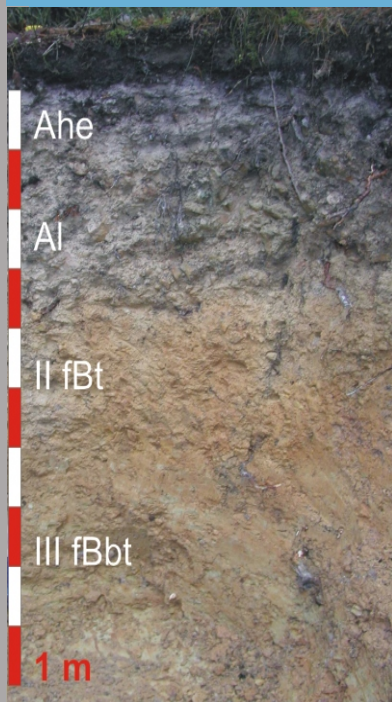


# Bodenkunde Landschaftsökologie Quartärforschung

Regensburger Beiträge zur

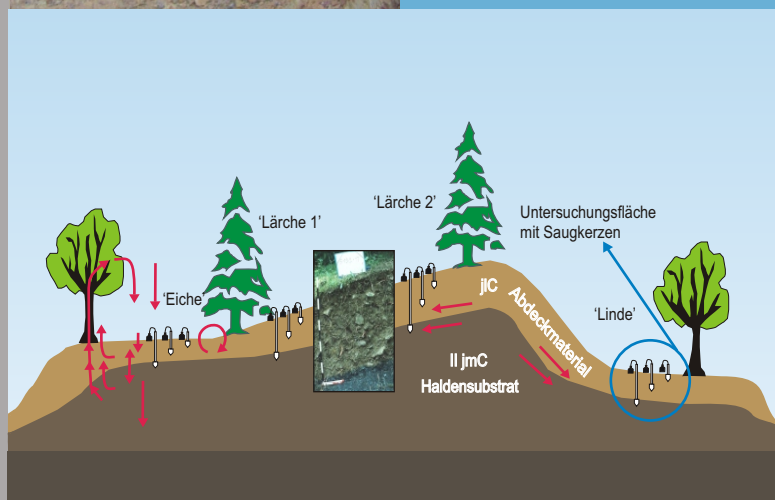


**Historischer Ausbau oder  
natürliche Entwicklung?**

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

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

### III Tabellenverzeichnis

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



## IV Anhangsverzeichnis

		Seite
<b>Anhang I</b>	<b>Verschiedenes</b>	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
<b>Anhang II</b>	<b>Altkarten</b>	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
<b>Anhang III</b>	<b>Parameter</b>	141
III-1	Talquerprofile	142
<b>Anhang IV</b>	<b>Sedimentologie</b>	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

<b>IV-4</b>	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
<b>IV-5</b>	Kalibration der 14C-Datierungen	152
<b>IV-6</b>	Profilbeschreibungen 6637	157
<b>IV-7</b>	Profilbeschreibungen 6737	165
<b>Anhang V</b>	<b>Profilschnitte</b>	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

$C_{\text{ges}}$  = Gesamtkohlenstoff

$C_{\text{org}}$  = 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 Wiederkehrwahrscheinlichkeit

$Mh_N$  = Niederschlagsmenge

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

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 Vilstaes (Oberpfalz, Bayern) durch die Amberger 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 Einblicke in die Flussgeschichte. Der zeitliche Fokus ist in dem bis zu 4 m mächtigen Auelehm repräsentiert, der in zwei Hauptfazies vorliegt. Die  $^{14}\text{C}$ -Datierung der Basis beider Fazies korreliert mit bekannten historischen Rahmendaten. Entsprechend fällt der Beginn der Auelehmsedimentation mit dem Beginn des Amberger 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 Bergbauggebiete 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 fluvialen 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 Mühlenanlage 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 Bergbaugebieten

Im Harz sind den Auelehmen 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 (DOBLER 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 Präservationaleigenschaften 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 unterschneidet 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 anthropogen 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.

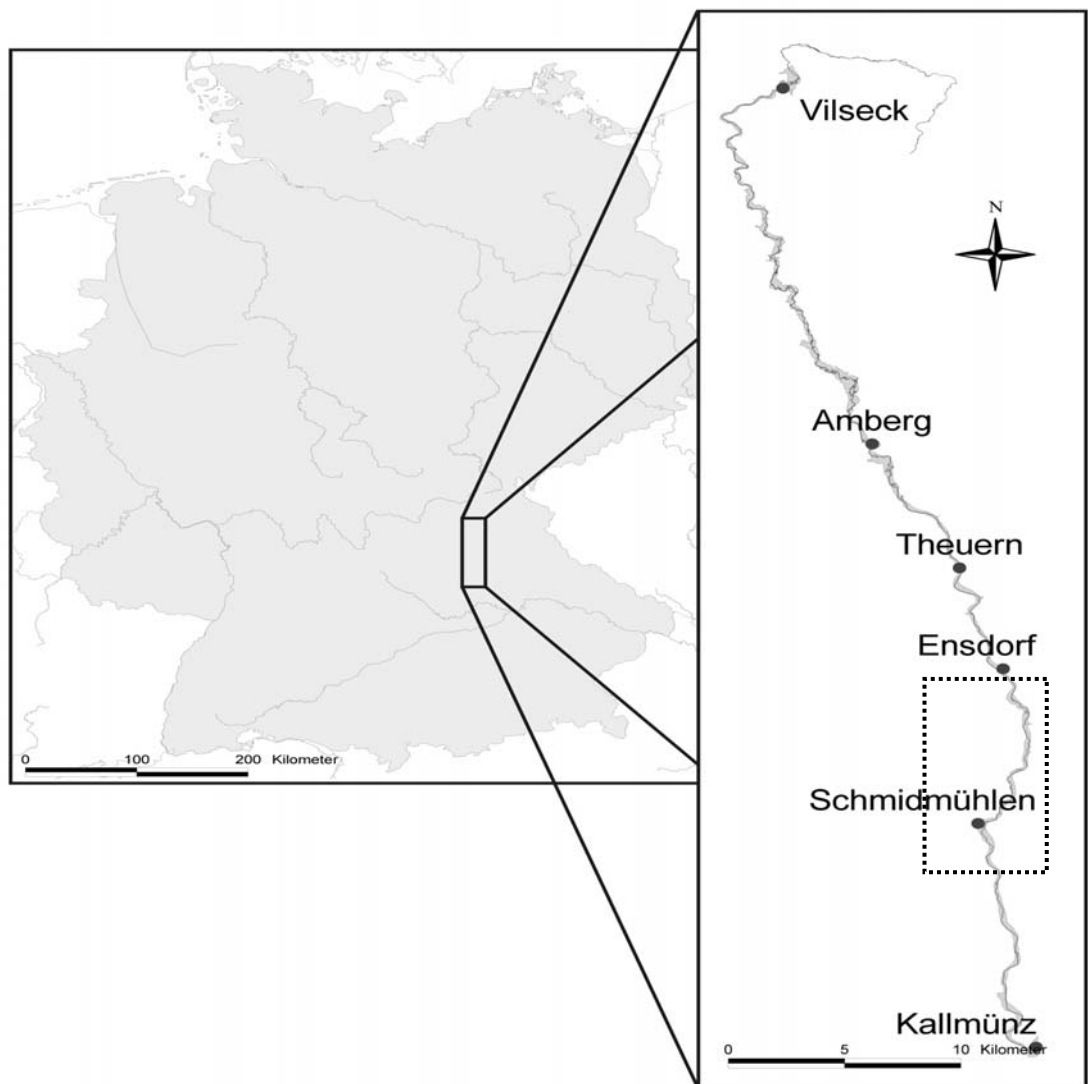
Französische Flüsse haben lange im Fokus von Kartenzeichnern gestanden. BRAVARD & BETHEMONT (1989) führen bis zum Jahr 1500 zurückdatierende Karten an, welche die Flüsse Rhone, Rhein, Drac und Loire aus verschiedenen flussmorphologischen Perspektiven darstellen, etwa bezüglich Schäden durch Hochwasser, 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 Gesamtlängstrecke 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 Ens Dorf 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 (Ens Dorf, 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 Kalkgestein. 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. Gleiches 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).

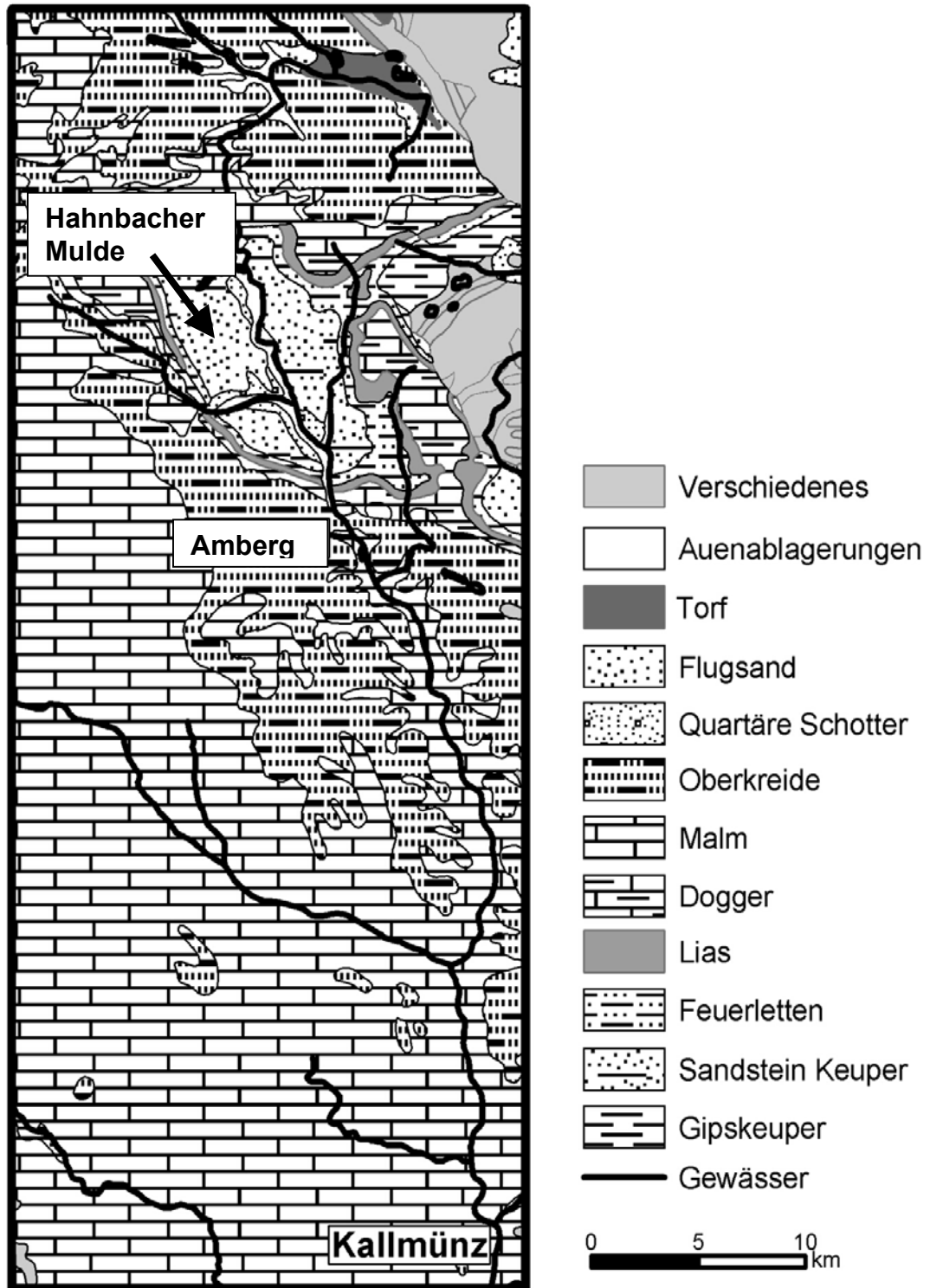


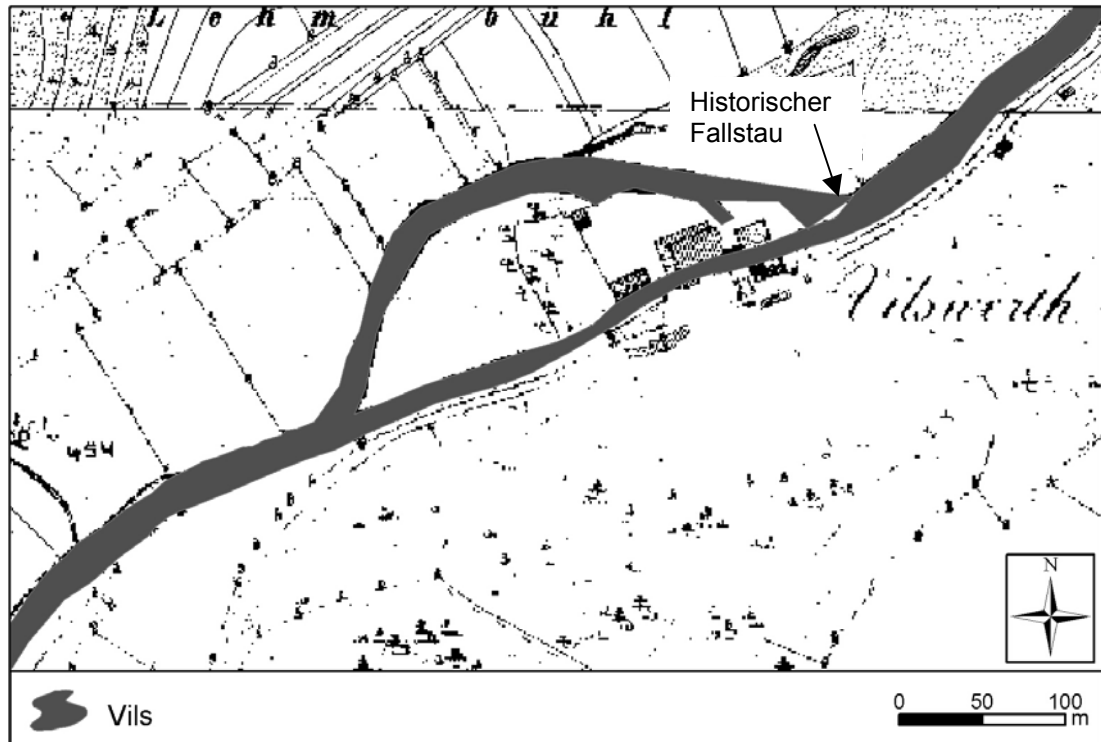
Abb. 2: Geologie des Vilstaales (nach BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996).

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 LANDESAMT 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

TILLMANNNS 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. TILLMANNNS 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 Talflanken ist ihnen teilweise Löß beigemischt (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 km<sup>2</sup>. 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 km<sup>2</sup>. 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 Frankenohe 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 m<sup>3</sup>/s, bei Dietldorf 10,5 m<sup>3</sup>/s (vgl. Tab 2). Das höchste Hochwasser seit Einrichtung der Pegel hat es im Februar 1970 gegeben. Es erreichte in Amberg mit 80,5 m<sup>3</sup>/s den vierfachen Abfluss des jährlichen Hochwassers, in Dietldorf mit 96,5 m<sup>3</sup>/s nur den gut doppelten Wert des HQ<sub>1</sub>.

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

m <sup>3</sup> /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 <sub>1</sub>	20,60		19,80	10,40	40,80		39,30	21,80
Mh <sub>N</sub> (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	16.01.1968	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 Hochwasserereignisse 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 Eisenerz 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 DÜMLER (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 Eisenhämmer 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 donaufwärts bis Ulm und -abwärts nach Passau (DÄHNE & ROSER 1988). Der Nordgau erreichte ein Monopol in der Erzeugung von Dünoblechen 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, LAßLEBEN 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, DÜMLER 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 (DÜMLER 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 Auelehmmächtigkeit 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 BURGGRAFF 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 Repertorienbüchern 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 Repertorienbüchern 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 Repertorienbüchern 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 Repertorienbücher 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

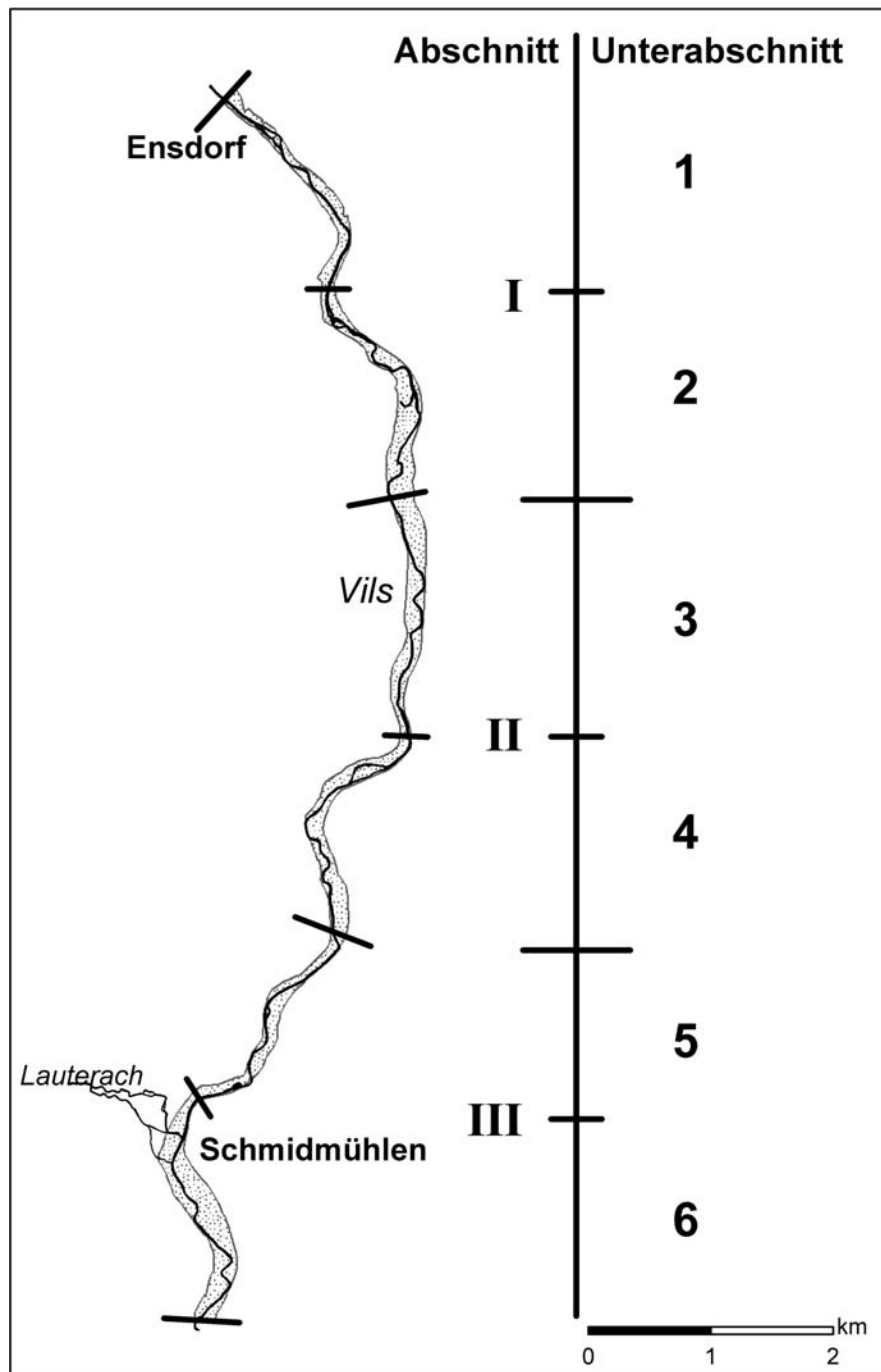
sind. Nur der direkte Vergleich konkreter Karteneinträge verschiedener Karten deckt die Einsatzmöglichkeiten der Karte auf. Für die meisten Altkarten gilt, je größer der Maßstab und je jünger die Zeichnung, desto eher ist ein Einsatz zur quantitativen Auswertung möglich.

