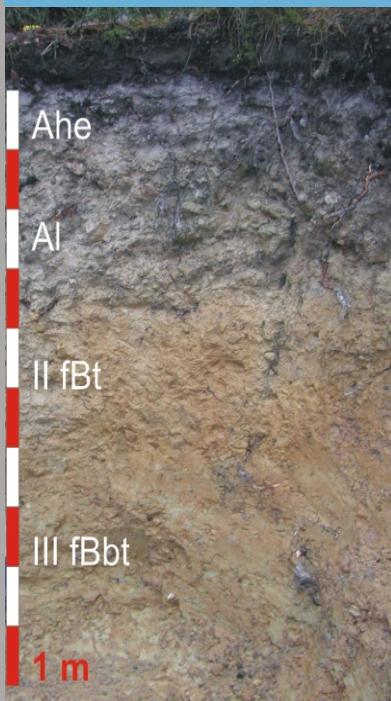


Bodenkunde Landschaftsökologie Quartärforschung

Regensburg
Beiträge zur
Bodenkunde
Landschaftsökologie
Quartärforschung

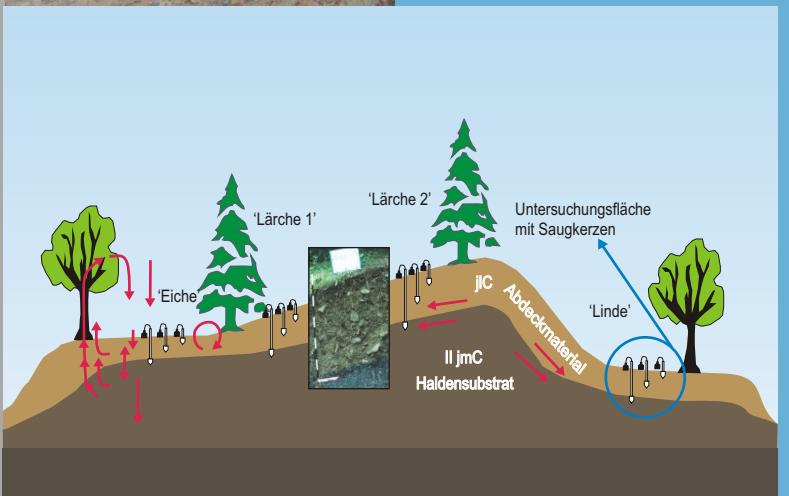


**Historischer Ausbau oder
natürliche Entwicklung?**

**Die fluviale Morphologie der Vils
unter dem Einfluss
des historischen Bergbaus**

Nadine RICHARD

2005



Band

6

ISBN - 3-88246-281-7

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

Herausgegeben von JÖRG VÖLKEL
Band 6
NADINE RICHARD

Historischer Ausbau oder natürliche Entwicklung?

**Die fluviale Morphologie der Vils unter dem
Einfluss des historischen Bergbaus**

2005

Diese Arbeit wurde im Jahr 2005
Als Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Philosophischen Fakultät III (Geschichte, Gesellschaft und Geographie)
der Universität Regensburg vorgelegt.

ISBN - 3-88246-281-7

Alle Rechte vorbehalten
Universität Regensburg
Institut für Geographie
- Bodenkunde -
Univ.-Prof. Dr. rer.nat. Jörg Völkel

Historischer Ausbau oder natürliche Entwicklung?

Die fluviale Morphologie der Vils unter dem Einfluss des historischen Bergbaus

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der
Philosophischen Fakultät III
(Geschichte, Gesellschaft und Geographie)
der Universität Regensburg

vorgelegt von

Dipl.-Geogr. Nadine Richard
geb. in
Mönchengladbach

Regensburg 2005

Gutachter

Erstgutachter: Prof. Dr. Jörg Völkel

Zweitgutachter: Prof. Dr. Klaus Heine

Vorwort

Die Dissertation wurde innerhalb des DFG-Graduiertenkollegs 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ unter der Betreuung des Kollegssprechers Prof. Dr. J. Völkel erstellt.

Für die Anregungen zur Ausrichtung des Themas und die Unterstützung bei der Umsetzung durch Bereitstellung von Hilfskräften und Fahrzeugen sowie durch fachlichen Rat und gute Betreuung bin ich Herrn Prof. Dr. J. Völkel sehr dankbar. Die Integration in die Arbeitsgruppe „Landschaftsökologie und Bodenkunde“ förderte die Arbeit sowohl über wissenschaftliche Kontakte als auch über Arbeitsmittel. So entstand ein Umfeld, dass eine zügige Durchführung der Arbeit ermöglichte.

Ein spezieller Dank geht auch an Herrn Dr. M. Leopold und Herrn Dr. T. Raab. Herr Dr. Leopold stand mir mit seinem umfangreichen Wissen zur geophysikalischen Prospektion bei der Auswahl der für die Arbeit geeigneten Methoden zur Seite. Herr Dr. Raab unterstützte besonders die Durchführung der sedimentologischen Arbeiten mit seiner langjährigen bodenkundlichen Erfahrung über Ratschläge und Diskussionen. Frau Dipl. Geol. K. Hürkamp sei für ihre Schwermetallmessungen mit der feldportablen Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) gedankt.

Die Datierung eines Eichenstamms erfolgte durch den Dendrochronologen Herrn F. Herzig vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege in Thierhaupten. Für seine Unterstützung auch bei der Interpretation der Daten bin ich ihm sehr dankbar. Herrn Prof. Dr. F.H. Schweingruber danke ich für die Artenbestimmung einzelner Holz-, Rinden- und Holzkohlefunde im Rahmen einer Fortbildungsveranstaltung des GRK 462 im Sommersemester 2003.

Den Herren Professoren Dr. L. Starkel, Dr. K. Heine und Dr. P. Schauer sei für anregende Impulse in Methodik und Interpretation gedankt und den Kollegiaten sowie assoziierten Doktoranden für viele Gespräche und kollegiale Unterstützung. Den Hilfskräften danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung der Gelände- und Laborarbeiten.

Mein Dank geht auch an das Wasserwirtschaftsamt Amberg, das die Arbeit mit Luftbildern aus eigener Befliegung, Material und Informationen über die Vils tatkräftig unterstützte.

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis	I
II	Abbildungsverzeichnis	III
III	Tabellenverzeichnis	V
IV	Anhangsverzeichnis	VII
V	Abkürzungsverzeichnis	IX
	Zusammenfassung	1
1	Einleitung	3
2	Forschungsstand	5
2.1	Fluviale Morphologie	5
2.2	Fließgewässer in Bergbaugebieten	6
2.3	Anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie	6
2.4	Einsatz der Altkartenanalyse in der Flussmorphologie	8
3	Untersuchungsgebiet	11
3.1	Arbeitsgebiet	12
3.2	Landschaft und Geologie	12
3.3	Flussgeschichte der Vils	14
3.4	Böden im Vilstal	15
3.5	Klima	16
3.6	Hydrologie der Vils	17
3.7	Abriss der geschichtlichen Entwicklung der oberpfälzischen Eisenindustrie	19
4	Arbeitsmethoden	23
4.1	Luftbildinterpretation	24
4.2	Geomorphologische Kartierung	24
4.3	Archivstudien	25
4.3.1	Vorinformationen	25
4.3.2	Auswahl der Karten	26
4.3.3	Verwendung der Karten	27
4.3.4	Auswertung der Karten	28
4.3.5	Parameterberechnung	29
4.4	GIS-Anwendung	32
4.5	Sedimentologische Untersuchungen	33
4.5.1	Feldarbeiten	33
4.5.2	Laborarbeiten	34

4.6	Altersdatierungen	35
5	Kartographische Analyse der Vils	37
5.1	Archivalische Quellen	37
5.1.1	Geschichte der Kartographie in Bayern	37
5.1.2	Altkarten des Untersuchungsgebietes	40
5.1.3	Analyse der ausgewählten Altkarten	41
5.2	Die Vils zwischen 1589 und 1797 – qualitative Interpretation der Altkarten	46
5.3	Die fluvialmorphologischen Parameter der Vils – quantitative Analyse im GIS	50
5.3.1	Talmorphologie	50
5.3.2	Flussmorphologie seit 1832	50
5.3.3	Flussmorphologie vor 1832	56
6	Die Sedimente der Vils	63
6.1	Charakteristischer Sedimentaufbau (typische Profile)	63
6.1.1	Auenprofil – Profiltyp 1	64
6.1.2	Uferprofil – Profiltyp 2	67
6.1.3	Aue-Hang Verschneidung – Profiltyp 3	69
6.1.4	Sonderprofil Rieden – Profiltyp 4	71
6.2	Detaillierter Sedimentaufbau (in Querschnitten)	74
6.3	Datierungen	82
6.4	Charakterisierung der vier Sedimentationsphasen	86
7	Synthese	89
7.1	Dynamisches Potenzial der Vils nach kartographischer Analyse	89
7.2	Historische Nutzung der Vils	91
7.3	Entwicklung der Vils	92
	Literatur	97
	Anhang I	111
	Anhang II	133
	Anhang III	141
	Anhang IV	143
	Anhang V	177

II Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Arbeitsgebiet	11
Abb. 2: Geologie des Vilstales	13
Abb. 3: Hammerwerk Vilswörth	15
Abb. 4: Vilsaue südlich Schmidmühlen, bei Hochwasser	19
Abb. 5: Abschnittseinteilung der Vils	30
Abb. 6: Vergleich der Tabella Topographica mit der Uraufnahme anhand des Vilstaups zwischen Siegenhofen und Vilswörth	42
Abb. 7: Übereinstimmung von Wegeverlauf und Wehrsituation 1614 und 1832	43
Abb. 8: Gegenüberstellung der Tabella Topographica mit Stangs Karte von 1640 und der bayerischen Uraufnahme	44
Abb. 9: Waldverbreitung im Bereich des Hirschwaldes 1640	48
Abb. 10: Gegenüberstellung der rezenten Aue mit den vom WWA Amberg erfassten Grenzen des Hochwassers von 1909	51
Abb. 11: Übersicht der Krümmungsradien der Vils	55
Abb. 12: Vergleich der Krümmungsradien der Gerinnedarstellung von 1623 und 1832	58
Abb. 13: Erkennbarer Altlauf der Vils bei Schmidmühlen	59
Abb. 14: Modellierung des Vilstaups um 1623 und Vergleich mit dem Lauf von 1832	60
Abb. 15: Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-110	66
Abb. 16: Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-110	67
Abb. 17: Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-109	69

Abb. 18	Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-109	69
Abb. 19:	Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6737-149	71
Abb. 20:	Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil der Gesamtprobe - Bohrprofil 6737-149	71
Abb. 21:	Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-114	73
Abb. 22:	Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-114	73
Abb. 23:	Lage der Profilschnitte	75
Abb. 24:	Profilnummern der Bohrungen auf der Insel Vilswörth	78
Abb. 25:	Hoher Windungsgrad der Vils südl. Rieden	90

III Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Niederschlag des Nassjahres 1966 und des Trockenjahres 1976	16
Tab. 2: Abfluss der Vils an den Pegeln Amberg und Dietldorf	17
Tab. 3: Hochwasser Extrema der Vils	18
Tab. 4: Relevante historische Karten der Archive Amberg (StA) und München (HStA)	40
Tab. 5: Entwicklung des Fluss- und Talgefälles der Vils in verschiedenen Laufabschnitten seit 1832	52
Tab. 6: Entwicklung des Windungsgrades der Vils in verschiedenen Laufabschnitten seit 1832	52
Tab. 7: Durchschnittsbreite der Aue und des Gewässerlaufes von 1832 und 1985	53
Tab. 8: Breite der Aue und des Gewässerlaufes von 1832 und 1985, Extremwerte und Breitenvarianz	53
Tab. 9: Verhältnis von Krümmungsradien zu Gewässerbreite	54
Tab. 10: Parameter der Karte von 1797	56
Tab. 11: Parameter der Karte von 1623	57
Tab. 12: Profilbeschreibung Auenprofil Nr. 6637-110	65
Tab. 13: Profilbeschreibung Uferprofil Nr. 6637-109	68
Tab. 14: Profilbeschreibung Hangprofil Nr. 6737-149	70
Tab. 15: Profilbeschreibung Nr. 6637-114	72
Tab. 16: Übersicht über die Ergebnisse der Datierungen	85

IV Anhangsverzeichnis

	Seite
Anhang I Verschiedenes	111
I-1 Übersichtskarte der Region (mit allen Ortschaften)	112
I-2 Kartierung der Vilsaue zwischen Ensdorf und Schmidmühlen	113
I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die Fluviale Morphologie	113
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation	120
Anhang II Altkarten	133
II-1 1589 – Grenzkarte zwischen der Jungen Pfalz und der Alten Pfalz	134
II-2 1597-1600 – Tabella Topographica	135
II-3 1614 – Skizze über die Mühle zu Ensdorf und der Markt zwischen Kloster und Vilsbrücke	136
II-4 1623 – Plan von Emhofen und Schmidmühlen an der Vils	137
II-5 1640 – Riß über die zwischen dem kurpfälzischen Amte Rieden und dem Neuburgschen Landrichteramte Burglengenfeld strittigen Grenze und Jagdausübung	138
II-6 1725 – 10 Hammerwerke gut erkennbar mit Umfluten und Inseln	139
II-7 1797 – Plan der zur Hofmark Theuern gehörigen Gebäude und Gründe	140
Anhang III Parameter	141
III-1 Talquerprofile	142
Anhang IV Sedimentologie	143
IV-1 Korngrößenanalyse – prozentualer Gesamtüberblick	144
IV-2 Übersicht der untersuchten Corg- und Humus-Gehalte organischer Horizonte	147
IV-3 Schwermetallgehalte der ‚Pochsedimente‘ vs. Fazies 3 und Auelehm	148

IV-4	Übersicht der Datierungen (Zeit vs. Tiefe)	149
IV-4.1	Datierungen 6737-112, -119, -141	149
IV-4.2	Datierungen 6737-103, -104	150
IV-4.3	Datierung des Baggerschnittes	151
IV-5	Kalibration der 14C-Datierungen	152
IV-6	Profilbeschreibungen 6637	157
IV-7	Profilbeschreibungen 6737	165
Anhang V	Profilschnitte	177
Schnitt 1	Südlich Ensdorf	178
Schnitt 2	Rieden	178
Schnitt 3	Nördlich Siegenhofen	178
Schnitt 4	Nördlich Vilswörth	178
Schnitt 5	Südlich Vilswörth	179
Schnitt 6	Nördlich Schmidmühlen	179
Schnitt 7	Südlich Schmidmühlen	179
	Legende	179

V Abkürzungsverzeichnis

C_{ges} = Gesamtkohlenstoff

C_{org} = organischer Kohlenstoff

HStA = Bayerisches Hauptstaatsarchiv

IGCP = International Geological Correlation Programme

LUA NRW = Landesumweltamt Nordrhein Westfalen

NQ = Absolutes Niedrigwasser

MNQ = Arithmetischer Mittelwert aller Abflussminima

MQ = Arithmetischer Mittelwert des Abflusses

MHQ = Arithmetischer Mittelwert aller Abflussmaxima

HQ = Hochwasser, absolut

HQ_x = Hochwasser, nach Wiederkehrswahrscheinlichkeit

Mh_N = Niederschlagsmenge

Q = Abfluss ($m^3 s^{-1}$)

RFA = Röntgenfluoreszenzanalyse

StA = Staatsarchiv

TK = Topographische Karte

WWA = Wasserwirtschaftsamt

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Reaktion der fluvialen Morphodynamik auf eine ausgeprägte, jahrhundertelange Nutzung des Vilstales (Oberpfalz, Bayern) durch die Amberg Montanindustrie, die seit dem Mittelalter eine herausragende Entwicklung erfuhr. Im Vordergrund stehen die Fragen, wann die Montanindustrie im Vilstal Einzug gehalten und inwieweit ein früher Flussausbau stattgefunden hat.

Qualitative Altkarteninterpretationen und Parameteranalysen in Karten des 16. bis 19. Jh. zeigen im Vergleich mit aktuellem Kartenmaterial, Luftbildern und einer geomorphologischen Kartierung das dynamische Potenzial des Gewässers auf. Sedimentologische Untersuchungen ermöglichen in sieben Profilschnitten Einsichten in die Flussgeschichte. Der zeitliche Fokus ist in dem bis zu 4 m mächtigen Auelehm repräsentiert, der in zwei Hauptfazies vorliegt. Die ¹⁴C-Datierung der Basis beider Fazies korreliert mit bekannten historischen Rahmendaten. Entsprechend fällt der Beginn der Auelehmsedimentation mit dem Beginn des Amberg Bergbaus um 1000 AD zusammen, und der Fazieswechsel innerhalb des Auelehms folgt in der Hochzeit der Montanindustrie im 15. Jh. Als Zeugen der historischen Wasserkraftnutzung sind bis heute Hammerwerke erhalten. Treidelpfade lassen sich dagegen nicht auffinden. Darüber hinaus stehen eine weitgehende Lagestabilität und eingeschränkte Strukturvielfalt der Vils seit ca. 400 Jahren dem morphologischen Entwicklungspotenzial der Vils widersprüchlich gegenüber.

Der Sedimentaufbau lässt auf eine eigenständige Stabilisierung des Gerinnes durch den Wechsel von sandigem Substrat zu kohäsivem Lehm schließen. Parallel erfolgte spätestens seit dem 14. Jh. der Bau der Wehre erfolgt und es kann von einer Sicherung der Vilsufer ab dem 15. Jh. ausgegangen werden. Dennoch hat es bis ins 17. Jh. keine künstlichen Laufverlagerungen oder Mäanderdurchstiche gegeben.

1 Einleitung

Die Region Amberg-Sulzbach erwuchs im Mittelalter zu einem herausragenden Montanstandort, der in Technik und Handel die Bedeutung anderer Bergbaugebiete weit übertraf. Die Vils hatte einen großen Anteil an dieser Entwicklung. Als historische Gewässernutzung ist zum einen eine rege Treideltätigkeit zum Handel von Eisenerzen und Schmiedeprodukten, zum anderen der Betrieb von Eisenhämmern und Mühlen aus der Literatur bekannt (u.a. WOLF 1986, DÄHNE & ROSER 1988). Der Handel erstreckte sich über die Vils, via Naab und Donau, bis Ulm und Böhmen (RESS 1950). 16 Hammerwerke und Mühlen legten Umfluten und Wehre in der Vils an. Diese Entwicklung greift bis ins späte Mittelalter zurück. Der genaue zeitliche Hergang und der Umfang des Gewässerausbaus sind jedoch nicht dokumentiert.

Heute zeichnet die Vils die schlichte Morphologie ihrer Talsohle aus. Es gibt keine Terrassen und die Aue ist eben. Der Fluss ist geprägt von den Wehranlagen und einem schwach gewundenen Verlauf. Er hat jedoch weder das verbreitete Regelprofil der im 20. Jh. ausgebauten Flüsse noch Deiche oder Dämme in der Aue. Eine Einschränkung der fluvalen Dynamik ist dennoch in der auffälligen Strukturarmut der Aue zu erkennen. So gibt es aktuell außer einer einzigen Hochflutmulde keine Hochwasserstrukturen und keine Altformen in der Vilsaue. Vergleichbare Mittelgebirgsflüsse der Umgebung, z.B. die Lauterach oder die Schwarze Laber, weisen eine größere Strukturvielfalt und einen höheren Windungsgrad auf.

Im Vergleich zu anderen Mittelgebirgsflüssen hat sich die Vils, trotz des offenkundigen anthropogenen Eingriffs, augenscheinlich nicht nennenswert in die Talsohle eingetieft. Zudem finden sich keine gravierenden Schäden an den seit historischer Zeit genutzten Wehrstandorten, die auf die erosiven Kräfte des Gewässers schließen lassen. Im Gegensatz hierzu stehen z.B. die Erfahrungen von CLAY (1992) und SALISBURY (1992) aus Großbritannien. Dort wurden alte Ufersicherungen im aktuellen Flussbett sowie eine alte Mühlranlage in der Aue gefunden, die der Fluss Trent bei Laufverlagerungen verlassen hatte.

Diese Feststellungen werfen Fragen nach dem Beginn der anthropogenen Nutzung der Vils sowie nach ihrem Einfluss auf die fluviale Morphologie auf. Wurde der Fluss bereits im ausgehenden Mittelalter zur Hochzeit des Amberger Eisenbergbaus

ausgebaut? In welchem Umfang wurde die Vils verbaut? Welchen morphologischen Charakter hatte das Gewässer vor den anthropogenen Eingriffen und wie hat es sich seither entwickelt?

Untersuchungen aus anderen mitteleuropäischen Bergbaugebieten haben meist einen archäologischen Fokus (z.B. JOCKENHÖVEL 1996), erforschen die aktuelle Schwermetallbelastung der Landschaft (u.a. ALLAN 1997) oder betrachten den Eintrag bergbaubürtigen Sediments (z.B. DOBLER 1999, SCHELL et al. 2000). Der Einfluss bergbaubegleitender Wirtschaftszweige auf die fluviale Morphologie ist bislang nicht untersucht.

Den aufgeworfenen Fragen wird an der Vils über eine Kombination verschiedener methodischer Ansätze nachgegangen. Neben Versuchen, geophysikalische und dendrochronologische Methoden zu implementieren, zeigen die historisch-geographische Karteninterpretation und die klassische Sedimentologie die größte Aussagekraft zur Beantwortung der Fragen. Ergänzend kommen sedimentologische Labormethoden, Luftbildauswertungen und ein Geographisches Informationssystem zur Anwendung.

2 Forschungsstand

2.1 Fluviale Morphologie

Studien zur Entwicklung von Flüssen der mittleren Breiten liegen mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung und in verschiedenen Zeitschienen vor. Ein Fokus liegt auf der geomorphologischen Entwicklung der Flusstäler (u.a. HEINE 1970, 2001, SCHIRMER 1983a). Im IGCP-Projekt 158 korrelieren STARKEL et al. (1991) die klimageprägte Flussgeschichte verschiedener Flüsse der heute temperierten Klimazone. Die grundlegenden Prozesse der fluvialen Dynamik sind u.a. von LEOPOLD et al. (1964), SCHUMM (1977) und KNIGHTON (1998) erarbeitet worden.

Vielfältige Arbeiten bemühen sich, die aktuelle Morphodynamik von Flüssen zu beschreiben, zu erklären, zu klassifizieren und zu modellieren (u.a. MIALL 1985, HOWARD 1992, ROSGEN 1996). THORNE (2002) betont die Bedeutung des Verständnisses der dynamischen Prozesse und des morphologischen Formenschatzes für den Umgang mit Gewässern. In seinem ‚Rahmen für morphologische Untersuchungen‘ (THORNE 2002: 204) dienen die Betrachtung des Einzugsgebietes sowie der historischen Entwicklung der Klassifizierung des Gewässers.

SCHIRMER (1983b) stellt Arbeiten vor, die sich insbesondere mit der holozänen Flussentwicklung beschäftigen. Die jüngsten Aktivitätsphasen der großen Flüsse Süddeutschlands gehen nach BECKER (1983) auf starke Siedlungsbewegungen der römischen Kolonisation und der alemannisch-fränkischen Landnahme zurück. Sedimentologisch repräsentiert die jüngste Phase der Flussentwicklung in Mitteleuropa meist der heute weit verbreitete Auelehm. Der Zusammenhang seiner Akkumulation mit Rodungsphasen und Ackerbautätigkeit ist seit NATERMANN (1941) und MENSCHING (1951) erwiesen. Entsprechend zeigt er den Zustand der Landschaft zur Zeit seiner Ablagerung an. RICHTER (1965) demonstriert, dass Auelehmvorkommen eine enge räumliche Abhängigkeit vom Liefergebiet haben. In manchen Studien wird über ein mineralogisches ‚Fingerprinting‘ der Bezug zwischen abgelagerten Feinsedimenten oder Schwebstoffen zu den konkreten Quellengebieten hergestellt (WALLING et al. 1993, HAMLIN et al. 2000).

Studien zur fluvialen Morphologie oder Flussgeschichte der Vils liegen bisher nicht vor. Als fluvial-morphologische Studien aus der weiteren Region sind jedoch die Arbeiten von KALOGIANNIDIS (1981) an der Naab, BUCH (1988) an der Donau,

SCHELLMANN (1990) an Donau und unterer Isar sowie HILGART (1995) an der Altmühl zu nennen. Die Arbeiten sind sedimentologische Studien zur jeweiligen Fluss- und Talgeschichte.

2.2 Fließgewässer in Bergaugebieten

Im Harz sind den Auelehm Pochsande zwischengeschaltet, die durch den Einsatz von Nasspochwerken entstehen (LIESSMANN 1997). Das Sediment ermöglicht nicht nur Rückschlüsse auf die bergbaulichen Tätigkeiten an den Flüssen, sondern auch auf die zeitliche Entwicklung des Bergbaus (DOBBLER 1999). Die Arbeitsgruppe um MACKLIN hat an verschiedenen Flüssen in Nord-England die historische Gerinneentwicklung sowie die damit verbundene Auensedimentation untersucht (MACKLIN 1986a, ASPINALL et al. 1986). Die zum Teil aus dem Bergbau stammenden Sedimente lassen sich als Marker mit charakteristischen Schwermetallgehalten verschiedenen Bergbauepochen zuordnen. Eine klare Stratigraphie sowie das Verständnis des Sedimentationsmusters sind die Resultate, die eindeutige Aussagen über gerinnemorphologische Veränderungen zulassen. LEWIN et al. (1977) untersuchen in Wales die Verteilungsmuster von Schwermetallbelastungen, die auf historischen Bergbau zurückgehen.

In Süd-Spanien gelingt es, Feinsedimente über Schwermetall-Tracer sowohl direkt dem Bergbau zuzuordnen als auch von umgelagertem kontaminiertem Alluvium zu unterscheiden (SCHELL et al. 2000). JAMES (1991, 1999) untersucht den Einfluss eines massiven Sedimenteintrags aus dem Gold-Bergbau Kaliforniens sowie dessen Wechselwirkung mit anthropogenen Laufkorrekturen auf die Morphodynamik des Bear Rivers. MACKLIN et al. (1992) betrachten das Spektrum fluvial-morphologischer Reaktionen auf diverse anthropogene Einflüsse seit Besiedlung des Tyne-Einzugsgebietes, die sich in der phasenweise Einschneidung des Gewässers oder der Bereitstellung charakteristischer Sedimente ausdrücken.

2.3 Anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie

LEWIN (1992) untersucht die Sedimentation des Flusses Vyrnwy in Wales auf seine Präservationseigenschaften für archäologische Studien, die je nach Abflussregime und fluvialer Dynamik unterschiedlich zu bewerten sind. THIEME (2001) findet in

amerikanischen Alluvien Anzeichen historischer und prähistorischer Besiedelung. DINN & ROSEFF (1992) weisen bei Grabungen Spuren mesolithischer und römischer Besiedlung in den Sedimenten des Flusses Lugg (Herefordshire, England) nach. Den Arbeiten sind Luftbildinterpretationen und Magnetometerprospektionen vorausgegangen. Mit letzteren ist unter Zuhilfenahme von Bohrungen die römische Landoberfläche rekonstruiert worden. Sedimentologisch lassen sich drei Sedimentationsphasen nachweisen. Eine fällt in die frühe postglaziale Zeit, die nächste ist seit dem frühen 4. Jahrtausend BC erfolgt und die letzte beginnt in der späten Saxonischen Periode (ca. 600-1.000 AD). SALISBURY (1992) findet Ufersicherungen aus dem 17. und 18. Jahrhundert, die heute, bedingt durch die fluviale Dynamik, in der Gewässersohle des Flusses liegen. Am Main finden sich Pfahlkonstruktionen, die auf Ufersicherungen des 13. Jh. schließen lassen (BECKER & SCHIRMER 1977). Verschiedentlich werden neben archäologischen Untersuchungen auch die vergangenen Landnutzungsepochen anhand paläoökologischer Untersuchungen von Altarmsedimenten rekonstruiert, so auch bei AMOROS & VAN URK (1989), BROWN & KEOUGH (1992) und VÖLKEL et al. (2001).

Der Einfluss historischer Fluss- und Landschaftsnutzung und -umgestaltung auf den aktuellen Gerinnezustand und die Folgen für die lokale Bevölkerung stehen derzeit häufig im Fokus der Untersuchungen. KONDOLF et al. (2002) stellen z.B. Pine Creek (Idaho, USA) und den Fluss Drôme (Frankreich) gegenüber, die in unterschiedlichen Nutzungsstadien unterschiedlich reagieren. Als Folge von Gesteinsabbau, landwirtschaftlicher Nutzung und Siedlungstätigkeiten befindet sich Pine Creek bei starker Sedimentzuführung in einer Akkumulationsphase. Nach Kiesabbau, Gewässerausbau und Wiederaufforstung des Einzugsgebietes erodiert dagegen die Drôme aus Sedimentmangel ihr Bett, senkt hiermit das Grundwasserniveau und unterscheidet Verbauungen. Auch an italienischen Flüssen, z.B. Po, Arno und Piave, wurde die Einschneidung der Gewässer beobachtet, die hier meist mit einer Verschmälerung und gelegentlichen Veränderung des Gerinnebettmusters einhergeht. SURIAN & RINALDI (2003) führen dies ebenfalls auf anthropogene Eingriffe wie Sedimententnahme, Flussausbau und Wiederaufforstung zurück. Auch MARCHETTI (2002) beschreibt für den Po zunächst eine erhöhte Erosion im Einzugsgebiet und eine Aufsedimentierung des Po-Deltas in der frühen Phase der intensiven Landnutzung. Der verstärkte Ausbau, die Kiesentnahme und die neuerliche Aufforstung des Einzugsgebietes haben zur Einschneidung der Gewässer und zur Erosion in der Küstenregion geführt.

Die Auswirkungen der Gewässerstauhaltung durch Dämme werden bei PETTS (1977) über temporalen Datenvergleich untersucht und beschrieben. THOMS & WALKER (1992) stellen den Einfluss kleiner Wehre auf die Gewässermorphologie des australischen Flusses Murray fest. Der Haupteffekt liegt hier in der verringerten Sedimentfracht und dem Ausgleich des Sohlgefälles zwischen den Wehren durch Erosion unterhalb und Akkumulation oberhalb der Barrieren. Außer einer leichten Erweiterung des Gerinnes unterhalb des Staues bleibt die Gerinnestruktur hier jedoch stabil, gefördert durch kohäsives Ufer und Auenmaterial sowie ein generell geringes Gefälle.

Zunehmend steht auch die ökologische Situation der Gewässer im Vordergrund und die Flussmorphologie wird strukturell als Habitat evaluiert (WILD & KUNZ 1992, LUA NRW 1999a). Es werden mithilfe von Altkartenanalysen Aspekte des natürlichen Flusspotenzials und des aktuellen Ausbauzustandes beleuchtet (KERN 1997, RICHARD et al. 2004). HABERSACK & SCHNEIDER (2000) nutzen hierzu die Analyse morphologischer Parameter in Altkarten zur Feststellung historischer Veränderungen der fluvialen Morphologie der Mur (Österreich).

2.4 Einsatz der Altkartenanalyse in der Flussmorphologie

So verschieden wie die jeweilige thematische Fokussierung sind auch die angewandten Methoden. Während sich die Untersuchung der quartären Flussgeschichte in erster Linie auf sedimentologische Methoden stützt, erfolgt die Erfassung der jüngsten Flussentwicklung auch über die Aufnahme morphologischer Parameter und die Interpretation historischer Karten. Eine Zusammenstellung der aktuellen Methodik zur Untersuchung von Fließgewässern unter verschiedenen Aspekten bieten KONDOLF & PIÉGAY (2003).

Nach PETTS (1989) hat die historische Analyse von Flusssystemen eine wichtige Bedeutung zur Rekonstruktion prä-industrieller Flusslandschaften, zur Einschätzung des anthropogenen Einflusses und der Auswirkungen aktueller flussbaulicher Maßnahmen. THORNE (2002) unterstützt die Rekonstruktion der anthropogen bedingten Flussentwicklung mit historischem Kartenmaterial.

Bereits 1967 legte FINSTERWALDER die aus zwei historischen Karten, einer von Aventin 1523 und der Tischkarte von Zellerreit 1531, exzerpierten Flussläufe der

Donau und ihrer Nebengewässer übereinander, um die zeichnerische Entwicklung der Karten verfolgen zu können (FINSTERWALDER 1967). GERLACH (1990) nutzt Karten, Akten und Urkunden des 15. bis 19. Jh. zur Rekonstruktion der natürlichen und anthropogenen bedingten Entwicklung des Mains. Sie bedient sich ergänzend u.a. der umfangreichen sedimentologischen Untersuchungen SCHIRMERS. In Deutschland wird die Altkartenanalyse heute verbreitet zur Ermittlung des aktuellen natürlichen Flusspotenzials eingesetzt (RICHARD et al. 2004).

Obwohl es auch in Großbritannien eine lange kartographische Tradition gibt – erste Karten sind seit dem 16. Jh. nachgewiesen – scheint es nach HOOKE & REDMOND (1989) keine Versuche zu geben, die Altkarten vor 1800 in die fluvial-morphologischen Untersuchungen einzubeziehen. Am Fluss Nent kann MACKLIN (1986b) große morphologische Veränderungen innerhalb der letzten 200 Jahre anhand einer Serie von Altkarten, Luftbildern und aktuellen Karten feststellen, die insbesondere auf die montanbedingte Sedimentzufuhr zurückzuführen sind. Auch bei PETTS (1989) zeigt sich, dass sich die Interpretation historischer Karten in England auf die jüngere Eigendynamik der Gewässer beschränkt.

Französische Flüsse haben lange im Fokus von Kartenzeichnern gestanden. BRAVARD & BETHEMONT (1989) führen bis zum Jahr 1500 zurückdatierende Karten an, welche die Flüsse Rhone, Rhein, Drac und Loire aus verschiedenen flussmorphologischen Perspektiven darstellen, etwa bezüglich Schäden durch Hochwasser, Dammkonstruktionen und Schiffbarkeit. Auch in Frankreich dienen die Karten verschiedener Flüsse zur Untersuchung unterschiedlicher Fragestellungen. Als Beispiele seien DECAMPS et al. (1989) und ROUX et al. (1989) angeführt, die die Flüsse Garonne und Rhone unter den Gesichtspunkten des anthropogenen Ausbaus bzw. der ökologischen Entwicklung untersuchen.

BRAGA & GERVASONI (1989) nutzen Altkarten, die bis ins 16. Jh. zurückgehen, in Ergänzung mit Luftbildern, um natürliche und künstliche Laufveränderungen des Po zu rekonstruieren. AMOROS & VAN URK (1989) setzen historische Daten als Hilfsmittel zur Makrorestanalyse ein. Die Untersuchung der Laufverlagerungen von Flüssen dient ihnen als Grundlage der Sedimentbeprobung.

3 Untersuchungsgebiet

Die Vils ist ein kleiner Mittelgebirgsfluss in der Oberpfalz. Sie entspringt im Oberpfälzer Hügelland und tritt südlich von Amberg in die östlichen Ausläufer des Frankenjura ein. Bei Kallmünz mündet sie in die Naab, die der Donau tributär ist. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von Amberg bis Schmidmühlen. Die Fränkische Alb erreicht hier Höhen von 350 m NN in Tallage und bis 500 m NN auf den Kuppen.

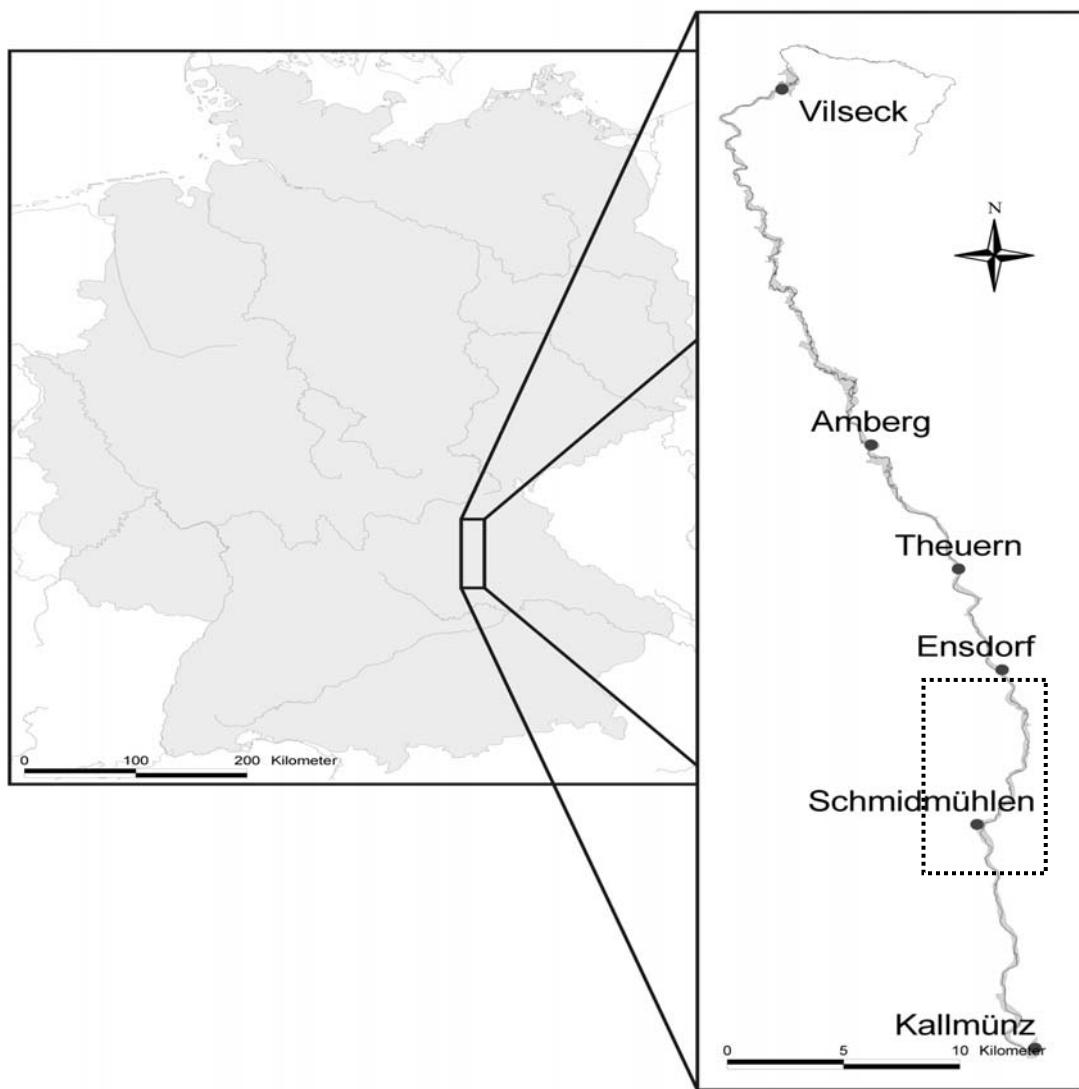


Abb. 1: Arbeitsgebiet (gepunkteter Kasten).

Die Vils entspringt in Klein-Schönbrunn. Auf 17 km durchläuft ihr Oberlauf bis Vilseck ein Muldental, südlich schließt sich der Landschaftsraum der Hahnbacher Mulde an, den die Vils auf 30 km durchfließt. Bei Amberg tritt sie für weitere 40 km in ein Sohlental ein, ehe sie mit einer Gesamtfließstrecke von 87 km bei Kallmünz in die

Naab mündet und über diese auch der Donau tributär ist. Ab der Ammerbachmündung bei Amberg ist die Vils ein Gewässer I. Ordnung (WWA 1996).

3.1 Arbeitsgebiet

Als Arbeitsgebiet ist aus dem Untersuchungsgebiet ein Abschnitt von 12 km Länge zwischen Ensdorf und Schmidmühlen gewählt worden (siehe Abb. 1). Er repräsentiert den mittelalterlich stark industriell genutzten Teil der Vils unterhalb von Amberg. Heute befinden sich noch vier historische Wehre (Ensdorf, Rieden, Vilswörth, Harschhof) in diesem Abschnitt. Der Gewässercharakter entspricht dem Sohlental zwischen Amberg und Kallmünz. Somit ist eine Übertragung der Arbeitsergebnisse auf das Untersuchungsgebiet möglich.

Nördlich des Arbeitsgebietes schließen sich im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs 462 aktuell die Arbeiten von Dipl. Geogr. S. Beckmann und Dr. T. Raab an. Im Oberlauf der Vils untersucht Dipl. Geol. K. Hürkamp geogene und anthropogene Bleibelastungen. Den Mündungsbereich von Vils und Naab bearbeitet Dipl. Geol. K. Heemskerk (vgl. RAAB et al. 2003).

3.2 Landschaft und Geologie

Der Oberlauf der Vils ist der naturräumlichen Einheit Oberpfälzisches Hügelland zuzuordnen (MEYNEN et al. 1962). Die Landschaft ist hier von SE-NW verlaufenden Bruchschollen gekennzeichnet. Es überwiegen permische bis tertiäre, wechselnd sandige Sedimentgesteine. Diese sind lokal von quartären Sanden und Kiesen überdeckt, die teils Verwitterungsprodukt sind, anderenteils aus äolischer und fluvialer Verlagerung stammen (s. Abb. 2). Besonders auffällig ist das Fehlen von Kalkstein. Selbst die Schichten des triassischen Muschelkalks sind nach MEYNEN et al. (1962) als sandiger Pflanzen- und Muschelsandstein ausgebildet. In dieser überwiegend sandigen Fazies ist der Oberlauf der Vils mit ihren Nebenflüssen in breiten Muldentälern angelegt. Gleicher gilt auch für den oberen Mittellauf, in welchem sie auf ca. 30 km Länge die Hahnbacher Mulde durchfließt. Die Hahnbacher Mulde stellt eine Reliefumkehr dar, die Teil des Oberpfälzer Bruchschollenlandes ist. In ihr sind überwiegend Sandsteinkeupersedimente aufgeschlossen.

Südlich der Hahnbacher Mulde verläuft die Störungszone des Pfahls, die in die Amberg-Sulzbacher Störung übergeht. Hier stehen kreidezeitliche Eisenerze an, die in Senken des Kreidemeeres aus Rohhumuswässern ausfielen. Das teils limnisch-fluviatile und andernteils brackisch-marine Milieu hat zur Entstehung sowohl von goethitischem Nadeleisenerz als auch Siderit geführt (WOLF 1986).

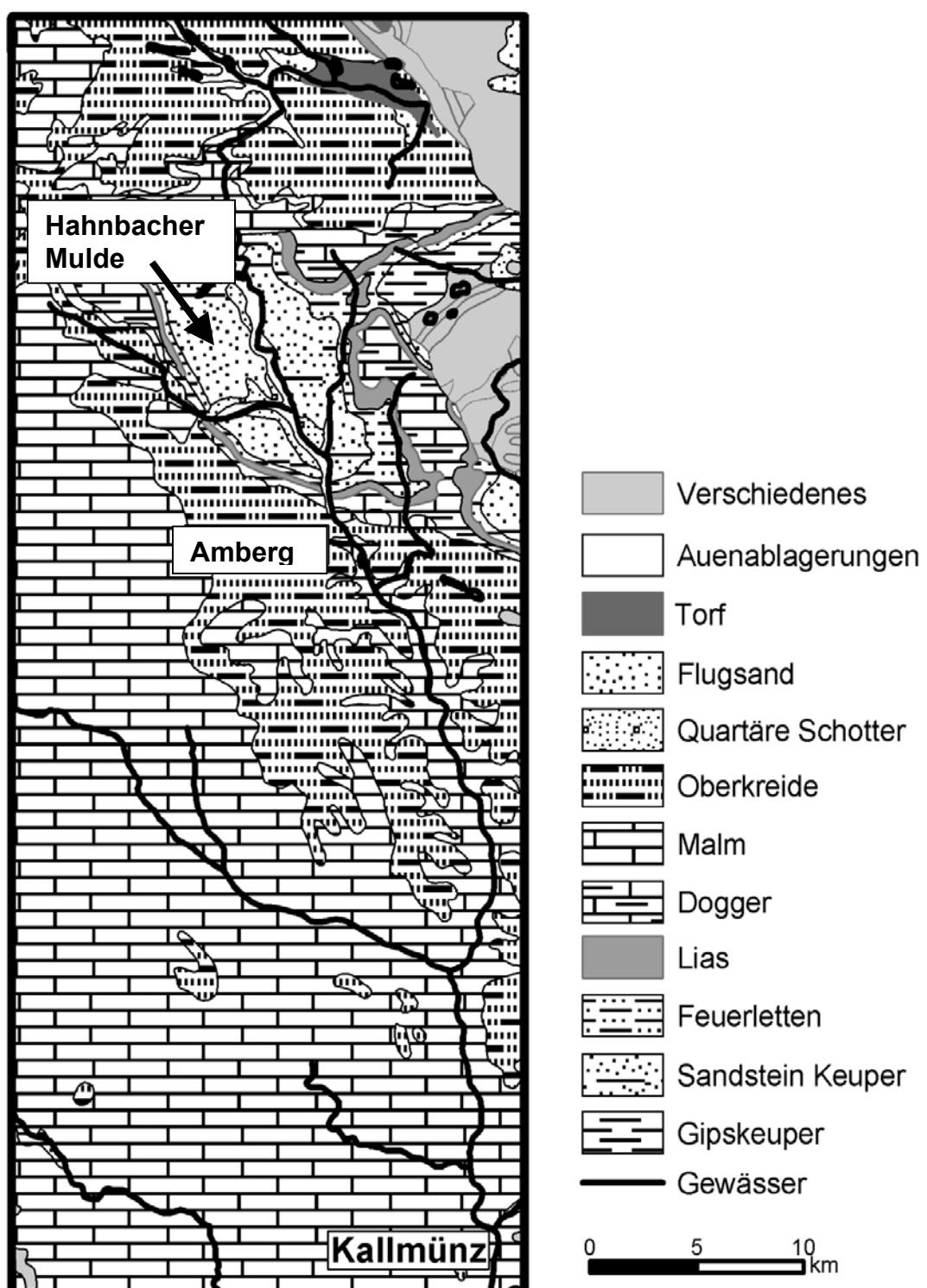


Abb. 2: Geologie des Vililstals (nach BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996).

Nördlich Amberg, zwischen Etz- und Galgenberg, durchbricht die Vils den südlichen Muldenrand, schließt die Schichtenfolge von Keuper bis Weiß-Jura auf und tritt in die Ausläufer der Mittleren Frankenalb ein (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDES-AMT 1996). Hier streichen geschichtete Malmkalke aus, die die Vils in einem Sohlental durchfließt. Die nach Osten abdachende mittlere Frankenalb ist bis heute auf den Höhen nördlich der Lauterach sowie östlich der Vils teilweise von sandigen Oberkreideschichten überlagert. Die Landschaft ist von den Karsteigenschaften der anstehenden Kalke und Dolomite geprägt. Die Täler lassen sich in wasserführende und Trockentäler einteilen (MEYNEN et al. 1962).

3.3 Flussgeschichte der Vils

TILLMANNS et al. (1963) stellen Vermutungen auf, dass es im Miozän bereits eine „Ur-Vils“ gegeben habe, die der Naab über das Schmidgaden-Trischinger Seitental beigetreten sein könnte. Aus dem jüngsten Pliozän finden sich ca. 60-80 m über dem heutigen Tal Vils-Schotterreste, die sich von Grafenwöhr über Hahnbach, Thann und Krumbach und weiter über die Freihölser Senke zur Naab ziehen. DOBEN & HELLER (1968) beschreiben die Schotter der Freihölser Senke als gut gerundete Quarze, Karneole und Chalzedone. TILLMANNS et al. (1963) belegen für das Altpleistozän den Durchbruch der Vils durch die Randerhebung der Hahnbacher Mulde zwischen dem Etzberg und dem Galgenberg bei Amberg. Im Mittelpleistozän wurde die Vils von Süden angezapft und fließt seither durch das heutige Tal. Als Folge der Verlagerung der Vils änderte auch der Krumbach seine Fließrichtung und entwässert seither über die Vils. Die Kiese, die auch in den ab Seite 63 angeführten Bohrungen die Basis der Vilsaue bilden, werden bei DOBEN & HELLER (1968) als spätpleistozän angesprochen. Sie bestehen hauptsächlich aus Kalk, Hornstein, limonitischem Sandstein und Quarz.

Das heutige Bild des Flusses ist ein Lauf, der in wenigen Windungen durch mächtige Lehme die Aue quert, bis er am Talrand eine Ablenkung erfährt und nach einer Mäanderwindung wiederum die Aue zum gegenüberliegenden Talrand kreuzt. Unterbrochen wird dieser Verlauf durch zahlreiche Wehre, die als historische Eisenhammerstandorte erhalten sind. Das typische Bild der Wehre ist eine Umflut, die von der Vils abzweigt, und eine Insel entstehen lässt (s. Abb. 3). Das jeweilige Hammerwerk liegt meist auf dieser Insel und wird entweder an der Umflut oder der Vils selber betrieben.

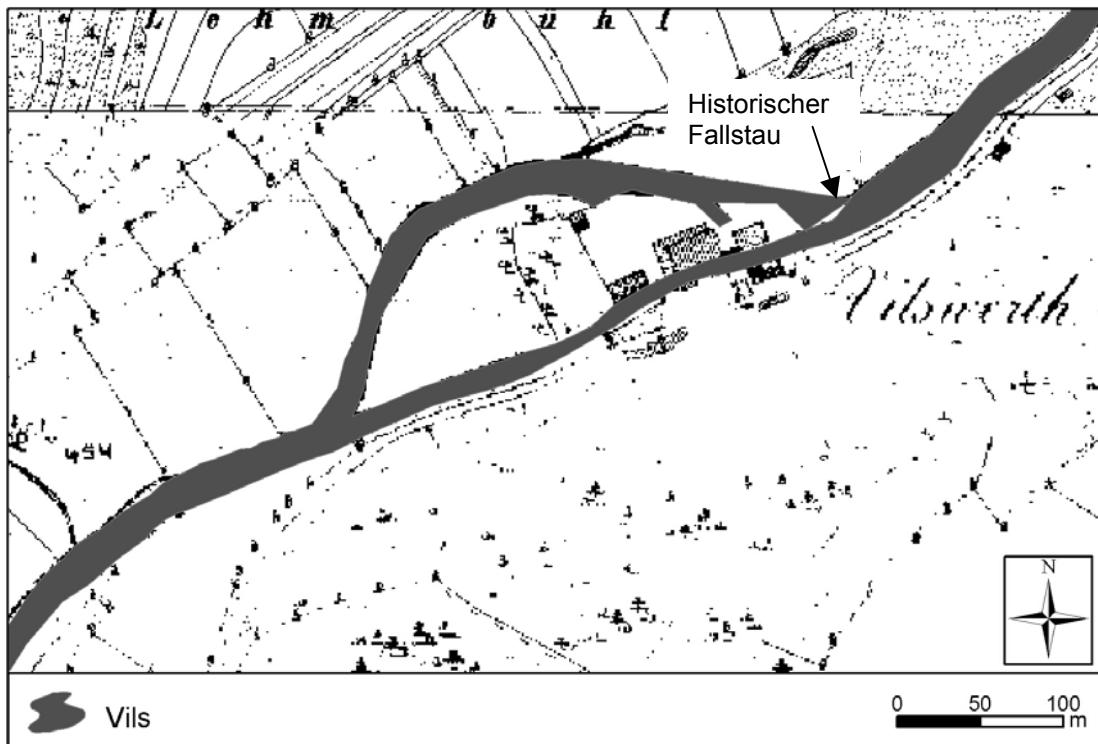


Abb. 3: Hammerwerk Vilswörth (Kartengrundlage: Uraufnahme von 1832, 1 : 5000).

3.4 Böden im Vilstal

Die Böden im Untersuchungsgebiet haben sich in kretazischen Ablagerungen, Malmkalken, quartären Fließerden, holozänen Kolluvien und Auensedimenten entwickelt. Die Reste der Oberkreide-Ablagerungen, die sich in einigen Talbereichen noch auf den Höhenrücken befinden, lassen als sandige, saure Standorte verbraunte, podsolierte Böden erwarten. DIEZ (1968) beschreibt beispielhaft ein typisches Podsol-Profil über verwittertem Knollensandstein. Auf den weit verbreiteten Malmkalken sind in den erosionsgeprägten Hangkuppen- und Oberhanglagen Rendzinen ausgebildet. Hangabwärts sind die gebankten Malmkalke von einer meist zweigeteilten periglazialen Schuttdecke überzogen. Die beiden Schichten lassen sich anhand ihres Feinbodenanteils unterscheiden. So wird die untere Zone als gelb- bis rötlichbraun, tonig, feinpolyedrig, z.T. kalkhaltig und die obere als dunkelgrau, humos, feinkrümelig bis feinstpolyedrisch beschrieben (DIEZ 1968). In diesen Deckschichten sind am Oberhang verschiedene Rendzina-Formen zu finden. Hangabwärts werden die Deckschichten mächtiger und lehmiger. An den westlichen Talfanken ist ihnen teilweise Löß beigelebt (DOBEN & HELLER 1968). In diesen Ablagerungen sind im Mittelhang häufig Braunerden und Parabraunerden

entwickelt. Den Hangfuß säumen Kolluvien, die teilweise mit fluvialen Sedimenten verzahnt sind (vgl. S. 69ff.). Der rezente Auenboden ist die Vega der mächtigen Auelehmdecken. Die typische Vilstal-Vega zeigt einen bis 30 cm mächtigen aAh-Horizont, dem bis zwischen 120 und 170 cm Tiefe ein aM-Horizont folgt. Der darunter anschließende aGr-Horizont ist je nach Lage zwischen 50 und 200 cm mächtig und umfasst Teile des Auelehms sowie in einigen Profilen auch den unterliegenden Sand (vgl. S. 64).

3.5 Klima

Die Klimastation Amberg verzeichnet eine Jahresmitteltemperatur von 7,8°C der bei BAYFORKLIM (1996) angeführten Normperiode 1951-1980. Der mittlere Jahresniederschlag ist für den Zeitraum von 1961-1990 mit 701 mm angegeben. Das Temperaturminimum von durchschnittlich -2,0°C liegt im Januar, das Maximum mit 17,0°C im Juli (BAYFORKLIM 1996). Nach MEYNEN et al. (1962) liegen die Julitemperaturen leicht über denen der Fränkischen Alb, während die Januartemperatur mit den umliegenden Hügelländern übereinstimmt.

Die gemittelten Niederschläge liegen von Mai bis August zwischen 63 und 81 mm und zwischen September und April zwischen 46 und 61 mm (BAYFORKLIM 1996). Die Niederschlagsverteilung zeigt zwei Maxima, das stärkere liegt mit 81 mm im Juni, das zweite bleibt mit 61 mm im Dezember deutlich darunter. Die absoluten Niederschlagsmengen des Nassjahres 1966 und des Trockenjahres 1976 in Tab. 1 demonstrieren die Bandbreite der Niederschlagsverteilung und relativieren die gemittelten Werte (BAYFORKLIM 1996).

Tab. 1: Niederschlag des Nassjahres 1966 und des Trockenjahres 1976 (nach BAYFORKLIM 1996).

Niederschlag (in mm)														
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	
1966	43	73	85	93	58	120	136	143	43	78	38	130	1043	
1976	112	14	10	29	45	31	80	22	58	40	41	38	520	

3.6 Hydrologie der Vils

Die hydrologischen Verhältnisse der Vils spiegeln die Flusspegel Amberg und Dietldorf wider. Der Pegel Amberg befindet sich bei Kilometer 41,7 (bei 87 km Gesamtlänge) und hat ein Einzugsgebiet von 438 km². Er liegt 371,21 m über NN und ist seit 1949 in Betrieb. Der Pegel fasst den Abfluss des Ober- und oberen Mittellaufes zusammen, ehe die Vils in die Ausläufer der Frankenalb eintritt und zu einem karstgeprägten Gewässer wird. Der Pegel Dietldorf befindet sich bei 6,2 km oberhalb der Mündung und steht für das Gesamteinzugsgebiet von 1096 km². Er liegt 343 m über NN und verzeichnet die Abflusswerte der Vils seit 1963 (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT 2000).

Bis Amberg hat die Vils sechs größere Nebengewässer. Im Oberlauf sind dies die Frankenohre und der Wiesenlohbach, südlich Vilseck fließen ihr von rechts der Furthbach und der Rosenbach sowie linksseitig der Gebenbach zu. In Amberg folgt der Ammerbach und wenige Kilometer unterhalb Amberg mündet der Krumbach in die Vils. Ab dem Eintritt in die Malmkalke der Frankenalb hat die Vils nur noch zwei oberirdische Zuflüsse und wird über Quellschüttungen in der Aue aus dem Karstwasser der Alb genährt. Die Lauterach mündet bei Schmidmühlen und ist das größte Nebengewässer der Vils. Bei Rohrbach, südlich Dietldorf, mündet der Forellenbach.

Der langjährige mittlere Abfluss (MQ) der Vils beträgt bei Amberg 3,74 m³/s, bei Dietldorf 10,5 m³/s (vgl. Tab 2). Das höchste Hochwasser seit Einrichtung der Pegel hat es im Februar 1970 gegeben. Es erreichte in Amberg mit 80,5 m³/s den vierfachen Abfluss des jährlichen Hochwassers, in Dietldorf mit 96,5 m³/s nur den gut doppelten Wert des HQ₁.

Tab. 2: Abfluss der Vils an den Pegeln Amberg und Dietldorf (aus: Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 2000).

m ³ /s	Amberg 1949-2000				Dietldorf 1963-2000			
	Jahr	Datum	Winter	Sommer	Jahr	Datum	Winter	Sommer
NQ	0,99	16.07.1978	1,04	0,99	3,74	02.11.1963	3,74	3,74
MNQ	1,74		2,13	1,83	6,56		7,14	6,93
MQ	3,74		4,45	3,04	10,50		12,00	8,92
MHQ	28,30		26,40	12,40	47,00		45,00	24,50
HQ	80,50	23.02.1970	80,50	63,30	96,50	23.02.1970	96,50	74,20
HQ ₁	20,60		19,80	10,40	40,80		39,30	21,80
Mh _N (mm)	780		373	407	k.A.		k.A.	k.A.

Auch im Vergleich der Verhältnisse der niedrigen, mittleren und Hochwasserabflüsse (Tab. 2 und 3) der beiden Orte zeigt sich, dass der Quotient mit Zunahme der Abflüsse kleiner wird. Hierin lässt sich eine Dämpfung der Abflussspitzen zwischen Amberg und Dietldorf erkennen.

Tab. 3: Hochwasser Extrema der Vils (nach: Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 2000).

Hochwasser Extremwerte				- synchronisiert				
	Amberg		Dietldorf		Amberg		Dietldorf	
	Datum	m³/s	Datum	m³/s	Datum	m³/s	Datum	m³/s
1	23.02.1970	80,5	23.02.1970	96,5	29.10.1998	44,1	30.10.1998	58,8
2	26.01.1995	63,9	02.07.1987	74,2	26.01.1995	63,9	26.01.1995	67,9
3	11.07.1954	63,3	21.12.1993	68,8	21.12.1993	60,9	21.12.1993	68,8
4	21.12.1993	60,9	26.01.1995	67,9	01.03.1990	43,2	02.03.1990	61,7
5	31.01.1982	54,2	16.01.1988	65,9			18.03.1988	60,5
6	27.03.1988	50,7	28.03.1988	64,0	27.03.1988	50,7	28.03.1988	64,0
7	16.01.1968	48,6	31.01.1982	63,1			02.07.1987	74,2
8	03.03.1956	46,2	02.03.1990	61,7	31.01.1982	54,2	31.01.1982	63,1
9	29.10.1998	44,1	18.03.1988	60,5	23.02.1970	80,5	23.02.1970	96,5
10	01.03.1990	43,2	30.10.1998	58,8	16.01.1968	48,6	16.01.1968	65,9

= Sommerhochwasser

Nach LUA NRW (1999b) ist die Grundwasserprägung eines Gewässers aus einem Verhältnis von MQ zu MNQ von $\leq 3:1$ abzuleiten. Der Amberger Quotient von 2,15:1 steht dem Verhältnis von 1,6:1 in Dietldorf gegenüber. Sie bestätigen damit zum einen eine Grundwasserprägung für den Ober- und oberen Mittellauf bis Amberg zum anderen eine Zunahme des Grundwassereinflusses auf die Abflussverhältnisse der Vils ab Eintreten in die Jura-Ausläufer der Frankenalb.

Mit der Grundwasserprägung lässt sich ebenfalls erklären, dass die für Amberg angegebenen sommerlichen Niederschlagsmengen (M_{hN} – Tab. 2) die des Winters überschreiten, die Winterabflüsse jedoch über denen des Sommers liegen. Auch die großen Hochwassereignisse häufen sich im Winter (siehe Tab. 3). Durchweg ist die Dämpfung der Abflussspitzen von Amberg nach Dietldorf zu erkennen.

Die Vils reagiert zwar weniger schnell auf hohe Niederschlagsmengen als oberflächenabflussgeprägte Flüsse, ihre Aue springt jedoch schnell auf höhere Wasserstände an. Bei den meisten Hochwassern tritt die Vils nicht über die Ufer, sondern das Grundwasser steigt von unten in die Aue und füllt zunächst die Senken auf, die sich weitgehend auf die Auenrandbereiche entlang der Vilstalstraße beschränken (vgl. Abb. 4).



Abb. 4: Vilsaue südlich Schmidmühlen, bei Hochwasser füllt das Grundwasser die Senken am Auenrand (eigenes Foto, Jan. 2002).

Im Arbeitsgebiet befinden sich aktuell vier historische Wehranlagen, die alle Wasserkraftanlagen betreiben. Das Wehr in Ensdorf hat heute eine Fallhöhe von 0,95 m, Rieden 1,0 m, Vilswörth 1,60 m und Harschhof 1,50 m. Der Rückstau des Wehres Ensdorf beträgt 1250 m, Rieden 1000 m, Vilswörth 2675 m und Harschhof 1425 m (WWA 1996). Somit bleiben im Untersuchungsgebiet insgesamt 7,4 Flusskilometer, die nicht dem Rückstau eines Wehres unterliegen. Zwischen Ensdorf und Rieden sind dies ca. 900 m, zwischen Rieden und Vilswörth ca. 2025 m, südlich Vilswörth 1175 m und unterhalb Harschhof 3300 m.

3.7 Abriss der geschichtlichen Entwicklung der oberpfälzischen Eisenindustrie

Die Eisenerze der Amberg-Sulzbacher Störung haben einen Eisengehalt von 30 bis 45 % (WOLF 1986). Ein großer Teil der Vorkommen war oberflächennah abbaubar, und so lassen sich in der Region die Spuren der Eisengewinnung bis in die Spätlatènezeit zurückverfolgen (RESS 1950).

Im Mittelalter wuchs die Bedeutung der Amberger Montanindustrie und sie erlangte eine überregionale Vormachtstellung in Produktion, Technik und Handel mit Eisen-erz und Halbfertigwaren. Trotz des hohen Stellenwertes sind die wirtschaftliche

Entwicklung und besonders ihre Anfänge, möglicherweise aufgrund des Verlustes von Schriftstücken während zahlreicher kriegerischer Auseinandersetzungen in der Region, nicht ausreichend dokumentiert. RESS (1950) stellt diese Anfänge bereits ins 6. Jh. Nach NIEDERMAYER (1912) gibt es Hinweise auf die Verleihung der Rechte am Erzberg an die Amberger durch Karl den Großen in 787 AD. Die erste konkrete Erwähnung des Amberger Erzberges findet sich in einem Dokument aus dem Jahr 931 (BECK 2000). Die Erstnennung des Bergbaus selber liegt im Jahr 1285 (FRANK 1975). Anhand kaiserlicher Privilegien zur Förderung des Bergbaus und eines großen Interesses der Hohenstaufen an der Schwerindustrie des Nordgaus zeigt RESS (1950) die zunehmende Bedeutung auch des Sulzbacher Bergbaus zwischen dem 1000 und 1200 AD auf.

Wann genau die ersten Hammerwerke an der Vils, unterhalb von Amberg, entstanden und seit wann getreidelt wurde, ist bislang ungeklärt. Nach DÜMMLER (1973) wurde die Vils ab Schmidmühlen schon etwa seit dem Jahr 1010 und ab Amberg seit 1034 als Schifffahrtsweg genutzt. Dennoch werden auch im 12. Jh. Eisen und Erze noch nicht als Handelsgüter erwähnt. Bei Amberg fanden sich nach DÄHNE & ROSER (1988) Schlacken, die auf das 11. und 12. Jh. datieren. WOLF (1986) verbindet die Verlagerung der Eisenhütten an die Flussläufe mit dem Einsatz wasserkraftbetriebener Blasebälge und der damit verbundenen technischen Weiterentwicklung der Verhüttung in der Mitte des 13. Jahrhunderts. Im 14. Jh. tritt eine Häufung von Berichten zur Montanindustrie auf, beginnend 1310 mit einem Dekret Herzog Ludwigs, das Holz der Region für den Bergbau zu sichern (KNAUER 1913). Es folgte der Erlass von Erzzöllen, den KNAUER (1913) für 1316 erwähnt. 1328 wird der Erlass auf ‚zu Lande und zu Wasser‘ erweitert (KNAUER 1913: 8). Dies führte zu Zollstreitigkeiten mit angrenzenden Regionen, z.B. mit Sulzbach und Regensburg, und schließlich zur Hammereinung von Amberg und Sulzbach im Jahr 1341 sowie ihrer Neuordnung 1387 (GÖTSCHMANN 1987).

