Art, Lage, Streuung, Kontinuität)



Vegetationsrekonstruktion  
Siedlungszeiger;  
Waldzusammensetzung  
BP/NBP Zusammensetzung



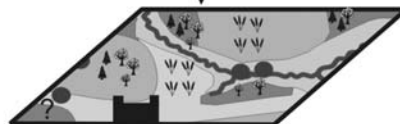
Chronologische Einordnung der Erosion / Akkumulation



Verschneidung der Daten  
Chronologie Abgleich zwischen archäologischen und sedimentologischen Daten



Landnutzungsmodell



## METHODEN

Archive, Ortsakten, Thematische Karten (Geologie/Pedologie), Luftbilder

Grundkarten als Basis, DGM (Raster min. 10 m), Tachymetrische Detailaufnahme, Verschneidung / Visualisierung im GIS

Schnitte, Schürfgruben, Bohrungen, Sondierungen, Laboranalytische Bearbeitung diverser Proben, Geophysik (Bodenradar, Seismik, Magnetik) für Flächenaussagen

Geomorphologischer und pedologischer Sachverstand, CAD-Systeme, GIS

Feldbegehungen (Surveys), Ortsakten; Sondierungsschnitte, Archäologische Grabungen, Archäologischer Sachverstand

Palynologische Auswertung, Makrorestanalyse, Vegetationskundlicher Sachverstand

Stratigraphie, Radiokarbon Datierungen, Lumineszenzverfahren, Dendrochronologie, archäologische Typologie, Palynologie

Diskussion der Daten der Teildisziplinen (Bodenkunde, Archäologie, Vegetationskunde; Physik etc.), CAD-Systeme, GIS

Abb. 10: Darstellung der Bearbeitungsebenen einer Landnutzungsrekonstruktion. Die Ebenen werden fortlaufend verschneidet und führen im gezeigten Verlauf zu einem Modell der Landnutzung eines bestimmten Zeitabschnittes. Eigentwurf.



GEOARCHIV	INFORMATIONSGEHALT
<i>Oberflächenformen (rezent / fossil)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reliefanalyse mittels tachymetrischer Geländeaufnahme</li> <li>• Reliefberechnungen zwischen fossiler und rezenter Oberfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederungsmerkmal der Physiotope, Visualisierung anthropogener Kleinformen als Berechnungsgrundlage für GIS-Anwendungen</li> <li>• Bilanzierung von Erosionsstandorten, Rekonstruktion des Paläoreliefs als Datenbasis feinstratigraphischer Ansätze</li> </ul>
<i>Rezente Böden / Sedimente</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung (flächig)</li> <li>• Kartierung (linear / Catenaprinzip)</li> <li>• Kappung von Bodenhorizonten im Oberhang</li> <li>• Laboranalyse der physikochemischen Eigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzt Pedotope als Teile von Physiotopen aus, weist Areale mit anthropogen starker / schwacher Beeinträchtigung aus</li> <li>• Prozeßgenetische Rekonstruktion am Hang</li> <li>• Erosionsvorgänge / minimale Erosionsabschätzung</li> <li>• Ökologischer Zustand</li> </ul>
<i>Fossile Böden / Sedimente</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenhorizont-Stratigraphie</li> <li>• Sediment-Stratigraphie</li> <li>• Laboranalyse der physikochemischen Eigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen zur Lage der ehemaligen Geländeoberkante</li> <li>• Rückschlüsse auf die minimale Mächtigkeit von Erosionsprozessen</li> <li>• Bodenökologischer Zustand vor / während anthropogener Eingriffe (je nach Alter)</li> </ul>
<i>Kolluvien</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung</li> <li>• Physikochemische Eigenschaften</li> <li>• Stratigraphie</li> <li>• Chronologie</li> <li>• Volumenbilanzierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodungs- und / oder Ackerbautätigkeit</li> <li>• Ablagerungsmechanismen (äolisch / aquatisch), ökologischer Verlust / Bilanz (z.B. Nährstoffverlust)</li> <li>• Erosions- / Akkumulationsgeschichte</li> <li>• Zeitliche Stellung des Ackerbaus</li> <li>• Minimale Abtragsraten</li> </ul>
<i>Moore</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollenzusammensetzung</li> <li>• Verhältnis von Baumpollen zu Nichtbaumpollen (BP/NBP)</li> <li>• Siedlungszeiger, Getreidepollen</li> <li>• Begleitpollen des Ackerbaus</li> <li>• Makroreste</li> <li>• Ausfällungen von Almkalken</li> <li>• Einlagerung kolluvialer Sedimente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vegetationsgeschichte</li> <li>• Anteil von Wald-/Offenland</li> <li>• Siedlungstätigkeit, Ackerbau / Konstanz</li> <li>• (indirekt) Ackerbau / Konstanz</li> <li>• Vegetation im Umfeld</li> <li>• Grundwasserstände, Klima</li> <li>• Ackerbautätigkeit am benachbarten Hang</li> </ul>

Tab. 4: Zusammenstellung der verwendeten Geoarchive im Arbeitsgebiet. Gegenüberstellung der Arbeitstechniken und -methoden und deren mögliche Informationen.

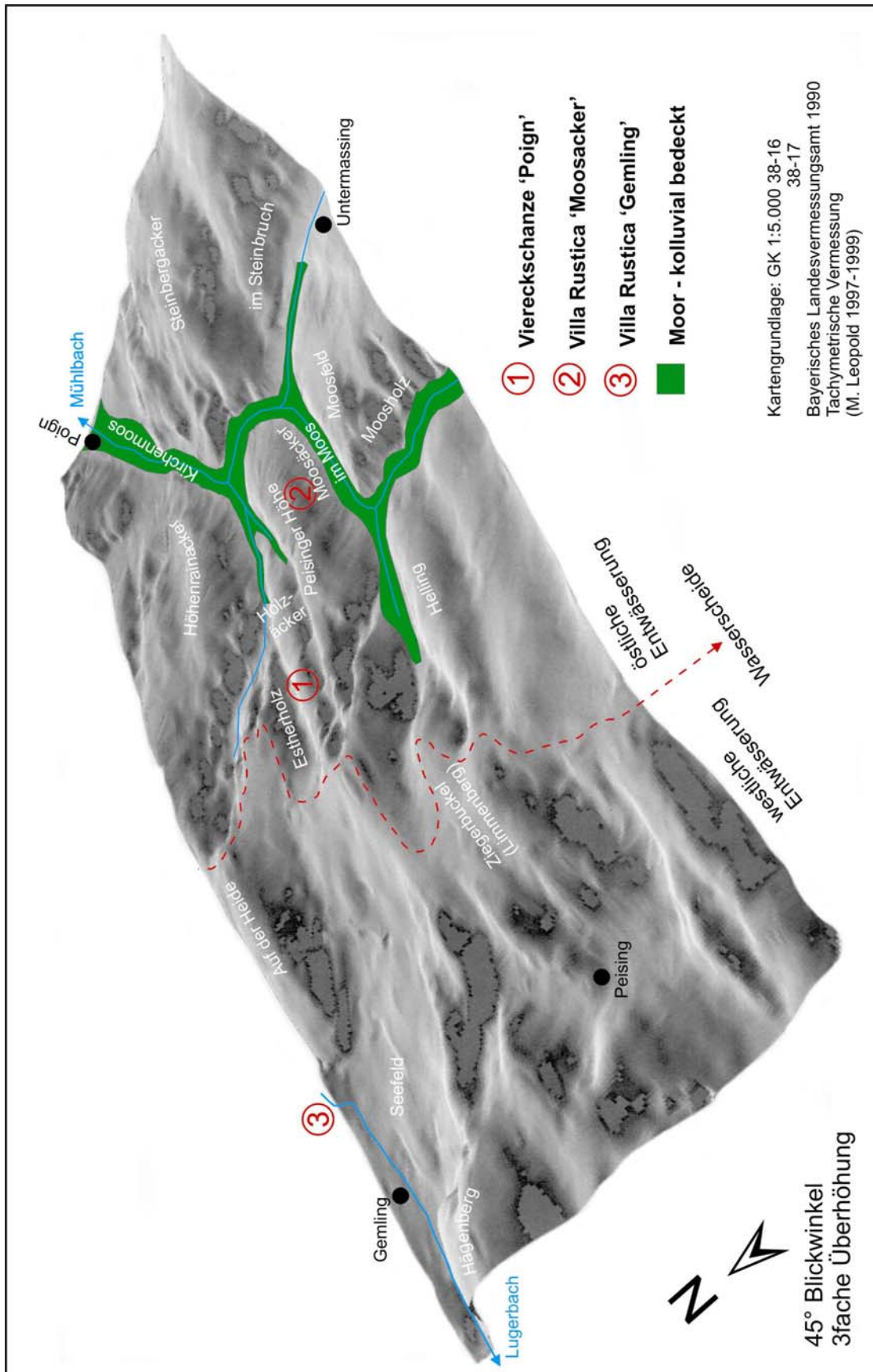


Abb.11: Digitales Geländemodell des Arbeitsgebietes (Blickrichtung nach NE) mit Darstellung der Flurnamen.

Neigungsklasse (BASTIAN & SCHREIBER, 1999)	0 - 2 °	2 - 7 °	7 - 12 °	12 - 15 °	15 - 25°
Bezeichnung der Neigungsklasse	Eben und flach geneigt	flachhängig	lehnhängig (1)	lehnhängig (2)	steilhängig

Tab. 5: Landschaftsökologische Einteilung der Hangneigungsklassen nach BASTIAN & SCHREIBER (1999: 75).

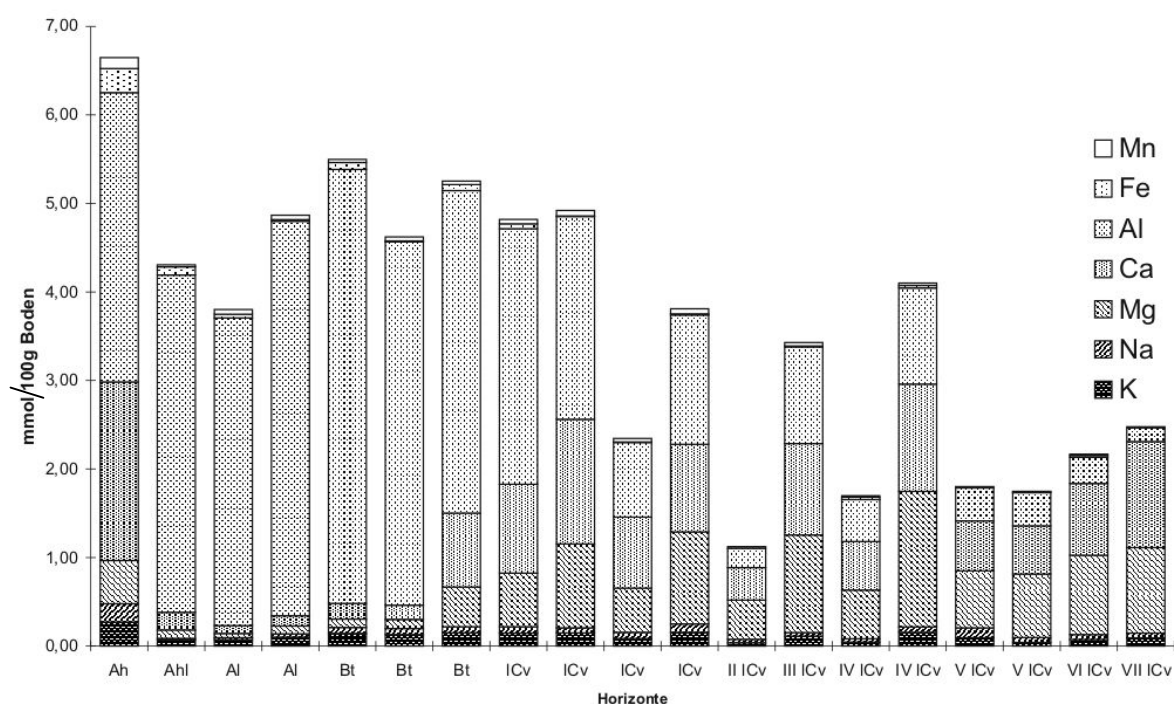


Abb. 12: KAKeff im Tiefenverlauf einer Parabraunerde-Braunerde aus Feldspatsanden der sandigen Fazies, Profil 7038-206.

Bodentyp	Fläche (m <sup>2</sup> )	Fläche (%)	Fläche (%) vor Landnutzung
Gekappte Parabraunerde aus Löß	639.707	24,47	--
Braunerde	601.220	23,00	23,00
(z.T. gekappte) Parabraunerde aus Fließerde	539.761	20,65	11,19
Gley-Kolluvisol	433.260	16,57	--
Kolluvisol	189.693	7,26	--
Kulto-Pararendzina	115.612	4,42	--
Niedermoor	84.313	3,23	19,80
in situ-Parabraunerde	6.862	0,26	46,01
Parabraunerde aus Kolluvium / geschüttetem Substrat	3.868	0,15	--
Summe	2.614.296	100	100

Tab. 6: Absolute und prozentuale Flächenberechnung der sedimentologisch orientierten Bodentypenverbreitung im Arbeitsgebiet in Gegenüberstellung mit der prozentualen Flächenverteilung vor einer anthropogenen Landnutzung.

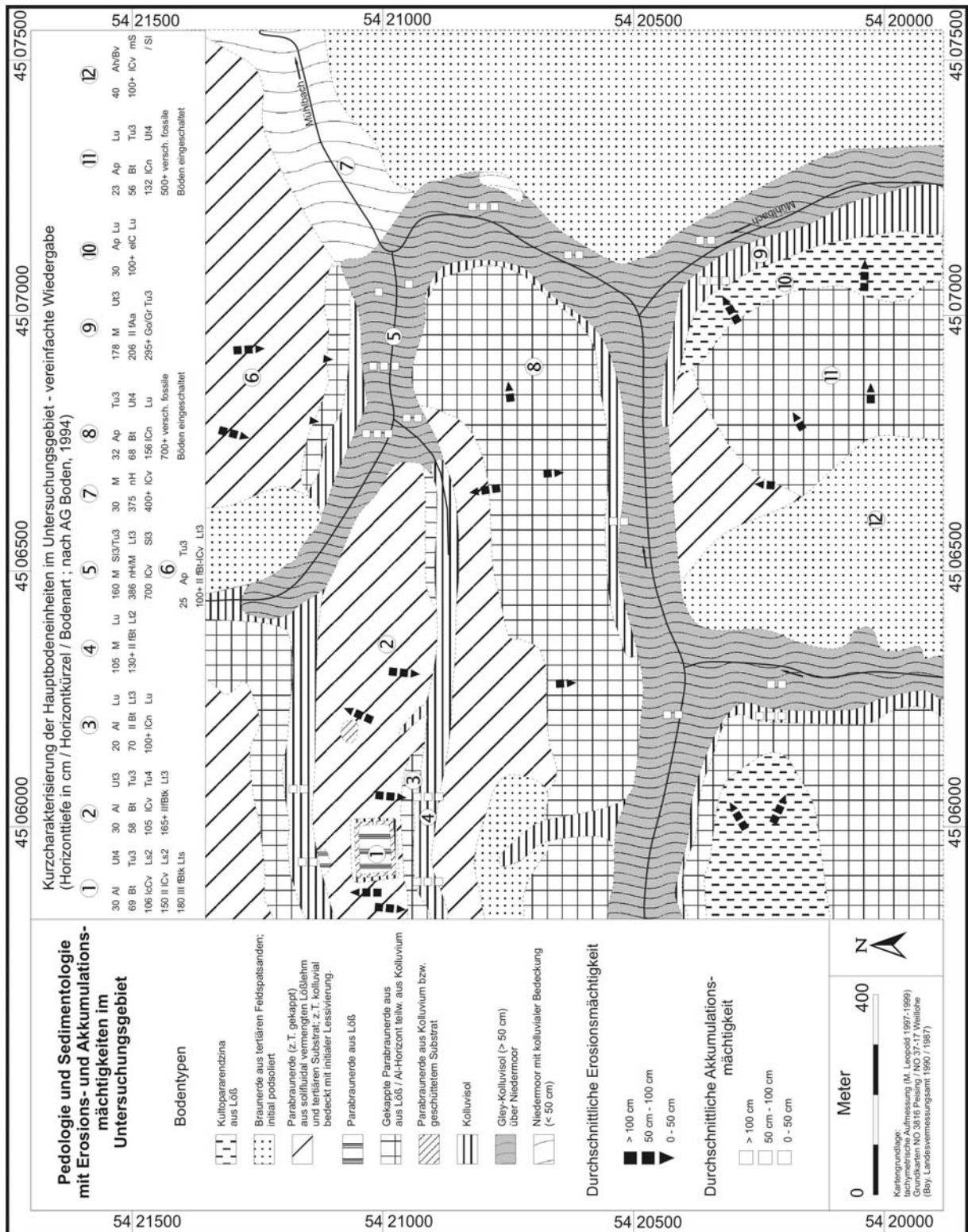


Abb. 13: Bodenkundlich-sedimentologische Kartierung des Untersuchungsgebietes.

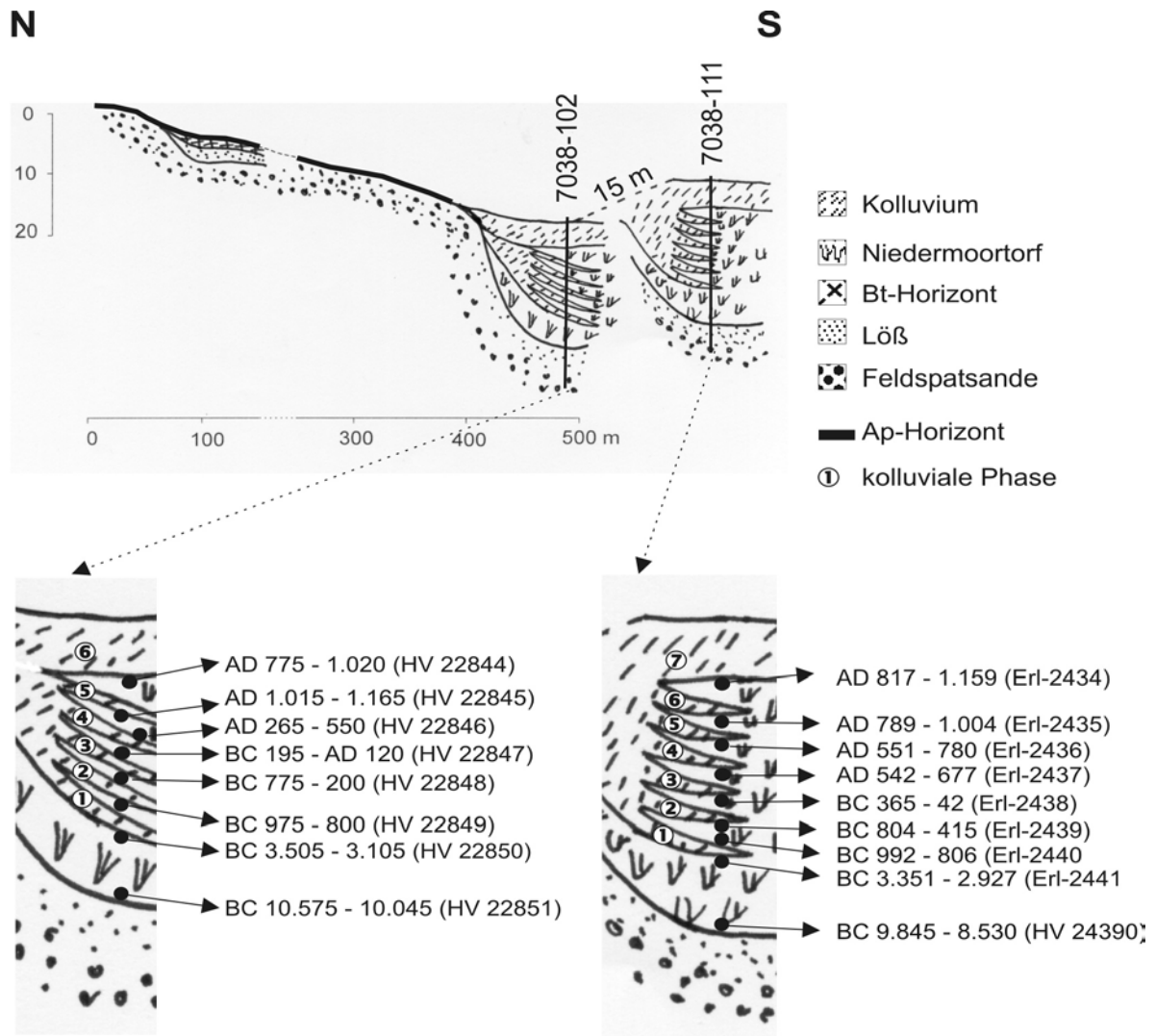


Abb. 14: Catena Höfenrainacker-Südhang mit Detaildarstellung der Tiefenlinienprofile 7038-102 und 7038-111. Profile nicht maßstabsgetreu. Altersangaben cal. 2 sigma.

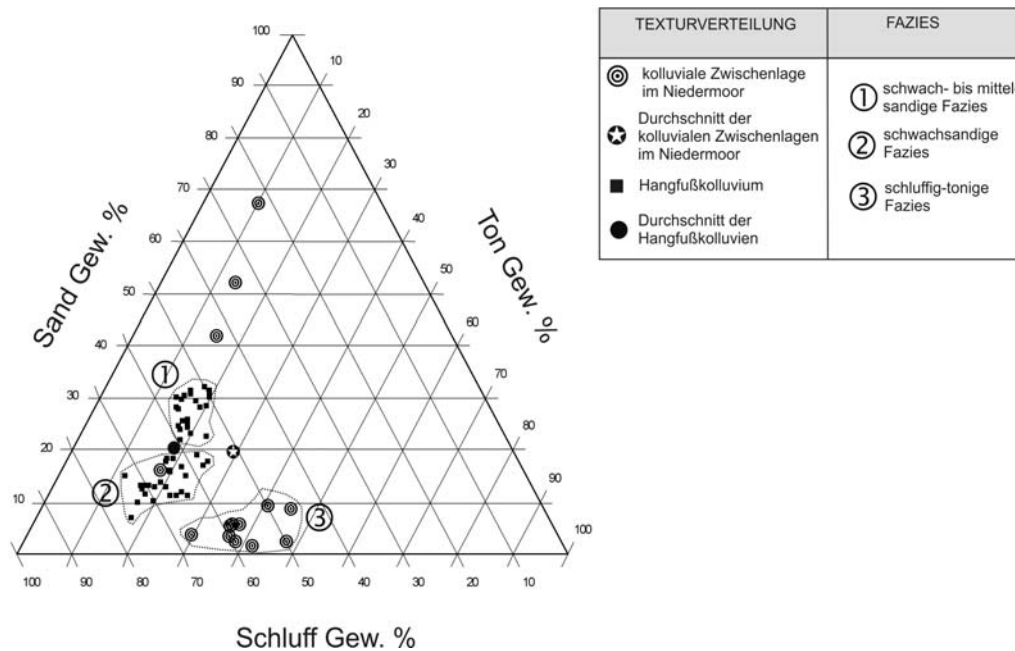


Abb. 15: Darstellung der Textur verschiedener Lößkolluvien (n=60) im Dreiecksdiagramm. Abgrenzung.

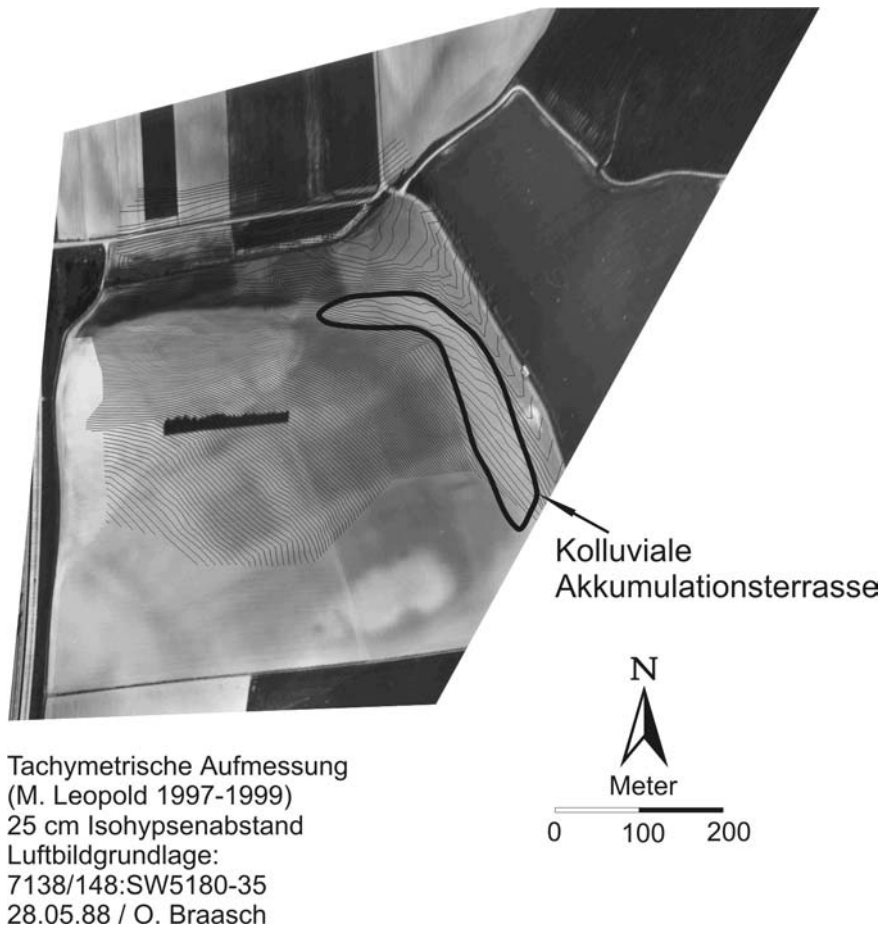


Abb. 16: Darstellung der kolluvialen Akkumulationsterrasse im entzerrten Schrägluftbild unter Verschneidung mit der tachymetrischen Reliefaufnahme.

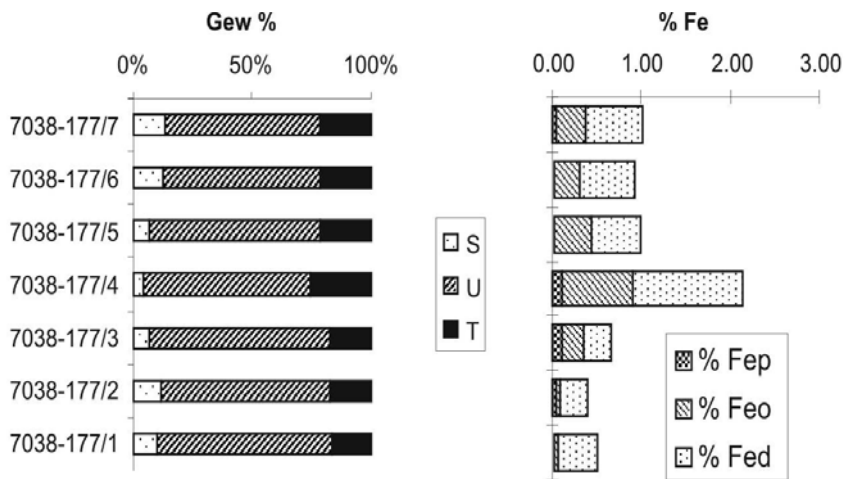


Abb. 17: Darstellung der Korngrößenverteilung und der prozentualen Anteile des pedogenen Eisens im Profil 7038-177.

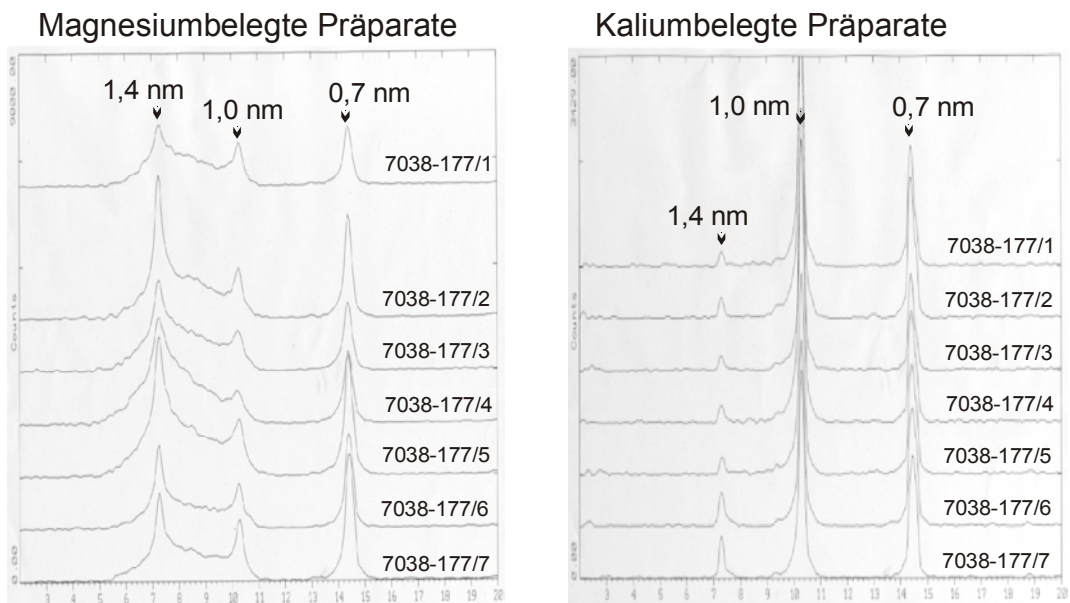


Abb. 18: Röntgendiffraktogramme des Kolluviums 7038-177; Magnesium- und Kaliumpräparate. Erhitzungspräparate 200 ° C und 500 ° C nicht dargestellt.



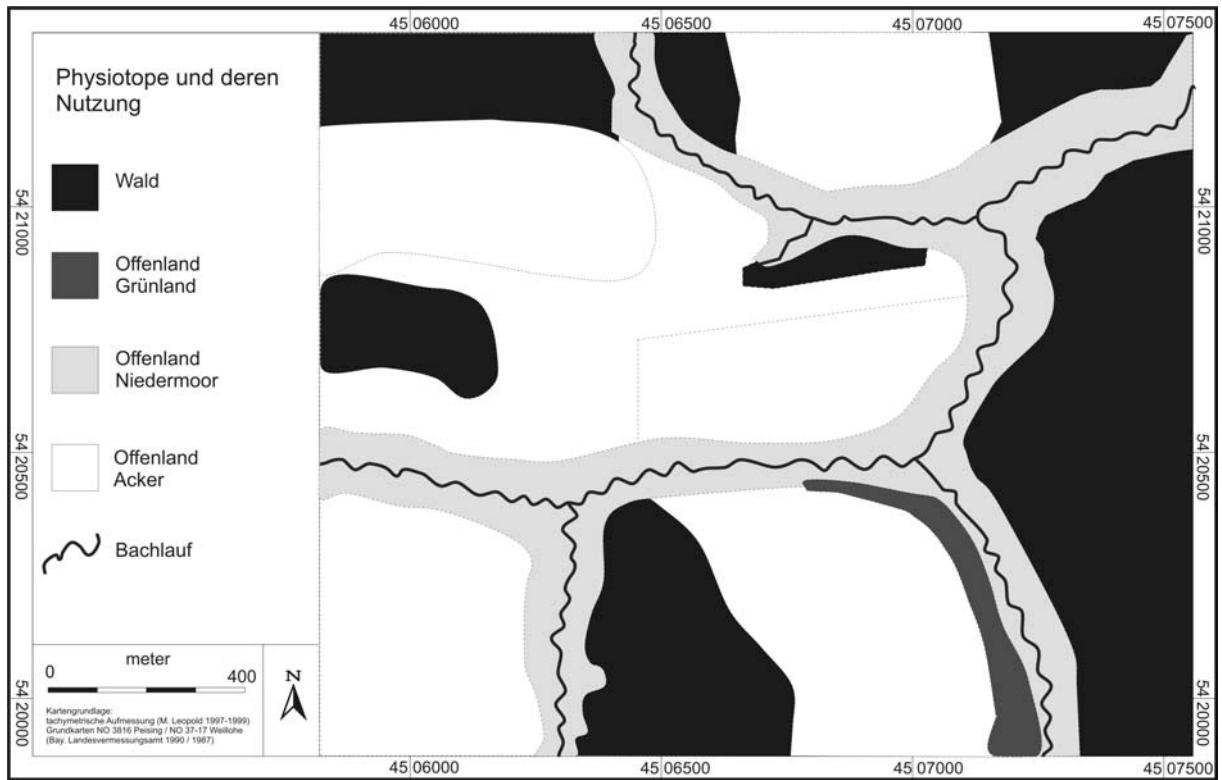


Abb. 19: Physiotope als Basis eines Landnutzungsmodells.

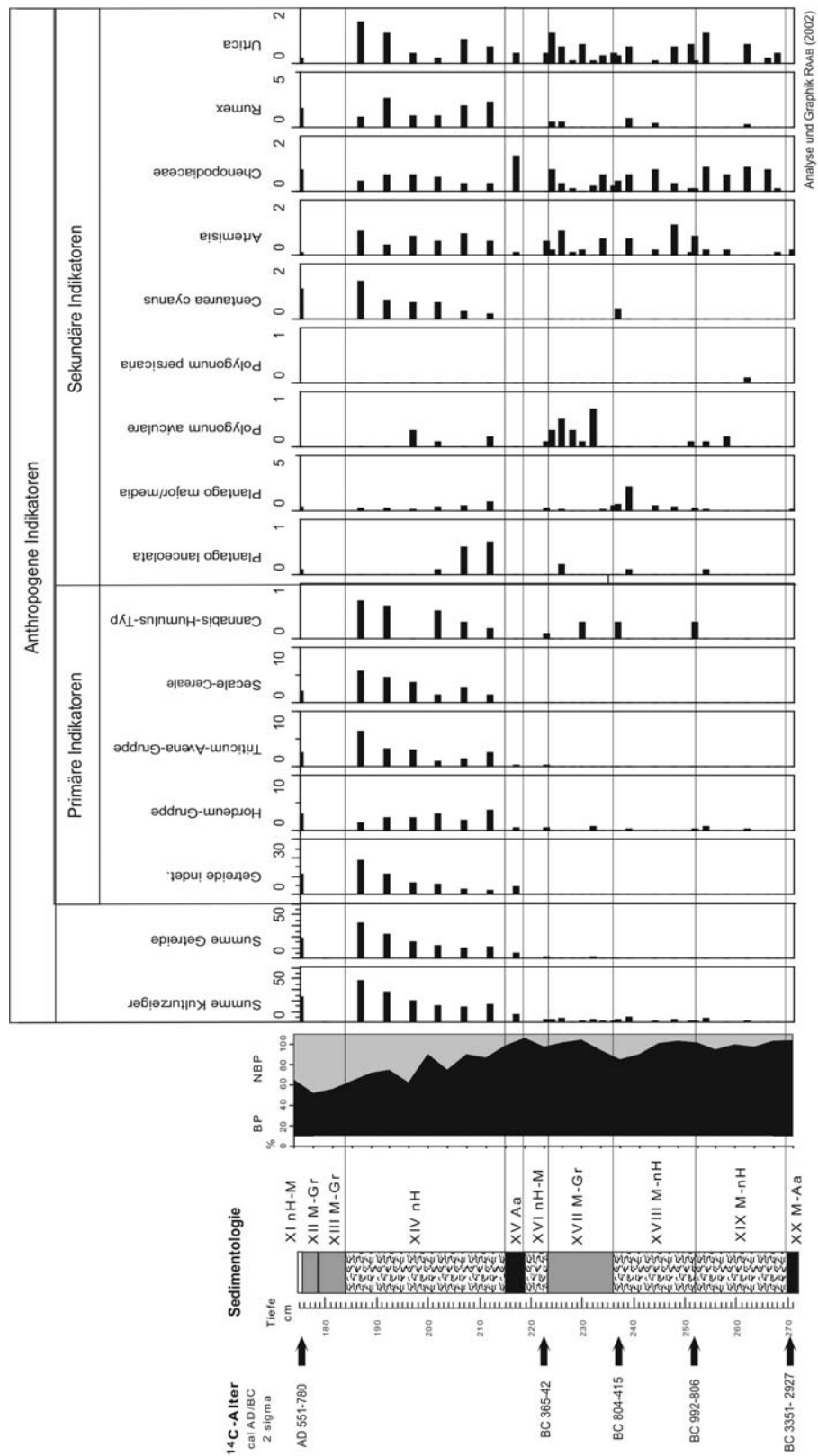


Abb. 20: Pollenprofil 7038-111; Zusammenstellung der anthropogenen Indikatoren. Analyse und Graphik RAAB (2002).

# Trees & Shrubs

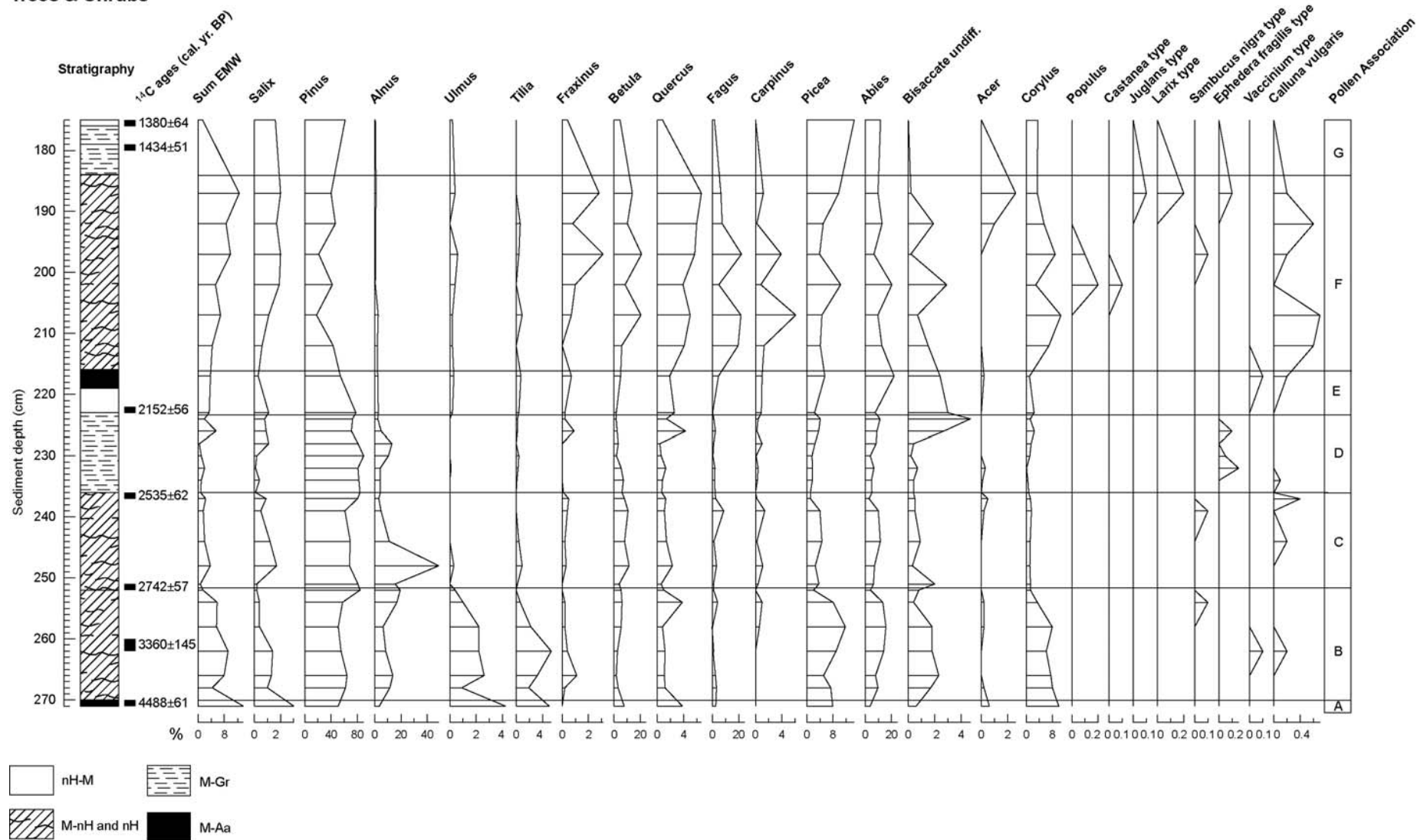


Abb. 21 Gesamtpollendiagramm Profil 7038-111

Poaceae, Cyperaceae and Cultural indicators

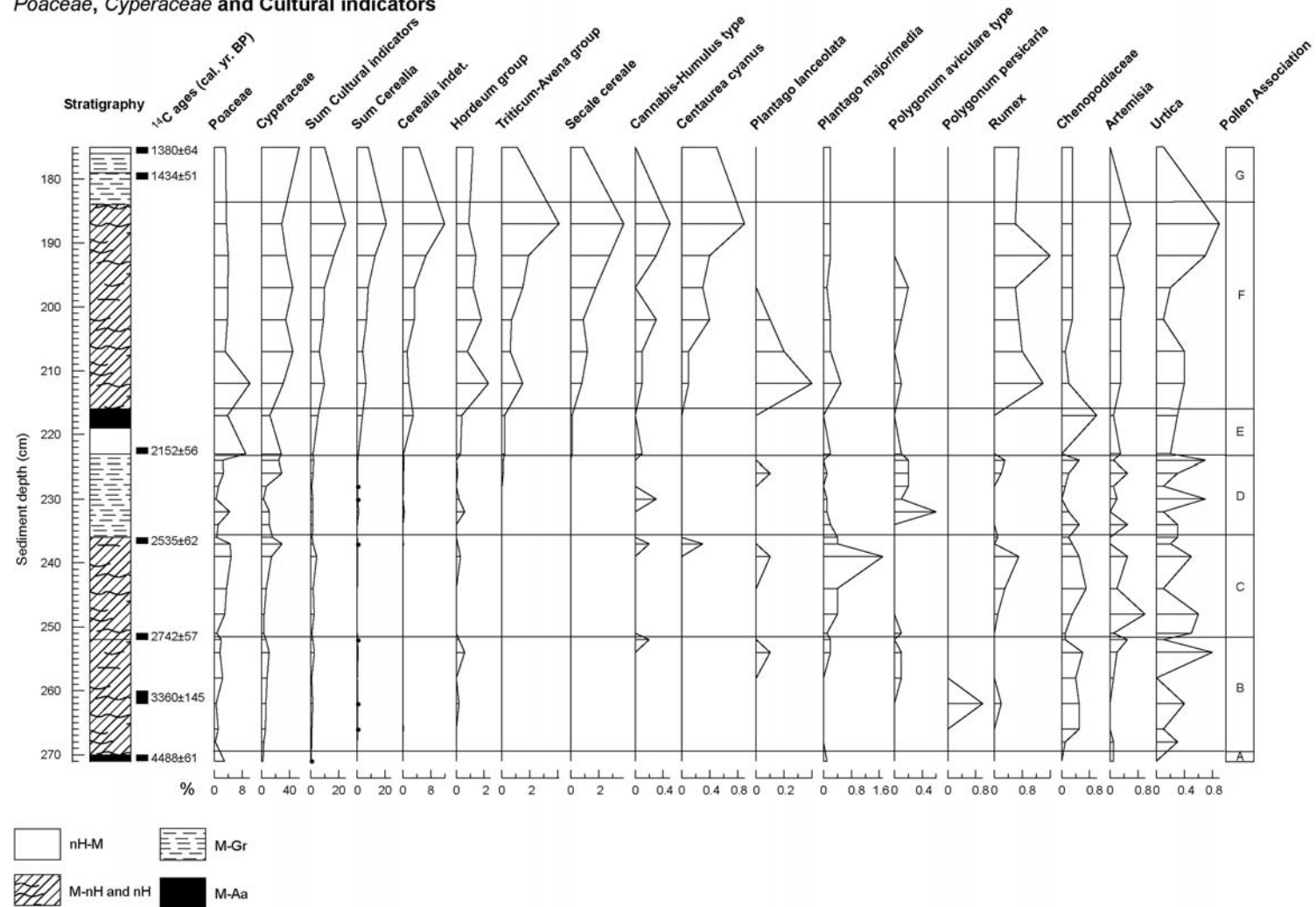


Abb. 21 (Fortsetzung)