#### 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:

$$G = \frac{H1-H2}{L} \times 100.$$

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 ungefährender 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 herauspülte 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 beprobt 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 Hauptprofiltypen 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 Schlämmmethode nach KÖHN ist bei VÖLKELE (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 Profilvereich 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-Farbtabelle, 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 Beispielfprofilen befinden, als auch jene, denen Proben zur  $^{14}\text{C}$ -Altersdatierung entnommen wurden, werden auf ihren  $\text{C}_{\text{org}}$ -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  $\text{C}_{\text{org}}$ -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 ( $\text{C}_{\text{org}}$ ) zu ermitteln, wurde für diese Probe der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt nach SCHEIBLER & FINKENER (u.a. beschrieben bei VÖLKELE 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 ( $C_{\text{ges}}$ ) subtrahiert, um die Menge organischen Kohlenstoffes zu erhalten:

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

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  $^{14}\text{C}$ -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  $^{14}\text{C}$ - 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  $\mu\text{m}$ ) 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  $\mu\text{m}$ ) 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  $^{14}\text{C}$ -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  $^{14}\text{C}$ -Daten sind jeweils das  $2\sigma$ -Intervall der höchsten Wahrscheinlichkeit sowie, zur näheren Eingrenzung der oft sehr weiten Zeitspanne, das  $1\sigma$ -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  $^{14}\text{C}$ -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 Holzschneider 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 Altkarteneinhalte 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 gröber 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 „Churbaierische 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 (Land- richteramt 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 Ens Dorf und der Markt zwischen Kloster und Vilsbrücke (1614), über die Mühle zu Ens Dorf 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).



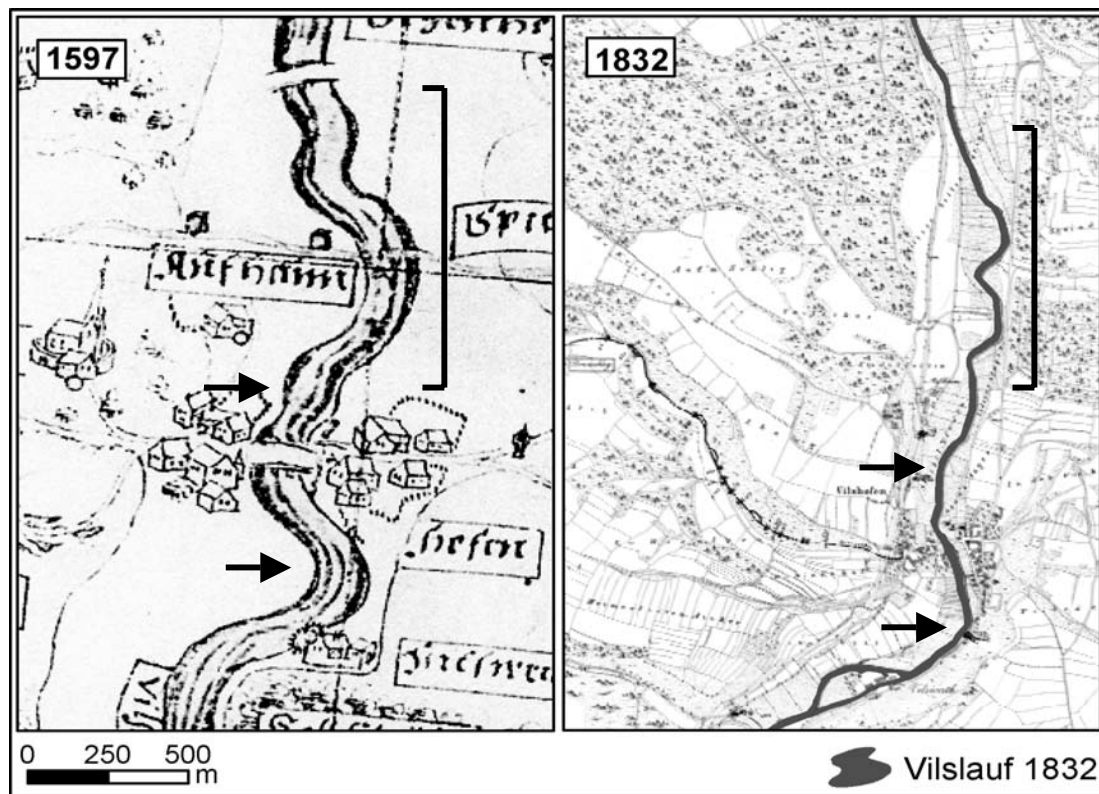
In der Tabelle sind die Kartennummer des jeweiligen Archivs, das Entstehungsjahr (sofern bekannt) und die Beschreibungen aus den Repertorienbüchern aufgeführt. Entsprechend der Tabelle liegen jeweils zwei Karten aus dem 16. und 18. Jh. sowie drei aus dem 17. Jh. vor. Zur übersichtlichen Behandlung der 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. Ampts 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 Siegenhofen 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 Ens Dorf 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 Ens Dorf 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 Wehrsituation, die bis heute am Standort Ens Dorf nachvollzogen werden kann.

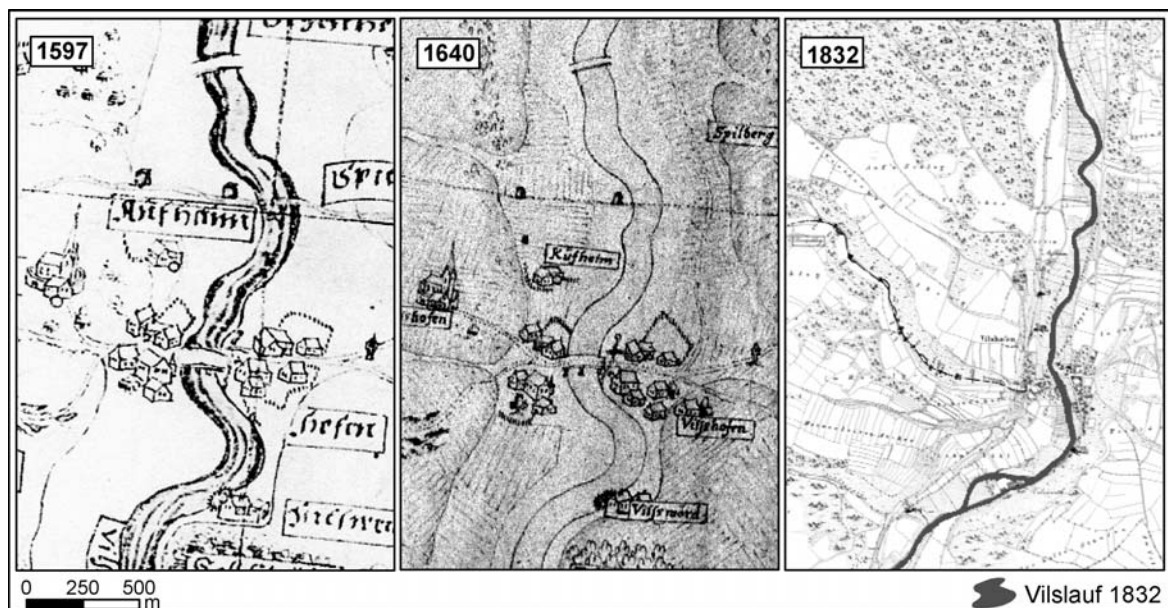


**Abb. 7: Übereinstimmung von Wegeverlauf und Wehrsituation 1614 und 1832 trotz perspektivischer Verzerrung (Karten: StA Amberg Plansammlung 295 und © Uraufnahme, LVG Bayern).**

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 Hammerschlusses 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 Vilsschiffahrt 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.

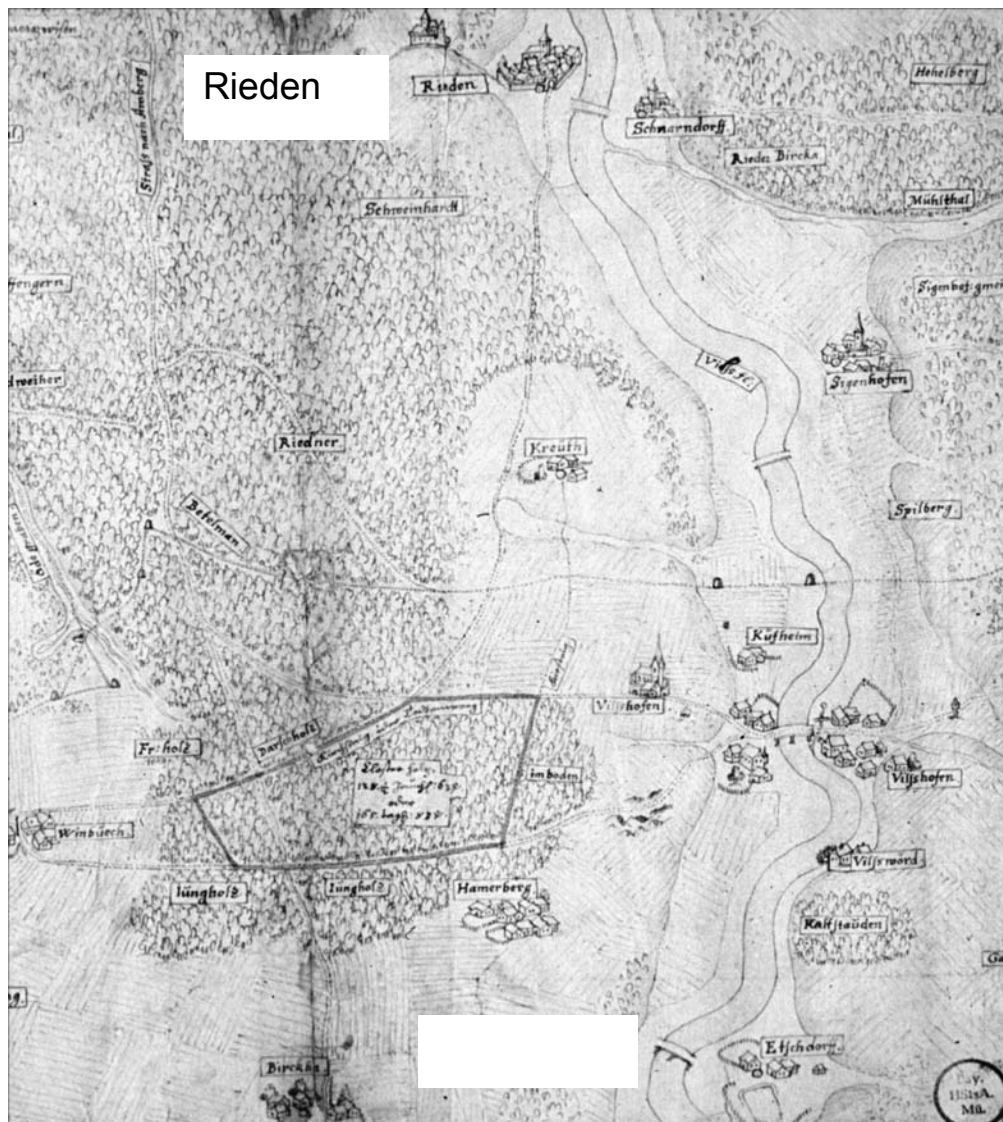
Die Darstellung der Tabella Topographica von 1597 zeigt ebenfalls einen schwach gewundenen Vilslauf und eine stärkere Windung der Lauterach. Im Gegensatz zur Karte von 1589 lassen sich im Flussverlauf abschnittsweise Ähnlichkeiten mit der heutigen Vils erkennen, wenn die Darstellung auch sehr stark generalisiert 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 Wasserkraftnutzung 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 Wehrsituation 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 Wasserkraftnutzung 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 Bewaldung.



**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 Ambergs 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 Montanindustrie 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 Deckschichten 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 hunderjähriges 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 ‰.

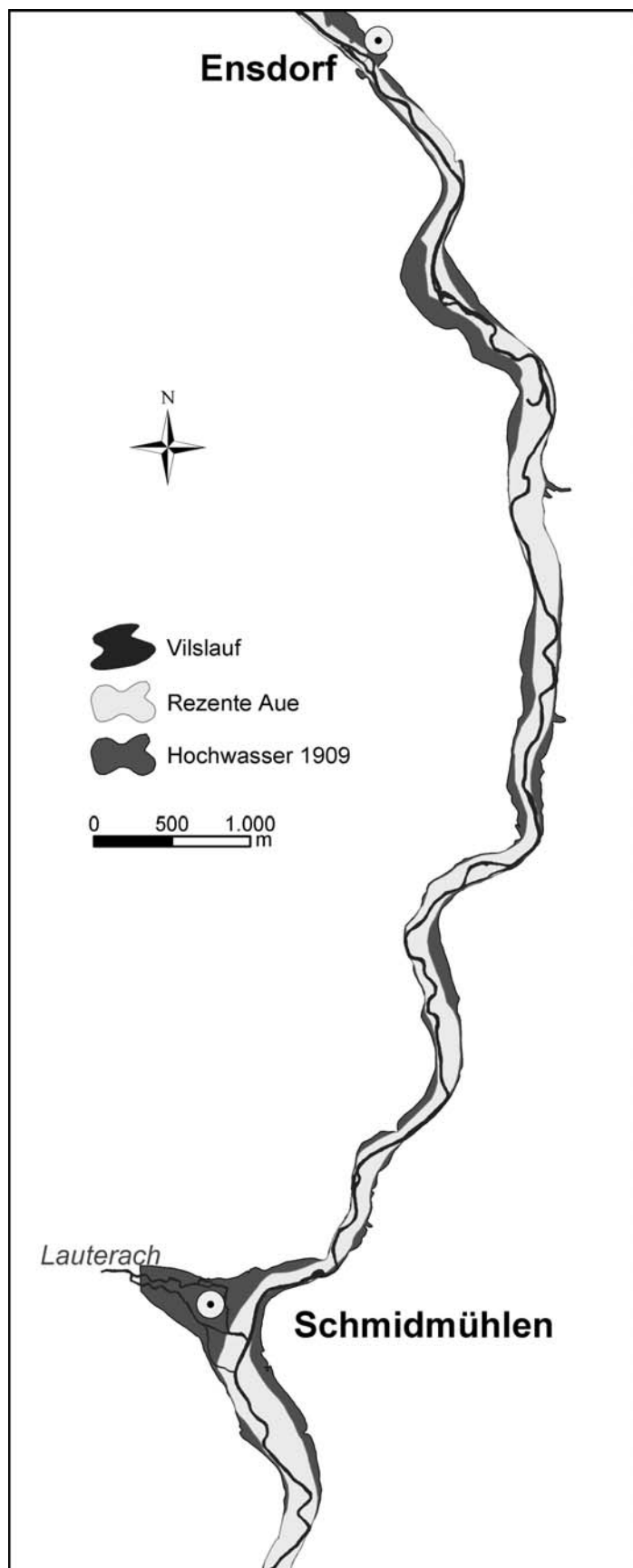


Abb. 10: Gegenüberstellung der rezenten Aue mit den vom WWA Amberg erfassten Grenzen des Hochwassers von 1909.

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	1,01	0,72	0,78	1,04	0,73	0,78	1,06	0,75	0,85	1,14
2		0,71			0,82			0,83			0,95		
3	II	0,37	0,82		0,37	0,82		0,37	0,82		0,40	1,00	
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	2,00	
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	1,12	1,04	1,09	1,09	1,03	1,09	1,08
2		1,33			1,15			1,14		
3	II	1,08	1,10		1,08	1,10		1,07	1,09	
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	17,2	
4		134,9			17,6			16,6		
5	III	106,1	148,7		18,2	17,2		15,3	15,1	
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 Vilswürth, 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.**

Minimale und maximale Breite (m)					Breitenvarianz - absolut (m)		
Unterabschnitt		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.