Im 13. und 14. Jh. findet sich eine Reihe Eisenhämmereien in der Oberpfalz, deren Anbindung an den zentralen Abbau in Amberg, Sulzbach-Rosenberg und Auerbach durch ihre ungünstige Lage unwahrscheinlich ist. RESS (1950) geht davon aus, dass diese Hammerwerke aus lokalem Abbau kleiner Lagerstätten bestückt wurden. Erst als diese Lagerstätten versiegten und die Technik der Blasebälge an der Vils Einzug hielt, verlagerten sich die Hammerwerke an den Fluss. Dies geschah ca. ab der Mitte des 13. Jh. (WOLF 1986). In der zweiten Hälfte des 15. Jh. erreichte die Wirtschaft der Amberg-Sulzbacher Eisenindustrie einen Hochstand (RESS 1950).

Der Transport des Erzes und Eisens ging über die Vils, Naab und Donau zunächst nach Regensburg und wurde dort in hauptsächlich gegen Salz ausgetauscht. Der Handel des Eisens erfolgte von Regensburg aus weiter donauaufwärts bis Ulm und -abwärts nach Passau (DÄHNE & ROSER 1988). Der Nordgau erreichte ein Monopol in der Erzeugung von Dünnblechen und Bleiverzinnung, das er bis ins ausgehende 16. Jh. halten konnte. Die Produkte gelangten nach Ansicht von RESS (1951) über den Handel bis nach Frankreich, Italien, England und Russland.

Die Schifffahrt war meist von Februar bis November möglich, wurde ab dem 17. Jh. jedoch erst an Pfingsten aufgenommen (BLÖßNER 1928). In Kriegs- und Seuchenzeiten wurde der Betrieb phasenweise ganz eingestellt (FLURL 1792, LABLEBEN 1917). Seit Ende des 18. Jh. war das Treideln nicht mehr rentabel, die Fallhöhe der Wehre wurde bis 1820 noch einmal erhöht. Dennoch wurde die Schifffahrt 1826 aufgegeben (BLÖßNER 1928, DÜMMLER 1973).

Getreidelt wurde in der Regel mit fünf oder sechs Schiffen in einem Zug, den bis zu 45 Männer und ab dem 15. Jh. bis zu 24 Pferde begleiteten. Die Züge starteten samstags, waren Montagmorgen in Regensburg und ab Donnerstagnachmittag wieder zurück (BLÖßNER 1928). Durch diesen Rhythmus wurde der Betrieb der Hammerwerke unter der Woche am wenigsten gestört. Mit dem Treideln waren ebenso die Verteilung von Eisenerz an die Hammerwerke sowie der Handel mit Schieneisen und Salz verbunden. Wenn neben dem Erz z.B. Getreide verschifft wurde, reichte das Erz unter Umständen nicht für alle Hammerwerke aus (BLÖßNER 1928).

1611 wurde die Amberger Erzförderung wegen fehlender Investitionen in die Erschließung neuer Erzlager vorerst eingestellt. Der Sulzbacher Bergbau ging weiter (WOLF 1986). In der zweiten Hälfte des 17. Jh. setzte sich in der Oberpfalz eine neue Hochofentechnik zur Verhüttung durch, erreichte jedoch nicht die Hammerstandorte im Vilstal (WOLF 1986). Ob der Niedergang des Oberpfälzer Montanwesens auf die veraltete Technik (GÖTSCHMANN 1986) oder auf die Kriegswirren des Dreißigjährigen Krieges zurückzuführen ist (RESS 1950), wird konträr diskutiert.

Die Meinungen über die maximale Anzahl der Hammerwerke an der Vils gehen weit auseinander. Aus den verschiedenen Quellen (DÜMMLER 1973, GÖTSCHMANN 1985, DÄHNE & ROSER 1988) lassen sich die folgenden Orte als historische Wehrstandorte

unterhalb Ambergs ableiten: Drahthammer, Haselmühl, Lengenfeld, Theuern, Wolfsbach, Leidersdorf, Ensdorf, Rieden, Vilswörth, Harschhof, Schmidmühlen, Emhof, Dietldorf, Rohrbach, Traidendorf und Kallmünz (Karte, Anhang I-1, S. 112). Es haben jedoch nicht an allen Standorten Hammerwerke bestanden. Die Aussagen über die Nutzung einiger Wehre wechseln zwischen Hammerwerken und Getreidemühlen (z.B. Emhof). Die meisten Hammerwerke an der Vils wurden im 13. und 14. Jh. gebaut, erlitten während des Dreißigjährigen Krieges unterschiedlich große Schäden, wurden danach jedoch wieder aufgebaut und weiter betrieben. So gab es eine regelrechte Welle an neu gebauten Hammerschlössern um 1700, z.B. Dietldorf (1700-1705), Schmidmühlen (1700), Theuern (1727), Vilswörth (Mitte 18. Jh.) (DÄHNE & ROSER 1988). Ab dem 19. Jh. wurden die Hämmer jedoch stillgelegt oder in andere Nutzung genommen (DÄHNE & ROSER 1988).

4 Arbeitsmethoden

Zur Untersuchung der durch historischen Bergbau ausgebauten Vils wird zunächst ein Methodenspektrum gewählt, das in Anlehnung an Studien anderer Montanregionen (z.B. SALISBURY 1992, DOBLER 1999) zielführend erscheint. Es ist davon auszugehen, dass die genaue Nutzung sowie zeitliche Einordnung der bergbaulichen Entwicklung der Region bereits in einer Vielzahl geschichtlicher Arbeiten untersucht sind. Die herausragende Bedeutung des Montanzentrums Amberg im Mittelalter und in der Neuzeit lässt vermuten, dass die Geschehnisse in historischen Karten gut dokumentiert wurden und bis heute in den Archiven vorzufinden sind. Weiterhin sollte es möglich sein, die Erkenntnisse aus der Interpretation der Altkarten über dendrochronologische Bestimmungen von Holzfunden alter Verbauungen zu bestätigen und mit Ergebnissen von sedimentologischen Untersuchungen zu verknüpfen.

Die Annahme, es könnte eine größere Anzahl Altkarten aus der Region in den Archiven erhalten sein, bestätigt sich. Dagegen offenbaren die Auswertung von Luftbildern und eine geomorphologische Kartierung eine große Strukturarmut der Vilsaue. Die historischen Wehre sind heute mit Beton überzogen und die Bauwerke der Hammerstandorte seit dem 18. Jh. erneuert. Die Uferbefestigungen wurden durch Steinschüttungen ersetzt und auch in der Aue finden sich weder Hinweise auf verlassene Standorte noch auf Treidelpfade.

Die Untersuchung einer Rinnenstruktur mit dem Bodenradar durch Herrn Dr. Leopold sowie der Versuch, erbohrtes Holz zu lokalisieren, erbrachten die Erkenntnis, dass historische Holzverbauungen wegen der großen Auelehmhäufigkeit und des hoch anstehenden Grundwassers nicht mithilfe geophysikalischer Methoden gefunden werden können. Damit verlagern sich der bislang induktive Arbeitsansatz der Untersuchung konkreter Funde und die Übertragung der Ergebnisse auf den gesamten Fluss zur deduktiven Herangehensweise, um aus der Entwicklung der fluvialen Morphologie Aussagen über die anthropogenen Eingriffe des Mittelalters zu treffen.

Der Schwerpunkt der weiteren Arbeiten liegt auf der Interpretation der historischen Karten und der Untersuchung der sedimentologischen Verhältnisse in der Vilsaue. Entsprechend wird diesen beiden Methoden in der Beschreibung des Vorgehens eine besondere Bedeutung beigemessen.

4.1 Luftbildinterpretation

Das Wasserwirtschaftsamt (WWA) Amberg stellt dem Projekt Luftbilder einer Befliegung der Vils im Auftrag des WWA von 1974 sowie Orthofotos von 2001 zur Auswertung bereit. Die Interpretation erfolgt mit dem Ziel, Muster alter Laufstrukturen oder alter Verbauungen zu finden. Im Untersuchungsgebiet werden außer einer Rinnenstruktur (s. S. 76) keine Spuren von Laufverlagerungen, Hochwasserereignissen oder einer früheren anthropogenen Nutzung gefunden. Dass Fotos der gleichen Befliegung dagegen umfangreiche Laufmusterstrukturen in der Vilsaue oberhalb Amberg zeigen, belegt die Tauglichkeit der Bilder für diese Auswertung. Die Orthofotos bilden zudem die Grundlage für die geomorphologische Kartierung.

4.2 Geomorphologische Kartierung

Die Interpretation der Luftbilder zeigt bereits die Armut der Vilsaue an fluvialen Strukturen. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt der Kartierung vom geomorphologischen Formenschatz der Aue hin zur Aufnahme des Ausbauzustandes des Gewässers. Elemente aus der bei LESER (1975) beschriebenen Legende werden nur vereinzelt gefunden und aufgenommen. Dafür erscheint es von Bedeutung, Spuren historischer Flusskorrekturen sowie gewässereigener Dynamik aufzunehmen und die Auenflurstücke auf ihre Eignung für die sedimentologische Untersuchung zu überprüfen. Die Legende wird nach LUA NRW (2001) sowie eigenem Ermessen modifiziert (s. Anhang I-2.1 u. I-2.2, S. 113ff.) und in Luftbilder des vergrößerten Maßstabs von ca. 1 : 2.500 eingetragen. Neben Ausdehnung und Formenschatz der Aue werden (soweit erkennbar) verschiedene Gerinneparameter aufgenommen, dies sind: Eintiefung, Rückstau, Blöcke auf der Gewässersohle, Totholz, Uferbeschaffenheit, Uferabbrüche, Anlandungen, anthropogene Eingriffe (z.B. Renaturierungen), Laufverlagerungen, Gräben, Nutzungsstruktur der Flächen und Vegetation. Letztere sind für die Durchführbarkeit der Geländearbeiten von Belang.

Die Aufnahme konzentriert sich auf die Flussaue. Auch die Grenzen der rezenten Aue werden auskartiert, die von den bisher angenommenen Randlinien abweichen, welche auf der Basis des extremen Hochwassers von 1909 vom WWA Amberg erhoben wurden. Die kartierten Grenzen lassen sich in Bohrungen jenseits des Auenrandes bestätigen (vgl. S. 50f. u. 69ff.).

4.3 Archivstudien

Die Ermittlung historischer Karten aus dem Untersuchungsgebiet erfolgt zunächst im Hauptstaatsarchiv München, im Staatsarchiv Amberg, in der Provinzialbibliothek Amberg und im Kloster Ensdorf. Ferner werden die Bestände der Staatlichen Bibliothek München gesichtet. Nach Auskunft von Herrn Dr. M. Dallmeier liegt dem Hofarchiv von Thurn und Taxis kein Kartenmaterial der Vils vor. Für die vorliegende Arbeit verwertbare Karten entstammen lediglich dem Staatsarchiv Amberg und dem Hauptstaatsarchiv München.

4.3.1 Vorinformationen

Nach LEIDEL (1998: 2) ist der „funktionsspezifische Einsatz der Landschaftsmalerei“ in der Verwaltungsarbeit erst um das Jahr 1500 eingeführt worden. Er markiert die Wende vom Mittelalter zur Renaissance. Von der Vils sind einzelne Karten aus dem 16. Jh. erhalten, wenige aus dem 17. Jh. und einige aus dem 18. Jh. Danach haben die Katasteraufnahmen begonnen. Die neueren Kartenwerke (ab etwa dem 19. Jh.) entsprechen in ihrem Aussagegehalt in etwa den heutigen topographischen Karten. Die Pläne, die zwischen den Jahren 1500 und 1800 erstellt wurden, sind selten objektive Geländeaufnahmen, sondern eher Landschaftsinterpretationen. Je nach Verwendungszweck der Karten sind manche Details aufgenommen oder weggelassen.

Es gibt Grenzpläne, Übersichtskarten und Manuskriptpläne. Grenzpläne und Übersichtskarten liegen kleinmaßstäblich als Druckkarten vor. Der geringe Detailgehalt dieser Karten ist auf den kommerziellen Zweck der Karten zurückzuführen (s. auch BURGGRAAFF 1988). Flüsse sind in ihnen als Wellenlinie schematisch dargestellt und dienen bestenfalls zur Ableitung von Informationen über den Flussverlauf. Manuskriptpläne sind dagegen handgezeichnete Einzelkarten, deren Genauigkeit sehr von der Verwendung der Karte abhängt. In diesen Detailkarten sind Flüsse oft zur Dekoration oder Orientierung eingebracht. Nur selten steht der Fluss im Interesse des Kartenzeichners. Dennoch sind besonders Detailkarten für Aussagen über den potenziell natürlichen Flusslauf von Bedeutung. Auf die häufig feststellbare genaue Darstellung von Gewässern hebt auch FEHN (1988) ab. AYMANS (1988) diskutiert die Zuverlässigkeit historischer Karten besonders unter dem Aspekt des Interpretationsansatzes. Er betont, dass eine Karte, deren Inhalte dem geschichtswissenschaftlichen Anspruch der zeitlichen Korrektheit nicht

genügen, etwa weil einzelne Einträge nach Aktenlage veraltet sind, dennoch wegen ihrer räumlich exakten Darstellung geographisch nutzbar sein kann. Der Betrachter sollte die Altkarten vor der Interpretation in jedem Fall quellenkritisch untersuchen und sich von der Seriosität der zu untersuchenden Karteneinträge überzeugen.

Historische Karten werden zu überwiegenden Teilen in Staatsarchiven aufbewahrt. Vereinzelt finden sie sich außerdem in städtischen Archiven, Bibliotheken, Klöstern oder Museen. Während AYMANS (1985) noch die schlechte Stellung der Karten in den Archiven kritisiert, sind bis heute in vielen Archiven die Karten in eigenen Repertoriensbüchern aufgeführt und werden je nach Erhaltungszustand saniert oder digital konserviert.

In kleineren Archiven und Bibliotheken kann es Kataloge geben, in denen die Karten verzeichnet sind. Bei überschaubaren Kartenbeständen kennt der Archivar in der Regel die vorhandenen Pläne. Bei größeren Inventaren haben Archive eigene Abteilungen und entsprechend geschulte Mitarbeiter, die die Kartenbestände überblicken. In den eigens für die Karten erstellten Repertoriensbüchern sind die Pläne unter Ortsnamen aufgelistet. Da der Eintrag unter allen in der Karte enthaltenen Orten erfolgt, können Karten unter verschiedenen Namen mehrfach gefunden werden. Sofern vorhanden sind der Titel der Karte, evtl. eine kurze Beschreibung und das Entstehungsjahr, letzteres exakt oder geschätzt, genannt. Neben den Repertoriensbüchern der Archive finden sich in der Literatur themenspezifische Aufstellungen von Altkarten. Als Beispiele sind hier die Zusammenstellung der handgezeichneten Karten verschiedener bayerischer Archive von KRAUSEN (1973) sowie die Ausstellungskataloge von WOLFF (1991) und LEIDEL (1998) aus dem HStA München zu nennen.

4.3.2 Auswahl der Karten

Die Sichtung der Bestandslisten und Repertoriensbücher erfolgt zunächst nach Ort, Alter und Titel der Karte; sofern eine Inhaltsbeschreibung existiert, wird diese einbezogen. Die Auswahl der Karten, die zur Ansicht bestellt werden, beruht auf den Kriterien: Maßstab, Verortung, Zweck der Karte, Genauigkeit der Zeichnung, Seriosität der Karteneinträge und Flusslauf bzw. Flussabschnitt. Konkret bedeutet dies, dass die Karten in einem relativ großen Maßstab dargestellt sein müssen. Es müssen Einträge enthalten sein, die sich räumlich bis heute exakt zuordnen lassen, z.B. Kirchen, Grundstücksgrenzen, Flussmäander etc. Die Zeichnung muss hinrei-

chend genau sein, um morphologische Eigenschaften herauszulesen und ggf. digital zu verarbeiten. Die auszuwertenden Inhalte müssen seriös dargestellt sein, d.h., sie sollen nachvollziehbar und überzeugend sein. Ein Hauptaugenmerk ist der dargestellte Flusslauf. Entscheidend ist hier nicht die Länge des Flussabschnittes, sondern die Genauigkeit der Zeichnung. Sind die Karten realistisch genug gezeichnet, lassen sich oft genaue Aussagen über kurze Flussabschnitte treffen, die mit den im Geographischen Informationssystem (GIS) ermittelten Daten für die entsprechenden Flussmeter korreliert werden können. Atlanten und andere kleinmaßstäbliche Übersichtsskizzen haben dementsprechend keinen Aussagewert für fluvial-morphologische Fragestellungen. Nur wenige Übersichtskarten haben überhaupt relevante Einträge. Ein Beispiel für eine solche Karte ist die Karte Nr. 235 des Sta Amberg aus dem Jahr 1725 (vgl. S. 45 u. Anhang II-6, S. 139).

4.3.3 Verwendung der Karten

Die Reproduktion der Altkarten für den Nutzer erfolgt in den Archiven auf unterschiedliche Art. Bis vor wenigen Jahren war es üblich, dass die Karten abfotografiert und dem Interessenten als Diapositive unterschiedlichen Formates zugesandt wurden. Allerdings haben die Archive durch die zunehmende Nutzung der Altkarten das Bestreben, die Kartenbestände vor ständiger Belichtung infolge der Abfotografie zu schützen. Jedes Archiv hat eigene Lösungen für das Problem, und so ist es nicht möglich, mehrere Karten aus verschiedenen Archiven in einheitlichem Format zu erhalten. Eine Möglichkeit ist, die Karten als Großbild-diapositiv zur eigenen Reproduktion auszuleihen, eine andere, die Karten auf Mikrofichen zu konservieren, die entweder als schwarz/weiß-Ausdrucke vor Ort kopiert oder ebenfalls entliehen werden können. Manche Archive bieten einen Teil der Karten als Mikrofiche und einen anderen Teil als Großbilddias an. Es empfiehlt sich, die Diapositive im Durchlichtscanner in hoher Auflösung zu scannen. GROßE (2003) rät zu einer Auflösung von 300 dpi bei farbigen Aufnahmen und 400 dpi für Graustufen. Die Ablage der Karten erfolgt in einem unkomprimierten, GIS-kompatiblen Dateiformat. Auch im Falle der Mikrofiche ist das Scannen auf einem hochauflösenden Scanner sinnvoll.

Zur Auswertung der Karten in einem Geographischen Informationssystem ist die korrekte Lage der Karte im Raum von Bedeutung. Hierzu werden die Karten nach dem Import in das GIS georeferenziert. Karten, die im Gauß-Krügerschen Koordinatensystem liegen, sind über die Zuordnung ihrer Koordinaten exakt zu

positionieren. Die frühesten Karten, bei denen dies gelingt, sind die Pläne der Uraufnahme, für die Gauß das System entworfen hatte.

Die Georeferenzierung von älteren Karten erfolgt, soweit dies möglich ist, über den Vergleich markanter Strukturen mit den Einträgen der Uraufnahme. In der Regel besteht eine Ähnlichkeit der Altkarten eher zu den Inhalten der Uraufnahme als zu modernen Karten. Die historischen Karten können anhand weniger exakter Punkte in das Bild der Referenzkarte eingepasst werden. Größere Schwierigkeiten als durch die Zeichengenauigkeit ergeben sich durch die Perspektive oder den Maßstab der Karten. Zur Georeferenzierung sind ausschließlich Karten geeignet, die zumindest teilweise in der Aufsicht gezeichnet sind. Eine Maßstabskonstanz ist in Altkarten oft nicht gegeben. Das bedeutet, dass der Maßstab innerhalb der Karte und in Bezug auf einzelne Karteneinträge variieren kann. Diese Darstellungsfehler sind durch noch unzureichende Vermessungsmethoden bzw. eine fehlende Definition eines Längenmaßstabes und die Maßgröße der ‚Wegzeiten‘ hervorgerufen worden (FINSTERWALDER 1991: 193). Für die Georeferenzierung bedeutet dies, dass zur Einpassung in aktuelle Kartenwerke auf bestimmte Kartenelemente oder Kartenausschnitte zu fokussieren ist. Oft muss eine Ungenauigkeit in einem Bereich zugunsten der genauen Integration anderer Bereiche in Kauf genommen werden (vgl. dazu auch: perspektivische Abweichung der Karte 1623 S. 57ff.). Hierzu empfiehlt es sich, die Karte über nur zwei Georeferenzierungspunkte ungefähr zu verankern, da sonst mit größeren Verzerrungen gerechnet werden muss.

4.3.4 Auswertung der Karten

Historische Karten können grundsätzlich qualitative Aussagen liefern z.B. darüber, wie sich die Landschaft zu einer bestimmten Zeit gestaltet oder welche Landnutzungen, Siedlungsformen etc. es gegeben hat. In Einzelfällen können alte Pläne auch für quantitative Analysen herangezogen werden, die dann z.B. Auskünfte über Flächenanteile bestimmter Nutzung oder den Windungsgrad von Flüssen geben können. Der jeweilige Wert der Karten für die Untersuchung wird – wie oben beschrieben – bereits bei der Auswahl der zu reproduzierenden Karten festgestellt. Hierbei kann auch die Verwertbarkeit zur quantitativen Analyse eingeschätzt werden. Zuletzt zeigt sich jedoch erst bei der Georeferenzierung, wie groß der Einfluss individueller Fehlerquellen ist. Zu nennen sind hier neben der erwähnten Zeichenperspektive und fehlender Maßstabskonstanz besonders Verzerrungen, die bei der Aufnahme entstanden oder durch das Alter der Karte bedingt

sind. Nur der direkte Vergleich konkreter Karteneinträge verschiedener Karten deckt die Einsatzmöglichkeiten der Karte auf. Für die meisten Altkarten gilt, je größer der Maßstab und je jünger die Zeichnung, desto eher ist ein Einsatz zur quantitativen Auswertung möglich.

4.3.5 Parameterberechnung

Die quantitative Auswertung der Altkarten erfolgt in dieser Arbeit auf Basis der Berechnung fluvial-morphologischer Parameter im GIS. Die Karten der vergangenen 200 Jahre ermöglichen die Erfassung der Parameter Flussgefälle, Windungsgrad, Mäanderbogenradius, Breitenvarianz und Gewässerumfeld (Digitalisierung des Flusslaufes: ©, LVG Bayern). Aus älteren Plänen können oft zumindest abschnittsweise Elemente, wie Windung, Mäandergestalt, seltener auch Auenstrukturen oder die Breitenvarianz erhoben werden.

Zur Parameterberechnung wird das Arbeitsgebiet in Abschnitte unterteilt. In der Übersicht werden die Parameter einmal für das Gesamtgebiet erhoben, dann in 4 km langen Abschnitten (gemessen an der Tallänge). Diese Abschnittslänge wird gewählt, da sie mit augenfälligen Talcharakteristika übereinstimmt. So erscheint das Tal z.B. in Abschnitt II enger als in Abschnitt I. In Abschnitt III bleibt es zunächst schmal, weitet sich jedoch im Bereich der Mündung der Lauterach bei Schmidmühlen auf (vgl. auch Anhang III-1, S. 142). Um zugleich den Zufluss der Lauterach in den Untersuchungen hinreichend zu berücksichtigen, erfolgt eine weitere Teilung der Abschnitte. Entsprechend gibt es in den Parameterberechnungen drei Hauptabschnitte (A) à 4 km und sechs Unterabschnitte (UA) à 2 km (siehe Abb. 5). Zur Parameterberechnung wird der Flusslauf jeder Karte als Mittellinie digitalisiert. Nach der Teilung der Linien an den Grenzen der Abschnitte kann die Fließstrecke jedes Abschnittes ermittelt werden.

Die Erfassung der Parameter erfolgt über allgemeine fluvialgeometrische Formeln, die u.a. bei MANGELSDORF & SCHEURMANN (1980), SCHERLE (1999) und RICHARD et al. (2004) sowie im Folgenden beschrieben sind. Die Berechnungen beruhen auf der Grundlage von Luftbildern, topographischen Karten, Uraufnahmekarten und einzelnen Altkarten. Die Karteninhalte werden hierzu digitalisiert und vermessen.

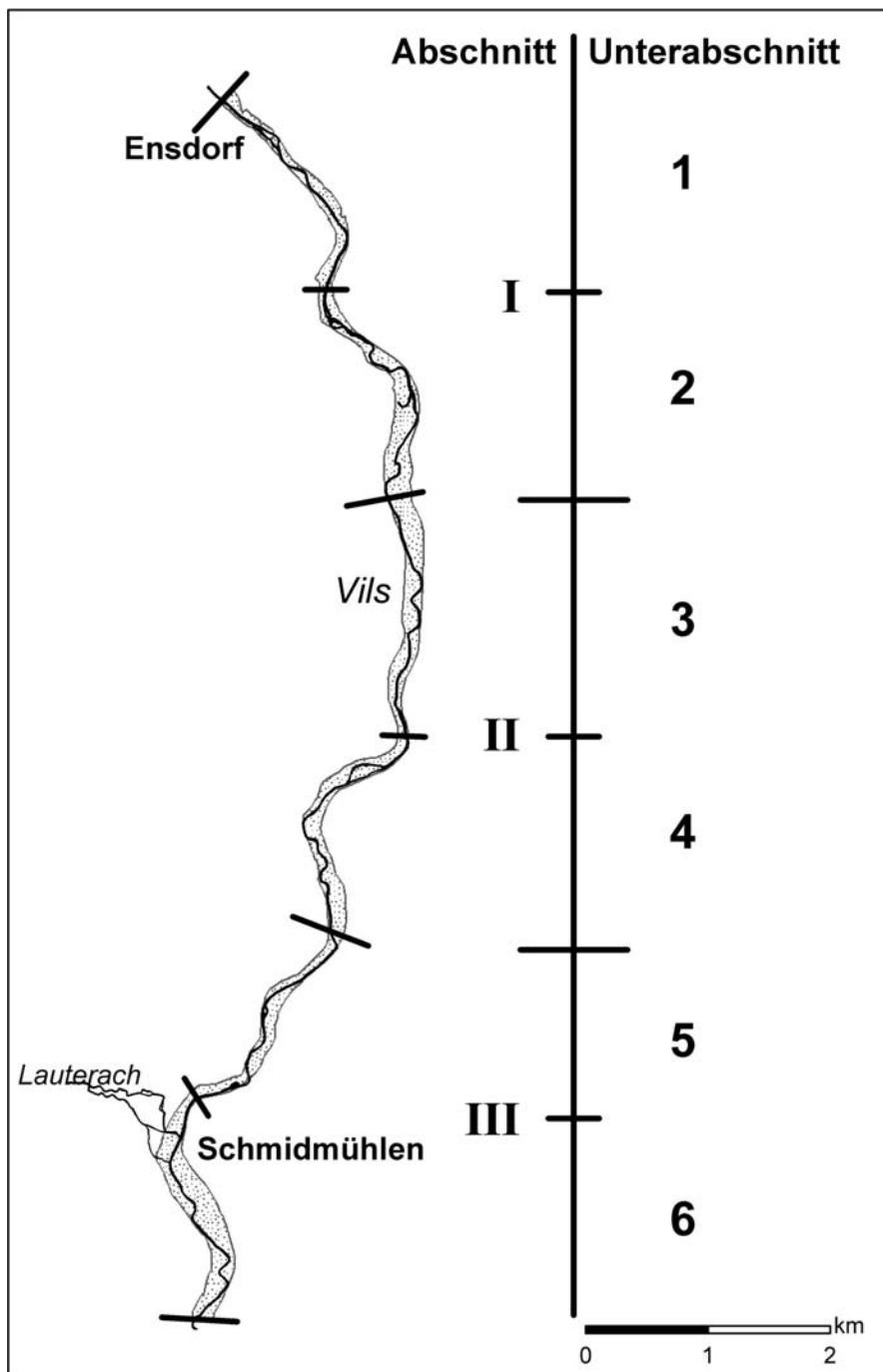


Abb. 5: Abschnittseinteilung der Vils (Arbeitsgebiet) zur Parameterberechnung.

Gefälle

Das Gefälle wird als Tal- und Sohlgefälle erhoben. Es werden Höhenangaben aktueller Karten mit Lauflängen aus historischen Karten verschnitten, da selten verlässliche Höhenwerte in historischen Karten verzeichnet sind. Das Sohlgefälle (G) errechnet sich aus dem Höhenunterschied (H_1-H_2) einer bestimmten Fließstrecke (L) nach der Formel:

$$G = \frac{H_1 - H_2}{L} \times 100.$$

Die Multiplikation mit 100 führt zu Prozentangaben, mit 1000 zu Promilleangaben. Zur Berechnung des Talgefälles wird der Höhenunterschied auf die Tallänge bezogen.

Windungsgrad

Der Windungsgrad (W) errechnet sich nach SCHERLE (1999) aus dem Verhältnis der Fließstrecke (L) zur Tallänge, (T),

$$W = \frac{L}{T},$$

und ergibt einen Wert über 1. Im Unterschied dazu wird die Laufentwicklung nach der Formel:

$$eL = \frac{L-T}{T}$$

(MANGELSDORF & SCHEUERMANN 1980) berechnet und ergibt einen Wert zwischen 0 und 1. Der Aussagewert ist vergleichbar. Verschiedene Typologien, z.B. nach SCHERLE (1999), ordnen Windungsgrade von 1,01 - 1,05 einem gestreckten und Werte über 1,26 dem mäandrierenden Lauf zu.

Breitenvarianz

Die Breitenvarianz stellt die Breite von Engstellen und Weitungen ins Verhältnis und ist nicht mit dem mathematischen Varianz-Begriff zu verwechseln. Ein ungefährer Wert dieses Parameters kann außerdem aus historischen Karten ermittelt werden. Er ist keine absolute Größe, sondern soll das Bild vom Gewässercharakter ergänzen.

Mäanderbogenradius

Der Mäanderbogenradius wird aus der Vervollständigung eines Mäanders zum Kreis ermittelt. Er ist ein Maß für das Verlagerungspotenzial eines Gewässers und wird meist mit der Gerinnebreite ins Verhältnis gesetzt. Nach HICKIN & NANSON (1984) sind die höchsten Erosionsraten bei einem Verhältnis zwischen 2,0 und 3,0 zu erwarten.

Gewässerumfeld

Das Gewässerumfeld wie auch die Ufer- und die Sohlstruktur lassen sich nicht zahlenmäßig erfassen, es sind nur allgemeine Aussagen über das potenzielle Vorkommen bestimmter Strukturen wie Steilufer, Bankstrukturen, Inseln etc. möglich. Aus Karten lassen sich häufig Altarme, Inseln und teilweise Uferstrukturen digitalisieren. Ihre Anzahl hat sich über die Jahrhunderte in der Regel stark verringert. Sie haben jedoch eine besondere Bedeutung bei der Beurteilung, wie stark ein Fluss mäandriert und ob er zu Nebengerinnen und Inselbildung neigt. Dabei muss unterschieden werden, welche Strukturen sich in der aktuellen Aue befinden und welche möglicherweise (z.B. periglaziale) Relikte sind, die nicht das heutige Potenzial widerspiegeln. Unter dem Parameter Gewässerumfeld wird besonders die Strukturvielfalt der Aue betrachtet. Historische Karten verzeichnen selten kleinere Strukturen, wie Hochflutrinnen, die durch die Hochwasserdynamik in der Aue entstehen. In vielen Gewässerauen sind derartige Strukturen jedoch trotz Gewässerausbau und Verfüllung größerer Hohlformen teilweise erhalten und können in einer geomorphologischen Kartierung erfasst werden. Wichtig ist auch hier nicht die Anzahl, sondern die jeweilige strukturelle Ausprägung.

Mithilfe der oben genannten Parameter, der allgemeinen Kenntnisse über den Naturraum und Beobachtungen im Gelände lassen sich Aussagen über die gewässereigene Dynamik treffen.

4.4 GIS-Anwendung

Der Einsatz der aktuellen GIS-Software von ESRI – ArcGIS – ermöglicht die digitale Zusammenführung verschiedener Teilbereiche der vorliegenden Arbeit. Als GIS-kompatibel liegen die Kartierung des Arbeitsgebietes, die historischen Pläne, die Parameterauswertung der Altkarten sowie die tachymetrische Aufnahme der Bohrpunkte und ein aus Höhenlinienkarten generiertes digitales Höhenmodell vor. Der Import der Bohrprofildatenbank und der Profilzeichnungen im CAD-Format ist nicht in ausreichender Qualität erfolgreich gewesen. Daher gelingt die Verschneidung im GIS nicht mit allen Daten.

4.5 Sedimentologische Untersuchungen

4.5.1 Feldarbeiten

Zu Beginn der sedimentologischen Untersuchungen standen in dieser Arbeit die Auswertung und Beprobung eines Baggerschnittes, der im Mai 2002 zur Rohrverlegung südlich Schmidmühlen geöffnet wurde. Er querte auf ca. 120 m die Aue östlich der Vils und erreichte bis ca. 2,5 m Tiefe. Trotz dieser geringen Tiefe und einer Drainage des zuströmenden Wassers ergaben sich Probleme in Form hochanstehenden Grundwassers, das insbesondere die Sande an der Basis des Schnittes herausspülte und den darüber liegenden Auelehm verstürzen ließ. Wegen des raschen Versturzes konnten 40 m des Aufschlusses nicht an der Wand selbst aufgenommen werden. Daraufhin wurden keine eigenen Baggerschürfe angelegt. Stattdessen erfassen 71 Rammkernbohrungen bis 5 m Tiefe sieben Auenquerschnitte und eine Insel. Die Bohrungen sind in der Regel in einem Abstand von 10 bis 15 m platziert, so dass bei einer Gewässerbreite von ca. 20 m eventuelle Laufverlagerungen aufgeschlossen werden. Da es im Arbeitsgebiet keine Terrassen gibt, erfassen die Bohrungen die Sedimente der rezenten Aue. Auf die Aufnahme von Hangprofilen wurde weitgehend verzichtet. Dennoch dienen einzelne Bohrungen am Auenrand der Bestätigung der Auengrenzen, die in der Geomorphologischen Kartierung gegenüber den Angaben des WWA Amberg korrigiert wurden (vgl. S. 50f.). Enthalten Bohrungen innerhalb der Auengrenzen des WWA (auf Basis des Hochwassers von 1909), nach Ansprache keine Auensedimente, wird der Bohrabstand erhöht. Im umgekehrten Fall verringert sich nördlich Schmidmühlen in Ufernähe der Abstand auf unter 2 m, um den Anzeichen für einen möglichen Treidelpfad nachzugehen (vgl. S. 81f.). Die Auswahl der Bohrpunkte schließt gestörte Profile weitgehend aus. So finden sich keine Bohrungen in unmittelbarer Nähe von Rohrverlegungen, Straßen oder baulichen Renaturierungen der Vils.

Alle Bohrprofile sind feldbodenkundlich nach Kartieranleitung 4 (AG BODEN 1994) aufgenommen und beprobzt worden (Profilbeschreibungen in Anhang IV-6 u. IV-7, S. 157ff.). Die einzelnen Schichten sind über vorgestellte römische Ziffern ausgewiesen, die Faziesunterteilung ist mit arabischen Ziffern 1-5 gekennzeichnet.

4.5.2 Laborarbeiten

Die Auswahl von Profilen, die exemplarisch im Labor untersucht werden, basiert auf einer Klassifikation nach Profiltypen einheitlichen Aufbaus. Es werden die Profiltypen Auenprofil, Uferprofil und Hangprofil als Hauptproftypen unterschieden.

Die Laborarbeiten dienen primär dazu, die im Gelände aufgenommene Stratigraphie zu stützen. Dazu werden zu jedem Profiltyp anhand jeweils eines Bohrprofils die Korngrößenverteilungen untersucht. Die Durchführung der Korngrößenanalyse über die kombinierte Sieb- und Schlämmemethode nach KÖHN ist bei VÖLKEL (1995) beschrieben. Der Skelettanteil wird durch Sieben weiter in seine Bestandteile < 6,3 mm, 6,3 – 20 mm und >20 mm getrennt. Der Durchmesser der im unteren Profilbereich eingesetzten Sonden von 50 mm verhindert das Vorkommen größerer Kies und Grusbestandteile. Der Skelettanteil wird nicht nach Kies- und Grusanteilen getrennt. In den Profilbeschreibungen sind jedoch auffällige Grusvorkommen dokumentiert, z.B. in Hangsedimenten.

Die Profilaufnahme im Gelände wurde ohne Munsell-Farbtafel, gemäß AG BODEN (1994) erhoben. Bei der Vorbereitung der Proben im Labor wird zusätzlich eine Munsell-Farbbestimmung durchgeführt. Sie ist nach AG BODEN (1994) jedoch nicht auf die Geländeansprache umsetzbar und dient demzufolge lediglich als Zusatzinformation.

Sowohl die humusreichen Horizonte, die sich in den Beispielprofilen befinden, als auch jene, denen Proben zur ^{14}C -Altersdatierung entnommen wurden, werden auf ihren C_{org}-Gehalt hin untersucht. Damit soll eruiert werden, ob es sich um fossile Oberbodenhorizonte handeln könnte. Die Analyse erfolgt nach Einfalten von 20 mg gemahlenem Probenmaterial in ein Zinnschiffchen über einen CNS-Analysator von Elementar (Typ vario EL III).

Gemäß AG BODEN (1994) wird der C_{org}-Gehalt mit dem Faktor 1,72 multipliziert, um einen Näherungswert für den Humusgehalt (in Masse-%) zu erhalten. Die Probe 6737-119/15 ist nicht karbonatfrei. Um dennoch den reinen organischen Kohlenstoff (C_{org}) zu ermitteln, wurde für diese Probe der CaCO₃-Gehalt nach SCHEIBLER & FINKENER (u.a. beschrieben bei VÖLKEL 1995) bestimmt. Die Kalziumkarbonatmenge wird durch den Gehalt des im Karbonat gebundenen Kohlenstoffs (8,33) geteilt, der sich aus den molaren Massen von Kalziumkarbonat und Kohlenstoff errechnet. Abschließend wird der Kohlenstoffanteil des Kalziumkarbonates vom

Gesamtkohlenstoff (C_{ges}) subtrahiert, um die Menge organischen Kohlenstoffs zu erhalten:

$$C_{\text{org}} = C_{\text{ges}} - \frac{C_a \text{CO}_3}{8,33}.$$

16 Proben wurden mit der portablen RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse), beschrieben bei RAAB et al. (2005b), auf ihre Gehalte an Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Rb gemessen.

4.6 Altersdatierungen

Zur zeitlichen Einordnung der verschiedenen Sedimentationsphasen der Vils wurde auf die Methoden der ^{14}C -Bestimmung und IRSL (Infrarotstimulierte Lumineszenz)-Datierung zurückgegriffen. Die Methoden werden unter anderem bei GEYH & SCHLEICHER (1990), BAILIFF (1992) und WAGNER (1995) beschrieben. Insgesamt wurden 17 Proben bestimmt, davon acht im ^{14}C - und vier im IRSL-Verfahren am Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben Hannover sowie fünf weitere im „Accelerator Mass Spectrometry“ (AMS)-Verfahren am Physikalischen Institut der Universität Erlangen.

Die Lumineszenzdatierung der Probe 6737-104/12 (Lab.-Nr. Lum-71) erfolgte über die akkumulierte Strahlendosis (AD in Gray) der enthaltenen Kalifeldspäte (100-300 μm) seit der letzten Lichtexposition. Die Datierung der Proben 6737-103/6, 103/8 und 6737-104/14 (Lab.-Nr. Lum-69, Lum-70 u. Lum-72) wurde an der polymineralischen Feinkornfraktion (4-11 μm) gemessen. Berechnet wurde das Alter, nach Angaben des Institutes für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben in Hannover aus dem Verhältnis der akkumulierten Strahlendosis zur natürlichen Dosis mit dem Programm von R. Grün.

Die ^{14}C -Datierungen wurden nach STUIVER & REIMER (1993) und STUIVER et al. (1998) mit dem Programm CALIB REV 4.4.2 kalibriert. Die Gesamtergebnisse finden sich im Anhang IV-5 (ab S. 152ff.). Tab. 16 (S. 85) zeigt die Ergebnisse aller zur Datierung ausgewählten Proben mit jeweiligen Angaben zur Tiefe und Fazieszugehörigkeit. Zu den ^{14}C -Daten sind jeweils das 2σ -Intervall der höchsten Wahrscheinlichkeit sowie, zur näheren Eingrenzung der oft sehr weiten Zeitspanne, das 1σ -Intervall der höchsten Wahrscheinlichkeit angegeben.

Ein im Baggerschnitt gefundener Eichenstamm konnte im Dendrolabor des Landesamtes für Denkmalpflege in Thierhaupten durch den Dendrochronologen Herrn F. Herzig datiert werden (Lab.-Nr. SCHM_100/15). Eine Scheibe des Stammes wurde parallel zur ^{14}C -Bestimmung eingeschickt (Lab.-Nr. Hv 24691).

5 Kartographische Analyse der Vils

5.1 Archivalische Quellen

5.1.1 Geschichte der Kartographie in Bayern

Die erste bekannte Darstellung Bayerns ist in einer Abschrift der ‚Geographia‘ von Ptolemäus aus dem 13. Jh. zu finden (FINSTERWALDER 1967). Das Original entstand im 2. Jh. nach Christus. Es handelt sich bei den Ptolemäischen Karten um kleinmaßstäbliche Karten, die als erste auf den astronomischen Beobachtungen der Antike und der Projektion in die Ebene beruhen (LINDGREN 1991). Den Ptolemäischen Karten folgen römische Militär- und Straßenkarten, die Tabula Peutingeriana (FINSTERWALDER 1967). Sie entstand vermutlich in der zweiten Hälfte des 4. Jh. Auch von dieser Karte ist nur eine Abschrift aus dem 13. Jh. erhalten. Verschiedentlich wird diese Karte eher als Verkehrsnetz und Routenverzeichnis angesehen (LINDGREN 1991).

Als eine Karte des Mittelalters ist die Ebstorfer Weltkarte bekannt. Entstanden vermutlich um 1284, demonstriert sie den starken Einfluss der mittelalterlichen Weltanschauung. Dem stehen die Portolankarten gegenüber, mittelalterliche Seefahrtskarten, die zwischen den Jahren 1150 und 1250 entwickelt wurden (FINSTERWALDER 1967). Die kirchliche Dominanz des Mittelalters verhindert eine Weiterentwicklung der antiken Kartographie. Aus dem Untersuchungsgebiet liegen keine mittelalterlichen Karten vor.

Im 15. Jh. wird mit Cusanus die Kartographie Ptolemäus wieder aufgegriffen. Neben den Karten von Cusanus existieren Ortsverzeichnisse, in denen Listen von Orten mit Gradangaben aufgestellt sind. Es wurden jedoch keine zugehörige Originalkarten zu den Verzeichnissen gefunden (LINDGREN 1991). Parallel zur Wiederbelebung der Ptolemäischen Kartographie entwickeln sich Karten mit genaueren Fließgewässer- und Ortspositionen, die zusätzlich die Nutzflächen und Geländeformen darstellen können (WOLFF 1991). Die Kartographie dient zunehmend der Orientierung, z.B. auf Reisen. Es entstehen verschiedene Straßen und Wegekarten, u.a. Etzlaubs Romweg-Karte von 1492, für Rom-Pilger des Jahres 1500 (FINSTERWALDER 1967, WOLFF 1991).

Die älteren Karten sind in erster Linie kleinmaßstäbliche Karten, erst ab 1500 werden zunehmend auch großmaßstäbliche Karten produziert. Zunächst bilden weiterhin astronomische Berechnungen, wie die von Ptolemäus und die aus den mittelalterlichen Ortsverzeichnissen, die Grundlage der Karten (WOLFF 1991). Die ersten amtlichen Karten entstehen nach LEIDEL (2001) ab dem Jahr 1473 im Teilherzogtum Bayern-Landshut aus Grenzstreitigkeiten heraus. Dennoch ist die Karte Aventins, die er 1523 seinen „Annales Bajorum“ beifügte, als erste topographische Karte Bayerns anzusehen. Die Karte ist in manchen Bereichen sehr genau gezeichnet, hat jedoch in anderen Teilen große Fehler. Die Ausrichtung und Projektion der Karte deuten nach FINSTERWALDER (1967) auf den Einfluss Peter Apians hin. Weite Teile der Oberpfalz sind in dieser Karte nicht eingetragen.

Eine erste Karte der Oberpfalz wird im Jahr 1540 von Erhard Reych, anscheinend als Weiterentwicklung der Aventin Karte, erstellt. Die Holzschnittkarte mit dem Titel „Die Pfalz in Bayern in grunt gelegt sambt Iren anstossenden Lendern“ (WOLFF 1991: 52) misst 40x40 cm (ohne Schmuckleisten). Ihr kleiner Maßstab von ca. 1 : 400.000 macht sie für die vorliegende Arbeit irrelevant. In den Archiven finden sich weitere kleinmaßstäbliche Karten ab Mitte des 16. Jh., deren Hauptanliegen in Grenzstreitigkeiten zwischen den administrativen Feudalherrschaften zu sehen ist.

Im 16. Jh. entwickelt sich die Landesvermessung zur Grundlage der Kartographie und die Karteneinträge werden geographisch genauer. Als herausragendstes Werk sind hier die Bayerischen Landtafeln von Philipp Apian zu nennen. Sein Vater, Peter Apian, hatte sich als Mathematiker und Astronom bereits über die Entwicklung von Projektionen für Welt- und Kontinentkarten sowie seinen Einfluss auf die Aventin-Karten um die Kartographie verdient gemacht (WOLFF 1991). Es ist das erste Werk, das über weite Teile Bayerns exakt vermessen und im Maßstab von 1 : 45.000 kartiert wurde. Die Bayerischen Landtafeln sind ein Rahmenkartenwerk mit exakt berechneter Projektion und einheitlichem Blattschnitt. Koordinatenlinien sind als geographische Längen- und Breitenkreise an den Blatträndern angedeutet. Zugleich markiert es den Beginn der Triangulation (FINSTERWALDER 1995). Die Kartierung ist 1563 fertig gestellt. Die reproduktionsfähigen Tafeln, auf den Maßstab 1 : 135.000 verkleinert, liegen im Holzschnitt ab 1568 vor. Zeichnerisch ist Philipp Apian um eine wirklichkeitsnahe Darstellung auch der Bergformen bemüht, wobei er von dem Züricher Maler und Holzschnieder Jost Amman unterstützt wird (FINSTERWALDER 1967).

Der Fortschritt, der sich in den Landtafeln zeigt, setzt sich nicht flächendeckend durch. Es gibt für Bayern einzelne konkrete Weiterentwicklungen der Landtafeln, z.B. von Georg Philipp Finckh im 17. Jh. oder von Wilhelm C. Buna 1745 (FINSTERWALDER 1967). Den letzten Eingang in eine neue Karte finden die Landtafeln 1789 bei Johann Wilhelm Abraham Jaeger. Davon abgesehen sind sie oft kopiert worden und bilden die Grundlage für manchen regionalen Plan.

Die Qualität der Karten bleibt abhängig vom Können des Zeichners. Selbst die Generalisierung der Altkarteninhalte ist von Fall zu Fall verschieden. Bei den frühen Karten des 16. Jh. wird regulär auf die Darstellung von Straßen verzichtet. Flüsse dagegen dienen, neben Orten und vereinzelt Brücken, zur Orientierung – dennoch sind sie z.T. recht ungenau. Nach WOLFF (1991) sind größere Fließgewässer bei Philipp Apian als Doppellinie von 3-5 mm, im Falle ausladender Verzweigungen bis 8 mm und Nebengewässer mit 1 mm dargestellt. In einigen Karten erscheinen die Flüsse – maßstabsunabhängig – dominant im Kartenbild. Dies erklärt sich aus der Bedeutung als geographisches Gerüst der Karte. Auch die Holzschnitttechnik zwang zur stärkeren Generalisierung, da sie gegenüber dem Kupferstich größer war.

Erst im 18. Jh. entwickelt sich die Vermessungstechnik weiter. In den neu entstehenden Karten ist die zunehmende Bemühung um exakte Vermessungen zu erkennen. Mitte des 18. Jh. setzt sich die neu gegründete „Churbairische Akademie der Wissenschaften“ für die Neuvermessung Bayerns ein (WOLFF 1991). Jedoch begann erst im Jahr 1809 die systematische Grundstücksvermessung samt Darstellung auf Katasterplänen. Die bayerische Uraufnahme begründete gleichzeitig die amtliche Kartographie in Bayern. 1841 endete die erste amtliche topographische Geländeaufnahme Bayerns, bis 1854 wurden die Gravursteine für die Katasterpläne fertig gestellt (WOLFF 1991). Die vorliegenden Blätter des Vilstales wurden 1832 aufgenommen.

Neben den topographischen Karten gab es seit dem 17. Jh. auch gewässerkundliche Übersichts- sowie gewässerkundliche Spezialkarten. Letztere entstanden vornehmlich im Zusammenhang mit Flussregulierungen oder im Falle von Grenzstreitigkeiten. In diesem Zusammenhang ist der Stromatlas von Adrian von Riedl 1806 zu erwähnen, der im Maßstab 1 : 28.000 die Flüsse Donau, Isar, Lech, Inn und Amper sowie einige Seen zeigt (FINSTERWALDER 1967). Zur Oberpfälzer Vils liegen jedoch keine entsprechenden Karten vor.

5.1.2 Altkarten des Untersuchungsgebietes

Nach Anwendung der in Kapitel 4.3.2 (S. 26) genannten Auswahlkriterien sind die in der Tab. 4 zusammengestellten sieben Altkarten aus den Archiven zur Reproduktion bestellt worden. Zusammen mit den Uraufnahmekarten von 1832, die für das gesamte Untersuchungsgebiet vorliegen, den aktuellen topographischen Karten aus den 1980er-Jahren und den Orthofotos von 2001 lässt sich die Entwicklung der Vils in Teilen des Untersuchungsgebietes analysieren.

Tab. 4: Relevante historische Karten der Archive Amberg (StA) und München (HStA).

Kartennr. (Plansammlung)	Jahr	Kartentitel und Beschreibung aus den Reper- torienbüchern
321 (Amberg)	1589	Grenzkarte zwischen der Jungen Pfalz (Landrichteramt Burglengenfeld) und der Alten Pfalz (Pflegeamt Rieden), farbige Federzeichnung (43,5 x 64 cm).
10856 (München)	1597-1600	Tabella Topographica. Abriß und Beschreibung des Fr. Pf. Pfleg. Ambts Burcklengfeld im Fürstentumb Neunburg auf dem Nordgau (1600), Christoph Vogel und Matthäus Stang.
295 (Amberg)	1614	Skizze über die Mühle zu Ensdorf und der Markt zwischen Kloster und Vilsbrücke (1614), über die Mühle zu Ensdorf und den Ortsteil nach dem Kloster bis zur Vilsbrücke, (23 x 30 cm).
3602 (München)	1623	Plan von Emhofen und Schmidmühlen an der Vils in Pfalz-Neuburg, (117 x 83 cm).
3717 (München)	1640	Riß über die zwischen dem kurpfälzischen Amte Rieden und dem Neuburgschen Landrichteramte Burglengenfeld strittigen Grenze und Jagdausübung. Matthäus Stang 1640, (42 x 34 cm).
235 (Amberg)	1725	Übersichtskarte von Amberg bis Schmidmühlen mit Hammerwerken und Umfluten.
228 (Amberg)	1797	Plan der zur Hofmark Theuern gehörigen Gebäude und Gründe, farbige Zeichnung (151 x 88,5 cm).

In der Tabelle sind die Kartennummer des jeweiligen Archivs, das Entstehungsjahr (sofern bekannt) und die Beschreibungen aus den Repertorienbüchern aufgeführt. Entsprechend der Tabelle liegen jeweils zwei Karten aus dem 16. und 18. Jh. sowie drei aus dem 17. Jh. vor. Zur übersichtlichen Behandlung der Karten werden sie für die weitere Arbeit nicht mit ihrer Kartennummer, sondern über ihr Entstehungsjahr angesprochen.

5.1.3 Analyse der ausgewählten Altkarten

Die **Karte von 1589** ist ein Ausschnitt einer älteren Rundkarte in Kopie, die die Region zwischen den Flüssen Vils und Naab zeigt. Sie ist in den Repertorienbüchern als „Grenzkarte zwischen der Jungen Pfalz (Landrichteramt Burglengenfeld) und der Alten Pfalz (Pflegeamt Rieden)“ bezeichnet. Die Flüsse Vils und Naab werden entlang einer Rundung als Kartengrenzen genutzt. Die Karte ist in Schrägsicht gezeichnet, jedoch durch ihre runde Darstellung perspektivisch verzerrt. Da es sich bei dieser Karte offensichtlich nicht um eine vermessene Karte handelt, wird sie nicht zur GIS-Analyse herangezogen und wurde auch nur in einem Ausschnitt, der die Vils zeigt, reproduziert. Erkennbar sind die Orte Ensdorf, Rieden und Vilshofen. Obwohl die Lauterach eingezeichnet ist und einzelne Orte am Horizont vermutlich Kastl und Lauterhofen darstellen, ist Schmidmühlen nicht in die Karte eingetragen, obwohl es bereits 1010 AD in Zusammenhang mit der Schifffahrt genannt wird (vgl. S. 20). Im rechten Kartenbild erscheinen drei Ruderboote, jedoch keinerlei Hinweise auf Treidelbetrieb. Ebenso fehlt jegliche Andeutung auf Wehre im Fluss. Eine Brücke in Vilshofen ist jedoch eingetragen (siehe Anhang II-1, S. 134).

Bei der **Karte von 1597** handelt es sich um die Tabella Topographica von Christoph Vogel und Matthäus Stang mit dem Titel „Abriß und Beschreibung des Fr. Pf. Pfleg. Ambts Burcklengfeld im Fürstentumb Neunburg auf dem Nordgau“. Sie ist Teil der pfalz-neuburgischen Landesaufnahme, die zwischen 1579 und 1604 im Auftrag des Pfalzgrafen Philipp Ludwig erstellt wurde. Es handelt sich hierbei um das erste großmaßstäblich angefertigte Kartenwerk, das Teile der Oberpfalz darstellt. Es gibt für jedes Amt eine Hauptkarte sowie zugehörige Teilkarten. Die Darstellung erfolgt in Planquadraten (KRAUSEN 1973). Die Aufnahme ähnelt den Landtafeln Philipp Apians (vgl. S. 38) und scheint, auch aufgrund ihrer Entstehungszeit, durch diese angeregt gewesen zu sein.

Der Darstellungsmaßstab beträgt ca. 1 : 25.000. Die Karteneinträge sind stark generalisiert. So dominiert z.B. der Flusslauf der Vils gegenüber anderen Karteneinträgen. Neben den Flüssen zeigt die Karte wichtige Ortschaften, Teiche und Wälder. Es sind Brücken über die Vils dargestellt, jedoch nur wenige Straßen und Wege, sodass einige Brücken ohne Anschluss erscheinen. Wehrumfluten sind nur an wenigen Orten eingezeichnet (Anhang II-2, S. 135).

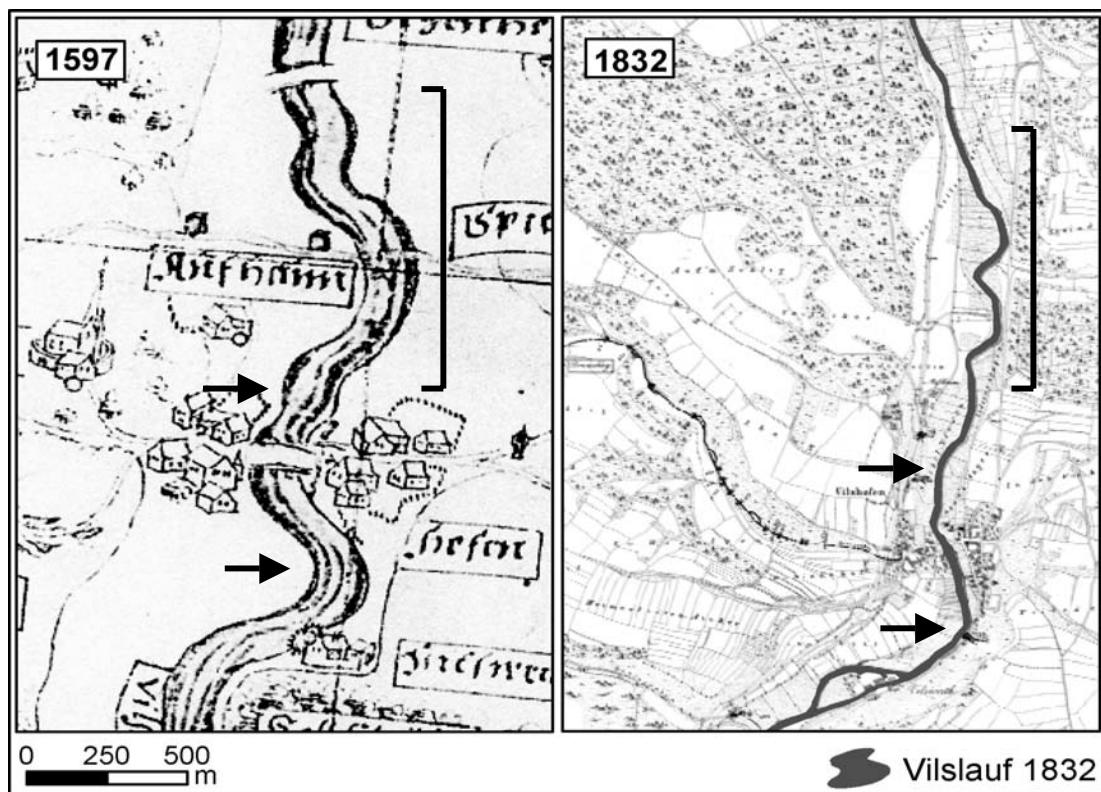


Abb. 6 Vergleich der Tabella Topographica (BayHStA Plansammlung 10856) mit der Uraufnahme (©, LVG Bayern) anhand des Vilslaufs zwischen Sieghofen und Vilswörth. Sich entsprechende Streckenabschnitte sind mit Pfeilen markiert.

Der Generalisierungsgrad der Vilsdarstellung verhindert eine Parameterauswertung im GIS. Eine Georeferenzierung ist nur über zwei Punkte möglich, da die Karte sonst große Verzerrung erfährt. Nach der Georeferenzierung lassen sich Ähnlichkeiten des Vilslaufes an einigen Stellen klar erkennen. Gerade hieraus werden auch der Grad und die Art der Generalisierung deutlich. Einige markante Stellen der Vils sind präzise wiedergegeben, andere werden aus Platzmangel klar übergangen. So erscheinen die dargestellten Laufabschnitte zwar denen der Uraufnahme ähnlich, sie lassen sich wegen ihrer Größenverhältnisse jedoch nicht übereinander legen (Abb. 6). Aus diesem Grund fließt eine rein qualitative Auswertung der Karte in die Arbeit ein.

Die **Karte von 1614** trägt die Bezeichnung „Skizze über die Mühle zu Ensdorf und der Markt zwischen Kloster und Vilsbrücke“ (s. Anhang II-3, S. 136). Im Original gibt es eine Federzeichnung (22 x 33 cm) und eine kolorierte Reinzeichnung (23 x 30 cm). Die Detaildarstellung zeigt im Vordergrund deutlich die Vils mit Umflut und Mühle oder Hammerwerk, im Hintergrund den Ort Ensdorf unterhalb des Klosters, das nicht abgebildet ist. Die Zeichenperspektive ist eindeutig eine Schrägsicht und es fällt schwer, die Darstellung als Ortsansicht oder Karte einzuordnen. Die Verwendung im GIS ist nur vergleichend möglich. Wegen der Zeichenperspektive lässt sich die Karte nicht georeferenzieren. Legt man sie jedoch ungefähr an die richtige Stelle der Uraufnahme, zeigen sich Übereinstimmungen in der Wegeführung und im Flussverlauf (s. Abb. 7). Der Fluss selber ist nur schematisch aufgenommen und kann daher nicht zur Parameterbestimmung herangezogen werden. Dennoch zeichnet die Karte ein exaktes Bild von der historischen Wehrsituuation, die bis heute am Standort Ensdorf nachvollzogen werden kann.

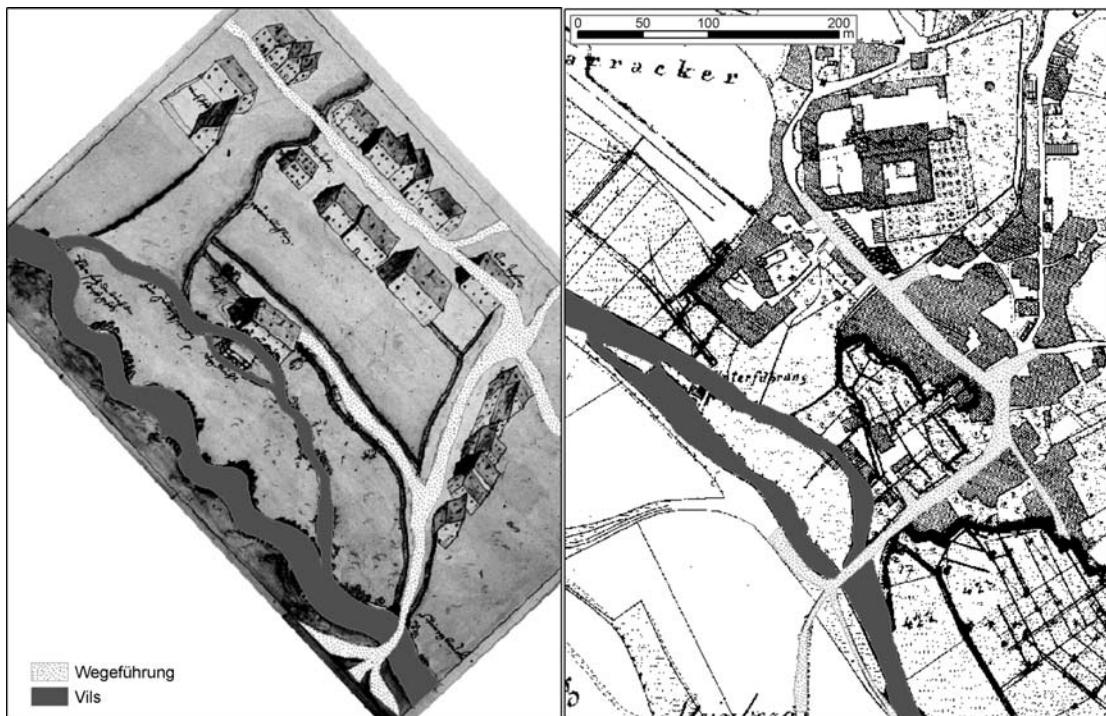


Abb. 7: Übereinstimmung von Wegeverlauf und Wehrsituuation 1614 und 1832 trotz perspektivischer Verzerrung (Karten: StA Amberg Plansammlung 295 und © Uraufnahme, LVG Bayern).

Der **Plan von 1623** von Emhofen und Schmidmühlen an der Vils in Pfalz-Neuburg hat im Original das Format 117 x 83 cm. Seine Herkunft ist nicht klar zuzuordnen, dem Anschein nach wurde er zur Dokumentation der Landnutzung hergestellt. In der Legende sind unter anderem ein Steinbruch, ein Hopfengarten und ein Keller verzeichnet, was ebenfalls auf die Nutzung der Karte schließen lässt (s. Anhang

II-4; S. 137). Obwohl sich die bayerische Kartographie seit Apians Landtafeln bis ins 18. Jh. nicht nennenswert weiterentwickelte (vgl. S. 38), erreicht diese Karte eine weithin unerreichte Qualität an räumlicher Exaktheit. Sie ist im Wesentlichen in Aufsicht, in den Randbereichen aber in Schrägsicht gezeichnet. Dadurch ist die Georeferenzierung nicht in der ganzen Fläche erfolgreich. Der Flusslauf lässt sich jedoch im Hauptteil des Plans mit jüngeren Karten vergleichen. Die Karte zeigt neben der gut differenzierten Flächennutzung den genauen Flusslauf der Vils sowie die Ortschaften Schmidmühlen und Emhof, einige Wege und andeutungsweise die Lauterachmündung. Die Genauigkeit des Vilslaufes ist für 1623 herausragend. Daher ist diese Karte auch für die Parameterberechnung im GIS gut geeignet und liefert die ältesten Parameterergebnisse der Vils (vgl. S. 57ff.).