Herbs

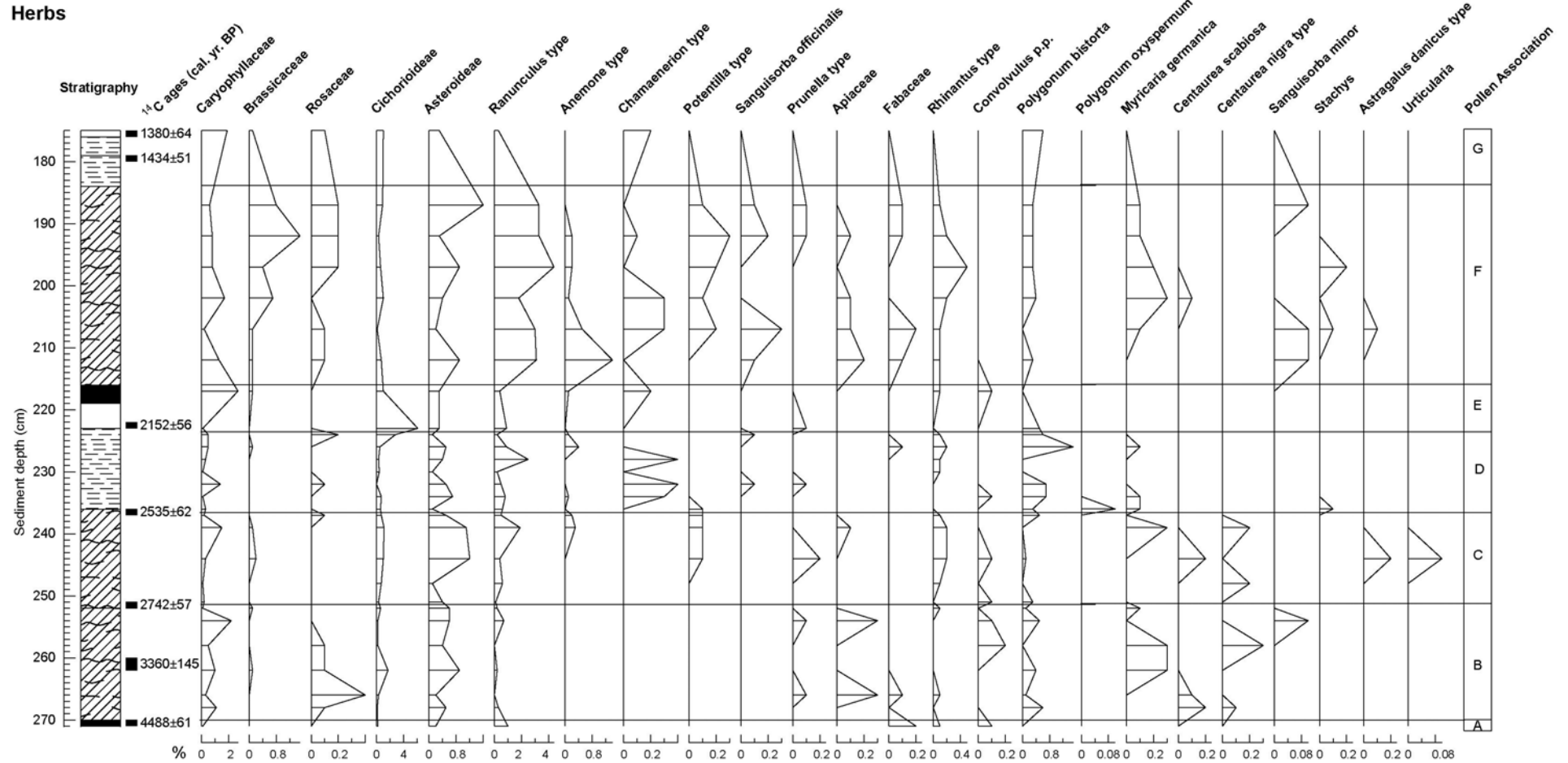


Abb. 21 (Fortsetzung)

**Wetland herbs, aquatics, ferns & mosses**

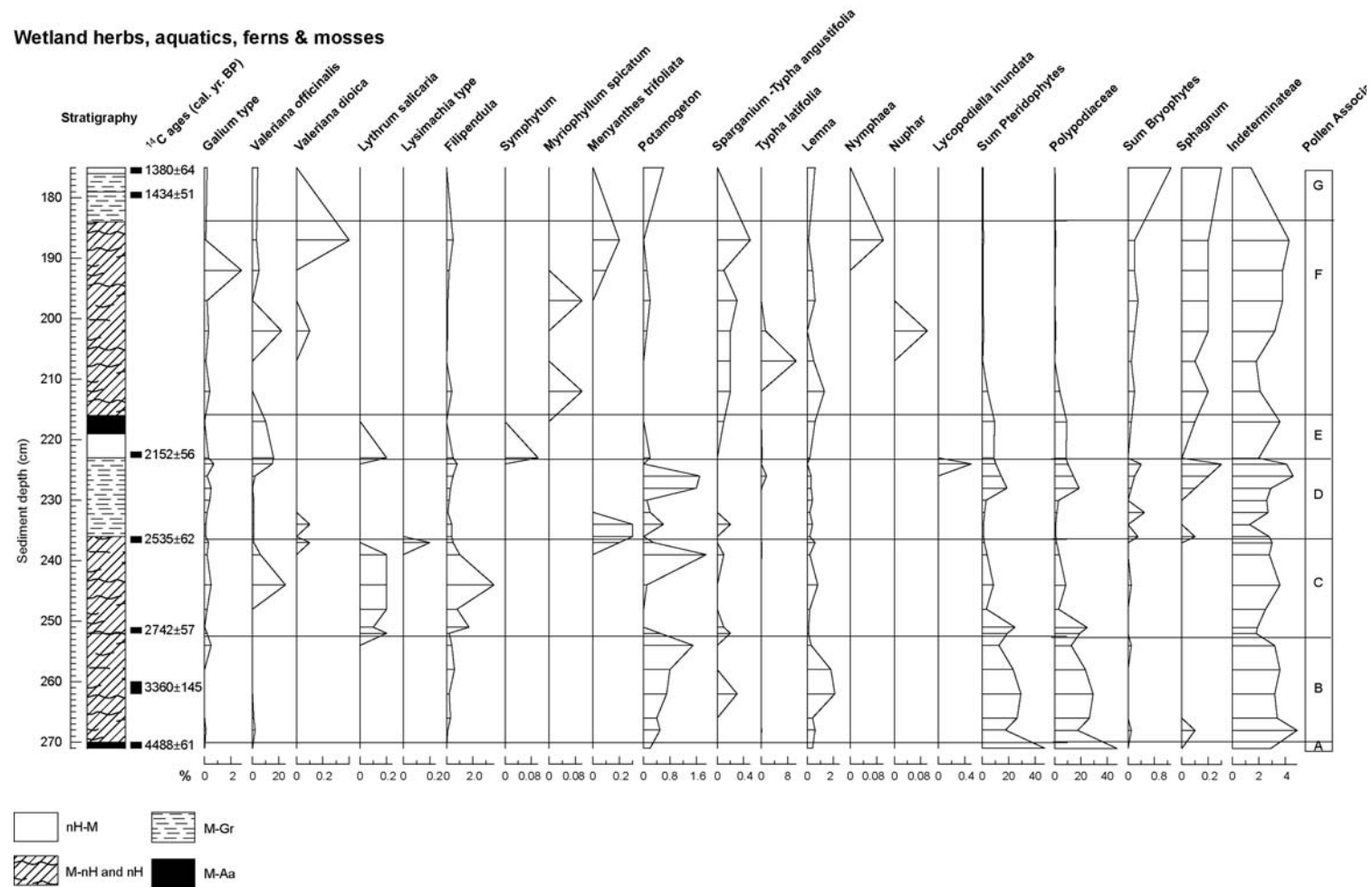


Abb. 21 (Fortsetzung)

### Summary diagram

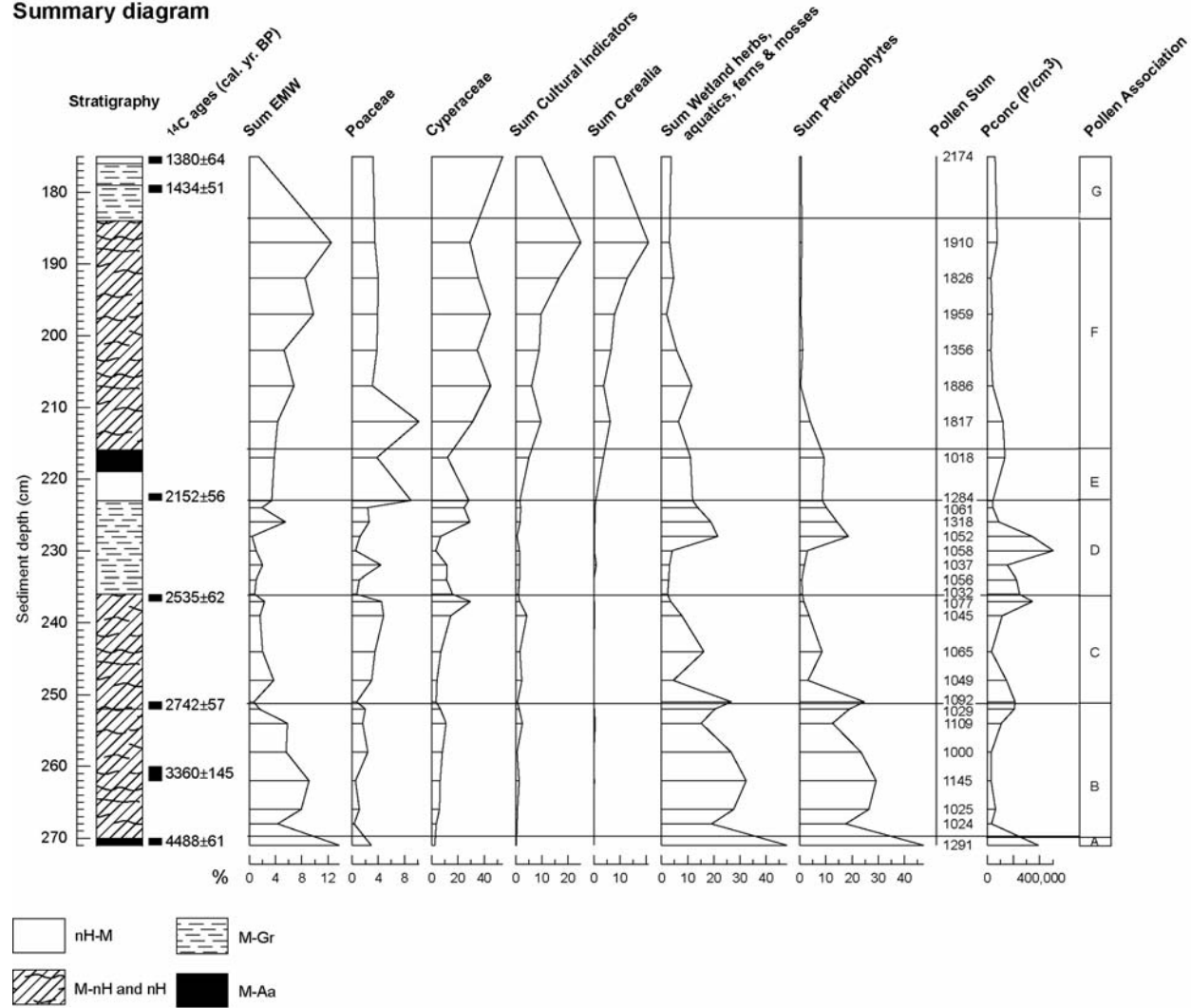


Abb. 21 (Fortsetzung).

Befunde mit latènezeitlichem Alter		
Art	Anzahl	Räumliche Lage im Nutzungsmodell
<sup>14</sup> C / Torf	3	1 / 2 / 3
<sup>14</sup> C / Holzkohle	3	4 / 5 / 6
Areale mit Artefakten	3	7 / 8 / 9
Bauwerke	1	10
Siedlungen	1	11
Stratigraphie	1	12
<b>Summe</b>	<b>12</b>	

Tab. 7: Tabellarische Zusammenstellung räumlich getrennter Befunde latènezeitlichen Alters nach Art und Anzahl. Zur räumlichen Lage im Nutzungsmodell vgl. Abb. 23.

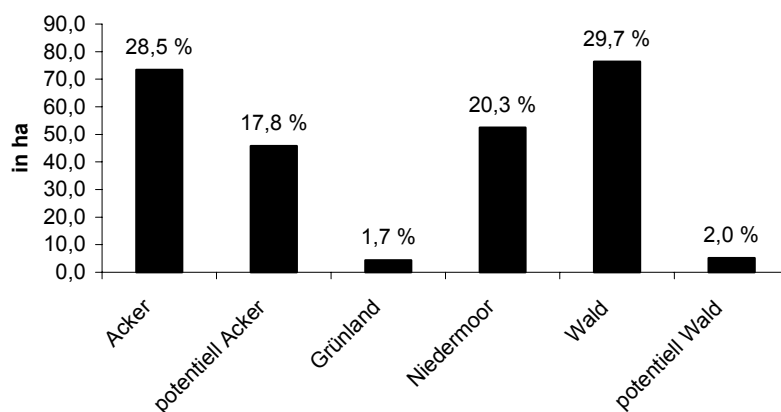


Abb. 22: Darstellung der absoluten Flächen in ha und prozentualen Anteile an der Gesamtfläche des latènezeitlichen Landnutzungsmodells im Nutzungsartenmosaik (ohne Siedlungsflächen).



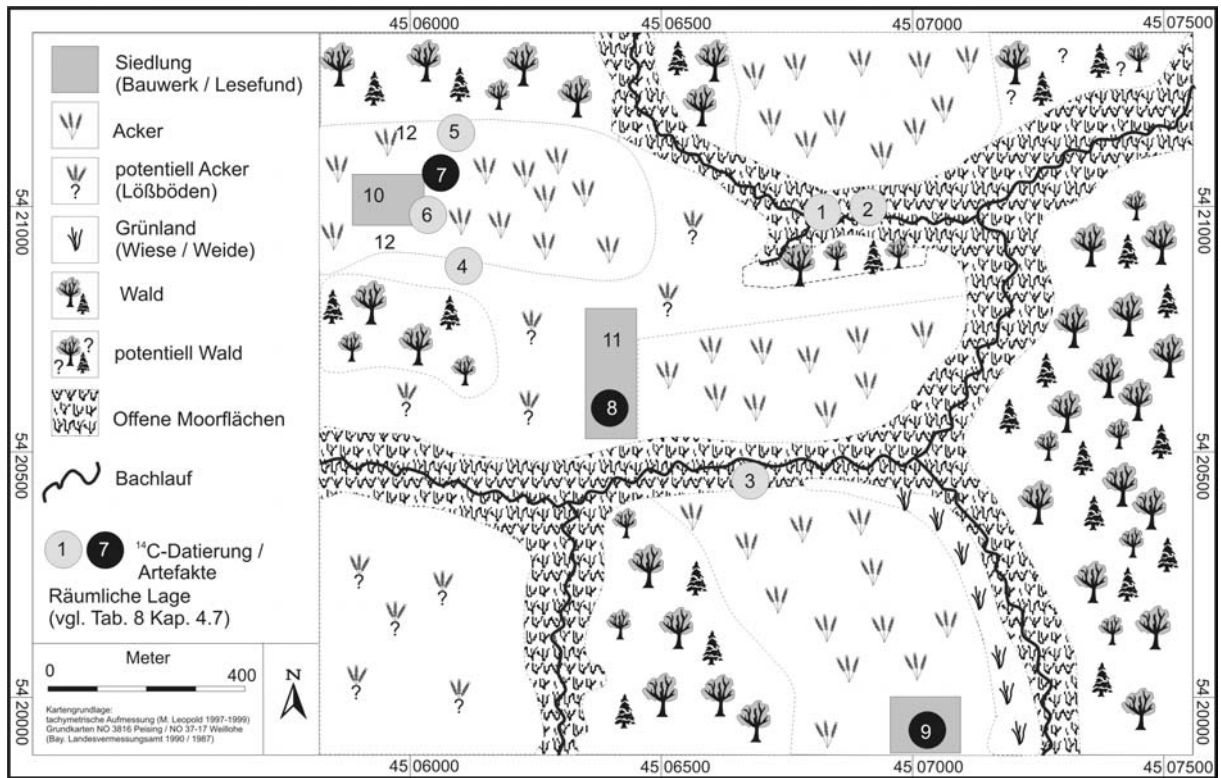


Abb. 23: Latènezeitliches Landnutzungsmodell im Untersuchungsgebiet. Verteilung der rekonstruierten Wald-, Acker-, Grünland- und Moorareale.

# Standort 4

ANJA HOFMANN & JÖRG VÖLKE

(Spätlatènezeitliche Viereckschanzen von Sallach)

- Naturraum
- Ergebnisse der tachymetrischen Vermessung
- In situ-Parabraunerde aus Löß
- Kolluvium im Oberhang mit Lessivierung

Die Viereckschanzen liegen auf einem bewaldeten Höhenrücken über dem Tal der Kleinen Laaber. Beide Forschungsobjekte sind außerordentlich gut erhaltene Vertreter dieser Wall-Graben-Werke, bei denen es sich beim derzeitigen Kenntnisstand wahrscheinlich um umfriedete, bzw. multifunktionale Gutshöfe gehandelt hat. Besonderheit: Zwei besterhaltene Anlagen auf engem Raum und eine seltene Mehrfachschanze.

Durch den Einsatz von archäologischer und geophysikalischer Prospektion, Luftbildarchäologie, punktueller archäologischer Ausgrabung, naturwissenschaftlicher Datierungsverfahren, GIS-gestützter Fundstellenauswertung des Umlandes u.a. soll das Verhältnis der Anlagen zueinander sowie der innere Zusammenhang der Mehrfachschanze und deren Funktion untersucht werden.

## Naturraum

Das Untersuchungsgebiet liegt 25 km südöstlich von Regensburg im Niederbayerischen Lößhügelland und ist Teil des Donau – Isar – Hügellands. Charakteristisch sind wellige, erhobene Höhenzüge und Rücken mit fein verzweigtem Talnetz. Die Entwässerung erfolgt hauptsächlich durch autochtone Flüsse, wie die Große und Kleine Laaber. Klimatisch ist das Gebiet heute subkontinental geprägt. Die mittleren Jahresniederschläge erreichen 650 – 750 mm, wobei die überwiegenden Niederschlagsmengen im Sommer zwischen Mai und August fallen. Die Jahrestemperatur liegt durchschnittlich zwischen 7 – 8 ° C.

Das Niederbayerische Lößhügelland war als Teil des Molassebeckens bis in die jüngste geologische Vergangenheit ein Sedimentationsraum. Das Becken gehört tektonisch zum ungefalteten Teil der süddeutschen Großscholle. Während des Tertiärs, im Übergang von Eozän zum Oligozän, entwickelte sich der Sedimenttrog als Vortiefe der nun in Hebung befindlichen Alpen. Die Sedimentabfolge dieses Vorlandbeckens besteht aus Wechsellagen von Tonmergeln, Mergeln und Sanden. Auch aus dem ostbayerischen Grundgebirge (dem

heutigen Bayerischen Wald) und der Frankenalb erfolgte Sedimentzufuhr. Flüsse schütteten mächtige Frachten in das zeitweise marine, zeitweise brackisch – limnische Milieu des Vorlandbeckens. Die Schichtfolge wird durch die limnofluviale Obere Süßwassermolasse abgeschlossen. Speziell im Ostbayerischen Raum erfolgte die Schüttung von Schottern und Ablagerung von Feldspatsanden, infolge einer schnellen Hebung des Bayerischen Waldes. Im Pleistozän folgte eine stark wechselnde Lößbedeckung des Tertiärhügellandes. Die größten Ablagerungen befinden sich an N- und E- exponierten Leelagen und sind 20 bis 25 m mächtig. Jedoch lagerten sich auch an S- und W- exponierten Hängen sowie insbesondere auf den Kuppen der Hügel mächtige Lößsedimente ab, was die sich wiederholt ändernden und wechselvollen Anwehungs- und Ablagerungsdynamiken dieses Raumes unterstreicht. Sandlöß ist im Vergleich zum typischen Löß im Hügelland weniger verbreitet. Er kommt in Talrandlagen inselhaft, isoliert oder verzahnt mit typischem Löß vor. Löß- und Lößlehmakkumulationen können im Bereich der Höhenrücken auch sehr gering sein. An diesen exponierten Lagen treten tertiäre Sedimente als bodenbildende Ausgangssubstrate auf.

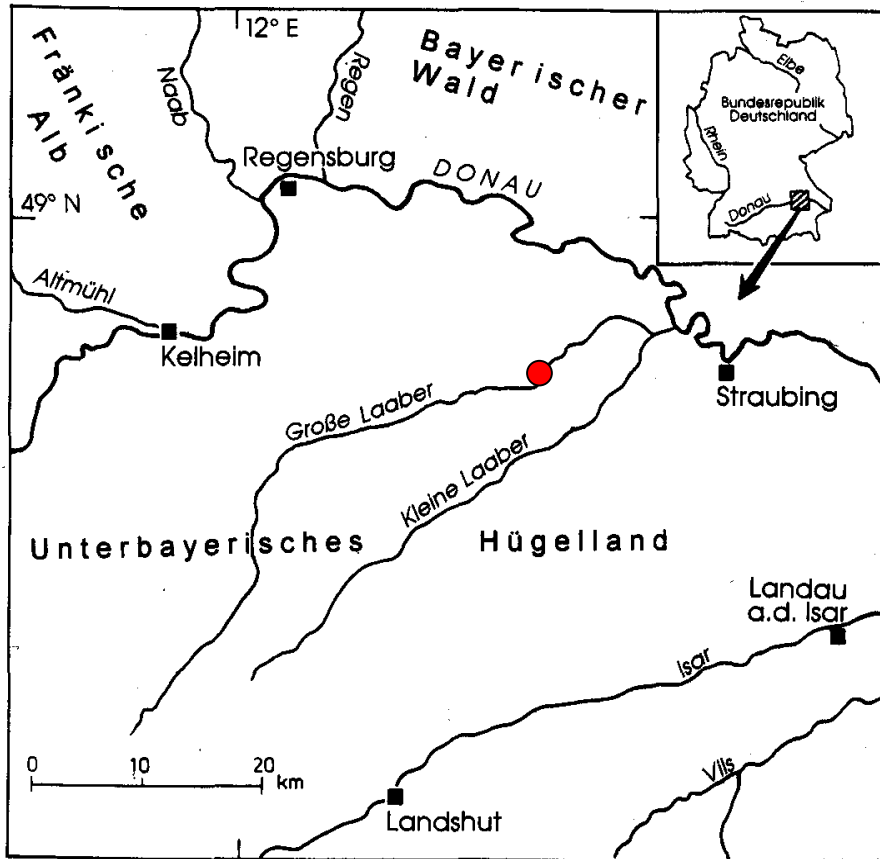


Abb. 24: Lage des Untersuchungsgebietes (Kartengrundlage NILLER 1998).

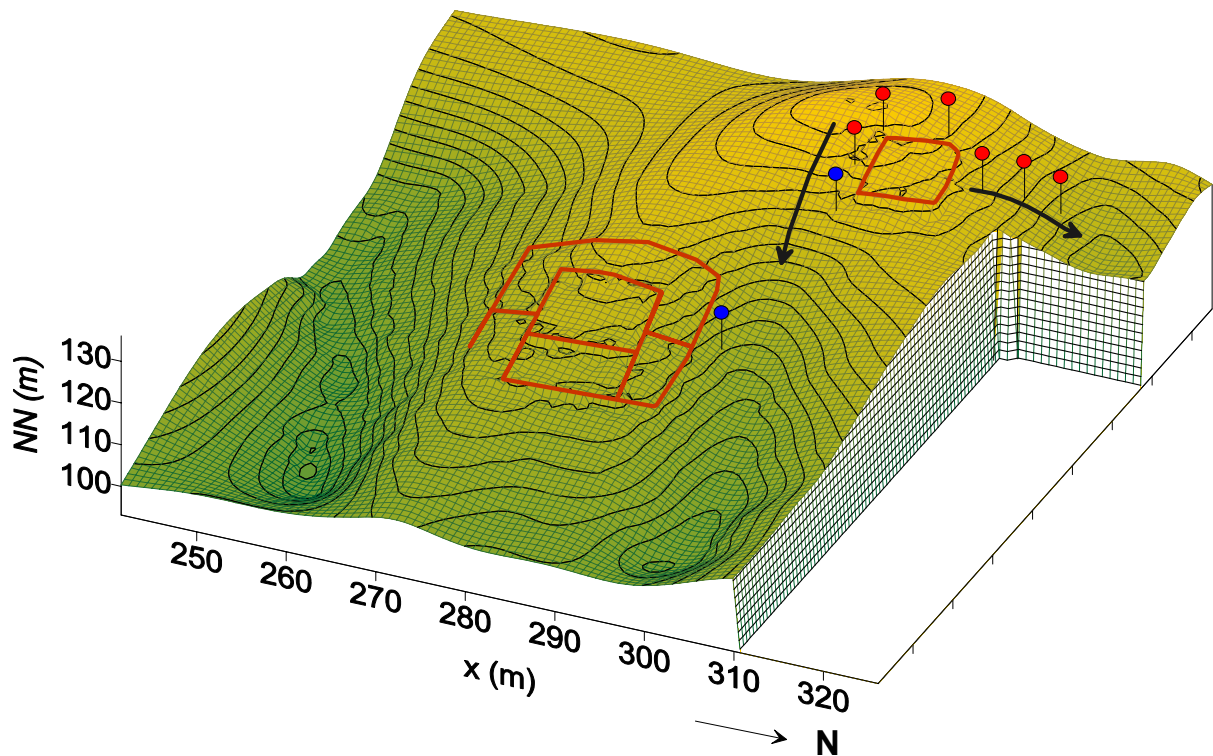


Abb. 25: Geländemodell mit Lage der Viereckschanzen.

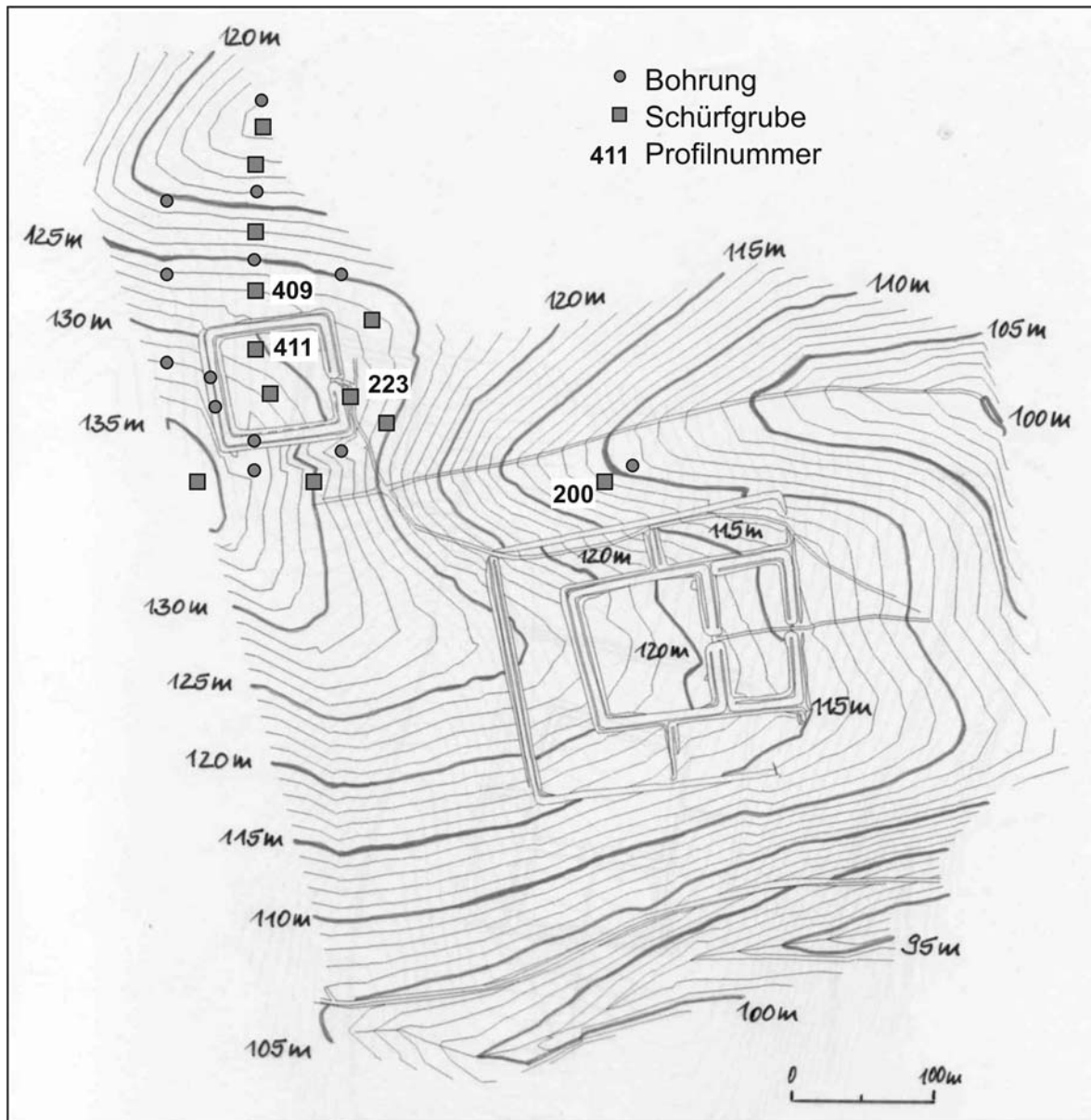


Abb. 26: Isohypsenmodell mit Lage aller Profilgruben und Rammkernbohrungen. Eigene tachymetrische Vermessung.

Abb. 1: Profil 411. I = native Parabraunerde aus Lößlehm, II = fossile Bodenbildung aus sandigem Lößlehm, III = karbonathaltiger Löß.

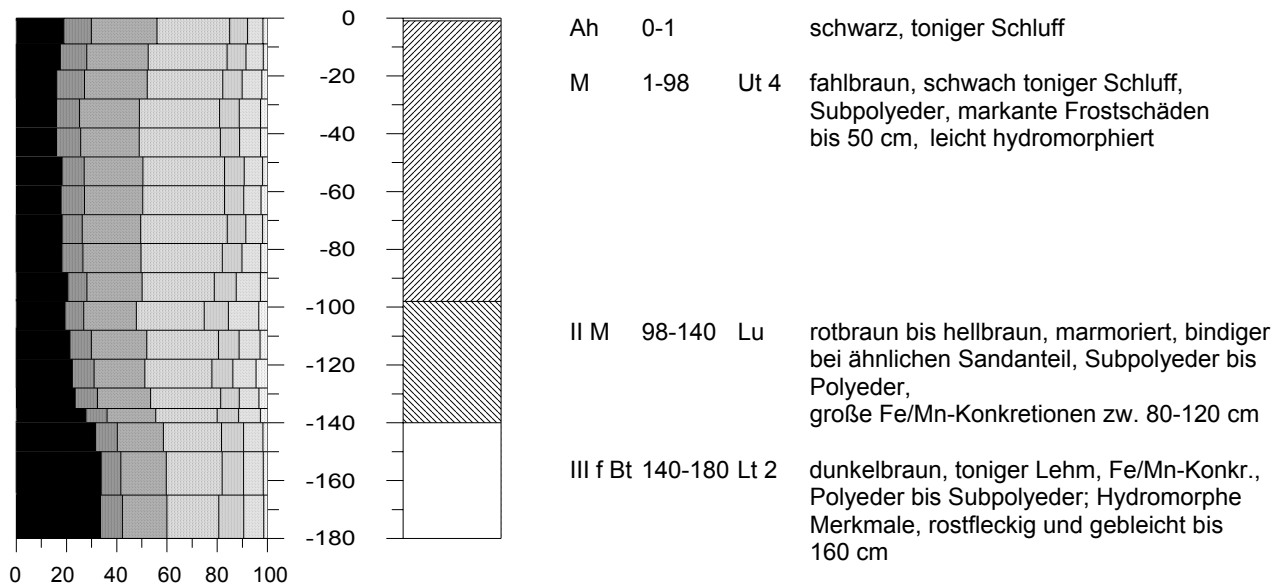
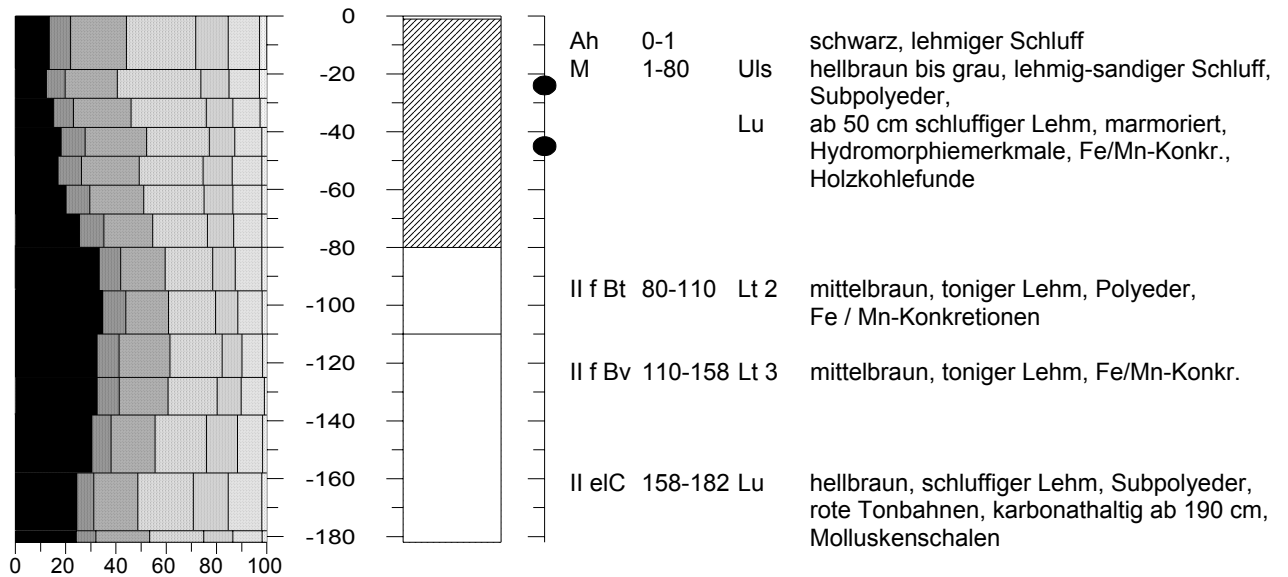
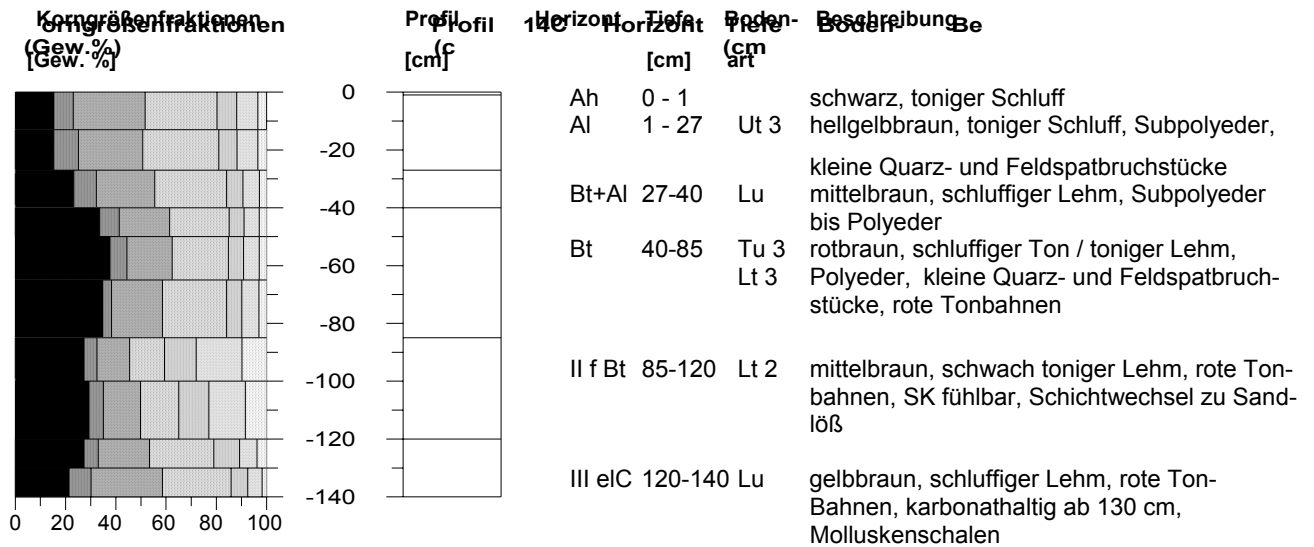


Abb. 4: Profil 409. I = Parabraunerde aus Lösslehm

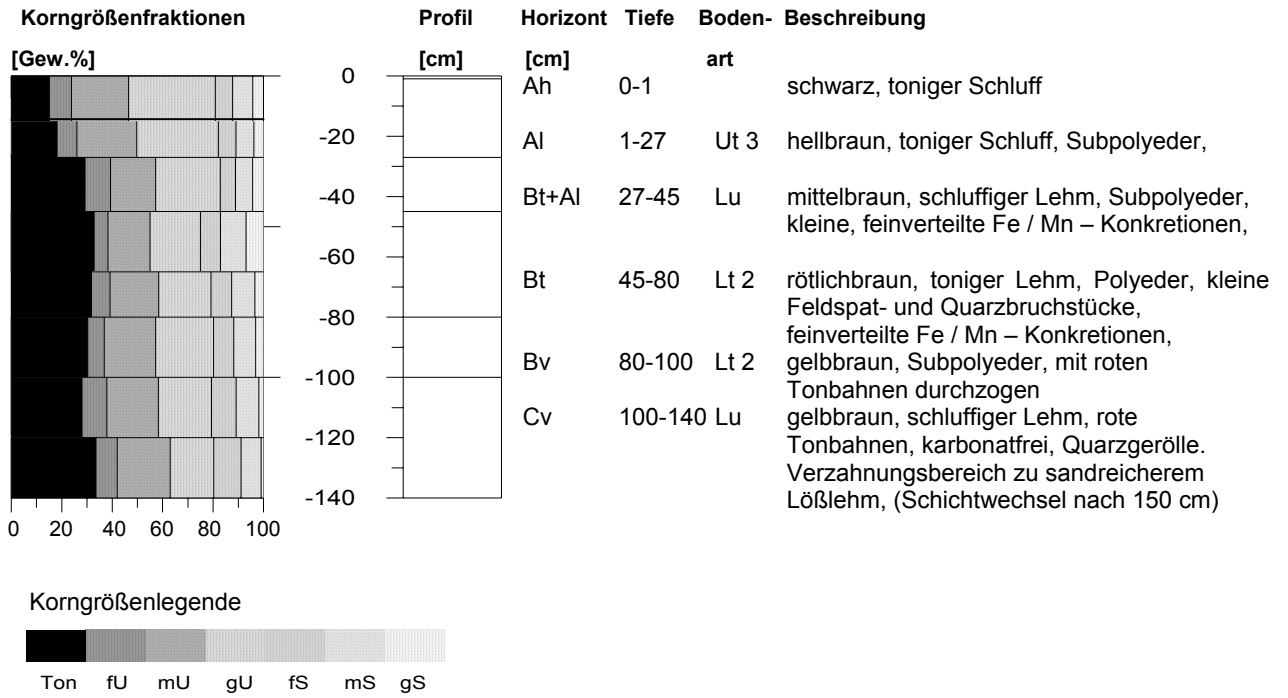


Abb. 27: Profilbeschreibungen und Korngrößenverteilungen ausgewählter Profilgruben.



Abb. 27 Erste (Lese-)funde aus den Schanzen und deren Umfeld geben neben  $^{14}\text{C}$ -Daten erste Hinweise auf deren Datierung. Demnach gehört die sog. Kleine Schanze in die Anfangszeit der Viereckschanzen am Übergang der Mittel- zur Spätlatènezeit



Abb. 28 Luftbildbefund vor der Großen Schanze, vermutlich mit Spuren einer evtl. zugehörigen Siedlung.



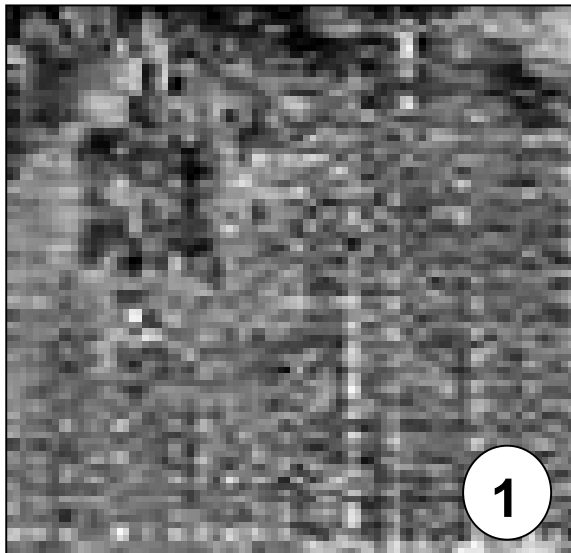


Abb. 29 Die geomagnetische Untersuchung belegt für beide Schanzen Inneneinbauten (1 / 2). In der sog. Kleinen Schanze entspricht die Baueinteilung dem üblichen, aus gut untersuchten Anlagen bekannten Schema: Die Spuren der Gebäude befinden an den Seiten der bebaubaren Fläche und lassen den zentralen Bereich frei. Ein „Hauptgebäude“ kann hier – wahrscheinlich erhaltungsbedingt – nicht nachgewiesen werden.

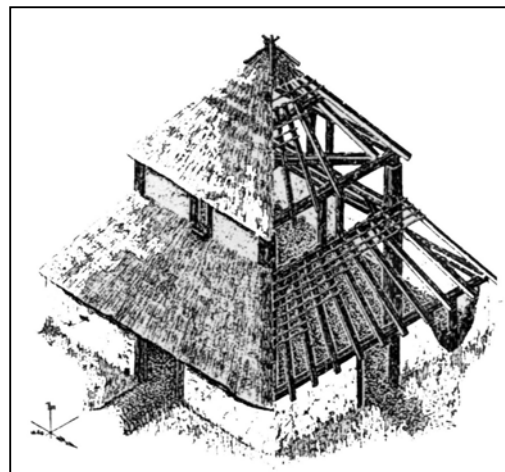
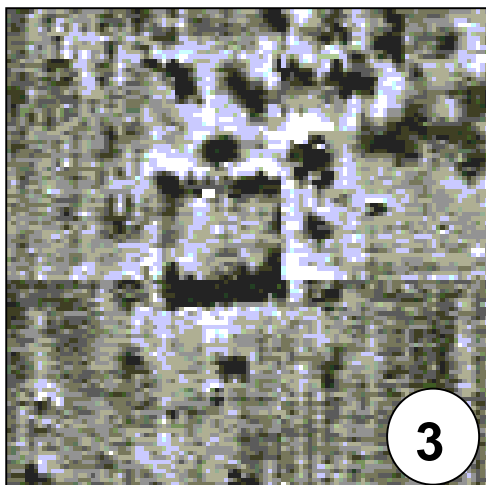


Abb. 30 Bei der Mehrfachschanze lassen sich Bauten auch in den äußeren Bereichen belegen, was erste Hinweise auf die Art der Nutzung gibt. Im zentralen Bereich befinden sich charakteristische Gebäude(3), die auch in einer einfachen Viereckschanze zu erwarten sind. Die Funktion scheint sich demnach nicht grundsätzlich von der einfacher Schanzen zu unterscheiden. Die Deutlichkeit der zutage tretenden Hausgrundrisse weist, zusammen mit Oberflächenfunden, auch ohne Ausgrabung bereits darauf hin, daß die Gebäude durch Brand zerstört worden sind.

# Standort 5

MICHAEL RIND

(Grabungsareal des Neolithisches Bergwerks von Arnhofen)

- Ausgrabungen im neolithischen Hornsteinbergwerk von Abensberg-Arnhofen

Kies- und Sandabbau in Arnhofen bei Abensberg, Lkr. Kelheim (Ndb.), sind der Anlass für Rettungsgrabungen der Kreisarchäologie Kelheim seit Juli 1998. Die archäologische Ausgrabung gilt einem der größten Feuersteinbergwerke Mitteleuropas, in dem die neolithischen Siedler vor mehr als 6000 Jahren in untertägigen Schächten bis zu 8 m Tiefe das Rohmaterial zur Herstellung der wichtigsten Werkzeuge aus Plattenhornstein gewonnen haben. Erste Notgrabungen konnte das Bayer. Landesamt f. Denkmalpflege in einer benachbarten Grube schon vor über 15 Jahren nach der Entdeckung der Fundstelle durch M. Moser durchführen. Durch einen neuen Kiesgrubenbetrieb wurden 1998 zahlreiche Schächte angeschnitten, die die Archäologen seitdem freilegen und dokumentieren. Das Bergwerk ist ein montanarchäologisches Bodendenkmal von internationalem Rang und eines der größten Bodendenkmäler in Bayern.