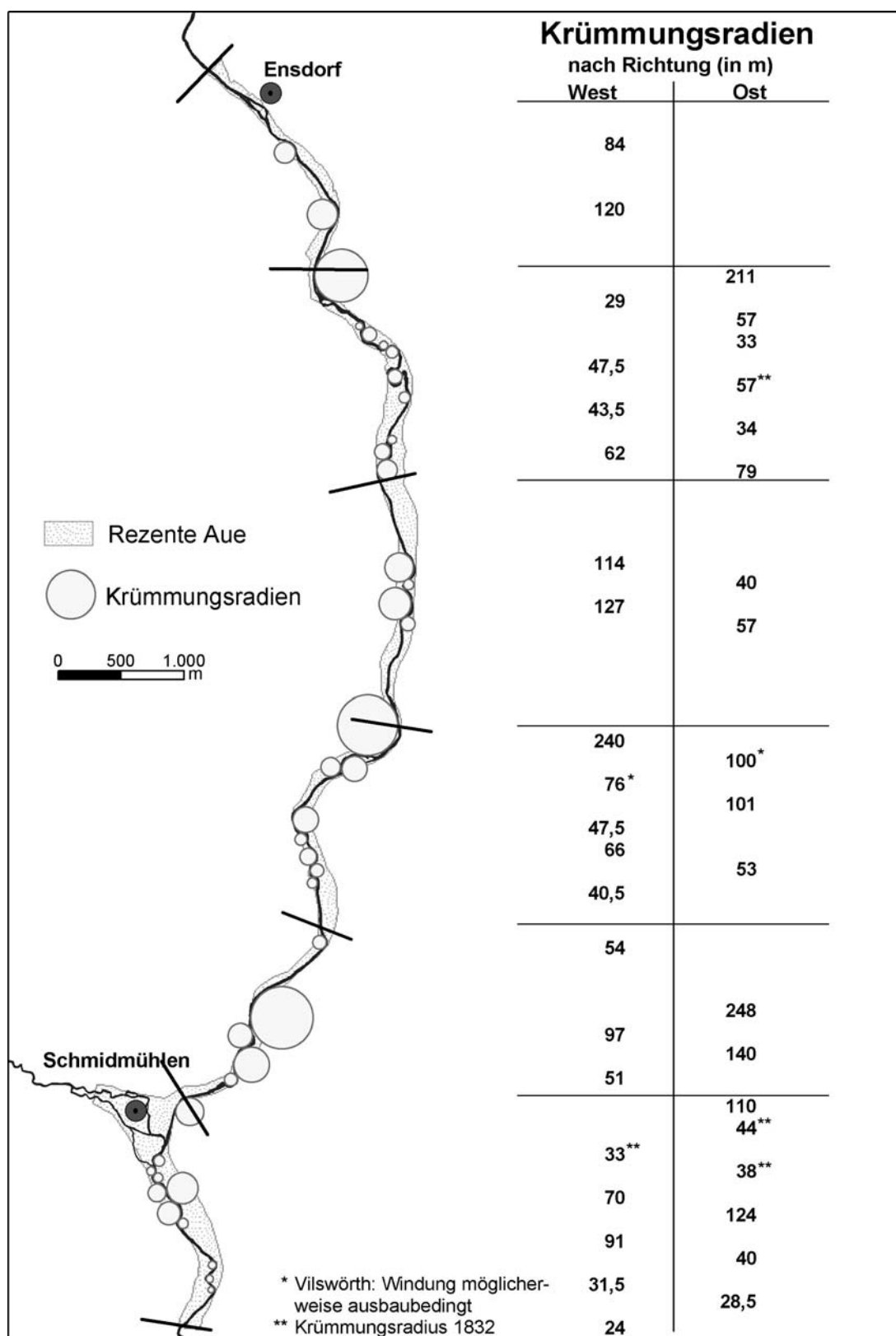


Abb. 11: Übersicht der Krümmungsradien der Vils – unverändert seit 1832 (außer: \*\* - heute begradigt).

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.



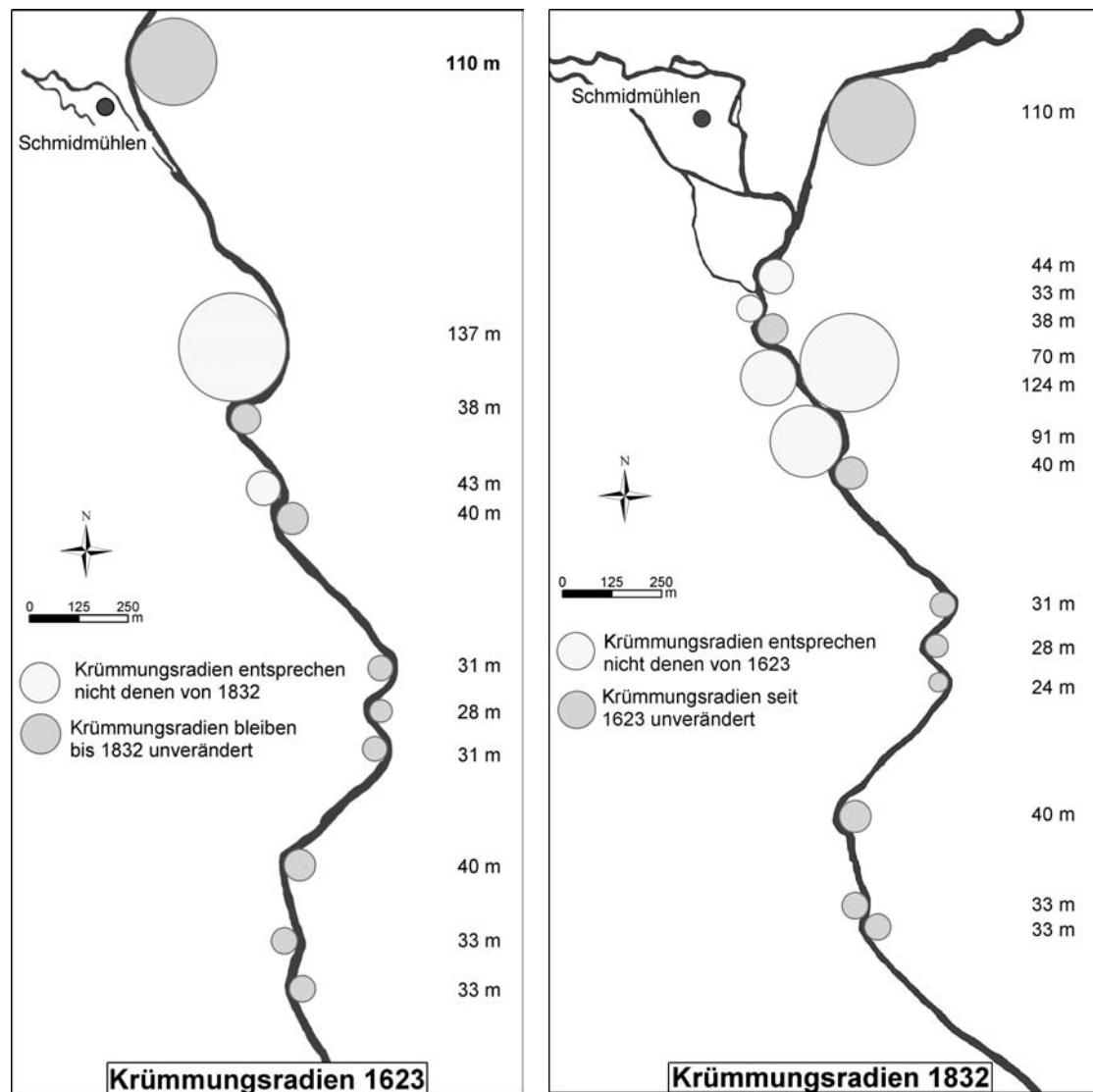
Der Windungsgrad des Abschnittes ist mit 1,08 sehr gering. Die Krümmungsradien sind mit 100 – 700 m sehr groß. Beides erklärt sich daraus, dass die Vils in diesem kurzen Abschnitt an die Talwindung gebunden ist (vgl. Anhang II-7, S. 140). Die Krümmungsradien entsprechen denen des Tales und die Flusslänge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

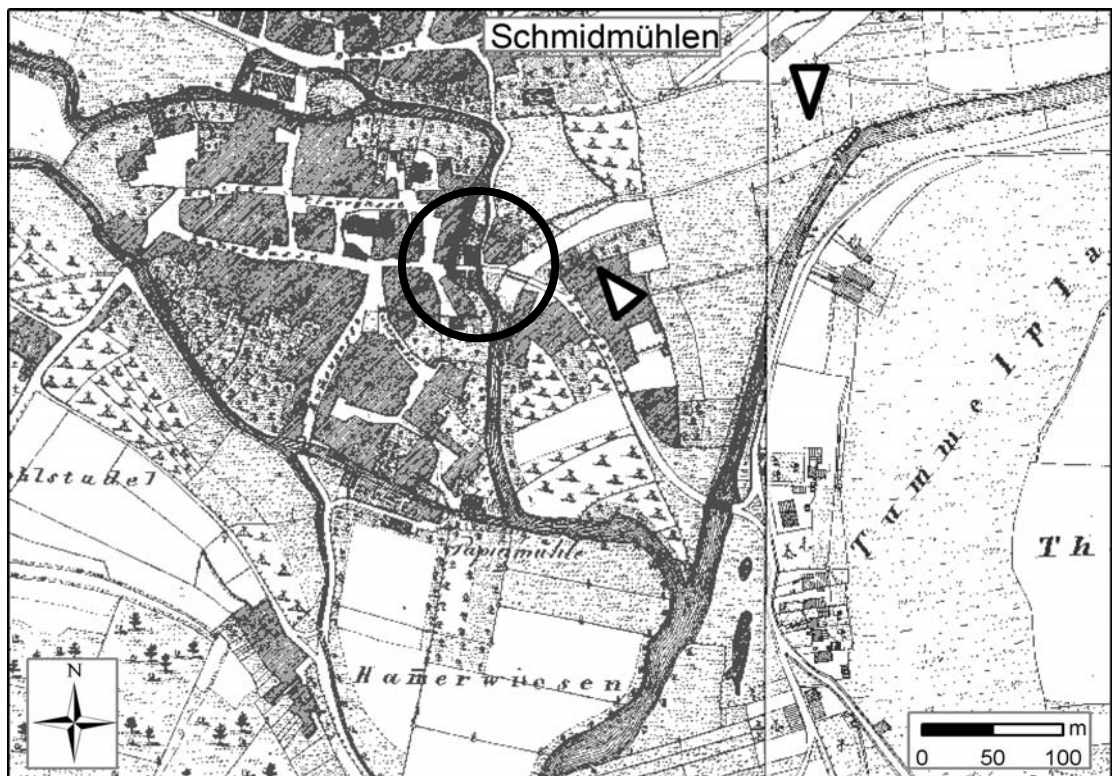


**Abb. 12: Vergleich der Krümmungsradien der Gerinnedarstellungen von 1623 und 1832.**

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 unbeeinträchtigt. 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.

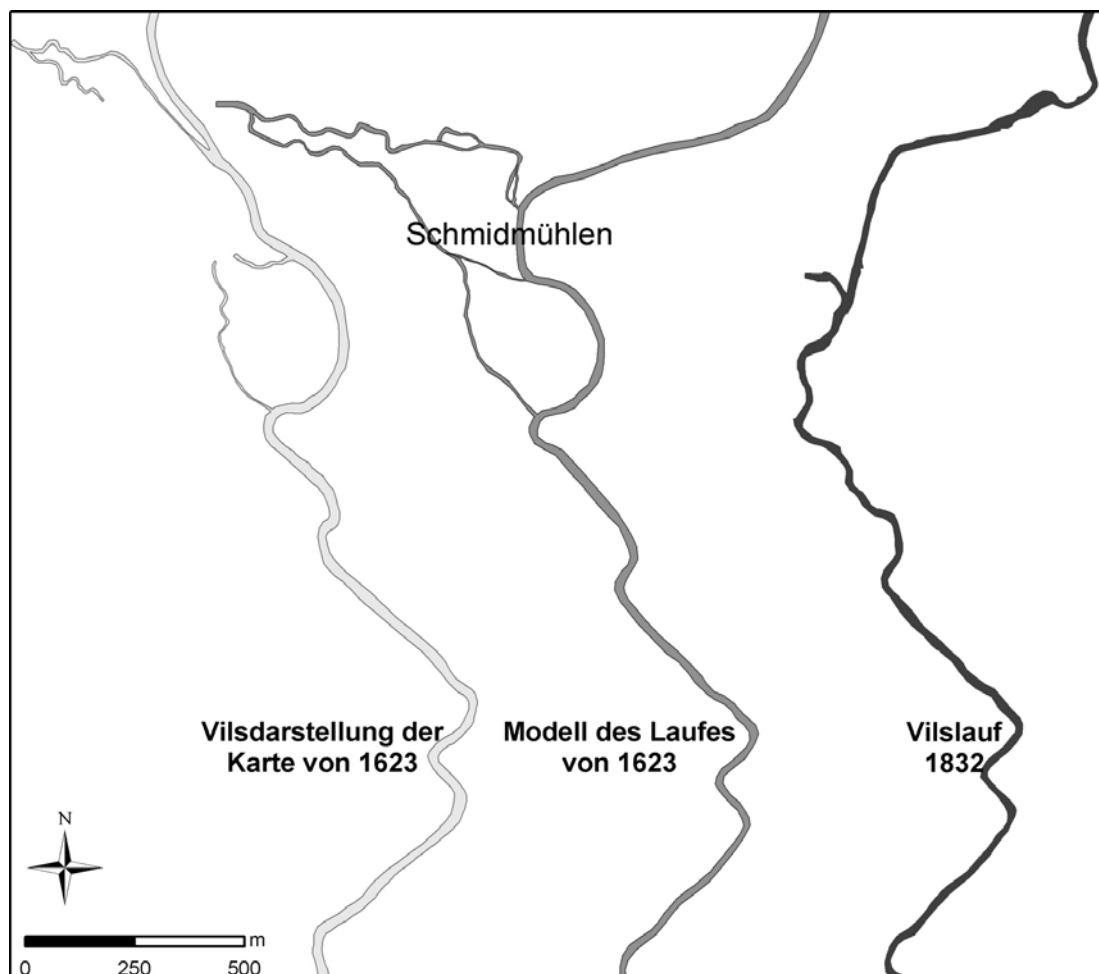


**Abb. 13:** Erkennbarer Altlauf der Vils bei Schmidmühlen (siehe Pfeile), Uraufnahme von 1832.

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, wechseln 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 Lehmanteil 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 schluffreichem 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 Auelehmfazies 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 Baggerschnitt 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 Geländebefund 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



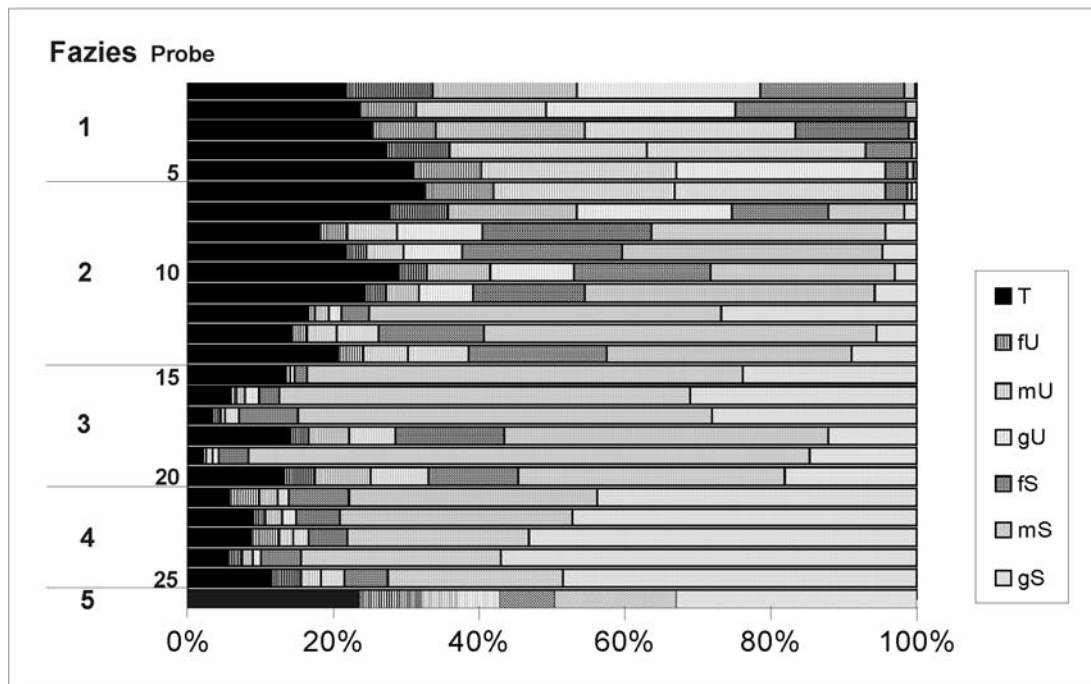
Farbgebung und keine Eisenausfällungen oder -konkretionen. Diese Sande sind der kiesigen Fazies 4 beigemischt, finden sich jedoch vereinzelt auch in den Vilssanden wieder, die ansonsten hauptsächlich in Farben von hellorange über beige bis hellgrau vorliegen.