Die **Karte von 1640** erscheint in einem kleineren Maßstab als die letzten drei Karten (vgl. Anhang II-5, S.138). Im Titel „Riß über die zwischen dem kurpfälzischen Amte Rieden und dem Neuburgschen Landrichteramte Burglengenfeld strittigen Grenze und Jagdausübung“ wird der Hintergrund des Kartenauftrags an Matthäus Stang deutlich.

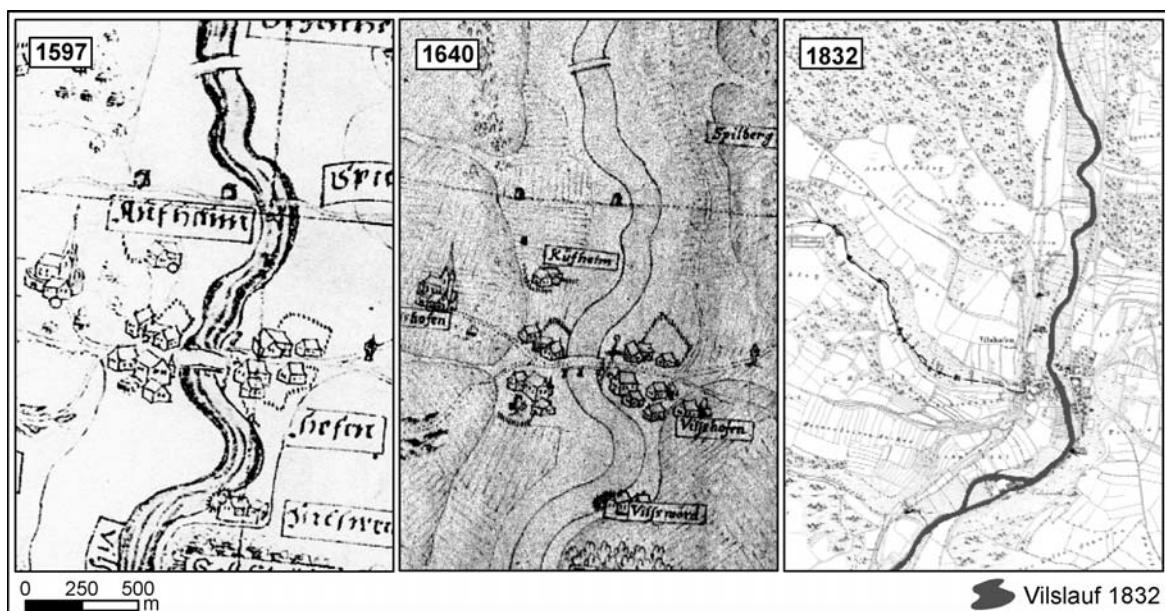


Abb. 8: Gegenüberstellung der Tabella Topographica mit Stangs Karte von 1640 und der bayerischen Uraufnahme.

Der Plan wurde nicht nur von Matthäus Stang erstellt, er basiert auch offensichtlich auf der Tabella Topographica, die er gemeinsam mit Christoph Vogel erstellte. Entsprechend sind die Mehrzahl der Einträge, z.B. Flusslauf, Ortslage, Waldgrenzen, in beiden Karten identisch (Abb. 8). Eine leichte Korrektur des Flusslaufes ist nördlich Vilshofen erkennbar.

Die Karte hat im Original die Maße 42 x 34 cm. Der dargestellte Laufabschnitt reicht von Ettsdorf bis Rieden und zeigt wie die Tabella Topographica keine Wehrumfluten, dafür aber einige Brücken, die in der Mehrheit keinen Anschluss an Wege erkennen lassen. Als einziges bis heute bestehendes Hammerwerk ist Vilswörth verzeichnet. Der Nutzen dieser Karte liegt wie bei der Tabella Topographica in der qualitativen Auswertung.

Bei der **Karte von 1725** handelt es sich um einen Übersichtsplan der Region südlich von Amberg (s. Anhang II-6, 139). Er ist in Öl auf Leinwand gemalt und trotz seines noch recht jungen Alters nicht mehr im besten Zustand. Besonders an den Faltkanten fehlt die Farbe und die Darstellung ist insgesamt fleckig (Stockflecken). Die Vils ist von Amberg bis Schmidmühlen in die Karte eingetragen. Über die gesamte Karte sind 105 Ortschaften verzeichnet, die jeweils in der Legende aufgeführt und mit Wegen verbunden sind. Die Legende scheint in mehreren Etappen erweitert worden zu sein, da 72 Ortschaften über Zahlen zugeordnet werden können, zusätzlich noch die Buchstaben A bis Z und als weiterer Anhang AI-AK vergeben sind, die keine durchgehende räumliche Chronologie aufweisen. Die Karte ist in der Aufsicht gemalt, entspricht ansonsten jedoch nicht dem kartographischen Stand von 1725. Die räumliche Lage der Ortschaften ist sehr ungenau, es ist offensichtlich weder auf die damals aktuellen Vermessungskenntnisse noch auf bestehende Kartenwerke, z.B. von Apian oder Stang, zurückgegriffen worden. Die Anlage der Wege auf der Karte, die jeweils zwei Orte direkt miteinander verbinden, lässt vermuten, dass die Karte auf der Basis von Wegstreckenangaben entstanden ist. Die gestückelte Legende in Kombination mit dem technischen Stand der Karte legt die Möglichkeit nahe, dass der Beginn der Kartenaufnahme vor 1725 liegt.

Im Vergleich mit der Vils von 1832 wird deutlich, dass der Fluss in der Karte von 1725 im Wesentlichen waagerecht durch die Karte läuft und keinerlei Rücksicht auf den realen Verlauf genommen wird. Die Karte ist dadurch nicht für die Verwertung im GIS geeignet. Dennoch sind in ihr hinreichend detailliert und verlässlich 12 Wehre mit Umfluten und Inseln dokumentiert. Es sind dies die Standorte Drahthammer, Haselmühl, Lengenfeld, Theuern, Wolfsbach, Leidersdorf, Ensdorf, Rieden, Vilshofen, Vilswörth, Harschhof und Schmidmühlen. In Vilshofen ist seit 1832 kein Wehr mehr belegbar. Es gehört ebenso nicht zu den in der Literatur aufgeführten Hammerstandorten. Daher ist unklar, ob das Wehr wirklich bestanden hat.

Die **Karte von 1797** trägt den Titel „Plan der zur Hofmark Theuern gehörigen Gebäude und Gründe“. Es handelt sich um eine farbige Zeichnung der Maße 151 x 88,5 cm (vgl. Anhang II-7, S. 140). Die Karte stellt Theuern und seine Umgebung samt dem Vilslauf sehr detailliert dar. Die Grundstücksgrenzen und der Vilslauf korrelieren gut mit aktuellen Karten. Die Gebäudegrundrisse zeigen dagegen schon bis 1832 erhebliche Abweichungen. Teile des Hammerschlosses und eine nebenstehende Kirche sind allerdings identisch. Die Präzision der Darstellung resultiert aus der zunehmend exakteren Vermessungstechnik. Entsprechend lässt sich der Plan gut georeferenzieren. Die Karte zeigt für die Region der Vils die erste Darstellung der Gebäude im Grundriss. Nach FINSTERWALDER (1995) hat sich mit Wilhelm C. Buna (vgl. S. 39) um 1750 die Grundrissdarstellung von Bergen und Ortschaften entwickelt. In der vorliegenden Karte sind bereits die Gebäudegrundrisse aufgenommen. Hierin zeigt sich die Entwicklung, die im 19. Jh. zur Uraufnahme Bayerns im Maßstab 1 : 5.000 geführt hat. Die dargestellte Wehrsituation zeigt den bis heute bestehenden Charakter der Verbauungen.

5.2 Die Vils zwischen 1589 und 1797 – qualitative Interpretation der Altkarten

1589 ist die Vils mit einem fast gestreckten Lauf gezeichnet. Eine leichte Windung ist lediglich zwischen Rieden und Vilshofen angedeutet. Die Lauterach ist dagegen deutlich gewunden. Dies lässt darauf schließen, dass der Kartenzeichner den Vilslauf als geradliniger empfunden hat als den der Lauterach, was dem heutigen Bild entspricht. Bei Vilshofen ist eine Brücke über die Vils eingezeichnet. Die im Oberlauf erkennbaren Boote deuten eine Vilsschifffahrt an, wenn auch Ruderboote und keine Treidelschiffe dargestellt sind. Weder entlang der Vils noch im Bereich des Hirschwaldes erscheint die ansonsten durchaus verbreitete Waldsignatur, was auf eine Rodung hindeuten kann.

Die Darstellung der Tabella Topographica von 1597 zeigt ebenfalls einen schwach gewundenen Vilslauf und eine stärkere Windung der Lauterach. Im Gegensatz zur Karte von 1589 lassen sich im Flussverlauf abschnittsweise Ähnlichkeiten mit der heutigen Vils erkennen, wenn die Darstellung auch sehr stark generalisiert ist (vgl. S. 39). Brücken sind u.a. eingetragen bei Ensdorf, Rieden, südlich Siegenhofen, nördlich Aufheim, Vilshofen, südlich Harschhof sowie in Schmidmühlen über eine Vilsinsel und die Lauterach. Bei Vilswörth ist am linken Ufer ein Hammerwerk

verzeichnet, ein Wehr mit Umflut jedoch nicht. Heute steht das Hammerwerk auf einer Insel und betreibt von rechts der Umflut ein Kraftwerk. Bei Harschhof ist ein Wehr mit Wasserkrafnutzung eingetragen. In historischen Quellen ist die Existenz dieses Standortes ebenso umstritten wie die Frage, ob es sich um eine Mühle oder ein Hammerwerk gehandelt hat (vgl. S. 22). Eine weitere Umflut ist in Schmidmühlen dargestellt. Hier liegen die eingezeichneten Mühlräder flussabwärts der Insel im Zusammenfluss von Vils und Lauterach. Beide eingetragenen Hammer- oder Mühlenstandorte lassen sich bis heute über Inseln in der Lauterach nachvollziehen. Es ist unklar, ob es an dieser Stelle wirklich eine Insel im alten Vilslauf gegeben hat (vgl. S. 59f.). Inseln in der Lauterach sind in dieser Karte jedenfalls nicht eingezeichnet. Die Karte zeigt vereinzelt Bäume oder Sträucher entlang der Vilsufer sowie eine leichte Bewaldung der Höhen des Hirschwaldes, der sich westlich von Rieden erstreckt.

Der Plan von 1614 zeigt zum ersten Mal die genaue Ansicht einer Wehrsituuation der Vils. Es handelt sich um ein Umleitungskraftwerk, das TÖNSMANN (1985) als für das Mittelalter typisch bezeichnet. Ein Werkgraben führt zu einer Mühle bzw. einem Hammerwerk, das Wasser wird oberhalb gestaut, in den Graben geleitet und an den Wasserrädern wieder gestaut. Auch ECKOLDT (1985) berichtet von der häufigen Teilung von Flüssen in einen schiffbaren Teil und einen Mühlarm für Wehre mit Fallhöhen von einem Meter. Die Schiffsrinne ist jedoch im Gegensatz zur Vils nicht in den Stau einbezogen worden. Ob es sich bei der Darstellung in der Karte um eine Mühle oder einen Hammer handelt ist unklar. Es findet sich eine leichte Ufervegetation in Form von Büschen, die dem Treideln im Weg gewesen sein sollte.

Der Lauf der Karte von 1623 entspricht beinahe exakt dem heutigen Vilslauf. Er ist detailgetreu aufgenommen. In Schmidmühlen ist sowohl eine kleine Insel in der Vils als auch in der Lauterach erkennbar, über die, wie in der Karte von 1597, eine Brücke führt. Es schließt sich in beiden Karten eine Brücke über die Lauterach an. 1623 ist jedoch keine Wasserkrafnutzung eingetragen. Viel Wert legt die Karte auf die Vegetation und Flächennutzung. So sind neben Ackerflächen und Wald gleichzeitig Rodungsflächen eingezeichnet, die eine geregelte Waldwirtschaft andeuten. Es ist erkennbar, dass Flächen auch in Ortsnähe nicht komplett gerodet wurden, sondern große Samenbäume zur Wiederbewaldung stehen geblieben sind. Die Vilsufer tragen nur einen dünnen, staudenartigen Bewuchs.

Der Flusslauf in der Karte von 1640 zeigt eine fast genaue Kopie der Karte von 1597. Insofern wird hier nur auf die bessere Darstellung der Landnutzung eingegangen. Die Hänge des Hirschwaldes sind zwischen Rieden und Ettsdorf überwiegend gelichtet bis waldfrei dargestellt und tragen partiell eine Ackersignatur (vgl. Abb. 9). Die Höhen des Hirschwaldes erscheinen nun wieder unter geschlossener Be- waldung.

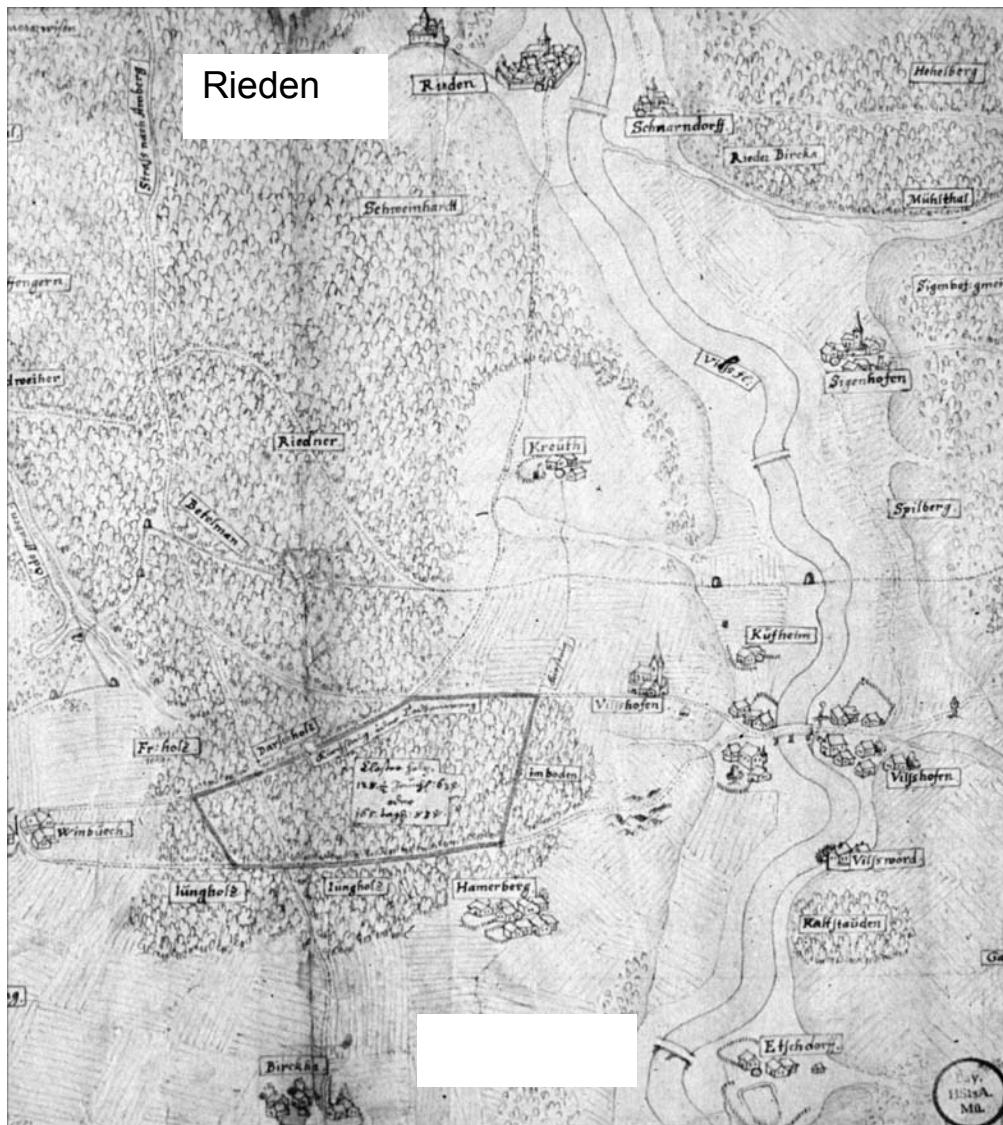


Abb. 9: Waldverbreitung im Bereich des Hirschwaldes 1640 (Karte 3717 HStA München).

Die Karte von 1725 bestätigt, wie oben erwähnt, 12 Wehrstandorte zwischen Amberg und Schmidmühlen. Sie sind mit Inseln und Umfluten dargestellt. Die unzeitgemäße Technik der Karte deutet darauf hin, dass sie vor 1725 aufgenommen wurde (vgl. S. 45). Es ist davon auszugehen, dass die Wehre bereits bei der Entstehung aller zuvor genannten Karten bestanden haben. Denn auch wenn einige Hammerschlösser im 18. Jh. erneuert wurden, ging die Hochzeit des Montan-

standortes doch seit dem 17. Jh. ihrem Ende zu. Die größte Bedeutung erlangte Amberg's Eisenindustrie im 14. Jahrhundert, als es auch zum Zusammenschluss der großen Hammereinung kam. Zudem ist belegt, dass bereits 1034 Schifffahrt betrieben wurde und spätestens ab dem 15. Jh. das Wasser gestaut werden musste, um die Zahl von bis zu sechs Schiffen auf der Vils treideln zu können (vgl. S. 21). Insofern erscheint es unwahrscheinlich, dass erst im 17. Jh. ein verbreiteter Ausbau der Hammerstandorte zu Stauwehren begonnen hat. Auch die detaillierte Darstellung der Karte von 1614 und die Einträge einzelner Wehre in verschiedenen Karten sind Hinweise auf eine ältere Tradition der Wehre.

Die Karte von 1797 zeigt die Hofmark Theuern mit detaillierter Darstellung des Hammerstandortes. Auch hier hat es keine Laufveränderungen seit Erstellung der Karte gegeben. Die Ufervegetation erscheint abermals spärlich. Die Aue trägt überwiegend Gründlandsignatur. Etwas Wald findet sich westlich und südlich des Hammerwerkes, generell überwiegt in diesem Plan jedoch die Ackersignatur.

Aus der qualitativen Analyse der Altkarten kann gefolgert werden, dass die Vils bereits seit dem 16. Jh. als schwach gewundener Fluss existierte, der an Hammer- und Mühlenstandorten durch Wehre gestaut wurde. Auenstrukturen und Altläufe der Vils sind in keiner der Karten eingetragen. Außerdem finden sich in keiner Karte konkrete Hinweise auf mögliche, befestigte Treidelpfade.

Auch wenn in einigen Karten wenig Ufervegetation eingezeichnet ist, steht diese der historisch belegten Treidelwirtschaft entgegen und die Ufer waren vermutlich überwiegend baumlos. Die Aue ist in allen Karten ohne nennenswerte Vegetation dargestellt. Alle Karten zeigen Waldparzellen, jedoch keine einen geschlossenen Wald. Daraus lässt sich auf eine geregelte Forstbewirtschaftung schließen, die mit den historischen Berichten über den Schutz der Wälder der Region für die Montan-industrie korrespondiert (vgl. S. 20).

5.3 Die fluvial-morphologischen Parameter der Vils – quantitative Analyse im GIS

5.3.1 Talmorphologie

Die Vils hat in den Malmkalken der südlichen Ausläufer der Fränkischen Alb ein Sohlental entwickelt. Es verläuft in NNW-SSE Richtung. Es ist ein schwach gewundenes, asymmetrisches Tal, in dem Prall- und Gleithänge angelegt sind (vgl. Talquerprofile, Anhang III-1, S. 142). Von den Hängen ziehen periglaziale Decksschichten bis in die Talsohle, die zum Teil von aktuellen Kolluvien überlagert wurden (DOBEN & HELLER 1968). Der Talboden ist eben ausgebildet, es gibt keine Terrassen. Dennoch findet sich in zwei Talbereichen, nördlich Rieden sowie nördlich Siegenhofen, eine kleine, ca. 25-40 cm hohe Stufe am westlichen Talrand, die in der Kartierung als Ackerstufe angesprochen wurde. Ihre Lage markiert sowohl den Auenrand als auch den Wechsel von Acker zu Grünland (siehe Anhang I-2.1, S. 113ff.). Ein hunderjährliches Hochwasser (HQ 100) füllt, nach einer Kartierung des Hochwassers von 1909 durch das WWA Amberg, die Talsohle komplett und geht über den als rezente Aue auszuweisenden Bereich hinaus (Abb. 10). Die rezente Aue ist sowohl geomorphologisch auskartiert (siehe Geomorphologische Kartierung, Anhang I-2, S. 113ff.) als auch sedimentologisch in ihren Grenzen bestätigt (vgl. S. 69ff.). Außer einer einzigen Rinnenstruktur bei Rieden (siehe S. 76) findet sich kein Alt- oder Hochflutformenschatz im Arbeitsgebiet.

5.3.2 Flussmorphologie seit 1832

Im Untersuchungsraum zwischen Ensdorf und Schmidmühlen hat das Tal ein Gefälle von durchschnittlich 1,14 %. Der Fluss selbst weist im Untersuchungsgebiet ein durchschnittliches Sohlgefälle von aktuell 1,04 % auf (nach TK von 1985). Dem steht ein historisches Sohlgefälle von 1,01 % gegenüber (Uraufnahme 1832). Die Differenz erklärt sich aus den geringen Ausbaumaßnahmen und Laufverkürzungen im vergangenen Jahrhundert, namentlich in Form einer Begradigung von drei Windungen bei Rieden und Schmidmühlen in den Unterabschnitten 2 und 6 (vgl. Abb. 5, S. 30). Entsprechend dem Gefälleanstieg durch Laufverkürzung hat sich der durchschnittliche Windungsgrad von 1,12 (1832) auf 1,08 (2001) verringert. Betrachtet man die Entwicklung des Talgefälles in drei Abschnitten à 4 km, fällt auf, dass es kontinuierlich von Norden nach Süden wächst, von 0,85 bis 2,0 %.

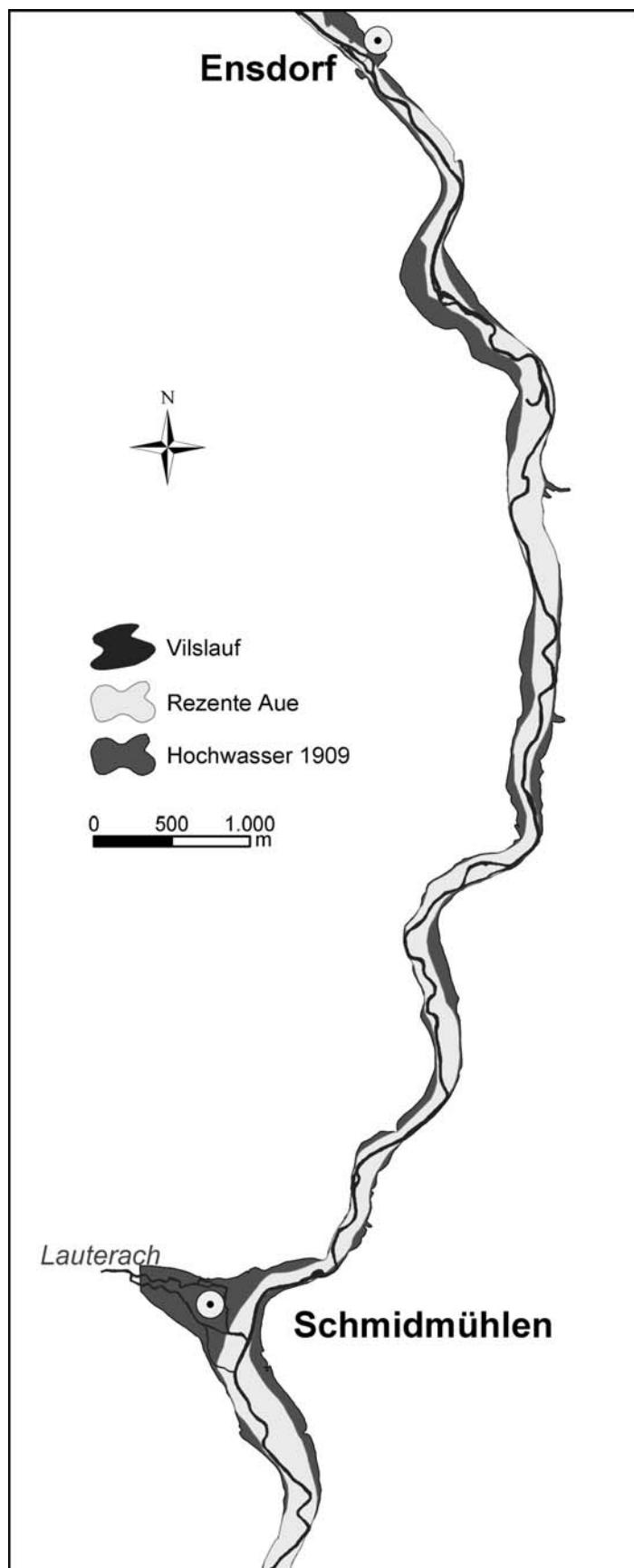


Abb. 10: Gegenüberstellung der rezenten Aue mit den vom WWA Amberg erfassten Grenzen des Hochwassers von 1909.

Mit dem Talgefälle verändert sich das Flussgefälle von 0,72 auf 1,82 %. Besonders auffällig ist ein sprunghafter Anstieg in Abschnitt III. Sieht man im Vergleich die Berechnungen der Unterabschnitte (à 2 km), wird der plötzliche Anstieg des Gefälles noch auffälliger und lässt sich auf Unterabschnitt 6 lokalisieren, den Mündungsabschnitt der Lauterach. Oberhalb verläuft der Gefällezuwachs der Unterabschnitte relativ regelmäßig. Eine Ausnahme bildet Unterabschnitt 3, dessen Gefälle sich verringert statt weiter anzusteigen. Das Talgefälle sinkt auf 0,4 %, das Sohlgefälle der Vils auf 0,37 % (vgl. Tab. 5). Der Unterabschnitt erreicht zugleich die geringsten Werte im Arbeitsgebiet.

Tab. 5: Entwicklung des Fluss- und Talgefälles der Vils in verschiedenen Laufabschnitten seit 1832.

Flussgefälle der Vils in %										Talgefälle			
UA	A	1832			1985			2001			Tal		
1	I	0,72	0,72		0,72	0,78		0,73	0,78		0,75	0,85	
2		0,71			0,82			0,83			0,95		
3	II	0,37	0,82	1,01	0,37	0,82	1,04	0,37	0,82	1,06	0,40	1,00	1,14
4		1,25			1,24			1,26			1,40		
5	III	1,42	1,82		1,45	1,86		1,51	1,90		1,58		
6		2,19			2,25			2,25			2,38		

Die Windungsgrade der ohnehin stets schwach gewundenen Vils haben sich seit 1832 weiter verringert. Sie lagen 1832, mit Ausnahme des Unterabschnittes 2, zwischen 1,04 und 1,13 und reichen heute von 1,03 bis 1,11 (Tab. 6). Unterabschnitt 2 sticht 1832 mit einem Windungsgrad von 1,33 hervor. Dies ist auf eine Mäanderschleife südlich von Rieden zurückzuführen, die in jüngster Zeit abgeschnitten wurde.

Tab. 6: Entwicklung des Windungsgrades der Vils in verschiedenen Laufabschnitten seit 1832.

Windungsgrad der Vils										
UA	A	1832			1985			2001		
1	I	1,04		1,18	1,04		1,09	1,03		
2		1,33			1,15			1,14	1,09	
3	II	1,08	1,10	1,12	1,08	1,10	1,09	1,07	1,09	1,08
4		1,13			1,13			1,11		
5	III	1,11	1,10		1,09	1,07		1,05	1,05	
6		1,09			1,06			1,06		

Das Sohlgefälle folgt dem Talgefälle und korreliert nicht mit dem Windungsgrad. Der Windungsgrad ist also nicht dort am höchsten, wo das Gefälle das geringste ist. Dennoch steigt die Differenz zwischen Sohl- und Talgefälle mit höherem Windungsgrad an. Besonders deutlich lässt sich dies in Unterabschnitt 3 erkennen, aber auch 4 und 5 zeigen diese Tendenz. Dies deutet darauf hin, dass die Vils noch

kein eigenes Gleichgewichtsgefälle (nach SCHERLE 1999) gegenüber dem Gefälle der Aue erlangt hat.

Tab. 7: Durchschnittsbreite der Aue und des Gewässerlaufes von 1832 und 1985.

Durchschnittsbreite der Vils											
UA	A	Aue			1832			1985			
1	I	102,9	130,5	138,6	19,3	18,2	17,9	18,3	18,3	16,9	
2		158,1			17,1			18,4			
3	II	138,1	136,5		19,0	18,3		17,7			
4		134,9			17,6			16,6			
5	III	106,1	148,7		18,2	17,2		15,3			
6		191,4			16,2			15,0			

Die Breite der Vils variiert historisch zwischen 10,5 m und 35,5 m. Aktuell beträgt ihre engste Stelle im Untersuchungsgebiet ca. 9,4 m, ihre breiteste ca. 33,8 m. Die Werte haben sich, unter der Berücksichtigung möglicher Messungenauigkeiten, demnach nicht wesentlich verändert. Die Durchschnittsbreite beträgt historisch 17,9 m und aktuell 16,9 m (Tab. 7).

Die rezente Aue ist an ihrer schmalsten Stelle in Unterabschnitt 5, nördlich Vilswörth, nur 61 m breit und weitet sich unterhalb der Lauterachmündung (Unterabschnitt 6) bis maximal 266,6 m auf. Die Breitenvarianz schwankt zwischen 68,11 m im ersten und 192,64 m im sechsten Unterabschnitt (Tab. 8). Es ist weder für die Aue noch das Gerinne ein Trend in der Breitenentwicklung zu erkennen. Die Flussbreite lässt sich auch nicht mit der Auenbreite korrelieren.

Tab. 8: Breite der Aue und des Gewässerlaufes von 1832 und 1985, Extremwerte und Breitenvarianz.

Unterabschnitt	Minimale und maximale Breite (m)				Breitenvarianz - absolut (m)		
		Aue	1832	1985	Aue	1832	1985
1	max.	143,7	23,9	23,8	68,11	13,27	12,46
	min.	75,6	10,6	11,4			
2	max.	246,3	33,5	24,3	173,61	22,19	14,23
	min.	72,6	11,3	10,1			
3	max.	192,1	24,0	32,2	121,29	13,46	22,87
	min.	70,8	10,5	9,4			
4	max.	166,5	26,9	25,3	84,10	14,33	16,88
	min.	82,4	12,6	8,4			
5	max.	159,3	35,5	33,8	98,30	23,59	24,94
	min.	61,0	11,9	8,9			
6	max.	266,6	25,7	23,0	192,64	14,79	13,48
	min.	73,9	10,9	9,5			

Da der Parameter Wellenlänge mehr oder weniger ein regelmäßiges Mäandrieren voraussetzt, um im Vergleich eingesetzt zu werden, wird er an der Vils nicht erhoben. Gleiches gilt für die Mäanderamplitude. Wegen der Steuerung der

Vilswindungen durch die Talmorphologie wird ebenso von der Erfassung dieses Parameters abgesehen.

Die Windung der Vils ist geprägt von den engen Talgrenzen. Nur etwa die Hälfte der Mäanderwindungen liegt frei in der Aue. Viele kleinere Mäander werden ausgelöst, indem die Vils am Talrand eine Ablenkung erfährt. Auffällig ist, dass die Vils in den weiten Radien den Talmäandern folgt. Außerdem münden die drei größten Vilswindungen, die 200 m überschreiten, jeweils in ein Wehr, das sie in ihrer Lage festlegt (vgl. Abb. 11).

Tab. 9: Verhältnis von Krümmungsradien zur Gewässerbreite von 1832 der sechs Unterabschnitte (vgl. Tab. 8).

UA1	UA2	UA3	UA4	UA5	UA6
4,4	12,3	6,0	13,6	3,0	6,8
6,2	1,7	2,1	5,7	13,6	2,7
3,3	6,7	4,3	5,3	2,0	
1,9	3,0	5,7	7,7	2,4	
2,8		2,7	2,8	4,3	
3,3		3,8		7,7	
2,5		3,0		5,6	
2,0		2,3		2,5	
3,6				1,9	
4,6				1,8	
					1,5

Der Krümmungsradius gilt als Maß für das Verlagerungspotenzial eines Gewässers. Die Radien der Vilswindungen reichen von 24 bis 248 m (Abb. 11). Nach HICKIN & NANSON (1984) liegen die größten Ufererosionsraten bei einem Verhältnis von Radius zu Gerinnebreite zwischen 2,0 und 3,0. Sowohl darüber hinaus als auch darunter nimmt die Erosion deutlich ab. Dies bedeutet, dass der kritische Krümmungsradius an der Vils in 14 von 41 Windungen erreicht wird (vgl. Tab. 9). Demnach sind ca. 65 % der Windungen stabil. Drei der kritischen Windungen südlich Schmidmühlen wurden begradigt, neun sind durch Ufersicherungen befestigt, die heute zum Teil verfallen sind. Nur zwei Mäanderkrümmungen zeigten bei der Kartierung im Jahre 2002 Uferabbrüche bei verfallener Uferbefestigung. Sie befinden sich in den Unterabschnitten 2 und 3 und liegen mit den Werten 2,0 und 3,0 (Krümmung zur Gewässerbreite) randlich des Erosionskriteriums.

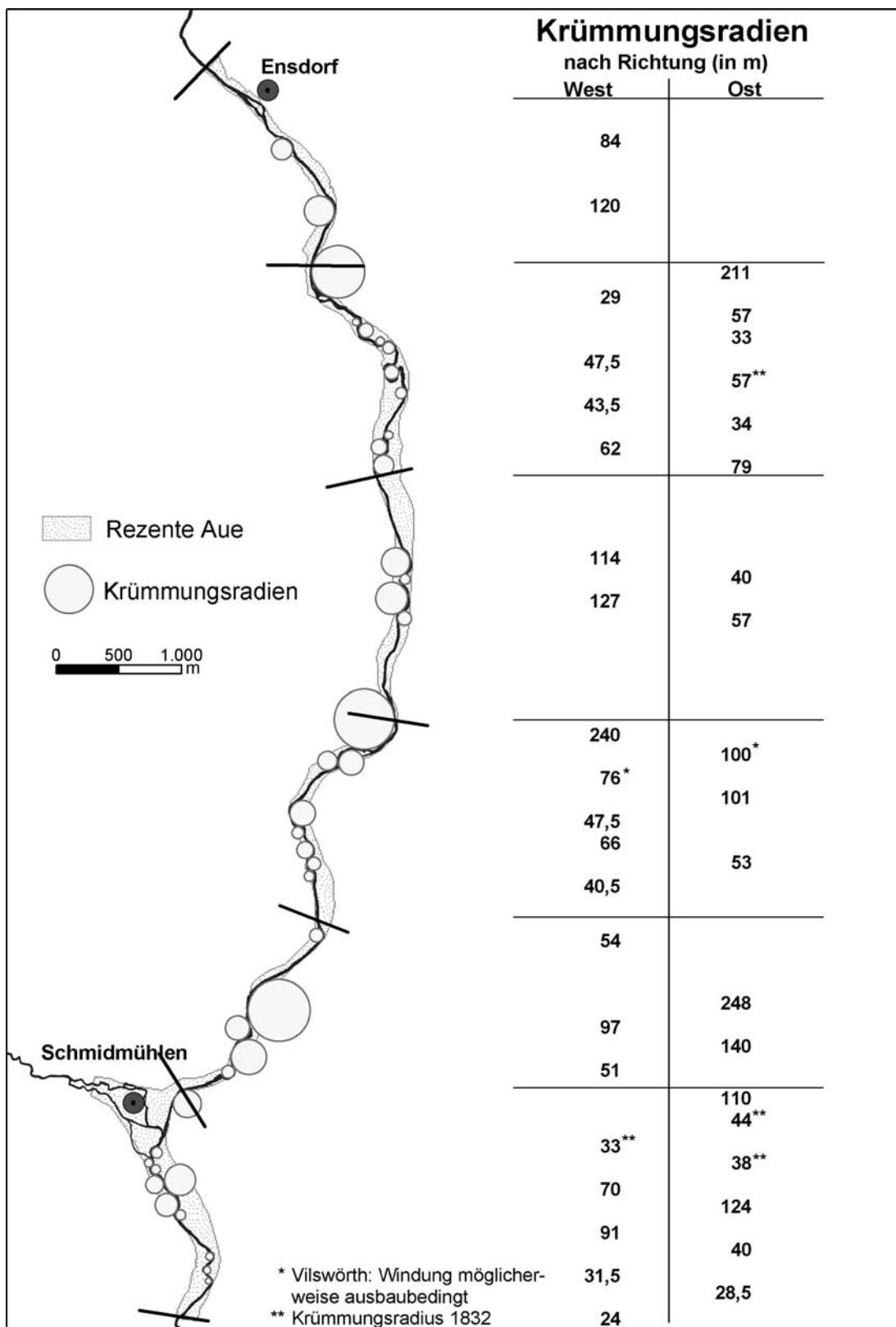


Abb. 11: Übersicht der Krümmungsradien der Vils – unverändert seit 1832 (außer:
** - heute begradigt).

Generell lassen sich weder aus dem Kartenvergleich noch in der Kartierung deutliche Hinweise auf Translations- oder Extensionsbewegungen der Mäanderbögen erkennen.

5.3.3 Flussmorphologie vor 1832

Zur Parameteranalyse eignen sich die Karten von 1623 und 1797. Letztere bezieht sich zwar auf Theuern (außerhalb des Arbeitsgebietes), wird aber wegen ihrer genauen Darstellung dennoch kurz in Zahlen vorgestellt (vgl. Tab. 10) und ermöglicht so auch einen vergleichenden Blick über die Grenzen des Arbeitsgebietes hinaus.

Tab. 10: Parameter der Karte von 1797 (StA Amberg Plansammlung 228).

Karte von 1797		
Länge des dargestellten Laufabschnittes		3,692 km
Tallänge des Laufabschnittes		3,433 km
Breite	min.	14,20 m
	max.	26,30 m
	durchschnittlich	19,0 m
Windungsgrad		1,08
Krümmungsradius	Windung 1 (E)	566 m
	Windung 2 (W)	706,5 m
	Windung 3 (E)	100,5 m

Die Durchschnittsbreite des in der Karte von 1797 dargestellten Vilsabschnittes beträgt 19 m, schwankt jedoch zwischen maximal 26,3 m und minimal 14,2 m. Sie liegt damit im Bereich der Unterabschnitte 1 und 3. Da der Kartenausschnitt ca. 3,7 Laufkilometer umfasst, sollten als Bezugsgröße ebenfalls die Abschnitte I und II hinzugezogen werden. In diesem Fall liegt der Durchschnitt leicht über den beiden Werten von 18,2 und 18,3 m. Obwohl die Karte nur wenig vor den ersten Katasterplänen gezeichnet wurde, deren Aufnahme 1806 begann, zeigt die Vils eine abweichende Durchschnittsbreite. In den Katasterplänen bei Theuern hat sie eine Breite von durchschnittlich etwa 20 m. Hier ist zudem ein deutlicher Unterschied zwischen dem Laufabschnitt oberhalb des Wehres, mit einer Breite von 20,6 m, und dem unterhalb des Wehres, mit einer Breite von 19,7 m, zu erkennen. Auch ohne Berücksichtigung des Rückstaubereiches scheint die Vils in der Region Theuern breiter zu sein als flussabwärts.

Der Windungsgrad des Abschnittes ist mit 1,08 sehr gering. Die Krümmungsradien sind mit 100 – 700 m sehr groß. Beides erklärt sich daraus, dass die Vils in diesem kurzen Abschnitt an die Talwindung gebunden ist (vgl. Anhang II-7, S. 140). Die Krümmungsradien entsprechen denen des Tales und die Flusslänge stimmt ungefähr mit der Tallänge überein.

Tab. 11: Parameter der Karte von 1623 (HStA München Plansammlung 3602).

Karte von 1623		
Länge des dargestellten Laufabschnittes		4,224 km
Tallänge des Laufabschnittes		3,846 km
Breite	min.	10,95 m
	max.	28,0 m
	durchschnittlich	20,0 m
Windungsgrad		1,1
Krümmungsradius	Windung 1 (E)	110 m
	Windung 2 (W)	137 m
	Windung 3 (E)	43 m
	Windung 4 (W)	40 m
	Windung 5 (E)	31 m
	Windung 6 (W)	28 m
	Windung 7 (E)	31 m
	Windung 8 (W)	40 m
	Windung 9 (E)	33 m
	Windung 10 (W)	33 m

Die Karte von 1623 ermöglicht über ihre sehr genaue Darstellung einen einzigartigen Blick auf die Flussmorphologie der Vils in der Vergangenheit (siehe Anhang II-4, S. 137). Als Referenz bietet sich Unterabschnitt 6 an, auch wenn die Karte von 1623 südlich darüber hinausgeht. Auf den ersten Blick wird deutlich, dass der Lauf weitgehend dem von 1832 entspricht (vgl. Abb. 12). Obwohl diese Karte genau aufgenommen wurde und ihre Inhalte in vielerlei Hinsicht glaubhaft sind, ist es zweifelhaft, ob der Parameter der Gewässerbreite aus einer so alten Karte sinnvoll erhoben werden kann. Der Mittelwert liegt 1623 bei 20 m und damit deutlich über dem für 1832 ermittelten Wert von 16,2 m. Die Extremwerte weichen mit 10,9 m und 28 m (1623) gegenüber 10,9 und 25,7 m (1832) nicht so stark ab. Dies kann jedoch auf einem Zufall beruhen. Generell kann nicht ausgeschlossen werden, dass Variationen in der Gewässerbreite durch die Darstellungstechnik beeinträchtigt sind. Somit ist der Schluss, die Vils sei seit 1623 z.B. durch Eintiefung schmäler geworden, nicht zulässig. Der Windungsgrad der Vils im Unterabschnitt 6 liegt 1623 mit 1,1 knapp über dem von Unterabschnitt 6 1832 (1,09, vgl. S. 52). Hier spiegeln

sich bereits die leichten Unterschiede zwischen Altkarte und Uraufnahme wider. Besonders deutlich werden sowohl die Differenzen als auch die Gemeinsamkeiten in der Betrachtung der Krümmungsradien. Abb. 12 zeigt eine direkte Gegenüberstellung der Krümmungsradien von 1623 und 1832. Die dunklen Kreise zeigen die Radien, die in beiden Karten identisch sind, die hellen Kreise die Unterschiede.

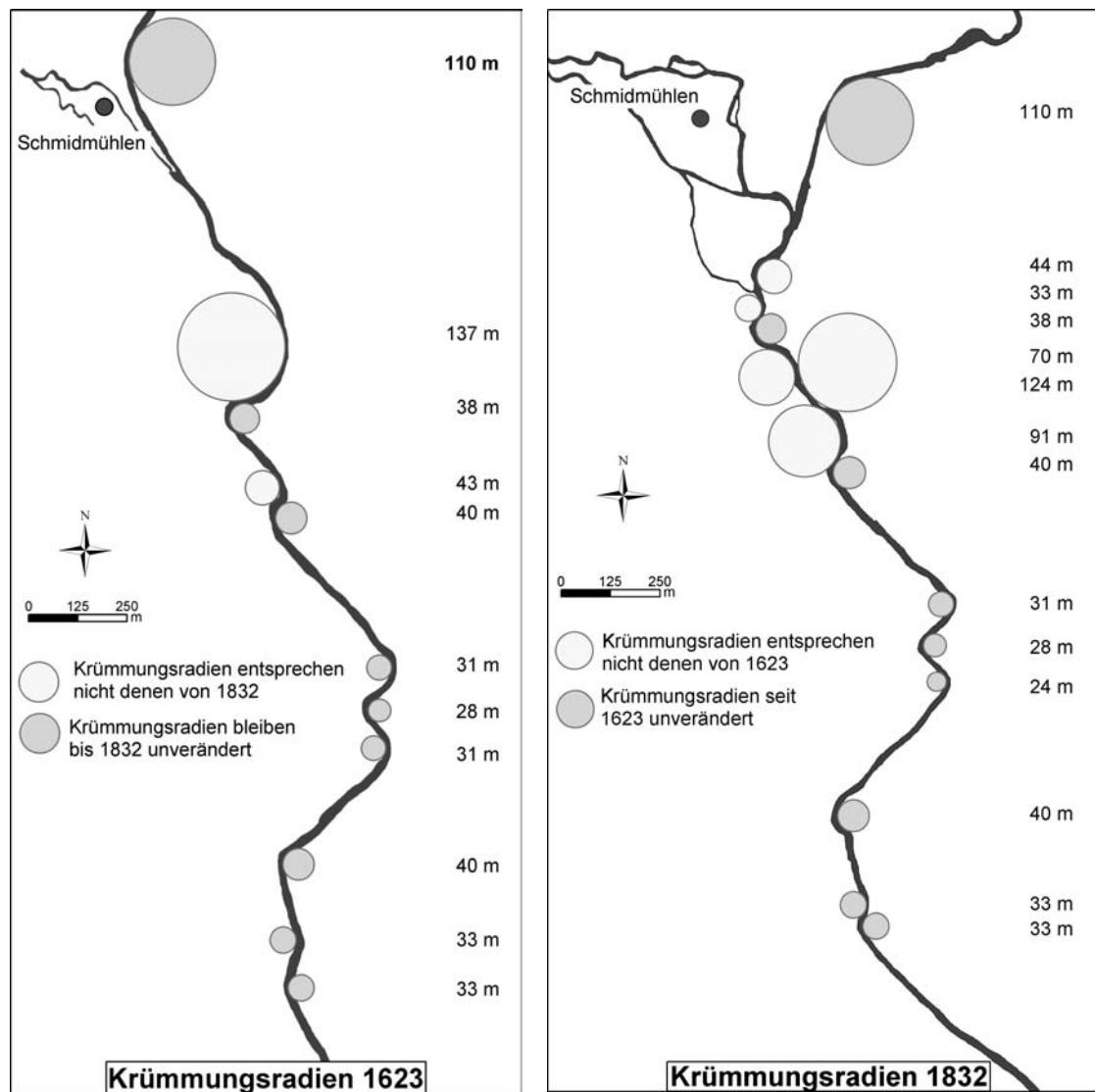


Abb. 12: Vergleich der Krümmungsradien der Gerinnedarstellungen von 1623 und 1832.

Am nördlichen Ende der Karte von 1623 ist eine Richtungsänderung der Vils auffällig, die über eine Änderung der Zeichenperspektive um die östliche Talrand erhebung bei Schmidmühlen zu erklären ist (vgl. Anhang II-4, S. 137). Die Gerinne form bleibt davon jedoch weitgehend unbetroffen. Der Richtungsänderung schließt sich südlich ein großer Mäanderbogen an, der in der Karte von 1832 von kleineren Mäandern abgelöst wird. Es folgt ein gestreckter Laufabschnitt, der 1832 eine

leichte Windung annimmt, ehe die Vils einen einheitlichen Verlauf in beiden Karten zeigt, bestätigt durch gleiche Krümmungsradien (siehe Abb. 12).

Es ist nun die Frage zu stellen, ob es sich bei der auffälligen Differenz der Karten im Mäanderbogen südlich Schmidmühlen um eine korrekte Wiedergabe der im 17. Jh. bestehenden Situation handelt oder ob möglicherweise der oberhalb gelegene Bruch in der Zeichenperspektive zu einer Laufanpassung geführt hat.

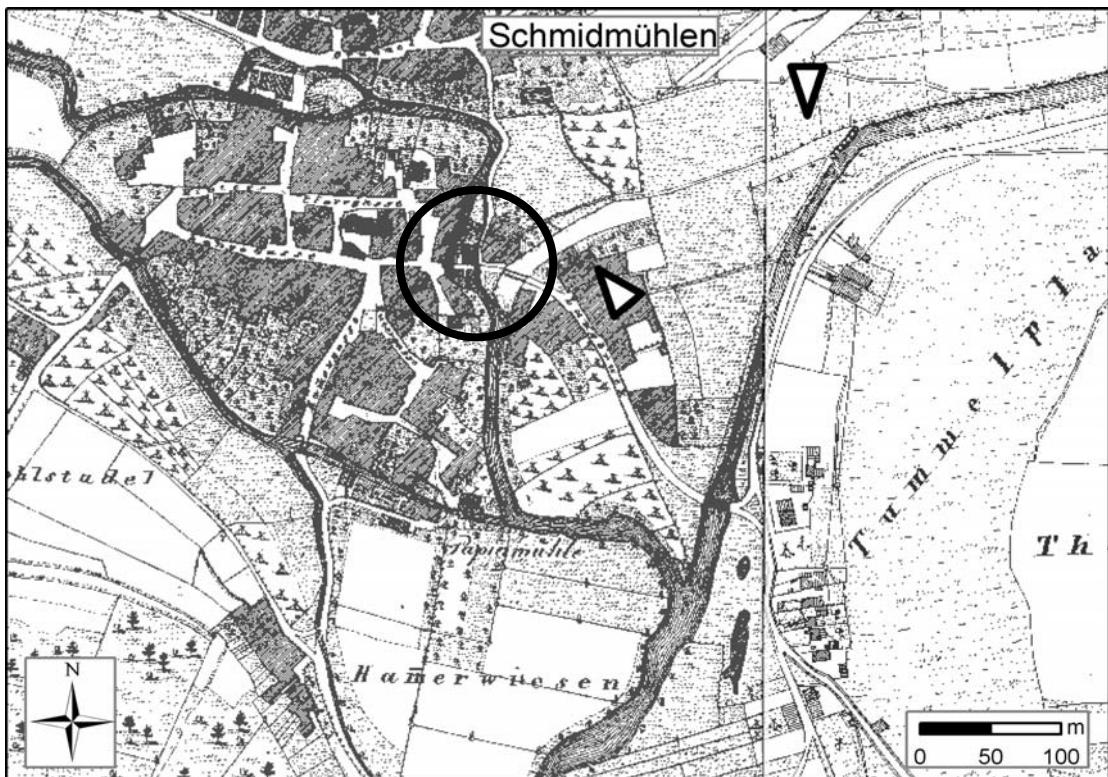


Abb. 13: Erkennbarer Altlauf der Vils bei Schmidmühlen (siehe Pfeile), Uraufnahme von 1832.

Der Lauf stimmt unterhalb des umstrittenen Mäanders mit dem von 1832 überein. Die Krümmungsradien der in der Altkarte dargestellten Windungen entsprechen den jüngeren ebenso exakt wie die Darstellung der Lage. Die Originalkarte (vgl. Anhang II-4, S. 137) stellt im Bereich der Mündung des oberen Lauteracharms eine Insel in der Vils dar, die auch auf der Karte von 1597 verzeichnet ist (s. Anhang II-2, S. 135). 1832 ist sie jedoch nicht mehr zu finden. Die Darstellung von 1623 zeigt zudem eine Insel in der Lauterach. Auch der Plan von 1597 bestätigt zwei Hammer- oder Mühlstandorte, die sich heute noch in Schmidmühlen verorten lassen. Bei näherer Betrachtung der Ortsdarstellung in der Uraufnahme von 1832 ist nicht nur eine Insel in der Lauterach, die zentral im Ort liegt, erkennbar (Abb. 13, Kreis), sondern auch eine Parzelleneinteilung der Form eines alten Flusslaufes (vgl. Pfeile in Abb. 13). Auch die Brücken (Abb. 13, Kreis) der Altkarten lassen sich in dieser

Karte nachvollziehen. Die Vils verlief also im 17. Jh. durch das Ortszentrum von Schmidmühlen. Der Altlauf wird in der unteren Hälfte heute weiter von der Lauterach durchflossen. In der Abb. 13 sind im Bereich der Lauterachmündung am östlichen Talrand Altwässer zu erkennen. Sie könnten vom alten Vilslauf stammen und bestätigen somit den großen Radius des Mäanders von 1623.

Der Altlauf im Ortszentrum lässt sich auf Basis der Uraufnahme rekonstruieren. Mithilfe dieser Rekonstruktion und der Vilsdarstellung aus der Altkarte lässt sich der realistische Lauf von 1623 modellieren. Abb. 14 zeigt in der Gegenüberstellung die teilweise verzerrte Originaldarstellung der Vils von 1623, das beschriebene Modell sowie den Lauf von 1832. Das Modell bestätigt noch einmal deutlich, dass es sich bei der Karte von 1623 um die korrekte Wiedergabe der historischen Situation handelt. Lediglich die perspektivische Verzerrung am oberen Ende der Karte führt zu einer leicht veränderten Laufdarstellung nördlich von Schmidmühlen (vgl. Anhang II-4, S. 137).

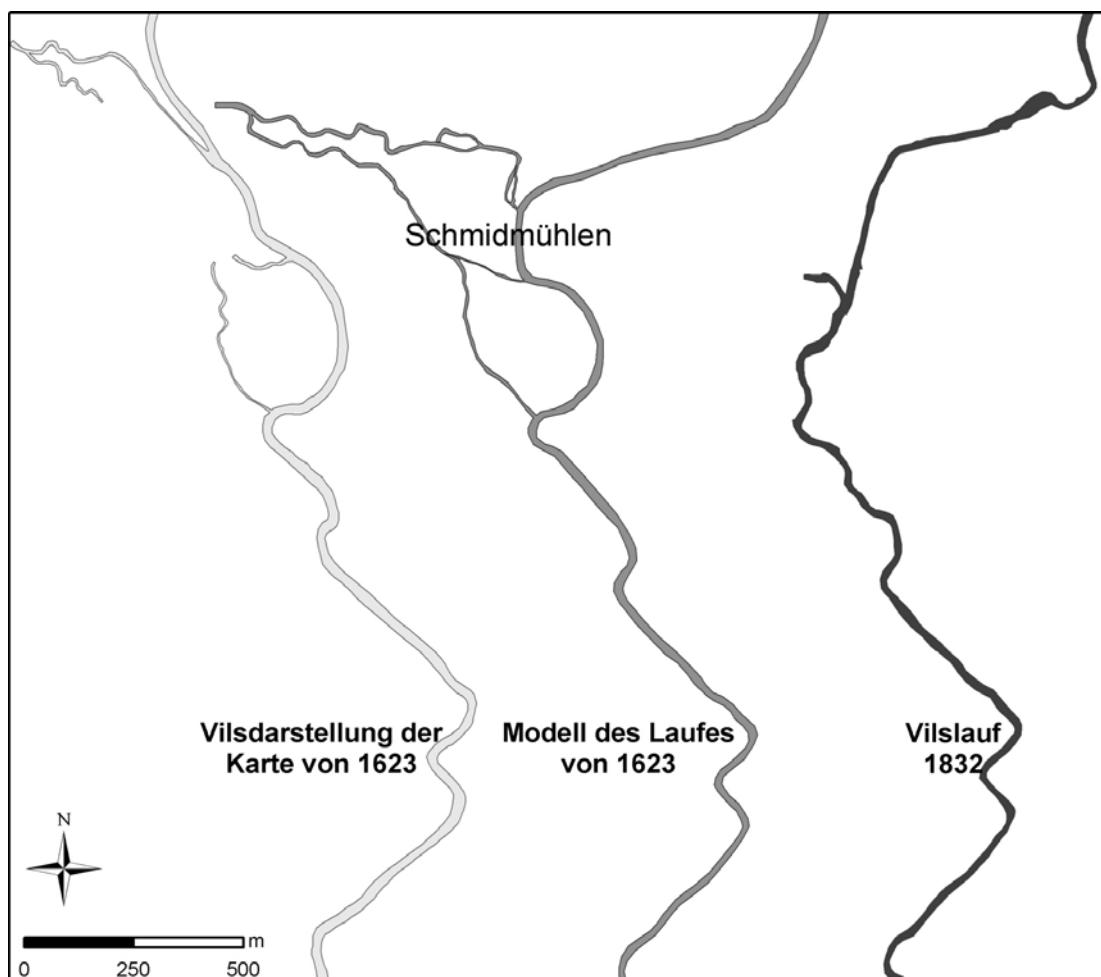


Abb. 14: Modellierung des Vilslaufes um 1623 und Vergleich mit dem Lauf von 1832.

Das Bemühen des Kartenzeichners um die korrekte Darstellung zeigt sich gleichfalls in der Darstellung der Lauterach, die nur wenig generalisiert, eine große Ähnlichkeit mit dem im Modell übernommenen Lauf von 1832 hat. Der Laufvergleich in Abb. 12 zeigt außerdem, dass die Vils durch die - mit Sicherheit künstliche - Verlagerung an den Ortsrand (zwischen 1623 und 1832) einen Impuls zum Mäandrieren erhalten hat. Unmittelbar unterhalb des baulichen Eingriffs, etwa auf Höhe der neuen Lauterachmündung, wechselt in einem kurzen Abschnitt schnell weite und schmale Abschnitte und die Vils beginnt sich zu winden. Dies unterstützt die Annahme, dass der Fluss anthropogen verlagert worden ist.

6 Die Sedimente der Vils

6.1 Charakteristischer Sedimentaufbau (typische Profile)

Die Vilsaue ist geprägt von fünf Sedimentfazies (Fazies 1-5, Profilbeschreibungen in Anhang IV-6 und -7 ab S. 157). An der Basis bildet Fazies 5 das angewitterte Anstehende, bestehend aus lehmig angewittertem, grusigem Malmkalkstein, der unterschiedlich fein zerfallen ist. Sie zeichnet sich besonders durch ihren erhöhten Lehmannteil sowie einen sehr hellen Ockerton aus und lässt sich vielerorts in 4,5 - 5,0 m Tiefe erbohren.

Fazies 4 hat einen kiesigen Charakter. Es finden sich Kalk, Hornstein, limonitischer Sandstein und Quarz (siehe auch DOBEN & HELLER 1968: 26f.). Zum Liegenden nimmt der Anteil schwach kantengerundeter Malmschotter zu. Zum Hangenden sind die überwiegend kiesigen Sedimente verbreitet mit orangefarbenem Sand durchsetzt. Die Fazies findet sich mit nur wenigen Lücken in der gesamten Talsohle.

Fazies 3 besteht aus fast reinem Sand; mit 36-76 % dominiert hier in der Regel der Mittelsand (vgl. Korngrößenanalysen in Anhang IV-1 ab S. 144). Farblich liegt sie im Bereich heller Ocker- bis Orangetöne, die unter reduktiven Bedingungen hellgraue Variationen zeigen. Die Fazies ist nicht flächendeckend vorhanden, jedoch in etwa der Hälfte der Bohrprofile in bis zu 151 cm Mächtigkeit vorzufinden. Fazies 3 ist häufig mit Makroresten durchsetzt.

Den Beginn der Auelehmsedimentation markieren sandige Lehme (Fazies 2), die z.T. in Wechsellagerungen von schlufffreiem Lehm und Sand, alternativ als unterschiedlich sandige Lehmlagen, vorkommen. Die Sandanteile sind in der Regel gleicher Fraktion und Farbe wie Fazies 3. Fazies 2 ist in der überwiegenden Zahl der Bohrungen nachgewiesen.

Den Abschluss bilden sandarme Lehme, die als Fazies 1 angesprochen werden. Sie enthalten 47-66 % Schluff und deutlich weniger Sand als Fazies 2. Die Grenze zwischen den Auelehmfasies ist nicht in allen Profilen gut erkennbar. In Abhängigkeit der Bodenbildung schwankt die farbliche Ausprägung beider Auelehmtypen zwischen hellen bis kräftigen Braun- und Grautönen. Feinverteilte Holzkohle findet sich in beinahe allen Proben des Auelehms, während sie in Fazies 3 sehr selten und ausschließlich in Assoziation mit Makroresten auftritt.

Der Sedimentaufbau der Vils weist vier Profiltypen auf. Das charakteristische Auenprofil (Typ 1) zeigt den oben beschriebenen Aufbau und ist in 50 Rammkernbohrungen sowie im Baggertschnitt von Schmidmühlen zu erkennen. Daneben wurden noch sechs Uferprofile des Profiltyps 2 und drei Profile des Typs 3 im Verschneidungsbereich von Aue und Hang erbohrt. Dem 4. Profiltyp werden vier Bohrungen zugeordnet, die andere als die auentypischen Fazies aufweisen.

6.1.1 Auenprofil – Profiltyp 1

Beispielhaft für den typischen Sedimentaufbau der Auenprofile ist das Bohrprofil 6637-110. Es schneidet vier Sedimentpakete an, die von den oben beschriebenen Fazies geprägt sind. Im Liegenden stehen verbreitet grusig kiesige Vilsschotter an. Darüber finden sich in lückenhafter Verbreitung Vilssande, die überwiegend durch die Fazies 3 zu charakterisieren sind. Der hangende Auelehm lässt sich in zwei Schichtpakete gliedern. Auelehm 2 entstammt der frühen Auelehmsedimentation. Er wurde überwiegend in Form von Fazies 2 abgelagert. Auelehm 1 bildet das jüngste Schichtpaket des Alluviums, dessen Charakter vielfach Fazies 1 entspricht (vgl. Tab. 12 und Anhang V, S. 177ff.).

Der sedimentologische Feldbefund kann anhand der Abbildungen 15 und 16 - der Korngrößenverteilung des Feinbodens und anteiliger Skelettfraktion - nachvollzogen werden. Die deutliche Schluffdominanz von Fazies 1 findet sich in den Proben 1 bis 7 (bis 207 cm). Darunter folgt der Wechsel zur Fazies 2, die bereits einen höheren Sandanteil aufweist. Bei Probe 15 (275 cm) beginnt die mittelsandige Fazies 3, ehe ab Probe 21 (360 cm) der erhöhte Grobbodenanteil zu Fazies 4 überleitet. Die abschließende Probe 26 wurde im Geländebeobachtung als verwittertes Anstehendes angesprochen. Der Ton- und Schluffgehalt dieser Probe liegt deutlich über dem der aufliegenden Schichten. Der Grobgrusanteil, der hier nur aus kantig zerfallenem Malmkalk besteht, ist erhöht, wie es für Fazies 5 typisch ist.

Der vorherrschende Bodentyp ist eine Vega mit der Horizontabfolge Ah / aM / aGr / aIC / Cv (vgl. S. 16). Der Ah-Horizont ist bis 30 cm mächtig, der Auelehm (aM) über 1 m. Die Vergleyung betrifft in der Regel den unteren Auelehm 2, in einigen Profilen sind jedoch auch die Vilssande reduziert. Im Auelehm sind Sandeinschlüsse teilweise oxidiert, sie zeigen eine entsprechend starke Rotfärbung. Unterhalb der Reduktionszone schließen sich z.T. stark orange-rote Sande (aIC) an, die nicht *in situ* oxidiert oder reduziert wurden. Sie zeigen eine gleichmäßige

Farbgebung und keine Eisenausfällungen oder -konkretionen. Diese Sande sind der kiesigen Fazies 4 beigemischt, finden sich jedoch vereinzelt auch in den Vilssanden wieder, die ansonsten hauptsächlich in Farben von hellorange über beige bis hellgrau vorliegen.

Fossilisierte Horizonte früherer Bodenbildungsphasen sind in Auelehm 1 nicht vorhanden. Auelehm 2 zeigt in wenigen Profilen (z.B. Profile 6737-119 bis 121, vgl. Anhang IV-7, S. 167f.) geringmächtige, braune, lehmige Lagen, die z.T. von Makroresten durchsetzt sind. Die Vilssande weisen neben makrorestreichen organischen Lagen auch lehmige, dunkelbraun gefärbte Zwischenschichten auf. Bei

Tab. 12: Profilbeschreibung Auenprofil Nr. 6637-110 (Legende S. 179).

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsellfarbe	weitere Merkmale
0-24	I	aM	Ah	1	Lu	10YR3/3	trocken, Krümelgefüge, durchwurzelt
24-46				2	Lu	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Mollusken, Regenwurmgang
46-70				3	Lu	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen/Mollusken, Regenwurmgang
70-100				4	Tu4	10YR4/6	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmgang
100-140			Kernverlust				
140-160			Verzug				
160-174				5	Tu3	7,5YR5/6	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
174-191				6	Tu3	7,5YR4/4	Holzkohle, Kalkkonkretionen
191-207	II	Gr		7	Lt2	2,5Y4/2	wenig Holzkohle
207-223				8	Ls4, fG1	10YR4/4 + 7,5YR5/6	
223-238				9	Ls4, fG1	7,5YR5/6 + 7,5YR5/8	
238-250				10	Lts, mG2		
250-257				11	St3		
257-264				12	St2, mG3	7,5YR5/6 + 10YR6/6	Stein bei 260 cm
264-271				13	Si4		
271-275				14	Ls4, fG1	2,5 Y 6/4 + 7,5YR5/8	
275-285	III	3		15	St2, fG1, mG1	2,5Y5/3	
285-300				16	St2, fG1, mG1	7,5YR5/4	
300-310			Kernverlust				
310-333				17	mSfs, fG1, mG1	10YR5/6	
333-341				18	Si4, fG1	7,5YR5/6 + 7,5YR5/8	Makrorest
341-352				19	mS	10YR6/6-5/4	
352-360				20	Si4, fG2	5YR5/4	Makroreste bei 355 cm
360-383	IV	aIC		21	St2, fG2, mG3, gG5	7,5YR5/6	
383-406				22	St2, fG3, mG3, gG3	7,5YR5/6	
406-431				23	St2, fG3, mG4, gG3	7,5YR5/8	
431-456				24	St2, fG3, mG3, gG4	7,5YR5/8	
456-474				25	Si3, fG3, mG4, gG3	7,5-10 YR5/8	
474-485			Cv	26	Ls4, fGr3, mGr3, gGr4	10YR8/8 + 7,5YR5/8	

ausreichendem Humusgehalt von > 0,9 Masse-% (AG BODEN 1994) wurden sie als fAh angesprochen. Die in situ-Genese lässt sich im Bohrstock jedoch nicht eindeutig feststellen. Für die Proben 6637-109/11, 13, 16-18 und 6737-119/15 und 16 bestätigt eine exemplarische Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (C_{org}) einen Humusgehalt von über 7,8 Masse-%. Die Gehalte sind im Überblick dargestellt in Anhang IV-2, S. 147.