Da sich die Ausgrabung allein mit den dürftigen Mitteln der Denkmalpflege und der Kreisarchäologie nicht hätte finanzieren lassen, entstand seit 1999 eine Kooperation zwischen der Kreisarchäologie und den Instituten für Ur- und Frühgeschichte der Universitäten in Köln (Prof. Zimmermann) und Frankfurt (Prof. Lüning). Das größtenteils von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzierte Projekt ermöglichte von 2000 bis 2001 die Ausgrabung der akut bedrohten Fundstelle und die Auswertung der Grabungsergebnisse. Mittlerweile ließen sich bis zum Jahr 2002 über 400 Schächte registrieren und einmessen. Aus Luftbildern, Magnet- und Bodenradarprospektionen läßt sich erschließen, daß zum Bergwerk ehemals vermutlich mehr als 20.000 Schächte gehörten.

Wegen seiner Härte und berechenbaren Spaltbarkeit eignete sich der vor ca. 150 Millionen Jahren entstandene Hornstein hervorragend als Rohstoff zur Herstellung von Werkzeugen (z.B. Kratzer, Sichelklingen, Bohrer, Messer) und Waffen (z.B. Pfeilspitzen).

Nach der <sup>14</sup>C-Datierung von mehr als 10 Holzkohleproben ist belegt, dass der Schwerpunkt des untertägigen Hornsteinabbaus in Duckelbautechnik zwischen etwa 5000 und 4000 v.Chr. gelegen hat; zehn kalibrierte Daten liegen im Bereich von ca. 5650 bis ca. 4250 cal BC. Die bergmännische Silexgewinnung begann demnach während der sog. Linienbandkeramik und dauerte über die stichbandkeramische Kultur und die sog. „Oberlauterbacher Gruppe“ bis zur Zeit der Münchshöfener Kultur um 4000 v.Chr. Fundstücke aus zahlreichen bisher allerdings kaum ausgegrabenen Siedlungen rund um das jungsteinzeitliche Bergwerk bestätigen

diesen Datierungsansatz. Bei geschätzten 20.000 Schächten ergibt sich für die knapp 1000-jährige Nutzungsdauer des Bergwerkes, dass pro Jahr nur etwa 20 Schächte abgeteuft worden sind.

Bei der Frage der Datierung des Arnhofener Abbaues helfen leider Fundstücke aus den Grabungskampagnen nicht weiter, denn aus den Schachtverfüllungen kamen ausschließlich unbrauchbare Silices zutage. Dabei handelt es sich hauptsächlich um unbearbeitete Absplisse und sehr wenige Abschläge, die sich formenkundlich nicht eingrenzen lassen. Lediglich aus einer Schachtsohle stammen mehrere Geweihfragmente, von denen derzeit noch unklar ist, ob sie als Gezähe oder als Retoucheure gedient haben.

Um größere Mengen des begehrten Rohstoffes, der tief unter Kies- und Sandschichten verborgen liegt, aus den Lagerstätten zu gewinnen, mußten bergmännische Abbauverfahren angewendet werden; in Arnhofen ist der sog. Duckelbau nachgewiesen, d.h. man hat senkrechte Schächte etwa 6 bis 8 m tief abgeteuft und diese an der Sohle gelegentlich geringfügig erweitert.

An der Böschung der östlichen Kiesgrubenzufahrt konnten mehrere Schachtprofile freigelegt werden. Dabei zeigten sich erstmals unmittelbar unter dem Humus im Altabensschotter auch Strukturen einer anthropogenen Deckschicht, der sog. „Halde“, die sich nur im Profil erkennen lässt. Diese besteht hauptsächlich aus Sand und umgelagertem Altabensschotter, der mit Hornsteinabschlägen und -absplissen durchsetzt ist; Lössanteile fehlen. Mehrere Schächte durchstießen diese im Zuge des Bergbaues entstandene Haldenschüttung, andere wurden von ihr überlagert.

Um die zahlreichen Fragen der Entstehung und Veränderung dieser Deckschicht beantworten zu können, wurde ein pedologisch-sedimentologisches Gutachten in Auftrag gegeben. Die bodenkundlichen Untersuchungen von Prof. J. Völkel und Dr. M. Leopold ergaben hinsichtlich der Rekonstruktion der nativen, prä-nutzungszeitlichen Geländeoberkante eine nur sehr geringe Erosion; d.h., dass die neolithische Oberfläche in etwa der heutigen Humusoberkante entsprochen haben muß.

Im April 2001 begannen die Vorbereitungen für die Untersuchungen im nördlichen Teil der Pl.Nr. 525. In ersten Teilflächen wurde der Humus entfernt, um die Strukturen einer Haldenlandschaft im Bereich der Schachtmünder untersuchen zu können. Beim Abtrag der geringmächtigen Humusüberdeckung kamen an mehreren Stellen konzentrierte Ansammlungen von Abschlägen und Silexsplittern zutage, die von einer Rohstoffuntersuchung oder möglichen Bearbeitung am Abbauort zeugen.

An mehreren Stellen wurden Rohstoffsondagen ausgehoben, um die Menge des in der Süßwassermolasse eingelagerten Rohstoffes festzustellen. Dabei stellte sich heraus, dass es wegen der kleinräumig äußerst variablen geologischen Situation sehr große lokale Unterschiede in Höhe, Einlagerungsbedingung, Zustand und Hornsteinmenge gibt. Von einer

einheitlichen Einlagerung des Rohstoffes kann daher keine Rede sein. In 1 x 1 m großen, vom neolithischen Menschen unberührten Flächen ließen sich bisher in ca. 20 m<sup>3</sup> Sand sehr unterschiedliche Mengen an Rohstoff beobachten. Für die neolithischen Bergleute bedeutete das eine Unwägbarkeit der Vorhersage über mögliche Abbaumengen und Qualitäten des Rohstoffes pro Schacht.

Am Rande der Schachtwand von Objekt 92 ließen sich zum ersten Mal detailliert neolithische Bearbeitungsspuren im Bereich der jungtertiären Oberen Süßwassermolasse erkennen. Es handelt sich dabei wohl um Abdrücke eines spatenförmigen Gerätes mit einer messbaren Blattbreite von 0,2 m.

Von mehreren Schachtverfüllungen wurden Lackabzüge von Plana und Profilen für Ausstellungszwecke im zukünftigen Museum der Stadt Abensberg genommen.

Der Versuch, die neolithische Flora durch botanische Untersuchungen zu rekonstruieren, schlug wegen der schlechten Erhaltungsbedingungen leider fehl. Aus dem Verfüllmaterial des Schachtes Objekt 151 wurden in etwa 4-5 m Tiefe Sedimentproben entnommen. Die Untersuchung durch Dipl.Biol. N. Wartenberg, Universität Regensburg, ergab leider keine botanischen Großreste, sondern lediglich einige kleine Holzkohlepartikel. Bei den von Dipl.Biol. O. Nelle untersuchten Holzkohlen aus drei anderen Schächten dominiert die Kiefer; das entspricht den Beobachtungen, die N. Wartenberg im nächst gelegenen Pollenprofil aus dem Sippenauer Moor machen konnte.

Magnetprospektionen und Geländebegehungen sollen neue Erkenntnisse hinsichtlich der Ausdehnung des Bergwerkes erbringen. Die Magnetprospektionen von Dr. J. Faßbinder (BLfD-München) führten zu beeindruckenden Ergebnissen. Im Bereich der Luftbildbefunde westlich der B 16 konnten mehrere Magnetprospektionen mit einem hochauflösenden Cäsiummagnetometer durchgeführt werden. Die gemessene Fläche lag dabei z.T. im Bereich der aus verschiedenen Luftbildern lokalisierbaren Schächte und im westlich anschließenden Areal, in dem Dipl.Geol. A. Binstainer und Prof. K. Ernstson mit Hilfe der sog. Refraktionsseismik zuvor die angebliche Westgrenze des Abbaues in Duckelbautechnik festgestellt haben wollen. Nach der These von Binstainer und Ernstson soll entlang einer Isolinie in etwa 8 m Tiefe durch das Abtauchen des Malmkalkes ein Abbau durch den neolithischen Menschen nicht mehr möglich gewesen sein, weil „die Grenze des technisch Machbaren für die steinzeitlichen Bergleute erreicht“ gewesen sei. Das Faßbinder'sche Magnetogramm zeigt aber eindeutig, dass sich auch im gesamten Westteil der untersuchten Fläche weitere Schachtbefunde abzeichnen. Die wegen des Fehlens von Befundmerkmalen in den Luftbildern falsch erschlossene Abbaugrenze und die von Binstainer nach refraktionsseismischen Messungen angeblich erkannte Westausdehnung des Abbaureviers lassen sich damit widerlegen.

Die von Dr. M. Leopold durchgeführten Messungen mit dem Bodenradar (GPR) konnten nicht nur die von J. Faßbinder durchgeführten Magnetmessungen sinnvoll ergänzen, sondern waren auch für die Planung einzelner Grabungsabschnitte außerordentlich wichtig.

Im Rahmen des Projektes gilt es, verschiedene Fragen zu beantworten, die z.T. durch die Dissertation von G. Roth (Köln) behandelt werden sollen: Gab es auf Abbau oder Werkzeugherstellung spezialisierte „Handwerker“? Hat man bereits vor Ort Geräte hergestellt? Was sagen uns die Feuersteinwerkzeuge in den umliegenden Siedlungen? Produzierte man nur für den eigenen Bedarf oder darüber hinaus? Wieviele Schächte gab es in Arnhofen? Wie groß war die Menge an förderbarem Hornstein? Wieviele Werkzeuge konnte man daraus herstellen? Gab es bereits einen organisierten Gütertausch oder gar Frühformen eines „Handels“ mit Silex? Warum gab man das Bergwerk um 4000 v.Chr. auf?

Um all diese Fragen beantworten zu können, arbeiten interdisziplinär zahlreiche Wissenschaftler an dem Projekt: Luftbildarchäologen (Dr. W. Irlinger, K. Leidorf M.A.), Geographen (Prof. Dr. J. Völkel, Dr. M. Leopold), eine Paläobotanikerin (N. Wartenberg M.A.), je ein Geophysiker (Dr. J. Faßbinder), ein Geochronologe (Dr. B. Weninger) und zwei Geologen (Dr. G. Lehrberger, St. Gründer).

#### Seit 2000 erschienene Literatur

M.M. Rind, Auf der Suche nach dem „Stahl der Steinzeit“: Ausgrabungen im Feuersteinbergwerk von Abensberg-Arnhofen. In: Blick in die Wissenschaft 12 (Regensburg 2000) 32-41. – Ders., Hornsteinabbau in Abensberg-Arnhofen – Rettungsgrabungen und Dokumentationen von 1998 bis 1999. In: M.M. Rind (Hrsg.), Geschichte ans Licht gebracht - Archäologie im Landkreis Kelheim 3 (1997-1999) (Büchenbach 2000) 47-55. – M.M. Rind / L. Schmalzbauer, Zur Rohstoffversorgung in der Jungsteinzeit - Neolithischer Hornsteinabbau im Landkreis Kelheim. In: Ebd. 56-62. – K. Eisele / M.M. Rind / B. Sorcan, Ausgrabungen und Dokumentationen im neolithischen Hornsteinbergwerk von Abensberg-Arnhofen 2000 bis 2002. In: M.M. Rind (Hrsg.), Wer andern eine Grube gräbt... – Archäologie im Landkreis Kelheim 4 (2000 – 2002)(Büchenbach 2003) 42-51. – J. Faßbinder, Magnetometerprospektionen im neolithischen Silexbergwerk von Abensberg-Arnhofen. In: M.M. Rind (Hrsg.), Wer andern eine Grube gräbt... – Archäologie im Landkreis Kelheim 4 (2000 – 2002)(Büchenbach 2003) 52-57. – M. Leopold / J. Völkel, Bodenkundliche und geophysikalische Untersuchungen im Rahmen der Ausgrabungen des neolithischen Feuersteinbergbaus von Arnhofen, Stadt Abensberg. In: M.M. Rind (Hrsg.), Wer andern eine Grube gräbt... – Archäologie im Landkreis Kelheim 4 (2000 – 2002)(Büchenbach 2003) 58-62. – K. Eisele / Th. Palugyay / M.M. Rind / B. Sorcan, Rohstoffsondagen aus Arnhofen und neue Hochrechnungen zur Ausbeute des Hornsteins im Neolithikum. In: M.M. Rind (Hrsg.), Wer andern eine Grube gräbt... – Archäologie im Landkreis Kelheim 4 (2000 – 2002)(Büchenbach 2003) 63-68. – R. Pleyer, Experimente zur Herstellung von Dickenbännli-Bohrern und langschmalen Klingen aus Arnhofener Hornstein. In: M.M. Rind (Hrsg.), Wer andern eine Grube gräbt... – Archäologie im Landkreis Kelheim 4 (2000 – 2002)(Büchenbach 2003) 69-73.

## **Geoarchäologische Untersuchungen im Umfeld des neolithischen Silex-Bergwerks von Arnhofen, Ndb.**

MATTHIAS LEOPOLD und JÖRG VÖLKE<sup>2</sup>

- Schachtverfüllung mit post-nutzungszeitlicher Entwicklung einer Bänderparabraunerde
- Bänderparabraunerde in Abensschottern
- Differenzierung des Haldenmaterials
- Geophysikalische Untergrundprospektion zur Erfassung der Stratigraphie
- Geophysikalische Prospektion zur Identifikation von Schachtanlagen

### Einleitung

Begleitend zu den archäologischen Grabungen zum neolithischen Feuersteinbergbau in Arnhofen (Abb. 31 & 32; vgl. u.a. RIND 2000) führte die AG Landschaftsökologie & Bodenkunde von Prof. Dr. Jörg Völkel geomorphologisch-bodenkundliche Untersuchungen sowie geophysikalische Prospektionen durch. Zu beantworten waren Fragen zu Niveau und Verlauf der ungestörten, prä-nutzungszeitlichen Geländeoberkante (GOK), der Differenzierung erhaltener, nativer quartärer Deckschichten von anthropogen gekipptem Haldenmaterial auf pedologisch-sedimentologischer Basis sowie der pedologisch-sedimentologischen Charakterisierung ausgewählter Schachtverfüllungen. Der Einsatz geophysikalischer Methoden, hier Messungen mit Hilfe eines Ground Penetrating Radar (GPR bzw. Bodenradar), diente zur flächenhaften Beschreibung der Stratigraphie des Grabungsareals aus geologisch-sedimentologischer Sicht und nicht zuletzt der Detektierung bislang nicht bekannter Schachtanlagen im weiteren Umfeld NW' der bisherigen Grabungsflächen.

Die hier vorgestellten Profile sind, soweit es sich um das ungestörte anstehende Lockersediment handelt, in den sogenannten Tieferen Hochterrassenschottern (Abens-IIIa- und IIIb-Terrassen) nach WEBER (1977) entwickelt. Unsere Feldbegehung ergab, daß eine Lößbedeckung im Bereich der Kiesgrube, der Grabungsfläche und der näheren Umgebung fehlt, was den Befund der kleinmaßstäbigeren Geologischen Karte bestätigt. Für die Frage nach dem Niveau einer prä-bergbauzeitlichen Landoberfläche und nach Erosionsraten und Landschaftsumgestaltung im Zuge der bergbaulichen Nutzung ist das von großer

---

<sup>2</sup> Nachfolgende Ausführungen sind zu großen Teilen den Publikationen von LEOPOLD & VÖLKE 2003a und 2003b entnommen und zusammenfassend dargestellt.

Bedeutung. Junge kaltzeitliche Flugsanddecken, wie sie für den Abensberger Raum typisch sind, sind auch im Untersuchungsgebiet stellenweise erhalten.

Im Liegenden der fluvial geschütteten Sedimente der Altabens lagern die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse, die hier zumeist als weiße reine Sande ausgeprägt sind. Diese werden wiederum von den jurassischen Plattenkalken unterlagert. Im Kontaktbereich beider geologischer Einheiten befindet sich in ca. 8 m Tiefe die eigentliche Lagerstätte. Sie ist als ein bis zu 1 m mächtiges Band mit massiver Anreicherung an Plattenhornsteinen und Hornsteinknollen ausgebildet (vgl. Abb. 33)

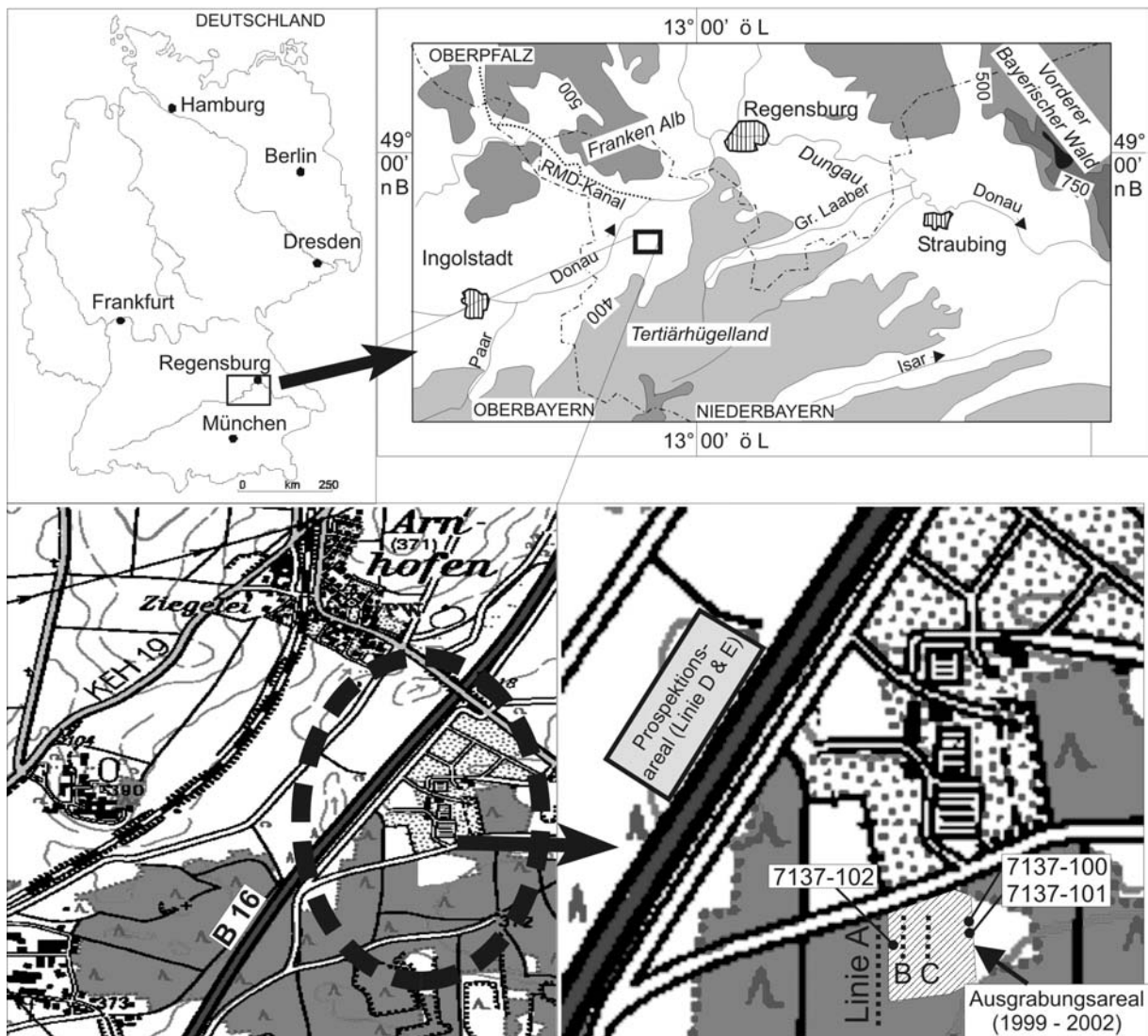


Abb. 31: Übersicht des Untersuchungsareals, der Grabungsflächen, der bodenkundlichen Profilstandorte sowie der Lage von Radarlinien.



Abb. 32: Gegrabene Schachtanlagen - Planum im Molassesand mit Kieseinfüllung.

Stratigraphisch-geologischer Aufbau im Bergwerk von Arnhofen

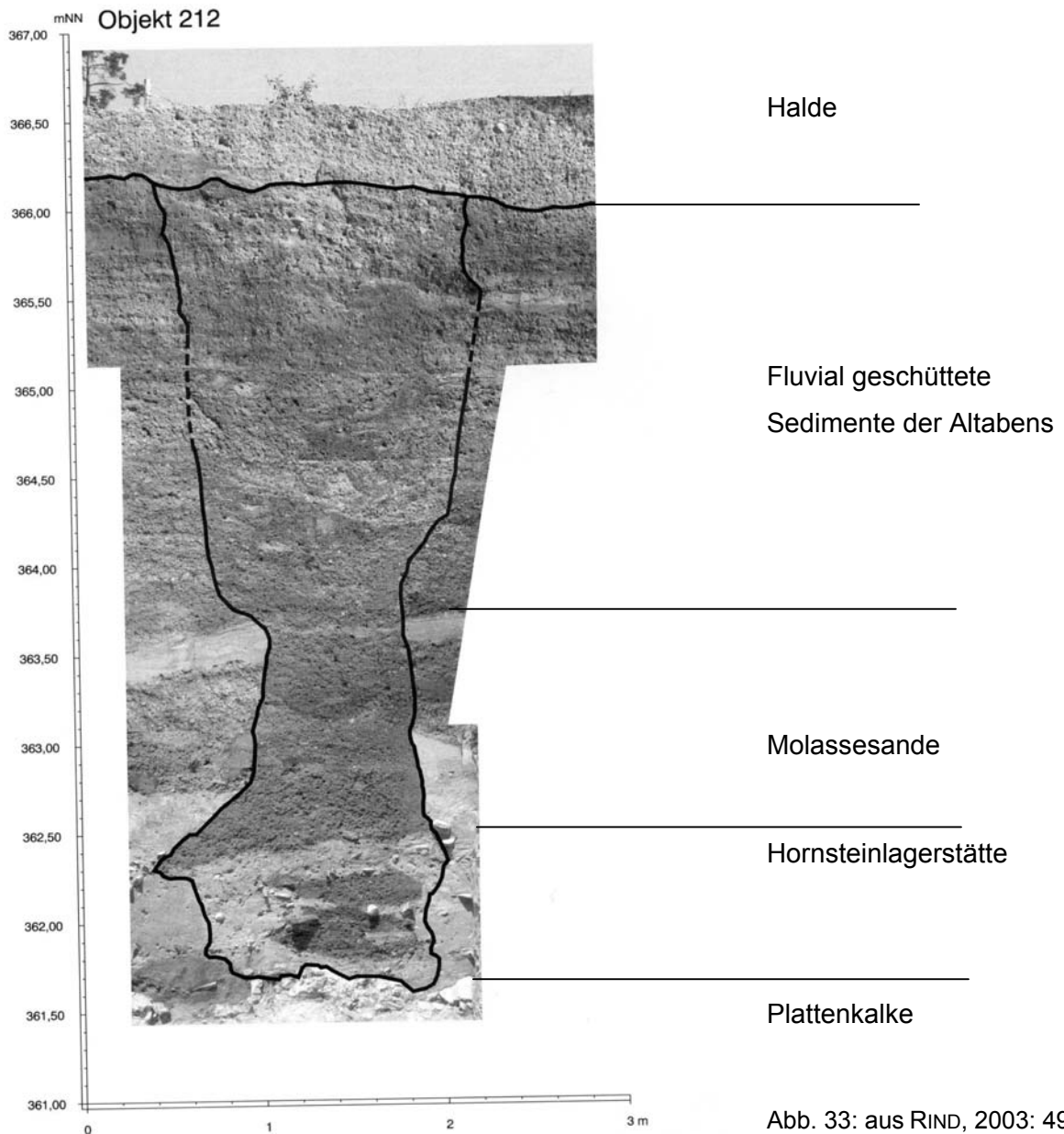


Abb. 33: aus RIND, 2003: 49.

Abb. 19. Abensberg-Arnhofen. Aus entzerrten Einzelbildern zusammengesetztes Profil des Schachtes Objekt 212 mit Eintragung der Befundgrenzen.



## Schachtverfüllung mit post-nutzungszeitlicher Entwicklung einer Bänderparabraunerde

Das insgesamt fünfschichtige Profil 7137-100 (Tab. 7) schließt Haldenmaterial über einer Schachtverfüllung auf. Auf beiden Straten entwickelte sich nach Aufgabe des Bergbaus (d.h. post-nutzungszeitlich) eine typische Schotter-Bänderparabraunerde. Wie in weiten Teilen der aktuellen Grabungsfläche ist ein subrezenter Ap-Horizont (Pflughorizont) entwickelt. Die Werte der organischen Substanz sind hierin mit 1,2 % gegenüber dem Liegenden (0,5 %) deutlich erhöht. Der lessivierte, an Ton verarmte Oberboden (II Al) ist gut erhalten und scheint erosiv nicht verkürzt zu sein. Der mit Ton angereicherte Bänder-Bt (III Bbt) reicht bis in eine Profiltiefe von 98 cm. Bis hierher wirkt die post-nutzungszeitliche Dynamik einer neuerlichen Parabraunerdegenese, wie sie für diesen Naturraum typisch ist. Bei einem insgesamt von Mittelsand dominierten Substrat der Bodenbildung (40-50 % mS) treten die Tongehaltsdifferenzen zwischen Al- und Bbt-Horizont mit Minima von ca. 5 % Ton im Al- und Maxima von ca. 14,4 % Ton im Bbt-Horizont klar hervor. Den im Profil erhaltenen ehemaligen Pflughorizont (Ap) ausgenommen tritt bis zum III Bbt keine weitere Schichtgrenze auf. Dieser kombinierte Feld- und Korngrößenanalysebefund wird auch von der Tiefenfunktion der pedogenen Oxide bestätigt, wobei die Maxima an Eisen (Fe) typischerweise im Bereich des Bbt-Horizontes zu liegen kommen. Die pH-Werte im primär karbonatfreien Profil liegen durchweg im mittel bis stark sauren Bereich. Die Tiefenfunktion ist insgesamt unauffällig. Gleiches gilt für die Gehalte an organischer Substanz.

Die Röntgendiffraktionsanalyse (RDA) (Abb. 34 a) zeigt innerhalb des Al-Horizontes das für das Aziditätsmilieu dieses Sedimentes und Bodens typische Bild einer sekundären Chloritisierung der potentiell quellfähigen Phyllosilikate der Tonfraktion (Erläuterungen hierzu in Lehrbüchern der Bodenkunde). Im Bbt-Horizont hingegen ist die eine sekundäre Chloritisierung charakterisierende Kontraktionsbehinderung im Kalium-Präparat nur schwach entwickelt. Die Beugungslinien der Röntgendiffraktogramme zeigen, daß sämtliche Dreischichtminerale im 1,4 nm-Bereich sehr gut kristallin sind und das Spektrum aller Proben dominieren. Auch akzessorische Minerale innerhalb der einzelnen Spektren und im Vergleich der Proben untereinander geben keinerlei Hinweise auf Materialwechsel. Die Feldansprache des Profils wird bezüglich seines Schichtaufbaus bestätigt. Mit dem V Bbt erreicht das Profil einen fossilen Bt-Horizont im Abensschotter. Erst ab hier liegt originäre Lagerung der Flußschotter vor.

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen w. %										Boden-art	pH (CaCl2)	CaCO3 %	Munsell Farbe	C %	org.S %
				G e															
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T							
1	Ap	5-30	29.2	11.2	44.2	29.5	84.9	5.5	2.4	2.3	10.2	4.9	Su2	4.06	-	10 YR 3/3	0.7	1.2	
2	II AI	30-40	57.2	17.6	44.5	26.7	88.8	5.2	0.5	1.6	7.4	3.9	mSts	4.22	-	10 YR 5/6	0.3	0.5	
3	AI	40-50	53.8	20.2	44.5	24.5	89.1	3.7	2.5	2.2	8.4	2.5	mSgs	4.30	-	10 YR 5/6	0.2	0.3	
4	AI	50-60	34.2	13.6	46.2	25.1	84.9	5.1	2.4	2.2	9.7	5.4	St2	4.27	-	10 YR 5/6	0.2	0.3	
5	III Bbt	60-70	26.2	8.7	41.9	28.4	79.1	1.5	3.1	1.9	6.5	14.4	St2	4.88	-	10 YR 4/6	0.2	0.3	
6	Bbt	70-80	38.6	7.0	42.5	27.7	77.2	4.8	3.1	1.5	9.5	13.4	St2	5.40	-	10 YR 4/6	0.2	0.3	
7	Bbt	80-90	46.7	9.7	49.1	24.1	82.8	3.6	0.9	1.6	6.2	11.0	St2	5.63	-	10 YR 4/6	0.2	0.3	
8	Bbt	90-98	35.9	11.0	46.4	24.5	81.8	4.4	1.4	1.0	6.7	11.4	St2	5.73	-	10 YR 4/6	0.2	0.3	
9	IV fAhl	98-109	21.2	8.2	45.1	28.4	81.7	10.9	-4.4	2.9	9.3	9.0	St2	5.78	-	7.5 YR 4/4	0.2	0.3	
10	fAhl	109-118	30.0	9.0	43.6	27.6	80.3	3.0	3.4	2.4	8.8	11.0	St2	5.74	-	10 YR 4/4	0.1	0.2	
11	V Bbt	120-130	22.5	5.5	42.5	28.5	76.5	5.5	3.3	2.2	11.0	12.5	SI4	5.48	-	10 YR 4/6	0.1	0.2	
12	Bbt	130-140	28.7	8.4	42.1	28.3	78.8	5.5	2.9	2.0	10.4	10.8	SI3	5.47	-	7.5 YR 5/6	0.1	0.2	

Tab. 7: Bodenanalytische Standardwerte Profil 7137-100.

Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan											
			Pyrophosphat			Oxalat			Dithionit			Gesamtgehalt		
			% Fe <sub>p</sub>	% Al <sub>p</sub>	% Mn <sub>p</sub>	% Fe <sub>o</sub>	% Al <sub>o</sub>	% Mn <sub>o</sub>	% Fe <sub>d</sub>	% Al <sub>d</sub>	% Mn <sub>d</sub>	% Fe	% Al	% Mn
1	Ap	5-30	0.03	0.05	0.000	0.11	0.05	0.038	0.26	0.05	0.007	0.40	0.15	0.045
2	II AI	30-40	0.02	0.05	0.000	0.06	0.04	0.000	0.16	0.07	0.000	0.24	0.16	0.000
3	AI	40-50	0.02	0.03	0.000	0.05	0.04	0.000	0.31	0.00	0.000	0.39	0.08	0.000
4	AI	50-60	0.01	0.01	0.000	0.05	0.05	0.001	0.40	0.11	0.000	0.46	0.18	0.002
5	III Bbt	60-70	0.01	0.02	0.000	0.08	0.07	0.002	0.85	0.18	0.004	0.94	0.27	0.006
6	Bbt	70-80	0.00	0.00	0.000	0.08	0.08	0.005	0.83	0.21	0.001	0.91	0.30	0.005
7	Bbt	80-90	0.00	0.00	0.000	0.08	0.08	0.003	0.75	0.20	0.000	0.83	0.28	0.004
8	Bbt	90-98	0.00	0.00	0.000	0.10	0.07	0.012	0.70	0.18	0.000	0.80	0.25	0.012
9	IV fAhl	98-109	0.00	0.01	0.000	0.09	0.07	0.014	0.60	0.19	0.002	0.69	0.28	0.015
10	fAhl	109-118	0.00	0.00	0.000	0.09	0.06	0.004	0.65	0.16	0.000	0.74	0.22	0.004
11	V Bbt	120-130	0.00	0.01	0.000	0.09	0.08	0.000	0.74	0.16	0.002	0.83	0.25	0.002
12	Bbt	130-140	0.00	0.00	0.000	0.09	0.07	0.002	0.65	0.17	0.002	0.74	0.24	0.004

Tab. 8: Darstellung der pedogenen Oxide (sequentielle Extraktion) Profil 7137-100.

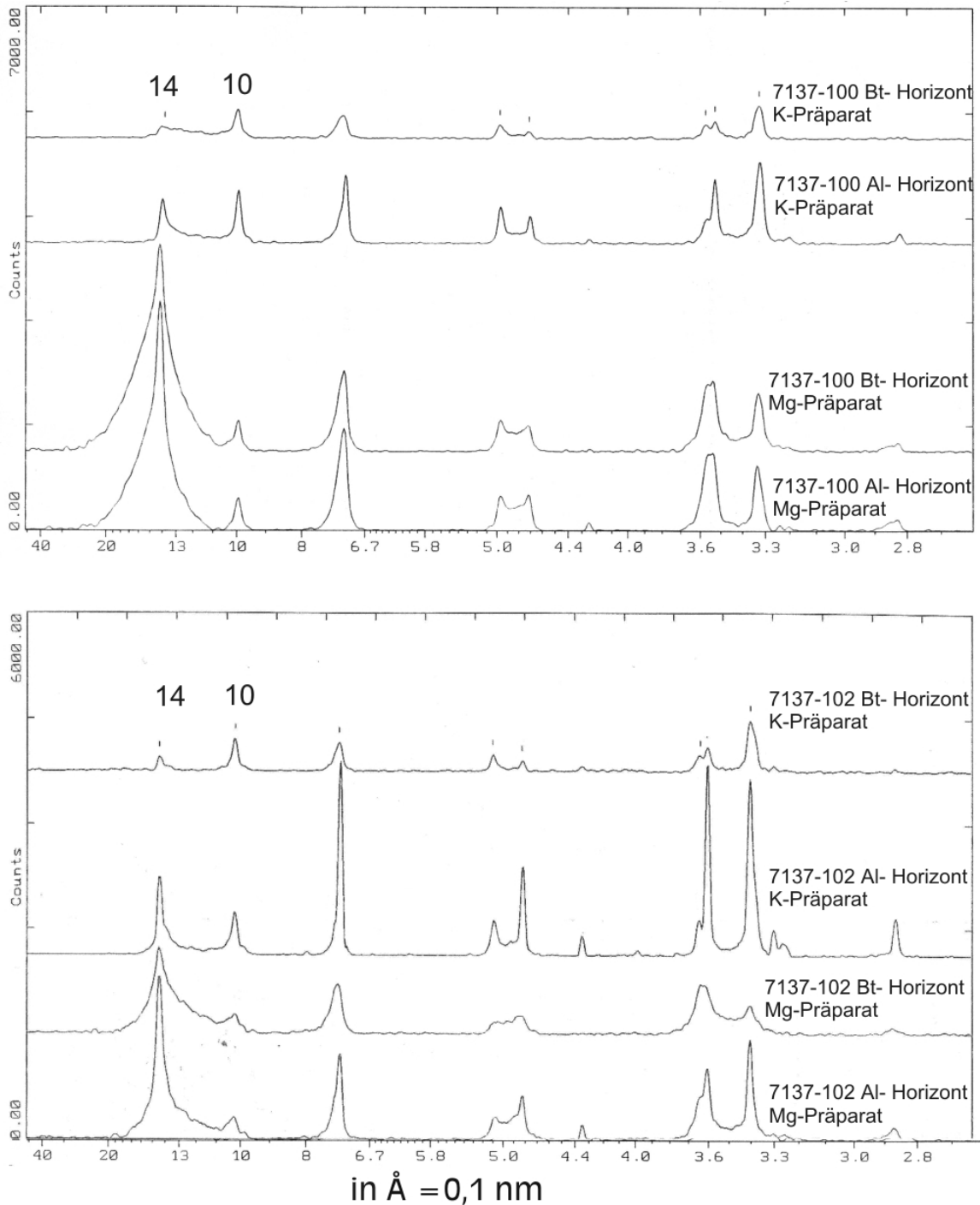


Abb. 34 a & 34 b: Diffraktogramme der Röntgendiffraktionsanalyse der Phyllosilikate der Tonfraktion im Al- und Bt-Horizont (Mg- und K-Präparate).

Das unmittelbare Nachbarprofil 7137-101 (hier nicht dargestellt) zeigt vergleichbare Charakteristika. Auffällig sind lediglich die im Vergleich insgesamt niedrigeren pH-Werte. Denkbar wäre im Falle des oben vorgestellten Profils 100 eine Einschleppung karbonathaltigen Jura-Materials, welches heute lösungschemisch verwittert ist. Möglichenfalls könnte hierin ein einfacher Ansatz zur Materialdifferenzierung zwischen Schachtverfüllungen sowie

Haldenmaterial von in situ-Substraten bestehen. Allerdings reicht für eine weiterführende Beurteilung die Profilanzahl (n) bei weitem nicht aus.

Mit Profil 7137-102 liegt im Grabungsbereich das bisher einzige Bodenprofil vor, welches im nativen, anthropogen nicht umgelagerten Sediment entwickelt ist. Das Profil wurde bereits aufgrund der markant entwickelten feldbodenkundlichen Merkmale als in situ-Entwicklung angesprochen. Für die Fragestellung der Archäologie ist dieser Befund von großer Bedeutung. Zur weiteren Absicherung wird der Geländebefund unter anderem von den Ergebnissen der Siebung der Grobsedimentfraktionen (> 2 mm) bestätigt, in denen sich keinerlei Silex-Abschläge beziehungsweise Bruchstücke (= Halde) derselben fanden. Die für die Landschaft typisch niedrigen pH-Werte im Al-Horizont des Profils bestätigen dessen Ansprache als anthropogen nicht gestört, treten allerdings in der Befundkette zur Profilsprache als untergeordnetes Merkmal auf. Die bodentypologisch charakteristische Tonverlagerung ist mit 5,5 % Ton im Al-Horizont und mit 11,7 % Ton im II Bbt-Horizont markant entwickelt. Ein Ap-Horizont (Pflughorizont) fehlt dem Profil (vgl. Tab. 7, 8, 9a/b).

**Profil 7137-102**

Datum: 29.11.01

**Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan**

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan											
			Pyrophosphat			Oxalat			Dithionit			Gesamtgehalt		
			% Fe <sub>p</sub>	% Al <sub>p</sub>	% Mn <sub>p</sub>	% Fe <sub>o</sub>	% Al <sub>o</sub>	% Mn <sub>o</sub>	% Fe <sub>d</sub>	% Al <sub>d</sub>	% Mn <sub>d</sub>	% Fe	% Al	% Mn
1	Al	10-25	0.02	0.04	0.000	0.08	0.06	0.000	0.26	0.17	0.002	0.36	0.27	0.002
2	Al	25-45	0.01	0.05	0.000	0.07	0.07	0.000	0.42	0.19	0.002	0.50	0.31	0.002
3	II Bbt	70-80	0.00	0.02	0.000	0.13	0.08	0.025	1.05	0.29	0.001	1.18	0.39	0.026

**Profil 7137-102**

**Bodenanalytische Standardwerte**

Datum: 15.10.01

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %										Boden-art	pH (CaCl <sub>2</sub> )	CaCO <sub>3</sub> %	Munsell Farbe	C %	org.S %	N %	C/N
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T									
				1	Al	10-25	56.8	18.4	37.5	31.2	87.1	3.1	2.2								
2	Al	25-45	51.8	19.5	36.9	29.3	85.6	3.3	2.4	1.9	7.6	6.8	St2	3.89	-	10 YR 5/6	0.3	0.5	n.b.	n.b.	
3	II Bbt	70-80	23.6	5.1	58.8	21.9	85.8	1.3	0.1	1.2	2.5	11.7	St2	4.82	-	7.5 YR 4/4	0.2	0.3	n.b.	n.b.	

Tab. 9a/9b: Darstellung der bodenanalytischen Standardwerte und der Gehalte an pedogenen Oxiden (sequentielle Extraktion) in Profil 7137-102.

Das Profil 102 dient als wichtiger Bezugspunkt zur Rekonstruktion des Niveaus der prä-nutzungszeitlichen Geländeoberkante (GOK). Es beweist zudem, daß im Bereich der Grabungsfläche und in ihrem näheren Umfeld während der Kaltzeit kein Löß(lehm) abgelagert wurde. Diese Überlegung ist von besonderer Bedeutung für den Ausschluß einer

postulierten, massiven nutzungszeitlichen Bodenerosion hier vor Ort unter Verlust entsprechender Kulturschichten. Der Befund geht konform mit der Tatsache, daß die sehr gut drainenden Kiese und Sande als Substrate der Bodenbildung einen ausgesprochen geringen Erodibilitätsfaktor aufweisen. Für das Profil 7137-102 und dem dazugehörigen Bereich der Grabungsfläche kann seitens der geowissenschaftlichen Bodenforschung sicher gemacht werden, daß seine Oberkante die native und prä-nutzungszeitliche Geländeoberkante darstellt. Dem originären Bodenprofil fehlen lediglich etwa 10 cm Mineralboden sowie die organischen Auflagehorizonte, die sich infolge der forstlichen Nutzung entwickelten. Für die Rekonstruktion der Geländeoberkante sind sie bedeutungslos. Der ICv-Horizont unterhalb des II Bbt weist sedimentationsbedingte Schichtungsmerkmale auf und zeigt damit ein untrügliches Merkmal für eine originäre Lagerung. Stratifikationsmerkmale sind innerhalb des A- und B-Horizontes selbstredend nicht erhalten, weil sie pedogen und bioturbat überprägt sind. Andererseits sind stratifizierte Sedimente ohne eine erkennbare rezente Bodenbildung kein Anzeichen für eine anthropogene Störung beziehungsweise Verkippung des Materials, also für Materialallochthonie. Denn es handelt sich hier vor Ort um Flußsedimente der vorletzten Kaltzeit (Riß, > 100.000 Jahre). Nicht nur holozäne Prozesse, die oberflächennah eine Stratifizierung aufheben resp. zerstören, sind daher einzukalkulieren.

#### Geophysikalische Prospektion:

Die Zielstellung der von uns hier vor Ort durchgeführten Radarprospektionen war zweigeteilt. Zum einen sollte der oberflächennahe Untergrund generell hinsichtlich der geologisch-sedimentologischen Stratigraphie dargestellt werden. Diese Informationen dienen vor allem der zukünftigen Grabungsplanung, wie etwa die Tiefe eines neuen Grabungsplanums betreffend. Die Methode arbeitet berührungsfrei, kann also ohne Folgeschäden auf jeder Fläche angewendet werden. Ein Meßeinsatz deckt im Verhältnis zur aufzuwendenden Zeit eine große Fläche ab. Das ist kostengünstig und vermeidet Fehlgrabungen. Das Bodenradar stellt somit eine wichtige Planungsgrundlage für archäologische Arbeiten dar. Das zweite Ziel des Bodenradareinsatzes hier vor Ort war eine Vorerkundung NW' der aktuellen Grabungsfläche gelegenen Bereiche des neolithischen Feuersteinbergbaus. Es galt, auch dort die Existenz von Schachtanlagen nachzuweisen und zu quantifizieren.

Ergebnisse:

Abb. 35 zeigt die Ergebnisse einer 100 MHz-Radarlinie entlang der unmittelbaren Westgrenze der aktuellen Grabungsfläche (Linie A in Abb. 31).

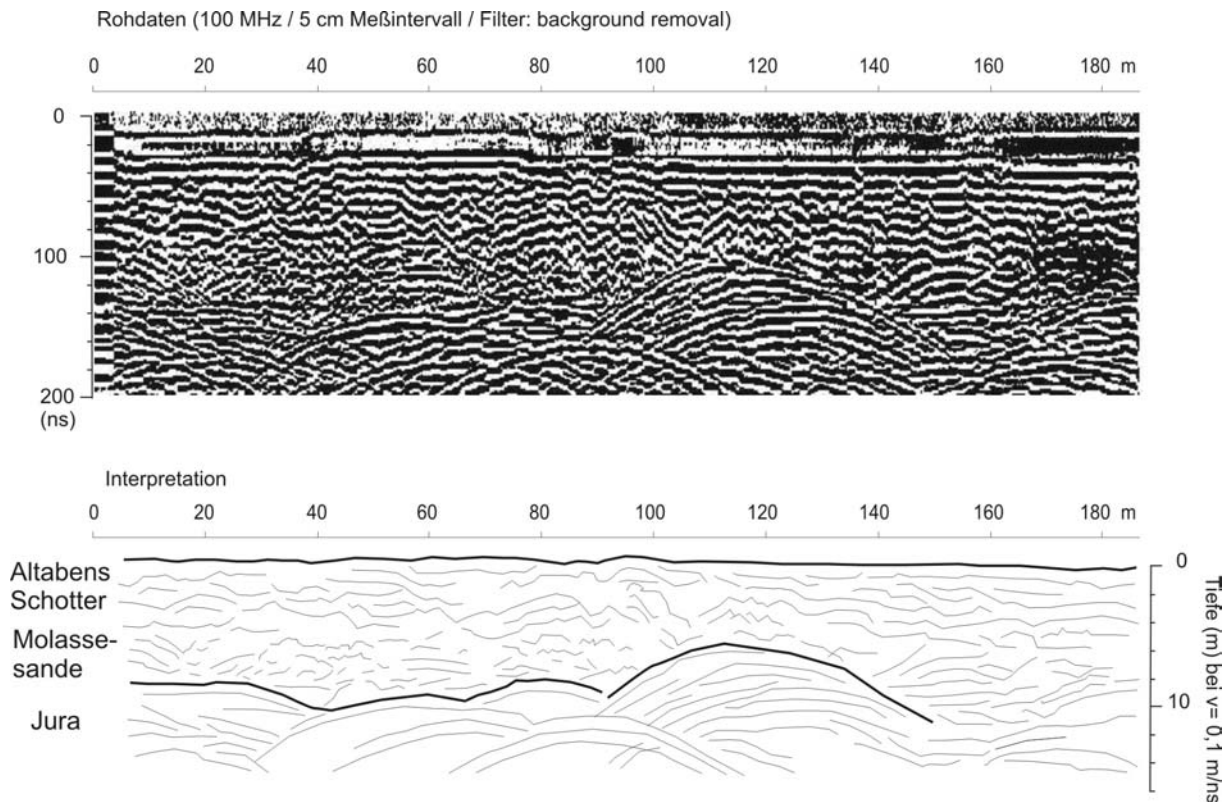


Abb. 35: 100 MHz-Radargramm an der Westgrenze der aktuellen Grabungsfläche (Linie A, Abb. 31).