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

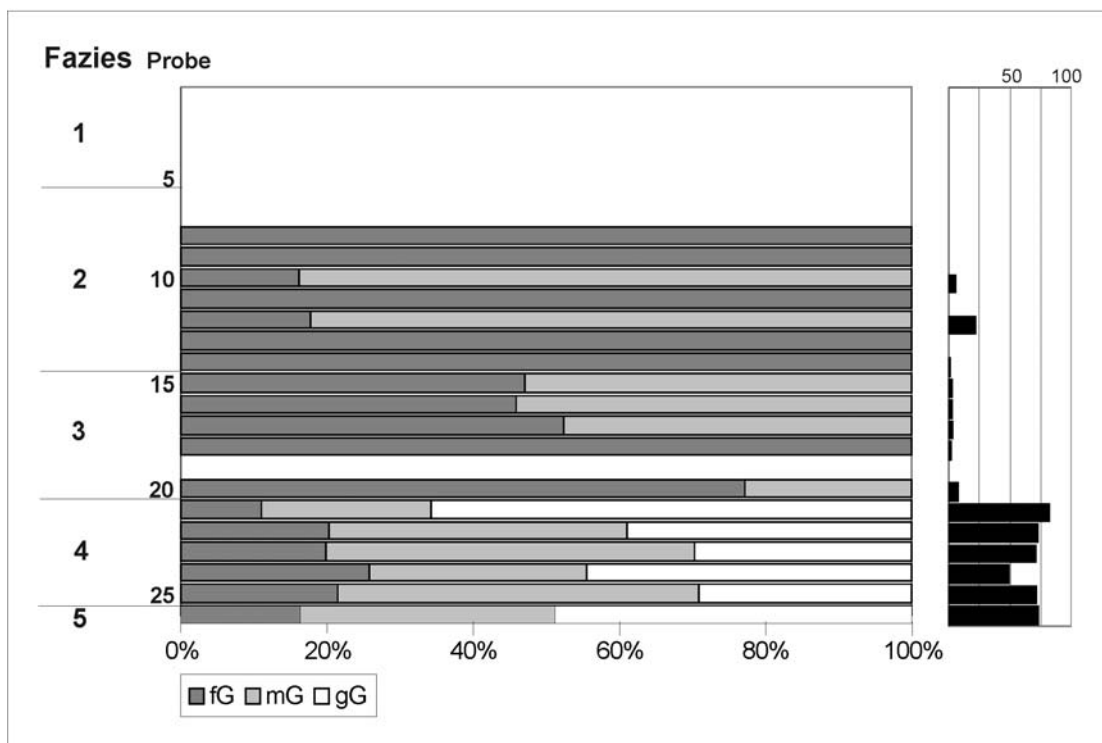
**Tab. 12: Profilbeschreibung Auenprofil Nr. 6637-110 (Legende S. 179).**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsellfarbe	weitere Merkmale
0-24	I		Ah	1	Lu	10YR3/3	trocken, Krümelgefüge, durchwurzelt
24-46			aM	2	Lu	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Mollusken, Regenwurmang
46-70				3	Lu	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen/Mollusken, Regenwurmang
70-100				4	Tu4	10YR4/6	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmang
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			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		alC	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	V		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 Makroreststeinschlüssen. Soweit sie 15 Masse-% an Humusgehalt überschreiten, werden sie nach bodenkundlicher Kartieranleitung (AG BODEN 1994) als fossile anmoorige 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 Auevegetation 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 Sandeinschlüssen 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		Ah	1	Slu	10YR3/4	durchwurzelt, wenig Holzkohle im unteren Bereich, Regenwurmgänge
24-45			aM	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	III		aGr	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				15	Lu	2,5Y3/2 - 10YR4/4	sehr weich, durchwurzelt
324-346	IV		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		alC	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	VI		Cv	25	Sl3, fGr3, mGr3, gGr4	10YR6/6	

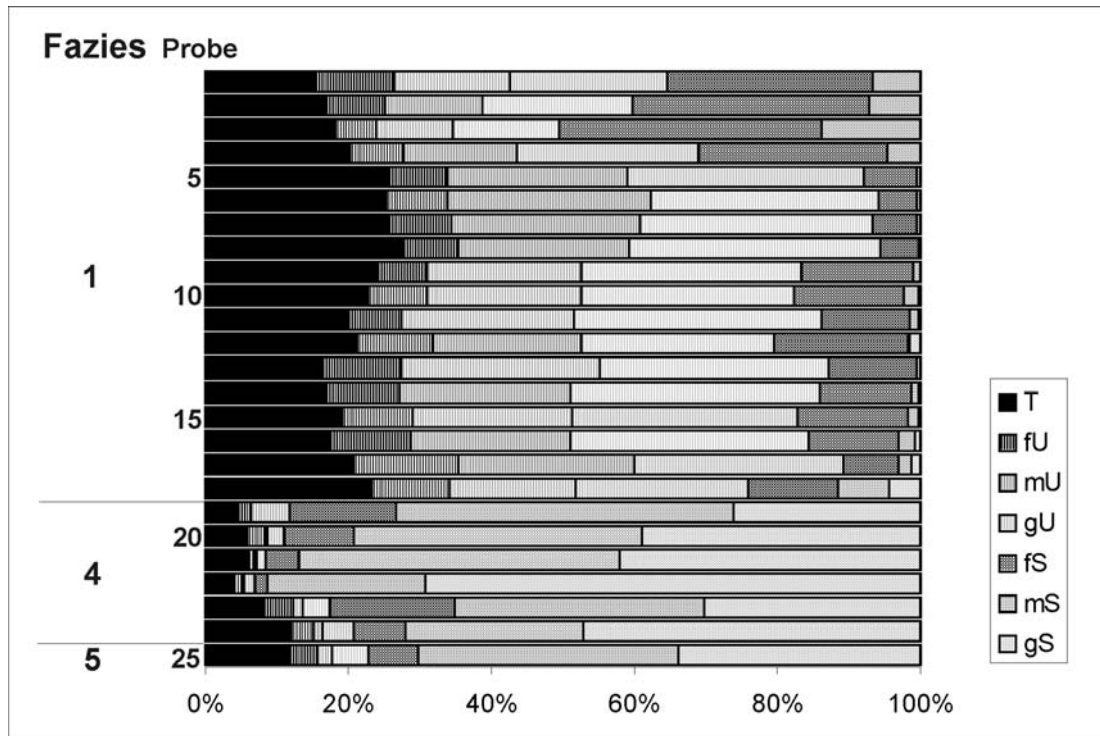


Abb. 17: Korngrößenverteilung des Feinbodens - Bohrprofil 6637-109.

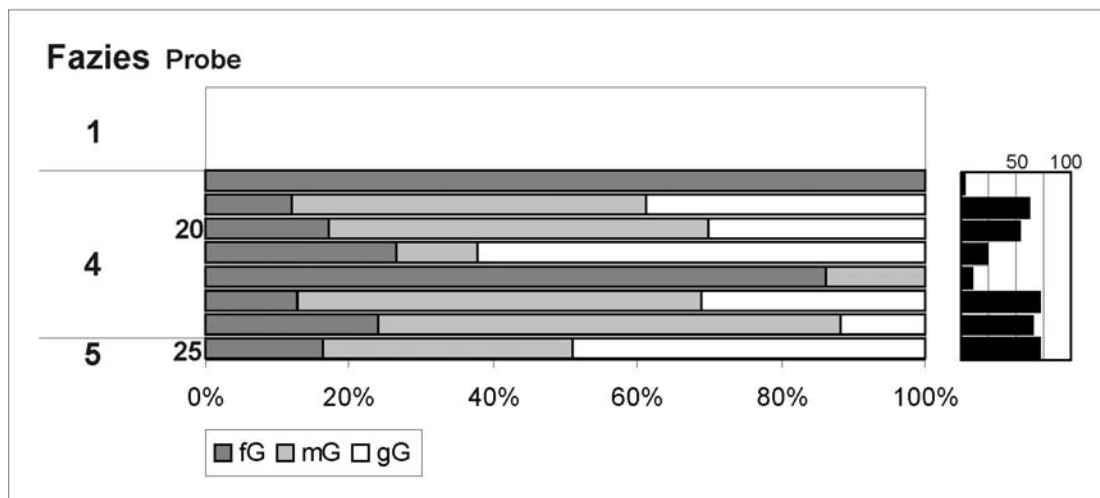


Abb. 18: Größenverteilung des Skeletts und prozentualer Anteil an der Gesamtprobe - Bohrprofil 6637-109.

### 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.

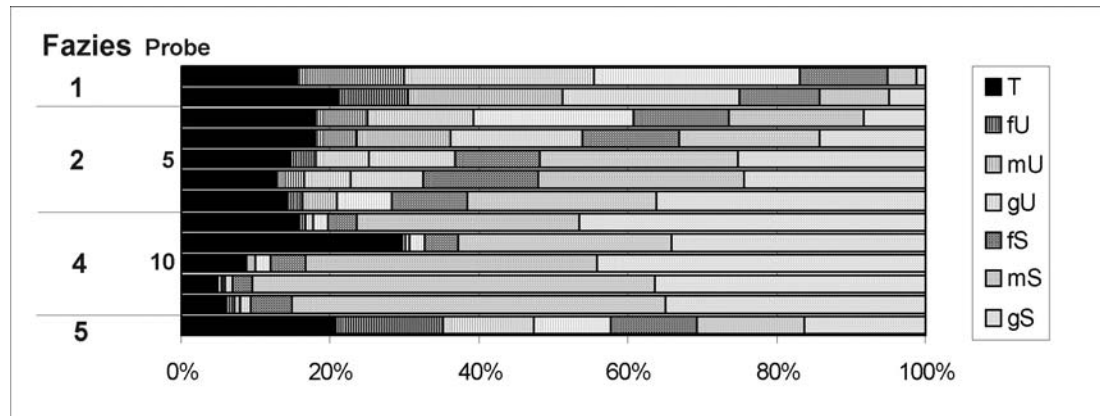
Das hangende Substrat der Hangprofile wird als Kolluvium angesprochen. Es ist dem Auelehm sehr ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch seinen Gehalt an Kalkgrus. Ein möglicherweise periglaziales Hangmaterial lässt sich, z.B. in Bohrung 6637-121, durch einen höheren Sand- und Grusanteil deutlich von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

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

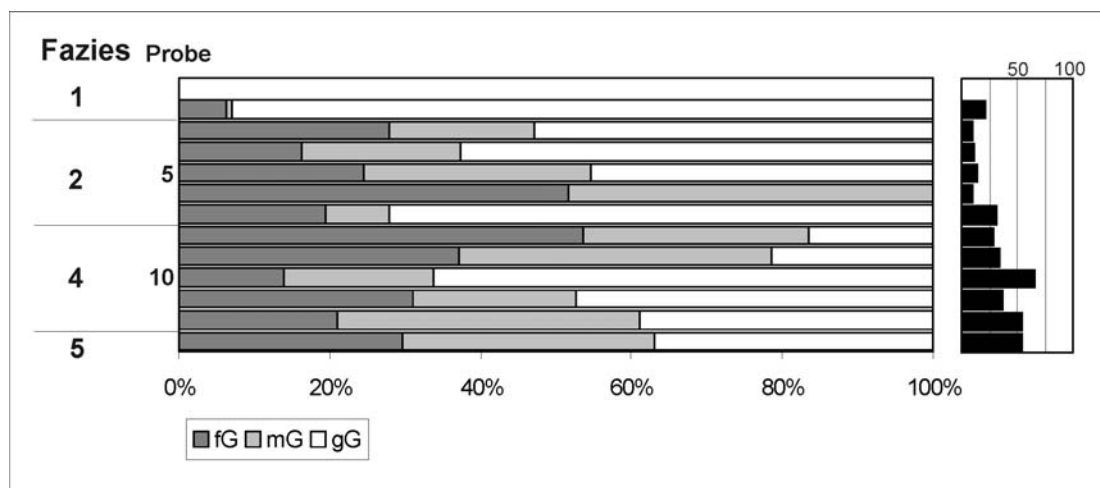
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennummer	Substrat	Munsellfarbe	weitere Merkmale
0-23	I		Ap	1	Ut3	10YR3/3	durchwurzelt
23-46		II	M	2	Lu, fG2, mG1, gG6	7,5YR4/4	durchwurzelt, Holzkohle, Grus bei 40-43, Regenwurmgänge
46-61	3			Ls2, fG3, mG3, gG4	7,5YR4/4	Holzkohle, Stein bei 49-50 cm	
61-79	4			Ls3, fG3, mG3, gG5	7,5YR4/4	Holzkohle	
79-100	5			Sl4, fG3, mG3, gG4	7,5YR4/6		
100-108						Kernverlust	
108-127	6			Sl4, fG4, mG4	7,5YR6/4		
127-137	7			Sl4, fG3, mG2, gG5	5Y6/3		
137-152	III		alC	8	St2, fG4, mG3, gG3	7,5YR4/4	
152-167				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

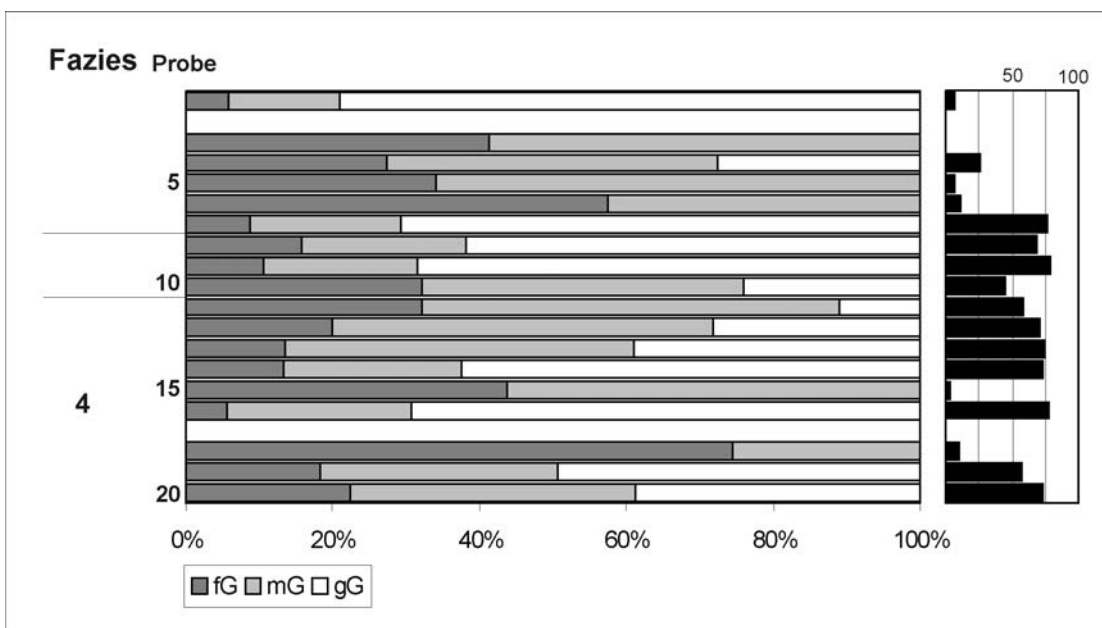
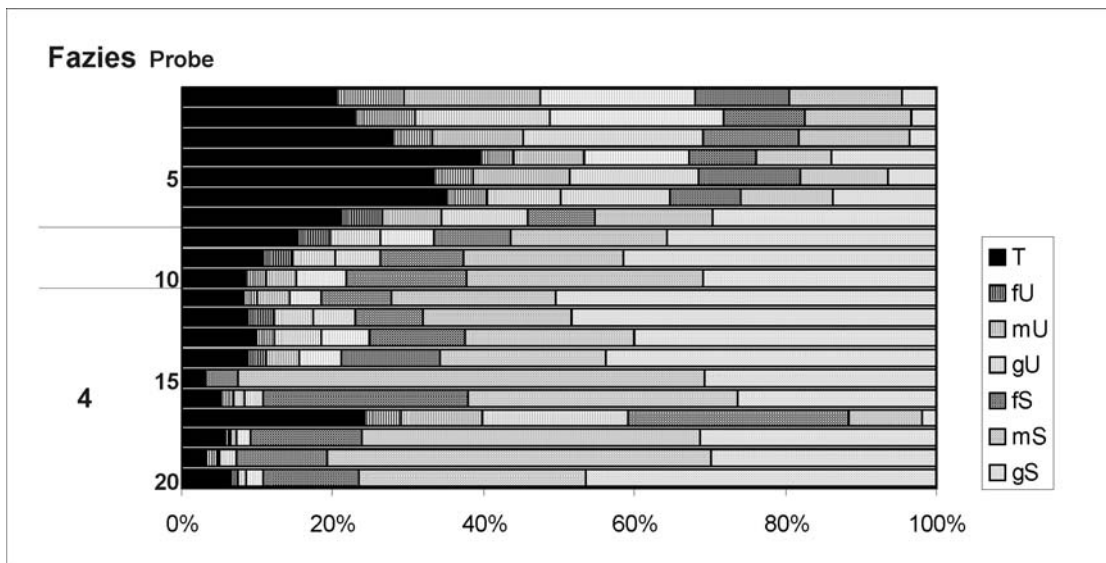
Bei Rieden wurde umgelagertes Hangmaterial erbohrt, das mit den anderen Profiltypen nicht vergleichbar ist. Die vier Bohrungen 6637-112 bis 115 enthalten Material eines Schuttkegels, der aus dem Palkeringer Tal ins Vilstal ausläuft, den auch DOBEN & HELLER (1968) angebohrt haben. Das Substrat lässt vier 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		Ap	1	Ls2	10YR4/3	kompakt, durchwurzelt, Strohreste eingearbeitet	
25-46			IC	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		8	SI4	7,5YR6/4
243-270			9			SI3	7,5YR6/5	
270-300	10	SI3	7,5YR6/5			lockerer		
300-323	III		alC			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				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 Ens Dorf. 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 Ens Dorf aufgenommen. Er wird im Westen durch eine Rohrtrasse und im Osten durch die Böschung der Vilstalstraße 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.