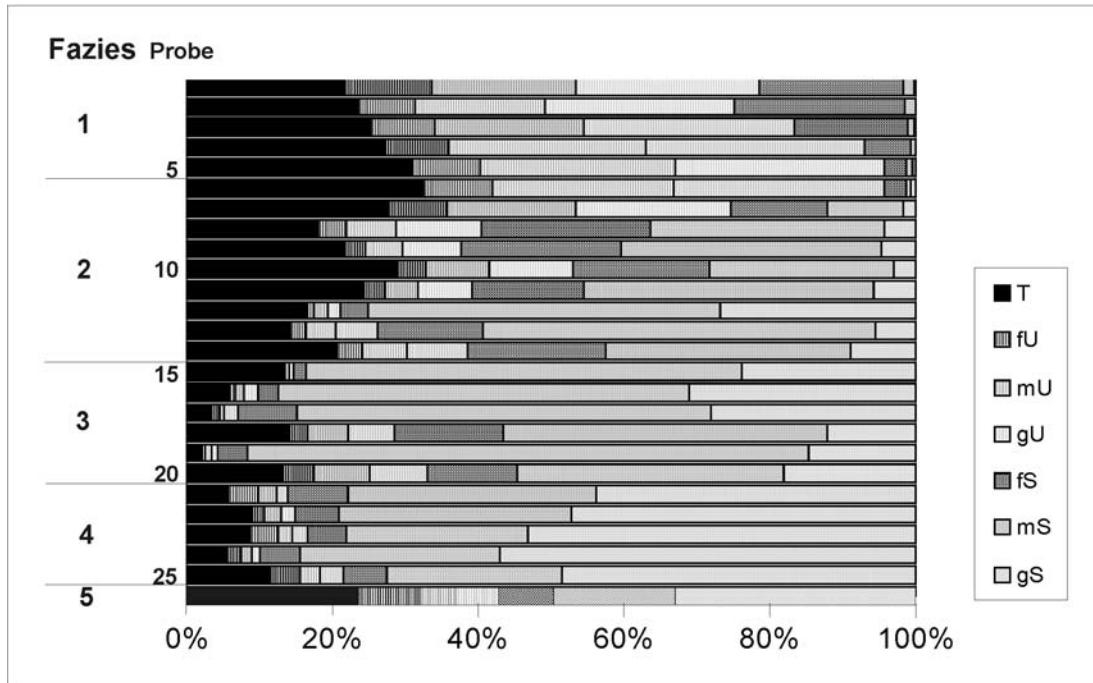


Abb. 15: Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-110.

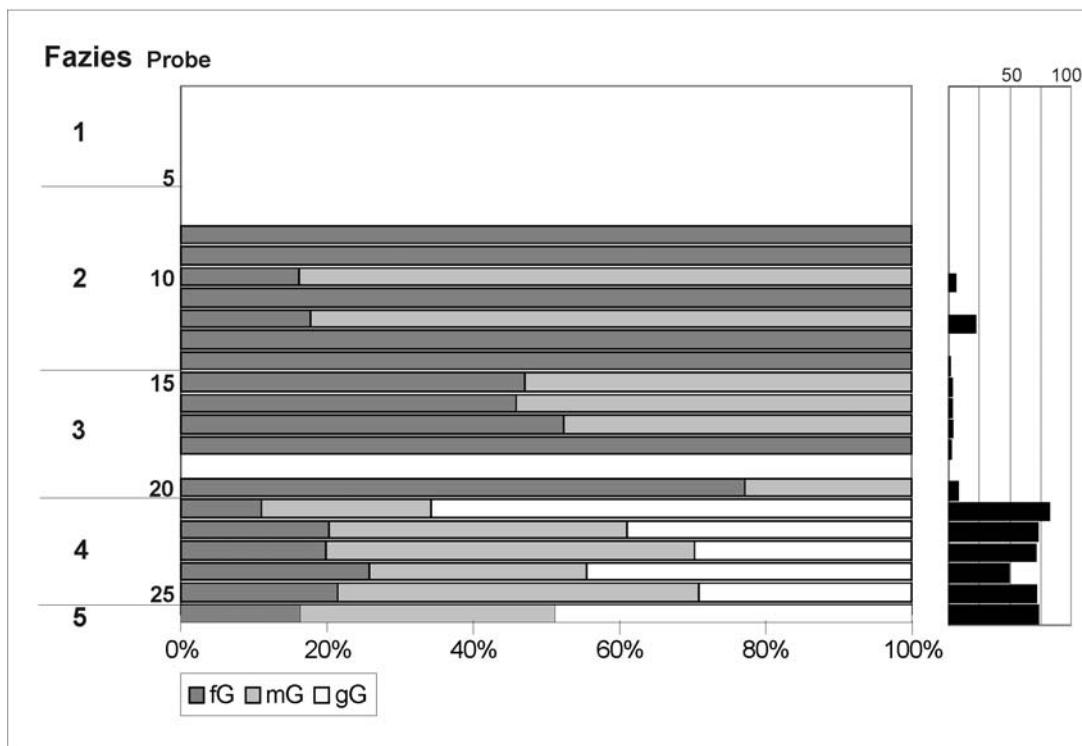


Abb. 16: Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil an der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-110 (Proben, deren Grobbodenanteil unter einem Prozent liegt, sind nicht aufgeführt).

6.1.2 Uferprofil – Profiltyp 2

Als Beispiel für ein typisches Vilsuferprofil wird das Bohrprofil 6637-109 ausgewählt. Die Faziesausbildung der Uferprofile weicht leicht von der restlichen Aue ab. Im Auelehm liegen regelmäßig humose Horizonte mit Makroresteinschlüssen. Soweit sie 15 Masse-% an Humusgehalt überschreiten, werden sie nach bodenkundlicher Kartieranleitung (AG BODEN 1994) als fossile amoorige Oberbodenhorizonte (fAa) gekennzeichnet (vgl. Tab. 13). Dies sind hier die Proben 16, 17 und 18 (s. Anhang IV-2, S. 147).

Das Profil 109 hat sich während der Auelehmsedimentation durchweg in der Uferzone befunden, was der Profilschnitt durch die Aue bestätigt (vgl. Anhang V, Schnitt 3, S. 178). Die Bodenentwicklung der Uferzone ist vom Aufwachsen des Substrates, durch Bedeckung der Vegetation sowie der Ablagerung von Treibseln in der Auenvegetation geprägt. In einigen Uferprofilen (z.B. 6637-106 u. 6737-139, s. Anhang IV-6, S. 158 u. IV-7, S. 172) ist der Auelehm durchweg mit Sandeinlagerungen oder einem erhöhten Sandanteil ausgeprägt, da dieses Substrat bei

Hochwasser von der Ufervegetation ausgekämmt wird. In keinem Uferprofil ist Fazies 3 enthalten.

Der Auelehm ist in Profil 109 ungegliedert der Fazies 1 zuzuordnen und reicht bis 377 cm Tiefe (bis Probe 18, siehe Abb. 17 und 18). Fazies 4 schließt sich bis 497 cm an. Obwohl Fazies 5 nur in ca. 3 cm Stärke aufgeschlossen ist, lässt sie sich klar vom darüber liegenden Substrat trennen.

Tab. 13: Profilbeschreibung Uferprofil Nr. 6637-109.

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsell-Farbe	weitere Merkmale
0-24	I	aM	Ah	1	Slu	10YR3/4	durchwurzelt, wenig Holzkohle im unteren Bereich, Regenwurmgänge
24-45				2	Slu	10YR3/4	durchwurzelt, ganz wenig Holzkohle
45-68				3	Ls3	10YR4/6	durchwurzelt
68-100				4	Ls2	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle
100-136							Kernverlust
136-147				5	Tu4	10YR4/6	Holzkohle
147-171				6	Tu4	7,5YR5/6	Holzkohle
171-196				7	Tu4	10YR4/6	Feinwurzeln, Holzkohle
196-210			aGr	8	Tu4	10YR5/6	wenig Holzkohle
210-221				9	Lu	10YR4/4	sehr weich, feucht, sehr wenig Holzkohle
221-249				10	Lu	10YR4/4	Sandeinlagerungen z.B. bei 124, 125, 129-131cm, Holzkohle, Makroreste bei 129 cm
249-264	II	fAh	11	Ut4	7,5YR3/2 - 2,5YR3/6		Wurzeln, Wurzelgang schwarz ausgekleidet
264-276			12	Lu	10YR3/2 - 5YR4/8		durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
276-287		fAh	13	Ut3	10YR3/2 - 5YR3/6		durchwurzelt, Kalkausfällungen
287-300		aGr	14	Ut4	2,5Y3/2 - 10YR4/4		durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
300-314							Verzug
314-324		IV	15	Lu	2,5Y3/2 - 10YR4/4		sehr weich, durchwurzelt
324-346			fAa	16	Ut4	10YR2/1	durchwurzelt
346-364			fAa	17	Ut4	2,5YR3/1	feucht, durchwurzelt
364-377			fAa	18	Lu, fG2	2,5YR2/1	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Makroreste, Steinchen
377-395	V	aIC		19	mSgs, fG2, mG4, gG3	2,5YR6/3	
395-419				20	St2, fG3, mG4, gG3	7,5YR5/6	
419-438				21	St2, fG3, mG2, gG5	7,5YR5/6 - 10YR7/8	
438-445				22	gSms, fG2, mG2	10YR3/4 - 3/3	
445-470				23	St2, fG2, mG4, gG3	10YR4/4	
470-497				24	St2, fG3, mG5, gG2	7,5YR5/6	
497-500			Cv	25	Si3, fGr3, mGr3, gGr4	10YR6/6	

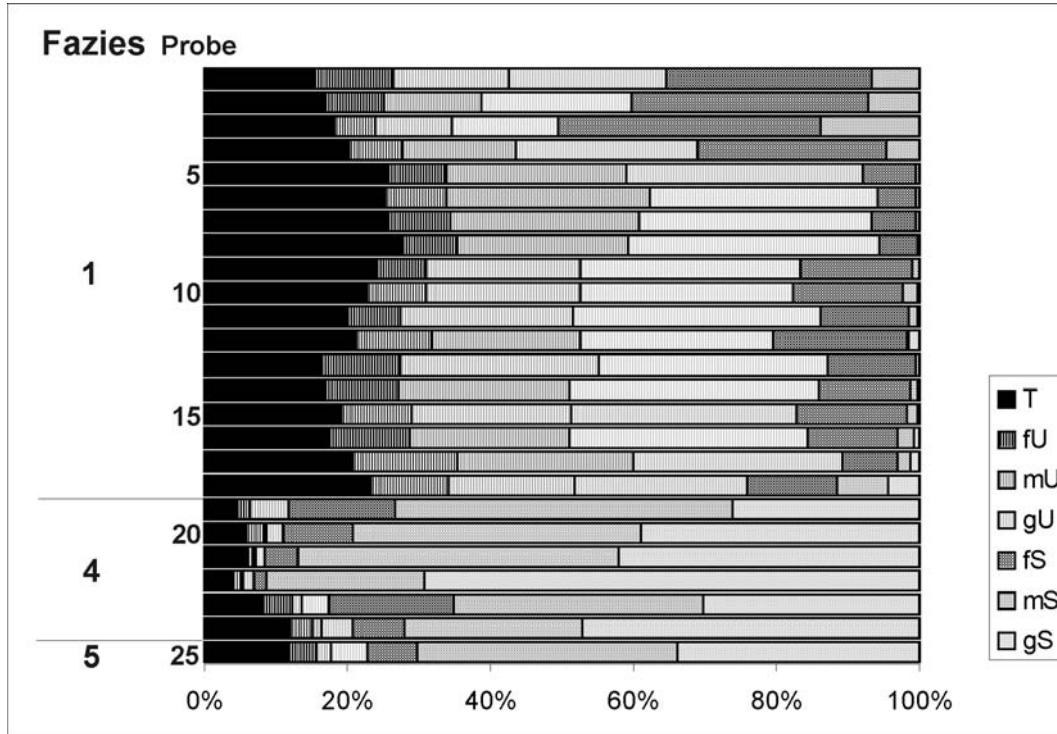


Abb. 17: Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-109.

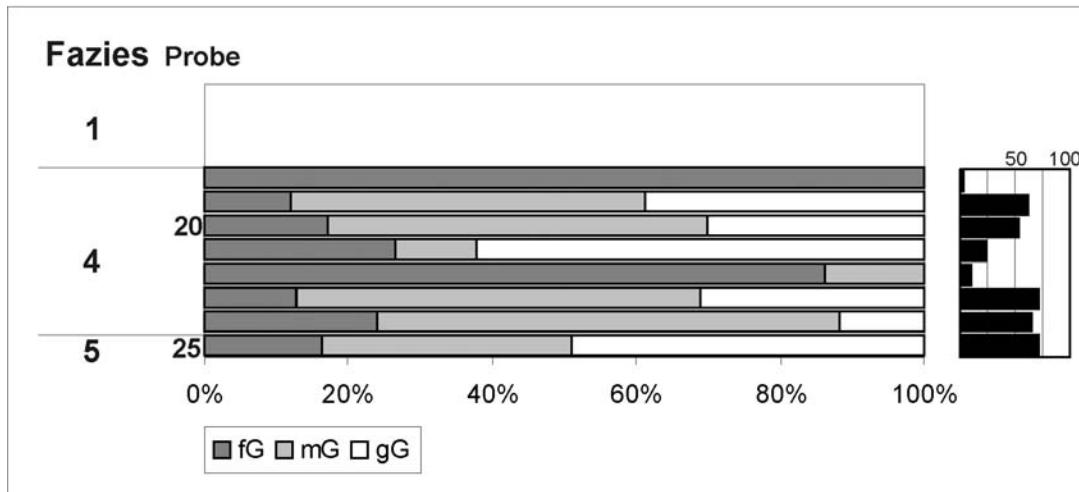


Abb. 18: Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil an der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-109.

6.1.3 Aue-Hang Verschneidung – Profiltyp 3

Die Profile, die am Rand der rezenten Aue erbohrt wurden, zeigen eine Überlagerung älterer Auensedimente mit jüngeren Hangsedimenten sowie teilweise eine Durchmischung dieser mit den Auensedimenten. Ein Beispiel hierfür ist das Profil 6737-149. Zuoberst findet sich eine 46 cm mächtige, lehmig-tonige Fazies, die etwa Fazies 1 entspricht. Es folgen 91 cm (bis Probe 7, Tab. 14), die, ähnlich wie Fazies 2, von lehmigen und sandigen Substratwechseln geprägt sind. Eine rein sandige

Fazies gibt es nicht. An der Basis liegen, wie in den Profilen der rezenten Aue, die von Fazies 4 dominierten Vilsschotter.

Generell lässt sich das Hangsediment vom Auensediment durch seine Gruskomponente unterscheiden. Die Proben 2-7 haben einen Grusanteil von 9,5 - 31 % (vgl. Abb. 20), die alluvialen Fazies 1-3 sind grusfrei. Während der Feinbodenanteil der Hangfazies nach unten hin abnimmt (s. Abb. 19), ist parallel im Grobbodenanteil ein Anstieg zu beobachten (vgl. Abb. 20). Die Auenprofile zeigen demgegenüber eine größere Variabilität in der Feinstratigraphie des Auelehms 2 (vgl. Abb. 15 und 16). Der kiesigen Fazies (4) ist auch in der Aue Grus in unterschiedlichen, nach unten hin zunehmenden Anteilen beigemischt.

Das hangende Substrat der Hangprofile wird als Kolluvium angesprochen. Es ist dem Auelehm sehr ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch seinen Gehalt an Kalkgrus. Ein möglicherweise periglaziales Hangmaterial lässt sich, z.B. in Bohrung 6637-121, durch einen höheren Sand- und Grusanteil deutlich von den kluvialen Fazies unterscheiden.

Tab. 14: Profilbeschreibung Hangprofil Nr. 6737-149.

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsellfarbe	weitere Merkmale
0-23	I		Ap	1	Ut3	10YR3/3	durchwurzelt
23-46				2	Lu, fG2, mG1, gG6	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Grus bei 40-43, Regenwurmgänge
46-61	II		M	3	Ls2, fG3, mG3, gG4	7,5YR4/4	Holzkohle, Stein bei 49-50 cm
61-79				4	Ls3, fG3, mG3, gG5	7,5YR4/4	Holzkohle
79-100				5	SI4, fG3, mG3, gG4	7,5YR4/6	
100-108							Kernverlust
108-127				6	SI4, fG4, mG4	7,5YR6/4	
127-137				7	SI4, fG3, mG2, gG5	5Y6/3	
137-152				8	St2, fG4, mG3, gG3	7,5YR4/4	
152-167	III		alC	9	Ts4, fG3, mG4, gG3	5YR6/3	
167-193				10	St2, fG2, mG3, gG5	7,5YR6/4	wenig Grus
193-216				11	mSfs, fG3, mG3, gG4	7,5YR6/5	
216-236				12	St2, fG3, mG4, gG3	7,5YR6/5	
236-270	IV		Cv	13	Ls3, fG3, mG3, gG3	2,5YR3/6	

Die oberen 23 cm des Profils 6737-149 setzen sich farblich deutlich ab und werden als Ap bezeichnet, da das Flurstück unter Ackernutzung steht. Das Profil hat keine hydromorphe Prägung, obwohl es innerhalb des vom WWA Amberg ausgewiesenen Überflutungsbereichs des Hochwassers von 1909 liegt, was als weiterer Bestäti-

gung für die neu kartierten Auengrenzen (vgl. S. 50f). Der rezente Auftrag alluvialer Lehme bei extremen Hochwässern kann dennoch nicht ausgeschlossen, aber ebenso wenig in Form aktueller Beobachtungen belegt werden.

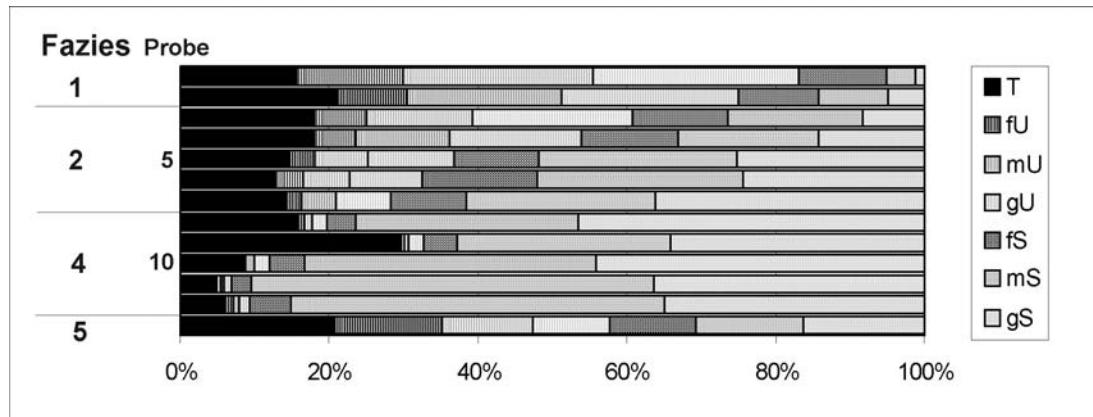
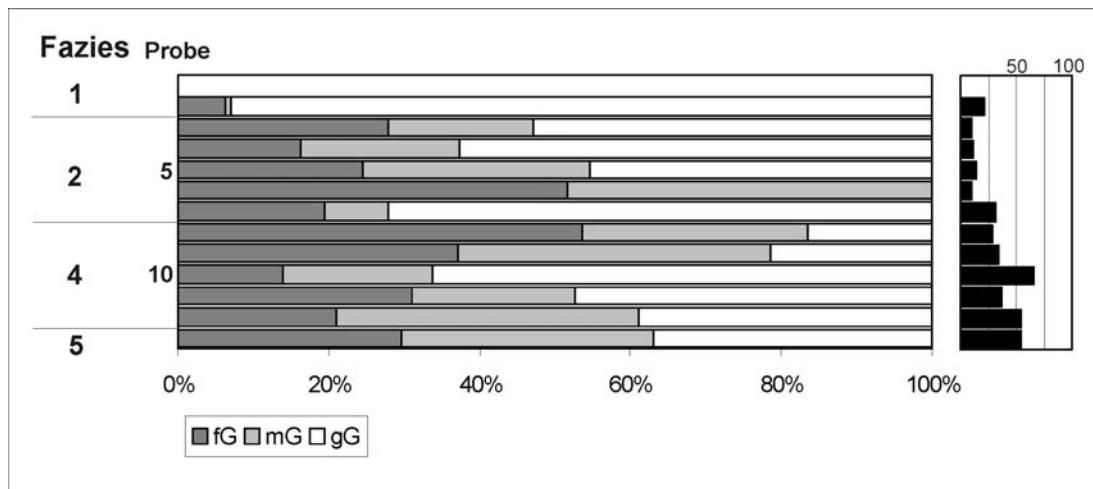


Abb. 19: Korngrößenv



6.1.4 Sonderprofil Rieden – Profiltyp 4

Bei Rieden wurde umgelagertes Hangmaterial erbohrt, das mit den anderen Profiltypen nicht vergleichbar ist. Die vier Bohrungen 6637-112 bis 115 enthalten Material eines Schuttkegels, der aus dem Palkeringer Tal ins Vilstal ausläuft, den auch DOBEN & HELLER (1968) angebohrt haben. Das Substrat lässt vier Sedimentpakete ausgliedern. An der Basis befinden sich die alluvialen Vilsschotter. Ihnen liegt ein sandig lehmiges Substrat auf, das als Grobkomponenten sowohl Grus als auch etwas Kies enthält. Darüber folgt ein bis 228 cm mächtiges Sedimentpaket,

das bis zu 40 % Ton und im Skelett nur Grus enthält, der in Anteil und Fraktion nach oben hin abnimmt (vgl. Abb. 21 und 22). Auch die Substratfarbe unterscheidet sich von den alluvialen Vilsedimenten. Sie reicht von fahl-orange bis rötlich braun. Es gibt weder Oxidationsflecken noch Anzeichen für reduktive Prozesse (siehe Tab. 15). Exemplarisch ist hier das Profil 6637-114 vorgestellt, in dem das verwitterte Anstehende allerdings nicht erbohrt wurde.

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsell-Farbe	weitere Merkmale	
0-25	I	IC	Ap	1	Ls2	10YR4/3	kompakt, durchwurzelt, Strohreste eingearbeitet	
25-46				2	Ls2	10YR6/4	durchwurzelt, Regenwurmgänge, Krümelgefüge	
46-68				3	Lt2	7,5YR6/4		
68-86				4	Lts	5YR6/5	Holzkohle	
86-100				5	Lt2	5YR5/3		
100-177			Kernverlust					
177-193				6	Lts	5YR8/4		
193-228				7	Ls4	7,5Y6/4		
228-243	II	alC		8	SI4	7,5YR6/4	locker, nass	
243-270				9	SI3	7,5YR6/5		
270-300				10	SI3	7,5YR6/5	lockerer	
300-323	III	alC	aC	11	SI2	7,5YR8/5		
323-344				12	SI3	7,5YR6/4		
344-380				13	SI3	10YR8/5		
380-418				14	SI3	10YR6/4	kompakter als zuvor	
418-434			mSfs	15	mSfs	10YR4/4		
434-446				16	St2	10YR8/6		
446-451				17	Ls3	10YR8/6	weich, feucht	
451-460				18	St2	10YR8/6		
460-483				19	mSfs	10YR4/4	Stein bei 460-463 cm, Kernverlust bei 467-471 cm	
483-500				20	St2	10YR8/5		

Das Tal, aus dem die Ablagerungen stammen sollen, schneidet nach DOBEN & HELLER (1968: 26f.) spätpleistozäne Hanglehme sowie lehmig sandige Fließerden mit groben Komponenten an, die sich vorwiegend aus den Reinhausener Schichten und Knollensanden der Oberkreide zusammensetzen. Über den Sedimentaufbau des Profilschnittes 2 lässt sich erkennen, dass die basalen Vilsschotter älter sind als der Schuttkegel. Da keine fluvialen Sande existieren, ist außerdem davon auszugehen, dass der Schuttkegel vor oder zu Beginn der Sedimentation der Vilssande abgelagert wurde und die Aue seither eingegrenzt hat. Die Bohrungen befinden sich innerhalb des Überschwemmungsgebietes von 1909 (vgl. S. 50f.).

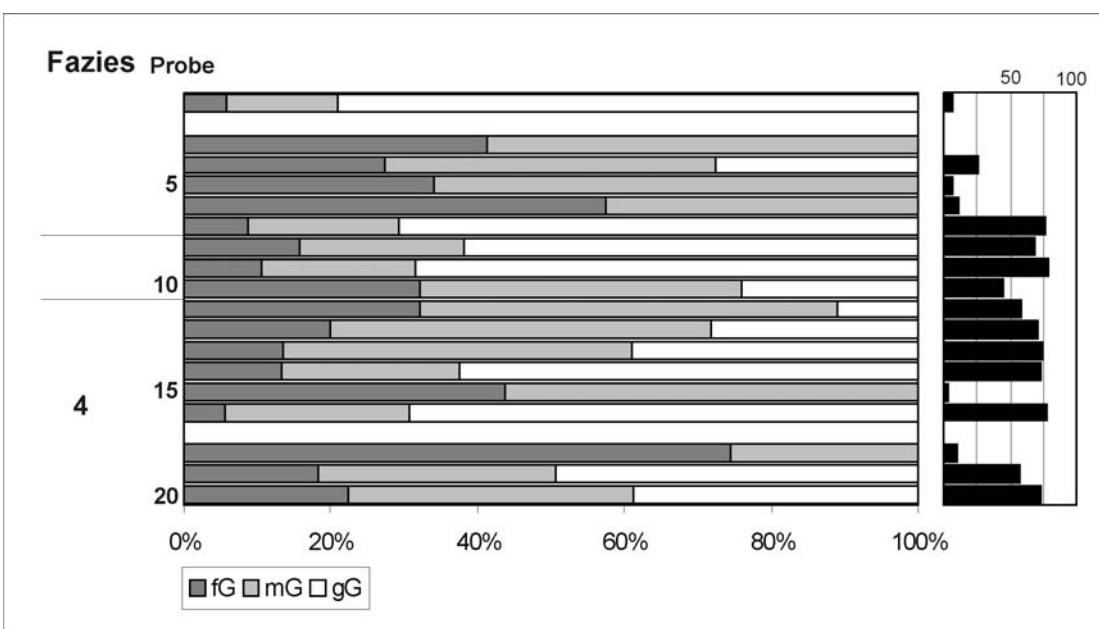
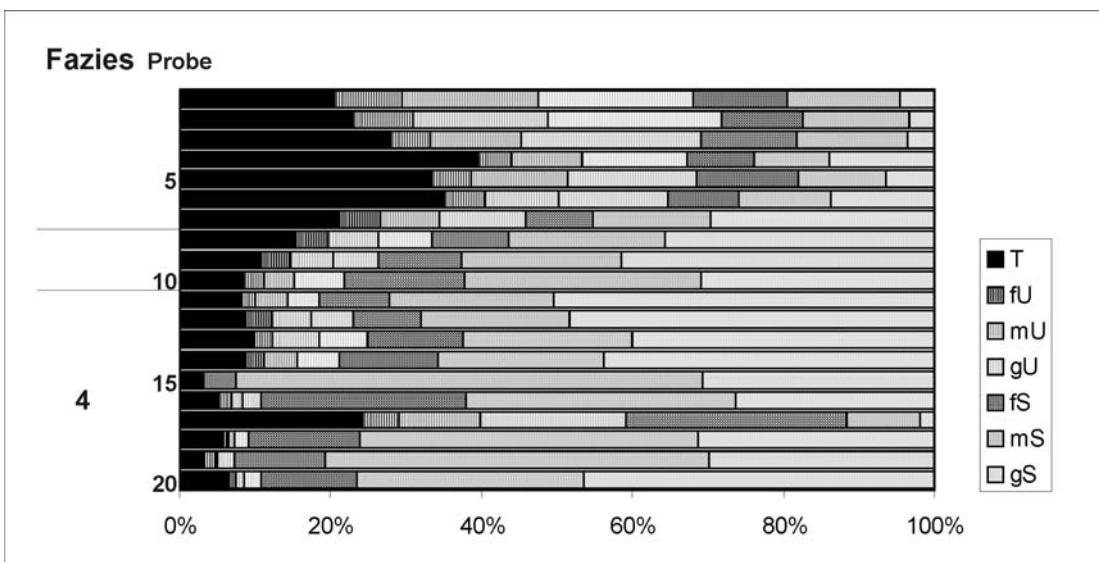


Abb. 22: Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil an der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-114.

6.2 Detaillierter Sedimentaufbau

Sieben Profilschnitte sind im Arbeitsgebiet so angeordnet, dass sie Veränderungen der Sedimentation durch die Wehre erkennen lassen sollen. Sie befinden sich jeweils vor und hinter den Wehren, beginnend im Abstrom des Wehres in Ensdorf. Die Profilschnitte nördlich Siegenhofen (3) und südlich Schmidmühlen (7) umrahmen keine Wehrstandorte und dienen in erster Linie der Vervollständigung des Gesamtbildes der Aue (vgl. Abb. 23). Zusätzlich wurden sechs Bohrungen auf der Insel Vilswörth durchgeführt, von denen vier den Querschnitt erfassen. Zwei weitere sollen zum einen der flächenhaften Erweiterung und zum anderen der Untersuchung einer Stufe auf der Insel dienen. Die sieben Profilschnitte sind in Anhang V ab S. 177 dargestellt, die einzelnen Profilbeschreibungen finden sich in Anhang IV-6 u. IV-7, ab S. 157.

Schnitt 1 (Anhang V, S. 178) ist südlich Ensdorf aufgenommen. Er wird im Westen durch eine Rohrtrasse und im Osten durch die Böschung der Vilstatstraße begrenzt. Daher konnten die Bohrungen nicht bis an den Auenrand fortgesetzt werden. In den Profilen 6637-106 bis -108 wurde das verwitterte Anstehende erreicht. Es belegt in der Übersichtszeichnung (Anhang V, S. 178) einen Abfall des Talgrundes zum Fluss hin. Darauf folgen Fazies 4, 2 und 1, die in den Profilen 6637-106 bis -108 und -116 vertreten sind.

In der Bohrung -108 sind Hangsedimente aufgeschlossen. Die Fazies 4 ist hier von Lehm und Sand dominiert. Die Grusfraktion tritt leicht zurück, Kies ist nicht beige mischt. In Fazies 1 und 2 sind einzelne Kalkbruchstücke vertreten, dennoch kann ein rezenter alluvialer Einfluss nicht ausgeschlossen werden. Die Profilbohrungen 6637-117 und -125 am östlichen Rand des Profilschnittes zeigen in den oberen 1-2 m ein durchgehend lehmiges Substrat mit Kalkgrus. Das Profil 6637-125 enthält in den unteren 1,5 m einen sandigen Lehm. Es ist nicht zu differenzieren, ob Teile des Materials dem sandigen Lehm in Profil 6637-116 entsprechen oder ob es komplett umgelagert worden ist. Die Profile 6637-117 und -125 werden daher als anthropogen gestört gewertet, was sich entweder durch den Bau der nahe gelegenen Straßenböschung oder den Umbau angrenzender Flächen des Wasserwirtschaftsamtes erklären lässt. Flussaufwärts fällt das Gelände hinter einem Graben ab und flussabwärts ist ein Biotop angelegt worden.

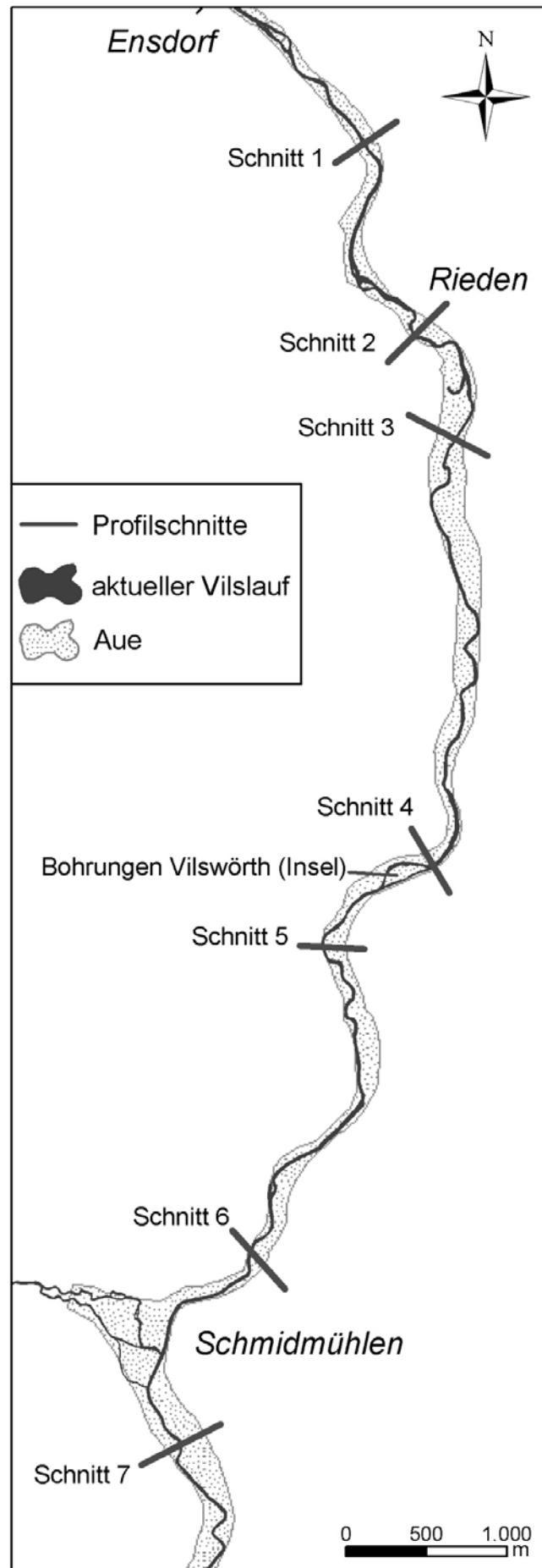


Abb. 23: Lage der Profilschnitte.

Schnitt 2 (Anhang V, S. 178) befindet sich südlich des Wehres in Rieden. Sein Aufbau ist zweigeteilt. Westlich der Vils liegen vier Bohrungen, die einheitlich den auf S. 71ff. beschriebenen Aufbau von 6637-114 haben. Sie verdeutlichen, dass die Vils hier am Rande der rezenten Aue fließt. Sie ist durch einen Straßendamm in ihrer Lage festgelegt. Die östliche Aue zeigt dagegen Variationen des Profiltyps 1. Als einzige erreicht Bohrung 6637-102 das verwitterte Anstehende in einer Tiefe von 4,25 m. Die Vilsschotter ragen über dem Cv-Horizont weiter auf als in den anderen Bohrungen östlich der Vils. Diese lokale Aufwölbung teilt die aufliegenden Vilssande. Beidseitig der Wölbung fallen die Vilsschotter leicht ab, ziehen sich dann aber nach Westen in zunächst steigender, dann wieder leicht abnehmender Mächtigkeit die flache Talflanke hinauf. Im Profilschnitt ist eine leichte Einschneidung des alten Kiesbettes zu erkennen, die partiell mit der sandigen Fazies aufgefüllt ist. Die oben dargelegte Vermutung (vgl. S. 73), der von Westen hereinziehende Schuttkegel sei vor oder parallel zu den Vilssanden abgelagert worden, erfährt eine Bestätigung darin, dass die Vorkommen der Sande im Osten unterhalb des westlichen Kiesniveaus bleiben. In den Vilssanden finden sich hier durchgehend viele Makroreste. Es wurden Hölzer durchbohrt, die ausreichend dick waren, die Sonde im Durchmesser (5 cm) ganz auszufüllen. Das Profil 6637-104, welches nahe am Auenrand liegt, enthält bei 2,49 - 3,00 m einen anmoorigen Horizont (fAa).

Der Auelehm ist, wie in den meisten anderen Profilschnitten, in zwei Sedimentationsphasen einzuteilen. Der Auelehm 2 der Bohrung 6637-105 weist in Fazies 2 viele lehmige und sandige Lagen auf. In anderen Bohrungen ist die Fazies meist etwas homogener. Die Sandeinschlüsse sind hier häufig mit Makroresten assoziiert. Das sehr einheitliche Paket des Auelehms 1 setzt sich in allen Bohrungen deutlich ab und erreicht Mächtigkeiten von 1-2 m.

Der Schnitt erfasst die einzige Rinnenstruktur der Vilsaue. Bohrung 6637-101 befindet sich mittig in dieser Struktur. Der Sedimentaufbau weicht jedoch nicht von den anderen Bohrungen ab. Eine Altarmfüllung wurde nicht gefunden. Es scheint sich um eine rezente Eintiefung in Form einer Hochflutmulde zu handeln.

Schnitt 3 (Anhang V, S. 178) liegt nördlich Siegenhofen. Er ermöglicht einen Einblick in die Sedimentation beiderseits des rezenten Vilsbettes, da sich der Fluss hier nicht in Talrandlage befindet. Profil 6637-109 dieses Schnittes ist als typisches Uferprofil oben näher beschrieben, ebenso das Auenprofil 6637-110 (s. S. 64ff.).

Das verwitterte Anstehende wurde in acht von zehn Bohrungen in einer Tiefe von 450-500 cm erreicht. Die Vilsschotter wurden in allen Bohrungen außer in Profil 6637-121 gefunden, ihre Mächtigkeit variiert zwischen 16 und 140 cm, bei insgesamt unregelmäßiger Oberfläche. Die Vilssande sind in den Bohrprofilen 6637-109, -121, -122 und -124 nicht vertreten. Im westlichen Profilschnitt sind sie in großer Mächtigkeit (bis 150 cm) erhalten. Östlich der Vils erreichen sie nur zwei bis drei Dezimeter. Entsprechend ist die Auelehmmächtigkeit höher, wo die Vilssande fehlen oder nur geringmächtig ausgeprägt sind. Außer im Uferprofil 6637-109 lassen sich durchweg Auelehm 1 und 2 unterscheiden. Beide treten auch in den äußeren Profilen 6637-121, -123 und -124 auf. Eine für hangnahe Profile typische Beimengung an Kalkgrus weist auf eine Vermischung mit kolluvialen Sedimenten hin (vgl. S. 69ff.).

Südlich Siegenhofen verengt sich das Tal. Bis Vilswörth gibt es kaum geeignete Untersuchungsfläche, u.a. wegen eines durchgehenden Abwasserkanals und einer Renaturierungsmaßnahme nördlich Vilshofen. Daher befindet sich **Schnitt (4)** nördlich Vilswörth. Die Vils fließt hier am östlichen Talrand, durch die Böschung der Vilstalstraße begrenzt. Der Profilschnitt liegt komplett westlich der Vils, zeigt jedoch die gesamte Auenbreite (Anhang V, S. 178).

In drei Profilen wurde Fazies 5 im Sondenende festgestellt. Fazies 4 erscheint in diesem Schnitt in zwei Subfazies. In Profil 6737-139 handelt es sich um sandfreien, lehmigen Kies, in den übrigen Profilen um sandigen Kies. In beiden Fällen ist auch Grus beigemischt. Der sandige Kies ist in Profil 6737-141 zunächst nur in 69 cm Mächtigkeit erhalten und nimmt nach Westen bis auf 160 cm zu. Der lehmige Kies erstreckt sich östlich davon bis zur Vils. Lediglich in den Profilen 6737-144 und -145 am Auenrand sind jeweils 14 cm stark die Vilssande zu finden. Entsprechend ihrer Mächtigkeit ragt die Kiesbasis hier höher auf als im östlichen Teil des Schnittes, und die sandige Auflage liegt in erhöhter Position scheinbar geschützt. Der Auelehm ist wieder in zwei Fazies zu unterteilen und gleicht wie in anderen Profilschnitten morphologisch die Unebenheiten der liegenden Fazies aus.

Die Bohrungen auf der Insel Vilswörth werden wegen ihrer Streuung nicht als Profilschnitt dargestellt. Es handelt sich um die Profilnummern 6737-146 bis -148 und -151 bis -153 (vgl. Abb. 24). Die Profile 6737-146 bis -148 folgen dem allgemeinen Aufbau der Aue. An der Basis der Insel finden sich die Vilsschotter in 100 bis 160 m Mächtigkeit. Der Vilssand kommt nur in den Bohrungen 6737-146 und -148 mit 90 bis 110 cm Mächtigkeit vor. In Uferprofil 6737-147 geht der Schotter direkt in den

Auelehm über. Auelehm 1 lässt sich in 6737-147 und -148 abgrenzen. Die beiden östlichen Profile 6737-146 und -153 liegen auf einer Stufe mit dem Hammerwerk. Die Stufenhöhe gegenüber dem tiefer liegenden Gelände beträgt ca. 80 cm. Das Profil 6737-146 weist in einer Tiefe von 80 cm einen fAhHorizont auf, der in etwa auf einer Höhe mit den Ah-Horizonten der Bohrungen 6737-147, 148, 151 und 152 liegt. Die Stufe zeigt demnach eine künstliche Aufhöhung der östlichen Inselhälfte an.

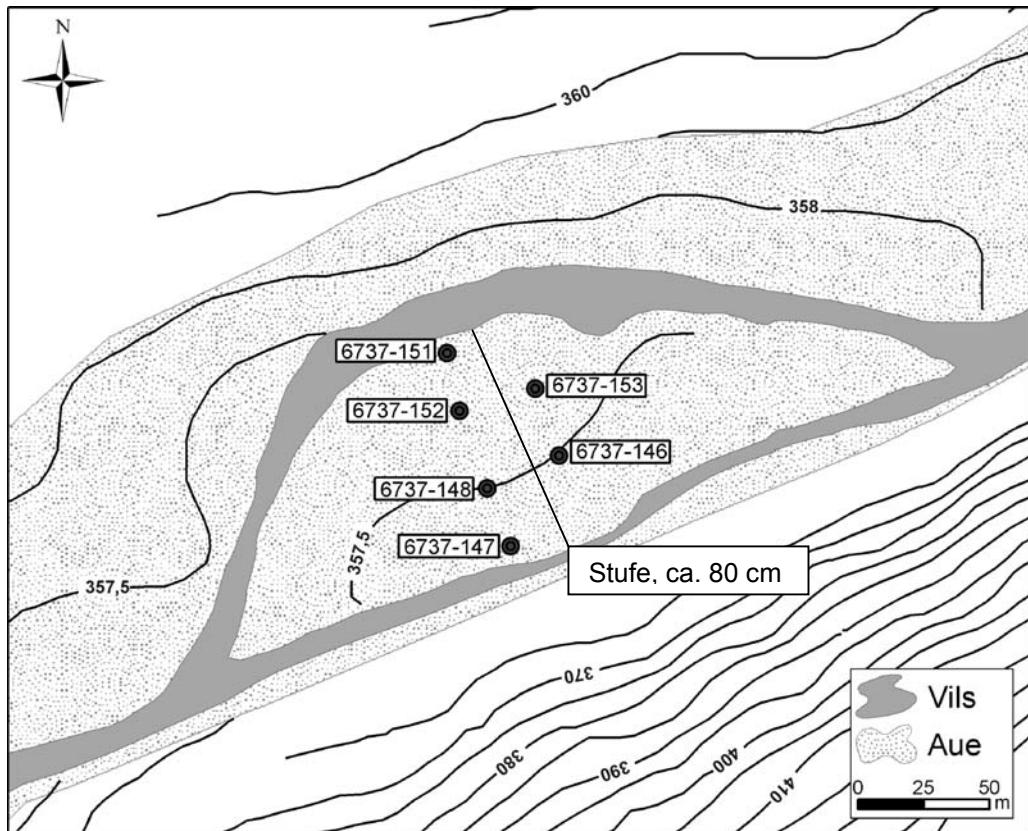


Abb. 24: Profilnummern der Bohrungen auf der Insel Vilswörth (© Höhenlinienkarte, LVG Bayern).

Die Bohrungen 6737-151 bis -153 zeigen einen anthropogen gestörten Schichtaufbau. Profil 6737-153 schließt eine Schlackenhalde auf. In den unteren 84 cm stehen die Vilsschotter an. Darüber folgt ein dunkelbraun bis schwarz-grau Gemisch aus Kies, Grus, Sand und Lehm, das sich in ähnlicher Form zwischen 268 und 359 cm Tiefe in Bohrung 6737-151 sowie zwischen 183 und 270 cm in Bohrung 6737-152 wiederholt. Es enthält nur an wenigen Stellen Schlackenstein. Schwarze Sande lassen jedoch auf einen Schlackeneintrag in feinerer Form schließen. Darüber ist die Halde mit in Lehm eingebetteten Schlacken und Ziegelresten bedeckt. In Profil 6737-152 ist das beschriebene Substrat mit dunkelbraunem Lehm abgedeckt, der noch Schlacken- und Ziegelstücke enthält, ehe sich darüber Fazies 1 in üblicher Ausprägung findet. Der Wechsel von Lehmen und Sanden dieser Abdeckung sowie die unregelmäßigen Übergänge in Profil 6737-151 lassen auf eine Umlagerung

schließen. Dies deutet darauf hin, dass die Überreste der Eisenverhüttungen zumindest phasenweise auch vergraben wurden. Darin kann zugleich der Grund dafür zu sehen sein, dass in den alluvialen Vilssedimenten kaum Sedimentspuren der Hüttenbetriebe zu finden sind, z.B. in Form von Schlacken oder Pochsedimenten.

Um den möglichen Einfluss des Wehres auf die Sedimentation zu erkennen, ist **Profilschnitt 5** südlich Vilswörth (Anhang V, S. 179) angelegt. Die Vils fließt hier am westlichen Talrand und der Schnitt reicht bis in den Einflussbereich des lang hereinziehenden östlichen Hanges. Bereits die Rekonstruktion der Oberfläche des Anstehenden, das in sechs Bohrungen erreicht wurde, zeigt die bis heute erkennbare Hangsituation auf. Die Vilsschotter sind in Mächtigkeiten von 38 bis 244 cm vertreten. Sie ebnen im Westen das einfallende Anstehende ein, bilden im Osten zu Profil 6737-149 hin jedoch eine deutliche Stufe aus. Sandiges Substrat ist lediglich in vier Bohrungen in der Mitte des Schnittes mit maximal 66 cm Mächtigkeit vorhanden. In Profil 6737-133 ist es hellgrau und von typischer Fazies 3-Ausprägung. In Profil 6737-134 hat der Sand eine rötliche bis bräunliche Färbung und enthält Holzkohle, jedoch ohne Makroreste. Die geringmächtige Sandschicht der Bohrung -135 ist von Grobsand geprägt und zeigt neben starken Oxidationserscheinungen eine feine Bänderung. Unter dem Sand des Profils 6737-136 liegt eine Mischung aus Lehm mit Grobsand, Feinkies und etwas Grus, der kleine Schlackenbruchstücke erkennen lässt. Das Material unterscheidet sich in Zusammensetzung und Farbe deutlich von den alluvialen Fazies. In der Bohrung 6737-137 ist eine vergleichbare sandige Schicht nicht auszumachen. Die unteren 26 cm des Auelehms sind jedoch mit dunkelbraunem bis rotem Grobsand und Feinkies wechselgelagert, der wenig Grus enthält. Das nächste Profil (-138) enthält in den unteren 63 cm des hier sehr schluffig-tonig ausgeprägten Auelehms starke Oxidationsspuren sowie Schlacken.

Die auffällige Ausbildung der Profile 6737-134 bis -137 zwischen Fazies 4 und dem unteren Bereich von Fazies 2 deutet eine Sedimentbeeinflussung durch das oberhalb liegende Hammerwerk an. Insbesondere zeigen das die Schlackenfunde und die Holzkohle in der sandigen Fazies sowie die starke Oxidation des Substrates. Lediglich die Sande in Profil 6737-133 sind als Vilssande anzusprechen. Sie enthalten weder Holzkohle noch Schlacken. Dass die Sande in Profil -136 mit lehmigem Substrat vermischt sind und sich in Profil -137 mit ihm sogar in einer Wechsellagerung befinden, spricht für eine Ablagerung zu Beginn der Auelehm-sedimentation und unterstützt die Abgrenzung zu den Vilssanden.

Der Auelehm des Profilschnittes weist keine weiteren Spuren auf, wie z.B. Schlacken oder Pochsedimente des Hammerstandortes, und ist in etwa der Hälfte der Bohrungen in zwei Fazies zu untergliedern. Das Profil 6737-149 ist oben (S. 69ff.) als Hangprofil beschrieben. Es liegt außerhalb der rezenten Aue, beinhaltet an der Basis über dem Cv-Horizont noch die fluvialen Kiese, ist darüber jedoch von einem Kolluvium überdeckt, dessen Verzahnung mit Auensedimenten, wie in anderen hangnahen Profilen auch nicht ausgeschlossen werden kann (vgl. S. 71).

Die Schwermetallgehalte der Proben 6737-134/6, 7 und 8, 6737-135/9, 10 und 11, 6737-136/9, 10 und 11 sowie 6737-137/11 hat Frau Dipl. Geol. K. Hürkamp mithilfe der feldportablen Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ermittelt. Zum Vergleich wurden zusätzlich die Vilssande des Auenreferenzprofils 6637-110 (Probe 17) und des Profils 6737-133 (Proben 7 und 8) sowie Auelehm 2 in den Proben 6737-135/6, 6637-110/6 und 8 untersucht. Die Ergebnisse sind im Anhang IV-3 (S. 148) wiedergegeben und demonstrieren vor allem einen erhöhten Gehalt an Eisen (20595-57651 mg/kg), Mangan (1030-2259 mg/kg) und Zink (133-171 mg/kg) in den entsprechenden Proben der Profile 6737-135, 136 und 137 gegenüber den Vilssanden der Proben 6637-110/17, 6737-133/7 und 8 (Fe: 3648-806 mg/kg; Mn: n.n.-288 mg/kg; Zn: 33-66 mg/kg). Die Gehalte des Profils 6737-134 sind vergleichsweise gering (Fe: 10496-13798 mg/kg; Mn: n.n.-584 mg/kg; Zn: n.n.-63 mg/kg). Die Werte der Profile 6737-135, 136 u. 137 überschreiten zudem die Referenzmessungen der Auelehmproben 6737-135/6 und 6637-110/6 und 110/7 (Fe: 10099-18394 mg/kg; Mn: n.n.-604 mg/kg; Zn: 44-68 mg/kg). Dennoch stellt sich heraus, dass die gemessenen Auelehmproben gegenüber den Vilssanden erhöhte Eisengehalte aufweisen (s.o. 6637-110/17, 6737-133/7 und 133/8). Die Proben 6737-136/10 und 11 haben gegenüber den Proben 6737-135/9 bis 11 und 6737-136/9 eine hohe Lehmbeimischung.

Aus der Schwermetalluntersuchung ist abschließend festzustellen, dass die vermeintlichen Pochsedimente im Verhältnis zu den umgebenden Sedimenten leicht erhöhte Gehalte an Eisen, Mangan und Zink aufweisen. Die Zinkgehalte liegen ebenso leicht über den von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002) genannten Gehalten unbelasteter Böden von 15-100 mg/kg. Mangan kann sich dagegen auch pedogen bis zu 3000 mg/kg anreichern (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002). Zur möglichen Höhe von Eisengehalten im Boden äußern sich die Autoren wegen des ubiquitären Vorkommens und der großen Variabilität der Gehalte nicht. Eine pedogene Anreicherung der Schwermetalle erscheint angesichts des lokalen

Befundes flussabwärts des Hammerwerkes unwahrscheinlich. Schließlich liegen die Gehalte der Referenzmessungen sowohl in den Proben aus dem gleichen Profilschnitt als auch in den Proben eines Auenprofils typischer Ausprägung signifikant niedriger. Nicht zuletzt deuten auch die Fundumstände sowie das Vorkommen verschiedener Gruspartikel und Schlackenbruchstücke auf einen Bezug zum Hammerwerk hin. Das Sediment ist dennoch nicht mit Pochsanden z.B. des Harzes (DOBLER 1999) vergleichbar. Ob dies allein auf unterschiedliche Ausgangserze (vgl. RAAB et al. 2005a) zurückzuführen ist, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden.

Schnitt 6 (Anhang V, S. 179) liegt nördlich Schmidmühlen und südlich des Wehres Harschhof. Das verwitterte Anstehende wird in Bohrung 6737-125 bereits in 249 cm Tiefe erreicht. Die umgebenden Profile weisen dagegen auch in Tiefen von 350 bis 500 cm noch kein verwittertes Anstehendes auf. Die überlagernden Vilsschotter ebnen die Oberfläche des Malmkalkes ein. So erreichen sie westlich des Profils 6737-125 Mächtigkeiten von 250 cm. Zwischen Bohrung 6737-121 und -122 bilden die Vilsschotter eine Stufe aus und setzen sich östlich davon in einem niedrigeren Niveau fort. Vilssande finden sich in Resten von bis zu 33 cm auf dem im Westen hoch anstehenden Kies sowie östlich der im Kies ausgebildeten Stufe mit bis zu 114 cm Mächtigkeit. Da der Sand diese Senke nicht komplett auffüllt, entstehen zwei Rinnen links und rechts einer Sandanhäufung. Das so entstandene Relief ist von Lehm überdeckt. Im Osten erreicht der Lehm eine Mächtigkeit von 380 cm, in Vilsnähe nur 160 bis 200 cm. Der Lehm weist in den Senken humose Lagen mit Holz und Makroresteinschlüssen auf. Entsprechend sind hier eine oder mehrere Paläorinnen zu vermuten. Zwei ¹⁴C-Datierungen aus dem unteren Profil 6737-119 bestätigen eine Verlandung um 237-345 bis 338-437 cal. AD (ERL 6579 u. 6580), die vor Beginn der Auelehmssedimentation liegt (vgl. S. 84f.). Den überwiegenden Anteil des Auelehms macht Fazies 2 aus.

In Profil 6737-127 fanden sich zwischen 50 und 100 cm gelb- bis orangefarbene Sandlagen unterschiedlicher Mächtigkeit, die in dieser geringen Tiefe unüblich erscheinen. Durch die Nähe zum Ufer liegt der Verdacht nahe, es könne sich um einen Treidelpfad handeln. Da die Art der Pfadbefestigung unbekannt ist, wäre eine Sandaufschüttung denkbar. Die Bohrungen 6737-128 und -130 im Abstand von 130 cm bzw. 250 cm westlich des Profils 6737-127, enthalten ebenfalls eine Häufung sandiger Zwischenlagen zwischen 50 und 125 cm Tiefe. Das Profil 6737-129, 115 cm östlich von 6737-127 enthält Sandbänder zwischen 60 und 150 cm

Tiefe. Somit findet sich der Sand über einen Bereich von 3,65 m in unterschiedlicher Tiefe und Mächtigkeit wieder. Die Sandbänder der Profile -130 und -129 erscheinen in der üblichen Form der Sandbänder, die auch an anderen Stellen der Aue gefunden wurden: der Sand ist hell und enthält Makroreste. Die Sandvorkommen sind zu geringmächtig, zu oberflächennah und zu weit verstreut, um als 2 m breiter, über Jahrhunderte genutzter Treidelpfad interpretiert zu werden.

Schnitt 7 (Anhang V, S. 179) befindet sich im südlichen Schmidmühlen. Er setzt sich aus dem im Jahr 2002 östlich der Vils geöffneten Baggerschnitt sowie aus 10 Bohrungen in der westlichen Vilsaue zusammen. Die Aufnahme des Baggerschnittes war nicht bis zum östlichen Auenrand möglich, da der Bagger das Sediment nach ca. 120 m Schnittlänge durch sein Einsinken zu stark durchmischt. Die nummerierten Einzelprofile im Profilschnitt wurden beprobt. Des Weiteren wurde der Schnitt mit Ausnahme der Versturzstellen komplett aufgenommen. Bohrung 6737-154 wurde als Referenz ca. 25 m südlich des Baggerschnittes bis ins verwitterte Anstehende abgeteuft. Im Baggerschnitt ließ sich in den Auelehmen keine Lagerungsstruktur erkennen, die auf besondere Ablagerungsbedingungen hinweist. Es wurde die Mächtigkeit der Vilssande sowie beider Auelehmpakete erfasst. Konkrete Aussagen über die Morphologie fossiler Landoberflächen sind jedoch nicht möglich, da über die gesamte Strecke durch Abtragung des Oberbodens ein exakt vermessbarer Oberflächenbezug bei der Aufnahme fehlte.

In den 10 Rammkernbohrungen, die sich westlich der Vils bis zum Talrand erstrecken, wurde das verwitterte Anstehende nicht erreicht. Die Vilsschotter sind durchgehend vertreten und lassen eine unregelmäßige Oberfläche diagnostizieren, die von der Vils nach Westen leicht einfällt. Der Vilssand ist nicht vertreten und Auelehm 2 nur geringmächtig ausgebildet. Letzterer enthält neben ausgeprägten sandigen Wechsellagen außerdem viele Makroreste. Auelehm 1 bildet wie in den anderen Profilschnitten den Abschluss.

6.3 Datierungen

Es wurden insgesamt 18 Proben zur Datierung ausgewählt. Sechs ^{14}C -Proben sind Holzstücke, vier Holzkohlestückchen, zwei umgelagerte Wacholderwurzeln und eine besteht aus nicht näher bestimmten Makroresten. Von einer Umlagerung der Proben in der Aue muss grundsätzlich immer ausgegangen werden. Daher handelt

es sich um Maximalalter. Dennoch wurde bei der Auswahl der Proben auf einen guten Erhaltungszustand geachtet, der auf einen kurzen Transport schließen lässt. So wurden beispielsweise ein Stück Rinde und ein kleiner Zweig etc. datiert. Die Holzkohle wurde ausschließlich in den Auelehmefunden. Dass ihre Datierung in die Zeit des anthropogenen bedingten Landschaftswandels fällt, erscheint daher wahrscheinlich. Mit vier IRSL-Proben sollte zusätzlich das Sediment im Bereich des Fazieswechsels von Sand zu Lehm datiert werden. Die beiden IRSL-Proben 6737-103/6 und 6737-104/14 wurden dem unteren Bereich der Vilssande entnommen, die beiden anderen der Basis von Auelehmpaket 2. Von 13 ^{14}C -Proben konnten 12 bestimmt werden. Das Material der Probe Hv 24694 gilt mit einem gemessenen ^{14}C -Gehalt von $101,6 \pm 1,5$ percent modern (pmc), als rezent und damit nicht kalibrierbar. Die IRSL-Probe 6737-103/8 konnte nicht datiert werden, da ihr Luminenzsignal im Bereich des unbleichbaren Restsignals lag (Tab. 16).

Probe 6737-100/15 ist ein Eichenstamm, der in den Vilssanden des Baggerschnittes gefunden wurde. Er wurde im Labor des Landesamtes für Denkmalpflege in Thierhaupten von Herrn F. Herzig dendrochronologisch datiert und parallel zur ^{14}C -Bestimmung eingeschickt. Der Stamm umfasst 91 Jahrringe, die Waldkante ist erhalten. In einem Bestimmungsgang wurde das Dendroalter 185 AD ermittelt und weicht deutlich von der ^{14}C -Analyse ab, die bei 650-750 AD liegt. Daraufhin erfolgte eine neue Korrelation der Dendrokurve durch Herrn F. Herzig mit dem Ergebnis, dass das Alter der zweithöchsten Korrelation auf 683 AD fällt. 2002 hatte die Datierung eine Gleichläufigkeit mit der Bayerischen Eichenchronologie von 63,7 %, die Signaturgleichläufigkeit der Weiserjahre lag bei 69,8 %, und die t-Tests nach HOLLSTEIN (1980) und BAILLIE et al. (1973) erreichten 5,1 bzw. 4,8. Die neu durchgeführte Korrelation der Jahrringkurve im Jahr 2003 ergab für 185 AD eine Gleichläufigkeit mit der Bayerischen Eichenchronologie von 72,5 %, mit den Weiserjahren von 73,5 %, bei t-Test-Ergebnissen von je 5,6; für 683 AD ergab sich eine Gleichläufigkeit von 65,9 %, mit den Weiserjahren von 71,4 % und t-Test nach HOLLSTEIN 4,6 und BAILLIE 2,5. Dass die Werte der Gleichläufigkeit und Weiserjahre 2003 höher liegen, ist nach Auskunft des Dendrochronologen Herrn F. Herzig darauf zurückzuführen, dass die Vergleichskurve durch eine Vergrößerung der Datenbank gegenüber 2002 inzwischen modifiziert wurde. Beide Datierungen korrelieren nur schwach mit den Referenzchronologien. Durch die Singularität des Fundes fehlen Vergleichswerte aus der unmittelbaren Region. Die Entscheidung für die Datierung des Stammes orientiert sich daher an der ^{14}C -Bestimmung und fällt somit auf das Jahr 683 AD.

Die Vilssande werden in den Proben 6737-100/5, 6737-100/6, 6737-100/15, 6737-103/6 und 6737-104/14 erfasst. Die Daten liegen im Bereich von 5650-2650 cal. BC und 683 AD. Die Datierung von Profil 6737-141/16 repräsentiert den unteren Auelehm 2 und markiert den Beginn der Auelehmsedimentation, der entsprechend vor 1039-1142 cal. AD liegt. Die Proben 6737-112/15 und 6737-141/7 markieren den Übergang von Auelehm 2 zu 1. Ihre Alter liegen mit 1423-1633 cal. AD und 1424-1475 cal. AD recht nah beieinander, so lässt sich der Fazieswechsel ins 15.-16. Jh. stellen.

Das Profil 6737-119 zeigt die Datierung eines Altarmes nördlich von Schmidmühlen, der durch Lagen von Hochflutlehm im unteren Bereich unter Beimischung von Kies und Sand sowie organikreichen Horizonten geprägt ist. Die beiden Proben 6737-119/10 und 6737-119/15 deuten eine schnelle Verlandung des Altarmes zwischen 237-345 und 338-437 cal. AD an. Die Probe 6737-119/7 liegt im Bereich des Auelehms 2 mit einem Alter von 1158-1249 cal. AD.

Die Probe 6737-109/16 befindet sich im unteren Bereich von Auelehm 1. Ihr Alter wird mit 1804-1936 cal. AD angegeben. Dieses Alter erscheint sehr jung und könnte entweder dadurch zu erklären sein, dass es sich hier um ein Uferprofil oder um einen Verzug im Bohrstock handelt. Unter der Probe findet sich über wenige Dezimeter eine Durchmischung nicht nur von Sand und Kies, sondern auch von Kies und Lehm. Die Sedimentation des Uferprofils ist also nicht gleichmäßig erfolgt, und es könnte älteres Material erodiert worden sein, ehe das heutige Auelehmpaket abgelagert wurde. So wäre mit dem vorliegenden Datum nicht der Beginn der Auelehm 1-Ablagerung erfasst.

Die Proben 6737-112/18 und 6737-112/19 südlich Schmidmühlen zeigen ebenfalls sehr junges Alter, gemessen an ihrer Beprobungstiefe. 6737-112/19 erzielt für den unteren Auelehm 2 eine Spanne von 1300-1443 cal. AD. Die Probe 6737-112/18 stammt mit der Datierung auf 1381-1492 cal. AD in etwa aus der gleichen Zeit. Sie wurde jedoch aus einer Zwischenschicht gewonnen, die eine Mischung aus Sand und etwas Kies enthält. Da Vilssande in den Profilen der westlichen Aue nicht vorkommen, könnte man mutmaßen, dass es im Einflussbereich der Lauterachmündung zu turbulenten Hochwasserereignissen während der Sedimentation von Auelehm 2 gekommen ist. Probe 6737-112/18 ist auf jeden Fall, neben der auffälligen Geringmächtigkeit des Auelehms 2, ein Beleg dafür, dass an diesem Standort kein Sediment der frühen Auelehmsedimentation vorhanden ist.