Das Radargramm wird von drei Radarfazies geprägt, die im Folgenden kurz abgebildet und charakterisiert werden (Tab. 10).

Fazies / Nr.	Beispiel	Eigenschaft / Beschreibung der Reflexionen
Radarfazies 1		horizontal / sub-horizontal / kontinuierlich / starke Amplituden
Radarfazies 2		unruhig / wirt / nicht kontinuierlich / schwächere Amplituden /
Radarfazies 3		hyperbelförmig / kontinuierlich / starke Amplituden

Tab. 10: Die drei Haupt-Radarfazies im Untersuchungsgebiet, ein Überblick.

Dabei werden den fluvial geschütteten Sedimenten der Altabens das Reflexionsmuster der Radarfazies 1 zugeordnet, den tertiären Molassesanden die Radarfazies 2 und den liegenden Plattenkalken die Radarfazies 3.

Von seiten der Archäologie galt es, auf der Grabungsfläche der Jahre 2001 und 2002 die Frage zu klären, ob und in welcher Tiefe sich Sande der tertiärzeitlichen Oberen Süßwassermolasse (OSM) finden. Bei den archäologischen Grabungsarbeiten war aufgefallen, daß innerhalb der ersten Meter unter anderem des Planums 1, 2 und 3 nur sehr selten (vgl. Abb. 36 C & D) die sonst überall vorhandenen weißen Molassesande (vgl. Abb. 36 A & B) aufzufinden waren. Im Sinne der gewünschten Kostendämpfung sollte ein zukünftiges weiteres Planum möglichst unmittelbar in die weißen Molassesande geplant werden, da diese die Befunde besonders deutlich widerspiegeln (36 b).

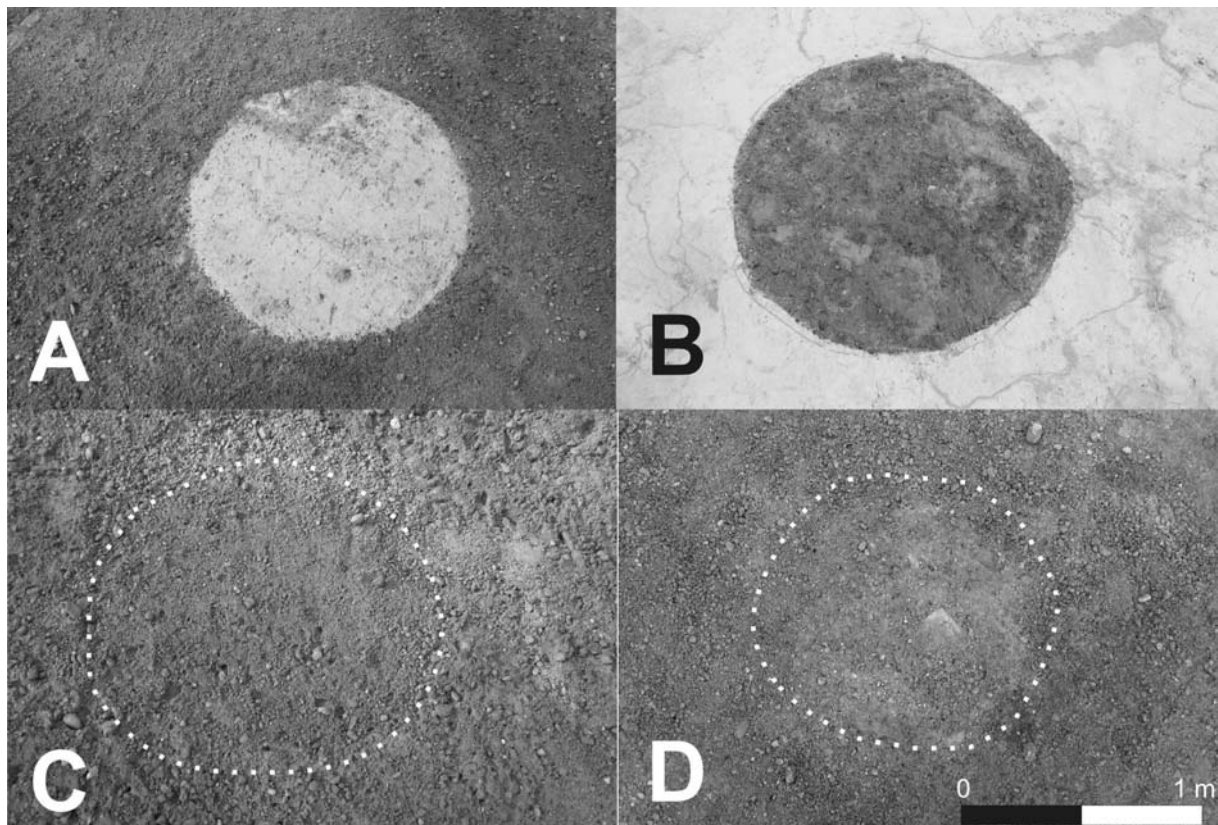


Abb. 36: Darstellung verschiedener Schachtverfüllungen. A & B Schachtverfüllung mit stratigraphisch konträren Material, C & D Schachtverfüllung mit stratigraphisch gleichen Material.

Die Befunde im Radarogramm der Linie B belegen analog zur Linie A die Existenz der Molassesande, wenn auch hier in einer weitaus geringeren Mächtigkeit von lediglich ca. 1,5 m. Dies korreliert mit einem Höhengsprung der liegenden jurassischen Oberfläche, die hier bereits in einer Tiefe von ca. 6-7 m anzutreffen ist.

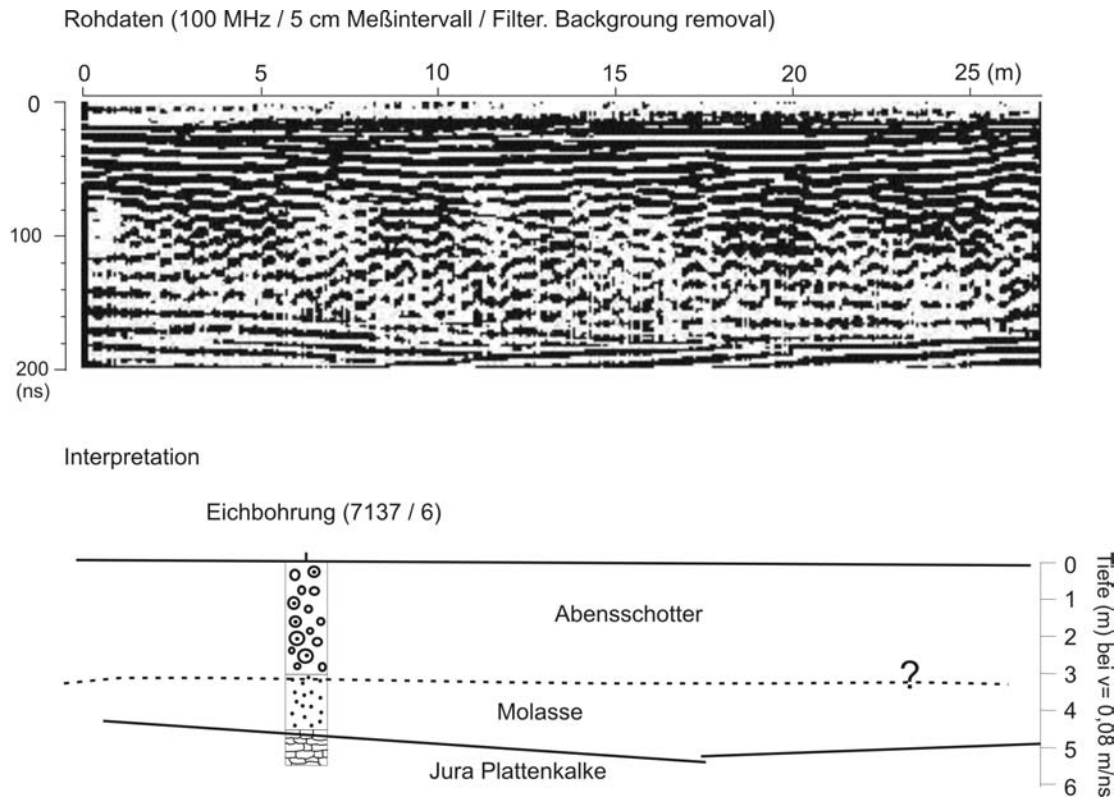


Abb. 37: Radargramm der Linie B (zur Lage vgl. Abb. 31).

Um dem zweiten Prospektionsziel (Auffinden von Schachtanlagen in unbekanntem Gelände) die nötige Validität zu verleihen, wurden vorab Prospektionsversuche auf der benachbarten aktuellen Grabungsfläche mit bekannter Lage der zu prospektierenden Schächte durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Testlinie (Linie C in Abb. 31) sind in Abb. 38 wiedergegeben.

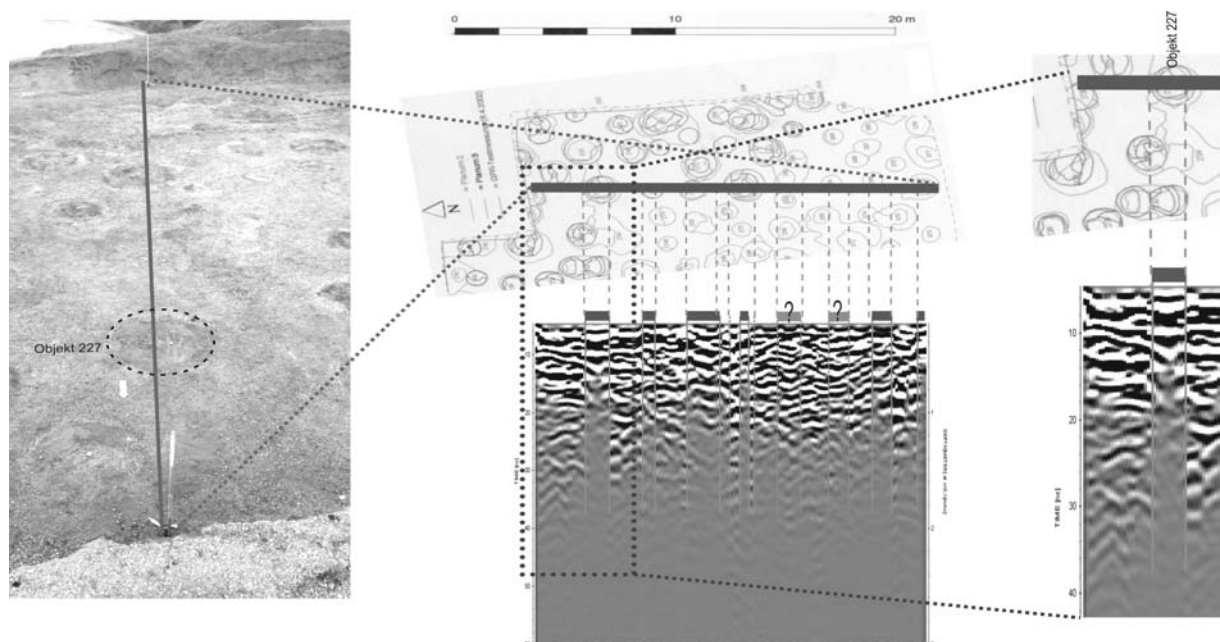


Abb. 38: Radargramm der Testlinie C in Abb. 31 (500 MHz / Meßintervall 3 cm / Filter: background removal).



Aufbauend auf diesen Ergebnissen, die eindeutig belegen, dass die Existenz ehemaliger Schachtanlagen gut mit Hilfe des Bodenradars prospektiert werden kann, wurden mehrere Hundert Meter lange Radarprospektionen NW' der Grabungsfläche durchgeführt.

Die Ergebnisse zweier dieser Linien sind in Abb. 39 wiedergegeben. Auch hier konnte mehrfach die Existenz ehemaliger Schächte belegt werden, welche somit Informationen zur ehemaligen Ausdehnung des Bergwerksareals liefern.

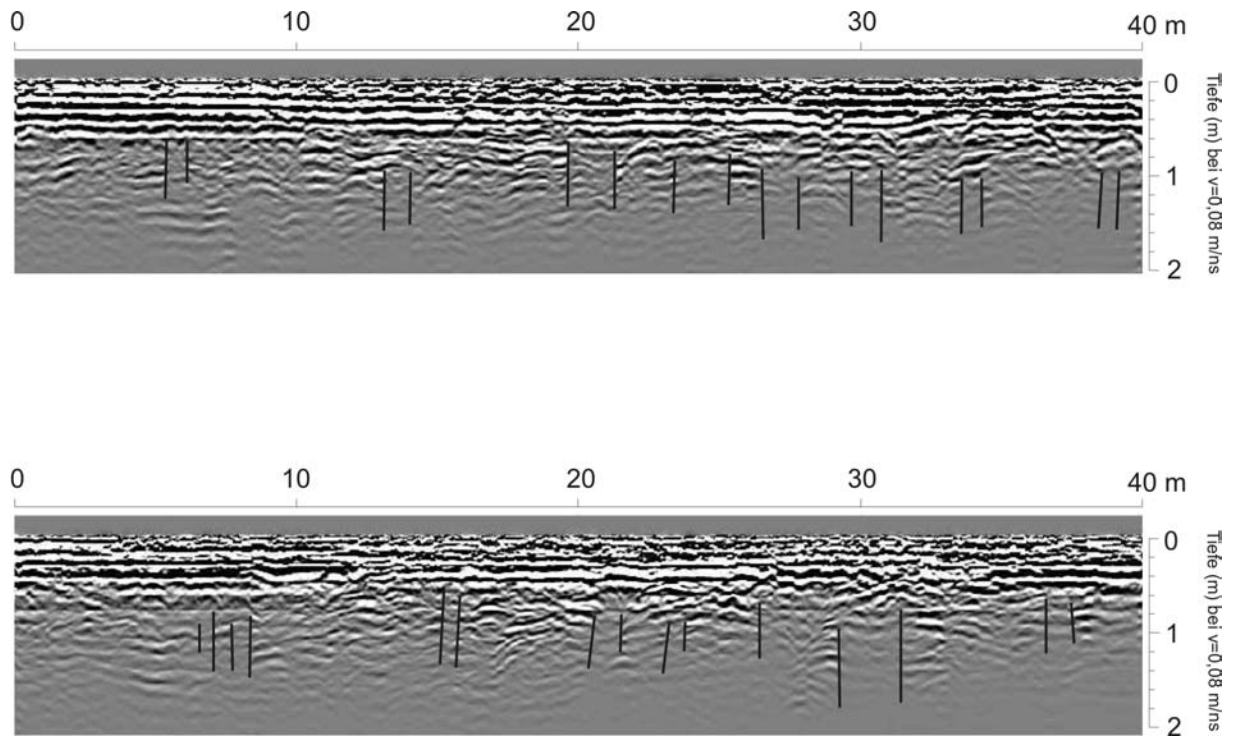


Abb. 39: GPR-Prospektionslinien (500 MHz / Meßintervall 3 cm / Filter: background removal).

# Literatur

- BASTIAN, O. & SCHREIBER, K.-S. (1999). *Analyse und Ökologische Beschreibung der Landschaft*. Heidelberg, 564 p.
- LEOPOLD, M. (2002): Multivariate Analyse von Geoarchiven zur Rekonstruktion eisenzeitlicher Landnutzung im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze von Poign, Lkr. Regensburg. Dissertation an der Universität Regensburg. 270 S.  
<http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/opus/volltexte/2003/233/>
- LEOPOLD, M. (1997): Frühgeschichtliche Bodenerosion und Kolluvien im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze von Poign (Lkr. Regensburg) - Versuch einer Bilanzierung im digitalen Geländemodell. - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg, (unveröff.), 114 S.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2003a): Neolithic flint-mines in Arnhofen, Southern Germany: a ground penetrating radar survey. – *Archaeological Prospection*, submitted.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2003b): Bodenkundliche und geophysikalische Untersuchungen im Rahmen der Ausgrabung des neolithischen Feuersteinbergbaus von Arnhofen, Stadt Abensberg. - Rind, M. (HRSG): *Wer ernen eine Grube gräbt. – Archäologie im Landkreis Kelheim*. Bd. 4: 58-62.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2002a): Rekonstruktion der Verteilung von Wald und Offenland im nutzungszeitlichen Umfeld der villa rustica von Untermassing. - *Siedlungsforschung*, 19: 35-56.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2002b): Fragen der Eignung kolluvialer Sedimente im Rahmen der holozänen Paläoklimarekonstruktion. - *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie I*, 3/4: 1-18.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, M. (2002c): Landnutzungsrekonstruktion im Umfeld der keltischen Viereckschanze von Poign südlich Regensburg, Oberpfalz. - *Kelheimer Museumshefte*, 8.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, M. (2002d): Radar images of periglacial slope deposits beneath peat bogs in Middle European Highlands, Germany. - JOL, H. & BRISTOW, C. (eds.): *GPR in sediments*. Special Publication Geological Society, 211: 177-185.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2000a): La Tène age soil erosion and landuse in Southern Germany by the example of a Celtic square enclosure - the Viereckschanze of Poign, Lkr. Regensburg. - *ESSC-Newsletter*, 3 / 4.
- LEOPOLD, M. & VÖLKE, J. (2000b): Quantifying prehistoric soil erosion - the discussion of different methods by the example of a Celtic square enclosure in southern Germany. - *Reports of the Geoarchaeology Workshop in Reading, UK*, in review.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1990): *Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland Zeitraum 1951-1980 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung)*. - Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, 289 S.
- NILLER, H.-P. (1998): *Prähistorische Landschaften im Lössgebiet um Regensburg - Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt*.- *Regensburger Geographische Schriften*, **31**, 429 S.
- STROH, A. (1975): *Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler der Oberpfalz*. - *Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte*, B, 371 S.
- STRUNK, H. (1989): *Aspects of the Quarternary in the Tertiary Hills of Bavaria*. - *Catena Supplement*, 15: 289-295.
- TORBRÜGGE, W. (1984): *Die Landschaften um Regensburg in vor- und frühgeschichtlicher Zeit*. - RIECKHOF PAULI, S. & TORBRÜGGE, W. (Hrsg.): *Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland*, 5: 28-121.

- RAAB, A., M. LEOPOLD & J. VÖLKELE: (2003): Vegetation and land-use history in the surroundings of the Kirchenmoos (Central Bavaria, Germany) since the late Neolithic Period to the early Middle Ages. Submitted to THE HOLOCENE since 03/2003.
- RAAB, A. (2002): Palynologische Auswertung und Interpretation des Torfkerns aus dem Kirchenmoos von Poign unter Erstellung eines Pollendiagramms mit Erläuterungstext. - Regensburg (unveröff. Arbeitsbericht), 17 S.
- RIND, M. M. (2003): Wer andern eine Grube gräbt. – Archäologie im Landkreis Kelheim. Bd. 4, 172 S.
- RIND, M. M. (2000): Rohstoffabbau in Arnhofen vor 6500 Jahren und heute. - Vorträge 18. Niederbayerischer Archäologentag 39-57.
- UNGER, H.J. (1996): Östliche Vorlandmolasse und Baunkohletertiär i. w. S. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000. 4. neubearbeitete Auflage: 168-185.
- VÖLKELE, J. (1995): Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten als geogene Grundlagen landschaftsökologischer Forschung im Bereich naturnaher Waldstandorte. - Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband, 96, 301 S.
- VÖLKELE, J. (1998): Der Donaubogen von Bad Abbach. - BREUER, T. & JÜRGENS, C. (Hrsg.): Luft- und Satellitenbildatlas von Ostbayern. - Regensburg und das östliche Bayern: 86-91.
- VÖLKELE, J., LEOPOLD, M. & WEBER, B. (2002): Neue Befunde zur Landschaftsentwicklung im niederbayerischen Donaauraum während der Zeitenwende (keltisches Oppidum von Manching / Viereckschanze von Poign bei Bad Abbach). - Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband, 128: 47-66.
- VÖLKELE, J. & RAAB, T. (1999): Zur Differenzierung periglazialer, glazigener und kolluvialer Sedimente im Hangrelief von Mittel- und Hochgebirgen. - Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I, 5-6: 305-318.
- VÖLKELE, J., RAAB, A., RAAB, T., LEOPOLD, M. & SIMM, H. (1998): Methoden zur Bilanzierung spätlatènezeitlicher Bodenerosion am Beispiel der Viereckschanze von Poign, Lkr. Regensburg, 541-557. - KÜSTER, H-J., LANG, A. & SCHAUER P. (Hrsg.): Archäologische Forschungen in Urgeschichtlichen Siedlungslandschaften. Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie, 5: 541-558.
- WEBER, K. (1977): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. - Blatt Nr. 7137 Abensberg, 414 S.

**Exkursion**

**Samstag, 3. Mai 2003**

**Kolluviale und fluviale Sedimente in der  
historischen Bergbaulandschaft im  
Vilstal/Opf.**

**THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKEL**

Mit Beiträgen von

**SABINE BECKMANN, KERSTIN HÜRKAMP, NADINE RICHARD,  
ANTON KNITL, RUTH SANDNER, PETER SCHAUER**

# Einführung

THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKE

Für die Oberpfalz als einen historischen Montanstandort mit überregionaler Bedeutung im Zentrum Europas fehlen bisher systematische geowissenschaftliche Studien über die bis in die Gegenwart reichenden Auswirkungen der ehemaligen Metallindustrie auf die Landschaft. Im Rahmen der fächerübergreifenden Forschungsansätze von Physischer Geographie und Bodenkunde, Geschichtswissenschaften sowie Biologie an der Universität Regensburg werden charakteristische Landschaftsausschnitte an der Vils hinsichtlich der anthropogen induzierten Veränderungen untersucht. Auenböden und Kolluvien sind dabei von zentraler Bedeutung. In den Teilvorhaben, eingebunden in das Netzwerk der Paläoökosystemforschung, stehen neben archäologischen und landschaftsgeschichtlichen Zielsetzungen auch immer methodische Fragen im Mittelpunkt.

Über die hier vorgestellten Einzelstudien sollen an ausgewählten Lokalitäten erstmals die Auswirkungen der mittelalterlichen bis (früh-)neuzeitlichen Metallgewinnung im ostbayerischen Raum auf Geo-, Bio-, Hydro- und Pedosphäre großmaßstäblich detailliert rekonstruiert werden. Schwerpunkte der Arbeiten liegen im Vilstal und an den benachbarten Hängen, die bereits in der Bronzezeit besiedelt waren und während des mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Bergbaus intensiv durch den Menschen umgestaltet wurden. In mehreren Teilprojekten werden die unterschiedlichen (prä)historischen Eingriffe qualitativ und quantitativ erfaßt. Im Sinne eigener Forschungsansätze unterscheiden sich die Studien zwar thematisch und methodisch, überschneiden sich allerdings räumlich, da sie die selben Objekte analysieren.

# Exkursionsroute und Haltepunkte

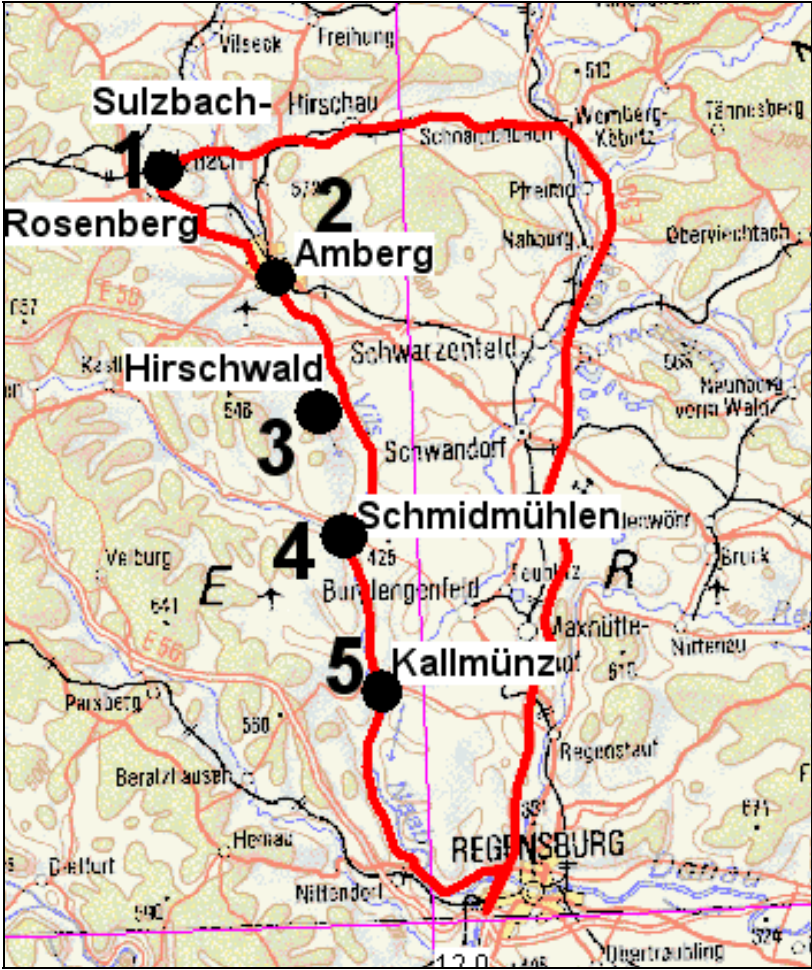


Abb. 40: Route und Haltepunkte der Exkursion.

# Standort 1 - Sulzbach-Rosenberg (Annaberg)

THOMAS RAAB

- Geologische Grundlagen, Geschichte und Bedeutung des (prä-) historischen Montanwesens in Ostbayern

Die Geologie Nordostbayerns ist neben den großen erdgeschichtlichen Einheiten geprägt durch zahlreiche tektonische Beanspruchungen (Abb. 41). Im Zuge relativer Hebungsimpulse des kristallinen Grundgebirges im Kontaktbereich zum Deckgebirge sowie infolge horizontaler Verschiebungen einzelner Blöcke ist der ostbayerische Raum gekennzeichnet durch eine Vielzahl linearer Störungen, die für die Lagerstättengeneese der Eisenerze am Ostrand der Fränkisch-Oberpfälzischen Alb von entscheidender Bedeutung waren (s.u.). Diese intensive Bruchtektonik zusammen mit der geographischen Lage führte auch zur naturräumlichen Bezeichnung des Ostbayerischen oder auch Oberpfälzer Bruchschollenlandes. Bergbaulich bedeutsam waren jedoch auch Braunkohlen tertiären Alters, die sich am Westrand der Böhmisches Masse in ausgedehnten Niederungen des miozänen Naabsystems gebildet hatten (Abb. 42). Relikte dieses industriellen Bergbaus, der bis in die achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts betrieben wurde, finden sich insbesondere im Raum Schwandorf in Form weitflächiger Seenlandschaften (Steinberger See, Murner See etc.).

Neben Zinn, Gold und Blei (vgl. Standort 2) war das mittelalterliche und frühneuzeitliche Montanwesen in Ostbayern sehr stark auf Eisen ausgerichtet. Die abgebauten Eisenerzvorkommen gehören genetisch zu unterschiedlichen Lagerstätten (GUDDEN 1987). Bergbaulich von Bedeutung waren vor allem die marin-sedimentären Kreideerze der sogenannten 'Amberger Erzformation', die in zahllosen Vorkommen im Ostteil der nördlichen Frankenalb, d.h. der eigentlichen Oberpfälzer Alb, überwiegend Untertage abgebaut wurden. Die größten Lagerstätten fanden sich bei Auerbach, Amberg und Sulzbach-Rosenberg (PFEUFFER 1983, GUDDEN 1987), wo auf eine mindestens über 1000 jährige Bergbautätigkeit mit nahezu völliger Vorratserschöpfung zurückgeblickt werden kann (Abb. 43, 44, 45). Eine untergeordnete Rolle spielten die Flöze im Dogger-Beta, ebenfalls marin-sedimentärer Genese. Ebenso die kretazisch-tertiären Verwitterungserze der Fränkischen Alb, die aus heutiger Sicht unbauwürdig sind (WOLF 1987), jedoch oftmals Grundlage eisenzeitlicher Besiedlungen waren. Die jüngsten Bildungen stellen oberflächennahen Raseneisenerze dar, die in zahlreichen Niederungen (z.B. Donaauraum und Altmühltal) bei hohem Grundwasserspiegel durch Ausfällung von im Grundwasser gelöstem Eisen entstanden sind. Dagegen sind die verschiedenen Gangerze mit hydrothermalen Entstehung wie in zahlreichen anderen Mittelgebirgsregionen (z.B. Harz, Schwarzwald) ausschließlich in den

kristallinen Einheiten des Grundgebirges (Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald) zu finden (GUDDEN 1987).

Die ältesten Spuren der Eisenerzgewinnung und Eisenverarbeitung in Ostbayern stammen aus der Latène-Zeit um 400 Jahre vor Christus und waren auf prä-obercenomane Brauneisenerze auf der Fränkischen Alb ausgerichtet (ZAHN 1981, GUDDEN 1987). Auf der Grundlage oberflächennaher Raseneisenerze entwickelten sich zu dieser Zeit erste Verhüttungszentren im Donauraum und im Altmühltal (WITTMANN 1960). Seither fand im Gebiet des heutigen Bayerns Eisenerzabbau statt. Der bergmännische Abbau in Erzgruben und Stollen begann erst ab 800 nach Christus (WITTMANN 1960).

Im Mittelalter wurde die heutige Oberpfalz mit Amberg und Sulzbach-Rosenberg zu einem Eisenhüttenzentrum mit überregionaler Funktion. Sie hatte als Industriegebiet im ausgehenden Mittelalter eine Bedeutung, die innerhalb Mitteleuropas nur mit jener des Ruhrgebietes des 20. Jahrhunderts vergleichbar ist (HASEL 1985: 170). Schriftlich belegt ist der Bergbau bei Sulzbach für das Jahr 1305. Der Amberger Bergbau reicht urkundlich sogar bis 1270 zurück, jedoch werden auch ältere Bergbaurechte für das Jahr 787 genannt (RESS 1950). Die Ausbeutung, die Verarbeitung und der Handel des Eisenerzes wurden frühzeitig und kartellartig organisiert, um die Monopolstellung des Eisengewerbes in der Oberpfalz zu stärken. Bereits im Jahr 1341 schlossen sich die Städte Amberg und Sulzbach zu einer ersten Hammereinung zusammen. Im Jahr 1387 folgte die Große Hammereinung, der u.a. auch die Stadt Nürnberg beitrug. In diesem Jahr sind für die Oberpfalz 77 Eisenhämmer belegt (HASEL 1985: 170). Zur Hochblüte der Erzverarbeitung im 15. Jahrhundert waren rund 200 Hämmer (vgl. Abb. 46) mit einer Jahresproduktion von 180.000 Zentnern Eisen und einem Gesamtverbrauch an Holzkohle von 378.000 Festmetern in Betrieb (LUTZ 1941). Der Niedergang der Eisenindustrie setzte im 15. bzw. 16. Jahrhundert ein. Die Ursachen sind vielfältig und werden z.B. von GÖTSCHMANN (1985) ausführlich dargelegt. Neben den sich zunehmend als fortschrittsfeindlich erweisenden Restriktionen der Hammereinung müssen dabei auch die landschaftsökologischen Folgen berücksichtigt werden (vgl. Tab. 11). Ein großes Problem war sicherlich der immense Verbrauch an Holz und die Degradierung der Wälder (vgl. Abb. 54). Im 17. Jahrhundert, vor allem während des Dreißigjährigen Krieges wurden dann die meisten Hammerwerke stillgelegt. Erst in der späten Neuzeit erlebte die Eisenindustrie in der Oberpfalz im Zuge der industriellen Revolution einen neuen Aufschwung (GÖMMEL 1987). Mit der Schließung der Grube Leonie bei Auerbach im Jahre 1987 fand der Eisenerzbergbau in Ostbayern sein Ende. Das letzte bayerische Eisenwerk, die Neue Maxhütte in Sulzbach-Rosenberg, leitete im Jahr 1998 das Konkursverfahren ein und befindet sich z.Z. in der Abwicklung. Die Erhaltung von Teilen der Anlage als Industriedenkmal wird diskutiert.



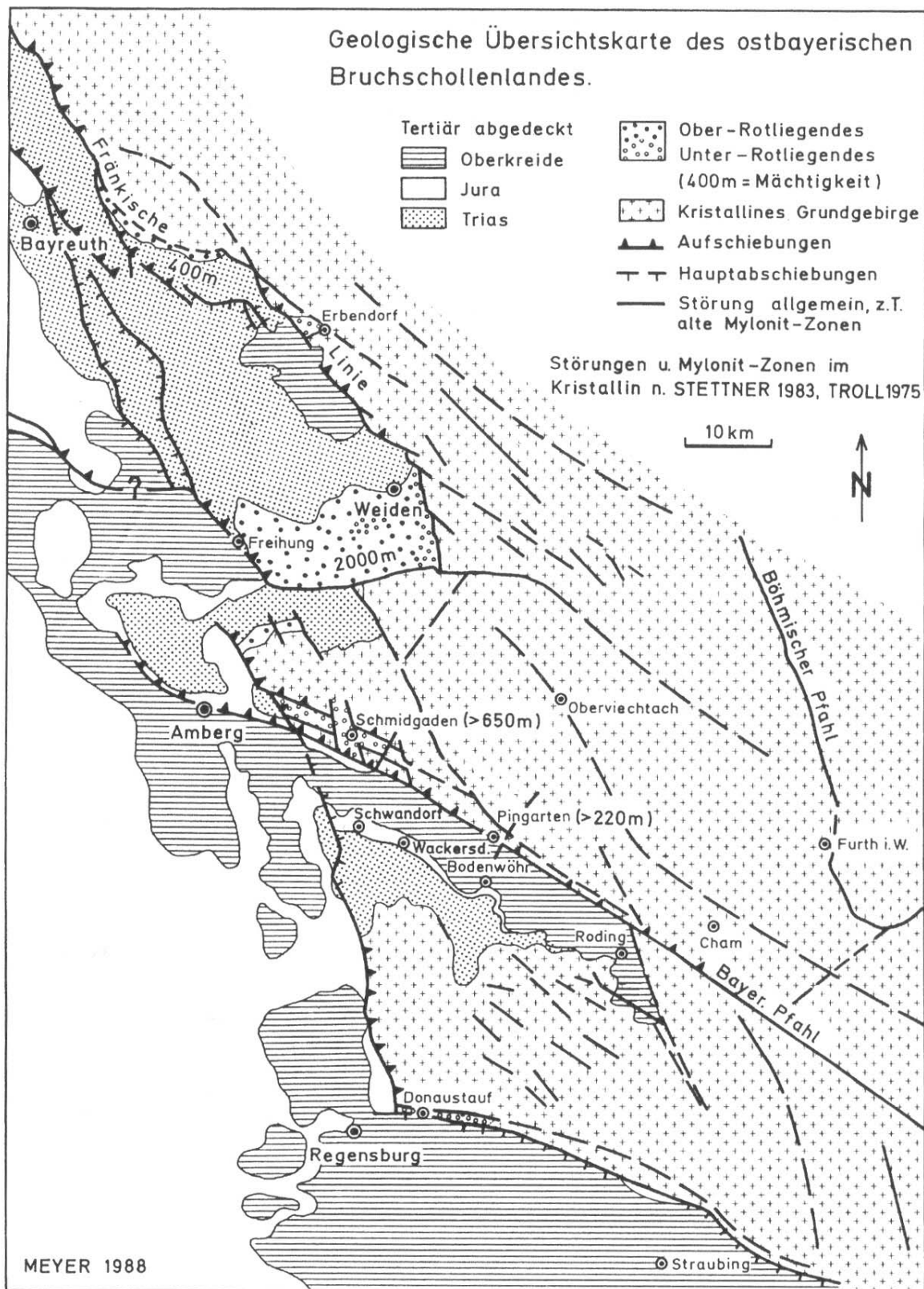


Abb. 41: Geologische Übersichtskarte des ostbayerischen Bruchschollenlandes aus MEYER & SCHMIDT-KALER (1995: 11).

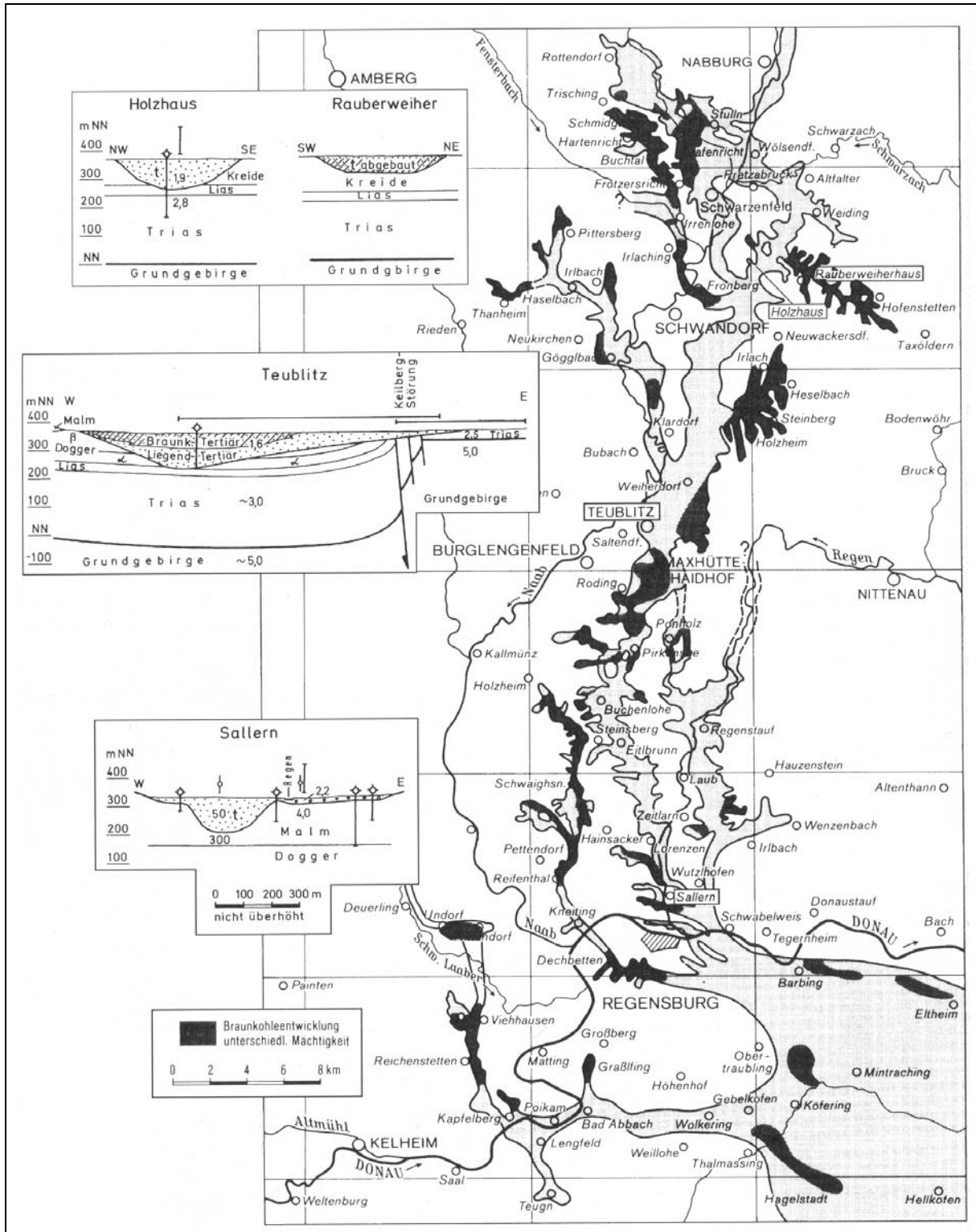


Abb. 42: Das miozäne Urnaabsystem (Übersicht) mit Querprofilen aus MEYER & SCHMIDT-KALER (1995: 30).

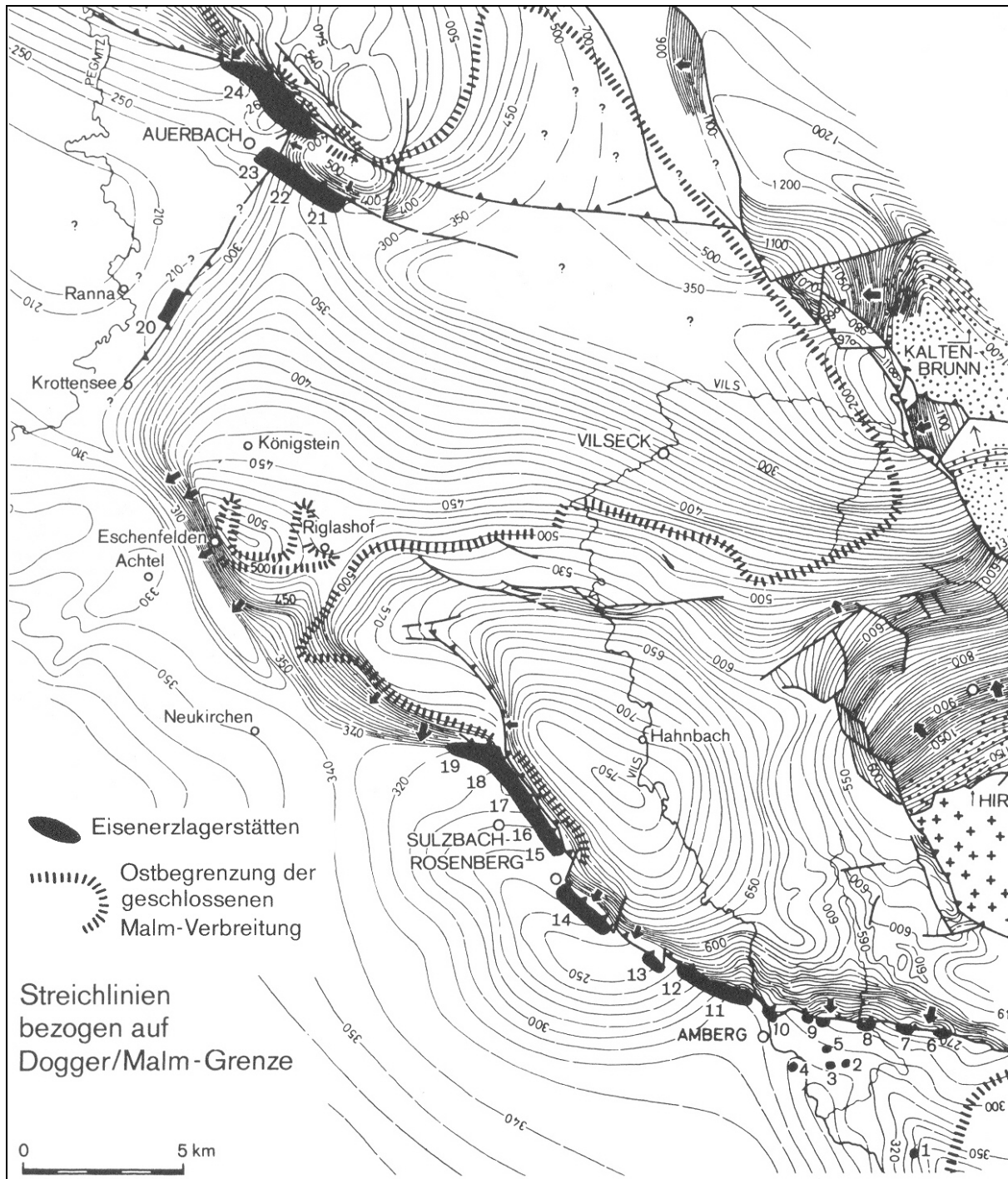


Abb. 43: Erztröge und Lagerstätten entlang der Sulzbach-Amberger und Auerbacher Störungszone und die Aufwölbungen (Eschenfelder Gewölbe und Hahnbacher Kuppel) östlich davon nach GUDDEN (1987) aus KAULICH et al. (2000: 112).