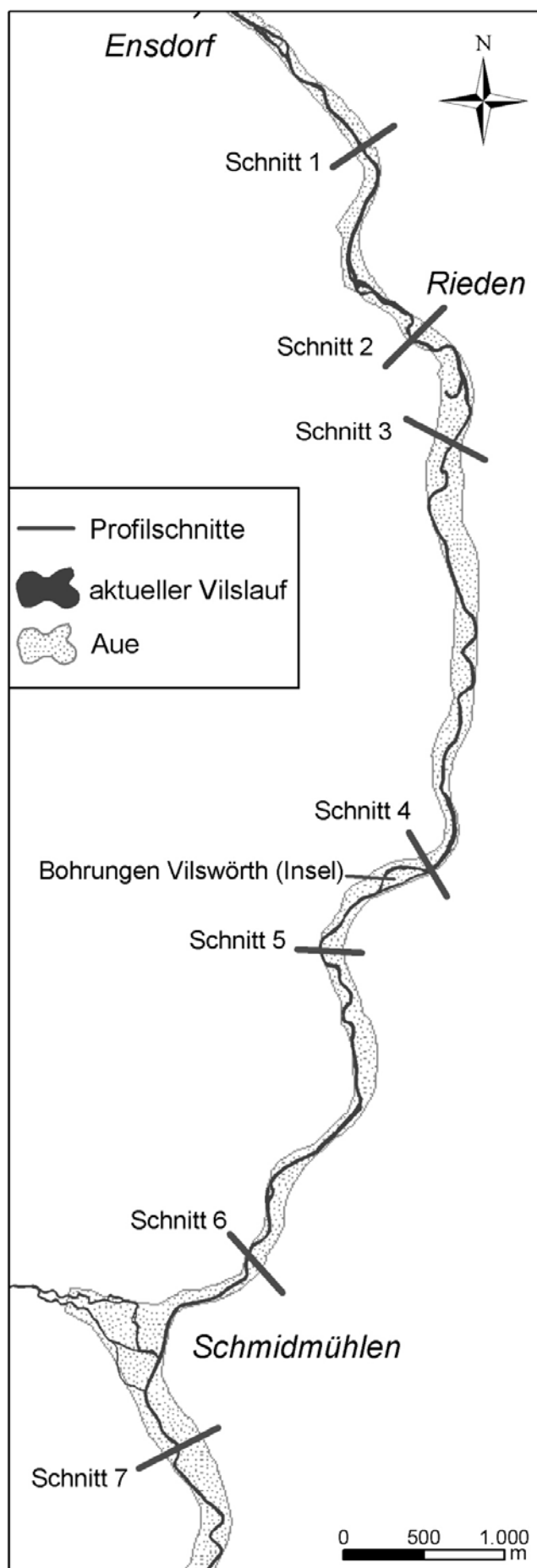


Abb. 23: Lage der Profilschnitte.

**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 erreichte 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.).

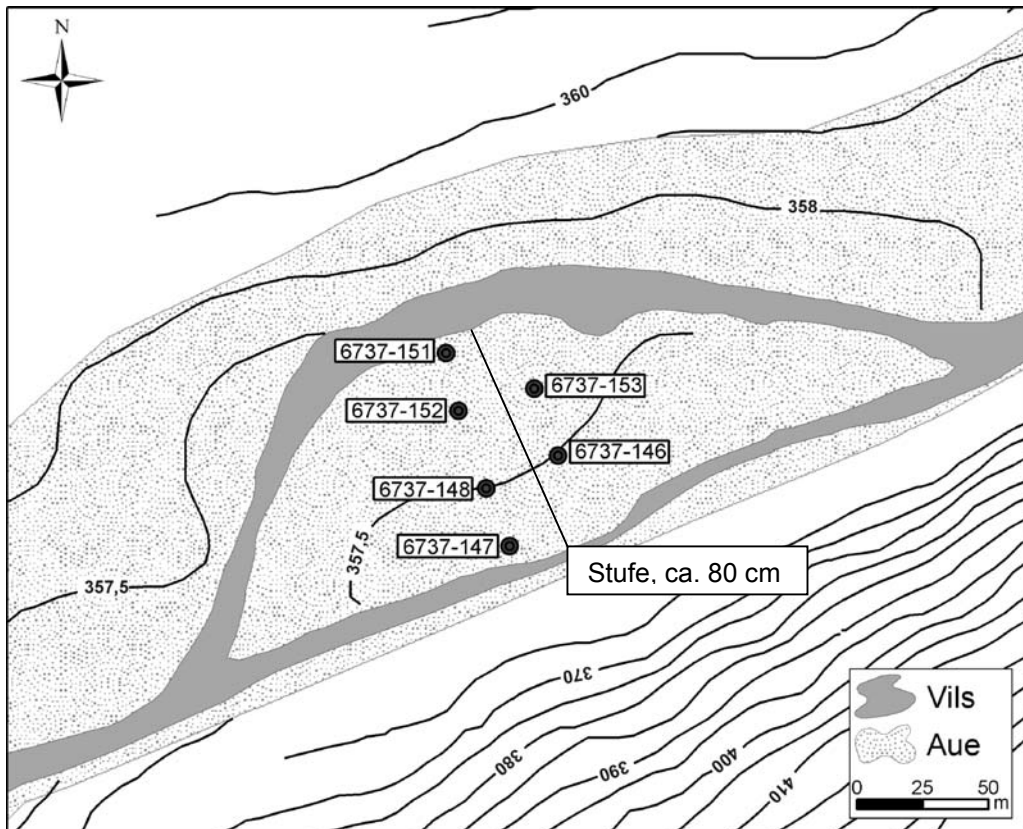
Das verwitterte Anstehende wurde in acht von zehn Bohrungen in einer Tiefe von 450-500 cm erreicht. Die Vilsschotter wurden in allen Bohrungen außer in Profil 6637-121 gefunden, ihre Mächtigkeit variiert zwischen 16 und 140 cm, bei insgesamt unregelmäßiger Oberfläche. Die Vilssande sind in den Bohrprofilen 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-graues 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 Schlackenstücke. 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 Pochsandten 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 Makroreststeinschlüssen auf. Entsprechend sind hier eine oder mehrere Paläorinnen zu vermuten. Zwei  $^{14}\text{C}$ -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 Auelehmsedimentation 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 durchmischte. 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  $^{14}\text{C}$ -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 Auelehmen gefunden. 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 Auelempaket 2. Von 13  $^{14}\text{C}$ -Proben konnten 12 bestimmt werden. Das Material der Probe Hv 24694 gilt mit einem gemessenen  $^{14}\text{C}$ -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 Lumineszenzsignal 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  $^{14}\text{C}$ -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  $^{14}\text{C}$ -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  $^{14}\text{C}$ -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	Sig. 2 - 95%
Hannover	<sup>14</sup> C	Hv 24689	6737-100/5	Wacholderwurzel	207	3	BC 1701-1431	Sig. 2 - 95%
		Hv 24690	6737-100/6	Wacholderwurzel	220	3	BC 1643-1516	Sig. 1 - 83,1%
		Hv 24691	6737-100/15	Eichenkernholz	200	3	BC 1776-1427	Sig. 2 - 96,8%
							BC 1691-1517	Sig. 1 - 93,9%
							AD 597-781	Sig. 2 - 98,9%
							AD 642-694	Sig. 1 - 67,6%
Thierhaupten	Dendrochron.	SCHM_100/15	6737-100/15	Eichenstamm	200	3	AD 185	vgl. Text
			6737-100/15	Eichenstamm	200	3	AD 683	vgl. Text
Hannover	<sup>14</sup> C	Hv 24692	6737-109/16	Rinde	167-204	1	AD 1637-1955	Sig. 2 - 99,9%
							AD 1804-1936	Sig. 1 - 65,3%
		Hv 24693	6737-112/15	Holzkohle	205	1	AD 1378-1676	Sig. 2 - 91,3%
							AD 1423-1633	Sig. 1 - 100%
		Hv 24694	6737-112/16	Holz	224	2	rezent (101,6 ± 1,5 pmc)	
		Hv 24695	6737-112/18	Holz	257-271		AD 1269-1525	Sig. 2 - 93,2%
							AD 1300-1443	Sig. 1 - 100%
		Hv 24696	6737-112/19	Holz	246-257	2	AD 1290-1637	Sig. 2 - 100%
							AD 1381-1492	Sig. 1 - 64,9%
	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	<sup>14</sup> C	Erl-6578	6737-119/7	Holzkohle	156-175	2	AD 1151-1271	Sig. 2 - 71,1%
							AD 1158-1249	Sig. 1 - 87,7%
		Erl-6579	6737-119/10	Holzkohle	219-240		AD 321-534	Sig. 2 - 91,6%
							AD 338-437	Sig. 1 - 89,7%
		Erl-6580	6737-119/15	Holz	352-360		AD 209-405	Sig. 2 - 92,3%
							AD 237-345	Sig. 1 - 93,9%
		Erl-6581	6737-141/7	Holzkohle	160-183	2	AD 1403-1518	Sig. 2 - 95,2%
							AD 1424-1475	Sig. 1 - 100%
		Erl-6582	6737-141/16	Makroreste	357-394	2	AD 1022-1193	Sig. 2 - 96,8%
							AD 1039-1142	Sig. 1 - 91,8%

## 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

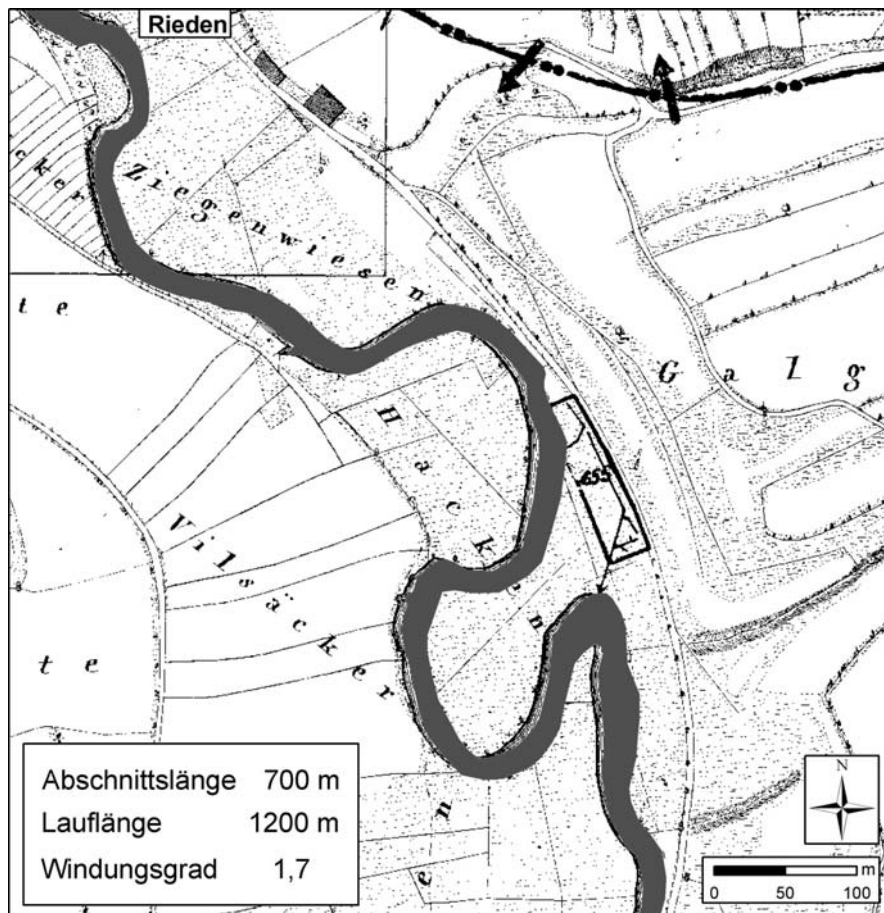
Die lange Nutzungsgeschichte der Vils lässt sich an der bis heute erhaltenen historischen Ausbausituation erkennen. Es finden sich kaum Spuren moderner Flussbautechniken, wie etwa ein Regelprofil. Die Vils hat ein überwiegend naturnahes Flussbett, dessen mögliche historische Uferbefestigung in jüngerer 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 Förderungsengpässen 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 Mühlendamms 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 schiffahrtliche 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 Geländemerkmale 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 Ens Dorf 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 DÜMLER (1973) wurden die Wege eigens für die Pferde instand gehalten. In der vorliegenden Studie konnten weder in einer Geländekartierung 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 & VÖLKE 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 Baggerschnitt 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 erodiertes 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 Auelehmdatierungen 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 Baggerschnitt 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 Inselfazies 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 schmaler 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 Verfall 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.

AYMANN, 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 Schifffahrt 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 Ostharz 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): Ambergs 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. In. 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 fluviale 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. & VÖLKE, 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  $^{14}\text{C}$  Data Base and Revised CALIB 3.0  $^{14}\text{C}$  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.; PFLICHT, 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 flood-plain rivers, 235-249.

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

TILLMANN, 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.

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

VÖLKE, J.; LEOPOLD, M.; WEBER, B. (2001): Neue Befunde zur Landschaftsentwicklung im niederbayerischen Donaauraum 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 Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer: Fallbeispiel Vils, Oberpfalz; Arbeitsblätter für die Praxis. – Amberg.