Tab. 16: Übersicht über die Ergebnisse der Datierungen.

Labor	Methode	Dat.-Nr.	Probennummer	Material	Tiefe (cm)	Fazies	kalibriert nach Stuiver und Reimer
Hannover	^{14}C	Hv 24689	6737-100/5	Wacholderwurzel	207	3	BC 1701-1431 BC 1643-1516
		Hv 24690	6737-100/6	Wacholderwurzel	220	3	BC 1776-1427 BC 1691-1517
		Hv 24691	6737-100/15	Eichenkernholz	200	3	AD 597-781 AD 642-694
Thientrautten	Dendrochron.	SCHM_100/15	6737-100/15	Eichenstamm	200	3	AD 185
			6737-100/15	Eichenstamm	200	3	AD 683
Hannover	^{14}C	Hv 24692	6737-109/16	Rinde	167-204	1	AD 1637-1955
		Hv 24693	6737-112/15	Holzkohle	205	1	AD 1804-1936 AD 1378-1676
							AD 1423-1633
		Hv 24694	6737-112/16	Holz	224	2	rezent ($101,6 \pm 1,5$ pmc)
		Hv 24695	6737-112/18	Holz	257-271		AD 1269-1525
							AD 1300-1443
		Hv 24696	6737-112/19	Holz	246-257	2	AD 1290-1637 AD 1381-1492
							AD 1381-1492
IRSL	Lum-69	6737-103/6	Sand	183-193	3	BC 1150 - AD 450	Sig. 1
	Lum-70	6737-103/8	sandiger Schluff	135-145	2	< Lum-69	
	Lum-71	6737-104/12	sandiger Lehm	140-150	2	< 1000 BP	
	Lum-72	6737-104/14	Sand	185-195	3	BC 5650-2650	Sig. 1
Erlangen	^{14}C	Erl-6578	6737-119/7	Holzkohle	156-175	2	AD 1151-1271
		Erl-6579	6737-119/10	Holzkohle	219-240		AD 1158-1249 AD 321-534
		Erl-6580	6737-119/15	Holz	352-360		AD 338-437 AD 209-405 AD 237-345
		Erl-6581	6737-141/7	Holzkohle	160-183	2	AD 1403-1518
		Erl-6582	6737-141/16	Makroreste	357-394	2	AD 1424-1475 AD 1022-1193 AD 1039-1142

6.4 Charakterisierung der vier Sedimentationsphasen

Die Basis der Vilssedimente bilden die Vilsschotter, die dem verwitterten Anstehenden aufliegen. DOBEN & HELLER (1968) stellen sie ins Spätpleistozän. Ihre Sedimentation ist der Eintiefung des heutigen Tales nachgestellt. Der große Anteil an schwach kantengerundetem Kalkgrus lässt auf eine zumindest teilweise Aufarbeitung periglazialer Deckschichten des Vilstales schließen, die sich von den Hängen in die Aue vorgeschoben haben. Die Oberfläche des Sedimentpaketes erscheint in den Profilschnitten als relativ eben. Das Gerinnebett ist flach und breit angelegt. In den Profilschnitten Rieden und Siegenhofen lassen sich Seitenarme eines möglicherweise verzweigten Gerinnes vermuten. Es wurden keine Reste fossiler Bodenbildung gefunden. Folglich hat es entweder keine Bodenbildung gegeben oder das Substrat wurde flächendeckend erodiert. Die Vilsschotter konnten zwar nicht datiert werden, haben die fluviale Dynamik der Vils jedoch vermutlich entsprechend der o.g. Einschätzung von DOBEN & HELLER (1968) im Spätpleistozän bis frühen Holozän bestimmt.

Die Vilssande sind in sehr unterschiedlicher Mächtigkeit und nicht in allen Profilen nachzuweisen. In Schnitt 3 finden sie sich in der gesamten Aue, sind in den Hangprofilen jedoch nicht enthalten. Dies zeigt, dass das Tal durch Hangschuttmaterial eingeengt war, als die Vilssande abgelagert wurden. Datierungen ergeben einen Ablagerungszeitraum zwischen 5650-2650 BC (Hv Lum-72) und 650-750 cal. AD (Hv 24691). Worauf der Fazieswechsel von Kies zu Sand zurückgeht, bleibt ungeklärt. Möglicherweise hat eine Reduktion des Abflusses die Transportkraft deutlich geschwächt und so eine Umstellung auf die feinere Fraktion bewirkt.

Wie seit HJULSTRÖM (1935) bekannt, ist Sand neben Schluff das am leichtesten verlagerbare Material. Entsprechend ist die Dynamik eines Sandgewässers sehr hoch. RICHARD et al. (2004) beschreiben eine mögliche Morphodynamik für Sandgewässer bei geringem Talgefälle als mäandrierend mit einer Tendenz zur Rhenen- und Uferwallbildung. Gewässer mit kohäsionslosem, leicht verlagerbarem Ufermaterial haben ein großes Potenzial für Laufverlagerungen. Hinweise auf die ehemalige Gewässerdynamik finden sich in den uneinheitlichen Vorkommen der Fazies in den Profilschnitten wieder. Die häufigen Makroreste in dieser Fazies geben Hinweise auf eine Vegetationsbedeckung zur Zeit des Sandgewässers. Einzelne Holz-, Rinden- und Holzkohlefunde hat Prof. Dr. Schweingruber

holzanatomisch analysiert. Vertreten sind demnach die Arten Ahorn, Eiche, Erle, Esche und Fichte.

Der Wechsel vom reinen Sandgewässer zur heutigen Ausprägung der Vils geht hier wie andernorts auf anthropogene Rodungsphasen zurück (s. S. 20). Der zuerst abgelagerte Auelehmfazies 2 ist, wie oben beschrieben, geprägt von einer hohen Sandbeimischung oder sandigen Wechsellagen im Lehm. Charakteristisch für die sandigen Lagen ist das Vorkommen von Makroresten. Sowohl die Sandablagerungen als auch die Makrorestgehalte in eben diesem Sand deuten darauf hin, dass in der ersten Phase der Auelehmsedimentation noch die unterliegenden Vilssande der Fazies 3 aufgearbeitet wurden. Auch wenn das Gewässer heute eher einen statischen Verlauf hat, wird es während der ersten Lehmzuführung immer noch überwiegend ein dynamisches, sandgeprägtes Gewässer gewesen sein. Auch durch Uferan- und -unterschneidung wurde weiterhin Sand in Gewässer und Aue eingebracht. Mit zunehmendem Lehmanteil im Auensubstrat hat sich der Fluss festgelegt. Die Ausspülung der Vilssande aus den Ufern führte zur Verlehmung der Ufer und das Gewässer gewann an Stabilität. Heute finden sich in keinem Uferprofil Vilssande wieder. Sie wurden in den Ufern also komplett aufgearbeitet.

An verschiedenen Standorten sind fossile humose Oberböden erhalten, deren Vorkommen räumlich nicht verbunden werden können. Die Horizonte werden als fAh oder fAa angesprochen. Außer in einem Altarm nördlich Schmidmühlen bleibt ungeklärt, ob das Material ganz oder teilweise autochthon ist oder ob es verlagert wurde. Der Eintrag von Treibseln ist in der Aue auch im Falle *in situ* entwickelter Bodenhorizonte zu erwarten.

Auelehm 1 unterscheidet sich von 2 vor allem durch seine einheitliche und sandarme Ausprägung ohne besondere fazielle Wechsel. Die gleichmäßige Ablagerung, die sich im Baggerschnitt nachvollziehen lässt, weist auf ein wenig dynamisches Gewässer hin. Bei regelmäßiger Ufererosion hätte die Vils weiterhin Vilssande aufgeschlossen und immer wieder in das Auensubstrat eingebracht. Dies ist nicht mehr der Fall.

Die Datierung des Profils 6737-141/16 ergibt für die Basis von Auelehm 2 ein Maximalalter von 1039-1142 cal. AD (Erl-6582). Die Altersbestimmung der Grenze von Auelehm 2 zu 1 belegen den Fazieswechsel für das 15.- 16. Jh. Der Rückgang

des sandigen Substrates in den Hochflutsedimenten ist ein Indiz für die abnehmende Dynamik der Vils.

Während die Struktur der Vilsschotter in den Profilschnitten ein flaches, breites und verzweigtes Gerinne andeutet und sich in den Vilssanden das Muster eines dynamischen Flusses erkennen lässt, finden sich im Auelehm keinerlei Altformen. Seit die Landschaft des Vilstales durch den Einfluss der Montanindustrie umgestaltet wurde, bedeckt der Auelehm die bisherige Flusslandschaft und die Vils kann sich in dem kohäsiven Material zunehmend weniger bewegen. Die Strukturarmut der Vilsaue lässt sich in den Sedimentprofilen über den gesamten Zeitraum der Auelehmsedimentation zurückverfolgen. Es hat keine großräumigen Mäanderbewegungen gegeben, keine Abschnürungen, aber auch keine künstlichen Laufverlagerungen oder Mäanderdurchstiche.

7 Synthese

Die lange Nutzungsgeschichte der Vils lässt sich an der bis heute erhaltenen historischen Ausbausituation erkennen. Es finden sich kaum Spuren moderner Flussbautechniken, wie etwa ein Regelprofil. Die Vils hat ein überwiegend naturnahes Flussbett, dessen mögliche historische Uferbefestigung in jüngerer Zeit durch Steinschüttungen ersetzt worden ist. Außer im Ortsbereich von Schmidmühlen gibt es keine Eindeichungen. Dennoch erscheint die Vils gegenüber vergleichbaren Mittelgebirgsflüssen zu schwach gewunden.

An der Vils sind die meisten historischen Wehrstandorte gut erhalten. Trotz langer Nutzungspausen aufgrund von Kriegen, Epidemien oder Förderungsgängen wurden die Mühl- und Hammerstandorte nicht nennenswert beschädigt und konnten in besseren Zeiten weiter betrieben werden (vgl. S. 21). An anderen historischen Montanstandorten war dies aufgrund der fluvialen Dynamik nicht möglich. So berichtet z.B. CLAY (1992) vom Fund eines mittelalterlichen Mühlendammes jenseits des heutigen Laufes des River Trent in England. Die Vils hat sich also als ein undynamisches und lagestabiles Gewässer erwiesen. Es stellt sich die Frage, wie die Vils zu ihrer Stabilität gelangt ist, die nach SCHERLE (1999) einem statischen Gleichgewicht entspricht und nach KNIGHTON (1998) in einem natürlichen Gewässer nie erreicht wird.

7.1 Dynamisches Potenzial der Vils nach kartographischer Analyse

Bereits die qualitative Altkartenanalyse lässt erkennen, dass die Vils auch in historischer Zeit nur sehr schwach gewunden war. Ihr Lauf entspricht seit dem 16. Jh. in etwa dem heutigen. Die Vilsmäander sind stark von den Talmäandern bestimmt, denen sie in manchen Situationen folgen; in anderen erfährt die Vils am Talrand eine Ablenkung und wechselt daraufhin in gerader Strecke die Talseite. Dennoch gibt es immer wieder kurze Strecken mit höherem Windungsgrad. Der durchschnittliche Windungsgrad liegt zwar nur bei 1,12, erreicht jedoch in Unterabschnitt 2 Werte bis 1,33. Auf einem stark gewundenen Fließabschnitt südlich von Rieden hat die Vils sogar einen Windungsgrad von über 1,7 (vgl. Abb. 25). Die Analyse der Krümmungsradien der Vils um 1832 hat ergeben, dass die Vils durchaus zum Mäandrieren neigt. Das Verhältnis der Krümmungsradien zur

Gerinnebreite demonstriert, dass etwa ein Drittel der Mäanderbögen ein erhöhtes Verlagerungspotenzial aufweist (vgl. S. 54f.). Unterstützt wird dieser Befund ebenfalls durch Untersuchungen von SCHUMM (1960, 1977) zum Verhältnis von Sinuosität zu Schluff- und Tongehalten eines Flussbettes. Demnach liegt bei einem Windungsgrad < 1,5 der Ton- und Schluffanteil unter 8 %. An der Vils erreicht er bis zu 94 % (vgl. S. 63ff. u. Anhang IV-1, S. 144ff.).

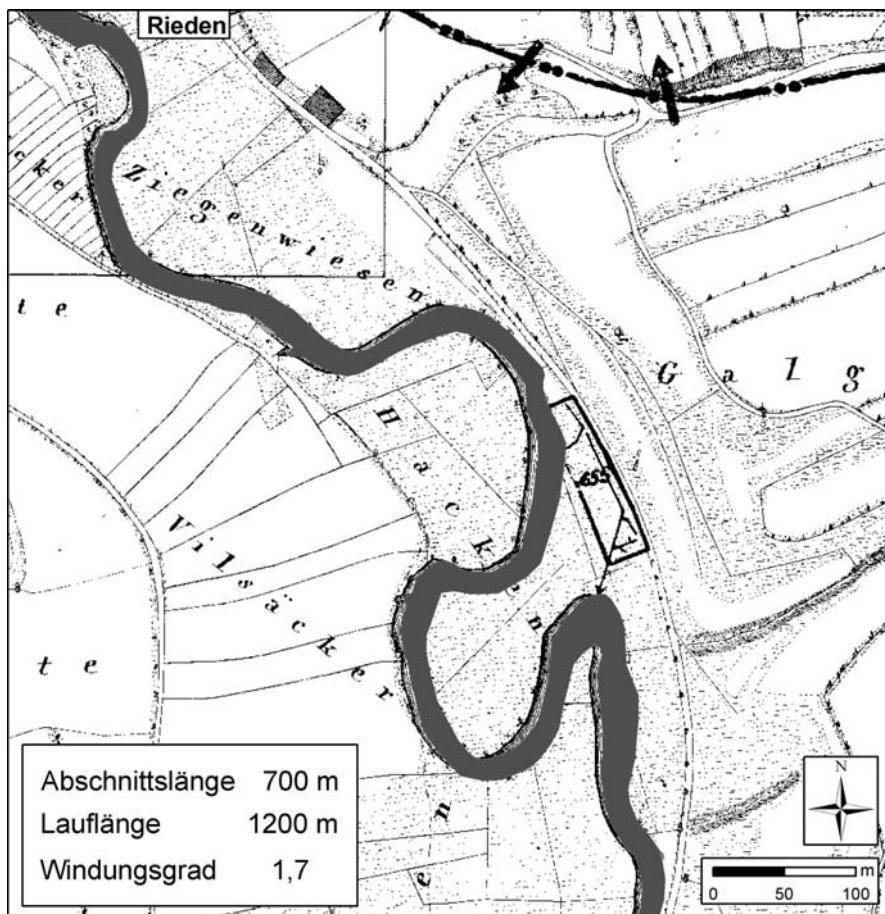


Abb. 25: Hoher Windungsgrad der Vils südlich Rieden (© Uraufnahme, LVG Bayern).

Das durchschnittliche Talgefälle liegt bei 1,14 ‰, das Sohlgefälle im Jahr 1832 bei 1,01 ‰. Infolge dreier Mäanderbegradigungen im 20. Jh. bei Rieden und Schmidmühlen ist das Gefälle der Vils auf 1,04 ‰ gestiegen. Das Talgefälle erreicht im flachsten Unterabschnitt nur 0,4 ‰ und erhöht sich im Mündungsbereich der Lauterach auf lokal 2,38 ‰. Das Sohlgefälle folgt dem Talgefälle mit 0,37 ‰ im flachsten und 2,19 ‰ im steilsten Unterabschnitt. Eine leichte Ausgleichstendenz ist zwar im Windungsgrad des Jahres 1832 erkennbar, ein eigenes Gleichgewichtsgefälle hat die Vils jedoch nicht erreicht (vgl. S. 52f.).

Trotz des vorhandenen dynamischen Potenzials der Vils ergeben weder die Altkartenanalyse noch die geomorphologische Kartierung Hinweise auf historische Translations- oder Extensionsbewegungen der Mäanderbögen. Dass die über die Jahrhunderte währende Stabilität der Vils keinen natürlichen Ursprung hat, indem der Beobachtungszeitraum z.B. in eine relative Ruhephase fällt, zeigt sich gleichfalls in der Untersuchung der Karte von 1623 (s. S. 57ff.). Die Vils wurde in Schmidmühlen zwischen 1623 und 1832 vom Ortskern an den östlichen Talrand verlegt. Als Folge der Verlagerungen entstanden flussabwärts zwei junge Windungen, in denen sich das aktuelle Entwicklungspotenzial der Vils ausdrückt (vgl. S. 59ff.). Die erosiven Kräfte der Vils demonstrieren sich heute vor allem im Verfall der Uferbefestigung und in ersten kleinen Uferabbrüchen, die in der Kartierung aufgenommen wurden (vgl. Anhang I-2.1 u. I-2.2, S. 113ff.). Dass die Vils dennoch auch in den „kritischen Krümmungen“ (vgl. Kap. 5.3, S.54ff.) eine nachweisbare Lagekonstanz über ca. 400 Jahren hat, lässt darauf schließen, dass die Ufer der Vils zumindest über diesen Zeitraum abschnittsweise oder komplett befestigt waren.

7.2 Historische Nutzung der Vils

Die Amberger Montanindustrie nahm ihre Anfänge im frühen Mittelalter. LIPOWSKY (1818) zufolge konzentrierte sich 970 AD der Handel mit Eisenprodukten aus dem Amberger Raum noch auf Nürnberg. Aus dem Hinweis auf die zu dieser Zeit bereits existierende Montanwirtschaft lässt sich eine Schädigung der regionalen Wälder ableiten, die sich ab dem Jahr 1310 in Dokumenten und seit dem 16. Jh. in Altkarten manifestiert (S. 46ff.). Erste Hinweise auf schifffahrtliche Nutzung der Vils liegen im frühen 11. Jh. Auf die Entwicklung der Amberger Eisenindustrie im Verlauf des 11. und 12. Jh. deuten sowohl erste Schlackenfunde (DÄHNE & ROSER 1988) als auch RESS's (1950) Rekonstruktion der Anfänge des Sulzbacher Bergbaus hin (vgl. S. 20). Die Vielzahl an historischen Dokumenten zum Amberg-Sulzbacher Montanwesen des 14. Jh. (s. S. 20f.) und der Zusammenschluss der Hammereinung 1341 demonstrieren das bis dahin erlangte Gewicht des Industriezweiges. Der Transport von Eisen und Erz auf der Vils lässt sich ab dem frühen 14. Jh. aus Dokumenten über Zollerlasse ersehen. Den Beginn des Treidelns betreffend sind anhand historischer Aufzeichnungen jedoch keine konkreten Aussagen zu treffen.

Zu den auffälligsten Geländemerkmalen der frühen Vilsnutzung sollen neben den Standorten der Hammerwerke besonders Spuren des Treidelns gehören. Bis heute

finden sich im Untersuchungsgebiet 11 Wehre, die mit dem Betrieb eines Hammers oder einer Mühle zwischen dem 13. und 15. Jh. in Verbindung gebracht werden können (S. 22). Die Karte von Ensdorf aus dem Jahre 1614 demonstriert, dass die Wehre bereits in historischer Zeit mit Umfluten und Inseln angelegt wurden (S. 43). Es zeigt sich, dass die Wehrstandorte überwiegend geradlinigen Flussabschnitten oder weiten Mäanderbögen folgen (s. S. 54f.). Es wurden anscheinend stabile Gerinnesituationen als Standorte ausgewählt.

Die Ufer müssen durch den regelmäßigen Tritt eines Zugtrosses aus bis zu 24 Pferden und 45 Mann einer ständigen Belastung ausgesetzt worden sein. BLÖßNER (1928: 418) beschreibt, dass der ‚Schifftrittweg‘ (Treidelpfad) wechselnd am rechten und linken Ufer lag. Nach DÜMMLER (1973) wurden die Wege eigens für die Pferde instand gehalten. In der vorliegenden Studie konnten weder in einer Gelände-kartierung noch in Luftbildern Hinweise auf Treidelpfade gefunden werden. Über viele Kilometer Laufstrecke hat sich entlang der Vils bis heute ein schmaler Uferstreifen ausgebildet, in dem sich eine Vegetation aus heimischen Gehölzen und Staudenfluren etabliert hat (vgl. Kartierung Anhang I-2.2, S. 120ff.). Die verbreitete Grünlandnutzung reicht bis an den Uferstreifen heran. Auch die vorliegenden Altkarten enthalten keine konkreten Anhaltspunkte für den Verlauf oder die Beschaffenheit der Pfade (vgl. S. 49.). Ebenso wenig lassen sie sich sedimentologisch nachweisen, obwohl auffällige Sandlagen in Ufernähe in Profilschnitt 6 zunächst auf einen Treidelpfad hinzudeuten schienen (s. S. 81f.).

7.3 Entwicklung der Vils

Die rasche Ausdehnung der Eisenindustrie in der Region bewirkte einen umfangreichen Landschaftswandel. Beginnend mit der Öffnung der Wälder führte der Nutzungsdruck auf die Landschaft zu erosiven Prozessen in den Hängen (RAAB & VÖLKEL 2005), schließlich zur Ablagerung von Kolluvien und Auelehmen in den Tälern und zu letzt zur Veränderung des Fließverhaltens der Flüsse. Bereits im Jahr 1310 wurde die wirtschaftliche Problematik der schwindenden Wälder erkannt und es wurde mit einem Holzbann regulierend eingegriffen (KNAUER 1913). Aus Altkarten lassen sich neben waldfreien Hängen Anzeichen einer organisierten Waldwirtschaft erkennen. Es erfolgte z.B. oft keine komplette Rodung der Waldparzellen, sondern es blieben Samenbäume stehen. Auch wurden nicht alle Rodungsflächen in Siedlungsnähe in Ackerland überführt (s. S. 46ff.).

Die historische Entwicklung des Montanstandortes Amberg ist in den Sedimenten der Vils in groben Zügen nachvollziehbar. Die jüngsten Datierungen der Vilssande liegen bei ca. 642-694 AD (Hv 24691), die ältesten des Auelehms 2 reichen bis ca. 1039-1142 AD (Erl-6582) zurück. Das erste Alter stammt aus dem Baggertschnitt bei Schmidmühlen, das zweite aus Profilschnitt 4 nördlich Vilswörth (Probe 6737-141/16). Stratigraphisch liegen beide Datierungen in der Nähe der jeweiligen Faziesgrenze. Da weder während der Phase des Sandgewässers noch während der Entwicklung zum lehmdominierten Gerinne eine gleichmäßige Sedimentation in der Aue zu erwarten ist, lässt sich die zeitliche Lücke zwischen den Datierungen als Übergangsphase interpretieren. In dieser Phase hat der Umbruch in der Landschaftsnutzung stattgefunden, ehe erodierte Material von den Hängen in die Aue gelangte. Erste gesicherte Erkenntnisse über die Entwicklung der Eisenverhüttung im Amberger Raum fallen ins 11. und 12. Jh. und stimmen mit den älteren Auelehm-datierungen überein (vgl. S. 84f.). Im 13. Jh. verlagern sich die Hämmer an die Flussläufe, womit die Hauptentstehungsperiode der Hammerwerke an der Vils einhergeht (vgl. S. 20ff.). Im 15. Jh. erreichte die Amberg-Sulzbacher Eisenindustrie einen Hochstand (RESS 1950), der mit dem Wechsel von Auelehm 2 zu 1 im 15. - 16. Jh. korreliert (vgl. S. 84f.).

Die Profilschnitte lassen mögliche Alt- und Nebenläufe der Vils nur in den Vilsschottern und -sanden erkennen. Weder in den Bohrungen noch im Baggertschnitt zeigen sich Spuren von Flusslaufverlagerungen im Auelehm. Eine im südlichen Rieden gelegene Rinne erweist sich in den Bohrungen als rein oberflächliche Struktur. Es konnte in den Bohrungen keine Altarmverfüllung festgestellt werden. Insofern hat sich die Vils bereits zur Zeit der Sedimentation des Auelehms 2 als relativ lagestabil und wenig dynamisch erwiesen. Weiterhin zeigt sich hierin, dass es auch keine künstlichen Laufverlagerungen oder Mäanderdurchstiche gegeben hat. Die Datierung des Fazieswechsels von Auelehm 2 zu 1 fällt in die Zeit der ersten Landvermessungen und Entstehung der ersten bayerischen Kartenwerke (vgl. S. 37ff.). Die Altkarten lassen seit dem 16. Jh. und damit für die Phase der Auelehm 1-Ablagerung einen stabilen Gewässerlauf verfolgen, ohne Altformen oder Verlagerungen.

In der Anfangsphase der Auelehmsedimentation wurde durch eine immer noch vorhandene Gewässerdynamik weiterhin das unterliegende sandige Substrat angeschnitten und beigemischt. So erklären sich der hohe Sandanteil der Fazies 2 sowie die Bänderung mancher Bohrprofile. Dass keines der Uferprofile eine rein

sandige Fazies enthält zeigt, dass es einen natürlichen Prozess der Uferfestlegung durch Ausspülung des Sandes und Verfestigung mit Lehm gegeben hat. Dem Auelehmpaket 1 fehlt die Sandbeimischung, die noch in Auelehm 2 enthalten ist. Daraus lässt sich schließen, dass nicht nur die Aufarbeitung der Vilssande aus den Uferprofilen bei der Ablagerung von Auelehm 1 bereits abgeschlossen war, sondern auch der Auelehm 2 nicht weiter aufgearbeitet wurde. Eine anthropogene Uferbefestigung hat erst begonnen, nachdem der Sand aus den Ufern komplett herausgewaschen war. Der Verlust der sandigen Fazies in den unteren Bereichen der Uferprofile erhöhte den Erosionswiderstand der Ufer. Eine natürliche Festlegung kann es jedoch auch bei tonreichen Auensedimenten nicht geben. Daher ist davon auszugehen, dass parallel zur Eigenstabilisierung der Vils der Bau der Wehre und die Sicherung der Ufer erfolgten. In dieser Kombination ist die Vils zu einem stabilen Zustand gelangt, ohne den die umfangreiche Nutzung des Flusses und der damit verbundene wirtschaftliche Aufstieg der Region nicht möglich gewesen wären.

Über die zeitliche Korrelation der Hauptfazieswechsel der Vilssedimente hinaus finden sich in den Sedimenten Hinweise auf die industrielle Nutzung der Vils. In Profilschnitt 5, südlich Vilswörth, lässt sich die Eisenverarbeitung über eisenhaltige Sande und Schlackenreste an der Auelehmbasis mit dem Beginn der Auelehm-sedimentation im Mittelalter in Verbindung bringen. Das Sediment entstammt dem Hammer Vilswörth und deutet auf den kurzzeitigen Einsatz einer Pochtechnik hin (vgl. S. 79ff.).

Eine natürliche Entstehung der Inseln lässt sich nach Erbohrung der Inselsedimente von Vilswörth ausschließen. Die Bohrungen 6737-146 bis 148 zeigen den Aufbau der übrigen Aue. In den Profilen 146 und 148 sind auch Vilssande enthalten, die im Uferprofil 147 wie in allen Uferprofilen fehlen. Auf der Insel Vilswörth fanden sich in den Profilen 6737-151 bis -153 vergrabene Schlacken und schwarze Sande, die von Auensedimenten überdeckt waren (vgl. S. 77f.), sowie eine Schlackenhalde. Die Schlacken finden sich außerdem in den Fundamenten der Gebäude. Die Sanierung des im 18. Jh. gebauten Hammerschlosses nach einem Brand legte Schlacken unter den Fußböden, zwischen den Wänden und den Decken offen. FUCHS (1987) bestätigt, dass Schlacken auch andernorts bis zurück ins Jahr 1000 AD im Baugrund verwendet wurde. Die Konzentration schlackenhaltigen Substrates auf den Inseln und der Einsatz im Bau erklären die geringen Vorkommen bergbaubedingter Sedimente in der Aue.

Die Anlage der Wehre erfolgte anscheinend in Positionen geringer Fließdynamik (S. 54f.). Es ist jedoch davon auszugehen, dass das Treideln eine schädigende Wirkung auf das Gerinne hatte. Durch das stoßweise Öffnen der Wehre zum Treideln und das Ausschürfen der Gewässersohle durch die Boote verlief die Vilssohle damals infolge massiver Eintiefung vermutlich im Anstehenden. Insofern unterscheiden sich die Wehre der Vils von einfachen Wehren oder Mühlenstauen, die als geschlossene Bauwerke in der Regel Sedimentfallen waren (REITZ 1985).

Als Folge der Dominanz kohäsiven Materials in der Schwebfracht ist es zu einer kontinuierlichen Aufsedimentation der Aue und zu paralleler Uferfestlegung gekommen (vgl. S. 87f.). BROWN & KEOUGH (1992) beschreiben in ihrem ‚stable-bed aggrading-banks model‘ das Phänomen, dass Gerinne als Folge der Aufsedimentation der Aue anstatt durch Betterosion tiefer und schmäler werden. THOMS & WALKER (1992) erläutern, dass ein schwebfrachtgeprägtes Gewässer auf Veränderungen in Fließverhalten und Sedimentfracht in erster Linie durch Anpassungen der Sohle reagiert. Die Autoren führen dies auf den größeren Erosionswiderstand kohäsiver Ufer gegenüber der Gewässersohle zurück. Die Ursache für eine große Uferstabilität ist zwar die gleiche; eine rasche Reaktion der Sohle in Form einer Tieferlegung der Vils ist jedoch angesichts der gründlichen mittelalterlichen Ausräumung der Sohle nicht möglich. Die Vils mag sich besonders im Rückstau der Wehre bis heute leicht aufsedimentiert haben. Eine weitere Einschneidung, wie sie heute in Gewässern, die sich in holozänen und pleistozänen Sedimenten bewegen (vgl. u.a. SURIAN & RINALDI 2003), erfolgt, ist jedoch nicht zu erwarten. Neben der neuerlichen Lehmsedimentation im Rückstau der Wehre wird der Vils durch Ufererosion aktuell noch Material aus den Uferverbauungen zugeführt. Möglicherweise folgt nach Verfallen der Befestigungen auch noch Material der Fazies 4 nach.

Die Faziesumstellung innerhalb des Auelehms, die Kartenanalyse und die Hinweise der Literatur auf den Hochstand der Montanindustrie im 15. Jh. lassen schließen, dass der Ausbau der Vils im 15. und 16. Jh. seinen Maximalstand bereits erreicht hat. So ist bei entsprechender Uferbefestigung auch die Lagekonstanz und -stabilität der Vilsmäander erklärlich.

Literatur

AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Aufl., verb. und erw. – Hannover.

AHNERT, F. (2003): Einführung in die Geomorphologie, 3. Aufl. – Stuttgart.

ALLAN, R. (1997): Introduction: Mining and metals in the environment. – Journal of Geochemical Exploration **58**, 95-100.

AMOROS, C. & VAN URK, G. (1989): Palaeoecological analyses of large rivers: some principles and methods. – PETTS, G.E. et al., Historical change of large alluvial rivers, 143-165.

ASPINALL, R. J.; MACKLIN, M.G.; BREWIS, T. (1986): Metal mining and floodplain sedimentation at Garrigill, and their influence on terrace and floodplain soil development. – MACKLIN, M.G.; ROSE, J., Quaternary river landforms and sediments in the northern Pennines, 35-45. - Newcastle upon Tyne.

AYMANS, G. (1985): Die handschriftliche Karte als Quelle geographischer Studien. – LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND, Archivhefte **16**, 21-46.

AYMANNS, G. (1988): Erschließung und Auswertung historischer Landkarten. – LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND, Archivhefte **18**, 203-221.

BAILIFF, I.K. (1992): Luminescence dating of alluvial deposits. – NEEDHAM, S.; MACKLIN, M.G., Alluvial archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 27-35.

BAILLIE, M.G.L.; PILCHER, J.R. (1973): A simple program for tree-ring research. – Tree-Ring Bulletin **33**, 7-14.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1996): Geologische Karte von Bayern 1 : 500.000. – München.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2000): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Donaugebiet. – München.

BAYFORKLIM (Bayerischer Klimaforschungsverbund, 1996): Klimaatlas von Bayern. – München.

BECK, L. (2000): Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung 1, Nachdruck 2. Aufl. 1890/91. – Braunschweig.

BECKER, B. (1983): Postglaziale Auwaldentwicklung im mittleren und oberen Maintal anhand dendrochronologischer Untersuchungen subfossiler Baumstammablagerungen. – Geo. Jb. **A 71**, 45-59, Hannover.

BECKER, B. & SCHIRMER, W. (1977): Palaeoecological study on the Holocene valley development of the river Main, southern Germany. – Boreas **6**, 303-321.

BLÖßNER G. (1928): Die Schiffahrt auf der Vils in früheren Jahrhunderten. – Zeitschrift für bayerische Landesgeschichte **1**, (1), 416-423.

BRAGA, G. & GERVASONI, S. (1989): Evolution of the Po River: an Example of the Application of Historic Maps. – PETTS, G.E. et al., Historical change of large alluvial rivers, 113-126.

BRAVARD, J.-P.; BETHEMONT, J. (1989): Cartography of rivers in France. – PETTS, G.E. et al., Historical change of large alluvial rivers, 95-111.

BROWN, A.G. & KEOUGH, M.K. (1992): Palaeochannels and palaeolandsurfaces: the geoarchaeological potential of some Midland floodplains. - NEEDHAM, S.; MACKLIN, M.G., Alluvial archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 185-196.

BUCH, M.W. (1988): Spätpleistozäne und holozäne fluviale Geomorphodynamik im Donautal zwischen Regensburg und Straubing. - Regensburger Geographische Schriften **21**, 197 S.

BURGGRAAFF, P. (1988): Die Bedeutung alter Karten im Tätigkeitsbereich der angewandten historischen Geographie. – LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND, Archivhefte **18**, 175-202.

CLAY, P. (1992): A Norman mill dam at Hemington Fields, Castle Donington, Leicestershire. – NEEDHAM, S.; MACKLIN , M.G., Alluvial archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 141-151.

DÄHNE, R. & ROSER, W. (1988): Die Bayerische Eisenstraße – von Pegnitz bis Regensburg. – Hefte zur bayerischen Geschichte und Kultur **5**. München.

DECAMPS, H.; FORTUNE, M.; GAZELLE, F. (1989): Historical Changes of the Garonne River, Southern France. – PETTS, G.E. et al., Historical change of large alluvial rivers, 249-267.

DIEZ, T. (1968): Die Böden. – DOBEN, K. & HELLER, F., Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Nr. 6637 Rieden, 40-50. – München.

DINN, J; ROSEFF, R. (1992): Alluvium and archaeology in the Herefordshire valleys. – NEEDHAM, S.; MACKLIN , M.G., Alluvial archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 141-151.

DOBEN, K. & HELLER, F. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt Nr. 6637 Rieden. – München.

DOBLER, L. (1999): Der Einfluß der Bergbaugeschichte im Osthartz auf die Schwermetalltiefengradienten in historischen Sedimenten und die fluviale Schwermetalldispersion in den Einzugsgebieten von Bode und Selke im Harz, Diss. – Halle.

DÜMMLER, P. (1973): Die alte Vils-Schiffahrt. – Oberpfälzer Heimat **17**, 7-27. Weiden.

ECKOLDT, M. (1985): Die Mühle als integrierender Bestandteil unserer Städte. – ECKOLDT, M.; LÖBER, U.; TÖNSMANN, F., (Hrsg), Geschichte der Wasserkraftnutzung, 61-66. Koblenz.

ENGELS, J.D. (1808): Über den Bergbau der Alten, in den Ländern des Rheins, der Lahn und der Sieg. - Siegen.

FEHN, K. (1988): Auswertungsmöglichkeiten von Altkarten unter besonderer Berücksichtigung der Historischen Geographie. – LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND, Archivhefte **18**, 147-173.

FINSTERWALDER, R. (1967): Zur Entwicklung der bayerischen Kartographie von ihren Anfängen bis zum Beginn der amtlichen Landesaufnahme. - Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, **108**, München.

FINSTERWALDER, R. (1991): Maßstab und Genauigkeit alter Karten – gezeigt an einigen Kartierungen Bayerns. - WOLFF, H., Cartographia Bavariae – Bayern im Bild der Karte, 193-211, Weißenhorn.

FINSTERWALDER, R. (1995): Bayern im Bild alter Karten (1523-1801). - Verbindungen **6**, 31-46.

FLURL, M. (1792): Übersicht und Gedanken über die Ursachen des Verfalles bey dem baierischen und oberpfälzischen Bergbaue. – Bergbau in Ostbayern, Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern **7** (1986), 9-13.

FRANK, H. (1975): Stadt- und Landkreis Amberg. - Historisches Ortsnamenbuch von Bayern **1**. München.

FUCHS, A. (1987): Die Entwicklung der ostbayerischen Eisenverhüttung vom Mittelalter bis zum 30jährigen Krieg. – Die Oberpfalz ein europäisches Eisenzentrum, Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern, **12**, (1), 103-124.

GERLACH, R. (1990): Flußdynamik des Mains unter dem Einfluß des Menschen seit dem Spätmittelalter. – Forschungen zur deutschen Landeskunde **234**, Trier.

GEYH, M.A. & SCHLEICHER, H. (1990): Absolute age determination – physical and chemical dating methods and their application. – Berlin.

GÖTSCHMANN, D. (1985): Oberpfälzer Eisen. – Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern **5**. Theuern.

- (1986): Erschließung, Wasserhaltung und Förderung im mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Eisenerzbergbau der Oberpfalz. - Bergbau in Ostbayern **7**, 61-67.
 - (1987): Wirtschaftliche Auswirkungen der Hammereinungen von 1341 bis zum 30jährigen Krieg. – Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern **12/1**, 203-220.
- GROßE, B. (2003): Bedeutung digitaler Altkarten für GIS-Anwendungen in der Landschaftsforschung. Vortrag, 26.05.2003. - Freiburg.
- HABERSACK, H. & SCHNEIDER, J. (2000): Ableitung und Analyse flußmorphologisch relevanter Parameter von historischen Karten. – Wasser & Boden **52**, (6), 55-59.
- HAMLIN, R.H.B.; WOODWARD, J.C.; BLACK, S.; MACKLIN, M.G. (2000): Sediment Fingerprinting as a tool for interpreting long-term River activity: The Voidomatis Basin, north-west Greece. – FOSTER, I.D.L., Tracers in Geomorphology, 473-501.
- HEINE, K. (1970): Fluß- und Talgeschichte im Raum Marburg/Lahn. – Bonner Geogr. Abh. **42**. – Bonn.
- (2001): Fließgewässer und Flußauen – geologisch-geomorphologische Betrachtungen. – Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd. **124**, 1-24.
- HICKIN, E.J. & NANSON, G.C. (1984): Lateral Migration rates of River Bends. Journal of hydraulic engineering **110**, (11), 1557-1567.
- HILGART, M. (1995): Die geomorphologische Entwicklung des Altmühl- und Donautales im Raum Dietfurt-Kelheim-Regensburg im jüngeren Quartär. – Forschungen zur Deutschen Landeskunde **242**, 334 S.
- HJULSTRÖM, F. (1935): Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris. – Bull. Of the Geol. Inst. Univers. of Uppsala **25**, 221-527.
- HOLLSTEIN, E. (1980): Mitteleuropäische Eichenchronologie. – Mainz.

Hooke, J.M. and Redmond, C.E. (1989): Use of cartographic sources for analysing river channel change with examples from Britain. – Petts, G.E.; Möller, H.; Roux, A.L., Historical change of large alluvial rivers: Western Europe. – Chichester.

Howard, A.D. (1992): Modeling channel migration and floodplain sedimentation in meandering streams. – Carling, P.A.; Petts, G.E., Lowland floodplain rivers. - Chichester.

James, L.A. (1991): Incision and morphologic evolution of an alluvial channel recovering from hydraulic mining sediment. – Geological Society of American Bulletin **103**, 723-736.

- (1999): Time and the persistence of alluvium: River engineering, fluvial geomorphology, and mining sediment in California. – Geomorphology **31**, 265-290.

Jockenhövel, A. (1996): Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter. Stuttgart.

Kalogiannidis, K. (1981): Geologische Untersuchungen zur Flussgeschichte der Naab (NO-Bayern). – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln **40**, 203 S.

Kern, K. (1997): Die geomorphologische Entwicklung und nachhaltige Bewirtschaftung von Fließgewässern. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1995 (10), 929-944.

Knauer, H. (1913): Der Bergbau zu Amberg in der Oberpfalz. – Mitteilungen aus dem Stadtarchiv Amberg 2. – Amberg.

Knighton, D. (1998): Fluvial forms and processes. - London.

Kondolf, G.M.; Piégay, H.; Landon, N. (2002): Channel response to increased and decreased bedload supply from land use change: contrasts between two catchments. – Geomorphology **45**: 35-51.

Kondolf, G.M. & Piégay, H. (2003): Tools in fluvial geomorphology. – Chichester.

KRAUSEN, E. (1973): Die handgezeichneten Karten im Bayerischen Hauptstaatsarchiv sowie den Staatsarchiven Amberg und Neuburg a. d. Donau bis 1650. – Bayerische Archivinventare **37**. Neustadt a. d. Aisch.

LAßLEBEN, J.B. (1917): Die Vils und Nab als Schiffsweg in früherer Zeit. – Die freie Donau **2**, (21), 505-507.

LEIDEL, G. (1998): Altbayerische Flußlandschaften an Donau, Lech, Isar und Inn. – Ausstellungskataloge der Staatlichen Archive Bayerns **37**. Weißenhorn.

- (2001): Die amtliche Kartographie in Bayern von 1473 bis 1801. - Es ist ein Maß in allen Dingen – 200 Jahre Bayerische Vermessungsverwaltung, 108-119, München.

LEOPOLD, L.B.; WOLMANN, M.G.; MILLER, J.P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology. – San Francisco.

LESER, H. (Hrsg., 1975): Geomorphologische Kartierung, Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25.000, 2. veränd. Aufl. – Berlin.

LEWIN, J. (1992): Alluvial sedimentation style and archaeological sites: the lower Vyrnwy, Wales. – NEEDHAM, S.; MACKLIN, M.G., Alluvial Archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 103-109.

LEWIN, J.; DAVIES, B.E.; WOLFENDEN, P.J. (1977): Interactions between channel change and historic mining sediments. – GREGORY, K.J., River channel changes, 353-367.

LIESSMANN, W. (1997): Historischer Bergbau im Harz. 2. Aufl. - Berlin, Heidelberg.

LINDGREN, U. (1991): Bayern in der Kartographie der Antike und des Mittelalters. - WOLFF, H., Cartographia Bavariae – Bayern im Bild der Karte, 14-23, Weißenhorn.

LIPOWSKY, F.J. (1818, Hrsg.): Chronica oder kurze Beschreibung der churfürstl. Stadt Amberg in der obern Pfalz. – Nach Original von SCHWAIGER, M. (1564).

LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 1999a): Gewässerstruktur-
gütekartierung Nordrhein- Westfalen. – Merkblätter **14**. - Essen.

- (1999b): Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-
Westfalen. – Merkblätter **17**. – Essen.
- (2001): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen, Anleitung für die
Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer. – Merkblätter **26**. Essen.

MACKLIN, M.G. (1986a): Recent channel and floodplain development in the Nent,
South Tyne, and West Allen valleys, and alluvial fills of post-glacial and historic age.

– MACKLIN, M.G.; ROSE, J., Quarternary river landforms and sediments in the
northern Pennines, 1-5. - Newcastle upon Tyne.

- (1986b): Channel and floodplain metamorphosis in the river Nent. –
MACKLIN, M.G.; ROSE, J., Quarternary river landforms and sediments in the northern
Pennines, 19-33. - Newcastle upon Tyne.

MACKLIN, M.G.; PASSMORE, D.G.; RUMSBY, B.T. (1992): Climatic and cultural signals
in Holocene alluvial sequences: the Tyne basin, northern England. – NEEDHAM, S.;
MACKLIN, M.G., Alluvial archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**, 123-139.

MANGELSDORF, J. & SCHEURMANN, K. (1980): Flußmorphologie - Ein Leitfaden für
Naturwissenschaftler und Ingenieure. – München.

MANSKE, D.J. (1985): Amberg's Lage im Straßennetz der Oberpfalz während des
Mittelalters und der Neuzeit. – BUNGERT, H. & PRECHTL, F., Ein Jahrtausend
Amberg. – Schriftenreihe der Universität Regensburg **11**, 9-45.

MARCHETTI, M. (2002): Environmental changes in the central Po Plain (northern
Italy) due to fluvial modifications and anthropogenic activities. – Geomorphology **44**,
361-373.

MENSCHING, H. (1951): Die Entstehung der Auelehmdecken in Nordwest-
deutschland. – Proc. 3. Int. Congr. of Sedimentology, Groningen-Wageningen,
193-210.

MEYNEN, E.; SCHMITHÜSEN, J.; GELLERT, J.; NEEF, E.; MÜLLER-MINEY, H.; SCHULTZE, J.H. (1953-1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, I, 137-150. – Bonn/ Bad Godesberg.

MIALL, A.D. (1985): Architectural-Element Analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. – Earth-Science Reviews **22**, 251-308.

NATERMANN, E. (1941): Das Sinken der Wasserstände der Weser und ihr Zusammenhang mit der Auelehmbedeckung des Wesertales. – Archiv für Landes- und Volkskunde von Niedersachsen **9**.

NIEDERMAYER, H. (1912): Die Eisenindustrie der Oberpfalz in geschichtlicher und handelspolitischer Beziehung unter Berücksichtigung der Roheisenerzeugung. – Heidelberg.

PETTS, G.E. (1977): Channel response to flow regulation: The case of the River Derwent, Derbyshire. – Gregory, K.J., River channel changes, 145-164.

- (1989): Historical analysis of fluvial hydrosystems. - PETTS, G.E.; MÖLLER, H.; ROUX, A.L., Historical change of large alluvial rivers: Western Europe. – Chichester.

RAAB, T.; BECKMANN, S.; HÜRKAMP, K.; RICHARD, N.; KNITL, A.; SANDNER, R.; SCHAUER, P.; VÖLKEL, J. (2003): Kolluviale und fluviatile Sedimente in der historischen Bergbaulandschaft im Vilstal/Opf. – Regensburger Beiträge zur Bodenkunde, Landschaftsökologie und Quartärforschung **3**, 104-160.

RAAB, T.; BECKMANN, S.; RICHARD, N.; VÖLKEL, J. (2005a): Methodological approaches for reconstruction of floodplain evolution in (pre)historic mining areas – The Vils River case study. - Die Erde.

RAAB, T.; HÜRKAMP, K.; VÖLKEL, J. (2005b): Detection and Quantification of Heavy Metal Contamination in Alluvial Soils of Historic Mining Areas by Field Portable X-ray Fluorescence (FPXRF) Analysis. – Proceedings of International Conference on Problematic Soils, 25-27 May 2005, Eastern Mediterranean University, Famagusta, Cyprus, 299-306.

RAAB, T. & VÖLKEL, J. (2005): Soil geomorphological studies on the Prehistoric to Historic landscape in the former mining area at the Vils River (Bavaria, Germany). – Z. Geomorph. N.F., Suppl. **139**, 129-145.

REITZ, H. (1985): Die Mühlen Südhessens als volkskundliche Forschungsobjekte. – Eckoldt, M.; Löber, U.; Tönsmann, F., Geschichte der Wasserkraftnutzung, 93-106. – Koblenz.

RESS, F.M. (1950): Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung der oberpfälzischen Eisenindustrie von den Anfängen bis zur Zeit des 30-jährigen Krieges.

- (1951): Der Eisenhandel der Oberpfalz in alter Zeit. – Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte **19**, (1).

RICHARD, N.; BRUNOTTE, E.; KOENZEN, U. (2004): Geomorphologische Leitbildentwicklung von Fließgewässern mittels Geographischer Informationssysteme (GIS). – Naturschutz und Landschaftsplanung **36**, (6), 165-170.

RICHTER, G. (1965): Bodenerosion, Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. - Forschungen zur deutschen Landeskunde **152**. – Bad Godesberg.

ROSGEN, D. (1996): Applied river morphology. - Pagosa Springs, Colorado.

ROUX, A. L.; BRAVARD, J.P. ; AMOROS, C. ; PAUTOU, G. (1989) : Ecological Changes of the french Upper Rhone River since 1750. – PETTS, G.E. et al., Historical change of large alluvial rivers, 323-350.

SALISBURY, C.R. (1992): The archaeological evidence for palaeochannels in the Trent valley. – NEEDHAM, S.; MACKLIN, M.G., Alluvial Archaeology in Britain. – Oxbow Monograph **27**.

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Aufl. neubearb. und erw. – Heidelberg.

- SCHELL, C.; BLACK, S.; HUDSON-EDWARDS, K.A. (2000): Sediment source characteristics of the Rio Tinto, Huelva, south-west Spain. – FOSTER, I.D.L., Tracers in Geomorphology, 503-520.
- SCHELLMANN, G. (1990): Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donautales. – Düsseldorfer geographische Schriften **29**. – Düsseldorf.
- SCHERLE, J. (1999): Entwicklung naturnaher Gewässerstrukturen. – Mitteilungen des Institutes für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe **199**.
- SCHIRMER, W. (1983a): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. – Geologisches Jahrbuch **A 71**, 11-43.
- SCHIRMER, W. (1983b): Holozäne Talentwicklung – Methoden und Ergebnisse. – Geologisches Jahrbuch **A 71**. – Stuttgart.
- SCHUMM, S. (1977): The fluvial system. – New York.
- STARKEL, L.; GREGORY, K.J.; THORNES, J.B. (1991): Temperate Palaeohydrology: fluvial processes in the temperate zone during the last 15000 years. – Chichester.
- STUIVER, M. & REIMER, P.J. (1993): Extended ^{14}C Data Base and Revised CALIB 3.0 ^{14}C Age Calibration Program. – Radiocarbon **35**, 215-230.
- STUIVER, M., REIMER, P.J.; BARD, E.; BECK, J.W.; BURR, G.S.; HUGHEN, K.A.; KROMER, B.; McCORMAC, F.G.; PFLECHT, J. V.D.; SPURK, M. (1998): INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration. – Radiocarbon **40**, 1041-1083.
- SURIAN, N.; RINALDI, M. (2003): Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. – Geomorphology **50**, 307-326.
- THIEME, D.M. (2001): Historic and possible prehistoric human impacts on floodplain sedimentation, North Branch of the Susquehanna River, Pennsylvania, USA. – MADDY, D.; MACKLIN, M.G.; WOODWARD, J.C., River basin sediment systems: Archives of Environmental Change, 375-403.

THOMS, M.C. & WALKER, K.F. (1992): Channel changes related to low-level weirs on the River Murray, South Australia. – CARLING, P.A. & PETTS, G.E., Lowland floodplain rivers, 235-249.

THORNE, C.R. (2002): Geomorphic analysis of large alluvial rivers. – *Geomorphology* **44**, 203-219.

TILLMANNS, H.; TREIBS, W.; ZIELER, H. (1963): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000. Blatt Nr. 6537 Amberg. - München.

TÖNSMANN, F. (1985): Geschichte der Wasserkraftnutzung. – Kasseler Wasserbau, Mitteilungen **7**. – Kassel.

VÖLKEL, J. (1995): Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten. – *Z. Geomorph.*, N. F., Supplementband **96**, Berlin, Stuttgart.

VÖLKEL, J.; LEOPOLD, M.: WEBER, B. (2001): Neue Befunde zur Landschaftsentwicklung im niederbayerischen Donauraum während der Zeitenwende (keltisches Oppidum von Manching, Viereckschanze von Poign bei Bad Abbach). - *Z. Geomorph. N.F.*, Suppl. **128**, 47-66.

WAGNER, G.A. (1995): Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten. – Stuttgart.

WALLING, D.E.; WOODWARD, J.C.; NICHOLAS, A.P. (1993): A multiparameter approach to fingerprinting suspended-sediment sources. – *IAHS Publ.* **215**, 329-338.

WILD, V. & KUNZ, M. (1992): Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe ausgewählter Strukturparameter. – FRIEDRICH, G; LACOMBE, J., Ökologische Bewertung von Fließgewässern; *Limnologie aktuell* **3**, 219-251.

WOLF, H. (1986): Eisenerzbergbau und Eisenverhüttung in der Oberpfalz von den Anfängen bis zur Gegenwart. – *Hefte zur bayerischen Geschichte und Kultur* **3**. - München

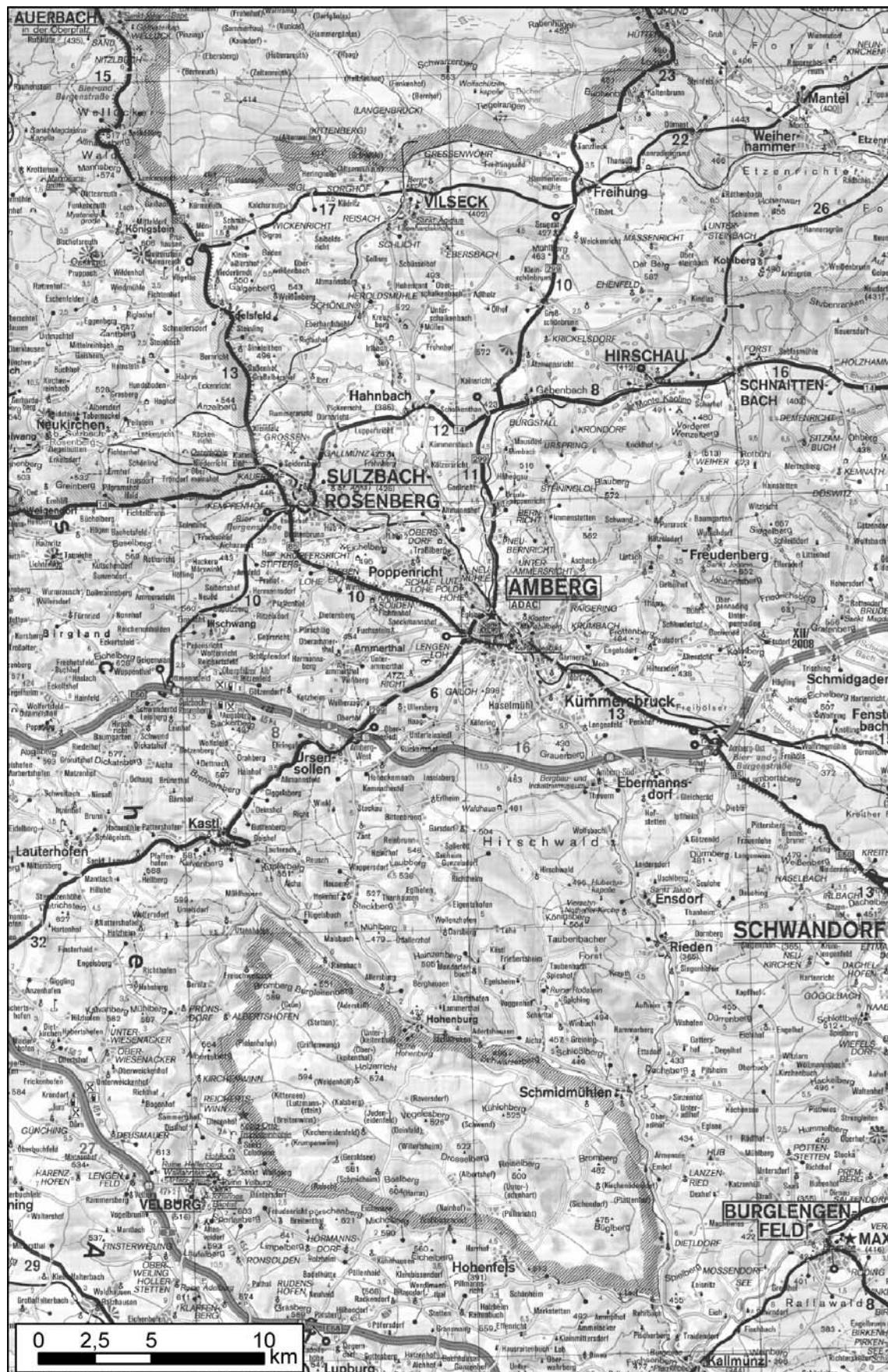
WOLFF, H. (1991): *Cartographie Bavariae – Bayern im Bild der Karte.* – Weißendorn.

WWA (Wasserwirtschaftsamt Amberg, 1996): *Ökologisch begründete Sanierungs-konzepte kleiner Fließgewässer: Fallbeispiel Vils, Oberpfalz; Arbeitsblätter für die Praxis.* – Amberg.