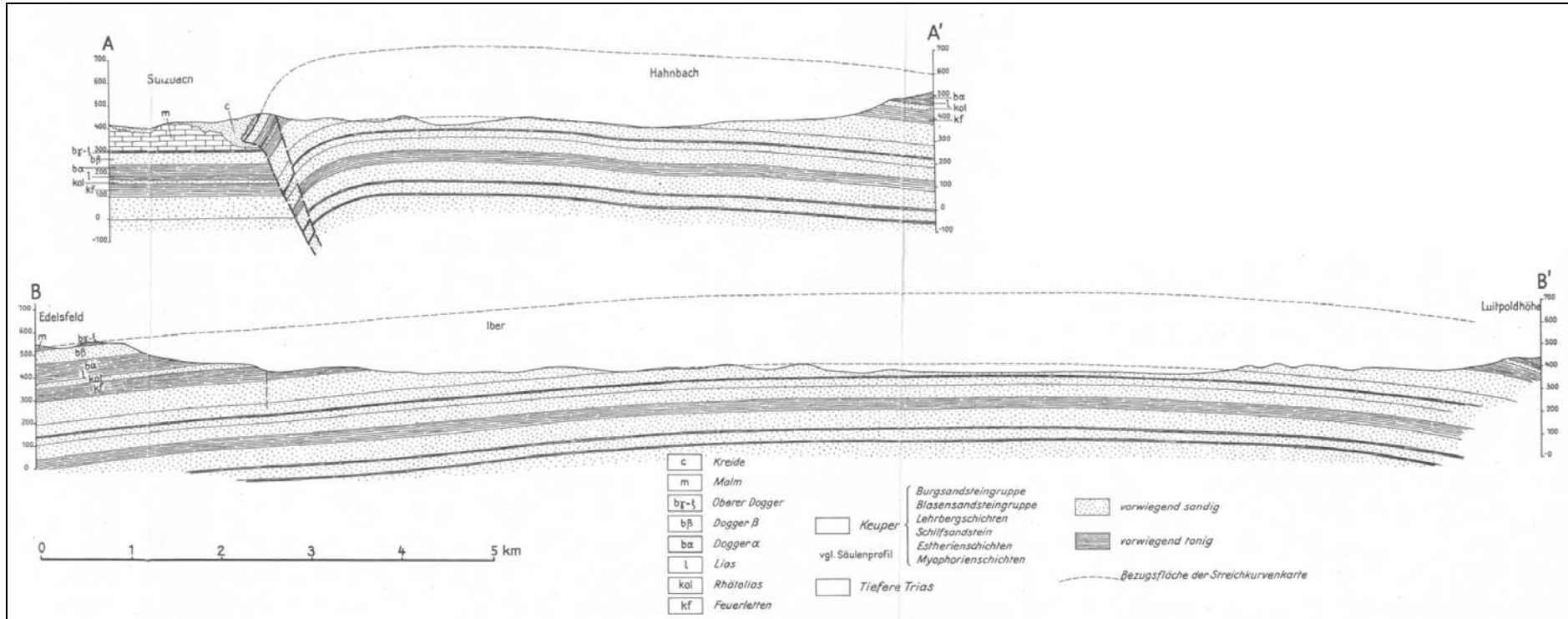


Abb. 44: SW-NE Profil (A-A') und NW-SE Profil (B-B') durch die Hahnbacher Kuppel nach GUDDEN (1955) aus GUDDEN & TREIBS (1961: Beilage 6)

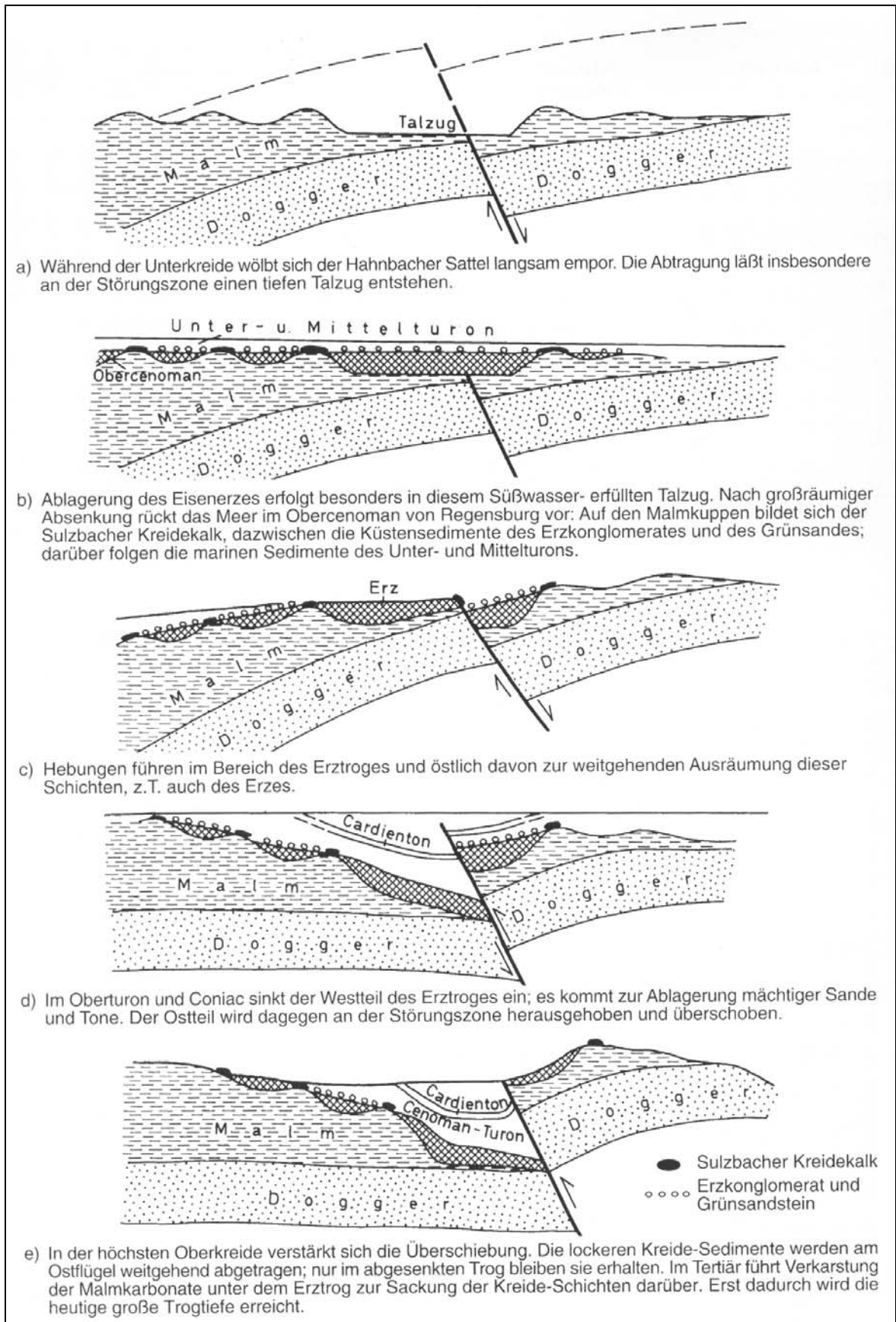


Abb. 45: Schematische Darstellung der Entwicklung des Sulzbacher Erztroges aus MEYER (1996: 116).

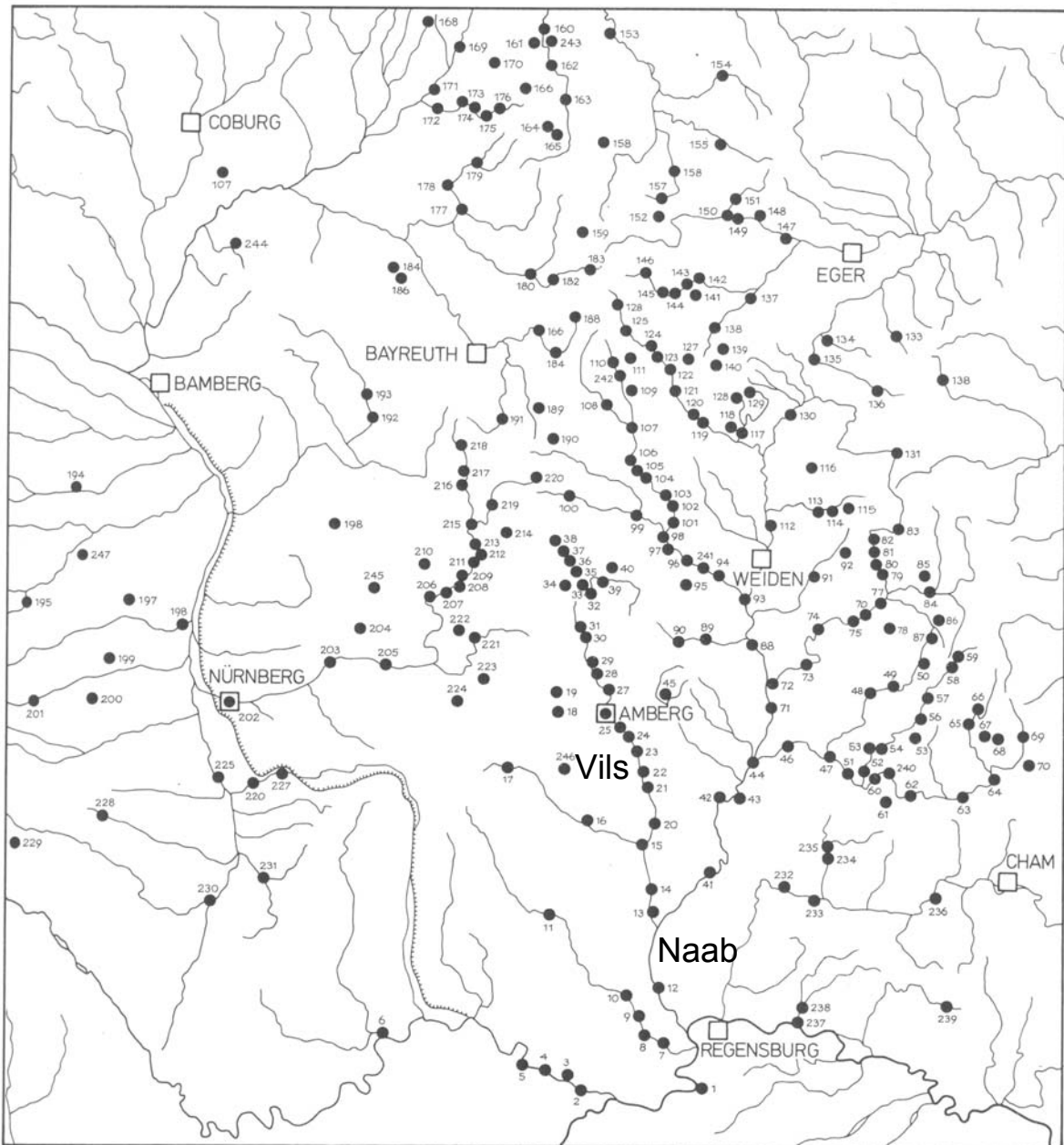


Abb. 46: Verbreitung und Lage der Eisenhämmer des Oberpfälzer Reviers im Mittelalter nach LUTZ (1941); verändert aus VON STROMER (1987: 177).

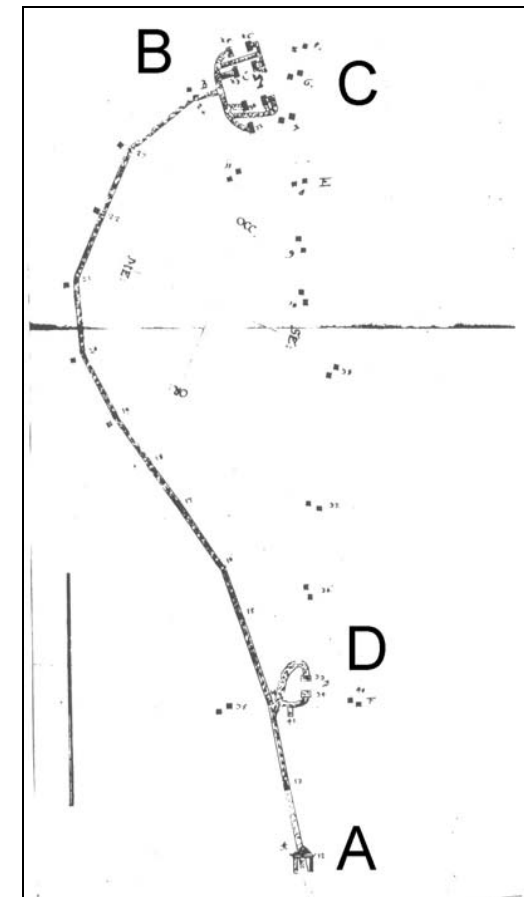
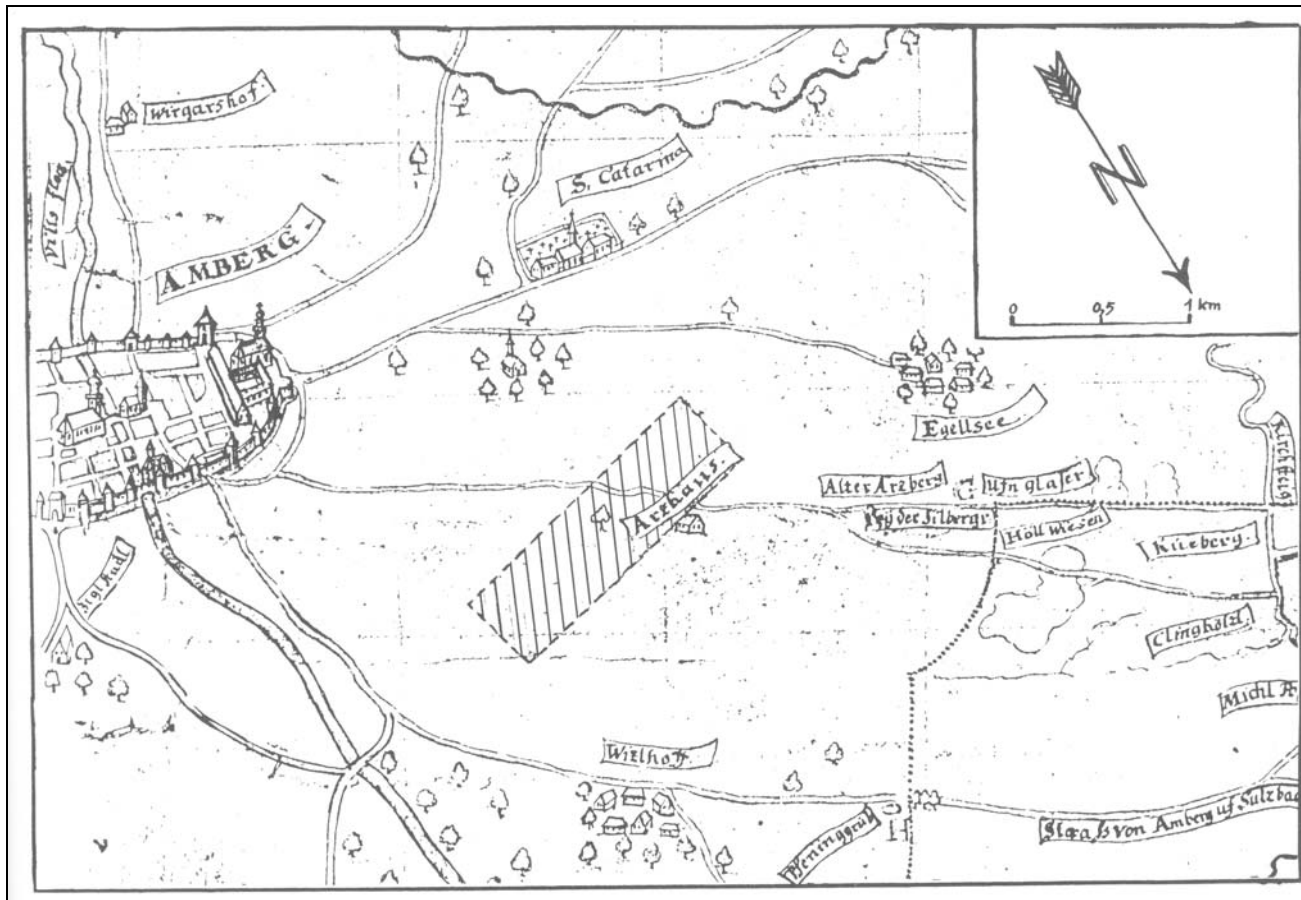


Abb. 47 (links): Lageplan des Amberger Bergwerks im 17. Jahrhundert aus GÖTSCHMANN (1985: 33).

Ausschnitt aus einer Karte von 1688 (BayHStA Plansammlung 233). Das schraffierte Feld zeigt der Lage des Bergwerks (Abb. 48).

Abb. 48 (rechts): Aufriß des Amberger Bergwerks um 1620 aus GÖTSCHMANN (1985: 32).

(A) Mundloch, (B) Einmündung der Stollen zu den Wasserschächte, (C) und (D) Wasserschächte. Die Länge des Stollens beträgt von (A) nach (B) 360 Klafter (= 384 m).

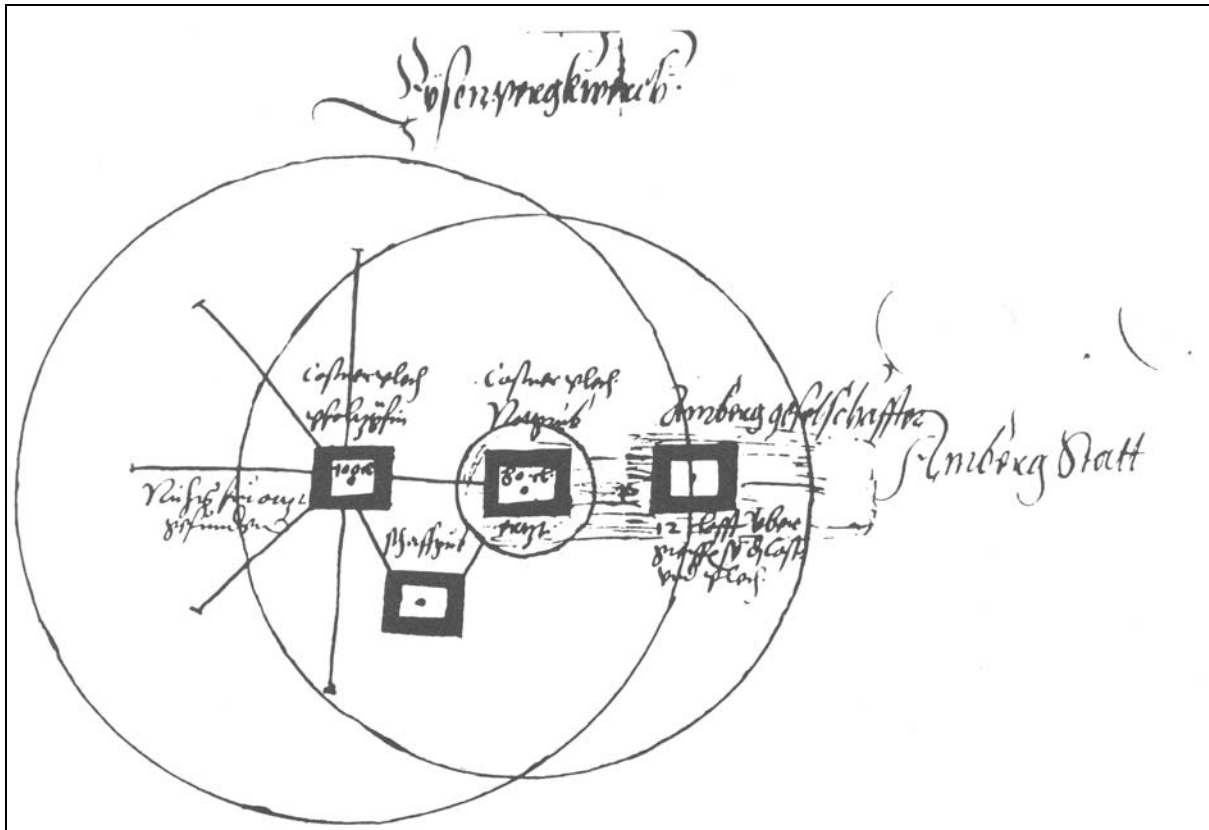


Abb. 49: Grubenfelder der Kastner und Plech am Amberger Erzberg um 1520 aus GÖTSCHMANN (1985: 31).

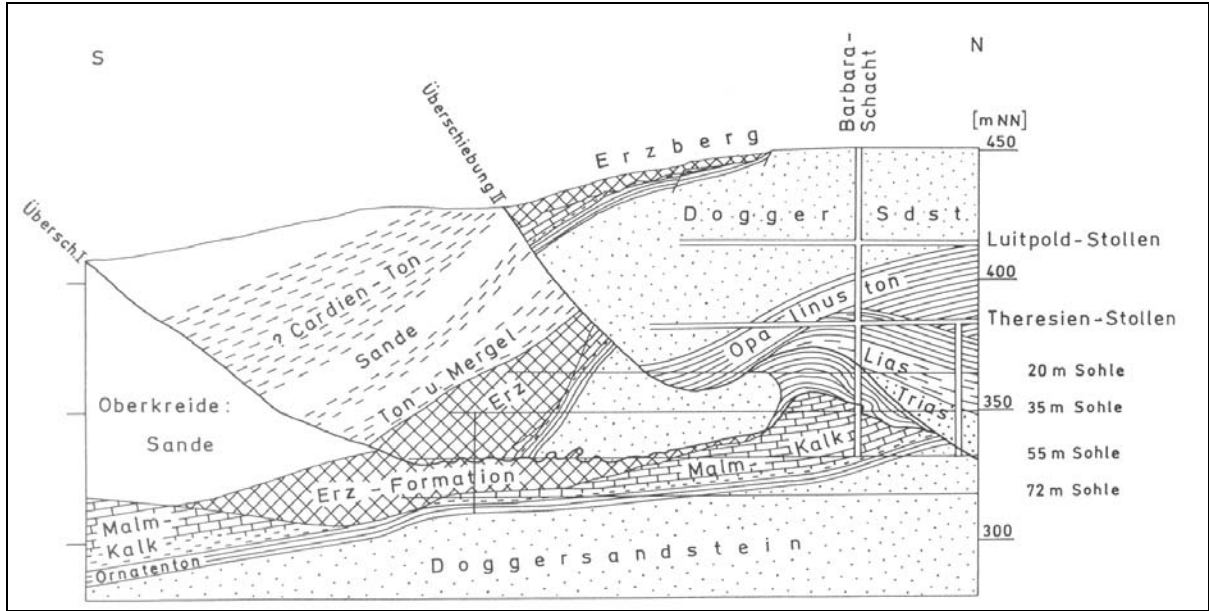


Abb. 50: Geologischer Schnitt durch den Erzberg nordwestlich von Amberg nach TILLMANN et al. (1963: Beilage 2) aus KAULICH et al. (2000).





Abb. 51: Pingen als Folge des ehemals untertägigen Bergbaus am Erzberg bei Amberg.

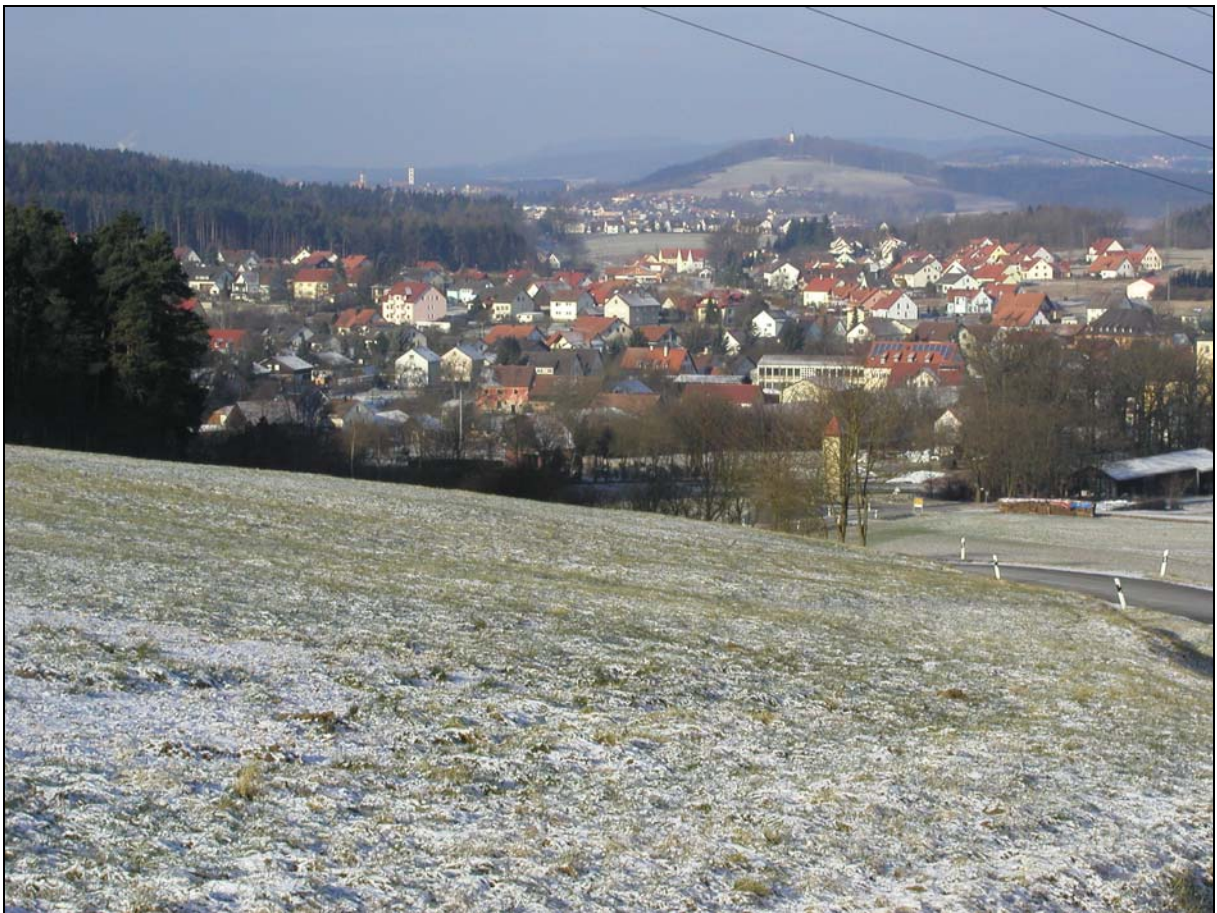


Abb. 52: Blick über die Sulzbach-Amberger Störungszone vom Amberger Erzberg in Richtung NW über Poppenricht nach Sulzbach-Rosenberg mit der Wallfahrtskirche auf dem Annaberg (Standort 1).

<b>Arbeitsschritte</b>	<b>Umweltfolgen</b>	<b>rezente Relikte</b>
Abbau der Lagerstätte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anlage von Schächten</li> <li>▶ Aushub und Abraumhalden</li> <li>▶ Zerstörung der Vegetation</li> <li>▶ (Mikro-)Reliefveränderungen und Umgestaltung der Bodendecke</li> <li>▶ verstärkte Erosion ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pingen</li> <li>▶ Trichtergruben mit aufgeschüttetem Wall</li> <li>▶ anthropogene Böden</li> </ul>
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anlage von Wegen</li> <li>▶ lineare Erosionsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Hohlwege</li> <li>▶ Sedimentation im Unterhangbereich</li> </ul>
Pochung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pochsande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ erhöhte Fe- und Schwermetall-Belastungen z.B. in Auenlehmen (durch den Austrag von Fe und eventuell assoziierten Schwermetallen aus den Pochsanden in aquatische Ökosysteme)</li> </ul>
Verweilerung (Köhlerei)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Holzverbrauch</li> <li>▶ Kahlschläge in den Wäldern</li> <li>▶ Veränderungen des Waldbildes</li> <li>▶ Mineraltransformationen in den oberflächennahen Bodenhorizonten</li> <li>▶ verstärkte Bodenerosion ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Akkumulation von Holzkohlen</li> <li>▶ anthropogene Böden</li> <li>▶ veränderte Pollenspektren z.B. in Mooren</li> <li>▶ Kolluvien und Auensedimente</li> </ul>
Verhüttung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ hoher Energie- bzw. Holzbedarf</li> <li>▶ Entstehung von Schlacken und Schlackenhalde (Abraum)</li> <li>▶ Schadstoffemissionen in Boden, Wasser und Luft</li> <li>▶ Mineraltransformationen in den oberflächennahen Bodenhorizonten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Makrofundamente und Schlackenhalde</li> <li>▶ anthropogene Böden</li> <li>▶ erhöhte Fe- und Schwermetall-Belastungen z.B. in Auenlehmen (durch den Austrag von Fe und eventuell assoziierten Schwermetallen über die Schlackenhalde in aquatische Ökosysteme)</li> </ul>

Tab. 11: Mittelbare und unmittelbare Umweltfolgen der frühen Metallgewinnung (verändert nach BARTELS 1996).



Abb. 53: Hammerwerk Leidersdorf mit Stauhaltung an der Vils südlich von Amberg. Erste urkundliche Erwähnung im Jahr 1326.



Abb. 54: Großflächige Entwaldung zur Holzkohlegewinnung. „Die Köhler“ („les charbonniers“). Aus der Bildfolge „La Rouge Myne de Saint Nicolas de la Croix“ (Vogesen) von Heinrich Gross um 1550 aus GOLDENBERG (1993).



Abb. 55: Blick in die Naabaue nach Südwesten auf Pielenhofen mit den Doppeltürmen der Klosterkirche. Im Vordergrund sind die hellen Fahnen mit Feinsediment in der Aue zu erkennen, die durch das Januar-Hochwasser 2003 entstanden sind.



Abb. 56: Hochwassermarken an einem historischen Gebäude in Heitzenhofen an der Naab. Das Hochwasser von 1909 markiert das hundertjährige Ereignis.

## Standort 2 - Amberg (Vilsaue)

KERSTIN HÜRKAMP, THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKE

- Sedimentologisch-geochemische Untersuchungen zum Schadstofftransfer aus historischen Kontaminationsherden des Montanbergbaus am Oberlauf der Vils/Opf.

Im nördlichen Vilstal sind Fluß und Auensedimente durch einen historischen Bleibergbau, der seit 1427 belegt ist und bis 1945 andauerte, mit Schwermetallen kontaminiert (Abb. 57). Noch heute sind Spuren der ehemaligen Exploration in Form von Bergwerksruinen, Verhüttungsplätzen sowie Erz- und Schlackehalden sichtbar (Abb. 58). Die anthropogen verursachten Schwermetallanreicherungen in den Auensedimenten sollen in einem Promotionsvorhaben bilanziert, datiert und deren Mobilisierungspotential charakterisiert werden. Insofern sind neben der Kennzeichnung der Immissionsgeschichte auch aktuelle Fragen des Boden- und Grundwasserschutzes von Interesse. Die Arbeiten erfolgen daher in enger Kooperation mit dem Wasserwirtschaftsamt Amberg als zuständige Fachbehörde für diese Fragen und belegen den angewandten Charakter paläoökosystemarer Studien in historischen Bergbauregionen. Die Auenböden werden mittels Rammkernsondierungen beprobt und feldbodenkundlich-sedimentologisch beschrieben (Abb. 60). Dazu werden drei Profilschnitte pro Flußkilometer durch die Vilsaue gelegt, die jeweils vier Bohrungen bis 5 m Tiefe enthalten. Neben der Bestimmung verschiedener Parameter wie pH-Wert, Gehalt an organischem Material und der Korngrößenanalyse liegt der Schwerpunkt auf der Schwermetallanalytik. Die Bestimmung der Gehalte erfolgt mit Hilfe verschiedener Verfahren (AAS, ICP-MS, RFA), die der Variabilität der Konzentrationen und der großen Probenzahl Rechnung trägt. Ferner ist der Vergleich der Verfahren ein zentraler methodischer Bestandteil der Arbeit im Sinne der Implementierung neuer und schneller Verfahren zur Untersuchung von Belastungsherden in (prä)historischen Montanlandschaften (Abb. 63). An den Proben werden die Gesamtgehalte (Königswasseraufschluß) an Pb, Zn, As, Cu, Ni, Cr, Cd und U mittels ICP-MS und vergleichsweise für Pb und Zn mit der Flammen-AAS und der RFA bestimmt. Zusätzlich werden die Gehalte in den Eluaten, deren pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit gemessen. Ausgewählte Proben werden mittels  $^{14}\text{C}$ -Methode datiert und für die palynologische Bearbeitung bereitgestellt. Bisher wurden auf einer Laufstrecke von 5 km 40 Bohrungen abgeteuft, deren Bohrkerne in den obersten fünf Metern weitestgehend den gleichen Schichtaufbau zeigen. In den ersten beiden Metern wechseln Niedermoortorfe (nH-Horizonte) mit schluffig bis lehmigen, z.T. aber auch sandigen Auensedimenten (aM/aGr-Horizonte). Diese Wechsellagerungen überdecken Sande und Schotter (aIC-Horizonte). Die Abfolge endet i.d.R. auf dem verwitterten Ausgangsgestein (ICv). Abb. 59 zeigt ein typisches Auenquerprofil nördlich von Vilseck. Die Meßwerte der Analytik belegen zumeist einen

negativen Tiefengradienten der Schwermetallgehalte (Abb. 61). Die höchsten Konzentrationen liegen in den aM- und aGr-Horizonten der obersten Meter. Die Absolutgehalte schwanken elementspezifisch und extraktionsabhängig sehr stark. Für Blei werden die höchsten Konzentrationen im Königswasseraufschluß mit 1101 mg/kg (Abb. 64), sowie mit der RFA in einer anderen Probe mit 2108 mg/kg Pb gemessen. Der Vergleich mit den relativ niedrigen Gehalten in den Eluaten von max. 4,5 mg/kg belegt, daß Blei sehr immobil ist und vorwiegend durch den fluviatil-partikulären Transport im Zuge der Auensedimentation während der aktiven Bergbauphase eingetragen wurde. Es wird rezent in den Böden gespeichert.

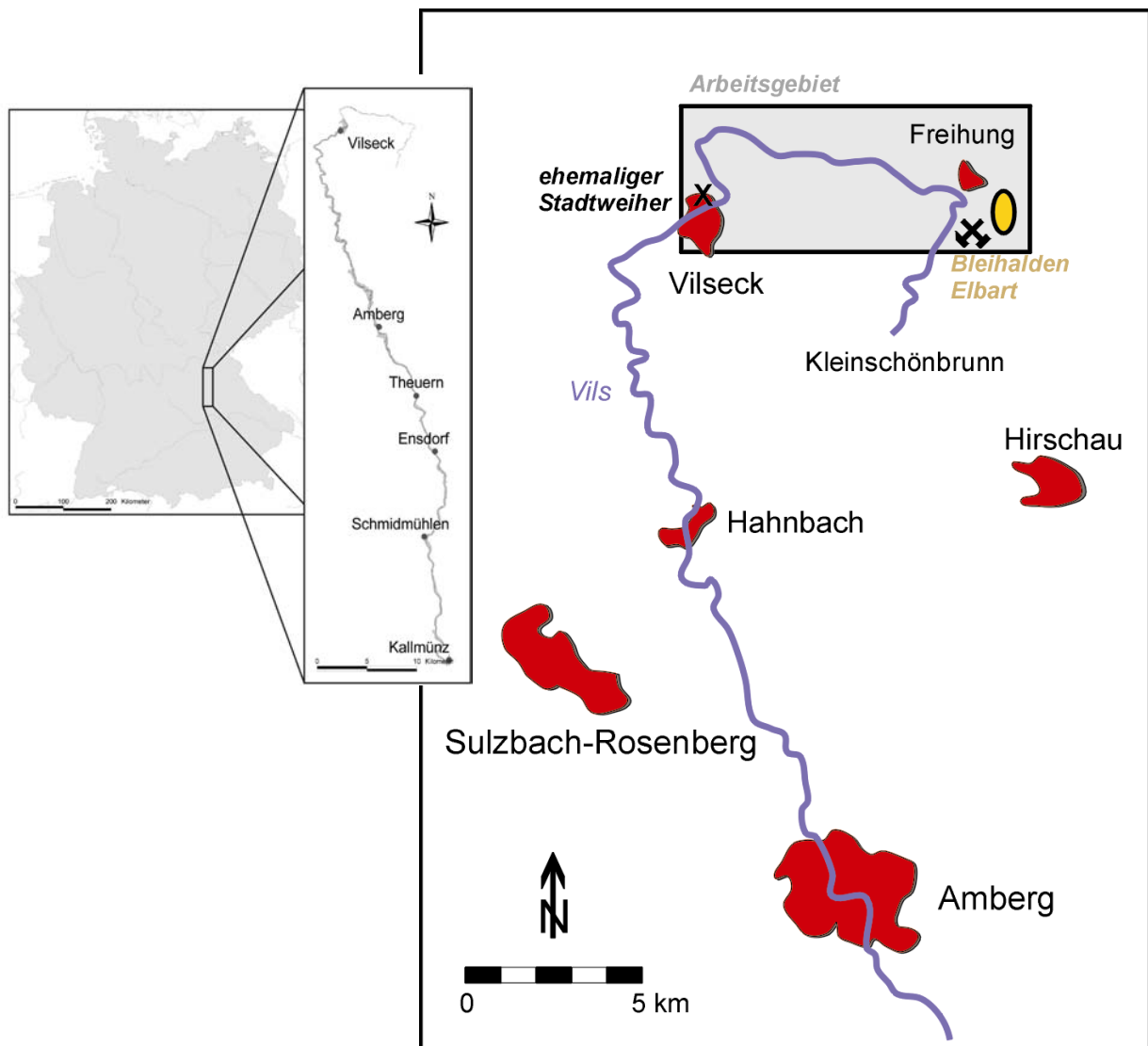


Abb. 57: Übersichtskarte mit der Lage des Arbeitsgebietes (Entwurf: N. Richard & K. Hürkamp).

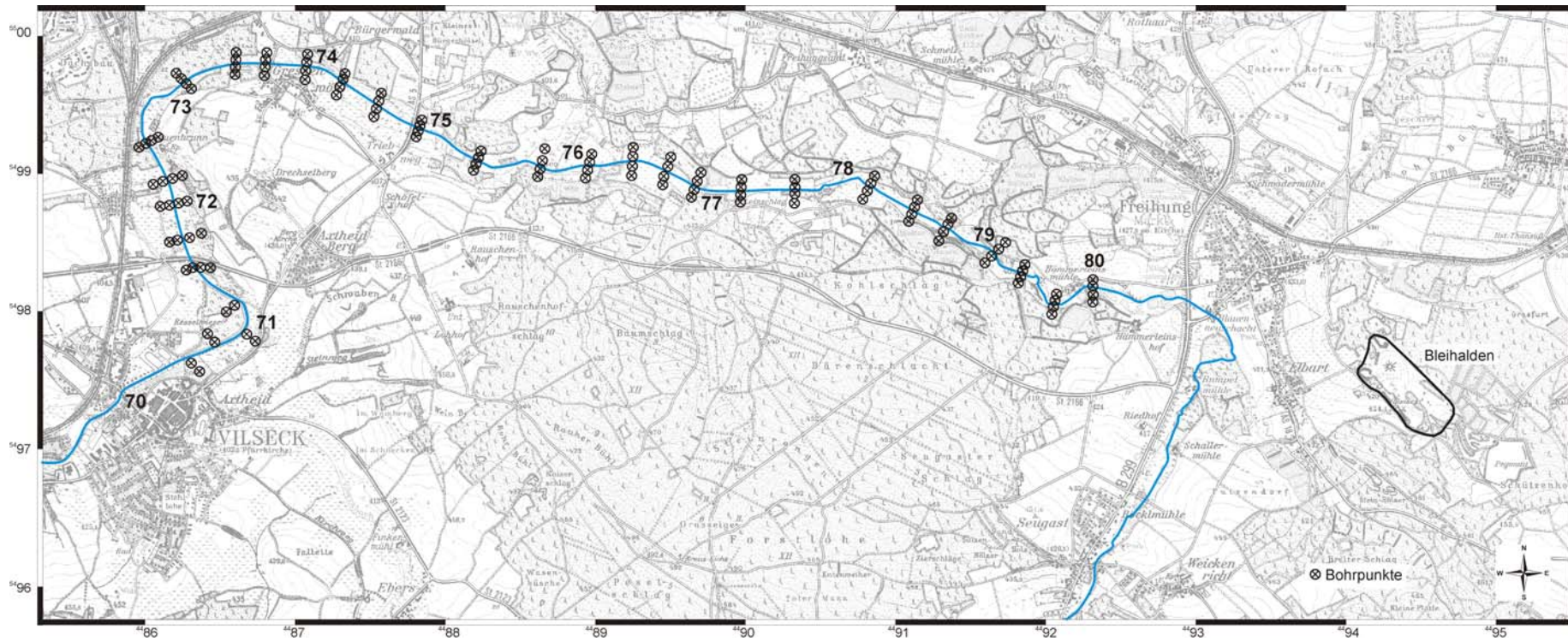


Abb. 58: Lage der Bohrpunkte (Grundlage: BLVA 1997).

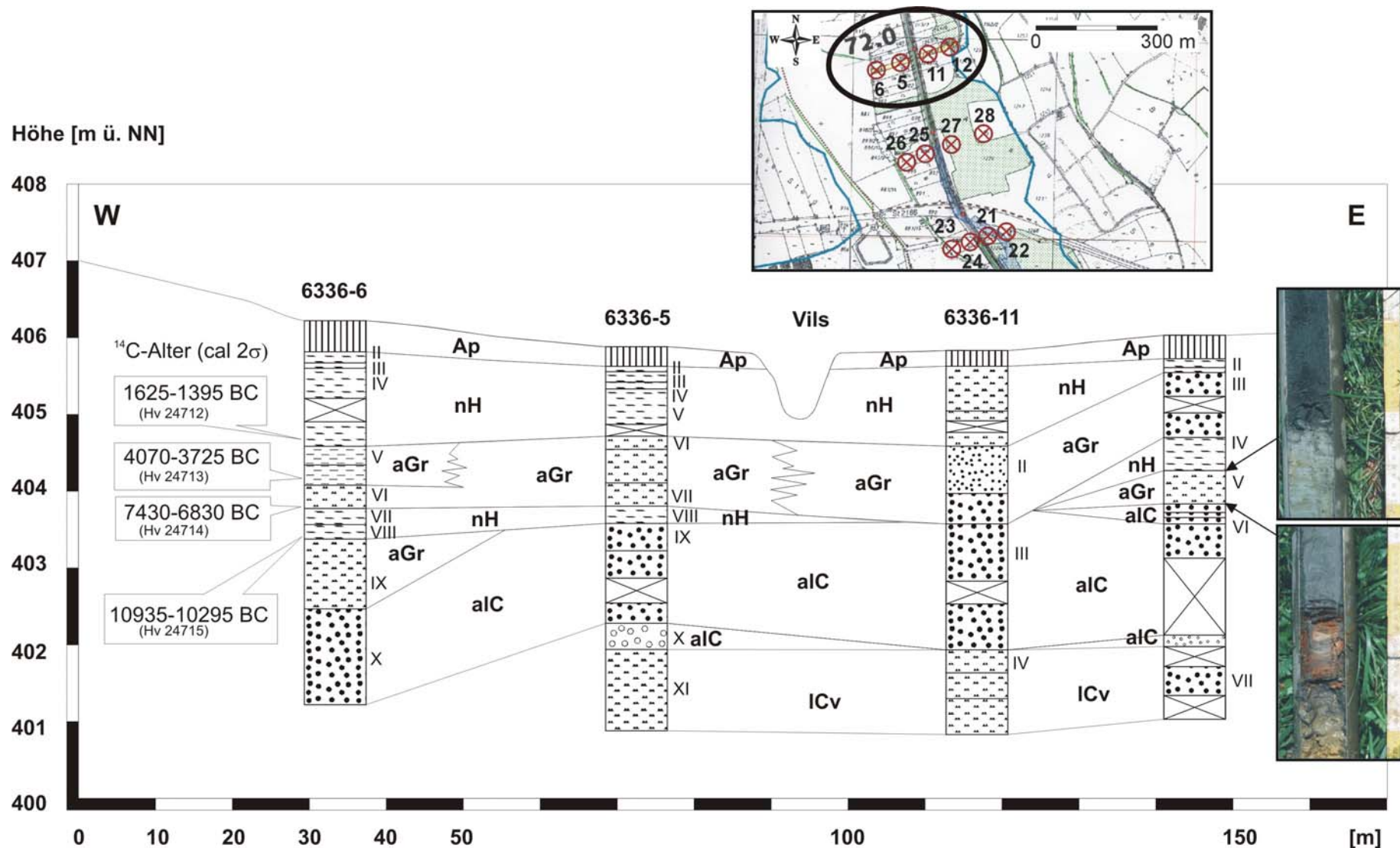


Abb. 59: Profilschnitt durch die Vilsaue bei Flußkilometer 72, 10fach überhöht. Photo oben rechts: Wechsel vom Niedermoortorf (fnH) zum mineralischen, reduzierten Auensediment (Gr). Photo unten rechts: Wechsel vom mineralischen, reduzierten Auensediment (Gr) zum liegenden Flussschotter der Vils (aIC). Zwischen beiden Schichten liegt ein 6 cm langes Holzstück.