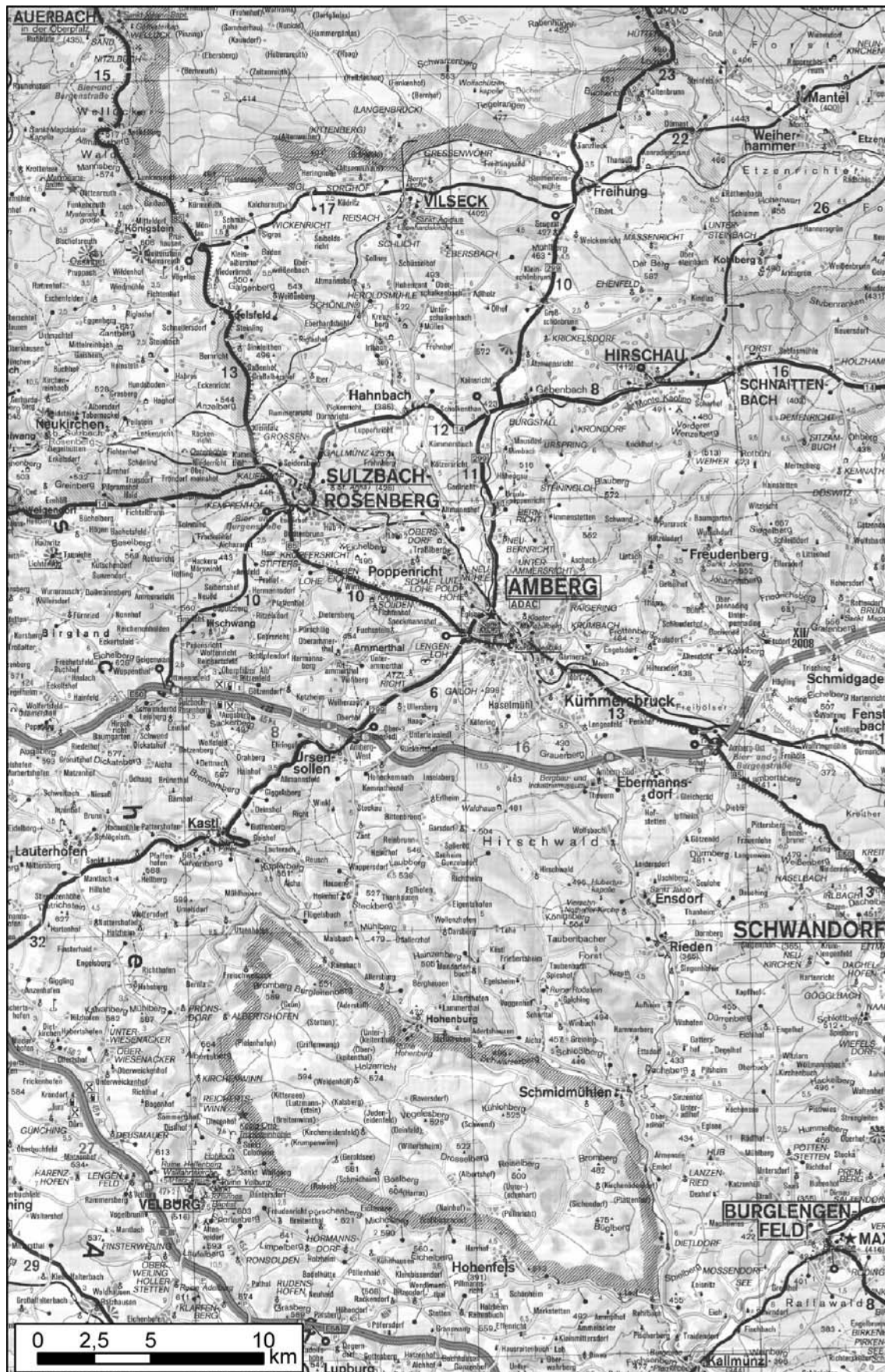


# Anhang












## **Anhang I – Verschiedenes**

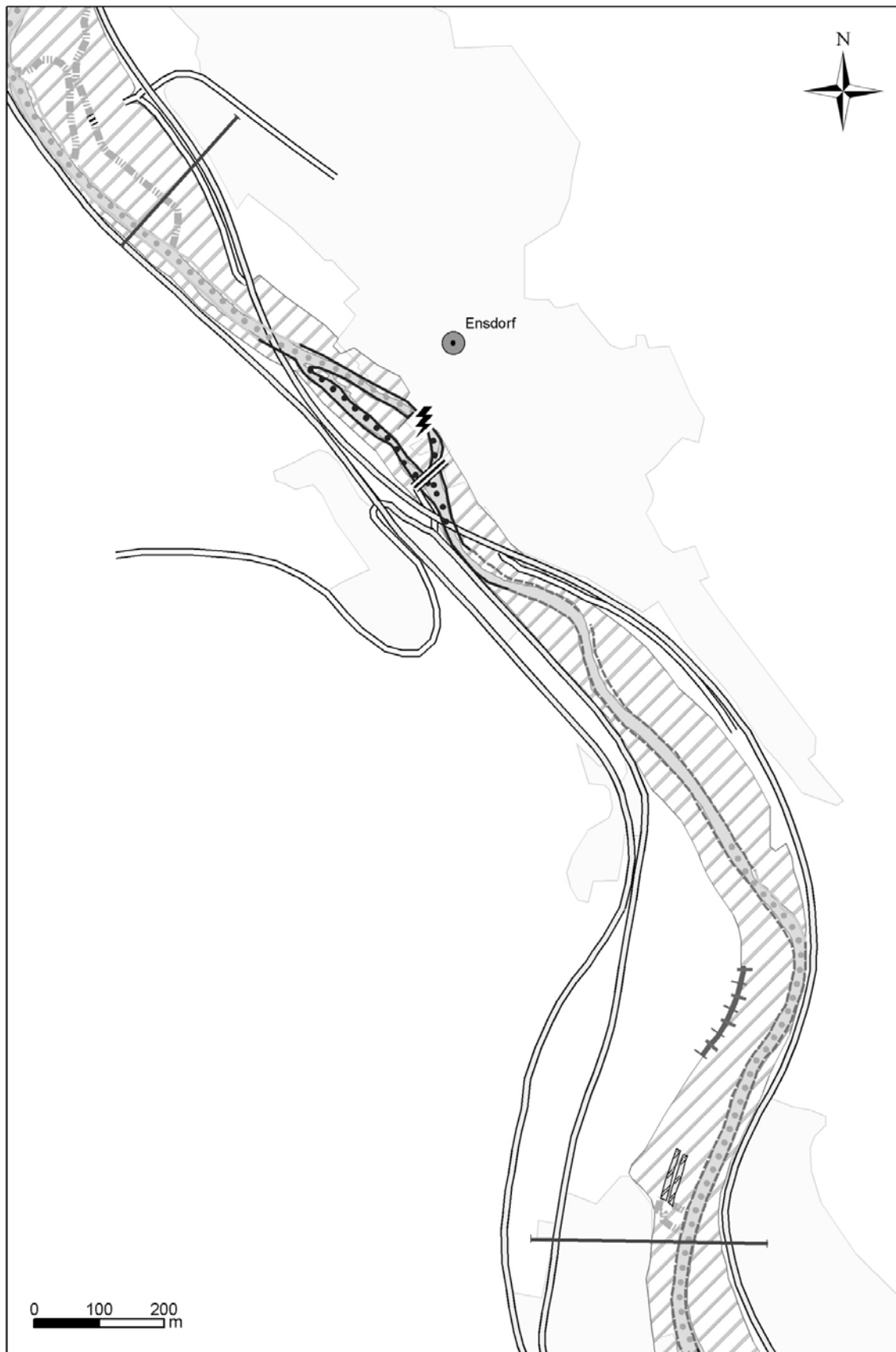


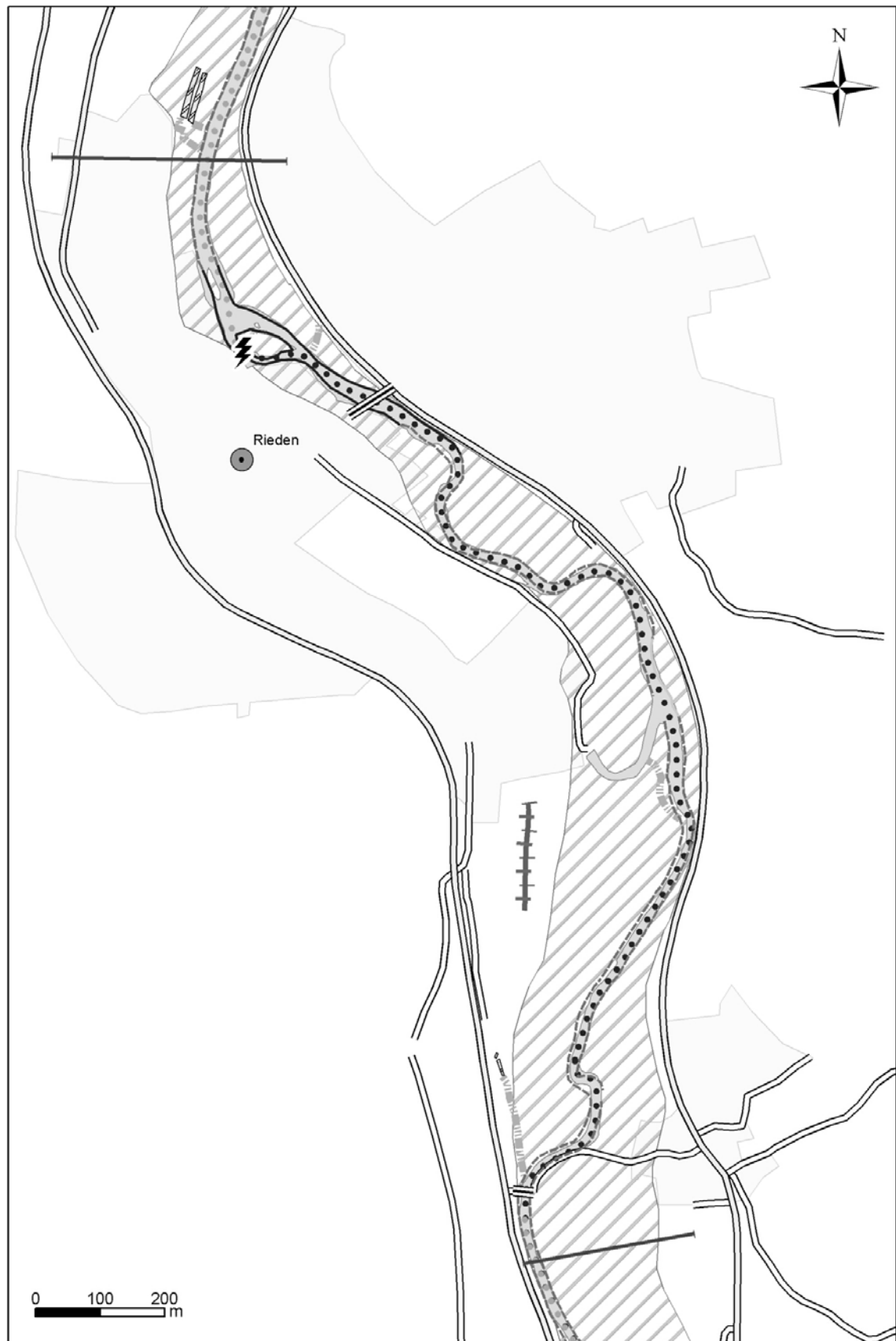
**Anhang I-1: Übersichtskarte der Region (mit allen Ortschaften), Ausschnitt aus: Die Generalkarte 15, 1:200.000 – Wiedergabe mit Genehmigung des Verlagshauses (C) Mair Dumont / Falk Verlag Ostfildern**



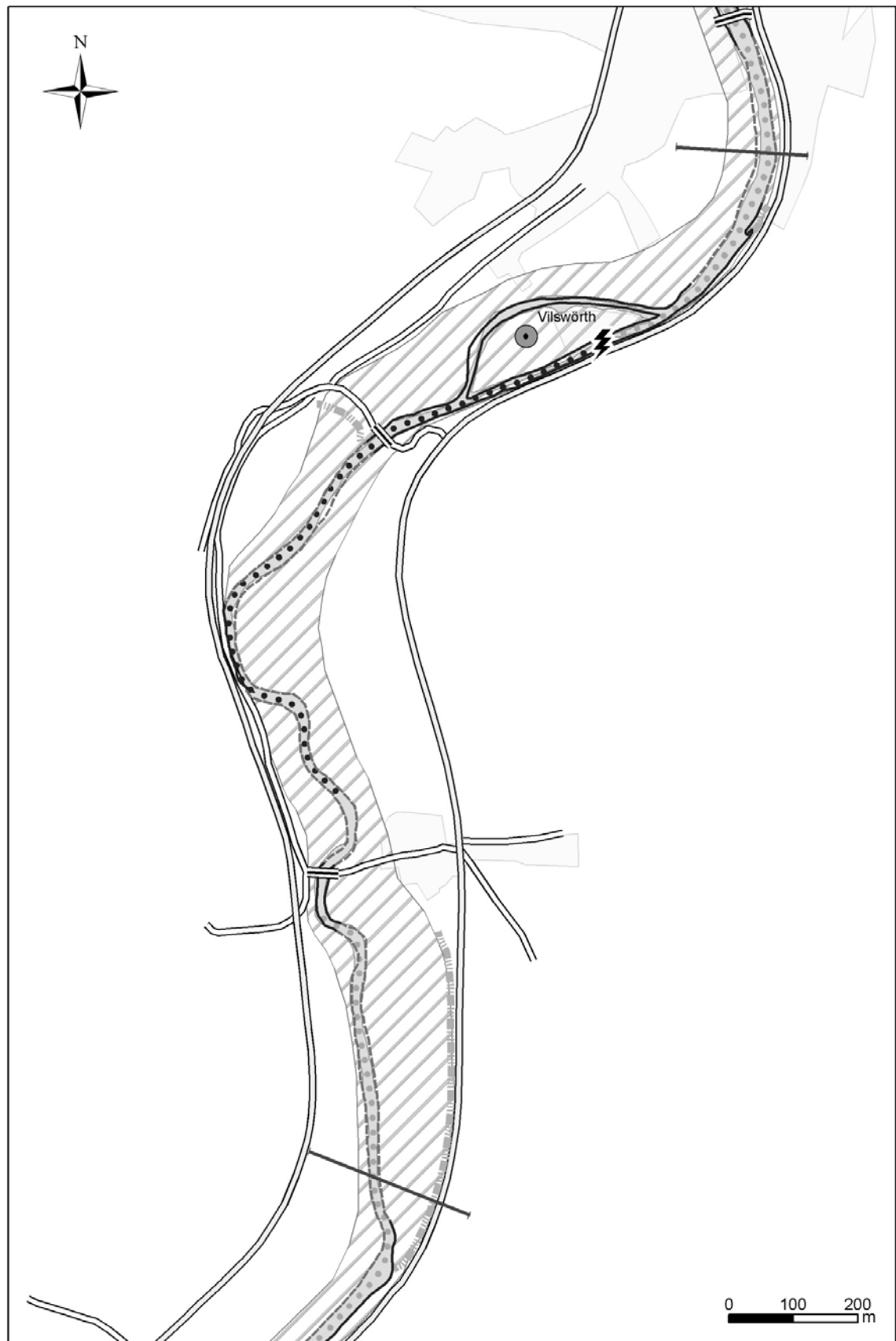
**Anhang I-2: Kartierung der Vilsaue zwischen Ensdorf und Schmidmühlen****I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – Legende**

	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

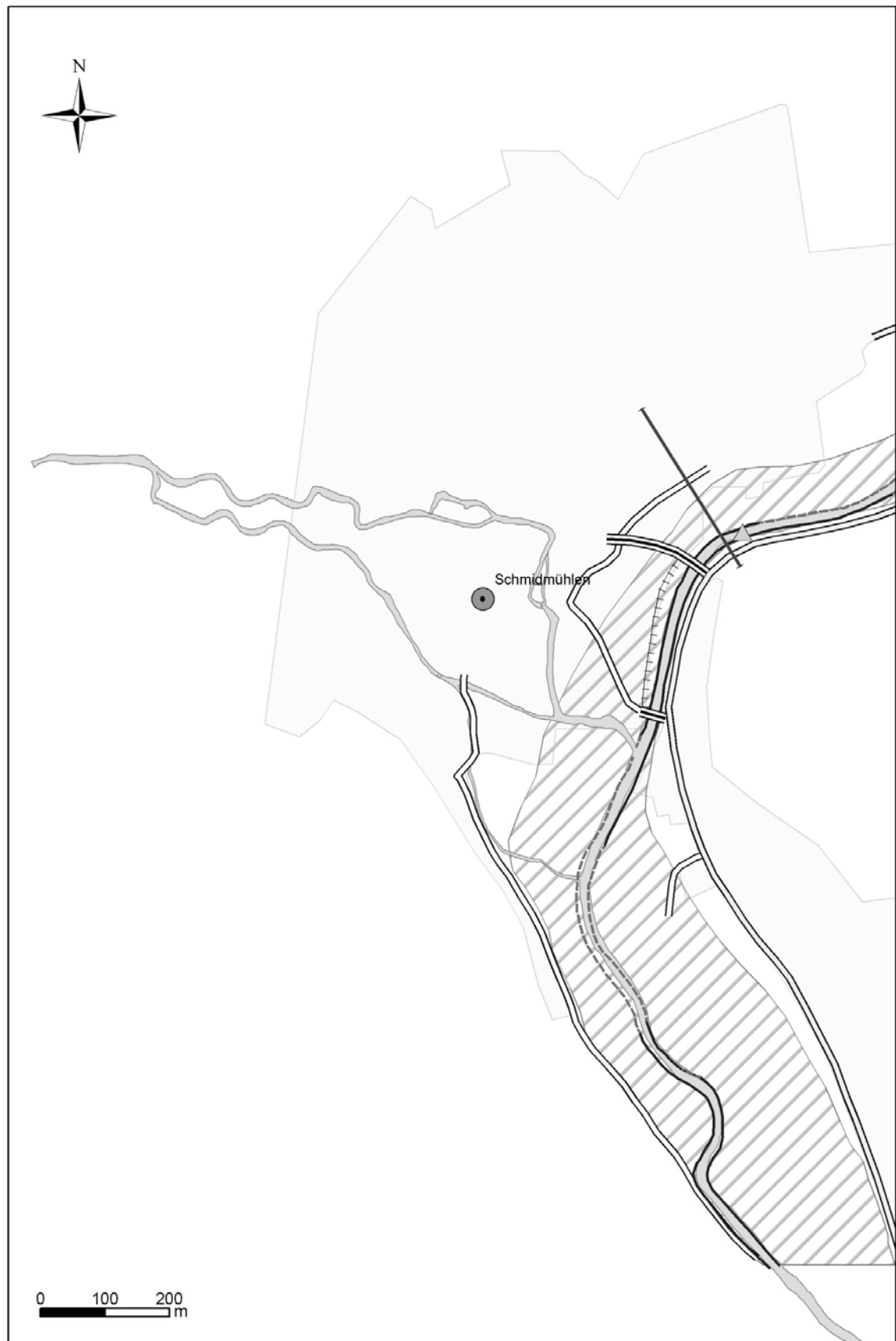
I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – **Unterabschnitt 1**

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**

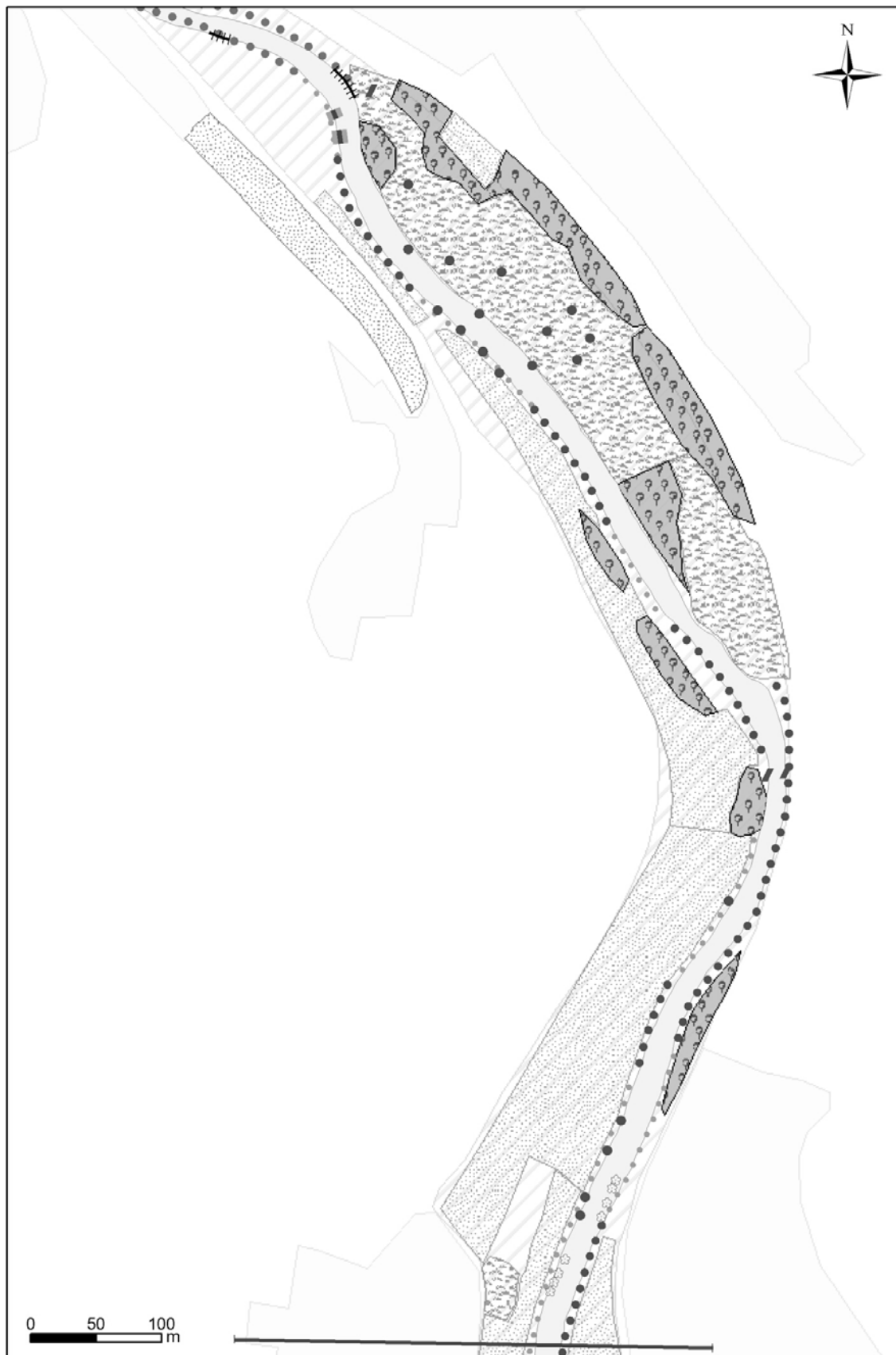
I-2.1 Fokus: anthropogener Einfluss auf die fluviale Morphologie – **Unterabschnitt 6**