Anhang

Anhang I – Verschiedenes

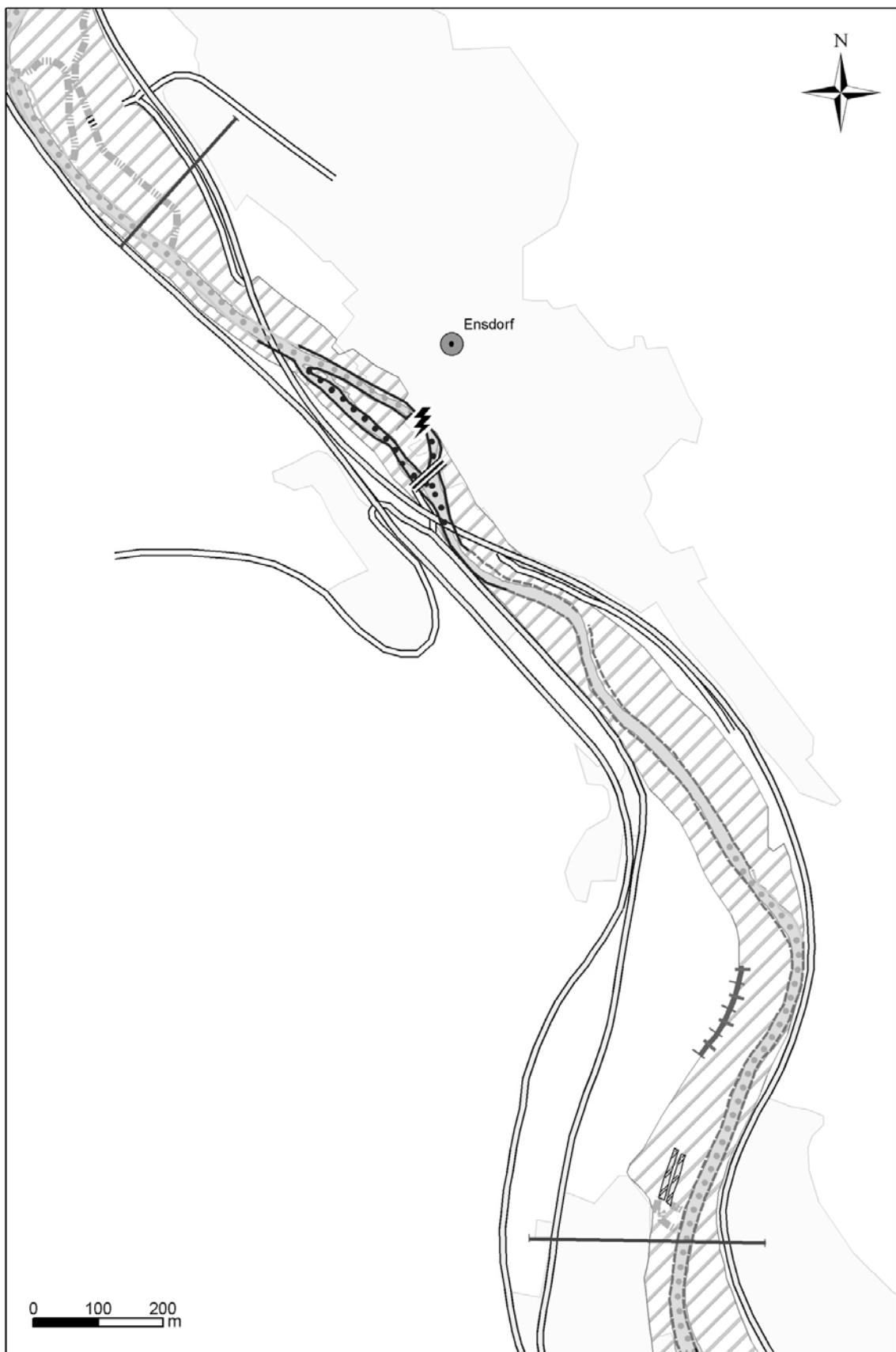
Anhang I-1: Übersichtskarte der Region (mit allen Ortschaften), Ausschnitt aus: Die Generalkarte 15, 1:200.000 – Wiedergabe mit Genehmigung des Verlagshauses (C) Mair Dumont / Falk Verlag Ostfildern



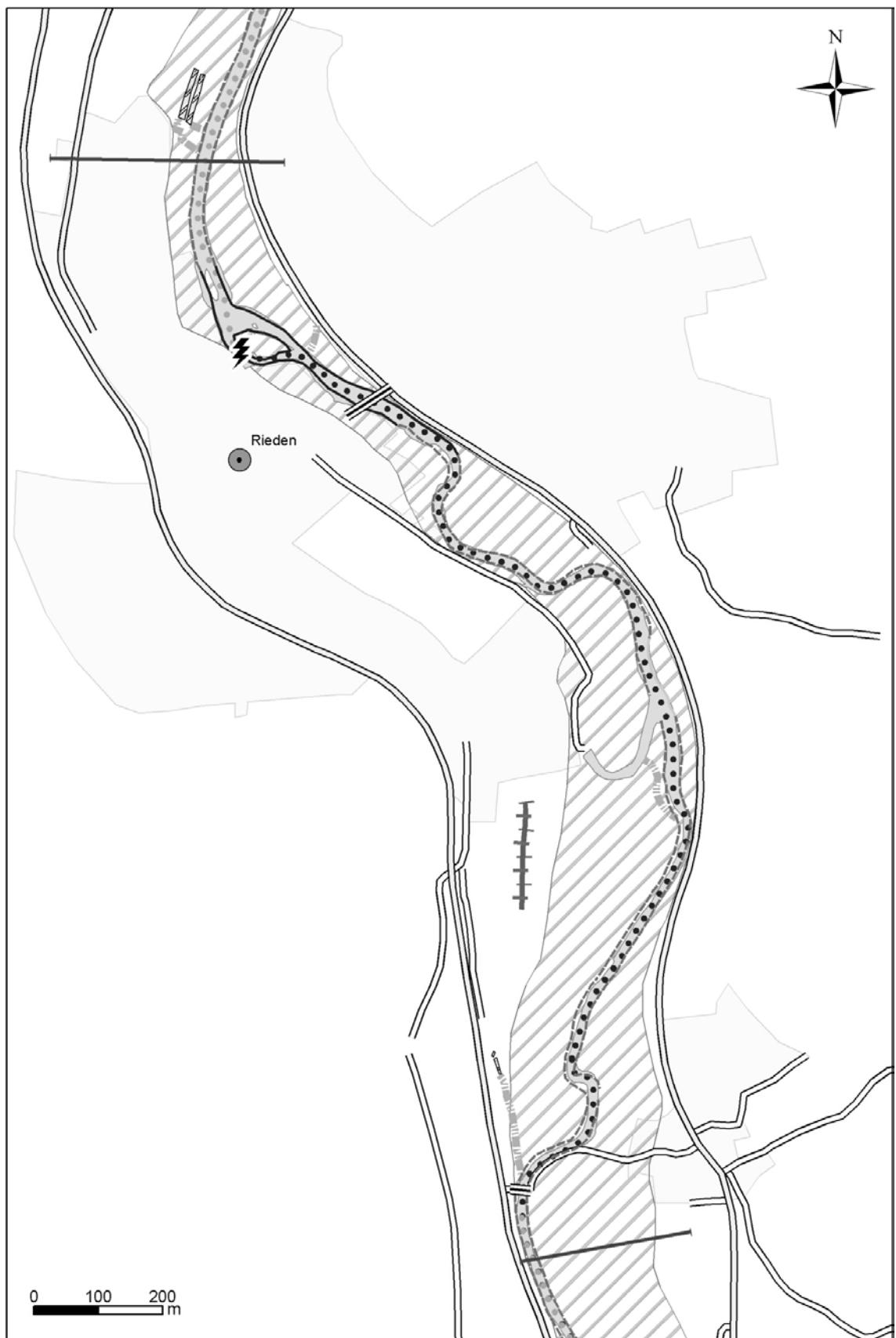
Anhang I-2: Kartierung der Vilsaue zwischen Ensdorf und Schmidmühlen**I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Legende**

- Ort
- ◆ Gesteinsblöcke
- ▲ Sohlgleite
- ⚡ Wasserkraftanlage
- ||||| Ackerstufe
- Unterabschnittsgrenze
- ===== Brücke
- Unbefestigtes Ufer
- - - Verfallene Uferbefestigung
- Befestigtes Ufer
- Teich
- Graben
- - - - - Fischaufstiegsanlage
- Rückstau
- Eintiefung
- Damm
- ===== Böschung
- ===== Straße
- Vils
- Rezente Aue
- Künstliche Flusslaufverlagerung
- Siedlung

I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 1



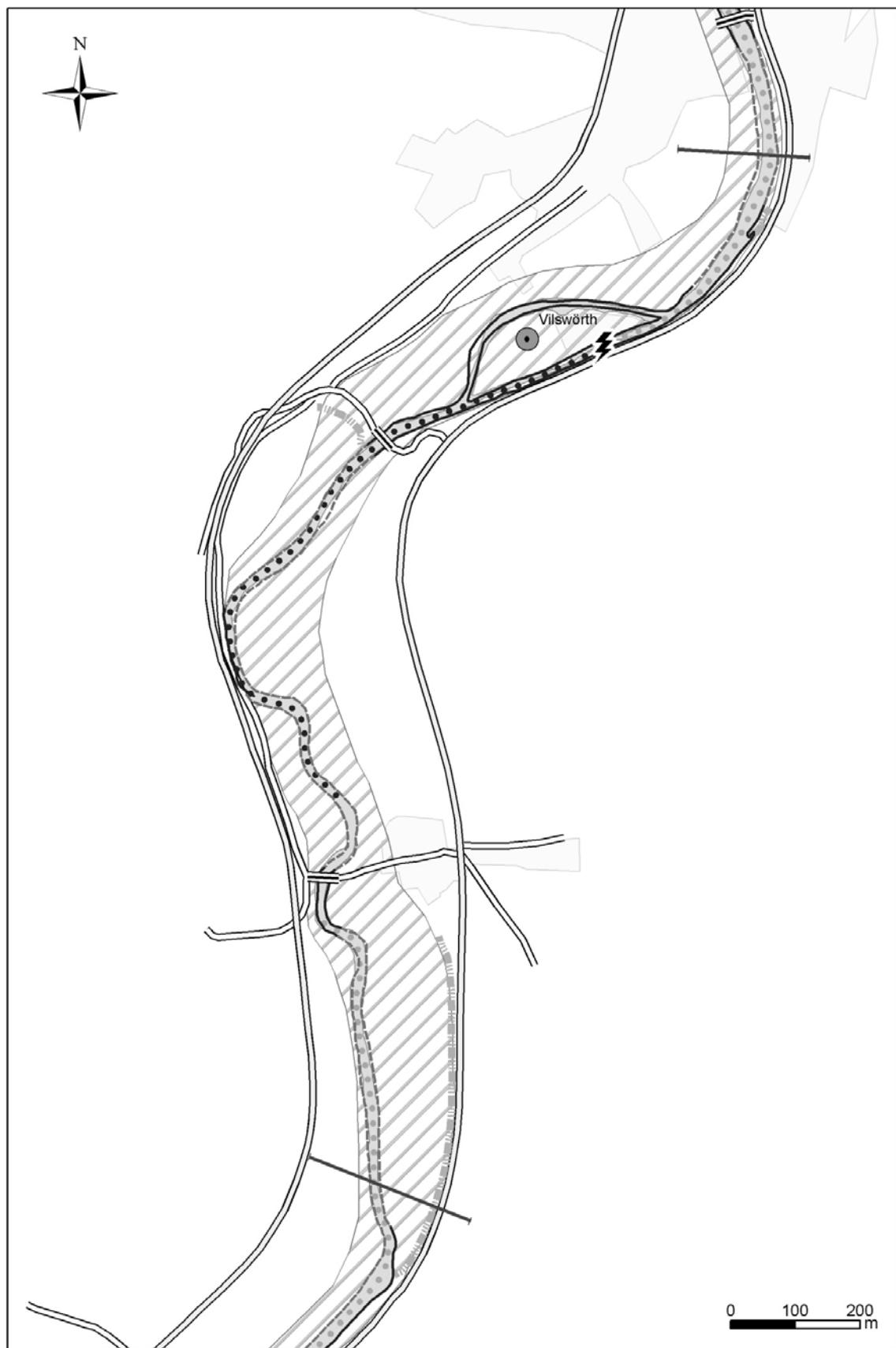
I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 2



I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 3



I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 4



I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 5



I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Unterabschnitt 6



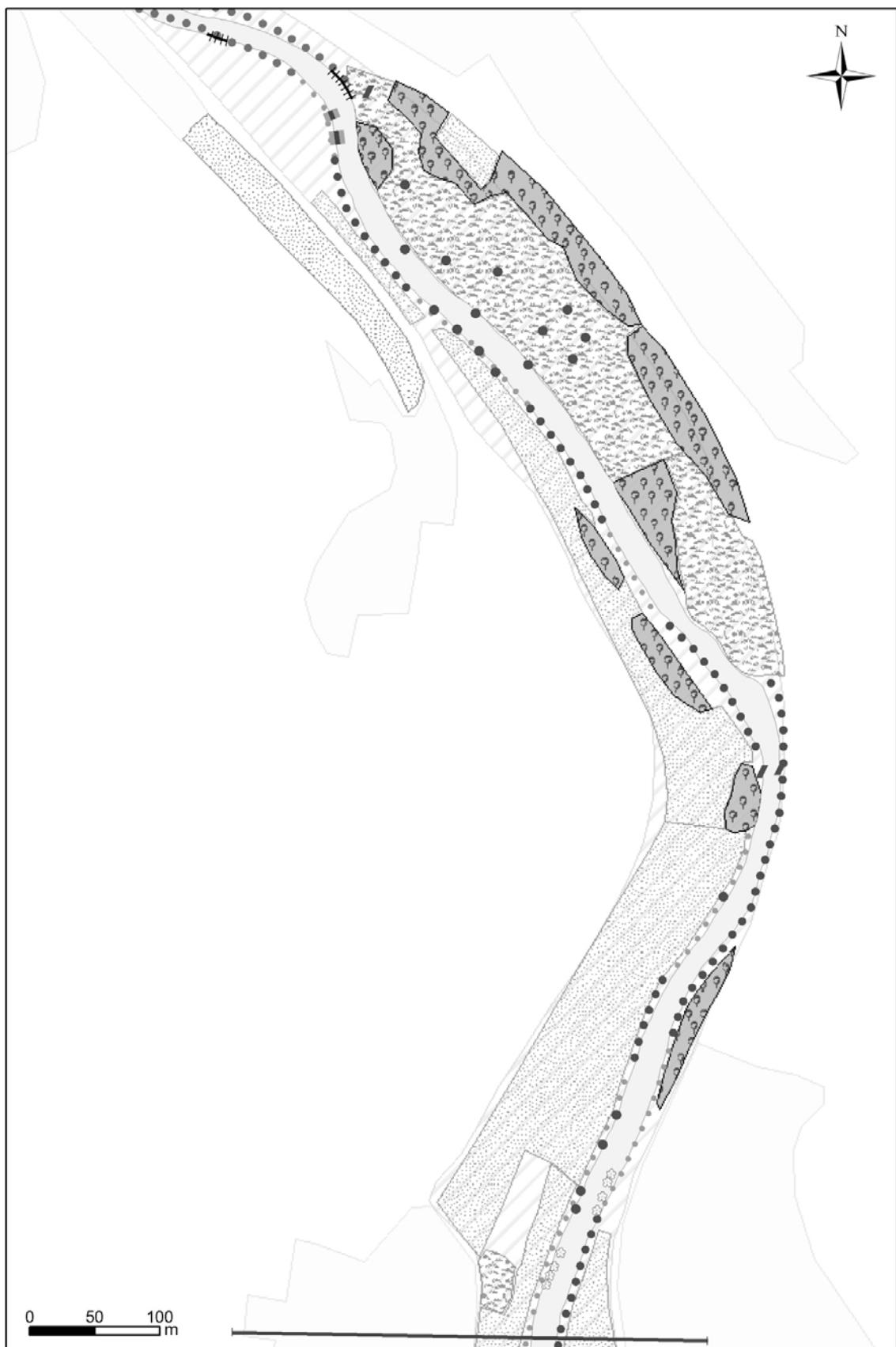
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Legende

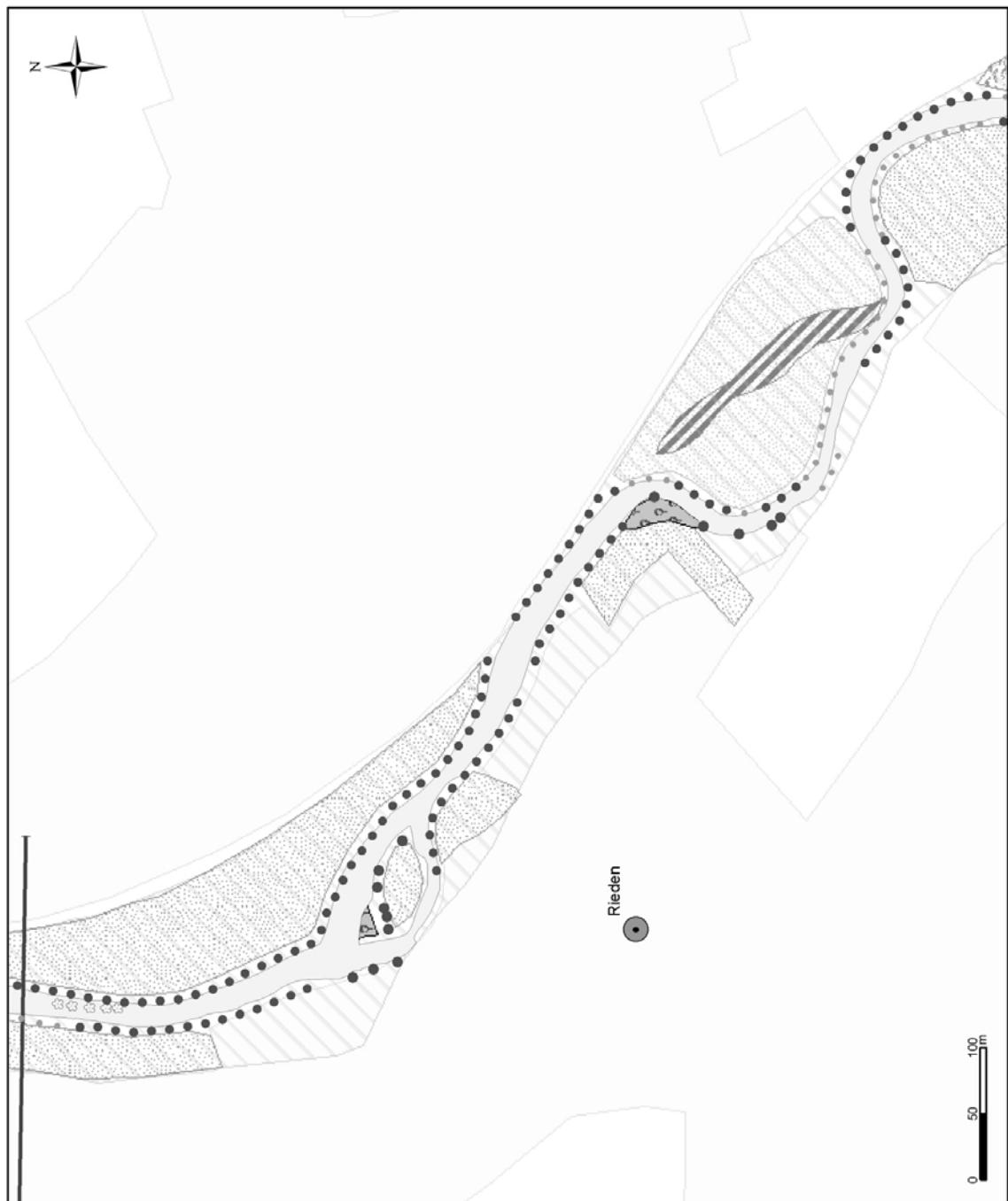
- Ort
- Unterabschnittsgrenze
- Einzelnes Ufergehölz
- Seerosen
- · · · Verbuschtes Ufer
- · · · · Ufergehölzstreifen
- XXXXXX Schilf
- · · · Gehölzreihe
- Anlandung
- · · · Hochstaudenflur, Ufer
-  Mähwiese
-  Grünland
-  Weide
-  Hochstaudenflur, Aue
-  Auengehölz
- / Totholz
- * Auskolkung
- ***** Viehtritt
-  Hochflutmulde
-  Uferabbruch
-  Altwasser
-  Vils
-  Rezente Aue
-  Künstliche Flusslaufverlagerung
-  Siedlung

I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 1 – Nord



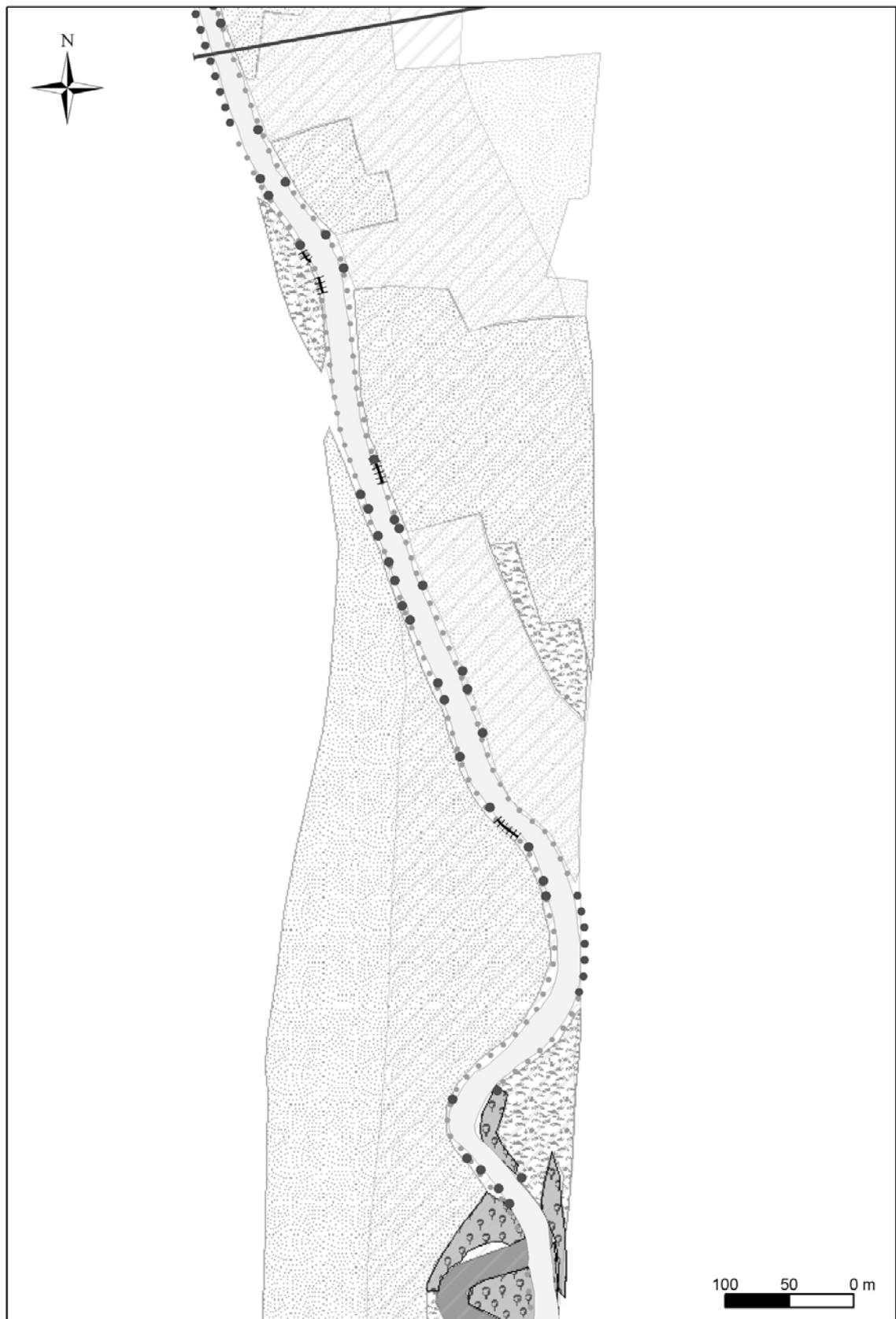
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 1 – Süd



I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 2 – Nord**

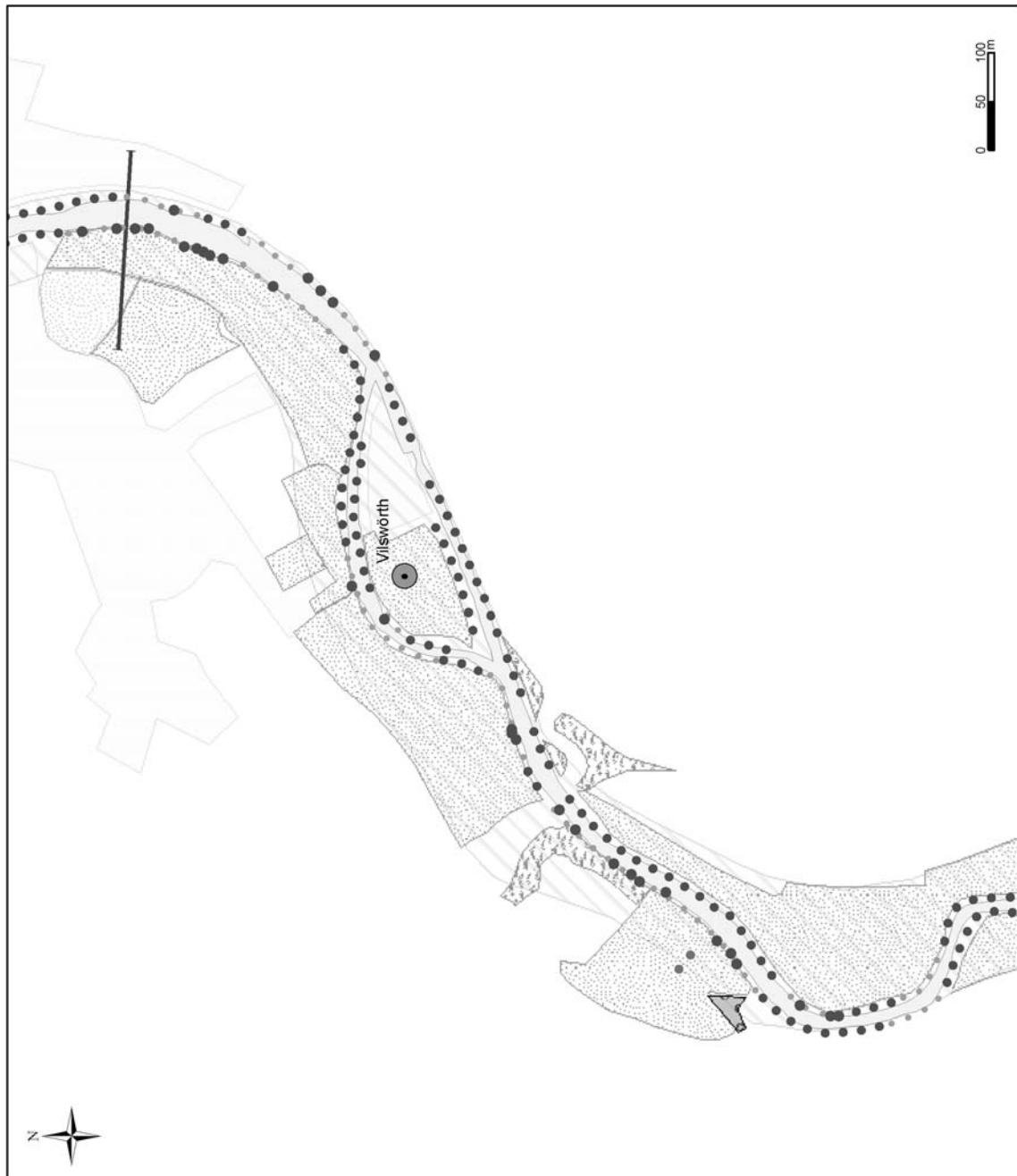
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 2 – Süd



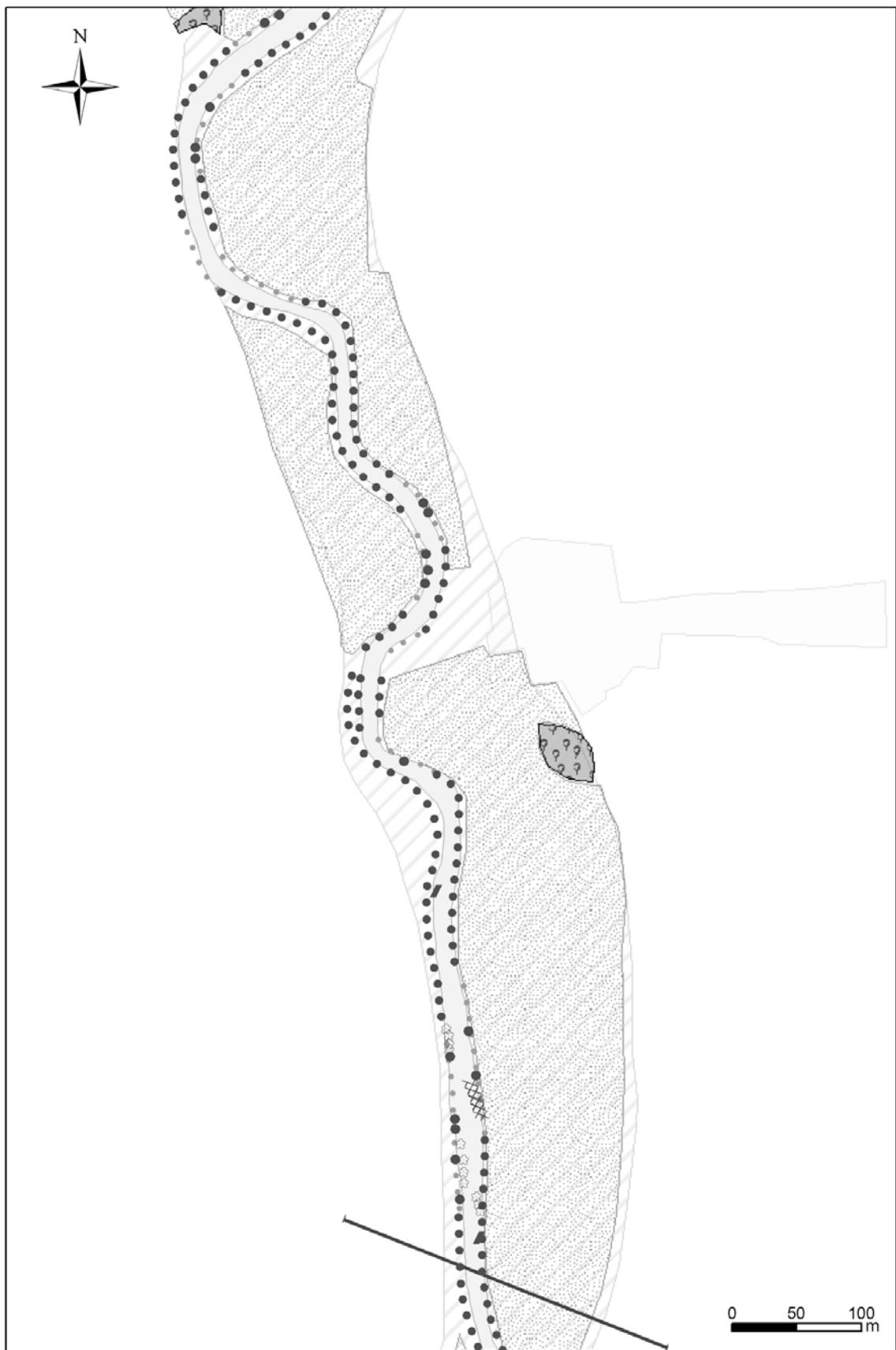
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 3 – Nord**

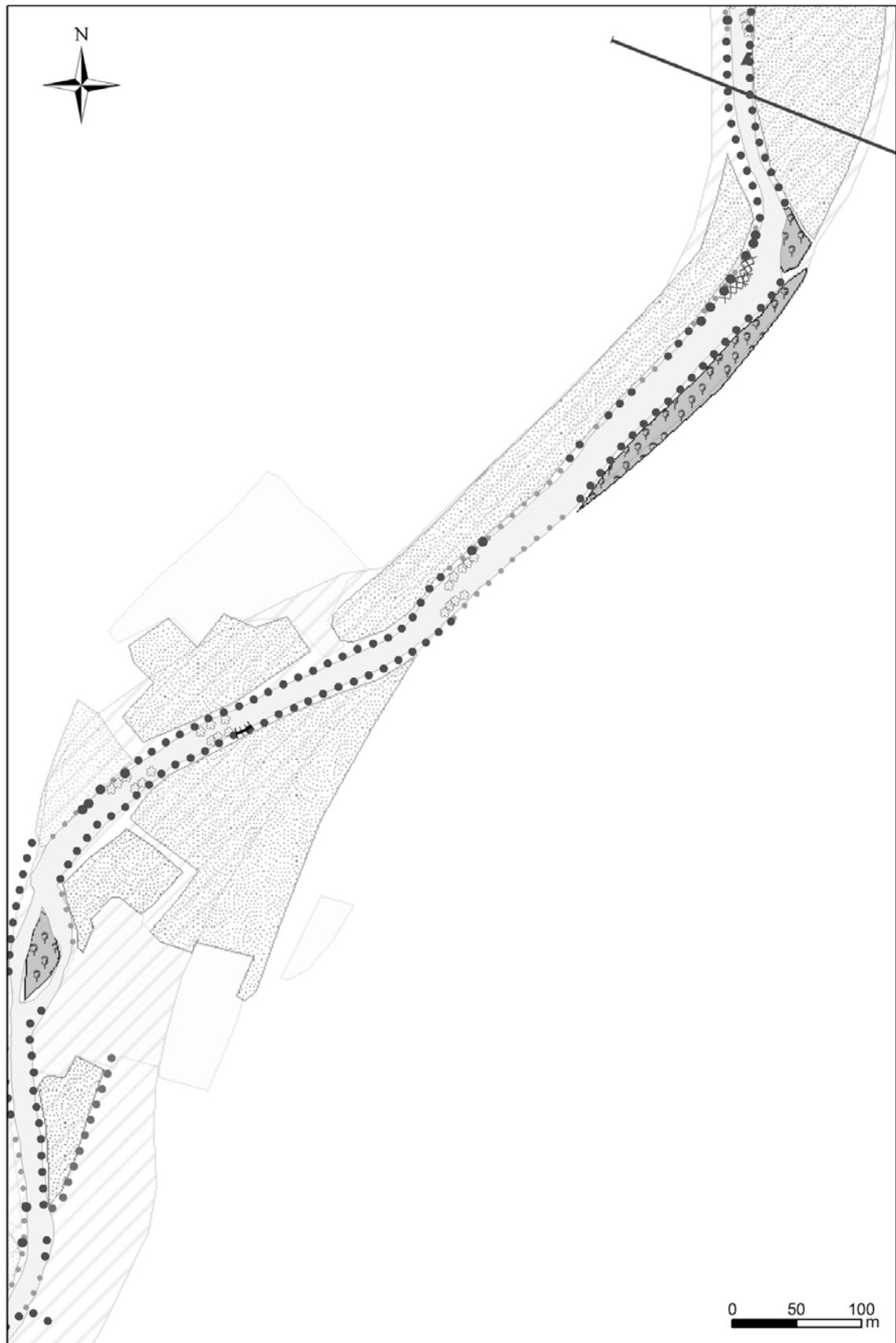
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 3 – Süd



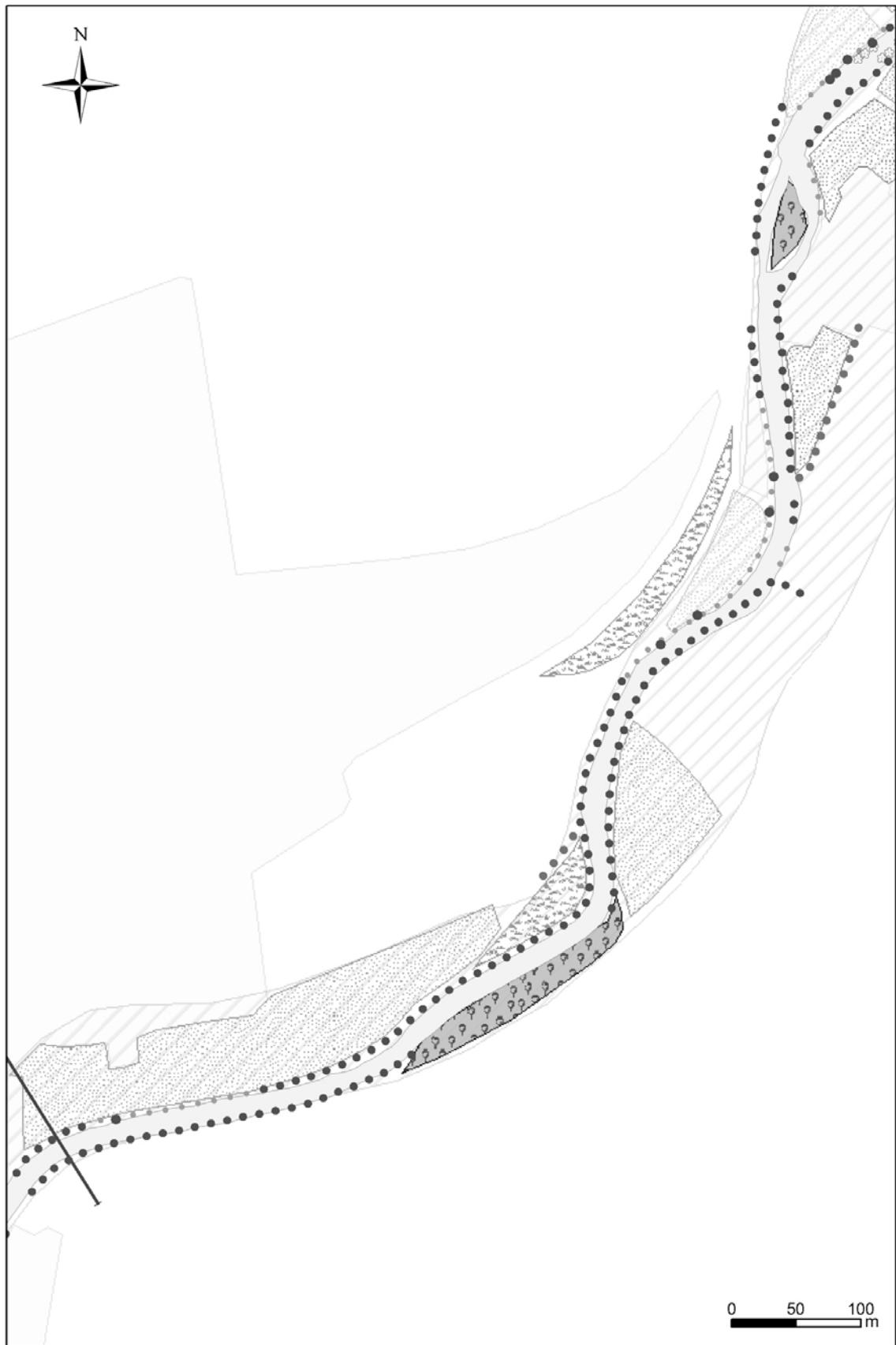
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 4 - Nord**

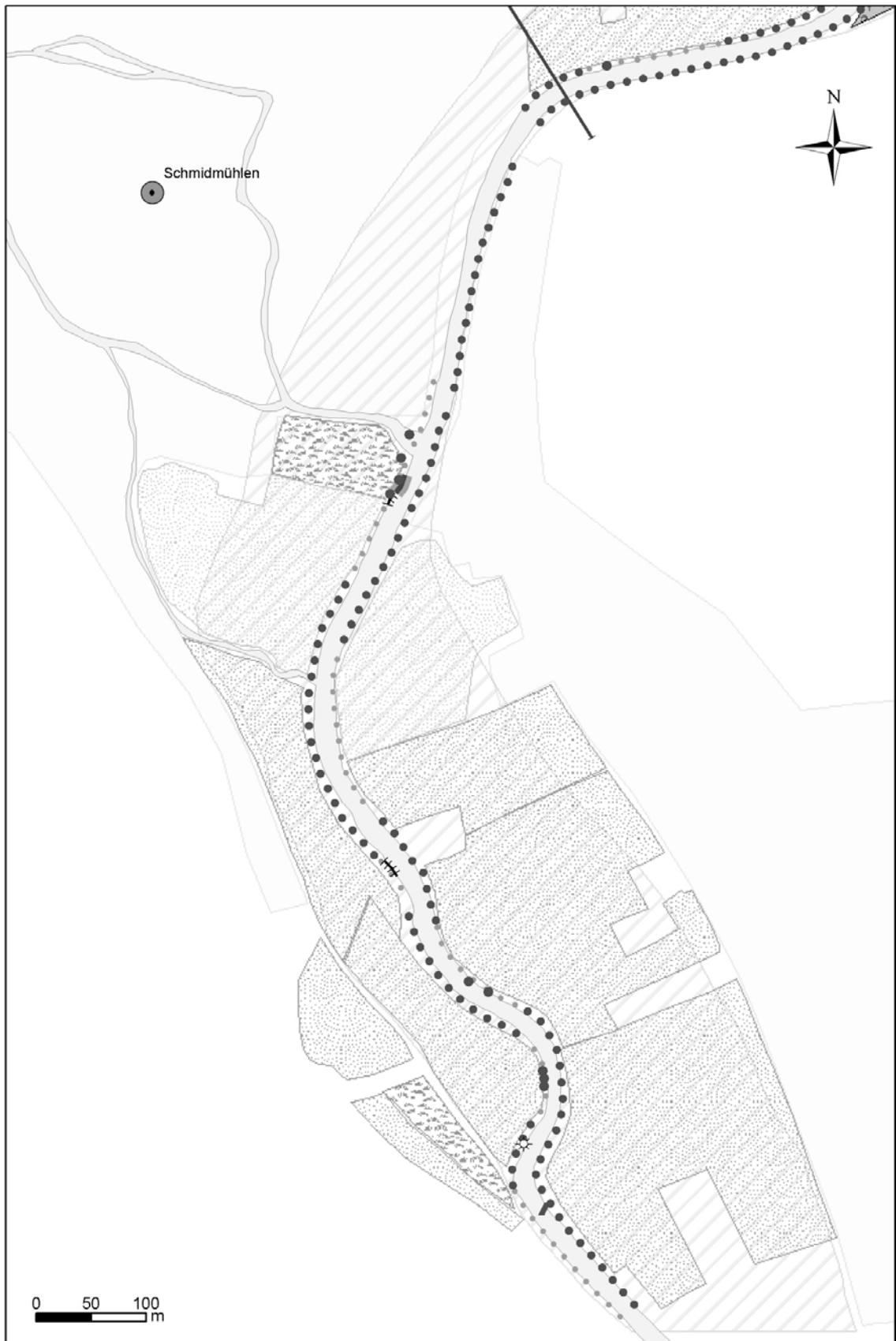
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 4 – Süd



I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 5 – Nord**

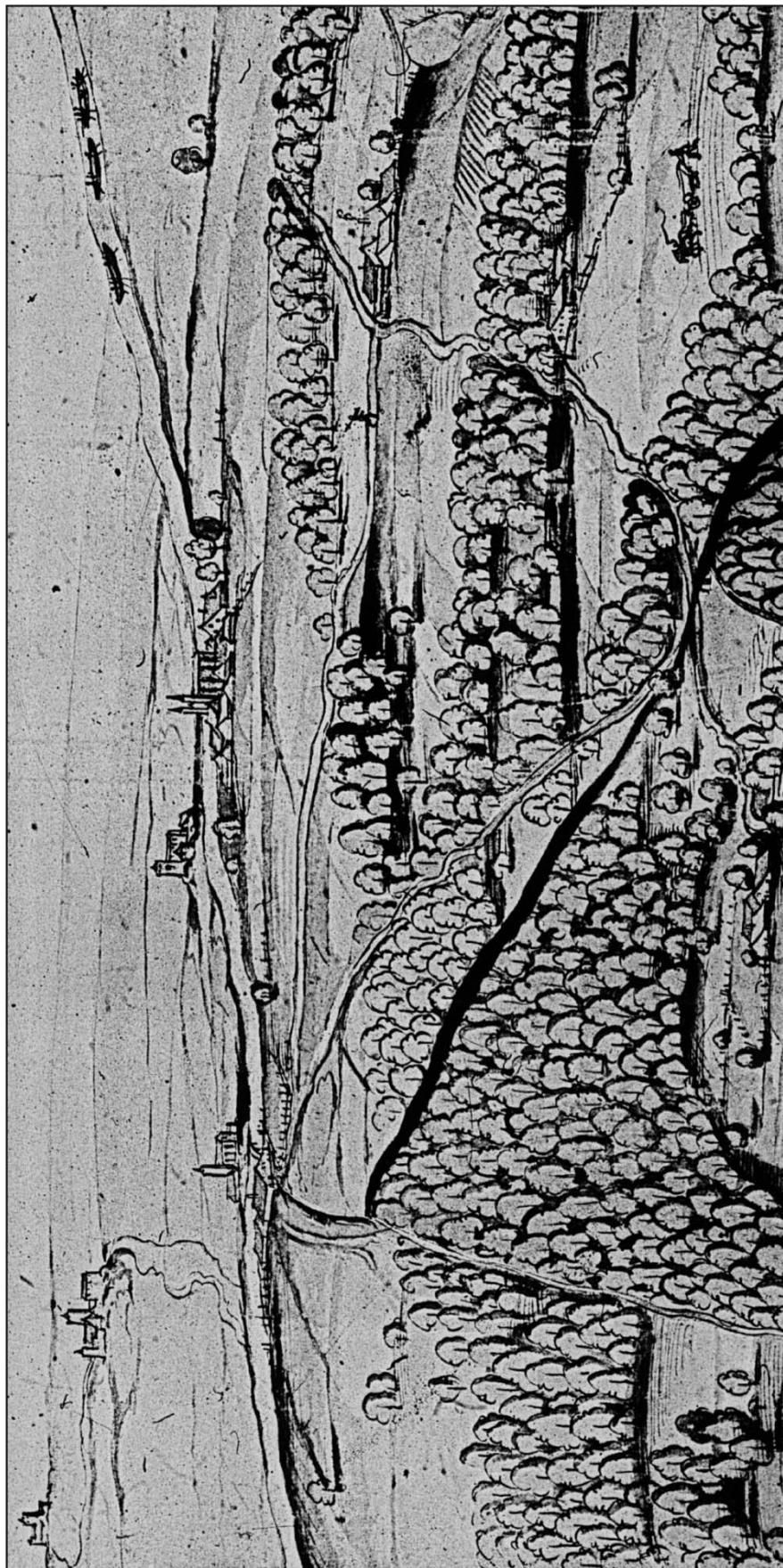
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – Unterabschnitt 5 – Süd



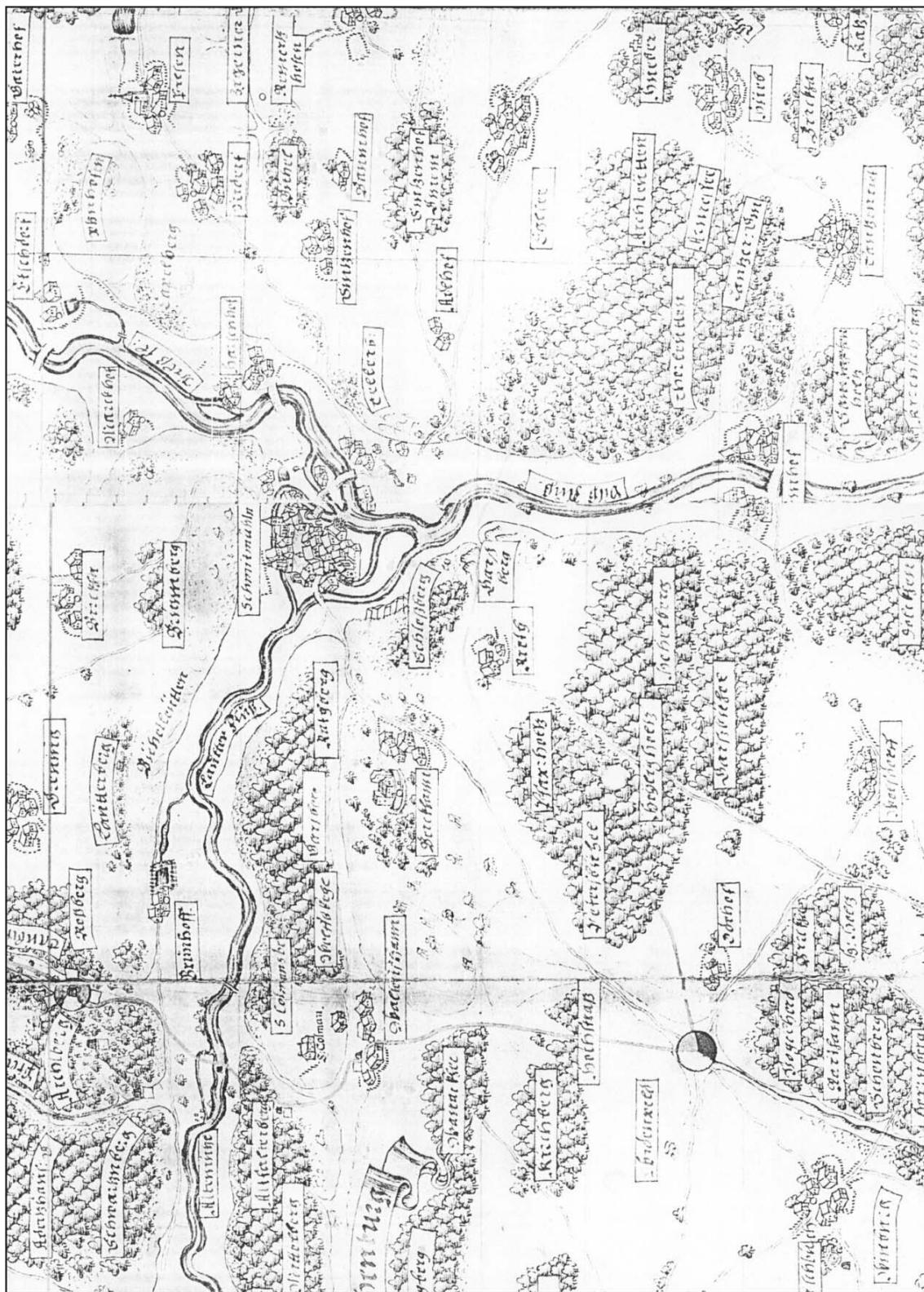
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 6**

Anhang II – Altkarten

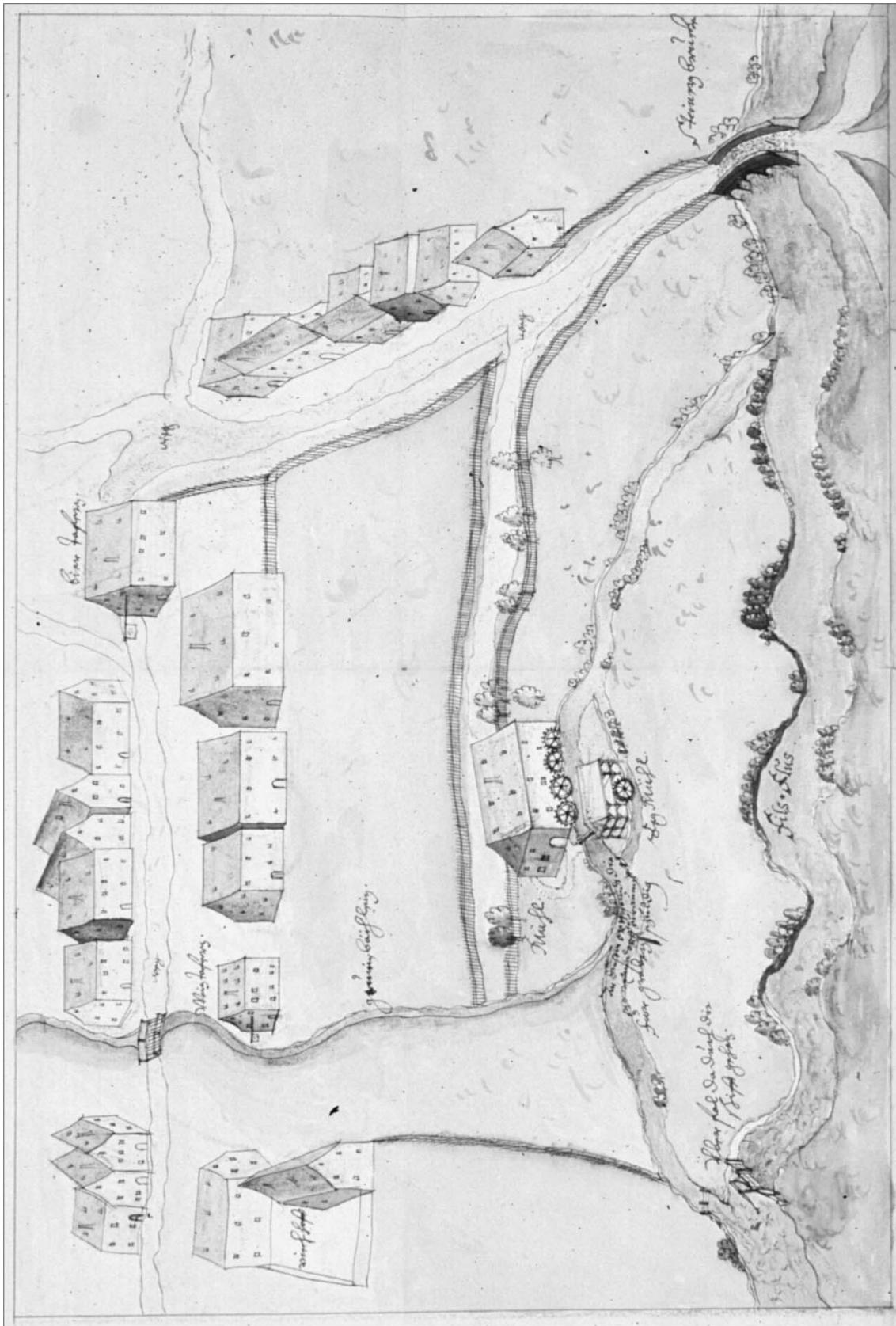
Anhang II - 1: 1589 – Grenzkarte zwischen der Jungen Pfalz (Landrichteramt Burglengenfeld) und der Alten Pfalz (Pflegeamt Rieden), farbige Federzeichnung (43,5 x 64 cm) - Nr. 321 StA Amberg



Anhang II - 2: 1597-1600 – Tabella Topographica. Abriß und Beschreibung des Fr. Pf. Pfleg. Ambts Burcklengfeld im Fürstentumb Neunburg auf dem Nordgau (1600). Christoph Vogel und Matthäus Stang - Nr. 10856 HStA München



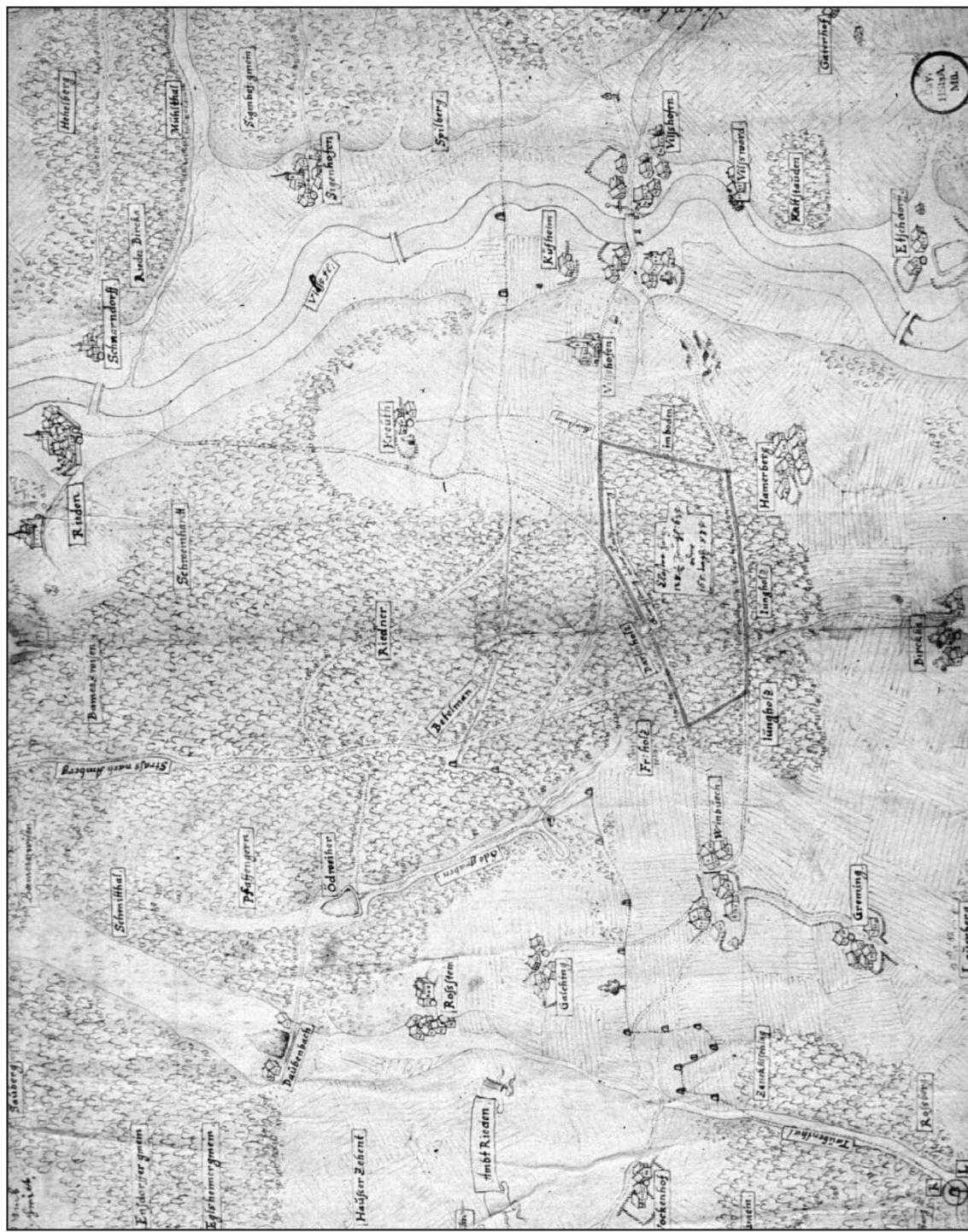
Anhang II - 3: 1614 – Skizze über die Mühle zu Ensdorf und der Markt zwischen Kloster und Vilsbrücke, Federzeichnung (22 x 33 cm) und
Reinzeichnung (1614) über die Mühle zu Ensdorf und den Ortsteil nach dem Kloster bis zur Vilsbrücke, Federzeichnung, koloriert (23 x 30 cm)
- Nr. 295 StA Amberg



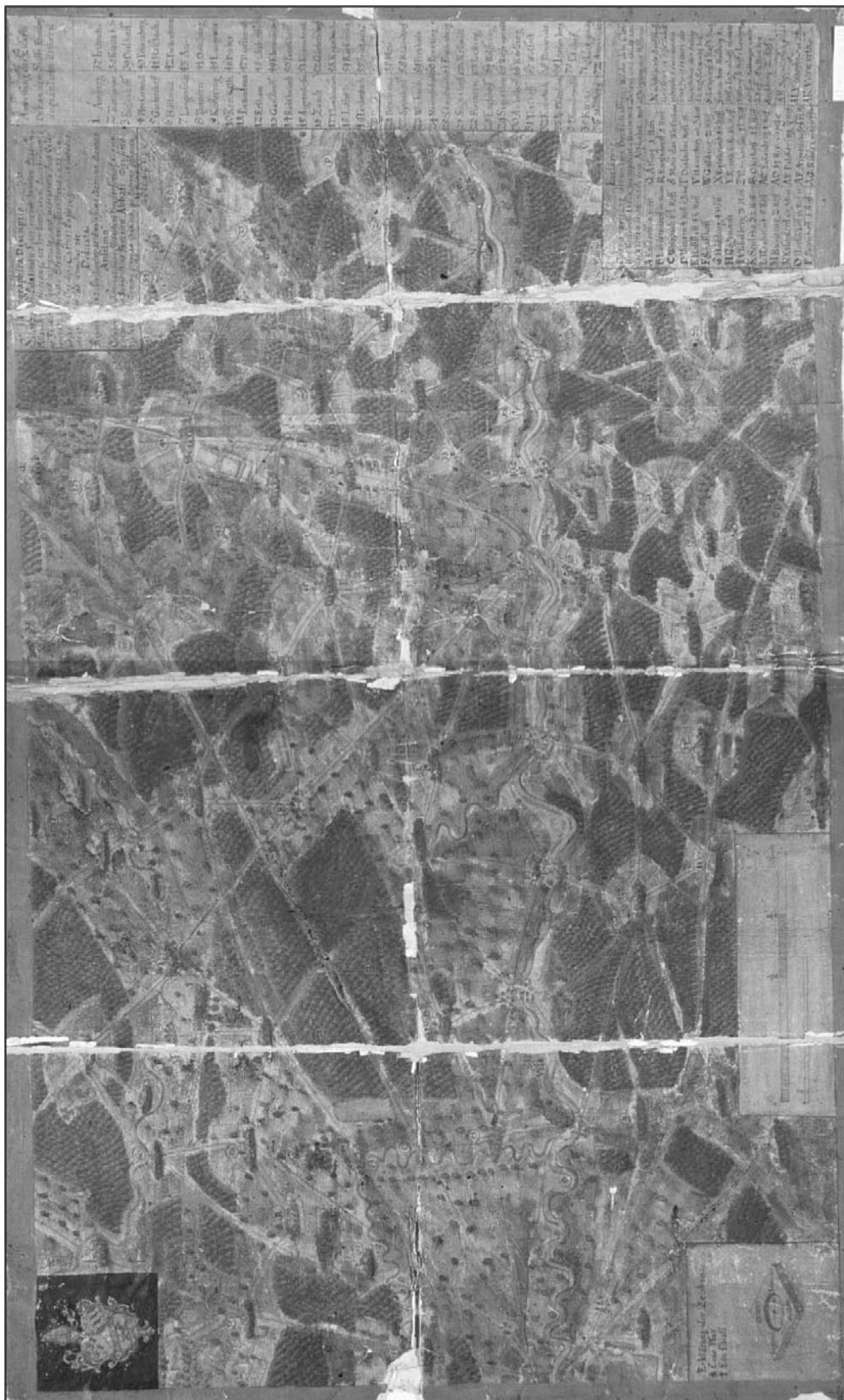
Anhang II - 4: 1623 – Plan von Emhofen und Schmidmühlen an der Vils in Pfalz-Neuburg (117 x 83 cm) - Nr. 3602 HStA München



Anhang II - 5: 1640 – Riß über die zwischen dem kurpfälzischen Amte Rieden und dem Neuburgschen Landrichteramt Burglengenfeld strittige Grenze und Jagdausübung. Matthäus Stang 1640 (42 x 34 cm) - Nr. 3717 HStA München



Anhang II - 6: 1725 – 10 Hammerwerke gut erkennbar mit Umfluten und Inseln (bei Trathamer, Häftmüll, Lengenfeld, Theuern, Wolfspach, Laidersdorff, Ensdorff, Rieden, Vilshoffen, nicht lesbar, Harschhoff) - Nr. 235 StA Amberg

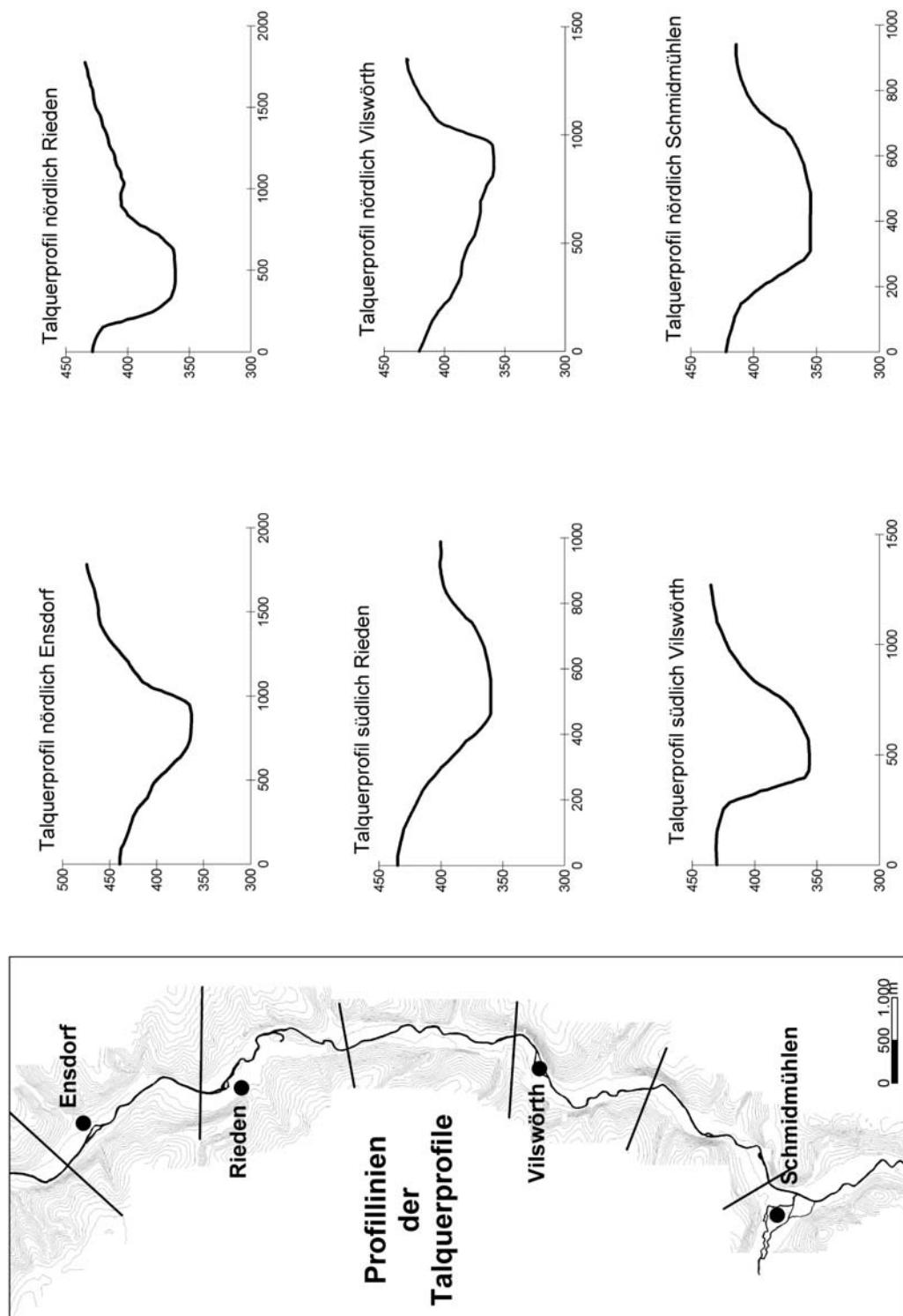


Anhang II - 7: 1797 – Plan der zur Hofmark Theuern gehörigen Gebäude und Gründe,
farbige Zeichnung (151 x 88,5 cm) - Nr. 228 StA Amberg



Anhang III – Parameter

Anhang III-1: Talquerprofile



Anhang IV – Sedimentologie

Anhang IV-1: Korngrößenanalyse – prozentualer Gesamtüberblick

Bohrprofil 6637-109

Probe	Tiefe in cm	% > 2mm	gG	mG	fG	% < 2mm	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T
109/1	0-24	0	0	0	0	100	0,1	6,6	28,6	35,3	22,2	16,2	10,9	49,3	15,4
109/2	24-45	0	0	0	0	100	0,1	7,0	33,0	40,2	21,0	13,6	8,4	43,0	16,8
109/3	45-68	0	0	0	0	100	0,1	13,7	36,7	50,4	15,0	10,7	5,7	31,5	18,1
109/4	68-100	0	0	0	0	100	0,0	4,6	26,4	31,0	25,4	16,1	7,2	48,7	20,4
109/5	136-147	0	0	0	0	100	0,0	0,4	7,6	8,1	33,1	24,9	8,3	66,3	25,6
109/6	147-171	0	0	0	0	100	0,0	0,5	5,5	6,0	31,8	28,3	8,4	68,5	25,5
109/7	171-196	0	0	0	0	100	0,0	0,5	6,1	6,7	32,7	26,4	8,5	67,6	25,7
109/8	196-210	0	0	0	0	100	0,1	0,2	5,4	5,8	35,0	23,8	7,7	66,5	27,7
109/9	210-221	0	0	0	0	100	0,0	1,1	15,5	16,6	30,9	21,5	7,0	59,4	24,0
109/10	221-249	0	0	0	0	100	0,2	2,1	15,4	17,7	29,6	21,5	8,2	59,4	22,9
109/11	249-264	0	0	0	0	100	0,3	1,3	12,2	13,8	34,6	24,1	7,4	66,1	20,1
109/12	264-276	0	0	0	0	100	1,6	0,1	18,9	20,6	26,9	20,7	10,4	58,0	21,4
109/13	276-287	0	0	0	0	100	0,5	0,1	12,3	12,8	32,0	27,7	11,2	70,9	16,3
109/14	287-300	0	0	0	0	100	0,2	1,2	12,7	14,1	34,9	23,8	10,1	68,8	17,0
109/15	314-324	0	0	0	0	100	0,2	1,7	15,3	17,3	31,6	22,3	9,7	63,5	19,2
109/16	324-346	0	0	0	0	100	0,7	2,3	12,7	15,7	33,4	22,2	11,3	66,9	17,4
109/17	346-364	0	0	0	0	100	1,4	1,7	7,7	10,8	29,3	24,7	14,4	68,4	20,9
109/18	364-377	3,6	0	0	100	96,4	4,3	7,1	12,6	24,0	24,1	17,7	10,7	52,5	23,4
109/19	377-395	61,3	38,7	49,2	12,4	38,7	26,3	47,1	14,8	88,2	0,2	5,3	1,8	7,2	4,6
109/20	395-419	52,7	30,2	52,7	17,1	47,3	39,1	40,2	9,6	88,9	2,3	0,4	2,5	5,2	5,9
109/21	419-438	24,0	62,2	11,2	26,5	76,0	42,2	44,9	4,6	91,6	1,2	0,3	0,8	2,3	6,1
109/22	438-445	9,2	0	13,8	86,2	90,8	69,2	22,2	1,7	93,1	1,6	0,1	1,1	2,8	4,1
109/23	445-470	72,3	31,2	56,0	12,8	27,7	30,1	34,9	17,6	82,6	3,8	1,1	4,2	9,1	8,2
109/24	470-499	65,7	11,8	64,3	23,9	34,3	47,2	24,8	7,2	79,2	4,4	1,3	3,1	8,8	12,0
109/25	499-500	71,9	49,1	34,5	16,4	28,1	33,9	36,4	6,9	77,2	5,1	2,1	3,8	11,0	11,9

Bohrprofil 6637-110

Probe	Tiefe in cm	% > 2mm	gG	mG	fG	% < 2mm	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T
110/1	0-24	0	0	0	0	100	0,3	1,3	19,8	21,4	25,2	19,9	11,7	56,8	21,8
110/2	24-46	0	0	0	0	100	0,1	1,4	23,4	24,9	26,1	17,7	7,8	51,6	23,6
110/3	46-70	0	0	0	0	100	0,2	0,8	15,7	16,6	29,0	20,5	8,6	58,1	25,3
110/4	70-100	0	0	0	0	100	0	0,7	6,2	6,9	30,1	26,9	8,8	65,8	27,3
110/5	160-174	0	0	0	0	100	0,4	1,0	2,9	4,2	28,7	26,8	9,5	64,9	30,8
110/6	174-191	0	0	0	0	100	0,6	0,8	2,9	4,2	29,1	24,9	9,4	63,3	32,5
110/7	191-207	0	0	0	0	100	1,7	10,6	13,1	25,3	21,3	17,7	8,0	47,0	27,7
110/8	207-223	0	0	0	0	100	4,2	32,3	23,1	59,5	11,7	6,9	3,8	22,4	18,0
110/9	223-238	0	0	0	0	100	4,7	35,7	21,9	62,3	8,1	5,0	2,9	16,0	21,7
110/10	238-250	5,6	0	83,9	16,1	94,4	3,0	25,3	18,7	47,0	11,6	8,7	3,9	24,1	28,9
110/11	250-257	0	0	0	0	100,0	5,6	39,9	15,4	60,9	7,4	4,4	3,0	14,8	24,3
110/12	257-264	22,1	0	82,3	17,7	77,9	26,8	48,4	3,9	79,0	1,6	1,9	1,0	4,4	16,6
110/13	264-271	0	0	0	0	100	5,5	53,9	14,5	73,9	5,7	4,0	2,3	12,0	14,2
110/14	271-275	1,0	0	0	100	99,0	9,0	33,5	19,0	61,5	8,2	6,4	3,3	17,8	20,7
110/15	275-285	2,6	0	53	47,1	97,4	23,9	59,8	1,7	85,3	0,7	0,6	0,1	1,3	13,4
110/16	285-300	2,8	0	54,1	45,9	97,2	31,1	56,2	2,8	90,2	1,9	1,3	0,7	3,9	5,9
110/17	310-333	3,3	0	47,7	52,3	96,7	28,2	56,7	8,0	92,9	1,9	0,8	1,3	4,0	3,1
110/18	333-341	2,2	0	0	100	97,8	12,1	44,6	14,9	71,5	6,4	5,4	2,7	14,5	14,0
110/19	341-352	0	0	0	0	100	14,8	76,9	4,1	95,8	0,8	0,7	0,4	2,0	2,2
110/20	352-360	7,9	0	22,8	77,2	92,1	18,2	36,5	12,4	67,1	7,8	7,6	4,3	19,7	13,2
110/21	360-383	82,4	65,8	23,2	11,0	17,6	43,9	34,0	8,3	86,2	1,4	2,7	4,0	8,0	5,8
110/22	383-406	72,8	39,0	40,7	20,3	27,2	47,3	31,8	5,9	85,0	1,9	2,3	1,9	6,1	8,8
110/23	406-431	71,1	29,7	50,5	19,8	28,9	53,2	24,9	5,2	83,3	2,1	2,0	3,9	7,9	8,8
110/24	431-456	49,1	44,6	29,7	25,7	50,9	57,1	27,3	5,6	90,0	1,1	1,5	1,9	4,4	5,6
110/25	456-474	72,0	29,2	49,4	21,4	28,0	48,6	24,1	5,8	78,5	3,3	2,7	4,2	10,1	11,4
110/26	474-485	73,3	48,9	34,7	16,4	26,7	32,9	16,8	7,6	57,3	5,9	4,4	9,0	19,3	23,4