## Bohrprofil 6336-6

**Profil-Nr.: 6336-6**

Bearbeiter:

Aufschlußart: Rammkernsondierung

K. Hürkamp (Dipl.-Geol.)

Datum: 08.08.2002

Ort: zwischen Vilseck und Frauenbrunn

TK-Nr.: 6336

FK-Nr./Flur-Nr.: NO 7108/906

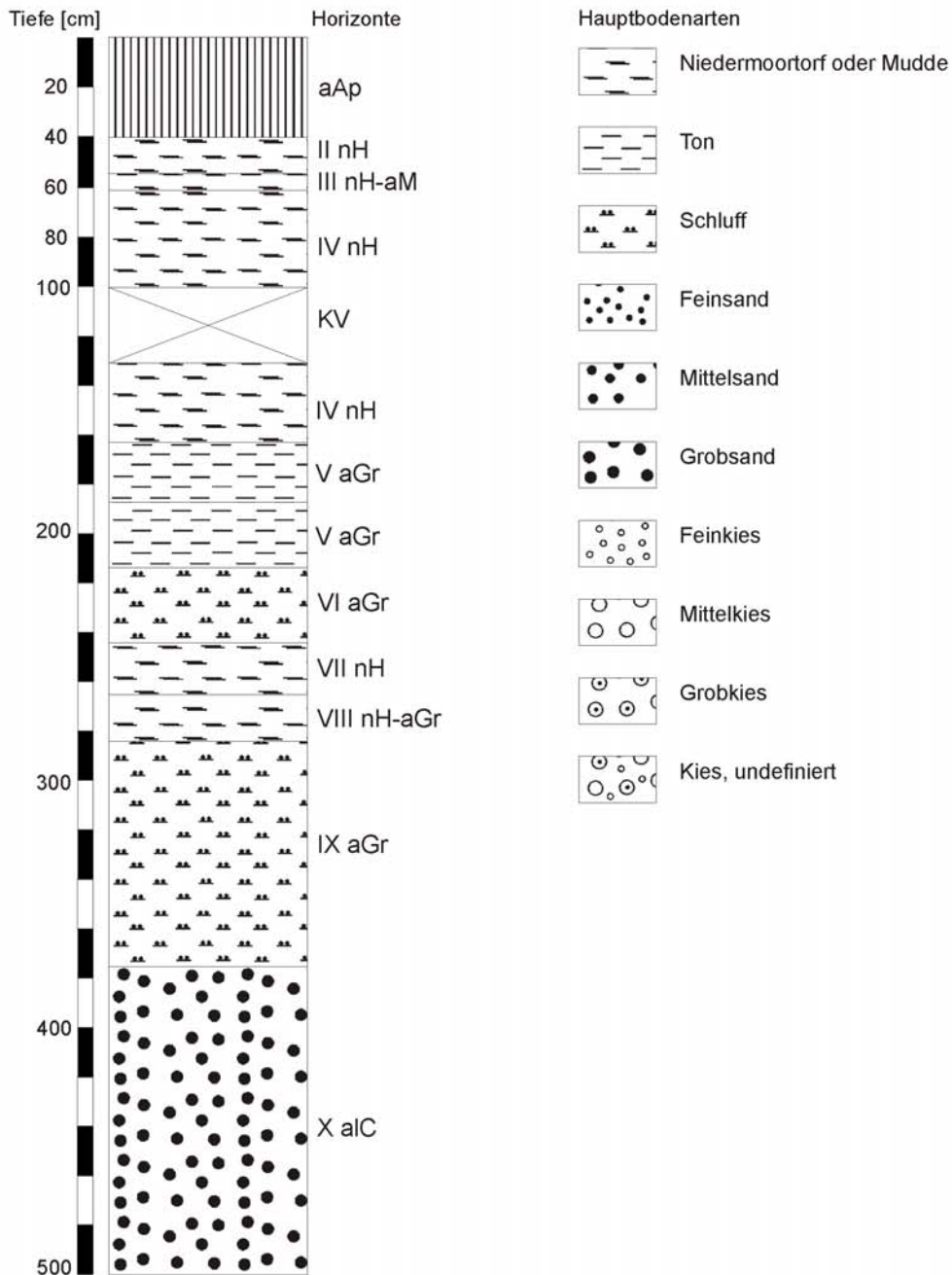


Abb. 60: Bohrprofil der Rammkernsondierung 6336-6 nördlich von Vilseck.

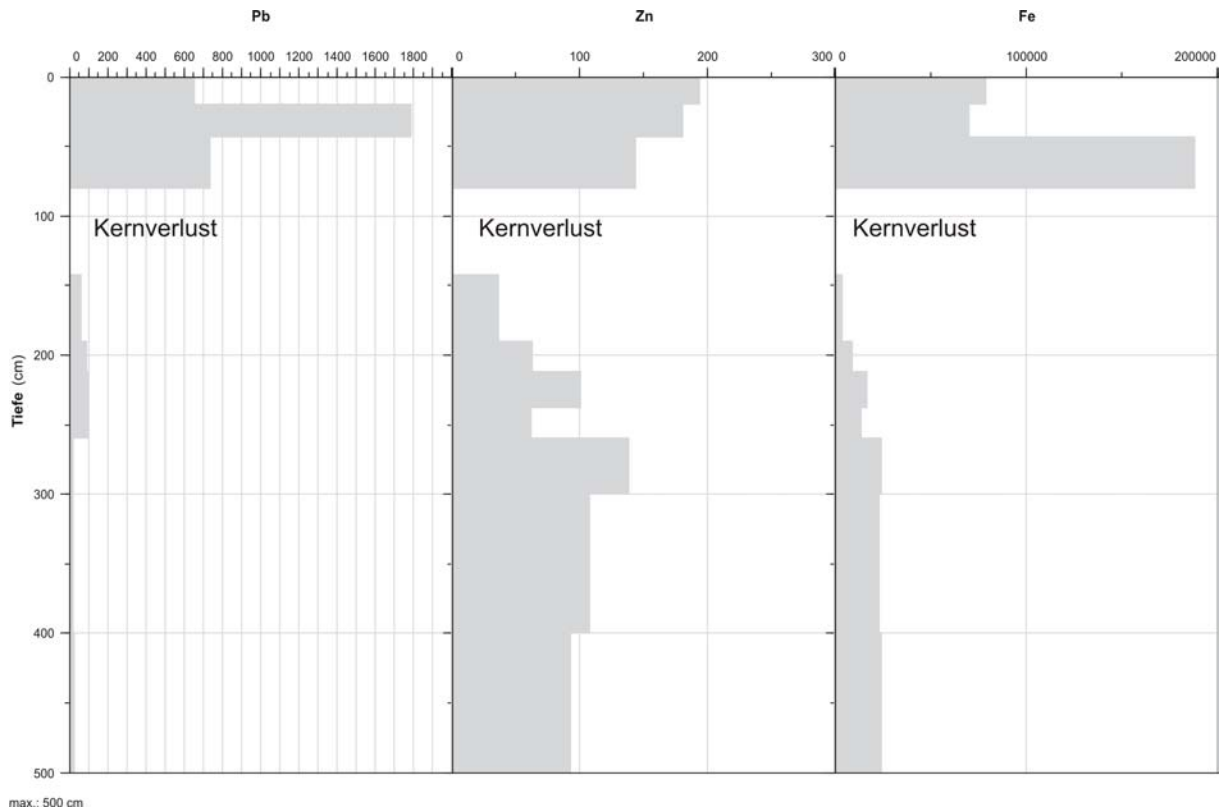


Abb. 61: Tiefenverlauf der Gehalte an Eisen, Blei und Zink im Profil 6336-3 gemäß Röntgenfluoreszenzanalyse (Niton XL722s).

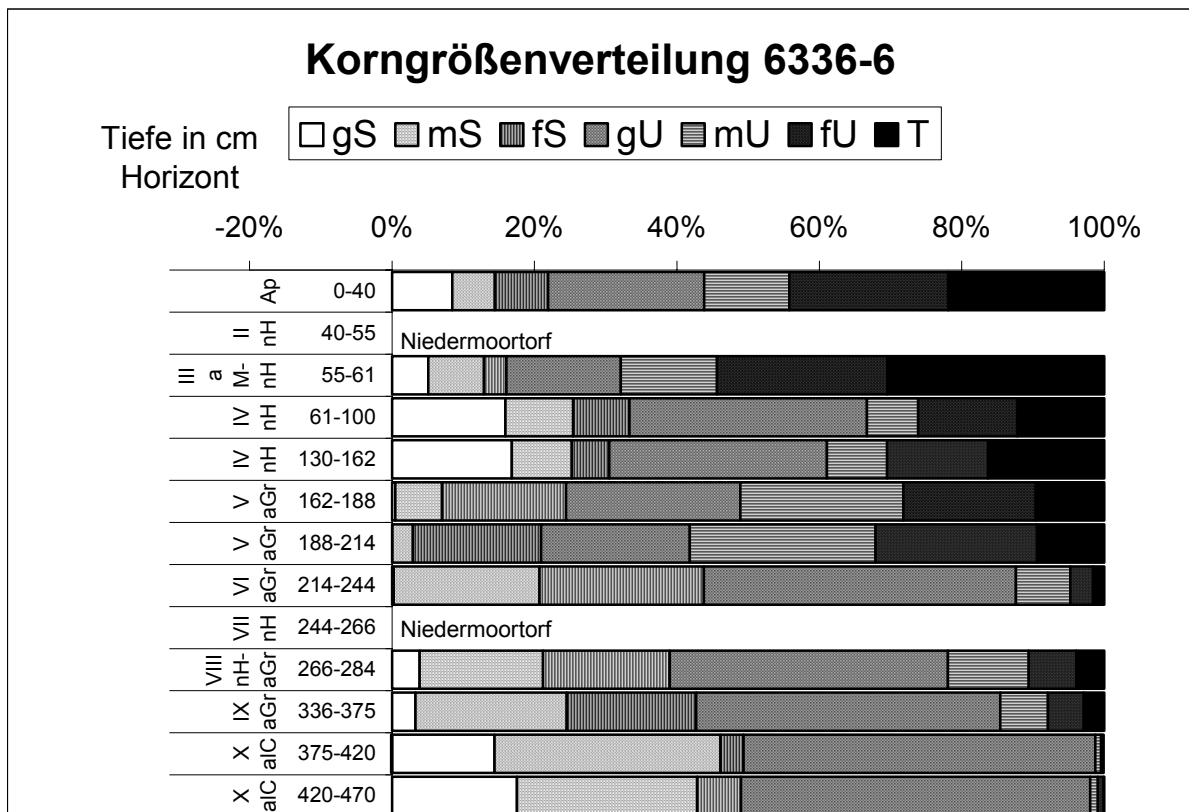


Abb. 62: Korngrößenverteilung im Profil 6336-6 nördlich von Vilseck.

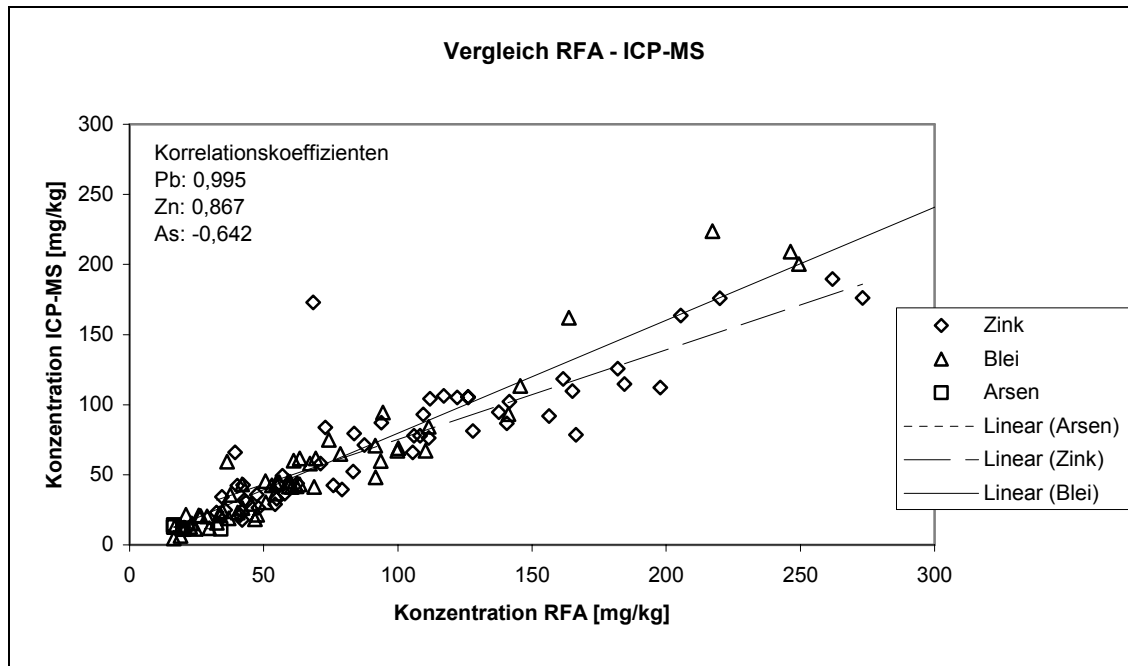


Abb. 63: Vergleich der Schwermetallgehalte zwischen den Messungen mittels ICP-MS und RFA.

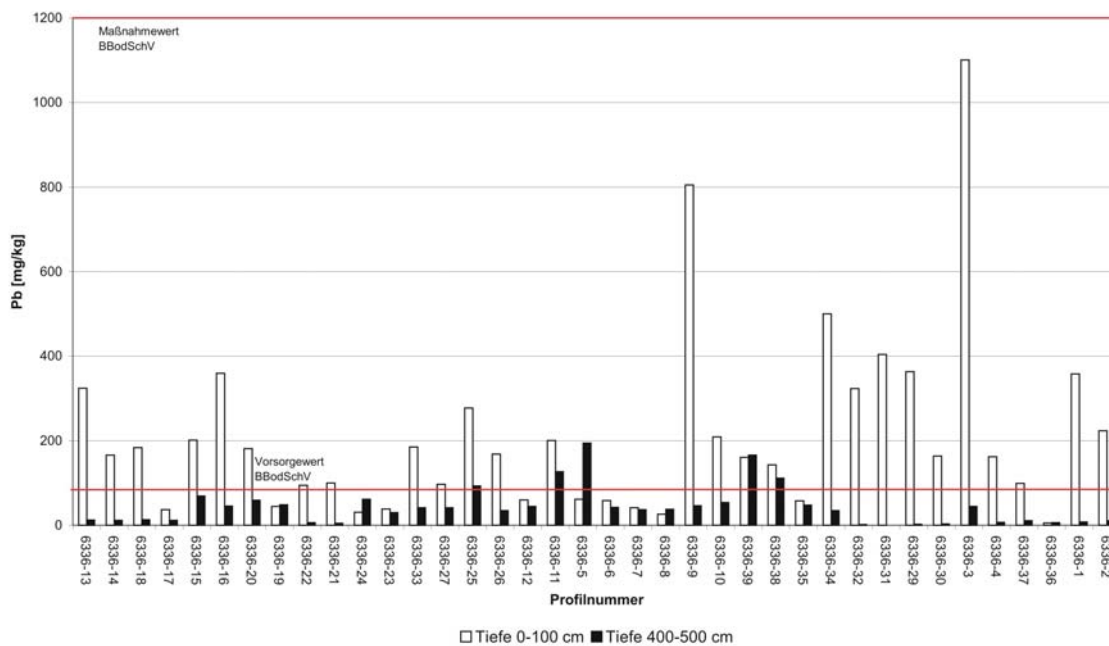


Abb. 64: Bleigehalte im Oberboden und im Anstehenden in den Bohrprofilen zwischen Vilseck und Gressenwöhr.

Hv	Probennummer	Material	Tiefe m	<sup>14</sup> C-Alter Jahre v. h.	kalibriertes Zeitinterv. cal ...
24709	6336- 3/16	Holz	1,65	930 ± 120	AD 1000 – 1245
24710	6336- 3/17	Holz	2,10	2690 ± 120	BC 925 – 790
24711	6336- 3/18	Holz	2,30	5625 ± 160	BC 4680 – 4335
24712	6336- 6/23	Holz	1,54	3225 ± 120	BC 1625 – 1395
24713	6336- 6/25	Holz	2,10	5115 ± 150	BC 4070 – 3725
24714	6336- 6/26	Torf	2,45-2,46	8190 ± 170	BC 7430 – 6830
24715	6336- 6/27	Torf	2,64-2,65	10665 ± 295	BC 10935 – 10295

Tab. 12: <sup>14</sup>C-Datierungen an Proben aus den Rammkernsondierungen im oberen Vilstal.

# Standort 3 - Hirschwald / Leidersdorf (Halt 1)

THOMAS RAAB

- Zur prähistorischen und historischen Besiedlungsgeschichte des Vilstales

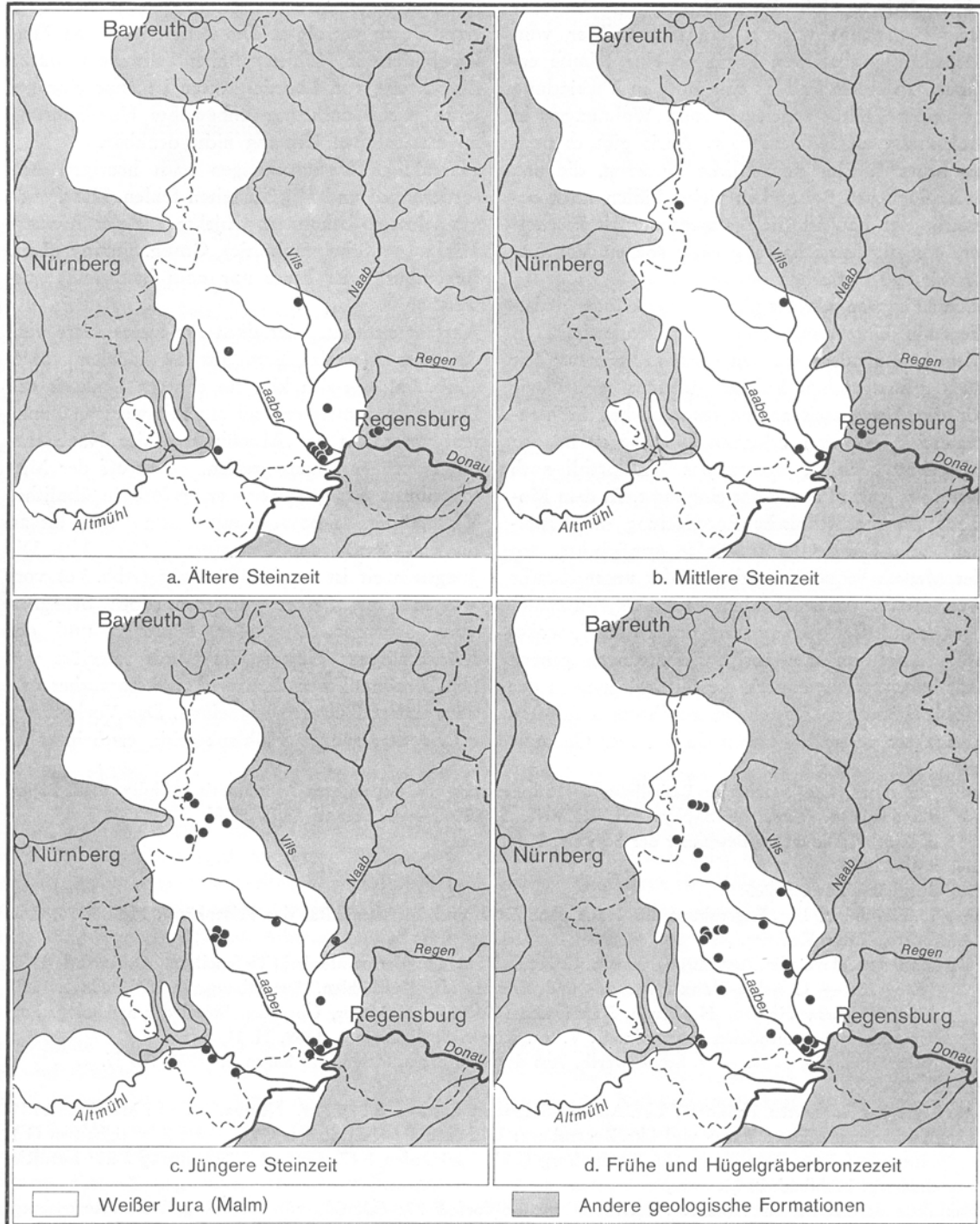


Abb. 65: Verbreitung der stein- und bronzezeitlichen Höhlenfunde in dem Gebiet der Oberpfalz vor der Gebietsreform (1972) aus STROH (1975: 32).

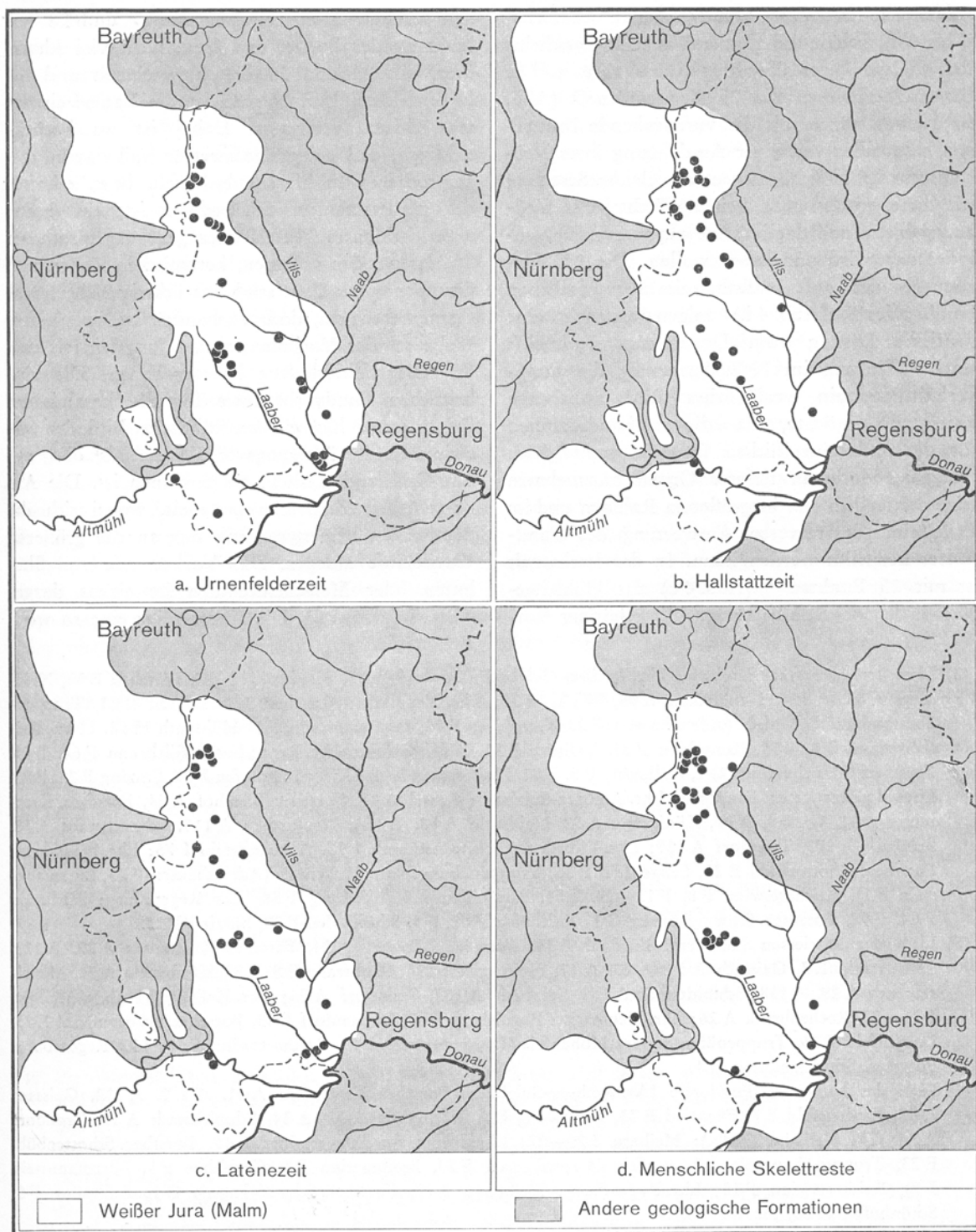


Abb. 66: Verbreitung der urnenfelder- und latènezeitlichen Höhlenfunde im Gebiet der Oberpfalz vor der Gebietsreform (1972) aus STROH (1975: 33).

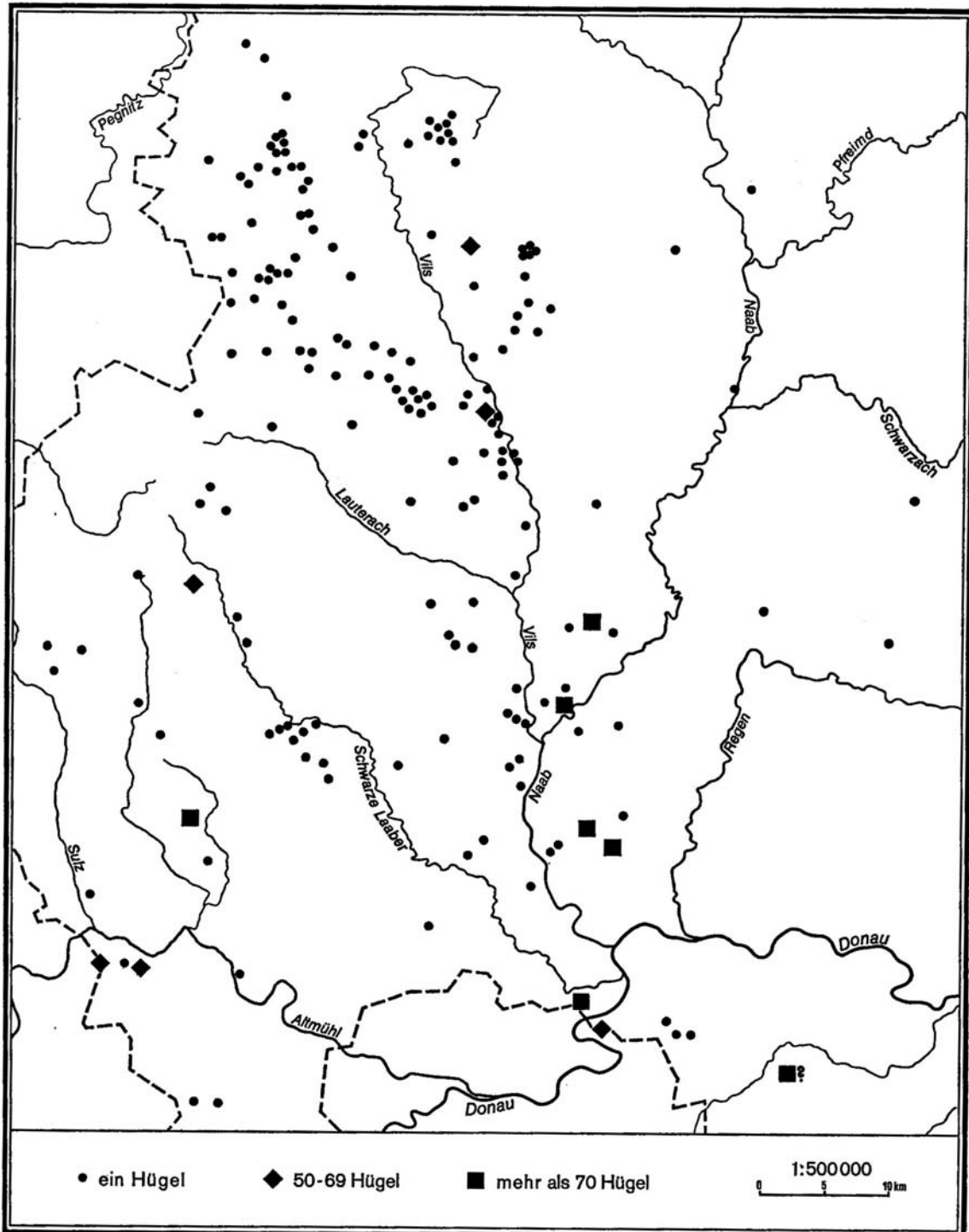


Abb. 67: Verbreitung der Einzelhügel und der extrem großen Grabhügelfelder im Gebiet der Oberpfalz vor der Gebietsreform (1972) aus STROH (1975: 39).

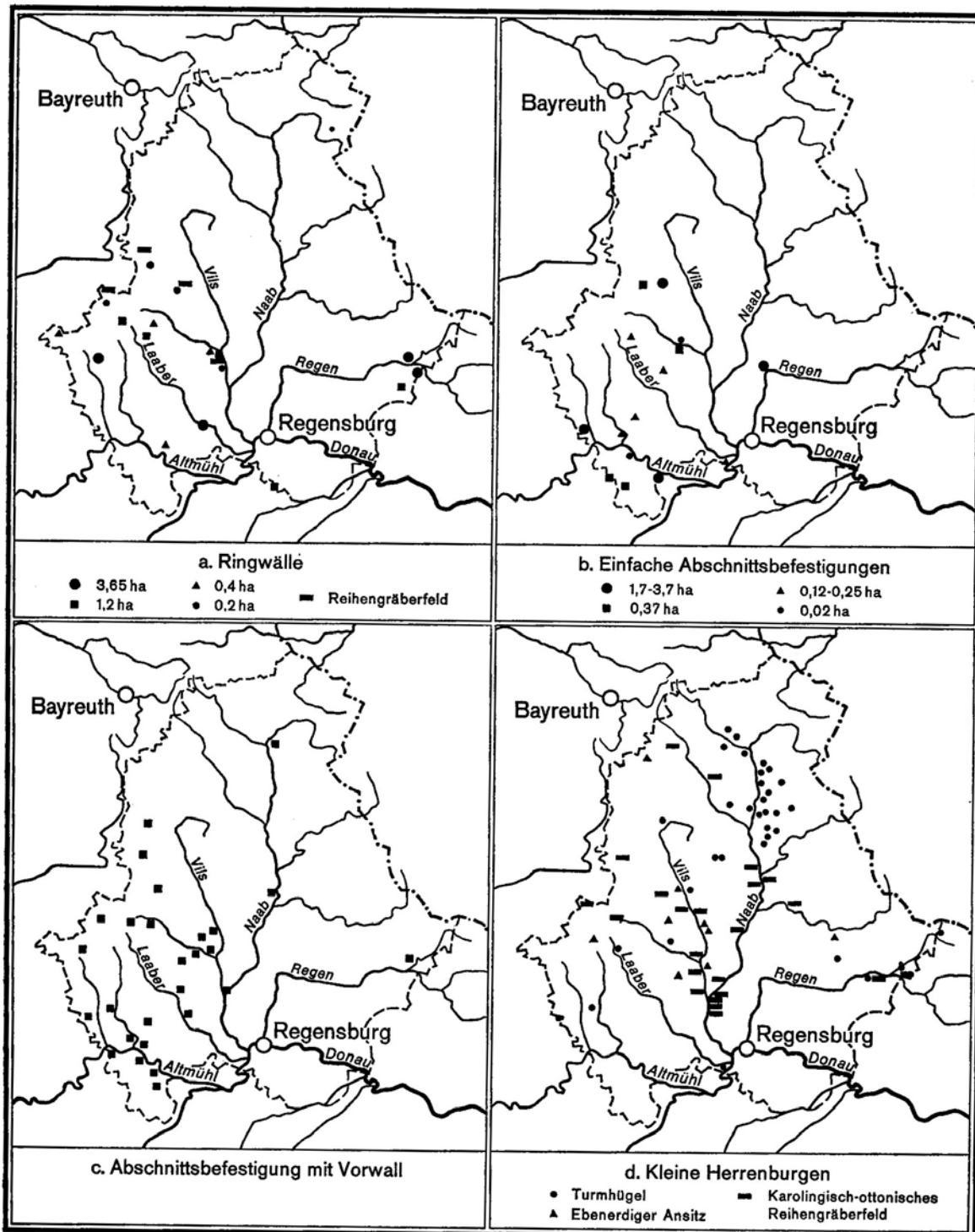


Abb. 68: Verbreitung frühmittelalterlicher Burgtypen im Gebiet der Oberpfalz vor der Gebietsreform (1972) aus STROH (1975: 59).



Abb. 69: Trichtergruben auf der Albhochfläche westlich der Vils bei Traidendorf nördlich Kallmünz.

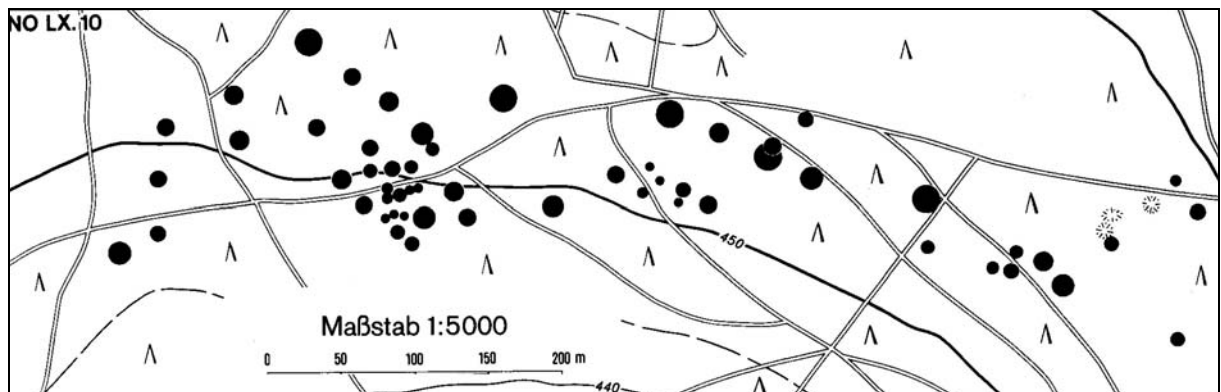


Abb. 70: Großes Grabhügelfeld mit mindestens 61 Hügeln im Hirschwald westlich von Theuern aus STROH (1975: Beilage 27).



# Abschnittsbefestigung Rieden

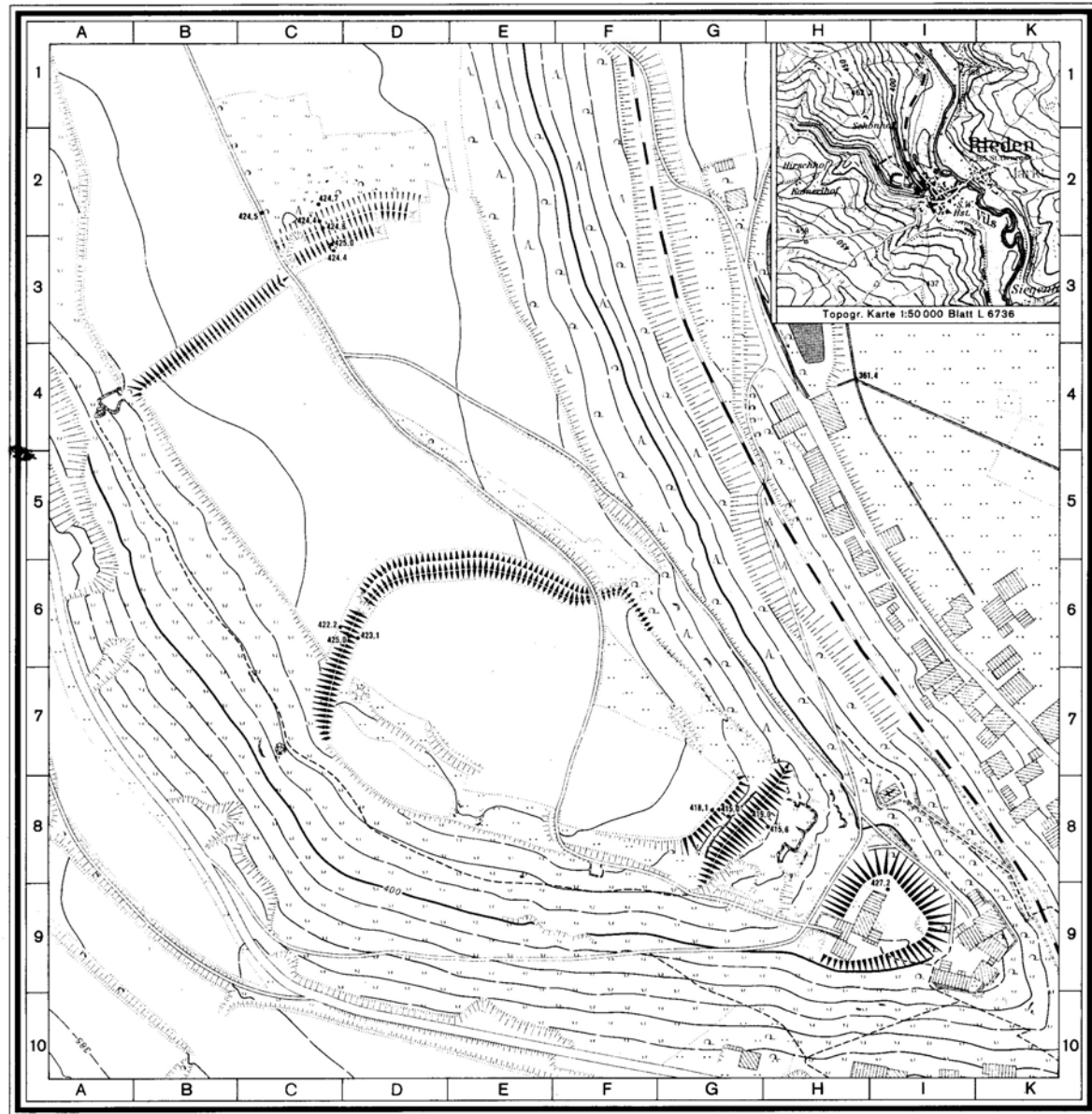
Beilage 9

Rieden 2 (Gde. Rieden) Ldkr. Amberg-Weizbach

Mitte der Abschnittsbefestigung 12°56,3' östl. Länge von Greenwich  
und 49°19,6' nördlich. Breite

Flurkarte NO LVII.12

A. Stroh, Inventar Oberpfalz



Topogr. Aufnahme: Bayer. Landesvermessungsamt (M. Kirmaier) 1956

Maßstab 1:2500

0 25 50 75 100 m

Herausgegeben vom Bayer. Landesamt für Denkmalpflege,  
Abteilung für Vor- und Frühgeschichte 1974  
Archäologische Redaktion: A. Stroh

Abb. 71: Topographische Plankarte der Abschnittsbefestigung Rieden aus STROH (1975: Beilage 9).



Abb. 72: Blick über das Vilstal nach Nordwesten auf den Riedener Schlossberg. Im Vordergrund markiert die Grenze der Neuschneedecke den Maximalstand des Januarhochwassers 2003 (Aufnahme vom 05.01.2003).



Abb. 73: Blick über den Konfluenzbereich von Naab (rechts) und Vils (links) auf den Kallmünzer Schlossberg während des Januarhochwassers 2003 (Aufnahme vom 05.01.2003).

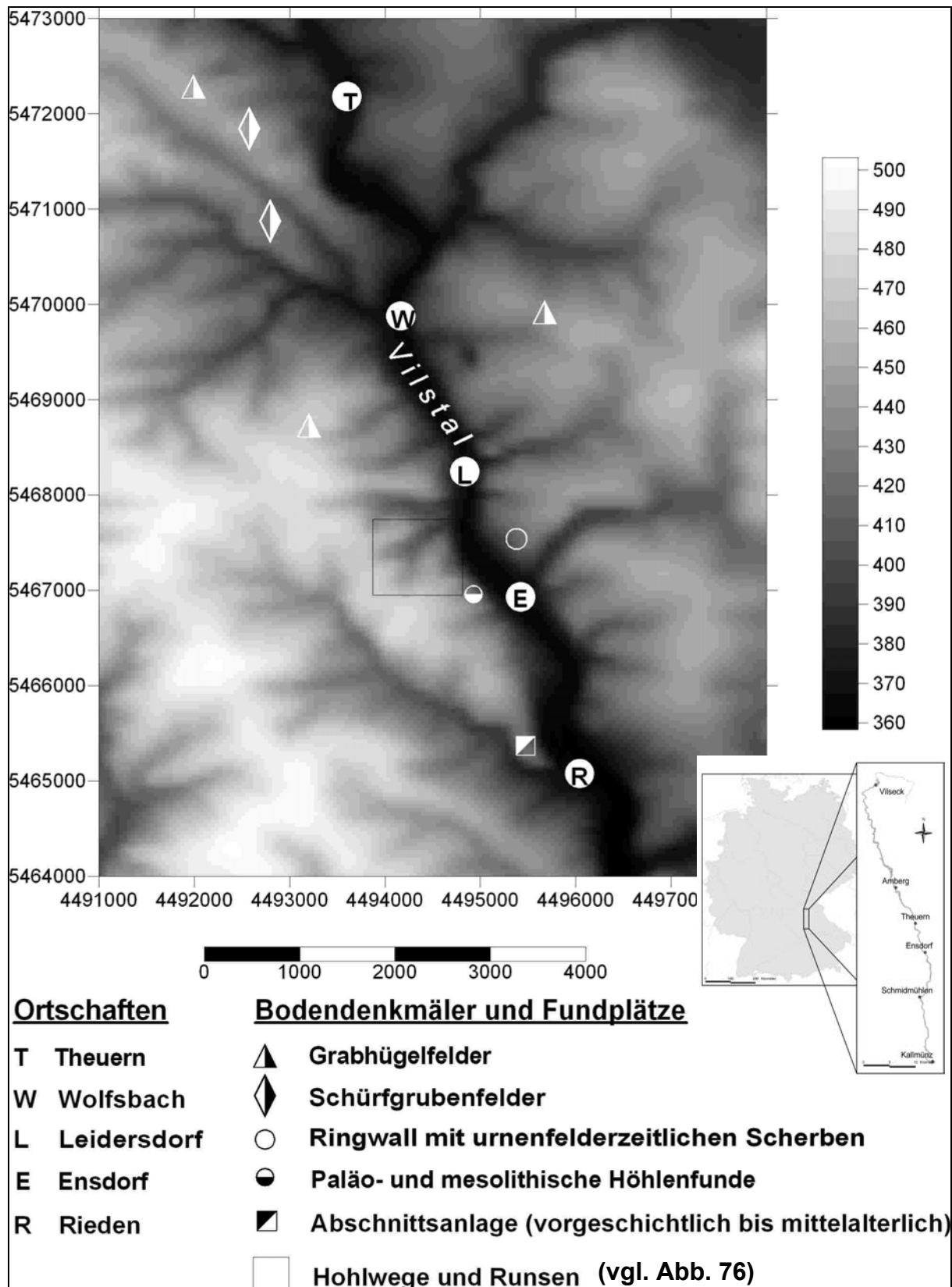


Abb. 74: Relief sowie ausgewählte Besiedlungs- und Nutzungsrelikte im Vilstal zwischen Theuern und Rieden (Datengrundlage: DGM25 des BLVA, Nutzungserlaubnis vom 15.10.2002, Az.: VM 3820 B – 3094; Entwurf: T. Raab, N. Richard & S. Beckmann).