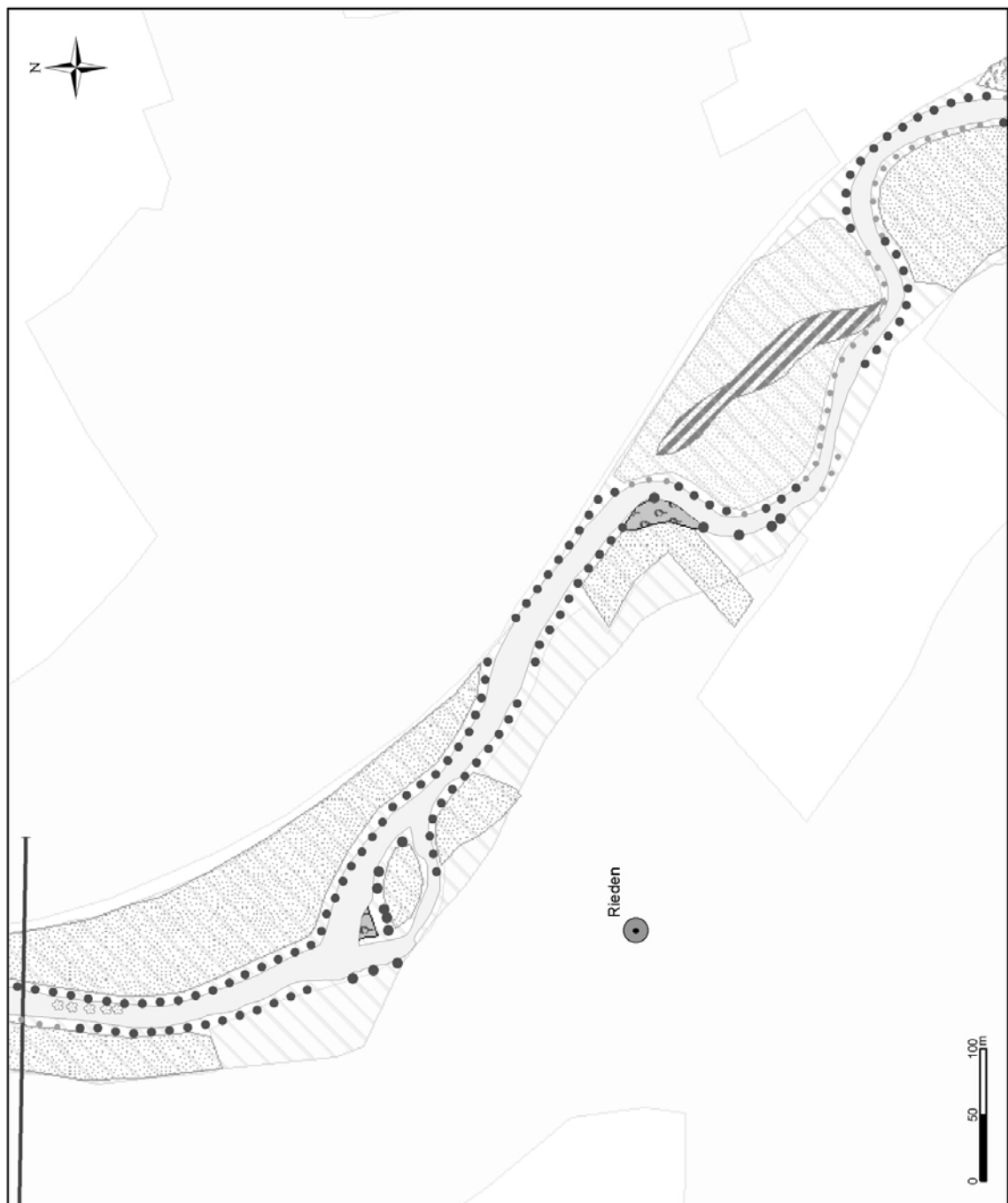


I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Legende**

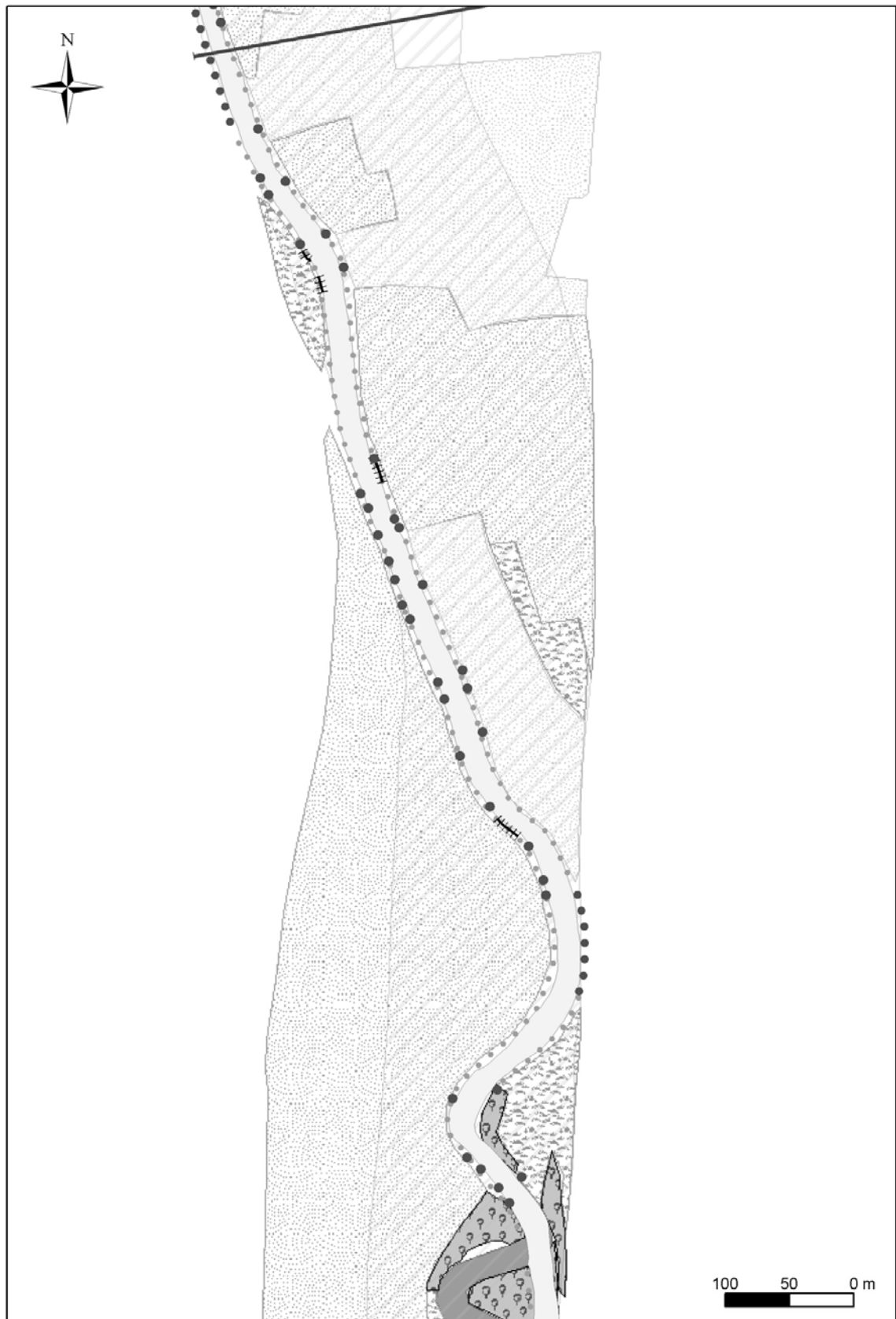
	Ort
	Unterabschnittsgrenze
	Einzelnes Ufergehölz
	Seerosen
	Verbuschtes Ufer
	Ufergehölzstreifen
	Schilf
	Gehölzreihe
	Anlandung
	Hochstaudenflur, Ufer
	Mähwiese
	Grünland
	Weide
	Hochstaudenflur, Aue
	Auengehölz
	Totholz
	Auskolkung
	Viehtritt
	Hochflutmulde
	Uferabbruch
	Altwasser
	Vils
	Rezente Aue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

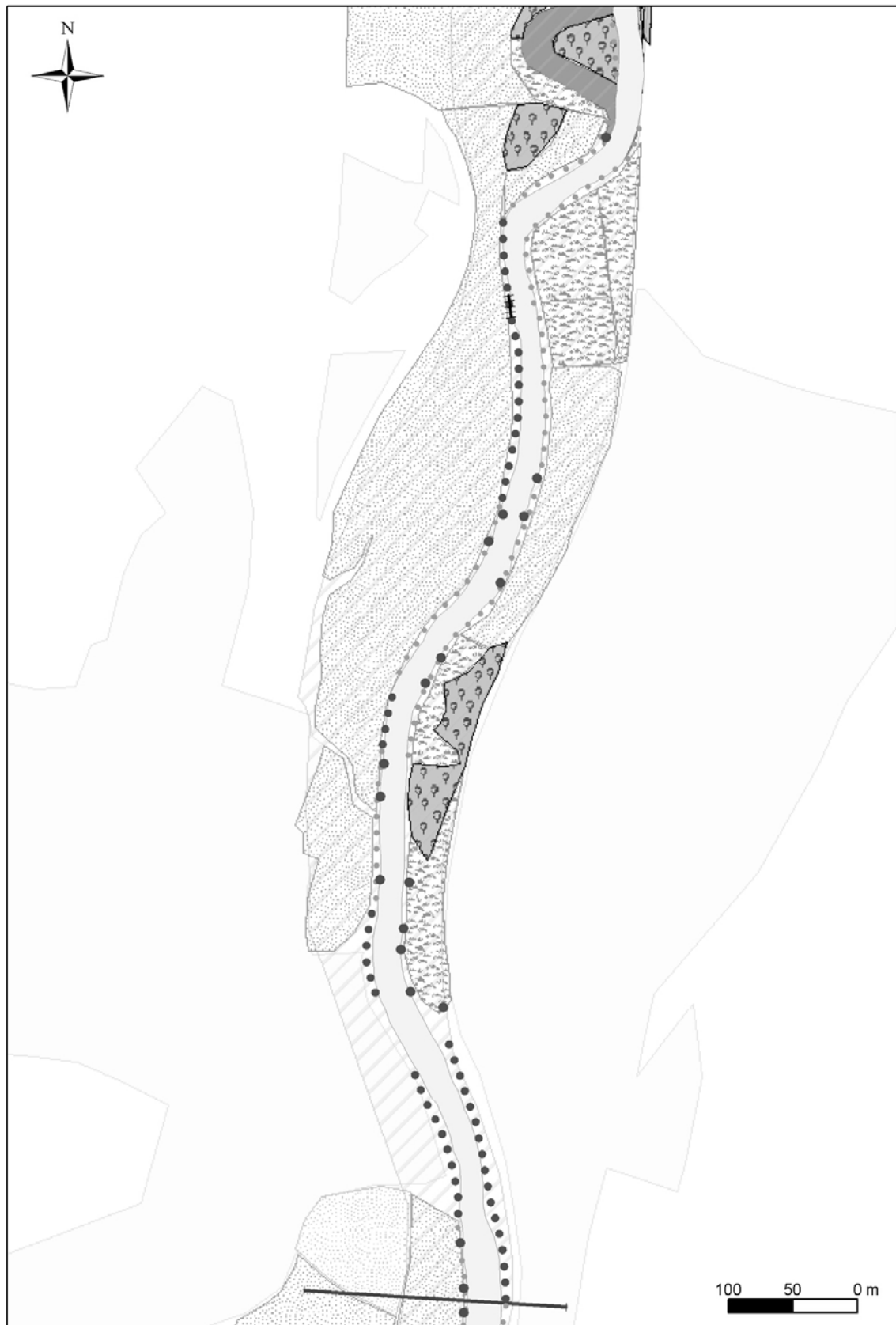
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 1 – Nord**

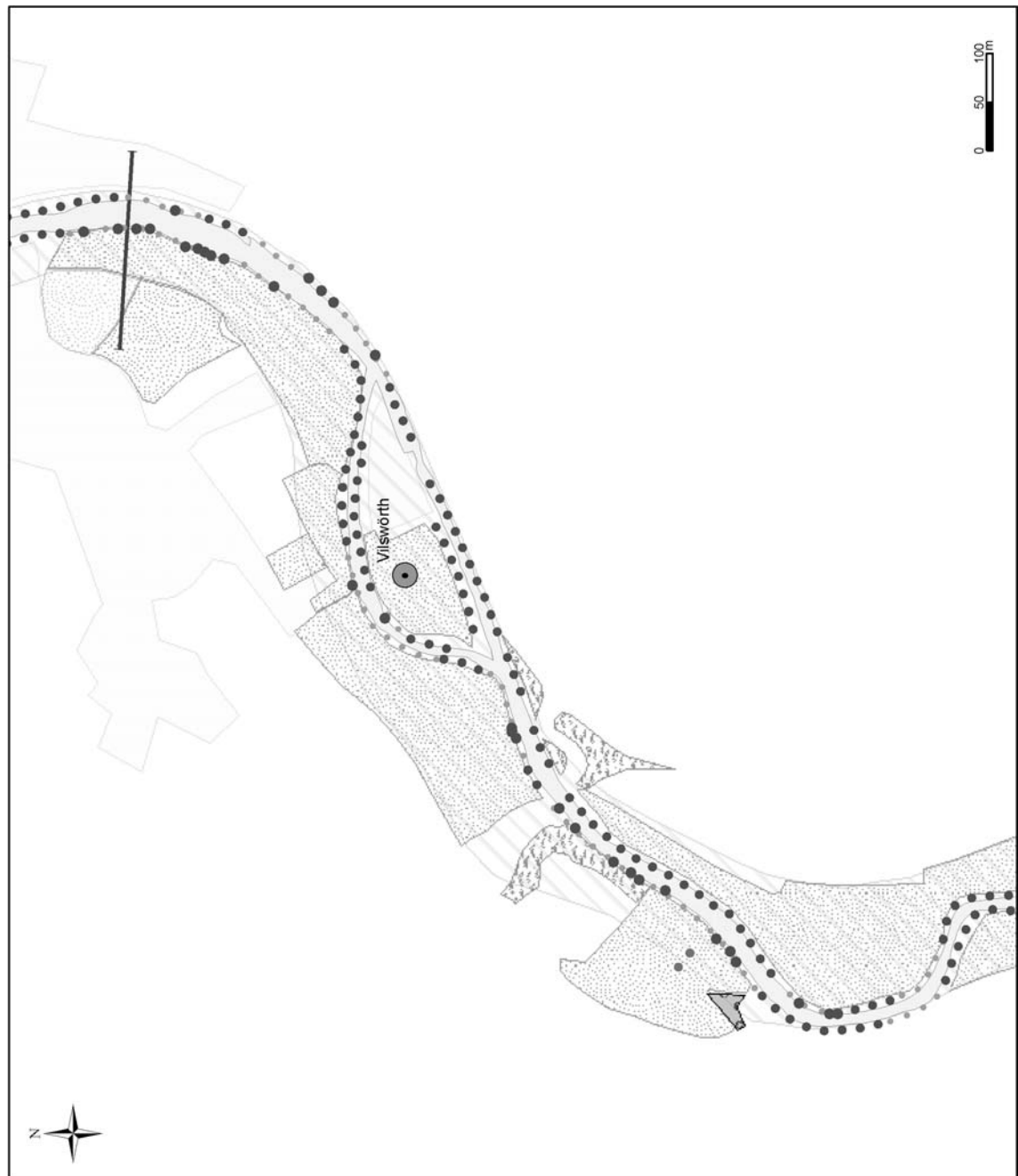
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 1 – Süd**