Bohrprofil 6637-114

Probe	Tiefe in cm	% > 2mm	gG	mG	fG	% < 2mm	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T
114/1	0-25	7,0	79,1	15,2	5,8	93,0	4,6	14,9	12,5	31,9	20,6	18,1	8,8	47,4	20,6
114/2	25-46	0	0	0	0	100	3,3	14,2	10,8	28,3	23,0	17,7	7,9	48,7	23,1
114/3	46-68	1,1	0	58,8	41,2	99,0	3,5	14,8	12,6	30,8	23,9	11,9	5,2	41,1	28,0
114/4	68-86	25,4	27,6	45,0	27,4	74,6	13,9	9,9	9,1	32,8	13,9	9,3	4,4	27,6	39,6
114/5	86-100	7,1	0	66,0	34,0	92,9	6,4	11,7	13,4	31,6	16,9	13,0	5,1	35,0	33,4
114/6	177-193	11,1	0	42,5	57,5	88,9	13,7	12,3	9,3	35,3	14,5	9,7	5,4	29,5	35,2
114/7	193-228	75,9	70,8	20,5	8,7	24,2	29,7	15,6	8,9	54,2	11,4	7,9	5,4	24,7	21,1
114/8	228-243	68,4	61,8	22,5	15,7	31,6	35,7	20,7	10,1	66,6	7,1	6,7	4,3	18,1	15,3
114/9	243-270	79,2	68,5	20,9	10,6	20,8	41,5	21,3	10,9	73,6	6,0	5,6	4,0	15,6	10,8
114/10	270-300	45,5	24,0	43,9	32,1	54,5	30,8	31,4	16,0	78,2	6,5	4,0	2,6	13,1	8,6
114/11	300-323	58,0	11,0	56,7	32,3	42,0	50,4	21,7	9,4	81,5	4,2	4,4	1,9	10,5	8,0
114/12	323-344	71,2	28,3	51,8	19,9	28,9	48,4	19,6	9,0	77,0	5,5	5,2	3,6	14,3	8,7
114/13	344-380	74,6	39,1	47,4	13,5	25,4	40,0	22,4	12,7	75,1	6,4	6,2	2,6	15,2	9,7
114/14	380-418	73,6	62,4	24,3	13,4	26,4	43,8	22,2	12,9	78,9	5,7	4,4	2,5	12,5	8,7
114/15	418-434	3,2	0	56,3	43,7	96,8	30,8	61,9	4,3	97,0	0,1	0,3	0,3	0,7	2,4
114/16	434-446	78,0	69,3	25,1	5,6	22,0	26,3	35,7	27,2	89,2	2,5	1,4	1,6	5,5	5,2
114/17	446-451	0	0	0	0	100	1,8	9,7	29,3	40,8	19,3	10,7	4,8	34,7	24,4
114/18	451-460	9,8	0	25,5	74,5	90,2	31,4	44,7	14,8	90,9	1,9	0,8	0,7	3,4	5,7
114/19	460-483	57,5	49,3	32,5	18,2	42,5	29,9	50,8	11,9	92,6	2,4	0,1	1,6	4,1	3,2
114/20	483-500	72,5	38,8	38,8	22,4	27,5	46,6	30,0	12,6	89,2	2,3	1,2	1,0	4,4	6,4

Bohrprofil 6737-149

Probe	Tiefe in cm	% > 2mm	gG	mG	fG	% < 2mm	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T
149/1	0-23	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	1,2	3,9	11,8	17,0	27,6	25,6	14,1	67,3	15,7
149/2	23-46	21	92,9	0,8	6,3	78,8	4,8	9,5	10,7	25,0	23,8	20,7	9,3	53,9	21,1
149/3	46-61	9,5	52,8	19,3	27,9	90,5	8,4	18,0	12,9	39,3	21,5	14,1	7,1	42,7	18,0
149/4	61-79	10,8	62,6	21,1	16,4	89,2	14,2	18,9	13,1	46,2	17,7	12,7	5,3	35,6	18,2
149/5	79-100	13,8	45,3	30,1	24,6	86,2	25,2	26,6	11,4	63,2	11,6	7,1	3,5	22,2	14,6
149/6	108-127	10,2	0	48,3	51,7	89,8	24,4	27,8	15,5	67,7	9,6	6,4	3,6	19,5	12,9
149/7	127-137	31,3	72,0	8,5	19,5	68,7	36,3	25,4	10,2	71,8	7,3	4,6	2,0	13,9	14,3
149/8	137-152	28,9	16,5	29,8	53,7	71,1	46,6	29,8	3,9	80,3	2,0	1,0	1,1	4,1	15,6
149/9	152-167	34,2	21,3	41,5	37,2	65,8	34,1	28,7	4,4	67,2	2,0	0,7	0,5	3,3	29,5
149/10	167-193	66,4	66,1	19,9	14,0	33,6	44,2	39,2	4,7	88,1	1,9	1,3	0,0	3,2	8,7
149/11	193-216	36,9	47,3	21,6	31,1	63,2	36,4	54,2	2,5	93,0	1,0	0,5	0,7	2,2	4,8
149/12	216-236	54,8	38,8	40,2	21,0	45,2	35,0	50,2	5,6	90,8	1,3	0,9	1,3	3,5	5,8
149/13	236-270	54,6	37,0	33,4	29,7	45,4	16,2	14,5	11,6	42,3	10,2	12,2	14,5	37,0	20,7

Anhang IV-2: Übersicht der untersuchten C_{org}- und Humus-Gehalte organischer Horizonte

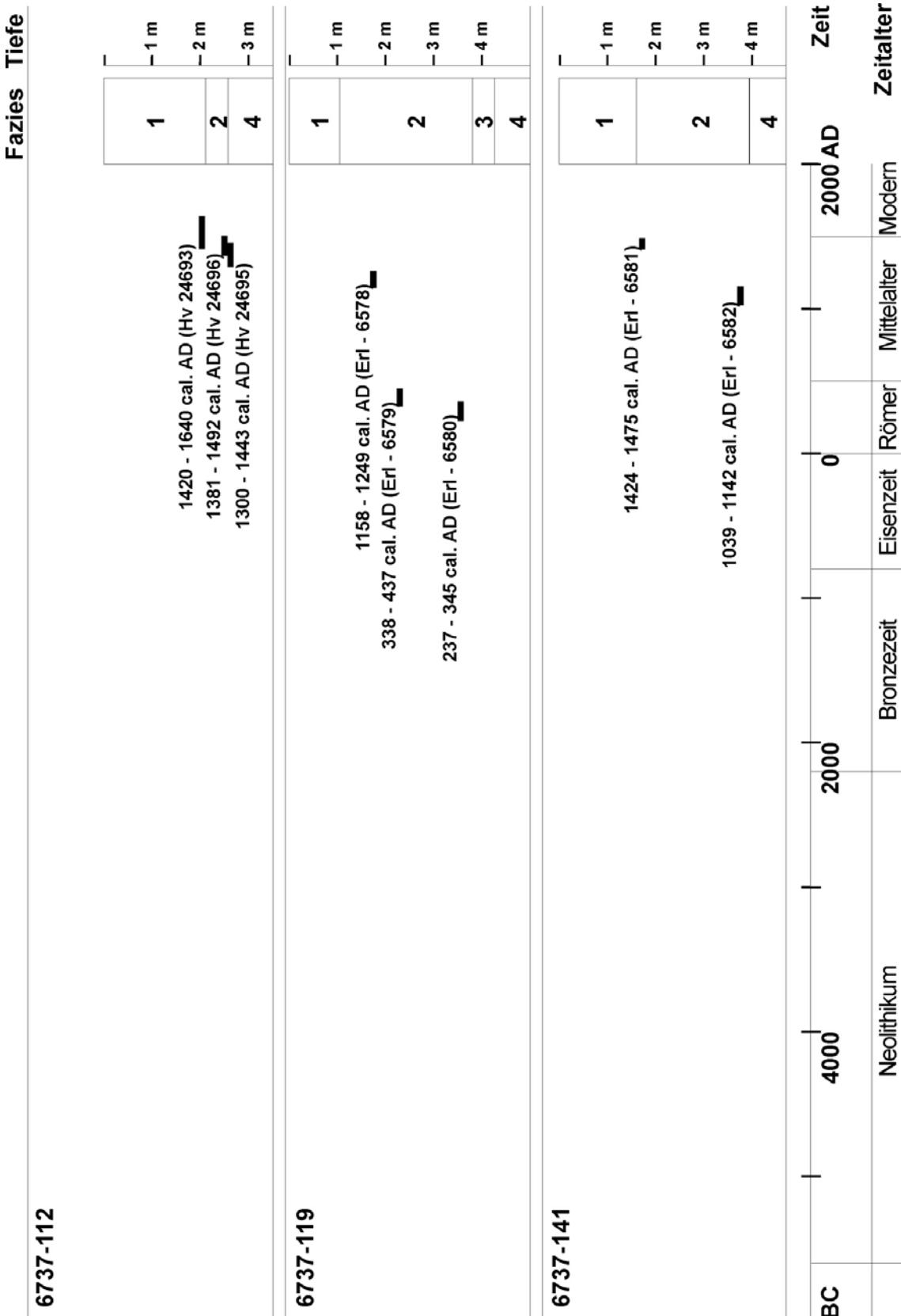
Probennr.	Tongehalt	Schluffgehalt	organischer C-Gehalt in %	Humus (%)
6637-109/11	20,09	66,08	4,87	8,38
6637-109/13	16,28	70,88	5,31	9,13
6637-109/16	17,45	66,88	9,22	15,86
6637-109/17	20,88	68,36	11,17	19,21
6637-109/18	23,41	52,54	10,70	18,40
6737-119/15	17,00	30,70	4,54	7,81
6737-119/16	13,60	33,80	7,40	12,73

Anhang IV- 3: Schwermetallgehalte der ‚Pochsedimente‘ vs. Fazies 3 und Auelehm

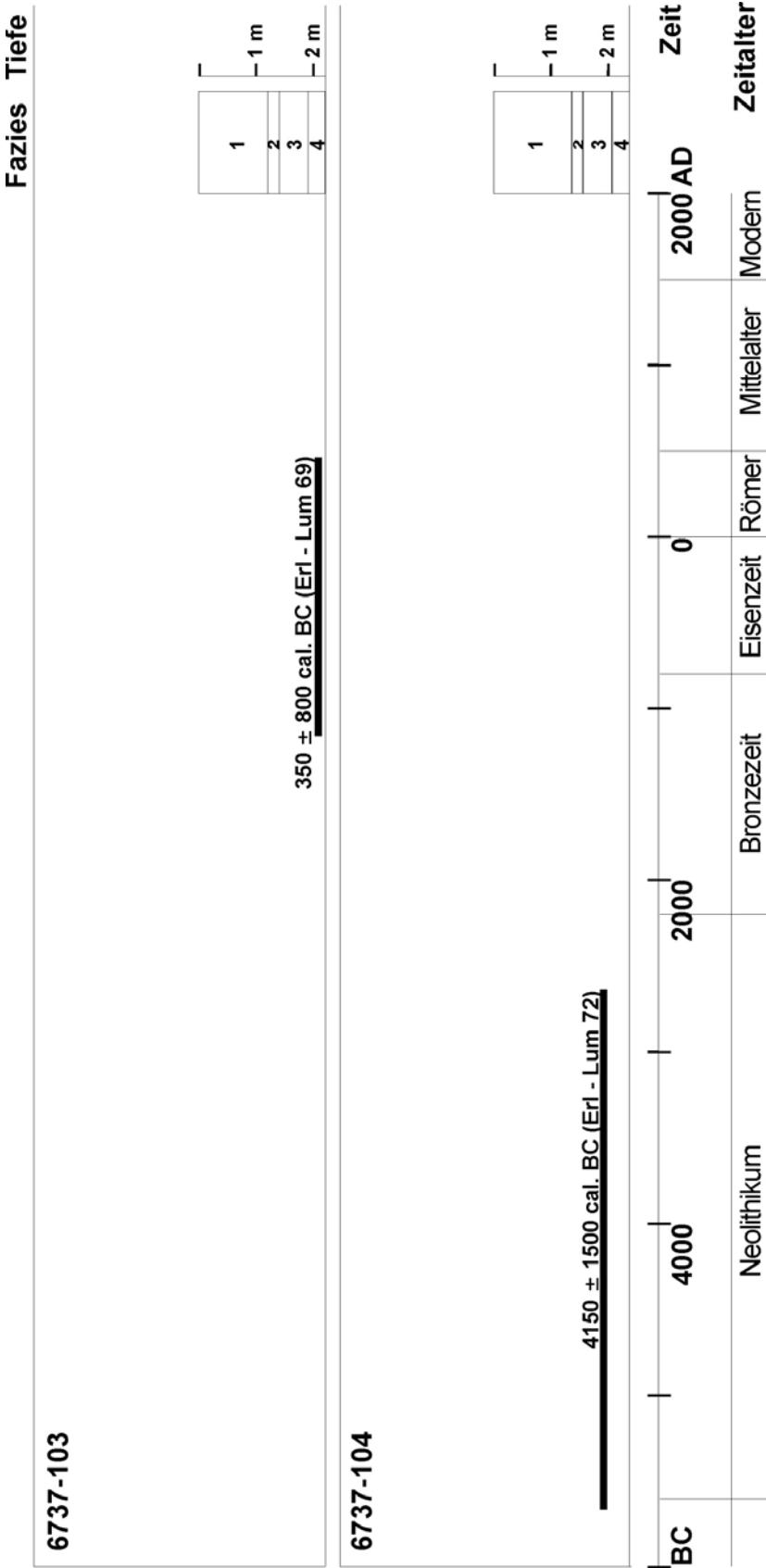
Probe	Rb	Error	Pb	Error	Zn	Error	Cu	Error	Fe	Error	Mn	Error	Angaben in mg/kg
NWG	12,27	7,75	12,26	2,72	43,02	6,90	68,97	10,31	179,40	22,12	140,02	34,56	
6737-134/6	121,80	12,90	31,20	9,90	n.n.	30,75	n.n.	48,30	10496,00	310,00	n.n.	405,00	evtl. Beimischung von Pochsandresten?
6737-134/7	144,10	13,90	30,60	10,00	63,30	22,40	n.n.	49,50	14400,00	370,00	524,80	310,00	evtl. Beimischung von Pochsandresten?
6737-134/8	146,30	14,10	28,20	9,90	n.n.	31,50	n.n.	49,35	13798,40	370,00	584,40	310,00	evtl. Beimischung von Pochsandresten?
6737-135/9	148,10	14,20	36,20	10,50	78,40	23,20	n.n.	50,40	20595,20	470,00	1029,60	380,00	Pochsand
6737-135/10	201,20	16,60	37,40	11,00	132,90	26,50	n.n.	55,95	24896,00	540,00	882,40	420,00	Pochsand
6737-135/11	135,50	14,20	30,50	10,60	79,60	24,50	n.n.	54,00	23296,00	520,00	1540,00	430,00	Pochsand
6737-136/9	177,80	15,90	36,30	10,90	86,20	24,90	n.n.	53,70	26188,80	560,00	1080,00	430,00	Pochsand
6737-136/10	209,20	18,30	48,90	12,80	171,40	30,90	n.n.	63,75	54886,40	1000,00	2160,00	660,00	Pochsand
6737-136/11	189,60	17,60	48,30	12,80	161,10	31,20	n.n.	66,75	57651,20	1000,00	2259,20	680,00	Pochsand
6737-137/11	209,20	17,50	41,20	11,80	165,00	33,00	601,20	58,20	32486,40	660,00	1329,60	500,00	Pochsand
6637-110/17	80,80	10,30	11,80	7,80	33,30	18,90	n.n.	43,95	3648,00	170,00	288,40	170,00	Fazies 3
6737-133/7	124,60	12,00	25,10	8,70	66,20	20,40	n.n.	44,70	8064,00	250,00	n.n.	330,00	Fazies 3
6737-133/8	116,70	12,40	25,30	9,30	38,30	20,40	n.n.	46,05	8025,60	260,00	n.n.	345,00	Fazies 3
6737-135/6	138,70	13,80	26,70	10,00	44,00	21,60	n.n.	47,85	16691,20	410,00	603,60	340,00	Fazies 2
6637-110/8	142,40	13,70	33,80	10,00	45,00	21,00	n.n.	46,65	10099,20	300,00	500,00	270,00	Fazies 2
6637-110/6	149,30	14,70	29,80	10,50	67,50	23,60	n.n.	51,60	18393,60	440,00	n.n.	525,00	Fazies 1

Anhang IV-4: Übersicht der Datierungen (Zeit vs. Tiefe)

IV-4.1 Datierungen 6737-112, -119, -141



IV-4.2 Datierungen 6737-103, -104



IV-4.3 Datierung des Baggerschnitts

	Fazies	Tiefe	
6737-100/15			
6737-100/6			
642 - 694 AD (Hv 24691)			
	1	-1 m	
	2	-2 m	
1691 - 1517 BC (Hv 24690)			
	1	-1 m	
	2	-2 m	
1643 - 1516 BC (Hv 24689)			
	1	-1 m	
	2	-2 m	
	3	-3 m	
	4	-4 m	
			Zeit
			2000 AD
		0	
			Modern
			Zeitalter
BC	4000	2000	
			Eisenzeit
			Römer
			Mittelalter
			Neolithikum

Anhang IV-5: Kalibration der ^{14}C -Datierungen

RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM*

CALIB REV4.4.2

Copyright 1986-2004 M Stuiver and PJ Reimer

*To be used in conjunction with:

Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215-230.

SAMPLE 6737-100/5

LABCOD Hv 24689

DESCRIPTION

Radiocarbon Age BP 3300 +/- 70

Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal BC 1683- 1667 cal BC 1662- 1647 cal BC 1643- 1516	0.087 0.082 0.831
95.4 (2 sigma)	cal BC 1739- 1705 cal BC 1701- 1431	0.050 0.950

SAMPLE 6737-100/6

LABCOD Hv 24690

DESCRIPTION

Radiocarbon Age BP 3325 +/- 85

Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal BC 1733- 1717 cal BC 1691- 1517	0.061 0.939
95.4 (2 sigma)	cal BC 1874- 1842 cal BC 1811- 1800 cal BC 1776- 1427	0.025 0.007 0.968

SAMPLE 6737-100/15

LABCOD Hv 24691

DESCRIPTION

Radiocarbon Age BP 1350 +/- 55

Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 642- 694 cal AD 697- 717 cal AD 748- 766	0.676 0.174 0.150
95.4 (2 sigma)	cal AD 565- 567 cal AD 581- 586 cal AD 597- 781 cal AD 793- 804	0.002 0.003 0.989 0.007

SAMPLE 6737-109/16
 LABCOD Hv 24692
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 110 +/- 100
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1679- 1740 cal AD 1752- 1756 cal AD 1804- 1936 cal AD 1947- 1952	0.306 0.018 0.653 0.024
95.4 (2 sigma)	cal AD 1535- 1536 cal AD 1637- 1955*	0.001 0.999

SAMPLE 6737-112/15
 LABCOD Hv 24693
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 410 +/- 110
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1423- 1529 cal AD 1550- 1633	0.584 0.416
95.4 (2 sigma)	cal AD 1301- 1372 cal AD 1378- 1676 cal AD 1764- 1769 cal AD 1775- 1802 cal AD 1939- 1946	0.063 0.913 0.002 0.018 0.004

SAMPLE 6737-112/18
 LABCOD Hv 24695
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 545 +/- 105
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1300- 1373 cal AD 1377- 1443	0.509 0.491
95.4 (2 sigma)	cal AD 1269- 1525 cal AD 1557- 1631	0.932 0.068

SAMPLE 6737-112/19
 LABCOD Hv 24696
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 500 +/- 110
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1302- 1370 cal AD 1381- 1492 cal AD 1602- 1610	0.323 0.649 0.028
95.4 (2 sigma)	cal AD 1290- 1637	1.000

SAMPLE 6737-119/7
 LABCOD Erl-6578
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 857 +/- 44
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1070- 1079 cal AD 1127- 1136 cal AD 1158- 1249	0.059 0.064 0.877
95.4 (2 sigma)	cal AD 1039- 1103 cal AD 1115- 1142 cal AD 1151- 1272	0.197 0.092 0.711

SAMPLE 6737-119/10
 LABCOD Erl-6579
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 1651 +/- 46
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 263- 276 cal AD 338- 437 cal AD 454- 457 cal AD 522- 526	0.068 0.897 0.017 0.018
95.4 (2 sigma)	cal AD 259- 282 cal AD 290- 298 cal AD 321- 534	0.069 0.015 0.916

SAMPLE 6737-119/15
 LABCOD Erl-6580
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 1751 +/- 45
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 237- 345 cal AD 369- 380	0.939 0.061
95.4 (2 sigma)	cal AD 135- 159 cal AD 170- 196 cal AD 209- 405	0.037 0.041 0.923

SAMPLE 6737-141/7
 LABCOD Erl-6581
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 449 +/- 43
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1424- 1475	1.000
95.4 (2 sigma)	cal AD 1403- 1518 cal AD 1596- 1620	0.952 0.048

SAMPLE 6737-141/16
 LABCOD Erl-6582
 DESCRIPTION
 Radiocarbon Age BP 925 +/- 44
 Calibration data set: intcal98.14c (Stuiver et al.,
 1998a)

% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1039- 1142 cal AD 1150- 1159	0.918 0.082
95.4 (2 sigma)	cal AD 1022- 1193 cal AD 1197- 1210	0.968 0.032

References for calibration datasets:
 Stuiver, M., and Braziunas, T.F., (1993), The Holocene 3:289-305.
 Stuiver, M., Reimer, P.J., and Braziunas, T.F., (1998b), Radiocarbon 40:1127-1151. (revised dataset)
 Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., v.d. Plicht, J., and Spurk, M. (1998a), Radiocarbon 40:1041-1083.
 McCormac, F.G., Reimer, P.J., Hogg, A.G., Higham, T.F.G., Baillie, M.G.L., Palmer, J., Stuiver, M., (2002), Radiocarbon 44: 641-651.

Comments:

- * This standard deviation (error) includes a lab error multiplier.
- ** 1 sigma = square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)

** 2 sigma = 2 x square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)
where ^2 = quantity squared.
[] = calibrated with an uncertain region or a linear extension to
the calibration curve
0* represents a "negative" age BP
1955* or 1960* denote influence of nuclear testing C-14

NOTE: Cal ages and ranges are rounded to the nearest year which may
be too precise in many instances. Users are advised to round
results to the nearest 10 yr for samples with standard deviation in
the radiocarbon age greater than 50 yr.

Anhang IV-6: Profilbeschreibungen 6637**6637-101 Rammkernbohrung Rieden**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	Krümelgefüge, durchwurzelt
25-65			aM	2	Lehm	hellbraun	Krümelgefüge, durchwurzelt, Wurmgänge
65-100				3	Lehm	hellbraun	
100-130				4	Lehm	hellbraun	
130-137			aGo	5	Lehm	hellbraun, rote und graue Flecken	leicht reduziert und oxidiert
137-145		2	aGr	6	Lehm	grau, wenig rötliche Flecken	
145-172				7	Lehm	grau	wenig Holzkohle
172-195				8	Lehm	grau	wenig Holzkohle
195-200							Steg
200-212	II	3	aGr	9	sandiger Lehm	grau	
212-225				10	Lehm	grau	Makroreste
225-242				11	Lehm	grau, mit orange Schlieren	Holzkohle bei 142 cm
242-250				12	Lehm	grau, stellenweise orange Schlieren	Steg
250-265				13	feinsandiger Lehm	hell braunlich - grau	Holzkohle bei 155 cm
265-273	III	4	alC	14	Mittel- bis Grobsand		Holzkohleband bei 280 cm und Holzkohle bei 287 cm, bei 300 cm Holz angebohrt
273-300				15	Grobsand und Kies		
300-350	IV	4					

6637-102 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-38	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge
38-80			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge
80-100				3	Lehm	hellbraun, Oxidationsflecken	fester als Probe 2, Holzkohle
100-126				4	Lehm	hellbraun	Kernverlust, Verzug
126-180			aGr	5	Lehm	grau	Holzkohle
180-207		2		6	Sand und Lehm	grau	Makroreste bei 213-217 cm
207-245				7	Sand und Kies	rötlich	
245-260				8	kiesig sandiger Grus	rötlich	
260-300				9	Grus	rötlich	Verzug
300-370	III	4	alC	10	lehmg angewitterter Kalkgrus	hell	
370-425							
425-440			Cv				

6637-103 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-32	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge
32-68			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Krümelgefüge, Wurmgänge
68-100				3	Lehm	hell-gelblich braun	durchwurzelt, Wurmgänge
100-143				4	feinsandiger Schluff	rötlich mit Oxidationsflecken	wenig Holzkohle in Schlieren
143-169				5	feinsandiger Schluff	hell- bis braunlich-grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
169-184		2	aGr	6	feinsandiger Schluff	hell- bis braunlich-grau	sehr weich, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
184-192				7	feinsandiger Schluff	hell- bis braunlich-grau	fester als Probe 6, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
192-200				8	feinsandiger Schluff	dunkelgrau	Steg
200-208				9	mittel- bis feinsandiger Schluff (sandiger als Probe 8)	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
208-218				10	feinsandiger Schluff	dunkelgrau	Holzkohle, Feinwurzeln
218-240	III	3	alC	11	feinsandiger Schluff	hellgrau	Holzkohle, Kalkausfällungen in Schlieren, Feinwurzeln
240-282				12	Feinsand	dunkelbraun	humos, Holzkohle, Holz bei 284 cm (Sonderprobe 103/15)
282-300				13	kiesiger Sand und Makroreste		Kernverlust
300-360				14	sandiger Kies		viele Makroreste
360-375	IV	4					
375-400							

6637-104 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge
34-67			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt bis 57 cm, Holzkohle, Wurmgänge, Steinchen bei 82 cm
67-100				3	Lehm	hellbraun	Holzkohle, Wurmgänge, Steinchen bei 82 cm
100-141				4	schluffiger Lehm	rötlich braun, Oxidationsflecken	Holzkohle
141-165				5	schluffiger Lehm	rötlich braun, Oxidationsflecken (geringe Farbänderung gegenüber Probe 4)	Holzkohle
165-174		2	aGo	6	feinsandiger Schluff	Übergang zu Gr, starke Oxidationsflecken	wenig Holzkohle
174-195				7	schluffiger Lehm, weich	hellbraunliches grau	Holzkohle (Stück bei 176 cm)
195-216				8	schluffiger Lehm, fester	grau	mehr Holzkohle als in Probe 7
216-225				9	Lehm mit Sandlagen	Übergang zu dunkelgrau	wenig Holzkohle
225-235				10	Lehm	dunkelgrau	mehr Holzkohle, kleinste Kalkkonkretionen
235-249	III	3	fAa	11	feinsandiger Schluff	grau schwarz	Übergang zu humoser Schicht, Holzkohle, etwas größere Kalkkonkretionen
249-300				12	Schluff und Organik	schwarzbraun	ammoniatische Schicht mit viel Organik, Wurzeln, keine Makroreste
300-357				13	Sand	hell und braun	Kernverlust
357-404	IV	4	alC	14	Sand, Kies, Grus	Sand rotlich, Kies bunt, Grus weiß	humos mit Makroresten
404-480							

6637-105 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	aM	Ah	1	feinsandiger Schluff	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Kalksteinchen
37-100				2	feinsandiger Schluff, sandiger als die anderen Profile dieser Linie	hellbraun	durchwurzelt bis 70 cm, Holzkohlestückchen
100-132				3	feinsandiger Schluff	hellbraun	sehr schluffig, weniger sandig als andere Profile dieser Linie
132-147		aGr	aGor	4	feinsandiger Schluff	rötlich und grau	Übergang zu Gr, sandiger als Probe 3
147-161				5	sandiger Lehm	grau	Holzkohle
161-185				6	Mittel- bis Feinsand	grau	viel Holzkohle bei 183-184 cm
185-205				7	feinsandiger Schluff, Sand in Bändern von wenigen Zentimetern	dunkelbraun grau	Holzkohle
205-217				8	Wechsellagen von Sand und Schluff	grau	Holzkohle, Makroreste im Sand; 205-209 cm sandig, 209-213 cm heller toniger Schluff, 213-217 cm dunkler feinsandiger Schluff
217-248				9	Wechsellagen von Sand und Schluff	grau	217-220 cm Feinsand mit Makroresten, 220-223 cm Holz, 223-226 cm feinsandiger Schluff, 226-229 cm Schluff (kaum Sand), 229-235 cm Holz, 235-240 cm feinsandiger Schluff, Makroreste
248-288				10	Wechsellagen von Sand und Schluff	grau	248-254 cm Mittelsand mit Makroresten, 254-269 cm Mittelsand mit Kies und Makroresten, 269-275 cm Holz, 275-288 cm Mittelsand mit Makroresten
288-300							Kernverlust
300-350	III	3		11	Mittelsand	grau	wenige Makroreste, gehäuft bei 340-343 cm
350-372				12	Sand, wenig Feinkies	rötlich	Holz bei 369 cm
372-415	IV	4		13	Sand und Kies	rötlich	

6637-106 Rammkernbohrung südlich Ensdorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-19	I	aM	Ah	1	sandiger Schluff, 16-19 cm Feinsand	fahlbraun	sehr trocken, durchwurzelt
19-42				2	feinsandiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
42-68				3	lehmiger Sand	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkstippchen
68-100				4	lehmiger Sand	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkstippchen, Probenmaterial nur bei 74-80 und 82-90 cm wegen Verzug und Kernverlust
100-112				5	sandiger Lehm	hellbraun	Holzkohle z.T. in Schlieren
112-126		aGr		6	schluffiger Lehm	hellbraun	Holzkohle, wenige Makroreste
126-146				7	schluffiger Lehm	hellbraun	Holzkohle, wenige Makroreste, unten Übergang zum Gley
146-170				8	Lehm	hellgrau, leicht hellbraun	feucht, weich, wenig Holzkohle, wenig schwarze Feinwurzeln
170-194				9	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
194-221				10	schluffiger Lehm	grau (dunkler)	Holzkohle, Kalkkonkretionen, schwarze Feinwurzeln
221-242	II	aGr		11	Lehm	grau, wenig hellere Stellen	Feinwurzeln
242-257				12	Lehm	grau	Holzkohle, Feinwurzeln - auch schwarze
257-266				13	Lehm, angewitterter Kies	grau, teils weiß und fahirot	Holzkohle
266-275				14	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, wenige Makroreste und Steinchen
275-284		aGr		15	Sand mit Kies	grau, Kies bunt	Holzkohle, Makroreste
284-300				16	sandiger Lehm	rötlich bis graulich	sehr fest, Kalkstippchen
300-311				17	schluffiger Lehm	grau	nass, wenige Makroreste, Kalkkonkretionen - evtl. von oben nachgerutscht
311-324				18	Lehm mit Feingrus	grau mit rötlichen Stellen	nass
324-337				19	feinsandiger Lehm	rötlich braun bis grau	
337-347		aGr		20	feinsandiger Lehm	blaugrau, mit rötlichem Übergang von oben	
347-355				21	Sand, Feinkies und Lehm	graubraun	
355-364				22	Lehm, Sand, Kies	blaugrau, Sand rötlich, Kies bunt	
364-371				23	Feinkies, Kies	grau	
371-393				24	Feinkies, Kies	orange-rot	
393-420	IV	aGr		25	Feinkies, Kies	orange-rot	
420-441				26	Feinkies, Kies	orange-rot	
441-478				27	Feinkies, Kies, Grus	orange-rot	
478-480				28	lehmig angewitterter Kalkgrus		
V	5	Cv		29			

6637-107 Rammkernbohrung südlich Ensdorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	aM	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
37-64				2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
64-100		aGr		3	Lehm, Sandeinlagerung bei 87-89 cm	hell bis fahlbraun, rote Flecken	feucht, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-120				4	Lehm, Sandeinlagerungen bei 107-108 cm	hell bis fahlbraun	feucht, wenig Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
120-136				5	schluffiger Lehm	fahlbraun bis gräulich	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
136-163				6	weniger schluffiger Lehm	grau, wenige rote Flecken	Holzkohle
163-171				7	schluffiger Lehm	grau, sehr wenige rote Flecken	Holzkohle, Feinwurzeln
171-186				8	schluffiger Lehm	grau, sehr wenige rote Flecken	Holzkohle, Feinwurzeln, Kalkkonkretionen, Makroreste
186-209				9	schluffiger Lehm	grau, sehr wenige rote Flecken	wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
209-222		aGr		10	schluffiger Lehm mit wenig Grob- und Mittelsand	grau, wenige rote Flecken (sehr klein)	Holzkohle, Kalkkonkretionen
222-236				11	lehmiger Grobsand, Kalkgrus	grau-braun (sandbraun)	
236-250				12	Mittelsand bis Feinkies, Kalkgrus	graubraun	
250-264				13	Sand mit Kies	graubraun	Kalkgrus
264-279				14	Mittelsand bis Feinkies	orangerot	
279-300	V	aC		15	Mittelsand mit Kies	orangerot	
300-306				16	Mittelsand mit Kies	orangerot	
306-331				17	Mittelsand bis Feinkies, Feingrus	orangerot	
331-353				18	Feinkies, Mittelsand	faul grau	Kernverlust
353-383				19	lehmig angewitterter Kalkgrus		
383-410	VI	5	Cv	20			

6637-108 Rammkernbohrung südlich Ensdorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-32	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Stein bei 15 cm
32-56			aM	2	Lehm	dunkelbraun	oben trocken, unten feucht, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
56-84				3	schluffiger Lehm	hellbraun, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
84-100				4	sandiger Lehm mit Feingrus	hellbraun, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-117	II	2	aGr	5	schluffiger Lehm, wenig Grobsand	grau, wenige rote Flecken	Holzkohle, vereinzelt Steinchen, schwarze Feinwurzeln
117-146				6	schluffiger Lehm (Sandige Stellen)	hellgrau, orange Flecken (sandig)	Holzkohle, Feinwurzeln
146-173				7	Lehm	hellbraun bis grau mit orangenen Schlieren	
173-194			IC	8	Lehm mit Grus	hellbraun	
194-220	III	4		9	sandiger Lehm mit Grus	hellbraun	Eisenausfällungen an Kalkkonkretionen
220-240				10	Sand mit Fein- bis Mittelgrus	hellbraun	
240-267				11	leicht lehmiger Sand	hellbraun - orange	Kalkstein bei 256-260 cm
267-300				12	lehmiger Sand	orange	nach unten fester, sehr feucht
300-342	IV	5	Cv	13	lehmig angewitterter Kalkgrus	hellorange	
342-400				14	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

6637-109 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-24	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle im unteren Bereich, Regenwurmgang
24-45			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, ganz wenig Holzkohle
45-68				3	Lehm	hellbraun	durchwurzelt
68-100				4	Lehm, (etwas toniger als Probe 3)	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
100-136				5	toniger Lehm	hellbraun	Kernverlust
136-147				6	Lehm	hellbraun	Holzkohle
147-171				7	Lehm	hellbraun	Feinwurzeln, Holzkohle
171-196			aGr	8	Lehm	hellgrau	wenig Holzkohle
196-210				9	schluffiger Lehm	hellgrau	sehr weich, feucht, sehr wenig Holzkohle
210-221				10	schluffiger Lehm, Sandeinlagerungen z.B. bei 124, 125, 129-131 cm	hellblau-grau	Holzkohle, Makroreste bei 129 cm
221-249	II	1	fAh	11	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Wurzeln, Wurzelgang schwarz ausgekleidet
249-264			aGr	12	schluffiger Lehm	dunkelgrau	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
264-276			fAh	13	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkaufällungen
276-287			aGr	14	schluffiger Lehm	dunkelgrau	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
287-300	III	1		15	lehmiger Schluff	graubraun	Verzug
300-314			fAh	16	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
314-324			fAh	17	Lehm	dunkelbraun	feucht, durchwurzelt
324-346			fAh	18	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Makroreste, Grus
346-364	IV	1		19	Sand, Kies, Grus	grau	
364-377				20	Sand, Kies, Grus	hellorange	
377-395				21	Sand, Kies, Kalkstein bei 425 cm	dunkelgrau	
395-419				22	Grobsand, Feinkies	dunkelgrau	
419-438	V	4		23	Kies und Grus	orange-grau	
438-445				24	Kies, Grus, Grobsand	dunkelorange - braun (oxidiert)	
445-470				25	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
470-499							
499-500	VI	5	Cv				

6637-110 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-24	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, Krümelgefüge, durchwurzelt
24-46				2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Mollusken, Regenwurmgang
46-70			aM	3	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen oder Mollusken, Regenwurmgang
70-100				4	toniger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmgang
100-160							Kernverlust
160-174				5	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
174-191	II	2	aGr	6	Lehm	hellbraun	Holzkohle, Kalkkonkretionen
191-207				7	Feinsand und Lehm	grau	wenig Holzkohle
207-223				8	lehmiger Sand	hellgrau	
223-238				9	lehmiger Sand	hellgrau, bei 232-234 cm braun	
238-264				10 -12	Lehm und Sand wechselseitig	Lehm blaugrau, Sand rötlich	Stein bei 260 cm
264-275				13 + 14	Lehm und Sand wechselseitig	hellblau-grau und hellgelb	
275-285	III	3		15	Grobsand	bläulich grau	
285-300				16	Grobsand	hellgrau	
300-310							Kernverlust
310-333				17	Grobsand und Feinkies	fahl graubraun	
333-341				18	sandiger Lehm	blau-grau, graubraun	Makrorest
341-352				19	Grobsand	hellgrau	
352-360	IV	4	alC	20	Grobsand, Lehm bei 354-356 cm, Feinkies	graubraun	Makroreste bei 355 cm
360-383				21	Kies und Grus	hellorange	
383-406				22	Kies und Grus	hellorange	
406-431				23	Kies und Grus	hellorange	
431-456				24	Kies und Grus	hellorange	
456-474				25	Kies und Grus	hellorange	
474-485	V	5	Cv	26	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

6637-111 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-21	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
21-46				2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Holzkohle, Regenwurmgang
46-71				3	Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Holzkohle, Regenwurmgänge
71-100				4	Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Holzkohle
100-119							Kernverlust
119-146		aM		5	Lehm	hellbraun	Holzkohle, kleine dunkelbraune Konkretionen (vorsichtig mörsem)
146-157				6	Lehm	grau	Holzkohle, braune Stellen
157-177	II	2	aGr	7	Grobsandiger Lehm mit Feinkies	sehr hell grau (fast weiß) mit orangenen Schlieren	
177-195				8	schluffig sandiger Lehm	sehr hell grau (fast weiß) mehr orangene Schlieren als Probe 7	schwarze Feinwurzeln, Eisenkonkretionen am Bohrstockrand bei 191 cm
195-215			aGor	9	toniger Lehm	orange und grau	Eisenkonkretionen
215-233				10	toniger Lehm	orange und grau	schwarze Feinwurzeln, Eisenkonkretionen, Stein bei 228-229 cm
233-240		aGr		11	toniger Lehm mit Feinkies	blaugrau, wenig orangene Schlieren	
240-250				12	Lehm, Feinkies	grau-orange	
250-266				13	Lehm (nach unten schluffiger), Sand bei 253-256 und 259-260 cm eingelagert	blaugrau	wenig Holzkohle bei 265 cm
266-280				14	sandiger Lehm	grau bis graubraun	bis 271 cm Substrat schwimmend, schräger Übergang von 275-280 cm
280-291	III	3	aC	15	Kies	grau	
291-300							Kernverlust
300-331				16	Sand, Grus und Kies	Sand grau, Grus weiß, Kies bunt	
331-348	IV	4	aC	17	Sand und Grus	ocker	
348-371				18	Kies mit Grus	ocker	
371-396				19	Sand, Kies, Grus	bunt	
396-429				20	Kies, Grus	bunt	
429-465				21	sandig verwitterter Kalkgrus		feucht
465-488				22	sandig verwitterter Kalkgrus		feucht
488-500	V	5	Cv	23	lehmig angewitterter Kalkgrus		

6637-112 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-29	I	Ah	1	Lehm mit Grus	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge	
29-46			2	Lehm mit Grus	hellbraun	durchwurzelt	
46-72			3	toniger Lehm	rotbraun	kompakt, wenig Holzkohle, Regenwurmgänge	
72-100			4	toniger Lehm, Grus	rotbraun	Holzkohle	
100-165		IC	5	Lehm mit Grus	dunkelbraun	Kernverlust	
165-205			6	lehmig sandiger Kies	braun		
205-243			7	sandig, wenig lehmiger Kies	hellbraun-hellorange	schräger Übergang zu Probe 8	
243-265	II	aC	8	sandiger Kies	hellorange-braun		
265-291			9	Kies mit Kalkgrus	Kies bunt	Kernverlust	
291-300			10	feinkiesiger Sand	orange bunt		
300-356			11	sandiger Kies, Kalkgrus	Kies bunt, Sand hellorange		
356-368			12	Sand	orange		
368-414			13	Feinkies	orange - bunt		
414-435			14	Feinkies, Grus	bunt - orange	unten ca. 1 cm anstehender lehmig verwitterter Malmkalk	

6637-113 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-26	I	Ap	1	schluffiger Lehm	braun	trocken, kompakt, durchwurzelt	
26-46			2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, Holzkohle, Krümelgefüge	
46-72			3	toniger Lehm, einzelne Kalkbruchstücke, Kies	rötlichbraun	wenige Wurzeln, wenig Holzkohle in Schlieren	
72-100			4	lehmiger Ton, mit vielen Kalkbruchstücken, Kies	rot	wenige Holzkohle-Schlieren	
100-164		IC	5	lehmiger Ton mit vielen Kalkbruchstücken, Kies	rot	Kernverlust	
164-197			6	lehmiger Ton mit vielen Kalkbruchstücken, Kies	rot	enthalt Sandsteine, die zu orangenen Sandnestern verwittern	
197-218			7	lehmiger Ton mit vielen Kalkbruchstücken, Kies, etwas sandiger als vorherige Proben	rotbraun		
218-245	II	aC	8	sandiger Lehm, Kies und Kalkgrus	orangerot		
245-261			9	sandiger Lehm, Kies und Kalkgrus	orange		
261-300			10	sandiger Kies mit Kalkgrus	orange, bunt		
300-331			11	Sand mit wenigen Kalkbruchstücken	orange		
331-387		aC	12	sandiger Kies mit Kalkgrus	bunt, orange		
387-433			13	Kies	bunt - hellorange	kompakt	
433-456			14	Sand und Kies	bunt, orange	lockerer	
456-469	III	aC	15	zunehmend dicht gelagerter Kalkgrus			
469-490			16	lehmig angewitterter Kalkgrus	hellgrau		
490-500			17				

6637-114 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25	I	Ah	1	schluffiger Lehm, Kalkbruchstücke	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Strohreste eingearbeitet	
25-46			2	schluffiger Lehm	rötlich hellbraun	durchwurzelt, Regenwurmgänge, Krümelgefüge	
46-68			3	toniger Lehm, Gerölle (z.T. Sandsteine)	rot		
68-86			4	toniger Lehm, viele Gerölle	sehr dunkel rot	Holzkohle	
86-100		IC	5	Ton, Gerölle	orange-rot		
100-177			6	toniger Lehm mit Kies	orange-rot	Kernverlust	
177-193			7	toniger Lehm, Kalksteine	Lehm, rötlich, Steine weiß, Sand orange		
193-228	II	aC	8	sandig kiesiger Lehm, Kies	hellbraun	locker, nass	
228-243			9	toniger Lehm, Kies	orange		
243-270			10	sandiger Lehm, Kies	orange	locker	
270-300			11	sandiger Kies und Kalkgrus	hellorange, Grus weiß		
300-323		aC	12	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß		
323-344			13	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß		
344-380			14	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß	kompakter als zuvor	
380-418	III	aC	15	Sand mit wenig Kies	hell/rot orange		
418-434			16	sandiger Kies mit Kalkgrus	hellorange, Grus weiß		
434-446			17	Lehm	hellorange	weich, feucht	
446-451			18	Sand	orange		
451-460		aC	19	sandiger Kies	graulich braun	Stein bei 460-463 cm, Kernverlust bei 467-471 cm	
460-483			20	sandiger Kies	orange		
483-500							

6637-115 Rammkernbohrung Rieden

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	IC	Ah	1	schluffiger Lehm	braun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Kalksteinchen
23-47				2	Lehm	rotlich hellbraun	durchwurzelt
47-60				3	sandiger Lehm	rotlich mit helleren Flecken	
60-81				4	Sand	rot	
81-100				5	sandig toniger Lehm	rot	wenig Holzkohle Schlieren
100-174				6	sandig toniger Lehm	rot	Kernverlust
174-186				7	Kalkgrus, Lehm, feiner Kies	Kalkgrus weiß, Lehm braun	wenig Holzkohle Schlieren
186-215				8	Kalkgrus, Lehm, feiner Kies	Kalkgrus weiß, Lehm braun	
215-246	II	alC	4	9	Kies, Kalkgrus	orange, Kalkgrus weiß	nass
246-269				10	Kies, Kalkgrus	orange, Kalkgrus weiß	nass
269-290				11	Kies	bunt	Kernverlust
290-300				12	sandig lehmiger Kies, Kalkgrus	orange, Kalkgrus weiß	locker
300-346	III	alC	14	13	sandig lehmiger Kies, Kalkgrus	orange, Kalkgrus weiß	
346-370				14	Lehmiger Kies, Kalkgrus	orange	
370-395				15	lehmiger Sand, wenig Kies	orange	
395-420				16	lehmiger Sand	orange, nach unten hell beige	
420-446	IV	alC	18	17	lehmiger Sand	beige	
446-458				18	Lehmiger Sand, Grus	beige	
458-473				19	lehmiger Sand, Grus	beige	
473-486				20	lehmiger Sand, Grus	grau	
486-496							
496-500							

6637-116 Rammkernbohrung südlich Ensdorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	aM	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, lockeres Krümelgefüge, Makroreste
30-47				2	schluffiger Lehm	braun	durchwurzelt, Makroreste
47-70				3	schluffiger Lehm	rotlich braun	durchwurzelt, Holzkohle, Steine (Kalk, Ziegel, Schlacke bei 53-59 cm)
70-100				4	Lehm	rotlich braun	durchwurzelt, Holzkohle
100-120				5			Kernverlust
120-130				6	schluffiger Lehm	graubraun	Verzug
130-147				7	schluffiger Lehm	grau	Feinwurzeln
147-177				8	lehmiger Schluff	grau, wenig Oxidationsflecken	wenig Holzkohle-Schlieren, schwarze Feinwurzeln
177-196	II	aGr	aGr	9	Lehm	grau	feuchter und lockerer als Probe 7
196-221				10	Lehm	grau	wenig Holzkohle, wenige schwarze Feinwurzeln
221-246				11	schluffiger Lehm (wenig feinsandig)	grau	locker und feucht, wenige Makroreste
246-269				12+13	sandiger Schluff, Sand ungleichmäßig streifig verteilt	grau	wenige Holzkohle-Schlieren, wenige Feinwurzeln
269-300				14	feinsandiger Schluff	hellgrau	sehr feucht, wenige Holzkohle-Schlieren, wenige Feinwurzeln
300-318				15	lehmiger Schluff	dunkelgrau	sehr feucht und locker, wenige Feinwurzeln
318-339	III	fAh	fAh	16	lehmiger Schluff	dunkelbraun	wenig Holzkohle, Makroreste
339-373				17	Sand	graubraun	durchwurzelt, Makroreste
373-383				18	Sand	graubraun	ganz wenige Feinwurzeln
383-390				19	lehmiger Schluff	dunkelbraun	viele Makroreste
390-395	IV	aGr	aGr	20	lehmiger Sand	graubraun	Makroreste, von oben und unten etwas Sand
395-412				21	Grob sand - Feinschluff	graubraun	Holz bei 400 cm, wenige Makroreste
412-425				22	Grus	hellgrau	Makroreste
425-446	VII	4	aC	23	Grus	hellgrau	
446-464							Kernverlust
464-500							

6637-117 Rammkernbohrung südlich Ensdorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	yM	yM	Ah	1	schluffiger Lehm	faul dunkelbraun	sehr trocken, durchwurzelt, Kalkstein bei 27-32 cm
40-70				2	schluffiger Lehm	orange-hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kies bei 60-63 cm
70-100				3	Lehm	orange-hellbraun	nach unten feuchter, gering durchwurzelt, Holzkohle, Kies u.a. bei 80 cm (als Streifen)
100-126				4	Feinsandiger Lehm, etwas Kies und Grus	rotbraun	durchwurzelt, Gerölle
126-137				5	Lehm, etwas Kies und Grus	orange-grau	Holzkohle, Steinchen
137-162				6	Sand und Lehm, (Sand u.a. in Nestern)	hellgrau	Holzkohle
162-193				7	Lehm	graubraun	locker, feucht
193-220				8	schluffiger Lehm	grau	viel Holzkohle bei 409-410, wenige Makroreste
220-243	yM	yM	fAh	9	schluffiger Lehm	grau	schwarze Feinwurzeln
243-270				10	lehmiger Schluff	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
270-300					lehmiger Schluff	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln, ab 291 cm Kalkbruchstücke
300-316							Kernverlust
316-340				11	sandiger Schluff, Steine	grau	teils Verzug, teils Verzugs, Material von oben
340-357				12	toniger Lehm	dunkelbraun	Kalkstein bei 351-354 cm, Holz bei 356 cm
357-375				13	Lehm	braunlich - graulich	wenig Holzkohle, wenig Makroreste
375-397				14	toniger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Feinwurzeln auch schwarze
397-426	IV	4	aC	15	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Wurzeln, Makroreste
426-443				16	lehmiger Schluff	dunkelbraun	Makroreste (Holz bei 433-434 cm), kleine Steinchen, Sandlage bei 432-433 cm
443-449					schluffiger Lehm	grau	schräger Übergang, Material im Steg: grauer schluffiger Lehm, Verzug - nicht beprobbar
449-466	IV	4	aC	17	Sand (etwas lehmig) mit Steinen	braun	Makroreste, nach oben Übergang zu Probe 16
466-500				18	Kies und Grus	grau	Holz bei 486 cm

6637-118 Rammkerンbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-19	I	aM	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt; Krümelgefüge
19-47					2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, Holzkohle, Krümelgefüge
47-72					3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Holzkohle
72-100					4	leicht schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
100-111								Kernverlust
111-121		aGo	5				hellbraun-orange-hellgrau, kleine Oxidationsflecken	
121-136					Lehm		Holzkohle	
136-147	II	aGr	2		6	schluffiger Lehm	hellgrau mit orangenen Schlieren, Schluff in Längsbahnen sehr hell grau	Holzkohle
147-172					7	sandig schluffiger Lehm, wenig Kies	hellgrau, Sand wenig oxidiert	sehr weich, Grenze im Steg unklar
172-196					8	sandiger Lehm	oben hellgrau, nach unten orange	
196-208					9	sandiger Ton	orange mit hellgrauen Schlieren, sandige Stellen oxidiert	
208-218					10	sandiger Ton, wenig Kies	orange und hellgrau	
218-230					11	feinkiesiger Ton, etwas Kies	blaugrau, rot verwitterte Steinchen	
230-245					12	feinkiesiger Ton, etwas Kies	blaugrau, etwas mehr oxidiert	
245-262					13	lehmiger Sand	grau	
262-284					14	Sand, Grus	hellgrau	
284-300					15	sandiger Kies	grau, bunt	
300-310	III	aIC	3		16	Sand und Grus	grau	
310-321					17	Sand	hellgrau	
321-347					18	kiesiger Sand	hell beige/gelb	
347-372					19	Sand, Kies	grau-braun, Kies bunt	
372-396	IV	Cv	4		20	Sand und Grus	orange	
396-412					21	sandiger Feinkies	orange	
412-446					22	Kalkgrus, Kies und Sand	hellorange-weiß, Kies bunt	
446-470					23	lehmiger Kalkgrus	weiß	
470-480	V		5		24	lehmiger Kalkgrus	ockerfarben	
480-500					25	lehmiger Kalkgrus	grau	
					26	lehmiger Kalkgrus	weiß	

6637-119 Rammkerンbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-18	I	aM	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt; Krümelgefüge
18-40					2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Krümelgefüge, Wurmgang
40-65					3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Krümelgefüge
65-84					4	Lehm	hellbraun, kleine Oxidationsflecken	durchwurzelt, etwas mehr Holzkohle
84-100					5	sehr schluffiger Lehm	hell-fahlbraun, wenige kleine Oxidationsflecken	durchwurzelt, wenig Holzkohle
100-134					6	sehr schluffiger Lehm	hell-fahlbraun, wenig kleine Oxidationsflecken	Kernverlust
134-147		aGr	2		7	lehmiger Sand	hellbraun-grau	
147-170					8	lehmiger Sand und Steine	hellbraun-grau	Übergang von 180-189 cm schrag verlaufend
170-185					9	kiesiger Sand mit Steinen	orange	
185-208					10	Kies und Ton im Wechsel	Ton rot, Kies rotbraun, teils schwarze Flecken	
208-223	II	aIC	3		11	schluffiger Ton mit Feinkies und Steinen	rot	
223-246					12	sandiger Kies und Steine	orange	
246-270					13	Kies	orange	
270-281					14	sandiger Kies und Kalkgrus	orange	schließt mit Kalkstein ab
281-295					15	kiesiger Sand	orange, Kies bunt	Kernverlust
295-300					16	kiesiger Sand	orange, Kies bunt	
300-323	III	alC	4		17	kiesiger Sand mit Grus	orange, Kies bunt	
323-345					18	kiesiger Sand, zunehmend Grus	orange, Kies bunt	
345-371					19	kiesiger Sand, zunehmend Grus	orange	
371-395					20	Sand und Kalkgrus	Sand orange-ocker, Kalkgrus weiß	
395-429	IV		4		21	Kalkgrus	ocker bis weiß	
429-444								
444-500	V	Cv	5					

6637-120 Rammkerンbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-20	I	aM	1	Ah	1	toniger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge
20-43					2	toniger Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Subpolyedergefüge
43-71					3	toniger Lehm	hellbraun-orange	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmgang
71-85					4	toniger Lehm	hellbraun-orange	durchwurzelt, Holzkohle
85-100					5	schluffiger Lehm	fahl-hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, besonders viel Holzkohle bei 83-88 cm
100-150					6	schluffiger Lehm	fahl-hellbraun	Kernverlust
150-158		aGr	2		7	sandiger Schluff	hellgrau	durchwurzelt
158-169					8	toniger Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle (kleine Flitter)
169-173					9	toniger Lehm	hellbraun	Kernverlust
173-196					10	toniger Lehm	hellbraun-orange	mittig durchzogen von grauem Lehmband
196-223	II	aIC	3		11	toniger Lehm	hellbraun-orange	
223-246					12	toniger Lehm	hellbraun	
246-276					13	toniger Lehm	hellbraun	
276-284					14	toniger Lehm	hellbraun	
284-300					15	toniger Lehm	hellbraun	
300-323					16	toniger Lehm	hellbraun	
323-347	IV		4		17	toniger Lehm	hellbraun	
347-368					18	toniger Lehm	hellbraun	
368-395	V		5		19	toniger Lehm	hellbraun	
395-400					20	toniger Lehm	hellbraun	
					21	toniger Lehm	hellbraun	

6637-121 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-21	I	M	Ah	1	toniger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt,
21-46				2	Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, Holzkohle
46-71				3	Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, Holzkohle
71-100				4	schluffiger Lehm, wenig Mittelgrus	hellbraun bis orange	durchwurzelt, Holzkohle
100-127				5	schluffiger Lehm, wenig Mittelgrus	hellbraun bis orange	Kernverlust
127-147				6	Lehm	orange, nach unten gräulich, Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle
147-162	II	Gr	2	7	Lehm, etwas Sand, wenig Mittelgrus	grau	wenig Holzkohle
162-177				8	Sand, Fein- bis Mittelgrus	braunlich grau	wenig Holzkohle
177-196				9	schluffig lehmiger Sand, etwas Grus	braunlich grau	
196-220				10	wenig lehmiger Sand, Grus	hellgrau (gelblich)	
220-237	III	IC	3	11	Sand mit Grus	gelblich	
237-251				12	Grobsand	rötlich	
251-274				13	Sand mit Grus	gelblich	
274-286				14	Mittel- bis Grobsand	orange	Kernverlust
286-300				15	Mittelsand bis Feingruss	graulich, gelblich	
300-309	IV	IC	4	16	lehmiger Sand mit Grus	grau	
309-335				17	leicht lehmiger Sand mit Grus	grau	
335-347				18	leicht lehmiger Sand mit Grus	grau	
347-370				19	sandiger Lehm mit viel Grus	orange	
370-396				20	sandiger Lehm mit Grus	orange	
396-421				21	sandiger Lehm mit Grus	orange	
421-445				22	sandiger Lehm, Kalkgrus	braunlich	
445-473							
473-500							

6637-122 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	aM	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt; Regenwurmgänge
20-46				2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Kalkausfällungen, Regenwurmgänge
46-73				3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Holzkohle, Kalkausfällungen, Regenwurmgänge
73-100				4	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt bis 81 cm, wenig Holzkohle, wenig Kalkausfällungen, Regenwurmgang bis 85 cm
100-135				5	schluffiger Lehm	hellbraun bis orange	Kernverlust
135-158				6	schluffiger Lehm	hellbraun bis orange	schwarze Feinwurzeln bei 170 cm
158-178				7	Lehm	grau (grünlich)	weich, wenig Holzkohle
178-196				8	Lehm	grau	weich, wenig Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
196-221				9	schluffiger Lehm	grau	wenige Makroreste (schwarze Pflanzenteile)
221-236				10	Lehm, leicht schluffig	grau-braun	Übergang zu Probe 11, Feinwurzeln
236-247	II	aGr	fAh	11	Lehm	dunkelbraun	weich, feucht, bindig, wenige Holzkohle, wenig Makroreste, wenige Feinwurzeln
247-264				12	sandig schluffiger Lehm	dunkelgrau mit schwarzen Stellen (an Sand gebunden)	
264-270				13	Lehm	dunkelgrau	Feinwurzeln, wenig Kalkausfällungen
270-286				14	Feinsandiger, schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle bei 286 + 289 cm
286-300				15	lehmiger Schluff	kräftig braun	wenige Makroreste, wenige Feinwurzeln
300-314	III	fAh	fAh	16	humoser Lehm	tief braun	humos, schmierig, Makroreste, Holz
314-335				17	humoser Lehm (etwas schluffiger)	tiefbraun	humos, schmierig (wegen Humus), Makroreste, Holz bei 346-347, 353-355, 357 und 360-362 cm
335-362				18	sandiger Lehm	hellgrau	sehr nass
362-385				19	schluffiger Sand, Grus	orange	nass
385-412				20	kiesiger Sand, Grus	orange	nach unten kompakter
412-440	V	aIC					

6637-123 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-27	I	aM	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge, Regenwurmgänge, unten Steine
27-46				2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Krümelgefüge, Regenwurmgänge
46-73				3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmgang
73-100				4	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, sehr wenig Holzkohle, Regenwurmgang
100-132				5	Lehm (leicht schluffig)	hellbraun - orange	Kernverlust
132-162				6	Lehm	hellbraun - orange, wenig Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle
162-191				7	schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle, kleine Wurzeln
191-202				8	Lehm	dunkelbraun	im Steg, wenig Holzkohle-Schlüren
202-217	II	aGr	fAh?	9	lehmiger Schluff (mit Feinsand)	grau	humos, weich, durchwurzelt, Oxidationsflecken bei 215-217 cm
217-232				10	lehmiger Schluff mit Kalksteinen	grau	
232-246				11	lehmiger Schluff	grau	wenig Holzkohle-Schlüren, Kalkstein bei 264 cm
246-264				12	lehmiger Schluff	grau	Kalkkonkretionen
264-280				13	lehmiger Schluff	grau	Holzkohle bei 285 cm, mehr Kalkkonkretionen als in Probe 12, besonders zwischen 280 und 283 cm
280-289	III	fAh?	fAh?	14	Lehm	braun	Makroreste und Wurzeln, im Steg
289-300				15	sandiger (307-309 cm) Lehm	braun	sehr humos, wenig bindig, Makroreste
300-322				16	sandiger (307-309 cm) Lehm	braun	Kernverlust
322-341				17	sandiger Kies	orange, bunt	sehr humos, wenig bindig, Makroreste
341-349				18	Kies und Kalkgrus, mit Sand	Kies bunt, Grus weiß, Sand ockerfarben	
349-368	IV	3	alC	19	Kies und Sand, leicht lehmig mit Kalkgrus	braun	
368-396	V	4	alC	20	Kies und Lehm, leicht sandig mit Kalkgrus (z.T. zerfallen)	Lehm braun	
396-417				21	lehmig angewitterter Kalkgrus	braun	
417-440				22			
440-470	VI	5	Cv				

6637-124 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-47	I	aM/M	1	2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Regenwurmgänge, oben Steine	
47-71				3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt; Kalkkonkretionen, Wurmlösung, Kalkstein bei 50-52 cm	
71-136							Kernverlust	
136-163				5	Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle-Schlieren	
163-179				6	toniger Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle, Kalkgrus	
179-196				7	toniger Lehm	braun	wenig Holzkohle, Kalkgrus	
196-220				8	feinsandiger Schluff, Steine (z.B. bei 209-213 cm)	graubraun	wenig Holzkohle	
220-244	II	Gor	2	9	feinsandiger Schluff und Steine	braun-grau, unten rötlich	Kalkkonkretionen, schwarze Feinwurzeln	
244-264				10	feinsandiger Schluff	grau	wenig Holzkohle, wenig Kalkkonkretionen, schwarze Feinwurzeln	
264-280				11	lehmiger Feinsand	hellgraue Reduktionsflecken und Oxidationsflecken	Kalkkonkretionen	
280-296				12	lehmiger Feinsand	hellgraue Reduktionsflecken und Oxidationsflecken	Kalkkonkretionen	
296-320				13	feinsandiger Schluff	grau mit Oxidationsflecken	überwiegend reduziert mit einigen großen Oxidationsflecken	
320-329		Gr		14	lehmiger Schluff	grau, nach unten bräunlich		
329-336				15	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, schwarze Wurzeln	
338-349	III	fAh	4	16	sandiger Lehm mit Steinchen	hell ockerfarben	Reste aus dem Steg	
349-360				17	Sand, ab 356 cm lehmig	braun	wenig Makroreste	
360-377				18	Kies	orange, bunt		
377-391				19	lehmiger Sand mit Kalkgrus und Kies	ocker-orange		
391-413				20	lehmiger Sand mit Kalkgrus und Kies	ocker-orange		
413-438				21	Kies mit Grus	orange		
438-445				22	lehmig angewitterter Kalkgrus	braun		