## Standort 3 - Hirschwald / Leidersdorf (Halt 2)

THOMAS RAAB, SABINE BECKMANN & JÖRG VÖLKEL

### 1. Bodenerosionsformen und Kolluvien im Hirschwald südlich von Amberg

Die räumliche Trennung von Erzlagerstätten, Meilerplätzen und Weiterverarbeitung machte den Ausbau eines entsprechenden Transportwesens notwendig: Die Eisenerze mußten aus den Bergwerken, die Holzkohlen aus den Wäldern zu den Hämmern transportiert werden. Aufgrund der jahrhundertelangen Erz-, Eisen- und Holzkohletransporte entwickelten sich besondere 'Arzt-', 'Eysen-' und 'Kohlstraßen', auf denen die genannten Produkte bevorzugt transportiert wurden (RESS 1950: 92). Die tief ausgefahrenen Straßen sind heute als Hohlwege zu verfolgen und belegen, daß auch der Transport mit erheblichen landschafts- bzw. reliefverändernden Auswirkungen verbunden war. Die Hohlwege dokumentieren eine vorwiegend lineare Erosion, ausgelöst durch die Zerstörung der Vegetation und die starke Verdichtung des Bodens auf den mit schweren Fuhrwerken befahrenen Wegen. Beides - Zerstörung der Vegetation und Kompaktion des Bodens - hatte einen erhöhten Oberflächenabfluß zur Folge, wobei die Wege, die in der Regel nicht künstlich befestigt waren, Leitbahnen des oberflächlichen Abflusses und damit auch der linienhaften Erosion darstellten. Die Folge war eine progrediente Eintiefung der Wege, so daß sie schließlich nicht mehr befahrbar waren und in unmittelbarer Nähe neu angelegt wurden.

Im Hirschwald südlich von Amberg sind mehrere Hohlwegsysteme vorhanden, die über West-Ost verlaufende Täler auf das Vilstal eingestellt sind (Abb. 75 & 76). Im Rahmen der Exkursion wird die Umgestaltung der Böden und quartären Lockersedimente im Bereich eines dieser Erosionssysteme vorgestellt (Abb. 77, 78, 79 sowie Tab. 13 bis 18).

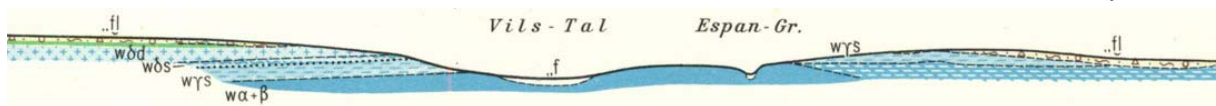
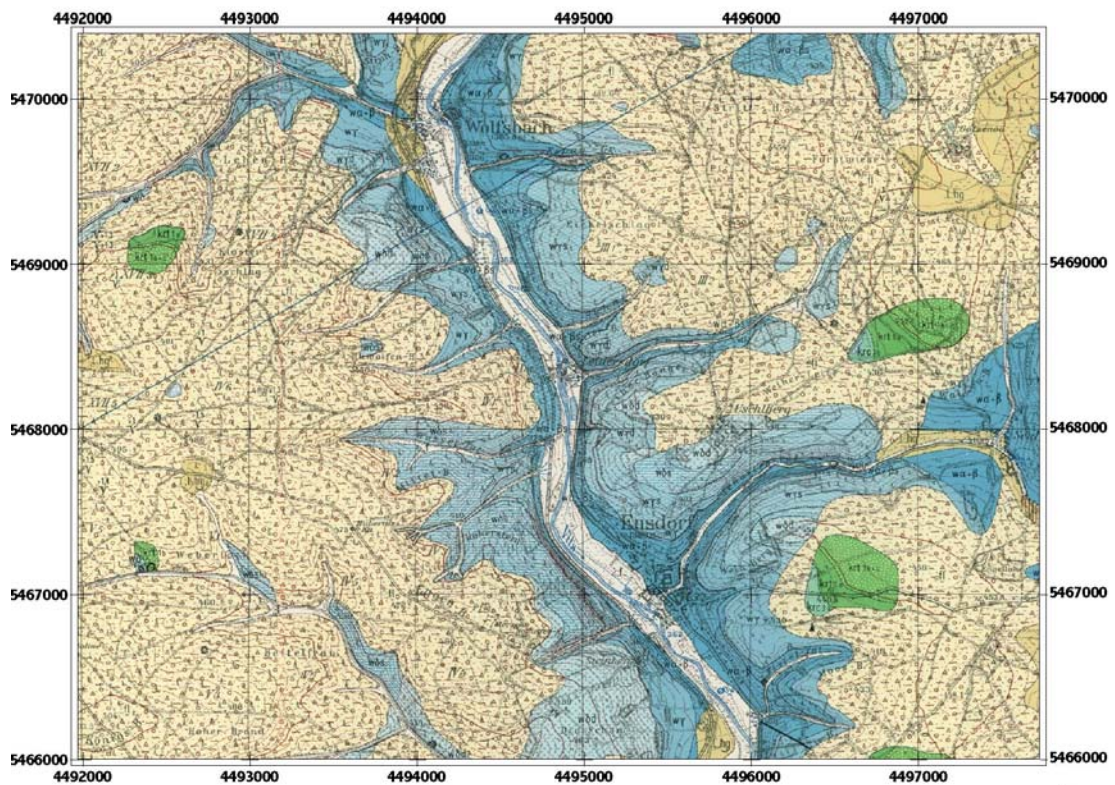
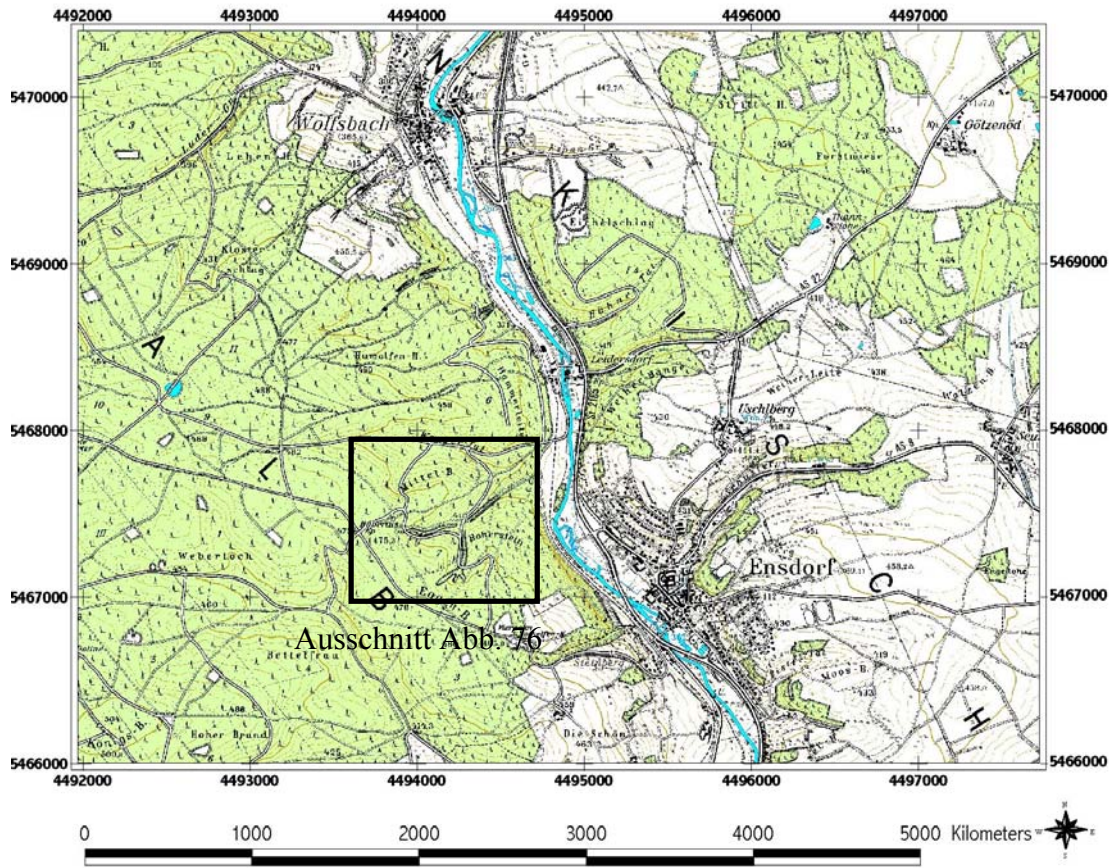


Abb. 75: Ausschnitte aus der TK 25 und GK 25, Blatt 6637 Rieden (Entwurf: S. Beckmann).

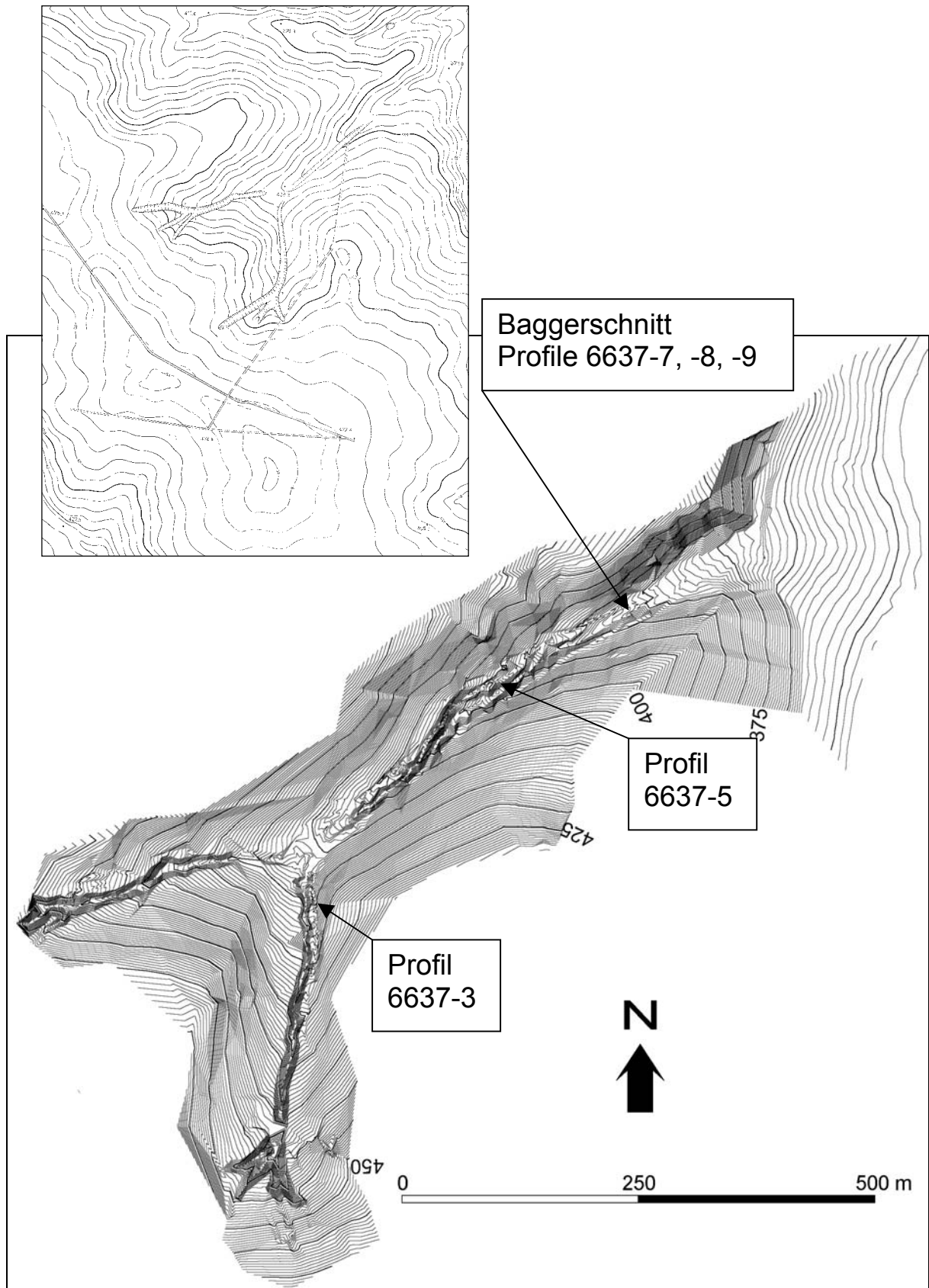
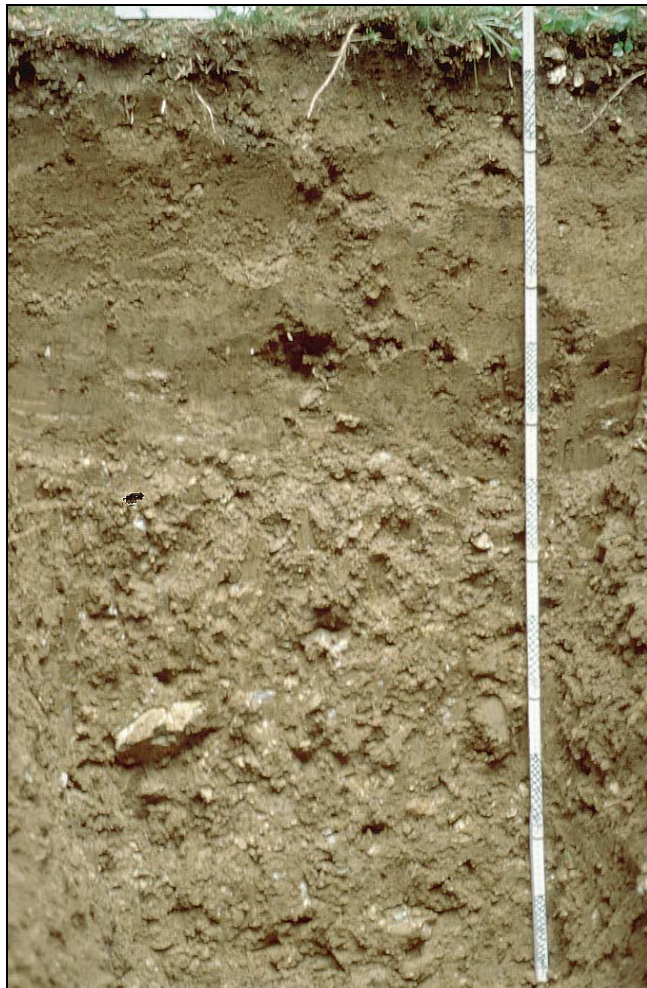


Abb. 76: 50 cm-Isohypsenkarte eines Erosionssystems im Hirschwald südwestlich von Leidersdorf basierend auf einer tachymetrischen Aufnahme mit der Lage der Profile (Entwurf: T. Raab).



**0-60 cm Kolluvium**  
 0-10 cm Ahl  
 10-16 cm Al  
 16-60 cm Al+Bt

**<sup>14</sup>C-Alter (HK, 60 cm Tiefe):**

**750-170 a cal BC (Hv 24367)**  
**790-380 a cal BC (Hv 24368)**

**60-124 cm Fließerde**  
 60-90 cm II fBt  
 90-97 cm ICv-Bt  
 97-124 cm Bt-ICv

Abb. 77: Profil 6637-5. Ansicht und Kurzbeschreibung.

**Profil 6637-5**  
**Bodenanalytische Standardwerte**

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %										Boden-art	pH (H2O)	pH (CaCl2)	CaCO3 %	Munsell Farbe	C %	org.S %
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T								
1	Ahl [M]	0-10	2,7	3,0	4,3	5,9	13,2	25,0	24,9	10,4	60,3	26,5	Lu	4,5	3,55	-	10 YR 3/4	2,5	4,3	
2	Al [M]	10-16	14,7	3,9	4,4	5,5	13,9	24,9	22,9	10,9	58,6	27,5	Lu	4,66	3,64	-	7.5 YR 4/6	0,8	1,4	
3	Al+Bt [M]	16-26	8,0	3,5	4,0	5,4	13,0	22,8	22,5	10,8	56,1	31,0	Tu3	5	3,90	-	7.5 YR 4/6	0,6	1,0	
4	Al+Bt [M]	26-36	7,5	2,8	4,0	5,5	12,3	22,7	22,7	10,5	56,0	31,7	Tu3	5,32	4,13	-	7.5 YR 4/6	0,6	1,0	
5	Al+Bt [M]	36-44	6,3	2,5	3,3	5,0	10,9	23,8	24,2	10,3	58,3	30,9	Tu3	5,5	4,31	-	7.5 YR 4/6	0,5	0,8	
6	Al+Bt [M]	44-52	9,5	2,6	3,1	5,0	10,7	24,4	19,0	13,8	57,3	32,1	Tu3	5,84	4,53	-	7.5 YR 4/6	0,4	0,8	
7	Al+Bt [M]	52-60	13,8	3,0	3,8	4,5	11,3	27,6	21,4	9,3	58,3	30,4	Tu3	5,86	4,61	-	7.5 YR 4/6	0,4	0,7	
8	II fBt	60-70	34,5	10,4	6,0	5,8	22,2	22,3	17,6	5,9	45,8	32,1	Lt2	6,05	4,83	-	7.5 YR 4/6	0,3	0,6	
9	II fBt	70-80	32,7	9,5	6,9	6,4	22,7	20,8	13,2	6,7	40,7	36,6	Lt3	6,47	5,20	5,70	7.5 YR 4/6	0,3	0,5	
10	II fBt	80-90	30,4	11,2	9,9	6,0	27,2	19,4	12,1	5,6	37,0	35,8	Lt3	7,01	5,84	6,27	7.5 YR 4/6	0,3	0,4	
11	II ICv-Bt	90-97	21,6	9,1	9,9	7,1	26,1	22,0	12,8	6,4	41,2	32,7	Lt2	7,6	6,78	6,64	7.5 YR 4/6	0,2	0,3	
12	II Bt-ICv	97-106	27,8	11,1	10,3	7,3	28,8	24,1	14,9	6,4	45,4	25,9	Lt2	7,91	7,06	7,00	7.5 YR 4/6	0,2	0,4	
13	II Bt-ICv	106-115	32,4	15,1	10,5	4,5	30,1	16,3	15,2	7,0	38,6	31,4	Lt2	8,12	7,18	6,99	7.5 YR 5/6	0,3	0,4	
14	II Bt-ICv	115-124	41,7	9,4	6,4	4,0	19,7	20,1	18,2	7,7	46,1	34,2	Lt2	8,15	7,18	8,44	7.5 YR 4/6	0,4	0,6	
15	III ICv	124-134	32,4	10,3	8,1	5,4	23,9	25,7	19,1	6,4	51,3	24,9	Lu	8,08	7,29	8,14	7.5 YR 5/6	0,3	0,4	
16	III ICv	134-144	15,0	5,7	4,2	3,6	13,4	28,3	23,5	7,1	58,9	27,7	Lu	8,03	7,26	9,72	7.5 YR 5/6	0,2	0,4	

Tab. 13: Profil 6637-5. Bodenanalytische Standardparameter.

Profil 6637-5

Effektive Kationenaustauschkapazität (mmol/100g)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	K		N a		M g		C a		A l		F e		M n		KAK (mmol)	Basen-sättigung
			mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%		
1	AhI [M]	0-10	0,11	1,48	0,04	0,50	0,37	4,81	1,95	25,52	5,02	65,65	0,01	0,13	0,15	1,91	7,65	32,30
2	Al [M]	10-16	0,12	1,57	0,02	0,23	0,30	4,06	1,52	20,27	5,42	72,40	0,00	0,04	0,11	1,43	7,48	26,13
3	Al+Bt [M]	16-26	0,17	2,28	0,06	0,76	0,74	9,64	3,59	46,85	3,01	39,31	0,00	0,02	0,09	1,14	7,66	59,53
4	Al+Bt [M]	26-36	0,20	2,62	0,04	0,51	1,14	15,12	4,78	63,71	1,28	17,11	0,00	0,04	0,07	0,88	7,51	81,97
5	Al+Bt [M]	36-44	0,23	3,02	0,06	0,78	1,24	16,46	5,23	69,49	0,72	9,63	0,00	0,00	0,05	0,62	7,52	89,75
6	Al+Bt [M]	44-52	0,25	3,04	0,04	0,43	1,42	17,32	6,14	75,14	0,30	3,66	0,01	0,10	0,03	0,31	8,18	95,93
7	Al+Bt [M]	52-60	0,25	2,98	0,07	0,83	1,35	16,17	6,40	76,69	0,25	2,97	0,00	0,02	0,03	0,34	8,35	96,67
8	II fBt	60-70	0,26	2,83	0,05	0,50	1,32	14,31	7,42	80,44	0,16	1,68	0,00	0,03	0,02	0,20	9,23	98,09
9	II fBt	70-80	0,32	2,87	0,06	0,52	1,45	13,09	9,14	82,70	0,08	0,68	0,01	0,09	0,01	0,05	11,05	99,18
10	II fBt	80-90	0,31	2,61	0,07	0,59	1,30	10,95	10,17	85,67	0,02	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00	11,88	99,82
11	II ICv-Bt	90-97	0,31	1,85	0,07	0,41	1,10	6,55	15,32	90,99	0,03	0,17	0,00	0,03	0,00	0,00	16,83	99,80
12	II Bt-ICv	97-106	0,33	2,08	0,14	0,86	0,98	6,15	14,50	90,76	0,02	0,15	0,00	0,01	0,00	0,00	15,98	99,85
13	II Bt-ICv	106-115	0,34	2,00	0,15	0,91	0,95	5,62	15,45	91,22	0,04	0,21	0,01	0,03	0,00	0,00	16,94	99,75
14	II Bt-ICv	115-124	0,32	1,71	0,05	0,29	1,13	6,12	16,87	91,49	0,07	0,37	0,00	0,02	0,00	0,00	18,44	99,61
15	III ICv	124-134	0,25	1,64	0,04	0,29	0,89	5,97	13,70	91,57	0,08	0,51	0,00	0,02	0,00	0,00	14,96	99,47
16	III ICv	134-144	0,27	1,72	0,06	0,39	0,96	6,18	14,14	91,30	0,05	0,35	0,01	0,05	0,00	0,00	15,49	99,59

Tab. 14: Profil 6637-5. Effektive Kationenaustauschkapazität.

Profil 6637-5

Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan												Fe <sub>p</sub> /Fe <sub>d</sub>
			Pyrophosphat			Oxalat			Dithionit			Gesamtgehalt			
			% Fe <sub>p</sub>	% Al <sub>p</sub>	% Mn <sub>p</sub>	% Fe <sub>o</sub>	% Al <sub>o</sub>	% Mn <sub>o</sub>	% Fe <sub>d</sub>	% Al <sub>d</sub>	% Mn <sub>d</sub>	% Fe	% Al	% Mn	
1	AhI [M]	0-10	0,10	0,11	0,006	0,12	0,05	0,020	1,06	0,15	0,005	1,27	0,31	0,031	0,11
2	Al [M]	10-16	0,06	0,09	0,005	0,15	0,07	0,042	1,38	0,16	0,006	1,58	0,32	0,053	0,11
3	Al+Bt [M]	16-26	0,05	0,07	0,002	0,16	0,08	0,073	1,63	0,18	0,007	1,83	0,33	0,083	0,10
4	Al+Bt [M]	26-36	0,03	0,05	0,002	0,18	0,08	0,089	1,55	0,17	0,041	1,76	0,31	0,132	0,12
5	Al+Bt [M]	36-44	0,02	0,04	0,001	0,18	0,08	0,098	1,46	0,16	0,008	1,66	0,28	0,107	0,13
6	Al+Bt [M]	44-52	0,02	0,04	0,001	0,18	0,08	0,088	1,48	0,17	0,015	1,68	0,29	0,104	0,12
7	Al+Bt [M]	52-60	0,01	0,02	0,001	0,14	0,08	0,085	1,49	0,16	0,007	1,65	0,27	0,093	0,10
8	II fBt	60-70	0,01	0,02	0,001	0,14	0,09	0,103	1,80	0,20	0,014	1,95	0,31	0,118	0,08
9	II fBt	70-80	0,01	0,02	0,000	0,14	0,10	0,094	1,74	0,20	0,009	1,88	0,32	0,103	0,08
10	II fBt	80-90	0,01	0,01	0,000	0,10	0,08	0,081	1,92	0,20	0,034	2,03	0,29	0,115	0,05
11	II ICv-Bt	90-97	0,00	0,01	0,000	0,12	0,09	0,093	1,71	0,19	0,012	1,83	0,29	0,106	0,07
12	II Bt-ICv	97-106	0,00	0,01	0,000	0,10	0,08	0,084	1,54	0,17	0,010	1,64	0,26	0,094	0,06
13	II Bt-ICv	106-115	0,00	0,01	0,000	0,10	0,08	0,085	1,57	0,17	0,025	1,67	0,26	0,110	0,06
14	II Bt-ICv	115-124	0,00	0,01	0,000	0,08	0,08	0,046	1,46	0,18	0,020	1,54	0,26	0,067	0,05
15	III ICv	124-134	0,00	0,01	0,000	0,05	0,05	0,057	1,32	0,12	0,010	1,38	0,18	0,067	0,04
16	III ICv	134-144	0,00	0,01	0,000	0,06	0,07	0,051	1,30	0,14	0,010	1,36	0,22	0,062	0,05

Tab. 15: Profil 6637-5. Gehalte der pedogenen Oxide.





<b>0-20 cm</b>	<b>Kolluvium</b>
0-4 cm	Ah
4-20 cm	Al
<b>20-40 cm</b>	<b>Kolluvium</b>
20-40 cm	II Bt
<b>40-106 cm</b>	<b>Kolluvium</b>
40-106 cm	III Bt
<b><i><sup>14</sup>C-Alter (HK, 90 cm Tiefe):</i></b>	
<b><i>865-525 a cal BC (Hv 24369)</i></b>	
<b><i>1525-1210 a cal BC (Hv 24370)</i></b>	
<b>106-145 cm</b>	<b>Fließerde</b>
106-145 cm	IV fBt
<b>145-168+ cm</b>	<b>Fließerde</b>
145-168 cm	V fBt

Abb. 78: Profil 6637-3. Ansicht und Kurzbeschreibung.

**Profil 6637-3**  
**Bodenanalytische Standardwerte**

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %										Boden-art	pH (H2O)	pH (CaCl2)	CaCO3 %	Munsell Farbe	C %	org.S %
				gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T								
1	Ah [M]	0-4	11,0	4,5	6,1	10,2	20,9	29,3	21,6	9,7	60,6	18,5	Lu	4,07	3,33	-	10 YR 3/3	2,5	4,3	
2	Al [M]	4-12	30,7	8,4	6,4	9,5	24,4	26,4	21,8	7,8	56,0	19,6	Lu	4,35	3,66	-	10 YR 5/6	1,1	2,0	
3	Al [M]	12-20	32,1	7,7	6,0	9,2	22,9	24,7	20,7	9,4	54,8	22,3	Lu	4,76	3,87	-	10 YR 4/6	0,8	1,4	
4	II Bt [M]	20-30	7,0	2,0	2,9	6,3	11,2	25,3	25,5	10,5	61,3	27,5	Lu	5,96	5,03	-	10 YR 4/4	0,8	1,4	
5	II Bt [M]	30-40	4,3	2,5	2,2	4,9	9,7	27,1	23,8	11,5	62,4	28,0	Lu	6,07	5,10	-	10 YR 5/4	0,7	1,1	
6	III Bt [M]	40-51	8,8	2,5	2,3	4,9	9,8	23,1	21,5	9,9	54,5	35,7	Tu3	6,47	5,58	-	10 YR 5/6	0,5	0,8	
7	III Bt [M]	51-62	10,7	2,9	2,6	4,9	10,4	24,4	22,6	9,8	56,7	32,8	Tu3	6,79	5,81	-	7.5 YR 4/4	0,5	0,8	
8	III Bt [M]	62-73	6,4	2,3	2,9	5,4	10,6	22,7	23,9	11,0	57,7	31,7	Tu3	6,9	5,86	-	7.5 YR 4/4	0,6	1,0	
9	III Bt [M]	73-84	9,4	2,4	2,6	5,2	10,2	24,8	24,5	10,8	60,2	29,6	Lu	7,14	6,07	-	10 YR 4/4	0,5	0,8	
10	III Bt [M]	84-95	4,7	3,2	3,2	4,8	11,3	28,4	24,3	10,7	63,3	25,4	Lu	7,26	6,11	-	10 YR 4/6	0,4	0,7	
11	III Bt [M]	95-106	10,6	4,2	3,3	4,9	12,4	29,9	23,6	10,3	63,8	23,8	Lu	7,19	6,07	-	10 YR 4/6	0,3	0,5	
12	IV fBt	106-116	13,8	3,5	2,4	4,0	9,9	32,2	21,8	8,2	62,2	27,8	Lu	7,16	6,10	-	10 YR 4/6	0,3	0,5	
13	IV fBt	116-126	10,9	1,6	1,8	3,2	6,6	31,7	14,4	10,4	56,5	36,9	Tu3	7,23	6,19	-	7.5 YR 5/6	0,2	0,4	
14	IV fBt	126-136	0,2	1,3	1,5	2,2	5,0	12,3	33,0	10,8	56,1	39,0	Tu3	7,2	6,24	-	7.5 YR 4/6	0,3	0,5	
15	IV fBt	136-145	2,8	1,8	1,8	3,1	6,7	27,2	21,2	9,3	57,7	35,6	Tu3	7,25	6,32	-	7.5 YR 4/6	0,2	0,3	
16	V fBt	145-168	23,5	18,4	9,4	2,9	30,8	8,0	8,3	6,1	22,4	46,8	TI	7,61	6,86	-	7.5 YR 4/6	0,3	0,5	

Tab. 16 Profil 6637-3. Bodenanalytische Standardparameter.

Profil 6637-3

Effektive Kationenaustauschkapazität (mmol/100g)

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	K		N a		M g		C a		A l		F e		M n		KAK (mmol)	Basen-sättigung
			mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%	mmol	%		
1	Ah [M]	0-4	0,11	1,69	0,03	0,45	0,15	2,37	0,60	9,50	5,19	81,75	0,25	4,00	0,02	0,25	6,35	14,00
2	Al [M]	4-12	0,09	1,71	0,00	0,04	0,06	1,20	0,08	1,52	5,01	93,41	0,05	1,02	0,06	1,10	5,36	4,48
3	Al [M]	12-20	0,12	2,40	0,05	0,98	0,15	2,94	0,59	11,43	4,11	79,93	0,00	0,00	0,12	2,33	5,15	17,74
4	II Bt [M]	20-30	0,19	2,59	0,03	0,47	0,58	7,88	6,43	87,06	0,10	1,39	0,00	0,03	0,04	0,57	7,39	98,00
5	II Bt [M]	30-40	0,21	2,79	0,03	0,43	0,55	7,30	6,62	87,51	0,11	1,44	0,01	0,15	0,03	0,38	7,56	98,03
6	III Bt [M]	40-51	0,33	2,91	0,07	0,61	0,84	7,37	10,11	88,49	0,06	0,52	0,00	0,01	0,01	0,09	11,43	99,38
7	III Bt [M]	51-62	0,30	2,87	0,07	0,66	0,76	7,29	9,28	89,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	10,42	99,94
8	III Bt [M]	62-73	0,25	2,67	0,03	0,30	0,69	7,31	8,46	89,16	0,05	0,50	0,00	0,03	0,00	0,03	9,49	99,45
9	III Bt [M]	73-84	0,24	2,67	0,04	0,48	0,66	7,30	8,01	88,66	0,07	0,74	0,01	0,13	0,00	0,01	9,03	99,12
10	III Bt [M]	84-95	0,21	2,71	0,04	0,51	0,56	7,21	6,94	89,39	0,01	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02	7,77	99,83
11	III Bt [M]	95-106	0,22	2,92	0,03	0,44	0,57	7,49	6,67	87,76	0,08	1,01	0,03	0,36	0,00	0,00	7,60	98,62
12	IV fBt	106-116	0,32	3,48	0,06	0,64	0,78	8,57	7,94	86,88	0,04	0,41	0,00	0,01	0,00	0,00	9,13	99,57
13	IV fBt	116-126	0,37	3,62	0,04	0,43	0,87	8,49	8,94	87,20	0,02	0,23	0,00	0,03	0,00	0,00	10,25	99,75
14	IV fBt	126-136	0,43	3,85	0,04	0,34	0,91	8,25	9,61	86,87	0,07	0,59	0,01	0,09	0,00	0,00	11,06	99,31
15	IV fBt	136-145	0,46	3,87	0,05	0,46	0,94	7,92	10,23	86,48	0,11	0,96	0,04	0,30	0,00	0,01	11,83	98,73
16	V fBt	145-168	0,67	3,67	0,09	0,47	1,22	6,76	16,12	89,02	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	18,11	99,93

Tab. 17: Profil 6637-3. Effektive Kationenaustauschkapazität.

Profil 6637-3

Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Sequentielle Extraktion von pedogenem Eisen, Aluminium und Mangan												Fe <sub>p</sub> /Fe <sub>d</sub>
			Pyrophosphat			Oxalat			Dithionit			Gesamtgehalt			
			% Fe <sub>p</sub>	% Al <sub>p</sub>	% Mn <sub>p</sub>	% Fe <sub>o</sub>	% Al <sub>o</sub>	% Mn <sub>o</sub>	% Fe <sub>d</sub>	% Al <sub>d</sub>	% Mn <sub>d</sub>	% Fe	% Al	% Mn	
1	Ah [M]	0-4	0,12	0,08	0,000	0,10	0,05	0,004	0,54	0,17	0,006	0,76	0,30	0,011	0,18
2	Al [M]	4-12	0,06	0,08	0,003	0,16	0,06	0,020	0,67	0,13	0,023	0,89	0,27	0,045	0,23
3	Al [M]	12-20	0,04	0,08	0,006	0,17	0,09	0,073	0,87	0,14	0,038	1,09	0,30	0,117	0,20
4	II Bt [M]	20-30	0,03	0,04	0,003	0,14	0,08	0,078	1,00	0,15	0,009	1,18	0,27	0,091	0,14
5	II Bt [M]	30-40	0,03	0,02	0,003	0,12	0,08	0,077	1,11	0,17	0,010	1,25	0,26	0,089	0,11
6	III Bt [M]	40-51	0,02	0,03	0,002	0,09	0,09	0,069	1,55	0,20	0,030	1,66	0,32	0,101	0,06
7	III Bt [M]	51-62	0,01	0,02	0,002	0,12	0,11	0,083	1,49	0,19	0,007	1,62	0,32	0,091	0,08
8	III Bt [M]	62-73	0,01	0,02	0,002	0,10	0,09	0,072	1,38	0,18	0,023	1,49	0,30	0,097	0,07
9	III Bt [M]	73-84	0,01	0,02	0,002	0,15	0,11	0,096	1,16	0,18	0,006	1,32	0,31	0,104	0,13
10	III Bt [M]	84-95	0,01	0,02	0,001	0,16	0,10	0,097	1,02	0,15	0,011	1,19	0,26	0,109	0,16
11	III Bt [M]	95-106	0,01	0,02	0,000	0,18	0,10	0,105	1,06	0,15	0,012	1,25	0,27	0,117	0,17
12	IV fBt	106-116	0,00	0,01	0,000	0,14	0,10	0,071	1,27	0,17	0,009	1,41	0,27	0,081	0,11
13	IV fBt	116-126	0,01	0,01	0,001	0,12	0,10	0,050	1,40	0,18	0,007	1,53	0,29	0,057	0,09
14	IV fBt	126-136	0,01	0,01	0,001	0,11	0,09	0,050	1,49	0,17	0,007	1,60	0,28	0,058	0,08
15	IV fBt	136-145	0,01	0,01	0,000	0,12	0,10	0,059	1,41	0,17	0,007	1,53	0,28	0,066	0,08
16	V fBt	145-168	0,01	0,02	0,000	0,14	0,13	0,108	1,76	0,20	0,012	1,90	0,35	0,121	0,08

Tab. 18: Profil 6637-3. Gehalte der pedogenen Oxide.

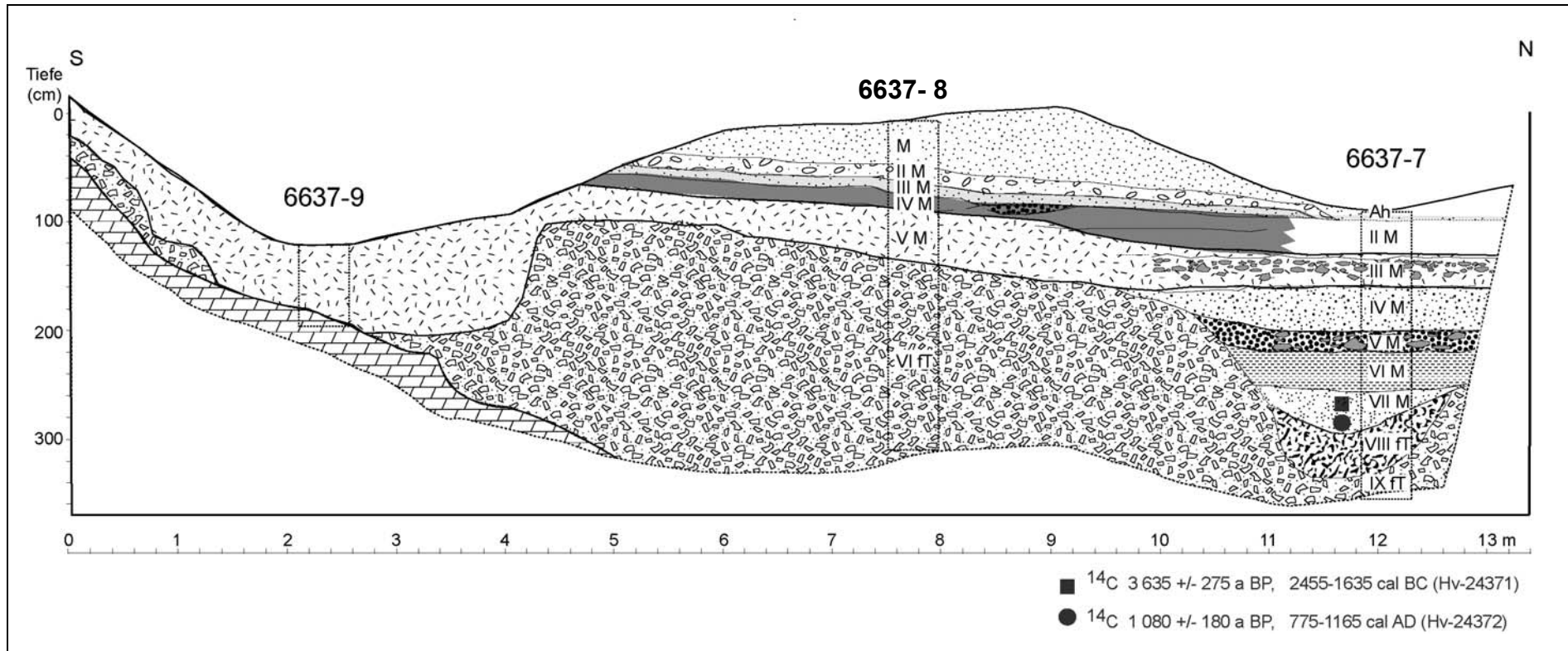


Abb. 79: Pedologisch-sedimentologischer Querschnitt durch das Hohlwegsystem bei Leidersdorf.

## Standort 3 - Hirschwald / Leidersdorf (Halt 3)

SABINE BECKMANN, THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKE

- Untersuchung von Auensedimenten und Kolluvien als Geoarchive im Umfeld des historischen Hammerwerkstandortes Leidersdorf an der Vils/Opf.

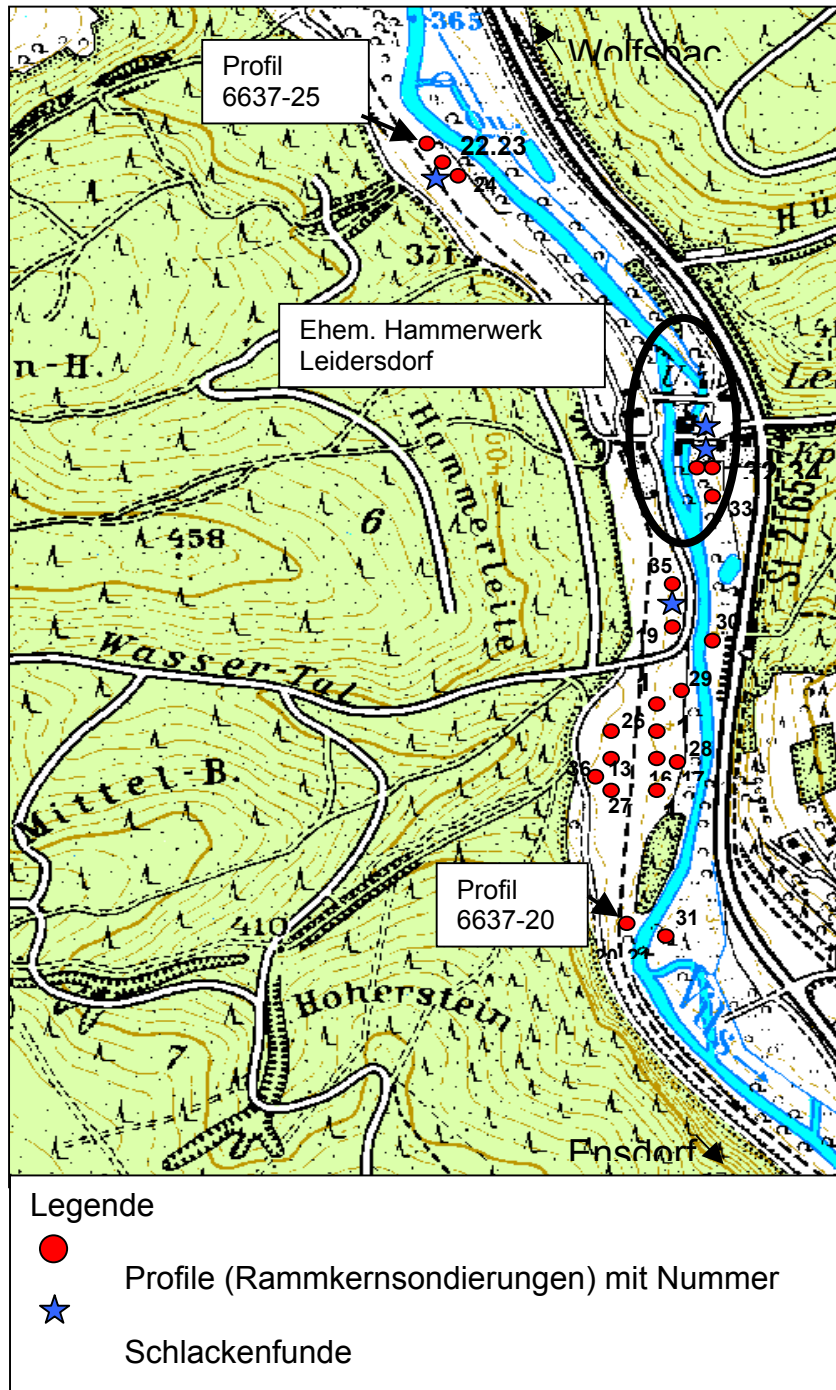


Abb. 80: Lage der Profile im Vilstal beim ehemaligen Hammerwerk Leidersdorf (Datengrundlage:

TK 25, Rieden; Entwurf: S. Beckmann).

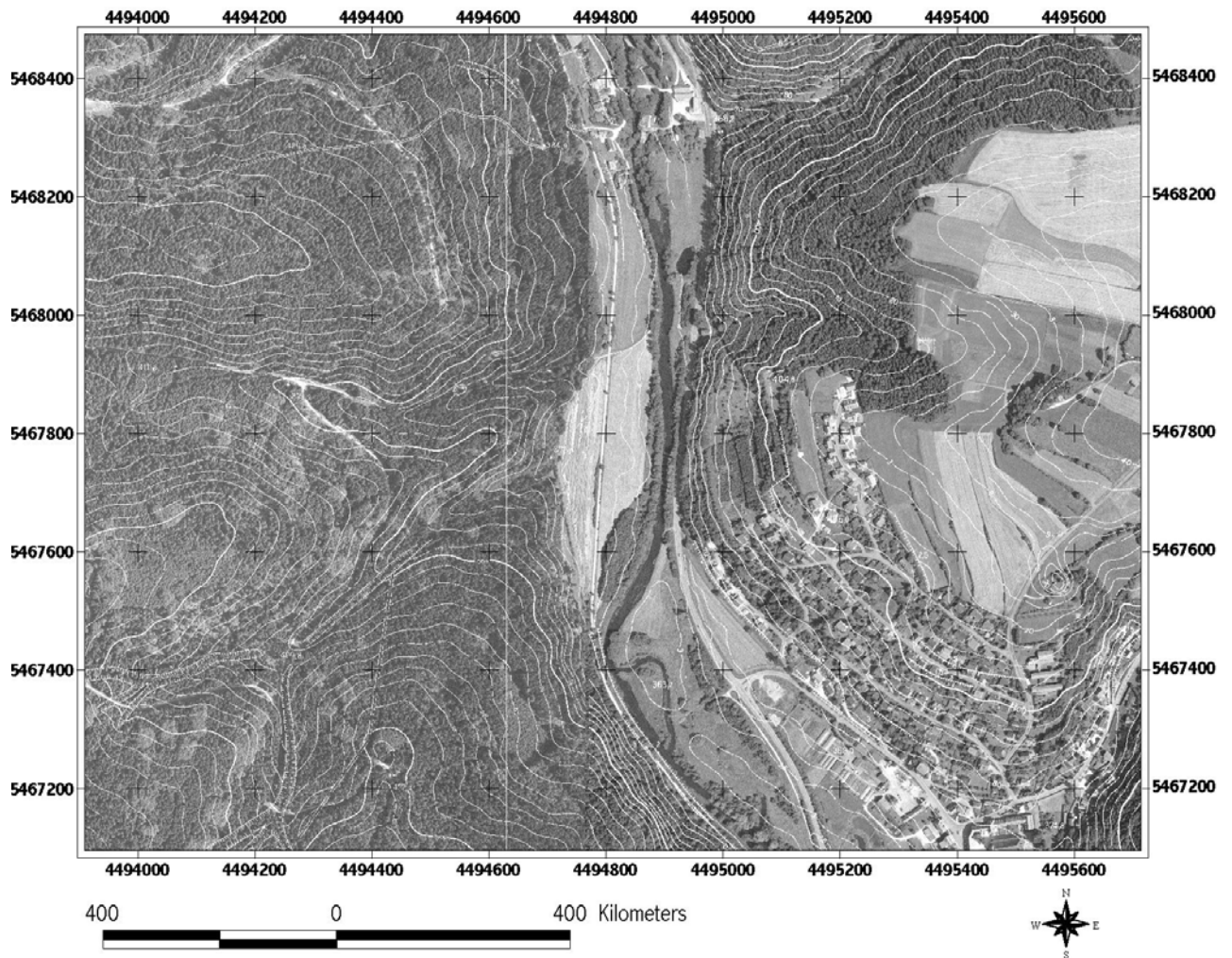


Abb. 81: Digitale Orthophotos mit Höhenlinien der digitalen Flurkarte (NO 5811, NO 5812). Untersuchungsgebiet zwischen Leidersdorf und Ensdorf (Datengrundlage: DGM25 des BLVA, Nutzungserlaubnis vom 15.10.2002, Az.: VM 3820 B – 3094; Entwurf: S. Beckmann).