6637-125 Rammkernbohrung südlich Ensendorf

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34	I	yM	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkgrus
34-70				2	schluffiger Lehm	orangebraun, wenig Oxidationsflecken	durchwurzelt, Kalkbruchstücke, Regenwurmgänge
70-100				3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkgrus bei 87-92 cm
100-146				4	sandiger Lehm mit Grus	hellbraun	Kernverlust
146-177				5	schluffiger Lehm mit Grus, leicht sandig	graubraun	weich
177-197				6	schluffiger Lehm, mit Grus	grau	weich
197-219				7	lehmiger Sand, Steine	hellgrau	
219-232	II	yM		8	Lehm	dunkelbraun	humos, Stein bei 238-240 cm
232-256				9	lehmiger Schluff	graubraun	leicht gestreift, Pflanzenfasern bei 260 cm
256-263				10	Lehm	braun	humos, Pflanzenfasern
263-277				11	Lehm	braun	humos, Pflanzenfasern
277-300				12	schluffiger Lehm	grau	Verzug
300-319	III	Gr	2	13	feinsandiger Lehm	grau	sehr wenig Holzkohle, Feinwurzeln, Feingrus
319-347				14	sandiger Lehm (recht tonig)	grau mit leichten Oxidationserscheinungen	schwarze Feinwurzeln
347-366				15	Fein- bis Mittelsand	hellgrau	kleine Kalkbruchstücke
366-396				16	feinsandiger Lehm	grau	wenige Makroreste
396-430				17	feinsandiger Lehm	grau	wenige Makroreste
430-446				18	lehmiger Sand	grau	weich, feucht, sehr wenige Makroreste
446-461				19	sandiger Lehm	grau	wenige Makroreste, Grus

Anhang IV-7: Profilbeschreibungen 6737**6737-101** Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	Ah				vom Bagger abgetragen
40-85			aM	1	Lehm	braun	nicht aufgenommen
85-95				1	Lehm	braun	durchwurzelt
95-140				2	Lehm	braun	durchwurzelt
140-170			aGor	3	Lehm	braun	
170-205			aGr	4	sandiger Lehm	grau	mit großen Oxidationsflecken
205-245	II	2		6	Grus und Kies		

6737-102 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	Ap				vom Bagger abgetragen
40-120			aM	bis 4	toniger Schluff, Einschlüsse von sandigem Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Wurmgänge (dunkelgrau-schwarz ausgekleidet)
120-137				5	toniger Lehm	braun mit rötlichen Flecken (Oxidationsflecken)	Wurmgänge
137-152			aGo	6	feinsandiger Lehm, Feinkies/Feingrus	braun mit hellen und dunklen Flecken	Holzkohle
152-172				7	mittelsandiger Lehm	braun mit roten und schwarzen Flecken, nach unten zunehmend reduziert	Holzkohle
172-194			aGor	8	lehmiger Mittel- und Grobsand, einzelne Kiesel	graubraun, fleckig (Oxidationsflecken)	Holzkohle
194-208			aGr	9	lehmiger Mittel- bis Grobsand, einzelne Kiesel	graubraun, stärker gefleckt, einige große Flecken	
208-218	III	4		10	Kies mit schluffigem Feinboden	grau	klebrig
218-240			aIC	11	Grus, Fein-Grobsand vermischte mit schluffig-sandigem Feinboden		

6737-103 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	Ah				vom Bagger abgetragen
40-120			aM	bis 16	lehmiger Schluff, spilitrige Karbonatbruchstücke, Schackenreste, Grobgrus, Gerölle	braun	sehr schwach durchwurzelt, locker gelagert, subpolyedrisches Gefüge, stumpfe Flächen, viel Holzkohle, mäßig humos (in Flecken)
120-140				bis 18	sandiger Schluff (wenig Kies)	braun	mäßig kompakt, Holzkohle, subpolyedrisches bis schwaches Polyeder-Gefüge, mäßig humos
140-190			aGo	bis 23	Sand, etwas spilitrige Skelett (Grobkies)	graubraun bis rötlich, braun marmoriert, nach unten deutlichere Flecken	vereinzelt Wurzeln und schwarze Feinwurzeln (<2mm), grobpolyedrisches Gefüge, vereinzelt Holzkohle
190-220			aGr	bis 26	tonig lehmiger Kies, Skeletthalt >50%, Mittel- bis Grobkies, splitteriger Feinkies (Karbonat, Quarz)	dunkelgrau, wenig Oxidationsflecken	schwarze Feinwurzeln
	II	2					
	III	3					
	IV	4					

6737-104 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	aM	bis 4	lehmiger Schluff, nach unten sandiger	braun, Wurmgänge grau ausgekleidet	schwach durchwurzelt, Holzkohle, Molluskenschalen, Wurmgänge, Subpolyeder-Gefüge
40-136				bis 6	sandiger Lehm, Sandband, Grus an der Basis	braun, Sandband heller	Holzkohle
136-155			aGo	bis 9	Sand, etwas Kies	hellgrau, rostbraune Oxidationsflecken	Holzkohle, schwarze Wurzeln, Polyeder-Gefüge
155-205			aGr	bis 11	tonig schluffiger Fein- bis Grobkies (Karbonate, Quarze)	dunkelgrau-blau	klebrig
205-235							
	II	2					
	III	3					
	IV	4					

6737-105 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	aM	1	lehmiger Schluff	braun, Wurmgänge grau ausgekleidet	vom Bagger abgetragen
40-135				2	lehmiger Schluff, leicht sandig	braun, fleckig	schwach durchwurzelt, Holzkohle, Wurmgänge, Subpolyeder-Gefüge
135-150			aGo	3	Lehm	fahl braun, zunehmend Oxidationsflecken	
150-170				4	lehmiger Sand	gräulich mit Oxidationsflecken	
170-180			aGr	5	lehmiger Sand	grau, wenige rote Flecken	
180-190				6	Sand	schwarzbraun	
190-205	II	2		7	kiesiger (plättiger) Kalkgrus		
205-206	III	3					
	IV	4					

6737-106 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	aM		lehmiger Schluff	braun (Wurmgänge gräulich ausgekleidet)	vom Bagger abgetragen
40-142							schwach durchwurzelt, Wurmgänge, Subpolyeder-Gefüge
142-163			aGor		Lehmiger Schluff, nach unten sandiger	fleckig grau, < 10% Oxidationsflecken	
163-185					sandiger Lehm	grau	
185-203			aGr		Sand	grau	
203-204					alC	braunlich	
	II	2					
	III	3					
	IV	4					

6737-107 Bagerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	aM		lehmiger Schluff	braun	vom Bagger abgetragen
40-130					lehmiger Schluff	braun	Holzkohle
130-160					lehmiger Schluff	braun, leichte gräuliche Flecken	
160-195			aGor		feinsandiger Schluff, nach unten einzelne Kiesel	grau-rot gefleckt	Holzkohle
195-215					toniger Schluff, Sandnester, etwas Kies und Carbonatbruchstücke	grau-rot gefleckt	Holzkohle
215-242			aGr		Grus, darauf Lehmschicht	dunkelgraublau	Toncuteane
	II	2					
	III	3					
	IV	4					

6737-108 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40							vom Bagger abgetragen
40-135	I	1			lehmiger Schluff	braun	
135-152			aM		lehmiger Schluff, leicht sandig	braun, wenig Oxidationsflecken	
152-172	II	2			lehmiger Schluff, leicht sandig		
172-192			aGor		Mittel- bis Grobsand	grau mit Oxidationsflecken	
192-216	III	3			Sand	großflächig roströte Flecken	
216-253			aGr		Grus, mit Leimschicht obenauf	Lehm dunkelgrau-blau, Sandanteil rot	

6737-109 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-27				Ah	1 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
27-40					2 Lehm	braun	durchwurzelt
40-65			aM		3 Lehm	hellbraun	Holzkohle und Regenwurmgänge
65-88					4 Lehm	hellbraun	Holzkohle und Regenwurmänge bis 70 cm
88-100	I	1			5 Lehm	hellbraun	Holzkohle
100-134			aGor		6 Lehm	grau mit Oxidationsflecken	Kernverlust
134-167			aGr		7 Lehm	grau	viele Holzkohlestückchen
167-204					8 lehmiger Kies	grau	Holzstückchen bei 212-213 cm
204-240					9 sandiger Kies	braunlich	
240-260					10 Kies	dunkelgrau-schwarz	
260-270					11 Kies	hellgrau, bei 274 grünlich	
270-300			alC		12 Kies	fahl hellgrau	
300-330					13 Kies	rötlich	
330-349					14 Grus und Kies	Grus weiß	
349-370	III	4					

6737-110 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34				Ap	1 Lehm	braun	durchwurzelt, Krümelgefüge
34-62					2 Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
62-100	I	1	aM		3 Lehm	braun	durchwurzelt bis 72 H142cm, Holzkohle
100-134					4 Lehm	braun	Holzkohle
134-168			aGr		5 Lehm	braun	Holzkohle
168-186					6 Lehm	grau	Holzkohle, reliktischen Wurzelbahnen
186-205					7 Lehm	dunkelgrau	Holzkohle, Makroreste, Bruchstück einer Muschel
205-232	II	4	alC		8 Kies	braunlich grau	
232-290					9 kiesiger Grus	rötlich	
290-350					10 Kies	rötlich	327-344 cm Kernverlust

6737-111 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40				Ap	1 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
40-70	I	1	aM		2 Lehm	braun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Holzkohle
70-100					3 Lehm	braun	durchwurzelt, Wurmgänge, wenig Holzkohle
100-135			aGr		4 Lehm	rötlich-braun	Holzkohle
135-160					5 Lehm	fahl rötlich-braun	Holzkohle
160-187					6 Lehm	grau	Holzkohle
187-237			alC		7 Sand und Kies	grau	
237-264					8 Kies	braunlich, rötlich	
264-300					9 Kies	graulich	Kernverlust
300-336					10 Kies	rötlich	
336-380	II	4					

6737-112 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-26				Ap	1 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
26-48					2 Lehm	hellbraun	kompat, durchwurzelt
48-70	I	1	aM		3 Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Mollusken
70-100					4 Lehm	braun	Wurmgänge, Holzkohle, Molluskenstückchen
100-120			aGr		5 Lehm	braun	Kernverlust/Verzug
120-170					6 Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
170-211					7 sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Holz
211-246	II	2	aGr		8 toniger Lehm	grau	
246-257					9 Sand und Kies	grau	
257-271			alC		10 Kies	grau	
271-300					11 Kies	grau	
300-313					12 Kies	rötlich	
313-350	III	4					

6737-113 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28				Ap	1 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
28-70					2 Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Holzkohle
70-100	I	1	aM		3 Lehm	braun	Holzkohle
100-130					4 Lehm	braun	Holzkohle
130-160			aGr		5 Lehm	braun	Holzkohle
160-192					6 Lehm	hellgrau	Holzkohle
192-263					7 Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
263-300	II	2			8 sandiger Lehm	grau	Makroreste (besonders konzentriert in 184-192 cm)
300-323			alC		9 Sand und Kies	oben gräulich, unten rötlich	
323-368					10 Kies, Kalkgrus	Kies rötlich, Kalkgrus weiß	

6737-114 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-32				Ap	1 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
32-69					2 Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
69-100	I	1	aM		3 Lehm	braun	fester, durchwurzelt, Wurmgänge, Holzkohle
100-135					4 Lehm	gelb-braun	Holzkohle
135-176			aGr		5 Lehm	fahler braun	Mollusken
176-200					6 Lehm	leicht grau und ocker	Übergangshorizont, Holzkohle
200-224					7 Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
224-243					8 sandig lehmige Wechsellagerungen	grau	224-227 cm sandig; 227-233 cm lehmig; 233-240 cm Steg; 240-243 cm lehmig; Holzkohle
243-254			2		9 sandig lehmige Wechsellagerungen	grau	243-247 cm sandig; 247-250 cm lehmig; 250-254 cm sandig mit Makroresten
254-258					10 Lehm	grau	
258-266					11 lehmiger Sand	grau	
266-276					12 Lehm	grau	große Makroreste
276-282					13 lehmiger Sand	grau	
282-300							Kernverlust
300-329	III	4	alC		14 kiesiger Sand	grauer, rot gefleckter und heller Sand	Makroreste
329-373					15 Kies	orange, gelb	

6737-115 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-26	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelfuge
26-69				2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelfuge, Wurmgänge
69-100				3	Lehm	braun	durchwurzelt, Wurmgänge, Mollusken
100-132			aM	4	Lehm	rötlich braun	Holzkohle
132-170				5	Lehm	rötlich-braun	viel Holzkohle
170-196				6	Lehm	grau, fahl rötlich	
196-237	II	2	aGor	7	Lehm	grau	Holzkohle
237-242				8	sandiger Lehm	grau	
242-255				9	Lehm	grau	Makreste – 245-246 cm Sandband, schrägverlaufend, 250 cm Sand
255-269			aGr	10	Lehm	grau	viele Makreste
269-272				11	Lehm	grau	keine Makreste
272-290				12	Lehm mit Sand	grau	Makreste
290-326	III	4	aIC	13	sandiger Kies, ab 300 cm Grus	Sand grau, Grus weiß	293-300 cm Kernverlust
326-385				14	Kies, Grus	rötlich	

6737-116 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelfuge
37-60				2	Lehm	braun	durchwurzelt, Wurmgänge, Holzkohle, Krümelfuge
60-100				3	Lehm	braun	fester, Wurmgänge, Holzkohle, Molluskenteile
100-140			aM	4	Lehm	braun	Holzkohle
140-180				5	Lehm	braun	Holzkohle
180-200				6	Lehm	grau, rötlich	Holzkohle
200-252	II	2	aGr	7	Lehm	grau	Holzkohle, 237 cm Sand, 238 cm Makreste
252-260				8	sandiger Lehm	grau	
260-270				9	Lehm, Sandstreifen	grau	wenige Makreste, 265-266 cm schräglaufernder Sandstreifen
270-300	III	4	aIC	10	Kies	oben grau, unten weiß	
300-390				11	Kies, Kalkgrus	rötlich, Kalkgrus weiß	

6737-117 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-36	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelfuge
36-100				2	Lehm	braun	durchwurzelt, Krümelfuge, Holzkohle
100-125				3	Lehm	braun	Verzug nicht beprobt
125-130			aM	4	Lehm	braun	Verzug nicht beprobt
130-172				5	Lehm	braun	Holzkohle
172-191				6	Lehm	grau, rötlich	Holzkohle
191-198	II	2	aGr	7	Sandiger Lehm	grau	Steg
198-228				8	Lehm	grau	wenig Makreste, 265-266 cm schräglaufernder Sandstreifen
228-240				9	Lehm	grau	Steg
240-248			aIC	10	lehmiger Sand	rot, stellenweise weiß, dunkelbraune (humose) Flecken	253-255 cm schräges Band aus Holzkohlestückchen
248-262				11	lehmiger Sand	rot, stellenweise weiß, dunkelbraune (humose) Flecken	Muschelschale
262-278				12	lehmiger Sand mit Grus	rot und weiß fleckig	Steg
278-291	III	4	aIC	13	lehmiger Sand mit Grus	rot und weiß fleckig	Versturz
291-300				14	grobsandiger Kies, Grus	rötlich - bunt	
300-343				15	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
343-360				16	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
360-400				17	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	

6737-118 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-43	I	2	Ah	1	Lehm mit Grus und Grobsand - Feinkies	dunkelbraun	durchwurzelt, Wurmgänge, festes Gefüge
43-49				2	Lehm, toniger als Auellehmb., Grus	dunkelbraun, etwas heller	Steg
49-100				3	toniger Schluff, weniger Grus	dunkelbraun wie Probe 2	Holzkohle
100-150			M	4	toniger Lehm mit Grus	dunkelbraun	Kernverlust
150-176				5	grusiger Schluff	braun	wenig Holzkohle
176-193				6	schluffiger Ton mit viel Grus	fahl hellbraun	
193-198	II	4	aIC	7	schluffiger Ton mit viel Grus	hellbraun, Sand gelb mit dunklen (humosen) Stellen	Steg
198-210				8	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
210-260				9	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
260-287				10	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
287-300				11	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
300-350				12	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
350-400	III	4	aIC/IC?	13	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
400-450				14	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	
450-500				15	Grus und Kies mit Sand	gelb-rot, bunt	

6737-119 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-47	I	1	Ap	1	schluffig mit Grus, sehr kompakt	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
47-100				2	Ton	hellbraun (rötlich)	durchwurzelt bis 65cm, Holzkohle
100-105				3	toniger Lehm, nach unten zunehmend sandig	fahl hellbraun	Kernverlust
105-121			aM	4	sandiger Lehm, Grus	orange-sandbraun, ab 129 cm dunkler	sehr feucht, Holzkohle, Wurzelrelikt bei 113 cm
121-136				5	sandiger Schluff	orangebraun	ab 129 cm dunkler durch Feinkies, Holzkohle (Stück bei 127 cm)
136-143				6	lehmiger Sand	orangebraun	Steg - augenscheinlich dunkel und sandig
143-149	II	2	aGr	7	Lehm mit wenig Sand	grau, nach unten etwas dunkler	Oxidationsflecken, Holzkohlefitter
149-156				8	Lehm mit wenig Sand	grau, nach unten etwas dunkler	Holzkohle, Kalkkonkretion bei 173 cm, schwarze Feinwurzeln
156-175				9	Lehm mit wenig Sand	grau, nach unten etwas dunkler	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
175-200			aGr	10	toniger Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
200-219				11	toniger Lehm, weich	grün-grau	feucht, im Steg
219-240				12	Lehm	dunkelgrau	Holzkohle, wenige kleine Makreste (z.B. Feinwurzeln)
240-249	III	3	aC	13	leicht sandiger Lehm	grün-grau	Holzkohle
249-266				14	sandiger Lehm mit Kies	grau	Kernverlust (330-337 cm sandig lehmiger Gr., sonst sandig)
266-300				15	Lehm	dunkelbraun	Holz und dunkelbraune Erde, Makreste
300-349				16	Lehm	dunkelbraun	Holz und dunkelbraune Erde, Makreste, unten mit Sandeinlagen
349-352				17	Sand und Kies	leuchtend orange	
352-360	IV	3	aC	18	feinkiesiger Sand	orange	
360-380				19	Kalkgrus mit Sand und Feinkies	hell, Sand hellorange	wenige Makreste
380-410	V	4	fAh	20	Lehm	grau	
410-426				21	Lehm	grau	
426-500				22	Lehm	grau	

6737-120 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	1	Ap	1	toniger Lehm	dunkelbraun	kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle
28-70				2	toniger Lehm	hellbraun	kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle
70-100	aM	2		3	sandiger Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle, 83-87 cm mehr Holzkohlefitter
100-117				4	sandiger Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle, wenig Feingrus
117-124				5	sandiger Lehm (weniger sandig) mit Steinchen	hellbraun	wenig Holzkohle
124-143				6	Lehm, weniger feinsandig	hellbraun	Holzkohle, Stein bei 138 cm
143-150							Steg
150-175				7	toniger Lehm	hellgrau braun, nach unten dunkler grau	Holzkohle, Kalksteinchen bei 155 cm
175-205	aGr	2		8	schluffiger Lehm	dunkelgrau, nach unten dunkler	Holzkohle
205-226				9	schluffiger Lehm, weniger schluffig als 120/8	dunkelgrau	Holzkohle
226-254				10	sandiger Lehm (Sandstreifen bei 229-233 und 250-253 cm)	dunkelgrau	Holzkohle
254-267				11	Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
267-274				12	Holz		Holz
274-284			III	13	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Holzkohle, Kalkkrümel
284-300	alC	3		14	Sand		oben Makreste, Holz 284 cm und 285 cm
300-367							Kernverlust
367-386				15	Sand mit Holz (Eichenkernholz)		
386-398				16	Sand	grau	Holz bei 387 cm
398-428	V	4		17	Kies und angewitterter Kalkgrus (weißer Lehm, abblätternd)	weiß	
428-450				18	angewitterter Kalkgrus (weißer Lehm, abblätternd), wenig Kies	weiß	

6737-121 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-31	I	1	Ap	1	toniger Lehm	dunkelbraun	kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle, Feingrus, Scherbe bei 28-30 cm
31-51				2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Ziegelstückchen
51-72				3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Ziegelstückchen
72-100	aM	2		4	sandiger Lehm	hellbraun, mit dunklen Flecken (gleiche Farbe wie Probe 121/2 und 121/3)	durchwurzelt, Holzkohle
100-120				5	sandiger Lehm, mit dunklen Steinchen (evtl. Schläcke) (Probe bei 106 cm (rot), 109 cm, 114 cm)	hellbraun	Holzkohle
120-129				6	sandiger Lehm mit Feingrus	hellbraun	Holzkohle
129-138				7	Lehm	rot	weich, feucht, Holzkohlefitter (ganz wenig ganz klein)
138-146				8	Lehm	hellgrau - rötlich	weich, feucht, Übergang zu Gr
146-177	aGr	2		9	sandiger Lehm	Farbübergang zum Gley bis 145 cm, dann Gr, grünlich helles grau	Sand z.T. in kleinen Nestern (z.B. bei 158-160, 168-170 cm) Stein bei 174-175 cm, wenig Holzkohle, Makreste in feinen Fasern (überall)
177-187				10	schluffiger Lehm	grau	sehr weich, feucht, wenig Holzkohle
187-211				11	toniger Lehm	grau	weich, feucht, wenig Holzkohle
211-229				12	toniger Lehm	grau	weich feucht, wenig Holzkohle, Ästchen bei 216-218 cm
229-255				13	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Makreste (z.B. feine schwarze Wurzeln bei 134-137 cm)
255-269				14	schluffiger Lehm	braunlich grau	weich, feucht, bindig, klebrig, Holzkohle, zur nächsten Probe ca. 1,5 cm Sandablagerung (nicht extra beprobt)
269-300	fAh	III		15	sandig, schluffiger Lehm	dunkelbraun	krümeliges Gefüge, Wurzeln, Holzkohle, kleine u. mittlere Makreste, Holz bei 289-293 cm)
300-360				16	sandiger Lehm mit Grus (Sand in Lagen)	dunkelbraun, stellenweise heller Sand	Sand mit fAh vermischt, (Sandlagen bei 361-364 u. 368-369 cm), vereinzelt Makreste, Holz bei 379 cm
360-380				17	Kies und Sand	hellbraun, nach unten heller Sand	
380-395	IV	4	alC	18	Kies und Kalkgrus	rötlich	

6737-122 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	1	Ap	1	toniger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen und Kalkgrus (< 4mm), Grenze wegen Trockenheit nicht klar zu erkennen
20-46				2	toniger Lehm	hellbraun - rötlich, rötliche Flecken	nach unten feuchter, kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Ziegelsteinchen
46-69	aM	2		3	toniger Lehm	hellbraun - rötlich, rötliche Flecken	nach unten feuchter, kompaakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Ziegelsteinchen
69-100				4	sandig-kiesiger Lehm	rot-braun	feucht, durchwurzelt, Holzkohle (Kieslagen bei 71-72 cm und 81-83 cm)
100-114				5	sandig-kiesiger Lehm mit Kalkgerölle	rötlich braun, fleckig	Holzkohle
114-133				8	sandig schluffiger Lehm mit Kalkgerölle	rötlich und gräulich	Holzkohle, Sand-Feinkieslage bei 120 cm
133-158				7	sandig schluffiger Lehm mit Kalkgerölle	rötlich und gräulich	Holzkohle, Sand-Feinkieslage bei 152-156 cm
158-180				8	sandiger Lehm (weniger schluffig)	grau	Holzkohle, Makreste (z.B. bei 177 cm Blättchen)
180-195				9	sandiger Lehm (weniger schluffig)	grau	Holzkohle, Makreste, Kalkkonkretion (184 cm)
195-225				10	sandige und lehmige Wechsellsagerungen	grau	Holzkohle, Makreste, sandige Lagen: 214-217, 220-225 cm
225-243	aGr	2		11	sandige und lehmige Wechsellsagerungen	grau	Holzkohle, Makreste, sandige Lagen: 232-237, 240-243 cm
243-250							Steg
250-276				12	Kies (Kalkgrus, teils gering gerundete Kanten), Sand, wenig Lehm	graubraun	
276-287				13	Kies, Kalkgrus	helleres graubraun	Makreste (Holz bei 284 cm)
287-300	alC	4					Kernverlust
300-330							Kernverlust
330-350				14	Kies, Kalkgrus	bunter Kies, Grus weiß	

6737-123 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenrnr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	1	Ap	1	toniger Lehm (zu trocken für Fingerprobe und Erkennen der Farbgrenze)	dunkelbraun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen/Kalkgrus (<4mm)
23-45				2	Lehm	rötlich braun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, dunkle Flecken (Holzkohle)
45-68				3	Lehm	rötlich braun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkgrus, dunkle Flecken (Holzkohle)
68-100				4	Lehm	rötlich braun mit roten Flecken	lockerer, feuchter, Eisenkonkretionen, Holzkohle, Kalkgrus
100-109	II	2	aGr				Kernverlust
109-121				5	sandiger Lehm	grau grünlich, wenige Oxidationsflecken	Holzkohle
121-144				6	sandiger Lehm, Sand teils gehäuft eingelagert	grau	sehr weich und feucht, Holzkohle
144-170				7	sandiger Lehm, Kalkkrümel	grau	Kalkkrümel, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
170-193				8	sandiger Lehm, Sandband 180-183 cm	grau	weich, feucht, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln, Sandband 180-183 cm
193-198				9	etwas festerer Lehm, weniger sandig Kalkkrümel	grau	Steg
198-210				10	lehnmiger Sand	graubraun	Makroreste (Feinwurzeln oder Blättchen), evtl. Holzkohlefitter
210-239				aGr/fAh?			Makroreste (Feinwurzeln), [211-212, 219-221, 226-228, 234-236 cm Sand]
239-300	IV	4	alC	11	Kies und Kalkgrus		Kernverlust bis auf wenig Kies und einem Kalkbruchstück
300-317				12	sandig kiesiger Lehm	grau, bunt (Kies)	
317-331				13	kiesiger Sand, stellenweise lehmig, leicht gerundeter Kalkgrus	grau	
331-400				14	Kies mit Kalkgrus und Sand	Kies bunt, Kalkgrus weiß, Sand rötlich	darunter verwitterter Kalkgrus (letzte Zentimeter der Sonde (Cx))

6737-124 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenrnr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-22	I	1	aM	Ap	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, Krümelgefüge, durchwurzelt, Holzkohle
22-46				2 Lehmm	hellbraun		durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
46-63				3 toniger Lehm	hellbraun mit dunklen Flecken und Oxidationsflecken		kompat, durchwurzelt, Holzkohle
63-100				4 toniger Lehm	hellbraun mit starken Oxidationsflecken		locker, feuchter, durchwurzelt, Holzkohle
100-108	II	2	aGr				Kernverlust
108-117				5 Lehm mit Sandnestern	graulich bis rotfleckig		Übergang zu Gr. Holzkohle
117-132				6 sandiger Schluff, (Sandnester)	grau mit Oxidationsflecken		Holzkohle
132-146				7 schluffiger Lehm, wenig Sand	grau, vereinzelt rote Flecken		Holzkohle, Kalkkonkretionen
146-167				8 Sand	hellgrau bis gelblich		wenig Holzkohle
167-195				9 schluffiger Lehm, vereinzelt Sandnester	grau		Holzkohle auch in größeren Stücken, Makroreste
195-233				10 schluffiger Lehm, vereinzelt Sandnester	grau		Holzkohle auch in größeren Stücken, Makroreste
233-244	III	4	aIC	11 Kies, Sand	braunlich grau		
244-300				12 Kalkgrus und Kies, etwas Lehm	weiß, grau, bunt		Holzkohle
300-325				13 Kalkgrus, Kies, Sand	weiß, bunt		
325-350				14 Kies, Sand	bunt		

6737-125 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenrnr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	1	aM	Ap	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
20-45				2	Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
45-62				3	toniger Lehm	hellbraun mit Oxidationsflecken	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
62-100				4	Lehm	fahler hellbraun mit Oxidationsflecken	lockerer, feuchter, weich, Holzkohle
100-122				5	sandig schluffiger Lehm	hellgrau-hellbraun, Oxidationsflecken	Übergang zu Gr., Holzkohle
122-145	II	2	aGor	6	schluffig sandiger Lehm	grau (von oben rötlich braun einlaufend)	große zerfallene Holzkohlestückchen
145-165				7	schluffig sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
165-192	aGr	3	aGr	8	schluffiger Lehm mit wenig Feinsand	grau	viele Makroreste
192-213				8	Sand, wenig Lehm	grau	viel Holz
213-249				9	teils zerfallener Kalkgrus und Kies		
249-258				10	toniger Lehm	grau	weich
258-270				11	lehmiger angewitterter Kalkruss	hellorange	

6737-126 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

6737-127 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	1	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkstippchen
28-47				2	schluffiger Lehm	hellbraun, rote Flecken	schluffig lehmig, durchwurzelt, Holzkohle
47-66				3	sandiger Lehm, Sandband 55-62 cm	braun, Oxidationsflecken	große Stücke Holzkohle, Kalkstippchen
66-100				4	tonig lehmig, Sandband 74-75, 76-77, 78-78,5 cm und bei 83-84 cm zieht sich leicht schräg von links nach rechts	braun, wenig Oxidationsflecken (Sand), Sand gelblich - orange	Holzkohlebänder bei 81-81,5 und 90-91 cm
100-120	II	2	aM	5	schluffiger Lehm mit Sand, etwas orangener Sand	grau, Sand orange	
120-153				6	schluffiger Lehm		Makroreste, gehäuft bei 133, 139, 147 cm
153-174				7	sandige und lehmige Wechselleagerung, (Lehm bei 158-159, 174-180 cm), vereinzelt Feingr.	Lehm grau	Makroreste, Holzkohle
174-197				8	sandige und lehmige Wechselleagerung, (Lehm bei 158-159, 174-180 cm), vereinzelt Feingr.	Lehm grau	Makroreste, Holzkohle
197-256	III	4	aIC	9	Kies und Grus mit Sand	orange	

6737-128 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-21	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Krümelgefüge
21-40				2	feinsandiger Lehm	hellbraun, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
40-59				3	lehmiger Sand	rotlich braun, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
59-90				4	toniger Lehm, Sandbändern 64-66 cm und 72-74 cm, Sandnest bei 78 cm	rotbraun, Oxidationsflecken, Sand hellgelb	durchwurzelt bis 70 cm, Holzkohle
90-99	aGr	3	aM	5	Mittel- bis Grobsand, wenig Lehm	rotlich	Holzkohle, wenig Kalkkonkretionen, etwas Holz
99-113				6	lehmig mit Sand bei 111-113 cm	bräunlich-grau, Oxidationsflecken - im Sand	Holzkohle, feine Wurzeln
113-127				7	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
127-139				8	schluffiger Lehm	bräunlich grau	Holzkohle, Makroreste
139-152	II	3	aGr	9	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
152-173				10	sandiger Kies	grau	
173-200	III	4	aIC	11	Kies und Kalkgrus	bunt	
200-230				12	Kies und Kalkgrus	bunt	

6737-129 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Krümelgefüge
30-61				2	lehmig mit wenig Feinsand	hellbraun, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
61-75				3	toniger Lehm mit Sandstreifen bei 62 cm, Sandnester bei 71 und 73 cm	dunkelbraun, Sand hell, rote Flecken	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
75-100				4	Lehm	rotbraun, rote Flecken	feucht, durchwurzelt, Holzkohle, (1 cm - Sandband bei 86 cm)
100-117	Gr	3	Gor	5	Lehm	grau mit Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, Übergang zu Gr
117-142				6	sandiger Lehm, Sandbänder bei 117-118, 138 cm	grau, wenig rote Flecken	Holzkohle, Makroreste
142-164				7	sandiger Lehm, Sandbänder bei 143 und 148 cm	grau, wenig rote Flecken	Holzkohle, Makroreste
164-180				8	lehmiger Sand	grau	Makroreste
180-205	II	3		9	Sand	grau	

6737-130 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	2	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Steinchen, Krümelgefüge
28-40				2	sandiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
40-60				3	lehmiger Sand, Sandband bei 57-59 cm	rotlich braun	durchwurzelt, Holzkohle
60-80				4	toniger Lehm mit wenig Mittelsand, dünnes Sandband bei 76 cm	rotbraun, rote Flecken	Holzkohle
80-100	aGr	3	aM	5	Wechsellsagen aus Sand und Lehm, Sand: 80-83,5 u. 87-90 cm	Sand hellorange, Lehm braun	durchwurzelt, Holzkohle, > 90 cm Holzkohle und Makroreste
100-112				6	Sand und Lehm	bis 106 cm grau, bis 109 cm braun, bis 112 cm rot	Holzkohle, kleine Makroreste, schräge Grenze zur nächsten Schicht
112-127				7	schluffiger Lehm	grau, teils rotliche Flecken	Holzkohle, Makroreste, roter Sand bei 122-124 cm
127-146				8	kiesiger Sand	grau	Holzkohle
146-153	II	4	aGr	9	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
153-183				10	kiesiger Sand	grau	Holzkohle
183-240	III	4	aIC	11	Kies, Grus, orange unten angewitterter Malmkalk		

6737-131 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-19	I	2	Ap	1	feinsandiger Lehm	fahl dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt
19-46				2	Lehm	nach unten rotlich braun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
46-72				3	Lehm	rotlich braun	durchwurzelt, Holzkohle
72-100				4	sandiger Lehm	rotbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Makroreste
100-168	aGr	3	aGo	5	toniger Lehm	rotlich braun	Kernverlust
168-180				6	Lehm	rot fleckig, nach unten hin leicht reduziert	Eisenkonkretionen
180-194				7	schluffiger Lehm, wenig Feinsand	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
194-206				8	schluffiger Sand	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
206-216	II	4	aGr	9	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle Feinwurzeln
216-223				10	sehr schluffiger Lehm, Sandlage bei 234-237 cm	grau	viele Makroreste
223-240				11	Grob- bis Mittelsand	grau	
240-252				12	lehmiger Schluff	grau	Holzkohle
252-269	aIC	4	aGr	13	sandiger Kies	grau	wenige Makroreste
269-278				14	sandiger Kies	rotlich bunt	
278-300				15	Sand und Kiesreste	grau	Kernverlust
300-350				16	sandiger Kies	rotlich bunt	Muschel bei 372 cm
350-418	III	4	aIC	17	Kies und Kalkgrus	rotlich	Kernverlust
418-458				18	Reste an Sand, Kies und Grus		
458-500				19			

6737-132 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	fahl dunkelbraun	trocken, sehr kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
34-63				2	schluffiger Lehm	heller braun - nach unten dunkler	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
63-72			aM	3	Lehm und Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
72-82				4	lehmiger Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
82-100				5	Mittelsand	orange	durchwurzelt, Holzkohle
100-121				6	schluffiger Lehm, wenig Feinsand	rötlich	Kernverlust
121-158				7	feinsandiger Lehm	hell braunlich grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
158-179				8	sandiger Lehm	hell braunlich grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Übergang 1 cm dunkler Streifen, 1 cm heller Streifen - nächste Schicht
179-212		aGr	9	9	feinsandiger Schluff	grau	Feinwurzeln
212-230				10	lehmiger Sand	dunkelgrau	Feinwurzeln, Kalkkonkretionen entlang der Wurzelbahnen
230-246			11	mittel- bis grobsandig tonig, Grus	grau fleckig	Holzkohle	
246-258	II	4	aC	12	lehmig tonig mit Grus	graubraun	
258-274				13	kiesig sandig mit Grus	graubraun, Grus teils gelb oder rot verwittert	Makroreste
274-300				14	sandiger Kies mit Kalkgrus	grau, Kies bunt	
300-350			aC	15	sandiger Kies, 360-373 cm lehmig	grau, Kies bunt	
350-400				16	Kies mit Grus	rötlich orange, bunt	
400-450	III	5	Cv	17	Kies mit Grus	rötlich orange, bunt	
450-500				18	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

6737-133 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, sehr kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
30-63				2	Lehm	heller braun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
63-100			aM	3	sehr sandiger Lehm	dunkelorange - braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-120				4	sandiger Lehm	dunkelorange	Kernverlust
120-125				5	toniger Lehm	hellorange, nach unten heller	durchwurzelt, Holzkohle
125-160				6	mittelsandiger Lehm	hellgrau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
160-193			aGr	7	Sand	grau	
193-210				8	Sand	grau	schwarze Feinwurzeln
210-227				9	sandig schluffig mit Kies	grau	wenige Makroreste
227-242	III	4	aC	10	kiesig lehmig, Kalkgrus	orange	
242-279				11	Sand und Kies	orange	
279-300				12	Kies und Kalkgrus	graulich	
300-365			aC	13	Sand und Kies	orange	
365-400				14	Sand und Kies	orange	
400-445	IV	5	Cv	15	sandiger Kies, lockerer als oben	orange	
445-470				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	orange	
470-480				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

6737-134 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	1	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
30-70				2	Lehm	rötlich braun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, (Kalkstein bei 67 cm)
70-80			aM	3	Lehm	rötlich - dunkelbraun	feucht, lockerer, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
80-100				4	sandiger Lehm	rötlich - dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-122				5	Lehm	rötlich (oben braunlich-grünlich)	Kernverlust
122-150				6	Sand	braunlich	Holzkohle
150-175				7	Sand	rötlich	Holzkohle
175-194				8	Sand	rötlich	Holzkohle
194-216	II	3	aC	9	sandiger Kies	rot	Makroreste
216-247				10	sandig lehmiger Kies	rötlich	
247-272				11	sandig lehmiger Kies	rötlich	
272-300	IV	4	aC	12	Kies	rot	
300-340				13	Kies	bunt	
340-380				13	Kies	rot, bunt	

6737-135 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-26	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Körnigefüge, Holzkohle, Kalkkonkretionen
26-58				2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
58-71			aM	3	feinsandiger Lehm	hellbraun	trocken, lockerer, durchwurzelt, Holzkohle
71-87				4	sandiger Ton, Sandband bei 87-88 cm	dunkler hellbraun	
87-100				5	Lehm	hellbraun	Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-115				6	schluffiger Lehm	hellbraun	Kernverlust
115-129				7	lehmiger Schluff	hellbraun	viel Holzkohle mit Schlieren
129-159				8	sandiger Lehm	hellbraun	Holzkohle
159-172			aGor	9	lehmiger Mittel- bis Grobsand	orangefarbt	
172-205				10	Grobsand	bis dunkelbraunrot gefärbt	in Bändern gelagert
205-228				11	Grobsand, Kies, Grus	bis dunkelbraunrot gefärbt	in Bändern
228-250				12	Kies, Kalkgrus	rötlich bunt	
250-274	V	4	aC	13	sandiger Kies und Kalkgrus	orangebunt	Kernverlust
274-300				14	sandiger Kies und Kalkgrus	orangebunt	etwas lockerer
300-330				15	überwiegend Kalkgrus, wenig Kies	hell bis leicht orange	
330-368				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
368-408				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
408-435				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

6737-136 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenrn.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-27	I	1	aM	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
27-46				2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen	
46-72				3	Lehm	hellbraun	feucht, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen	
72-100				4	Lehm	etwas dunkler hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle	
100-121	II	2	aGor	5	sandiger Lehm	hellbraun mit wenigen rötlichen Flecken	Holzkohle	
121-142				6	sandiger Lehm	hellbraun mit Oxidations- und Reduktionsflecken	Holzkohle	
142-160				7	mittelsandiger Lehm	grau		
160-190				8	sandiger Lehm mit Feingrund und Feinkies	hell sandfarben	wenig feine Makroreste, schwarze Feinwurzeln	
190-209	III	aC	aC	9	Grob sand	rötlich orangebraun		
209-225				10	tonig mit Grobsand bis Feinkies und Grus	dunkelbraun, gelbe und rote Flecken (Oxidationsflecken)		
225-241				11	tonig mit Grobsand bis Feinkies und Grus	dunkelbraun, gelbe und rote Flecken (Oxidationsflecken)		
241-269				12	Kalkgrus, Sand und Kies	weiß und graubraun		
269-300	V	4	aC	13	Kies und Grus	graubraun		
300-330				14	Kies	bunt		
330-340				15	lehmig angewitterter Kalkgrus	weißgrau, oben leicht orange		

6737-137 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25				Ap	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
25-47					2 schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
47-67	I				3 Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmgang
67-84				(a)M	4 Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmgang
84-100					5 toniger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
100-127					6 toniger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
127-147					7 toniger Lehm mit etwas Feinsand	braun, nach unten grau	sehr wenig Holzkohle, bei 145-147 cm Schlacke
147-162	II			(a)Gr	8 sandiger Schluff	grau mit wenigen rötlichen Flecken	Kalkkonkretionen
162-187				(a)Gor	9 Mittel- bis Grobsand und Schluff	gräulich und rötlich hellbraun	sehr wenig Holzkohlefilter, Kalkkonkretionen
187-210					10 toniger Sand mit wenig Grus	orange und grau geteckt	
210-236				alC	11 tonig mit Grobsand bis Feinkies und wenig Grus	dunkelbraun bis fahl rot	122-123 cm Schluffschicht, generell unterschiedlich sandig und tonig (Wechsellegerungen)
236-260	III	4			12 Kies, Grus	orange bis sehr hell	
260-288					13 heller Grus, Feinkies		
288-290	IV	5	Cv		14 lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß-beige	

6737-138 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	1	aM	Ap	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
28-46				2	Lehm	hellbraun (gelblich)	trocken , durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
46-66				3	Lehm	hellbraun	feuchter, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
66-85				4	toniger Lehm	fahlbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Konkretionen
85-100				5	toniger Lehm	fahlbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Konkretionen, zunehmend schluffig
100-113				6	toniger Lehm	fahlbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Konkretionen, zunehmend schluffig
113-124				7	toniger Lehm	fahlbraun, wenig Oxidations- und Reduktionsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, Konkretionen, zunehmend schluffig
124-134				8	Lehm, weniger schluffig	grau, mit tonigen Oxidationsflecken	wenig Holzkohle
134-155	II	2	Gr	9	sandiger Schluff	grau mit orangefarbenen Flecken	wenig Holzkohle
155-169				10	sandiger Schluff	hellgrau mit orangefarbenen Schlieren	Kalkkonkretionen
169-192	III	Go		11	schluffiger Ton	reduziert und oxidiert (Schlieren)	Schlacke
192-213				12	schluffiger Ton	reduziert und oxidiert (Schlieren)	Schlacke und wenige Makroreste in 138/12
213-232		Gor		13	Ton	grau mit roten Schlieren	Kalkkonkretionen
232-247	IV	4	alC	14	Sand, Grus	weiß, grau	
247-270				15	Grus und Kies mit Sand	orange	
270-285				16	verwittertes Anstehendes und Sand	hellorange	
285-300	VI	5	Cv	17	Kalkgrus, Ton	hellorange	naß
300-340				18	lehmig angewitterter Kalkgrus	nach unten hellorange bis hellgrau und weiß	

6737-139 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-22	I	2	Ah	1	feinsandiger Lehm, Stein	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt
22-47				2	Lehm	hellbraun	sehr trocken, durchwurzelt, Holzkohle
47-69				3	feinsandiger Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
69-100				4	lehmiger Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
100-140			aM				Kernverlust
140-175				5	mittelsandiger Lehm, Sandnester, Feinkies	dunkelbraun mit roten und hellen Flecken (Sand), Oxidationsflecken	Holzkohle, Wurzeln, Kalkkonkretionen
175-210				6	mittelsandiger Lehm, Sandnester, Feinkies	dunkelbraun mit roten und hellen Flecken (Sand), Oxidationsflecken	Holzkohle, Wurzeln (rezent?), Kalkkonkretionen, Stein bei 184-186 cm
210-243				7	schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle
243-277				8	lehmiger Sand	hellgrau	Holzkohle, Holz (Zweig) 271-272 cm
277-283							Verzug
283-300	II	3	aGr	9	feinsandiger Lehm	grau	Feinwurzeln
300-310				10	feinsandiger Lehm	grau	Verzug
310-318				11	Lehm und Sand	hellgrau	nass, weich, Ziegelstück bei 343 cm
318-347				12	Lehm und Sand	hellgrau	weicher, wenig Makroreste
347-369				13	sandiger Lehm	dunkelbraun	Blättchen und Makroreste, Kalksteinchen bei 378 cm
369-380				14	lehmiger Schluff	grau	
380-403	III	4	aGr	15	lehmiger Kies, Grus	grau	
403-425				16	lehmiger Kies, Grus	grau	
425-443				17	lehmiger Kies, Grus	grau	
443-472				18	lehmiger Kies, Grus	grau	
472-500							

6737-140 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	Ah	2	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, (1 cm Sand bei 4-5 cm - nicht beprobt)
23-47				2	feinsandiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
47-69		aM		3	Lehm (leicht feinsandig)	dunkelbraun	Holzkohle, Kalkkonkretionen
69-100				4	sandiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Zweig (87 cm) Verzug, Kernverlust
100-111		aGo		5	sandiger Lehm, Sandhester	rötlich-dunkelbraun, Oxidationsflecken (Sand rot)	Holzkohle, Wurzeln
111-129				6	sandiger Lehm, Sandnester	rötlich-dunkelbraun, Oxidationsflecken (Sand rot)	Holzkohle, Wurzeln, Schlacke bei 135 cm
129-147							
147-175	II	aGr		7	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze kleine Wurzeln, Kiesel bei 160 cm
175-196				8	Lehm	grau	
196-225				9	Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
225-247				10	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle-Schlieren
247-263				11	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle, nach unten mehr
263-287				12	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Feingrus (Kalk)
287-300				13	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle
300-330				14	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle, 327-330 cm Holz - Bohrkernende, wegen Stein

6737-141 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	Ah	1	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Regenwurmänge, Kies bei 18-20 cm
20-46				2	schluffiger Lehm	hellbraun	
46-70		(a)M		3	Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmang
70-100				4	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-139		M		5	Stein, Schlacke		Kernverlust
139-143				6	Lehm, Schlacke, Kiesel bei 156-157 cm	rötlich mit Oxidationsflecken + dunkelgraue Stellen	Kalkkonkretionen
143-160	II	aGr		7	sandig schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Makroreste bei 183/184 cm
160-183				8	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
183-205				9	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
205-216				10	sandig schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
216-225				11	Sand und Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
225-245				12	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Feinwurzeln, Feingrus
245-265				13	schluffiger Lehm	grau	wenige Makroreste, heller Streifen bei 172-173 cm
265-277				14	lehmiger Sand	dunkelgrau	Feingrus/Feinkies
277-287				15	lehmiger Sand	grau	Kernverlust
287-300				16	lehmiger Sand	grau	Stein bei 309 cm
300-329				17	sandiger Kies, Kalkgrus	bunt, weiß	Kernverlust
329-357				18	sandiger Kies, Kalkgrus	bunt, weiß	
357-394				19	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
394-434	IV	4	aIC				
434-463							
463-470	V	5	Cv				

6737-142 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	Ah	1	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Kalkkonkretionen
23-37				2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
37-66		Lehm		3	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
66-100				4	Lehm	dunkelbraun	Holzkohle, wenig Kalkkonkretionen
100-130		aM		5	sandiger Lehm		Kernverlust
130-147				6	sandiger Lehm mit Sandeinlagerungen	rötlich bis rot, wenige Helle Stellen - insgesamt dunkelbraun	
147-167				7	schluffiger Lehm (mit etwas Feinsand)	rötlich braun, Oxidationsflecken	Holzkohle
167-196		aGor		8	Lehm	hellgrau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, schwarze kleine Wurzeln
196-230				9	lehmiger Sand	grau	weniger Holzkohle als Probe 7
230-240	II	aGr		10	schluffiger Lehm, wenig Mittelsand	grau	wenig Holzkohle
240-256				11	sandig lehmige Wechsellagerung	grau	wenig Holzkohle
256-279							sehr nass
279-300							Kernverlust

6737-143 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25	I	Ah	1	1	schluffiger Lehm, etwas Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
25-45				2	schluffiger Lehm, etwas Sand	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
45-65		aM		3	schluffiger Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Wurmang
65-85				4	schluffiger Lehm	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
85-100		aGr		5	Lehm	rotbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-134				6	Lehm	rotbraun	Kernverlust
134-150				7	sandiger Lehm	hellgrau, Oxidationsflecken (langgezogen, sandig)	Holzkohle
150-173				8	schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle, schwarze kleine Wurzeln
173-195				9	sandiger Lehm	hellgrau	Holzkohle
195-224				10	sandig schluffiger Lehm	blaugrau, Oxidationsflecken	Holzkohle
224-230	II	fAh		11	lehmiger Sand, wenig Feinkies	grau	wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
230-243				12	lehmiger Sand, Steinchen bei 249 + 252 cm	dunkler grau	wenig Holzkohle
243-254				13	leicht lehmiger Sand	dunkelgrau	
254-263	III	aGr		14	schluffiger Lehm, Sand bei 272-274 cm	dunkelgrau	Wurzeln, wenig Holzkohle
263-274				15	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Wurzeln, Holzkohle
274-283				16	Lehm	dunkelbraun	viele Makroreste, Holz
283-295	IV	aGr		17	Holz und Sand		Kernverlust und Verzug
295-300				18	Sand	grau	
300-328				19	lehmiger Schluff	grau	
328-347	V	4	aIC	20	sandiger Kies und Kalkgrus	gräulich	
347-365				21	bunter Kies und Kalkgrus		
365-396	VI	5	Cv	22	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
396-445							
445-450	VII						

6737-144 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	aM	Ah	1	sandiger Lehm	braun	trocken, durchwurzelt, Sandnester
23-47				2	feinsandiger Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, Kalkgrus
47-73			aGr	3	feinsandiger Lehm	braun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
73-100				4	feinsandiger Lehm	rötlichbraun	Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-110				5	feinsandiger Lehm	rötlichbraun	Kernverlust
110-128	II	aGr	aC	6	schluffiger Lehm	grau, wenig Oxidationsflecken	Holzkohle
128-147				7	schluffiger Lehm	hell braünlich grau, wenig Oxidationsflecken	Holzkohle
147-167				8	schluffiger Lehm	hell braünlich grau, wenig Oxidationsflecken	Holzkohle
167-195			alC	9	schluffiger Lehm	hellgrau	sehr wenig Holzkohle
195-220				10	schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
220-251	IV	alC	Ah	11	Sand	grau	
251-265				12	sandiger Kies	graulich	
265-280			aM	13	lehmiger Kies	graulich	
280-295				14	Kies	graulich	enthalt wenige tieffeste Gerölle
295-300				15	Kies	bunt	342-350 cm Kernverlust, 360-370 cm locker
300-342	V	Cv	aM	16	Kies, nach unten Kalkgrus	bunt, teils orange	etwas Kernverlust, nach unten weniger orange
342-373				17	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
373-415			aGr				
415-420							

6737-145 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25	I	aM	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
25-47				2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
47-68			aGr	3	Lehm	dunkelbraun, Oxidationsflecken	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmgang
68-100				4	schluffiger Lehm	braun, kleine Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, wenige Kalkkonkretionen
100-110			aGr	5	schluffiger Lehm, etwas Feinsand	grau mit Oxidationsflecken	Kernverlust
110-126				6	schluffiger Lehm	grau mit wenig Oxidationsflecken	Holzkohle
126-147				7	schluffiger Lehm	grau mit schwarzen Holzkohleschlieren	Holzkohle, wenige Kalkkonkretionen
147-173				8	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
173-196				9	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
196-216	II	alC	Ah	10	Sand	grau	Makroreste, Übergang diagonal
216-230				11	Kies	grau	
230-245			aM	12	Sand mit wenigen Grus	grau	
245-261				13	lehmiger Sand und Kies	grau	sehr nass und weich
261-270				14	sandiger Lehm, wenig Feinkies	grau	275-278 cm Zweig
270-279	IV	alC	aGor	15	kiesiger Sand	sehr dunkel rötlich braun	
279-285				16	sandiger Kies und Kalkgrus	orange	
285-295			aGr				Kernverlust
295-300				17	305-309 cm lehmiger Sand, 309-325 cm Sand	grau	Verzug, grauer Kies
300-305				18	Kies	bunt	
305-325				19	Grus und Kies	bunt	Kernverlust
325-340							
340-363							
363-390							

6737-146 Rammkernbohrung Insel Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-24	I	yM	Ah	1	lehmiger Sand	beige-orange, Oxidationsflecken	trocken, kompakt, Holzkohle
24-47				2	lehmiger Sand	beige-orange, Oxidationsflecken	trocken, kompakt, Holzkohle
47-70			aM	3	lehmiger Sand	beige-orange, Oxidationsflecken	trocken, kompakt, Holzkohle, Kalkstein bei 57 cm, Schlacke bei 64-70 cm
70-80				4	schluffiger Lehm, etwas Sand	braun, Oxidationsflecken	Holzkohle, Holzreste
80-100			aGr	5	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
100-131				6	Lehm mit Sand	hellorange, Oxidationsflecken (Eisenkonkretionen)	Kernverlust
131-163				7	Lehm, Sand und Feinkies	schwarz (67-71 cm und 78-83 cm) und beige	Holzkohle, Stein bei 152 cm, Schlacke bei 140 cm
163-185				8	Lehm	orange	Holzkohleschlieren
185-196				9	sandig schluffiger Lehm	orange	Holzkohleschlieren, wenige Feinwurzeln
196-215	II	alC	aGor	10	sandig schluffiger Lehm	orange	Holzkohle, wenige kleine Makroreste
215-233				11	sandig schluffiger Lehm	orange-hellgrau	
233-246			aGr	12	lehmiger Sand	hellgrau	Holzkohle, Makroreste, Zweig bei 257 cm (quer)
246-260				13	sandige (mS bei 260-262, 265-368 und 269-270 cm) und schluffig lehmige Wechsellagerung	grau	Holzkohle, Makroreste
260-272				14	Grob sand und schluffig lehmige (272-274 und 277,5-278 cm) Wechsellagerung	grau	Holzkohle, Makroreste
272-279	III	alC	Ah	15	Kies und Sand	orange, bunt	
279-296				16	Sand bis Feinkies	orange	Kernverlust
296-300				17	Sand und Kies	orange, bunt	
300-315			aM	18	kiesiger Sand	orange, bunt	
315-347				19	Sand, wenig Kies	dunkel orange bis hellbraun	
347-370	IV	Cv	Ah	20	Kies und Sand	orange, bunt	
370-384				21	Kies und Sand	orange, bunt	
384-420			aGr	22	Sandiger Kies	bunt, hellbraun	
420-446				23	sandiger Kies, Kalk-Grobgrus	bunt, hellbraun	
446-465				24	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
465-490							
490-500							

6737-147 Rammkernbohrung Insel Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-22	I	aM	1	Ah	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Wurmgänge
22-46					2 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Wurmgänge, Kalkkonkretionen und Feingrus bei 26 cm
46-71					3 Lehm	dunkelbraun	locker bis 57 cm, dann kompakt, durchwurzelt, sehr wenig Holzkohle
71-100					4 Lehm	dunkelbraun	Kompakt, durchwurzelt, sehr wenig Holzkohle
100-117							Kernverlust
117-130			2		5 Lehm	orange-braun in Schlieren	sehr wenig Holzkohle
130-154					6 Lehm	(hell)-orange	wenig Holzkohle, Übergang ausgefranst
154-173					7 schluffiger Lehm	grau	Holzkohle
173-196					8 Lehm	grau	wenig Holzkohle, schwarze Makroreste (Pflanzenfasern-stengel)
196-224					9 schluffiger Lehm	grau	sehr feucht, sehr wenig Holzkohle, wenig Kalkkonkretionen
224-243	II	Gr			10 feinsandiger Schluff	hellgrau	schwarze Feinwurzeln, wenige Makroreste
243-270					11 Mittelsand und schluffiger Lehm in Wechsellagen [48-50, 57-60, 61-67 cm uL]	grau	wenig Feinkies, schwarze Feinwurzeln, wenige Makroreste im Sand
270-300	III	alC	4		12 sandiger Kies	grau	
300-330					13 kiesiger Sand	grau, Kies bunt	
330-356					14 kiesiger Sand	grau, Kies bunt	
356-378					15 kiesiger Sand	grau, Kies bunt	
378-405					16 leicht sandiger Kies	orange bunt	
405-432					17 leicht sandiger Kies	orange bunt	

6737-148 Rammkernbohrung Insel Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-29	I	aM	1	Ah	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkgrus, Holzkohle
29-47					2 schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen (<2mm)
47-71					3 schluffiger Lehm	hellbraun - braun	durchwurzelt, Wurmgang, Holzkohle
71-100					4 etwas weniger schluffiger Lehm	braun	durchwurzelt, wenig Holzkohle
100-134					5 schluffiger Lehm	braun, Oxidationsflecken	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Ziegelstückchen bei 152-153 cm
134-161			2		6 Lehm	grau	wenig Holzkohle
161-169					7 sandiger Schluff	grau	schwarze Feinwurzeln, Holzkohle
169-195					8 schluffiger Lehm	grau	schwarze Feinwurzeln, Holzkohle, Grus
195-213					9 lehmiger Schluff	graubraun	schwarze Feinwurzeln, wenig Holzkohle
213-228					10 Sand	grau	schräger Übergang
228-234	II	Gr			11 Lehm	graubraun	weich, feucht, Feinwurzeln
234-244					12 Sand	grau	
244-253					13 Lehm, nach unten erst schluffiger, dann sandiger	graubraun	wenige dunkle Schlieren, Holzkohle
253-274					14 Sand und Lehm im Wechsel		Holz
274-281					15 Sand und Kalkgrus	weiß-grau	
281-300					16 Sand	grau	
300-325					17 Sand	grau	
325-347	III	alC			18 Sand	grau	
347-371					19 Sand, Kalkgrus	Sand grau, wenig orangener Sand	
371-396					20 Kalkgrus in Sand	Sand orange, Grus weiß	
396-445					21 Kalkgrus in Sand	Sand orange, Grus weiß	455-463 cm Kernverlust

6737-149 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	M	1	Ah	1 schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
23-46					2 schluffiger Lehm	dunkelbraun, ein wenig heller als Probe 2, wenig Oxidationsflecken	Holzkohle, Grus bei 40-43 cm, Regenwurmänge
46-61					3 mittelsandiger Lehm	braun	
61-79					4 sandig schluffiger Lehm	hellbraun	Holzkohle, Grus bei 49-50 cm
79-100					5 sandig schluffiger Lehm	hellbraun	Kernverlust
100-108			2		6 sandig schluffiger Lehm	hellbraun	
108-127					7 sandig schluffiger Lehm mit wenig Mittelgrus	hellbraun	
127-137					8 schluffiger Lehm mit Kies und Sand	hellbraun	
137-152	III	aIC/IC?			9 sandig kiesiger Lehm	rötlich	
152-167					10 sandiger Kies	orange	wenig Grus
167-193					11 sandiger Kies, Grus	orange	
193-216					12 sandiger Kies, Grus	fahl orange	
216-236					13 lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	
236-270							

6737-150 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth, Zusatzbohrung außerhalb des Schnittes

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-30	I	aM	2	Ah	schluffiger Lehm, etwas Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
30-78					schluffiger Lehm, leicht sandig	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkstein bei 32 cm
78-100					Lehm	hellbraun	sehr wenig Holzkohle, Regenwurmänge
100-127					Go toniger Lehm mit wenigen Geröllen	hellbraun mit Oxidationsflecken	Kernverlust
127-147					Gor sandiger Lehm, Grobsandanteil	sehr fahl orange-braun, teils Oxidationsflecken	
147-159			Gr		schluffiger Lehm mit Feinsand	hellgrau	Holzkohle
159-176					schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle
176-196					Lehm	hellgrau	wenige schwarze Feinwurzeln
196-218					Lehm, etwas schluffiger, mit Mittel- bis Grobsand	hellgrau	Sand auch in dunkelbraunen Nestern
218-245					Mittel- bis Grobsand, skelettreich	grau	Grus
245-257	II	fAh			sandig lehmige Wechsellegerungen	dunkelgrau	Holzkohle, Sand bei 270, 273, 281 cm
257-281					schluffiger Lehm	dunkelbraun	organisch, unten Makroreste
281-300							Kernverlust
300-323							Verzug
323-333	III	Gr			Sand	dunkelgrau	sehr wenig Holzkohle
333-381					Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
381-389					lehmiger Grobsand	dunkelgrau	
389-397					Sand	fahl rötlich braun	
397-407	IV	aIC					
407-441					sandiger Kies, zunehmend Kalkgrus	fahl hellbraun	
441-470					Kalkgrus	hellgrau - weiß	bei 460-468 cm lehmig weiß
470-500					Kies	bunt, orange	

6737-151 Rammkernbohrung Insel Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-38	I	Ah	1	schluffiger Lehm, wenig Feinsand	dunkelbraun	durchwurzelt	
38-70			2	lehmiger Sand	orange-hellbraun	durchwurzelt, sehr wenig Holzkohle	
70-100			3	lehmiger Sand (etwas lehmiger als Probe 2)	orange-hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle	
100-150			4	Sand	orange-rot	Kernverlust	
150-162			5	lehmige und sandige Wechsellegerungen (ungleichmäßig)	braunlich mit roten Flecken	Holzkohle, schräger Übergang	
162-185		yM	6	Grobsand	185-188 cm orange-rot, 188-190,5 cm grau, 190,5-194 cm orange-rot		
185-197			7	sandiger Lehm	grau	viele Makreste, Muschel	
197-220			8	schluffiger Sand	grau		
220-246			9	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz		
246-268			10	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz, 290-300 cm orange		
268-300	II	yM	11	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz		
300-327			12	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz		
327-359			13	Sand mit Kalkgrus	orange		
359-380			4	aIC			

6737-152 Rammkernbohrung Insel Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, krümelig, (kleine Schlackestücke)	
30-46			2	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, krümelig	
46-65			3	schluffiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle	
65-86			4	schluffiger Lehm	hellbraun (orange)	Holzkohle, Kalkkonkretionen	
86-100		yM	5	schluffiger Lehm (weniger schluffig als Probe 4)	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, unten (98-100 cm) Schlacke und Ziegelstückchen	
100-138			6	Lehm	dunkelbraun	Kernverlust	
138-150			7	lehmiger Schluff mit Kies	hellbraun-gräulich	Schlacke	
150-162			8	Kies, lehmiger Schluff	braun-grau	Schlacke	
162-183			9	sandiger Kies	dunkelgrau		
183-194	III	yM	10	sandiger Kies	Sand etwas heller, sonst dunkelgrau		
194-218			11	sandiger Kies	dunkelgrau, Sand teils schwarz		
218-244		aIC	12	schluffiger Lehm, Grus	Lehm blaugrau		
244-258			13	Grus und Sand	orange		
258-270			14	Grus und Sand	orange		
270-300	IV	aIC	15	Sand und Grus (mehr Sand als Probe 14), Grus teils lehmig verwittert	orange		
300-329			16	Grus, Kies und Sand	orange		
329-353			17	Grus, Kies und Sand	orange		
353-376			18	Sand, angewitterter Kalkgrus	hellorange		
376-411			19	lehmig angewitterter Kalkgrus			
411-438		Cv					
438-455							

6737-153 Rammkernbohrung Insel Vilswörth, Schlackehalde

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-17	I	yM	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Wurzelteppich der Vegetation	
17-45			2	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, humos, viel Schlacke	
45-70			3	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Schlacke, Ziegel	
70-100			4	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Kernverlust	
100-180			5	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Schlacke, Ziegel	
180-196			6	Sand mit Grus	orange		
196-220		yM	7	Grus, wenig Lehm	Lehm dunkelbraun		
220-230			8	Grus, wenig Lehm	Lehm dunkelbraun		
230-246			9	kiesiger Sand mit etwas Lehm und Grus	teils dunkel, teils orange	Übergang	
246-264			10	kiesiger Sand, Grus	orange		
264-274	II	aIC	11	sandiger Kies	dunkelbraun		
274-286			12	kiesiger Sand, mit Feingrus	orange		
286-300			13	kiesiger Sand, Grus	heller orange		
300-316			14	kiesiger Sand, Grus	heller orange		
316-334							
334-368	III	4					
368-400							

6737-154 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen, Referenzbohrung zum Baggernschnitt

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probenr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-22	I	Ah	1	Feinsandiger, schluffiger Lehm	dunkelbraun	Kernverlust	
22-42			2	toniger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Regenwurmgänge	
42-70			3	toniger Lehm (weniger tonig)	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmgänge	
70-104			4	schluffiger Lehm (nach unten schluffiger)	hellbraun, mit grauen Schlieren	Kernverlust	
104-128		Gr	5	sandiger Schluff	graubraun		
128-163			6	sandiger Schluff (weniger Sand)	blau-grau		
163-187			7	lehmiger Schluff	dunkelgrau	schräger (fast steiler Übergang zum vorherigen Horizont), wenig Holzkohle	
187-193			8	schluffiger Lehm	grau		
193-199			9	schluffiger Lehm (etwas schluffiger), nach unten sandig	blau-grau		
199-206			10	Sand	grau		
206-216	II	aIC	11	Sand	braun-grau		
216-226			12	sandiger Kies, Kalkgrus	orange, bunt		
226-244			13	sandiger Kies, Kalkgrus	orange, bunt	fester	
244-254			14	Sand, wenig Kies, Ton und Feingrus	orange	fest	
254-272			15	Kalkgrus, wenig Sand, lehmige Schlieren	hellorange		
272-300	IV	4	16	lehmig angewitterter Kalkgrus	ocker-weiß	nass	
300-315							
315-338							
338-362	V	5	Cv				

Anhang V – Profilschnitte

Anhang V – Profilschnitte