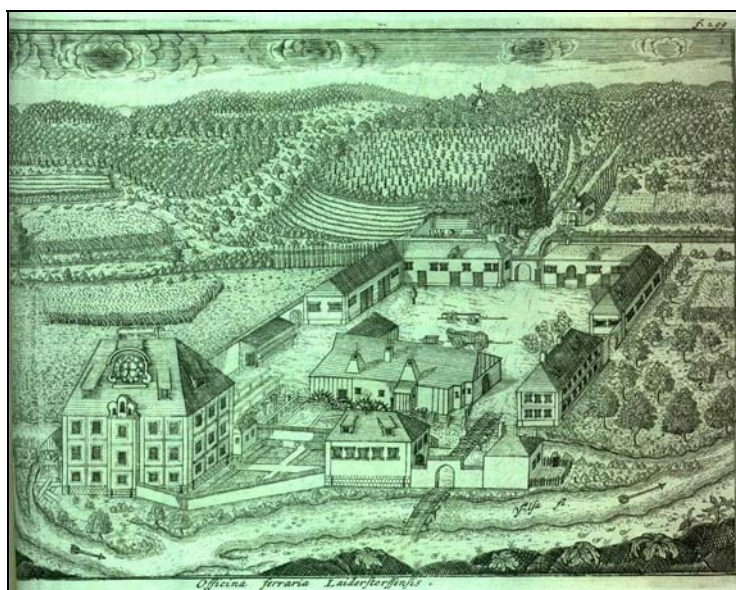


Abb. 82: Ansicht Hammergut Leidersdorf um 1730. Aus „Mundi miraculum sen S. Otto Episcop. Bamberg. Monist. Ensdorfens“, Amberg 1730.



Abb. 83: Glasartige Schlacken.

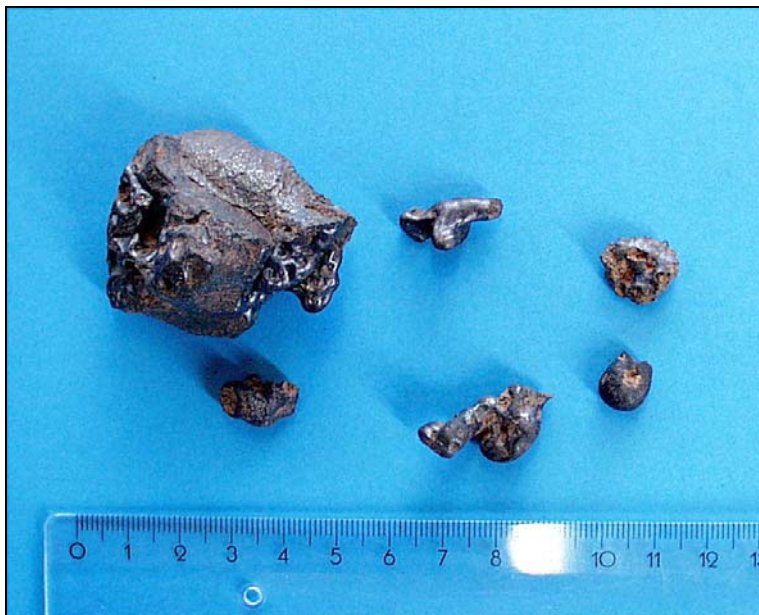


Abb. 84: Fließschlacken.

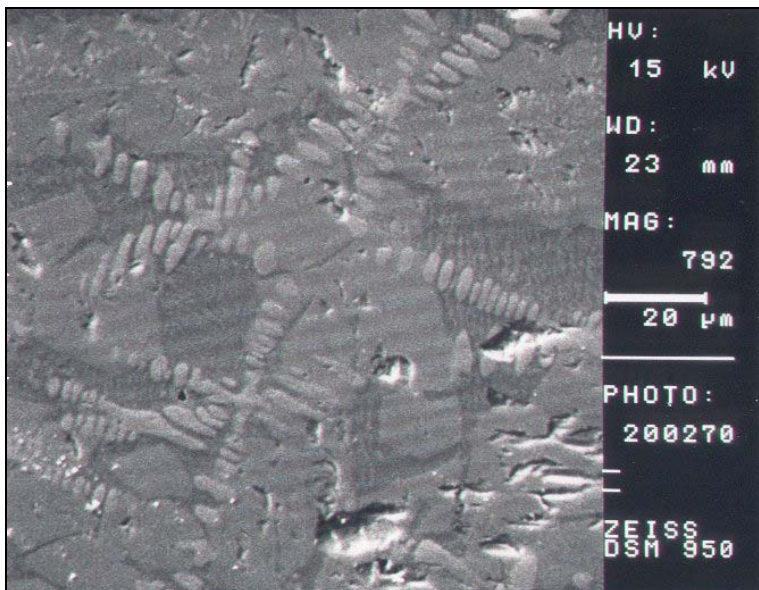


Abb. 85: REM-Bild der Fließschlacke.

## Bodenanalytische Kennwerte: Profil 6637-20      Auengley

Pr.-Nr.	Schichtung	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %									Boden-art	pH (CaCl <sub>2</sub> )	CaCO <sub>3</sub> %	C %	org. S. %	SM-Gesamtgehalte in ppm							
					gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						Pb	Zn	Ni	Cu	Cr	Co	Fe	Mn
1		aAh	15-35	1,9	3,6	6,9	12,1	22,6	22,0	23,8	11,7	57,6	19,8	Lu	6,87	2,68	3,7	6,4	59	229	35	24	41	22	43868	5611
2	II	aGro	35-52	0,0	0,4	1,1	4,0	5,5	21,4	31,7	14,1	67,3	27,3	Tu4	5,37		2,9	5,0	31	101	31	35	39	13	47598	615
3		aGr	52-68	2,4	0,7	0,8	3,7	5,2	23,5	30,8	14,3	68,5	26,2	Tu4	5,10		1,8	3,1	22	89	31	28	35	16	29489	284
4		aGr	68-86	0,3	0,6	0,8	5,2	6,6	28,9	26,8	9,8	65,5	27,9	Tu4	5,18		0,5	0,9	6	68	28	24	33	9	24878	947
5		aGr	86-95	0,3													0,7	1,2	6	72	28	24	36	6	25333	1205
6		aGr	95-100	0,2	0,9	1,5	1,6	4,0	26,0	30,5	12,2	68,8	27,2	Tu4	5,59		0,6	1,0	10	71	31	25	30	15	33133	1834
7		aGr	100-113	0,1	0,7	1,0	2,7	4,5	27,6	29,2	10,4	67,3	28,3	Tu4	5,70		0,6	1,0	3	74	27	25	34	9	25732	1998
8		aGr	113-136	0,0	0,2	0,5	1,4	2,1	24,2	31,6	9,9	65,7	32,2	Tu4	5,43		0,6	1,1	11	78	29	26	36	11	28200	287
9		aGr	136-155	0,1	0,1	0,2	1,0	1,3	23,5	33,3	11,1	67,9	30,8	Tu4			0,6	1,0	6	69	29	26	38	8	24596	164
10		aGr	155-173	0,0	0,0	0,1	3,4	3,5	23,5	31,5	11,3	66,4	30,1	Tu4	6,10		0,5	0,9	6	64	27	24	34	11	21919	284
11		aGr	173-185	0,0													0,7	1,1	0	72	24	7	27	8	23569	1628
12		aGr	185-209	0,8	0,8	1,2	3,4	5,5	26,3	27,1	11,5	65,0	29,6	Lu	5,66		1,0	1,7	4	96	28	9	32	8	27388	492
13	III	aGr	209-225	57,5													1,7	3,0	2	106	36	13	40	6	27393	261
14		aGr	225-246	24,7													0,9	1,6	2	99	40	13	42	8	29150	293
15		aGr	246-266	5,1	2,4	2,1	3,7	8,2	22,0	23,9	8,9	54,8	37,0	Tu3	5,90		0,6	1,0	0	89	41	14	38	11	29051	159
16		aGr	266-283	17,9	2,1	2,3	3,5	7,9	23,4	23,5	9,6	56,5	35,7	Tu3	5,96	2,40	0,2	0,3	0	88	39	13	32	12	31014	165
17		aGor	283-300	29,6	2,3	2,6	3,8	8,7	24,8	23,1	9,9	57,5	33,8	Tu3	6,04	2,05	0,2	0,3	0	85	41	14	32	9	37488	188
18	IV	aGr	300-321	1,1												2,14	0,5	0,8	5	81	34	9	31	2	18503	76
19		aGr	321-337	0,9	0,6	2,3	10,7	13,7	31,1	23,0	6,7	60,9	25,4	Lu	6,58	2,07	0,2	0,4	4	84	25	2	24	5	15845	37
20		aGr	337-358	1,0	0,3	1,3	15,5	17,2	24,5	17,5	6,7	48,8	34,1	Lt2	6,82	2,21	0,8	1,3	51	160	32	3	44	7	17962	69
21	V	fAh°Gor	358-371	0,0													7,0	12,0	56	209	39	15	43	4	15105	82
22		fAh°Gro	371-383	0,3													7,5	13,0	43	179	26	9	26	5	9990	61
23		fAh°Gr	383-394	2,1													3,6	6,3	14	77	10	2	10	1	5455	24
24	VI	aGhr	394-398	25,8												2,88	0,8	1,3	10	48	7	1	10	4	5746	95
25	VII	alC	398-429	54,8	10,3	64,3	17,9	92,5	2,6	1,7	0,8	5,1	2,4	mSgs	7,18	4,64	0,2	0,4	0	23	1	0	0	2	8741	229
26	VIII	alCv	429-448	84,7												41,73	0,5	0,8	11	59	36	6	1	10	13953	888
27	IX	Cv	448-460	65,7												69,43	0,6	1,1	4	55	32	6	0	8	8106	1110

Tab. 19: Bodenanalytische Kennwerte Profil 6637-20.

### **<sup>14</sup>C-Datierungen (cal. 2 sigma) an Makroresten in Profil 6637-20**

<u>Horizont</u>	<u>Tiefe</u>	<u>Lab.-Nr.</u>	<u><sup>14</sup>C-Alter cal.</u>	<u>Kulturstufe</u>
IV Gr	314 cm	Hv 24634	AD 535-670	Frühes Mittelalter
V fAh°Gor	368cm	Hv 24635	BC 390-60	Latènezeit
V fAh°Gro	371-383cm	Hv 24632	BC 2855-2335	End-Neo. bis Früh. Bronzezeit
V fAh°Gr	383-394cm	Hv 24633	BC 765-370	Eisenzeit

Tab. 20: <sup>14</sup>C-Datierungen an Proben aus Profil 6637-20.



## Bodenanalytische Kennwerte: Profil 6637-25 Kolluvisol

Pr.-Nr.	Schichtung	Horizont	Proben-tiefe (cm)	Skelett Gew. %	Korngrößen Gew. %									Boden-art	pH (CaCl <sub>2</sub> )	CaCo <sub>3</sub> %	C %	org. S. %	SM-Gesamtgehalte in ppm							
					gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T						Pb	Zn	Ni	Cu	Cr	Co	Fe	Mn
1		Ap	1-21	20,5	5,3	5,4	6,5	17,2	22,3	21,8	11,5	55,6	27,2	Lu	6,94	3,45	2,1	3,6	25	102	32	13	38	12	29936	1081
2	II	M	21-60	0,2	2,6	5,4	7,1	15,2	17,1	19,6	8,9	45,6	39,3	Lt3	6,79		0,4	0,6	25	101	48	18	46	15	40006	717
3		M	60-100	0,0	3,2	5,0	7,4	15,5	18,2	19,9	8,7	46,8	37,6	Lt3	6,72		0,2	0,4	16	114	61	17	32	19	38942	846
4		M	155-193	0,0	2,1	7,7	8,8	18,6	14,9	15,9	9,8	40,6	40,8	Lt3	6,79	4,16	0,0	0,1	20	146	74	17	37	20	38726	918
5		M	193-224	0,0	0,7	4,5	6,8	12,1	15,2	20,8	9,2	45,2	42,7	Lt3	6,85		0,2	0,4	25	149	72	19	39	19	43580	814
6	III	aM	224-243	0,0	0,7	6,7	29,3	36,7	22,9	13,1	4,0	39,9	23,4	Ls3	5,96		0,1	0,2	13	54	23	9	22	8	23318	467
7		aM	243-267	5,1	2,5	18,6	48,4	69,5	10,3	5,5	2,4	18,1	12,4	Sl4	6,27		0,1	0,1	7	34	14	5	8	9	14621	312
8	IV	aM	267-300	50,3	23,6	31,1	21,7	76,4	6,6	4,8	3,3	14,8	8,9	Sl3	6,77	4,75	0,0	0,0	6	29	11	5	4	8	16055	516
9	V	aM	300-335	3,3	3,4	17,2	53,3	73,8	10,9	3,7	2,9	17,5	8,6	Sl3	6,84		0,1	0,2	4	35	18	4	4	9	13745	406
10		aM	335-368	6,5	4,0	22,4	51,3	77,7	8,7	4,1	2,3	15,1	7,2	Sl2	6,95	3,24	0,0	0,0	3	32	14	4	9	9	11767	361
11	VI	aM	368-408	32,0	24,1	38,4	24,1	86,6	5,9	1,6	1,9	9,5	3,9	mSgs	7,15	3,91	0,0	0,0	23	38	10	4	1	7	10852	360
12		aM	408-446	31,0	31,6	52,9	7,3	91,9	2,5	1,1	1,6	5,2	2,9	mSgs	7,27	3,39	0,0	0,0	33	43	11	3	0	8	12283	454
13	VII	Cv	446-500	74,6	32,7	20,7	11,1	64,5	3,2	4,5	9,6	17,3	18,1	Ls4	7,4	50,61	0,0	0,0	18	117	38	12	5	8	23526	1041

Tab. 21: Bodenanalytische Kennwerte Profil 6637-25.

# Standort 4 - Schmidmühlen

NADINE RICHARD, THOMAS RAAB & JÖRG VÖLKE

- Archivalische und sedimentologische Untersuchungen zur anthropogen gesteuerten fluvialen Morphodynamik im Vilstal

Der Fluss Vils liegt in der mittelalterlichen Montanregion der Oberpfalz. Durch den frühen und umfangreichen Eisenbergbau wurde sie zur Wasserstraße ausgebaut. Der Fluß wurde begradigt und es wurden Wehre gebaut, an denen die Wasserkraft für den Betrieb von Hammerwerken genutzt wurde. Es war üblich das Eisenerz und Schieneisen der Bergbauregion Amberg-Sulzbach über die Vils, die Naab und die Donau nach Regensburg zu verschiffen und von dort aus nach ganz Bayern zu vertreiben. Das Eisen wurde in Karawanen von 5-6 Schiffen, jedes mit ca. 350 ztr. beladen, in Begleitung von bis zu 45 Männern und 24 Pferden in mehrtägigen Märschen flussabwärts gebracht. Auf dem Rückweg wurden je Schiff 150 ztr. Salz und gelegentlich Getreide die Flüsse hoch getreidelt. (BLÖßNER 1928, CONRAD 1999).

Der intensive Ausbau und die starke Nutzung der Vils zeichneten sich in der Landschaft deutlich ab. Auf einer Laufstrecke von 43 km zwischen Amberg und Kallmünz gab es bis zu 15 Stauwehre. Der Bau der Wehre erfolgte, indem eine Umflut für das Hammerwerk gegraben wurde und „Fallstaue“ die Vils regulierten. So entstanden künstliche Inseln, die bis heute für die Standorte charakteristisch sind. Wie lange und intensiv die natürliche Morphodynamik der Vils durch die Eingriffe des Mittelalters gestört wurde, soll in dieser Arbeit untersucht werden.

Historisches Kartenmaterial wird aus verschiedenen Archiven zusammengetragen, gescannt und in einem GIS mit aktuellen Karten und Luftbildern zusammengeführt. In Ergänzung der archivalischen Studien werden die sedimentologischen Lagerungsverhältnisse untersucht. Der Aufschluss der Sedimente erfolgt meist über Rammkernsondierungen, vereinzelt auch über Baggerschnitte. Der Auswahl der Bohrcatenen geht eine geomorphologische Kartierung des Arbeitsgebietes voraus.

Das erste Kartenwerk der Oberpfalz, gezeichnet zwischen 1597-1600 von Christoph Vogel und Matthäus Stang, eine Detailkarte von 1614, und ein Grenzplan von 1640 sowie verschiedene Karten aus dem 18. Jahrhundert belegen detailliert den frühneuzeitlichen Ausbauzustand der Vils. Die Untersuchung der Sedimente soll zeitlich weiter zurückreichende Aussagen über den Beginn der intensiven wasserwirtschaftlichen Nutzung der Vils ermöglichen.

Ein Baggerschnitt bei Schmidmühlen sowie Rammkernsondierungen ermöglichen erste Aussagen über die Lagerung der fluvialen Sedimente der Vils. <sup>14</sup>C-Datierungen belegen ein

Einsetzen der Auenlehmsedimentation ab frühestens 1420 AD. Ein Eichenstamm wurde dendrochronologisch auf 185 AD datiert.

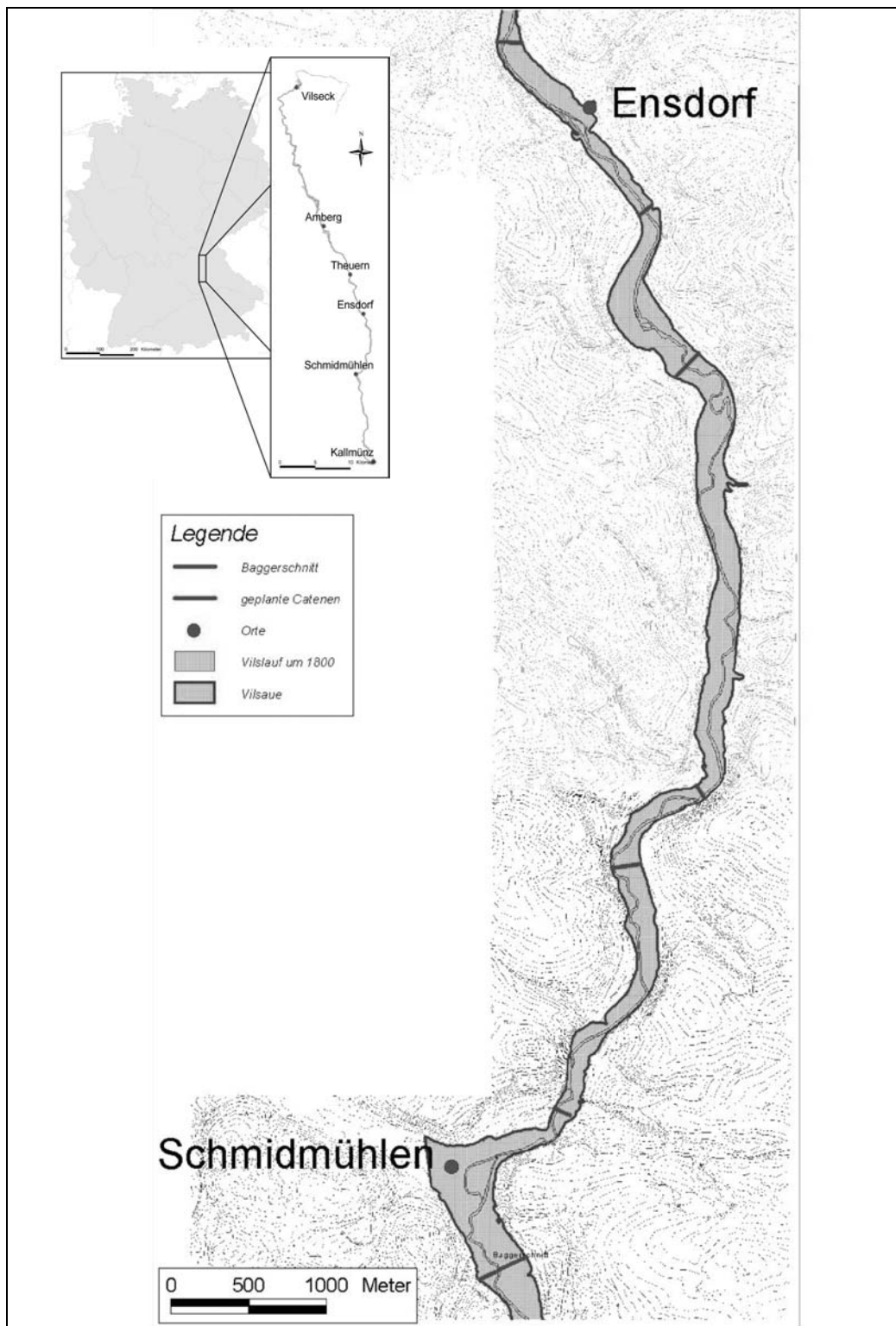
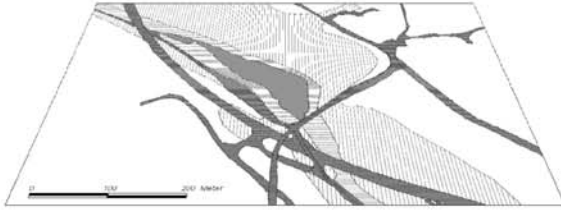


Abb. 86: Die Vilsaue zwischen Ensdorf und Schmidmühlen (Datengrundlage: VA Amberg, WWA Amberg; Bearbeitung: N. Richard).

## Analyse verschiedener Datenebenen im Geographischen Informationssystem (GIS)



Modellierung der morphologischen Veränderungen an der Vils über die Jahrhunderte



Luftbildaufnahme von 1996



DGK5 und Höhenlinien von 1983



Uraufnahme 1:5000 von 1832



Karte von Ens Dorf von 1614

Abb. 87: Analyse verschiedener Datenebenen im GIS.



Abb. 88: Blick auf den Baggerschnitt im Vilstal südlich Schmidmühlen.



Abb. 89: Blick über den Ortskern von Schmidmühlen ins Lauterachtal.

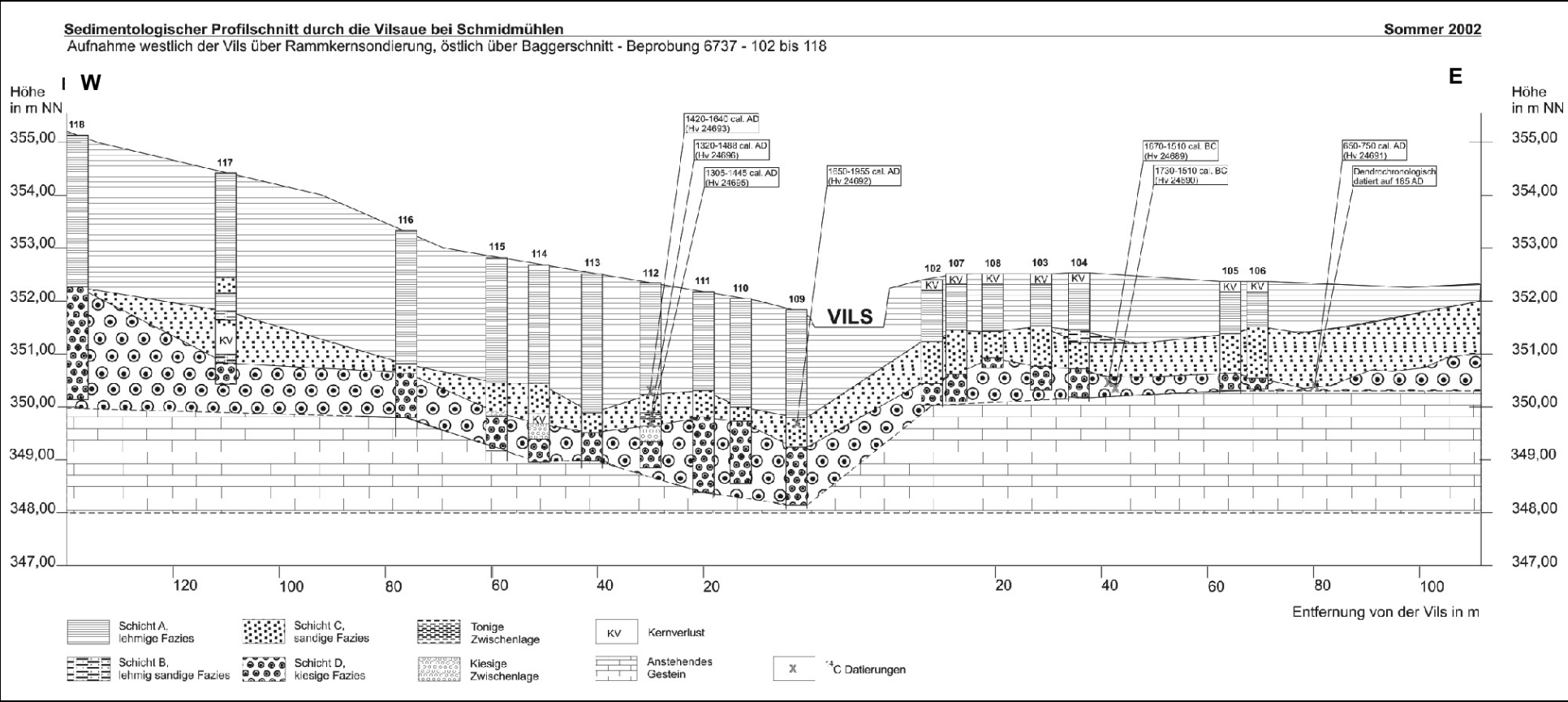


Abb. 90: Profilschnitt durch die Vilsaue südlich von Schmidmühlen.



Abb. 91: Ansicht des Sedimentaufbaus im Baggerschnitt Schmidmühlen und Fundsituation des Eichenstammes.

## Standort 5 - Kallmünz / Schlossberg

RUTH SANDNER, ANTON KNITL & PETER SCHAUER

- Archäologisch-paläoökologische Untersuchungen zur Stellung der Höhenbefestigung oberhalb Kallmünz im prähistorischen Siedlungsgefüge der Landschaft um Naab und Vils

Vorgeschichtliche Höhengründungen gehören zu den beeindruckendsten archäologischen Denkmälern. Der Höhenrücken des Schloss-, des Kirchen- und des Hirmesberges oberhalb von Kallmünz bietet durch seine steilen Abhänge einen natürlichen Schutz. Auf dem Hirmesberg begrenzt ein 3,8 km langer und bis zu vier Meter hoher Wall den flachen Zugang zum Bergplateau. Der über den Zusammenfluss von Naab und Vils aufragende Schlossberg wird durch einen bis zu zwölf Meter hohen, Ost-West-gerichteten Abschnittswall nach Norden hin begrenzt. Die Täler von Vils und Naab gewährten den Bewohnern Zugangsmöglichkeiten nach Norden bzw. Nordosten. Das Aufeinandertreffen von Naab und Donau bei Regensburg erschloss ihnen eine wichtige Ost-West-Verbindung. Neben der Darstellung der Siedelabfolge und ihrem Bezug zu den Befestigungsanlagen auf dem Schloss-, dem Kirchen- und dem Hirmesberg soll die Rolle der Höhengründung im Beziehungsgeflecht zeitgleicher Siedlungen des Umlandes erarbeitet werden.

Die befestigte Höhengründung liegt auf dem Hochflächenplateau der Oberpfälzer Alb zwischen den Flüssen Vils und Naab auf 380-450 m über NN und ca. 100 m über der Naabaue. Die Geologie im Raum Kallmünz ist gekennzeichnet durch Gesteine des Malm (Stufen alpha bis zeta). Auf dem Höhenrücken findet sich ausschließlich Dolomit in der Ausprägung als Riffdolomit und tafelbankartiger Dolomit der Stufen Malm-delta und Malm-epsilon. Der Höhenrücken ist sehr reliefreich und zertalt.

Die Bergbefestigung darf als einer der bedeutendsten Fixpunkte in der umgebenden prähistorischen Siedlungslandschaft gelten, die sich aus Teilen der Frankenalb und des Oberpfälzer Hügellands zusammensetzt. Die Vielgestaltigkeit der Oberflächenformen von der waldreichen Alb bis zu den flachen Beckenlandschaften ist charakteristisch für die Region um Kallmünz.

Die methodischen Grundlagen zur Klärung der Siedlungsstruktur und -intensität auf dem Höhenrücken und in seinem Umland sind zum einen die umfangreichen archäologischen Ausgrabungen, deren Hauptaugenmerk auf die Befestigungsanlagen gerichtet ist. Daneben belegen systematisch angelegte archäologische Surveys Siedelaktivität aller prähistorischen Zeitscheiben auf dem Höhenrücken. Bodenkundliche und paläobotanische Arbeiten beleuchten darüber hinaus den von Siedlern induzierten Landschaftswandel ausgewählter



Zeitstufen. Einen Einblick in die Wirtschaftsweise der prähistorischen Siedler geben die Untersuchungen der biologischen Makroreste, der Tierknochen und der Holzkohlen.

Im Umland bildet eine detaillierte Fundstellenkartierung die Arbeitsgrundlage der archäologischen Diskussion einschlägiger Fragestellungen zum Ablauf der Siedlungsgeschichte während der Bronze- und Eisenzeit. Die Auswertung umfangreicher Keramikensembles soll vor allem die Korrelation mit den Zeitstufen ermöglichen, die auf dem Höhenrücken belegt sind. Die Flußsysteme von Naab und Vils erweisen sich dabei als die bevorzugten Siedellandschaften, die eine regelrechte Reihung einzelner Dorf- oder Hofgemeinschaften hervorbrachten.

Erste Ergebnisse der Auswertung des archäologischen Fundmaterials vom Schloss- und Hirnesberg belegen eine intensive Nutzung des Plateaus in der Bronze- und Urnenfelderzeit. Entsprechende Wallbauphasen sind für den Inneren Wall belegt. Die an die Urnenfelderzeit anschließende Hallstattzeit, die im Umland mit dem großen Gräberfeld von Schirndorf einen erheblichen Fundniederschlag zeigt, lässt sich auf dem Höhenrücken lediglich mit Streufunden belegen. Eine Besiedlung und Befestigung des Höhenrückens ist in dieser Zeitstufe nicht nachweisbar. Ein zweiter Höhepunkt der prähistorischen Besiedlung liegt in der frühen Latènezeit. Neben der Wiederaufnahme von Siedeltätigkeit wird der Innere Wall überhöht und am nördlichen Ausläufer des Höhenrückens ein zweiter Wall angelegt. Die prähistorischen Siedelphasen brechen mit dem Beginn der Mittellatènezeit ab. Erst ab dem 10. Jh. erfolgt eine erneute Nutzung des Schlossberges, der bis ins Hochmittelalter als Zollstätte von Bedeutung war, und der umgebenden Landschaft, die nach Ausweis der archäologischen Funde als Siedlungsraum nie ihre Attraktivität verloren hatte.



Abb. 92: Blick von Norden auf den Schlossberg von Kallmünz (Luftbild BLfD 32.02. 1983, 6936/001). Im Vordergrund liegt das Vilstal, im Hintergrund das Naabtal. Am linken Bildrand ist der 3,8 km lange Wall auf dem Hirsesberg zu erkennen.

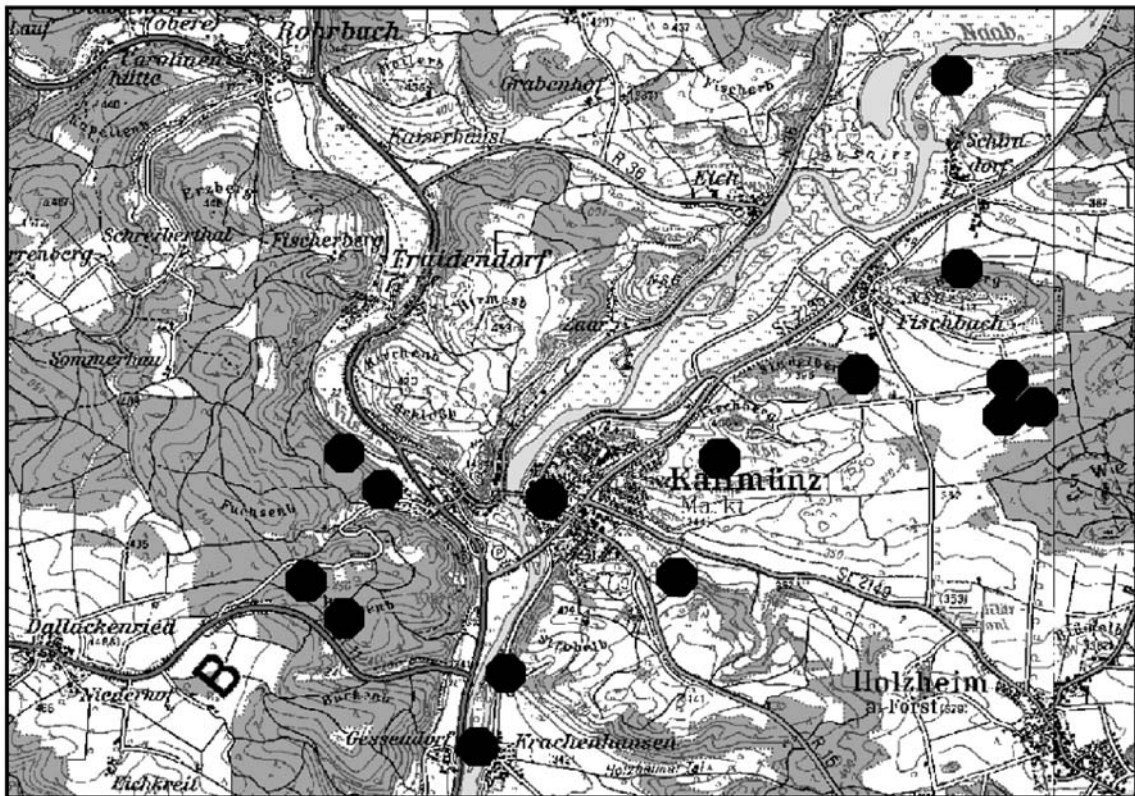


Abb. 93: Fundstellen der Bronze- und Urnenfelderzeit in der Umgebung des Kallmünzer Schlossberges.

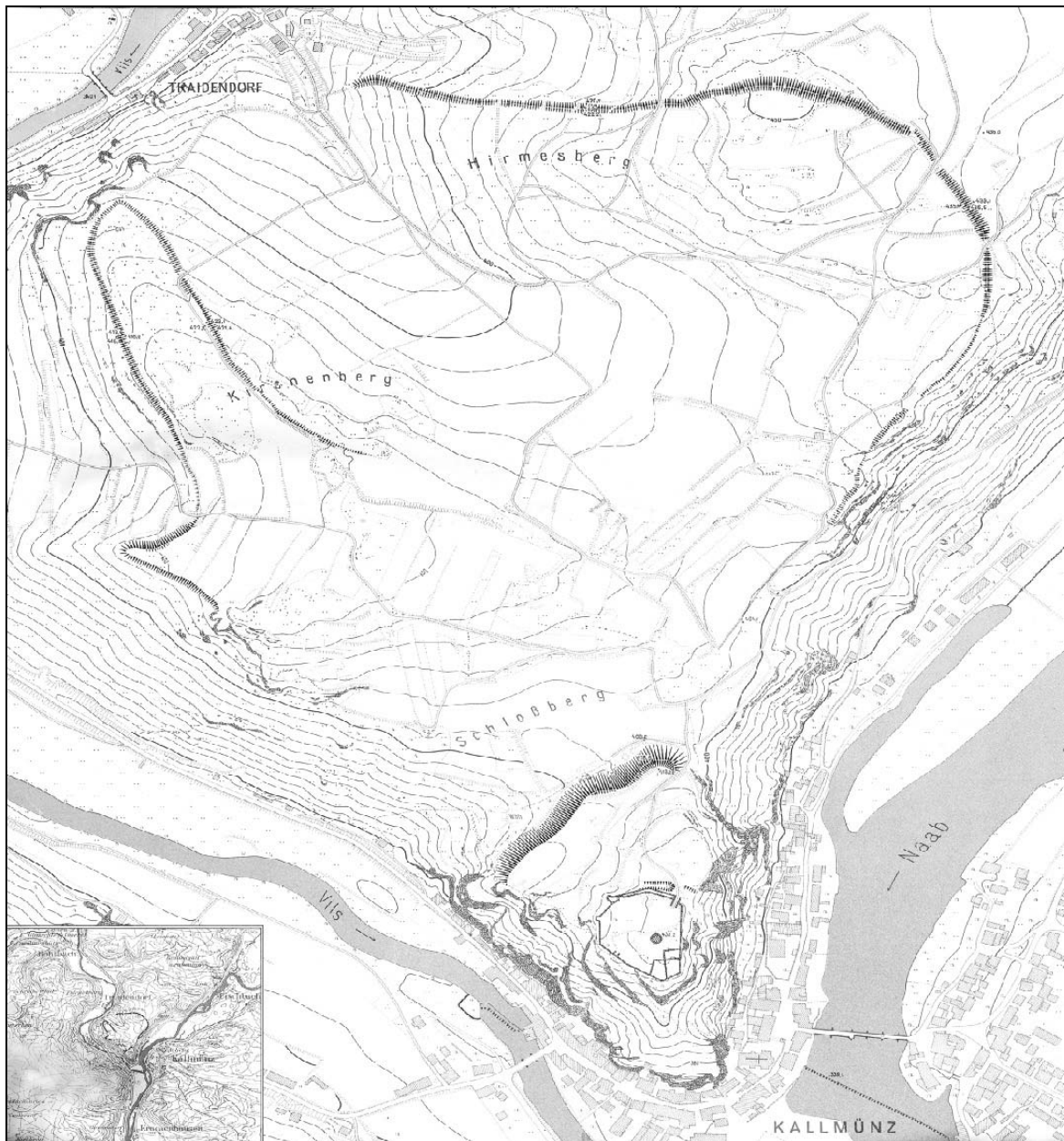


Abb. 94: Topographische Plankarte der Wallanlagen auf dem Schloss-, Kirchen- und Hirnesberg bei Kallmünz (verkleinert und ohne Maßstab aus STROH 1975: Beilage 1).

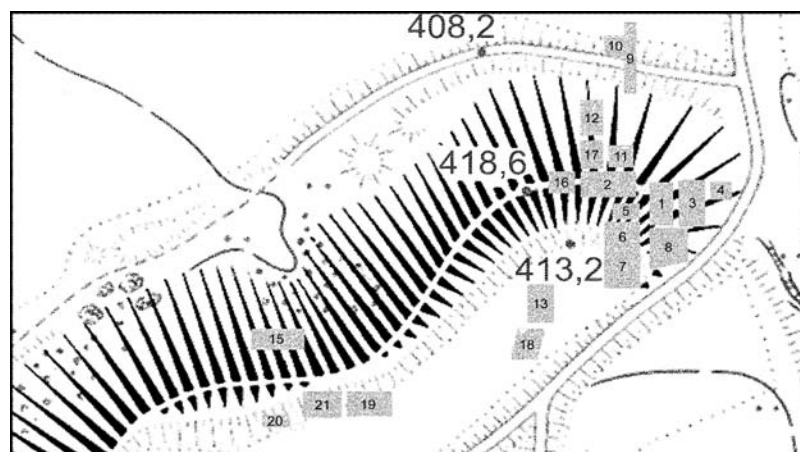


Abb. 95: Grabungsplan am inneren Wall des Kallmünzer Schlossberges.

## Literatur

- BARTELS, C. (1996): Montani und Silvani im Harz. Mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Bergbau und seine Einflüsse auf die Umwelt. - JOCKENHÖVEL, A. (Hrsg.): Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt: 112-127.
- BLÖßNER, G. (1928): Die Schifffahrt auf der Vils in früheren Jahrhunderten. - Zeitschrift für bayerische Landesgeschichte 1: 416-423.
- CONRAD, M. (1999): Die Vils. Ein Flussportrait. - Der Eisengau – Entdeckungen 3: 5-12.
- GOLDENBERG, G. (1993): Frühe Umweltbelastungen durch Bergbau und Hüttenwesen. - STEUER, H. & U. ZIMMERMANN (Hrsg.): Alter Bergbau in Deutschland: 107-113.
- GÖMMEL, R. (1987): Entwicklungsprobleme der ostbayerischen Eisenindustrie vom Ende des Alten Reiches bis 1918. - Die Oberpfalz, ein europäisches Eisenzentrum. Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayerns in Theuern 12/1: 371-382.
- GÖTSCHMANN, D. (1985): Oberpfälzer Eisen. Bergbau und Eisengewerbe im 16. und 17. Jahrhundert. - Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayerns in Theuern 5, 259 S.
- GUDDEN, H. & W. TREIBS (1961): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 6436 Sulzbach-Rosenberg Nord, 143 S.
- GUDDEN, H. (1987): Eisenerz. - Geologica Bavarica 91 (Der Bergbau in Bayern): 25-35.
- HASEL, K. (1985): Forstgeschichte. Ein Grundriß für Studium und Praxis, 258 S.
- KAULICH, B., R. K. F MEYER & H. SCHMIDT-KALER (2000): Wanderungen in die Erdgeschichte (11). Von Nürnberg durch die Pegnitz-Alb zur bayerischen Eisenstraße, 120 S.
- LUTZ, J. (1941): Die ehemaligen Eisenhämmer und Hüttenwerke und die Waldentwicklung im nordöstlichen Bayern. – Mitt. Forstwirtschaft & Forstwissenschaft 12/3: 277-294.
- MEYER, R. K. F. & H. SCHMIDT-KALER (1995): Wanderungen in der Erdgeschichte (7). Rund um Regensburg, 128 S.
- MEYER, R. K. F. (1996): Kreide. - Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000. 4. neubearbeitete Auflage: 112-128.
- PFEUFER, J. (1983): Zur Genese der Eisenerzlagerstätten von Auerbach - Sulzbach-Rosenberg - Amberg (Oberpfalz). - Geol. Jb. D64: 3-69.
- RESS, M. (1950): Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung der oberpfälzischen Eisenindustrie von den Anfängen bis zur Zeit des Dreißigjährigen Krieges, 228 S.
- STROH, A. (1975): Die Vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler der Oberpfalz.
- STROMER, W. VON (1987): Die große Hammereinung vom 7. Januar 1387, Kartell und Innovationen als Antwort auf eine Krise. - Die Oberpfalz, ein europäisches Eisenzentrum. Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayerns in Theuern 12/1: 147-201.
- TILLMANN, H., W. TREIBS & H. ZIEHR (1963): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 6537 Amberg, 222 S.
- WITTMANN, L. (1960): Von Hammerschmieden und Schmelzhütten. - Altnürnberger Landschaft 9/2: 21-29.
- WOLF, H. (1987): Die Eisenerzvorkommen in Ostbayern. Geologie und Lagerstätten. - Die Oberpfalz, ein europäisches Eisenzentrum. Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayerns in Theuern 12/1: 5-26.
- ZAHN, U. (1981): Die vor- und frühgeschichtliche Erzgewinnung und Eisenverhüttung in Ostbayern. - Leobener Grüne Hefte, N.F. 2: 47-64.