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

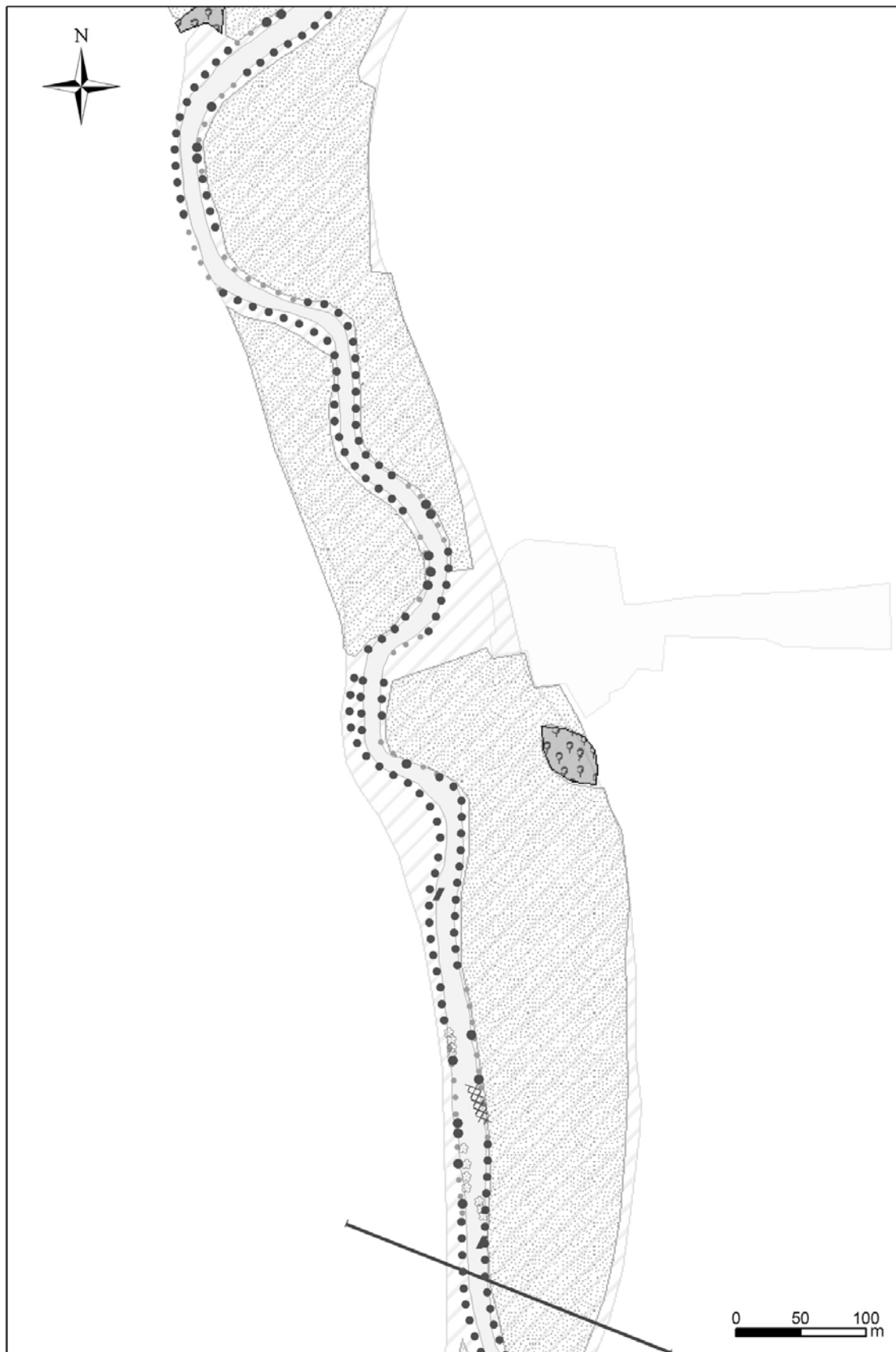
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 2 – Süd**

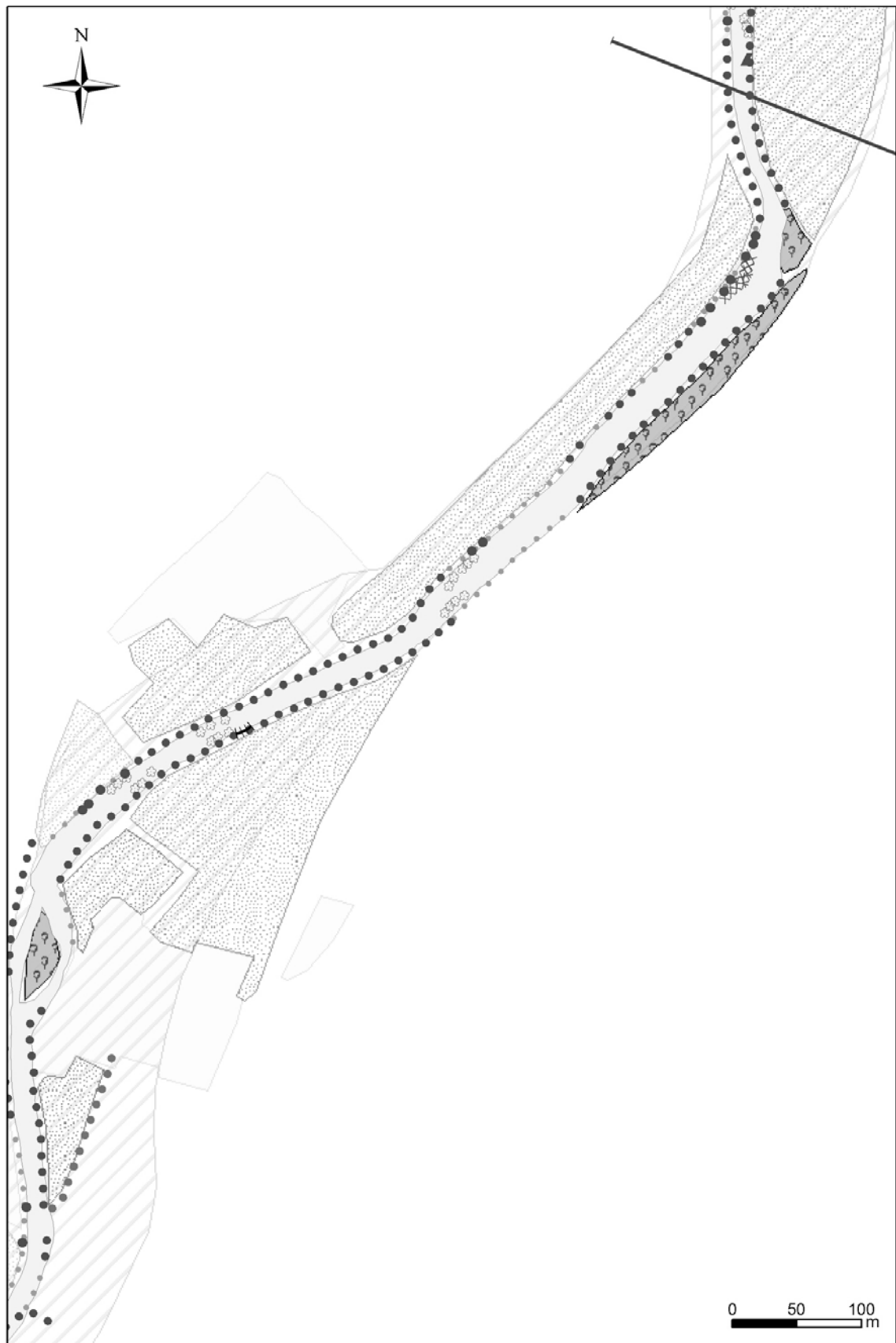
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 3 – Nord**

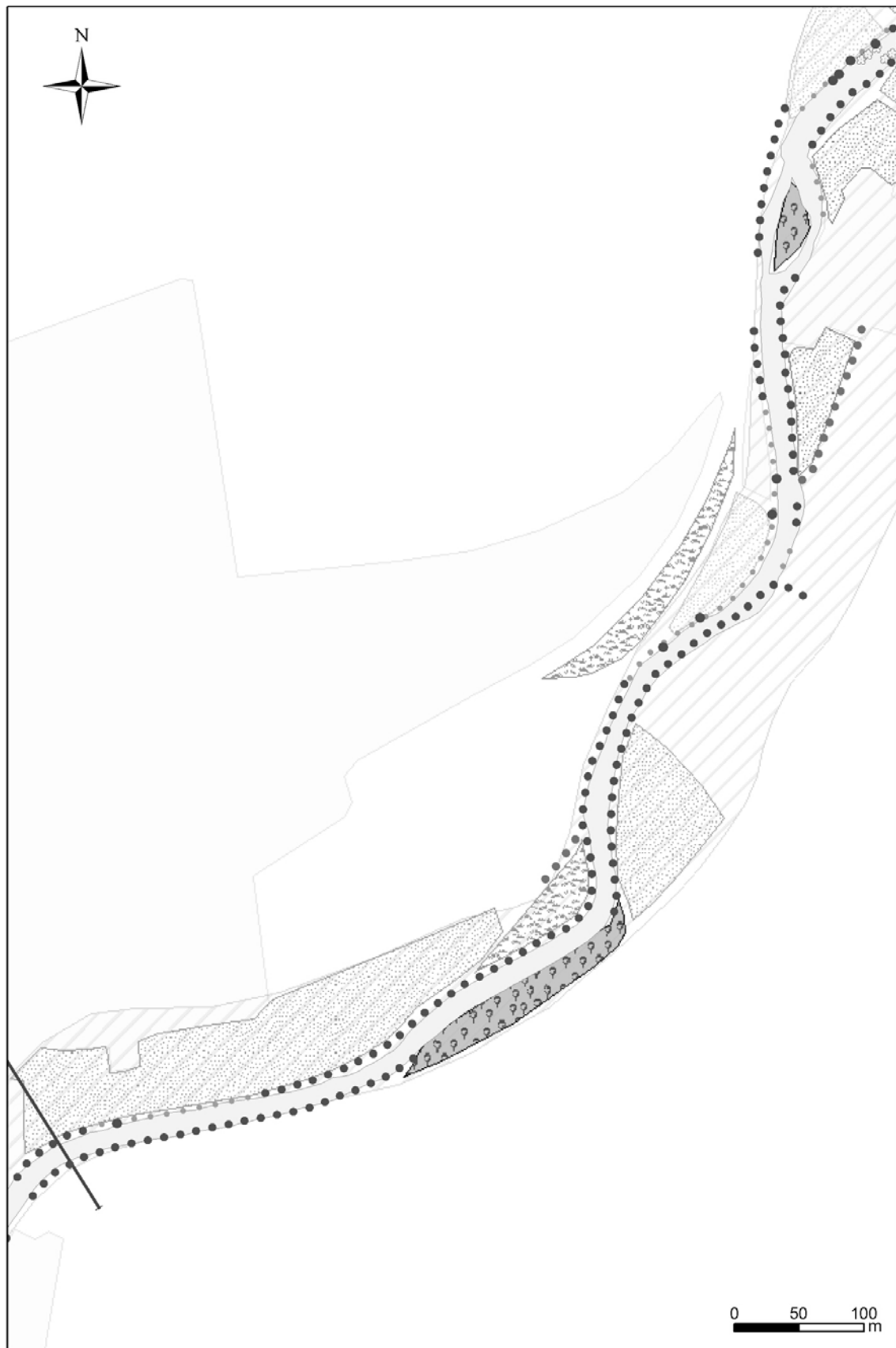
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 3 – Süd**

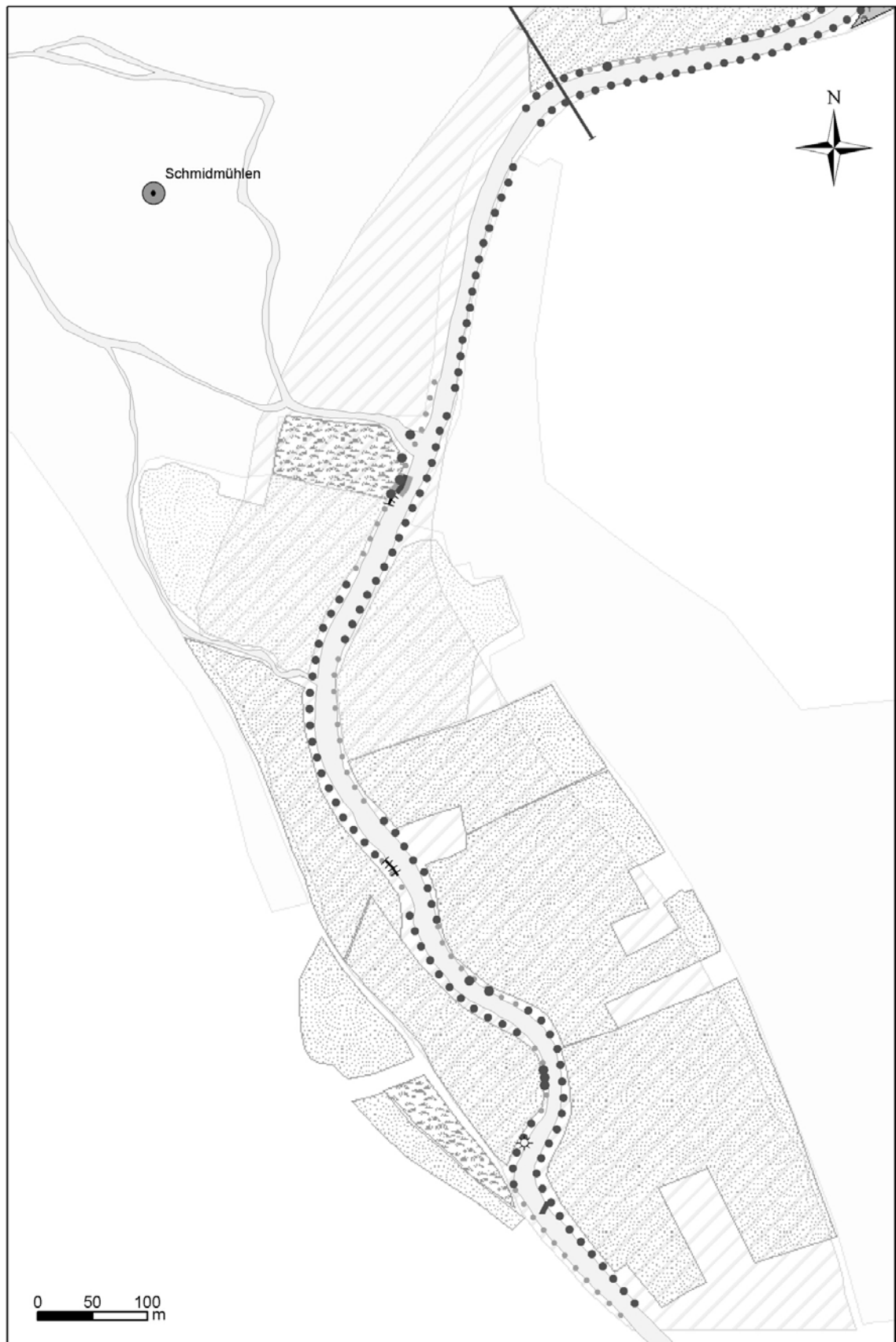
I-2.2 Fokus: natürliche Flussentwicklung und Vegetation – **Unterabschnitt 4 - Nord**



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**



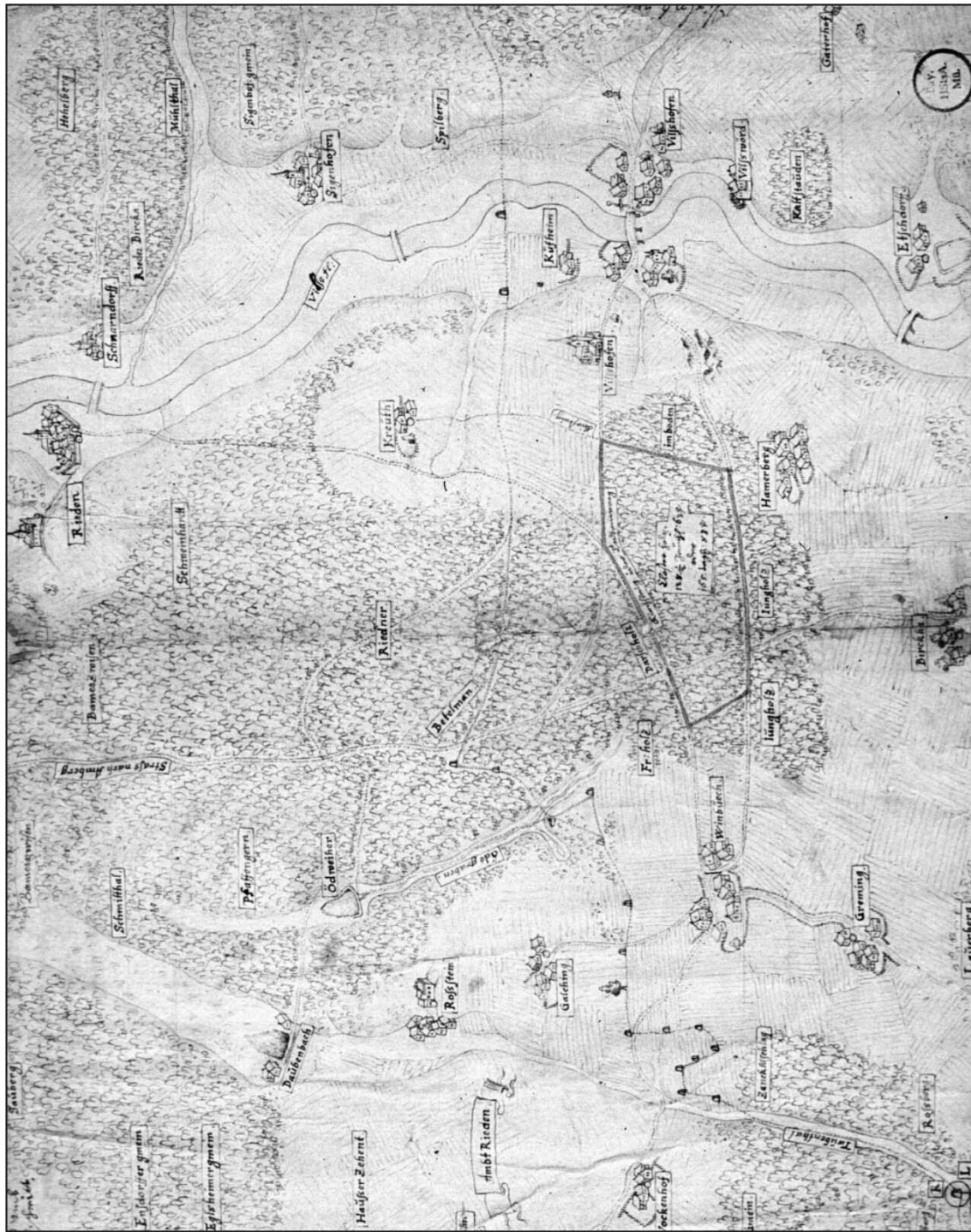




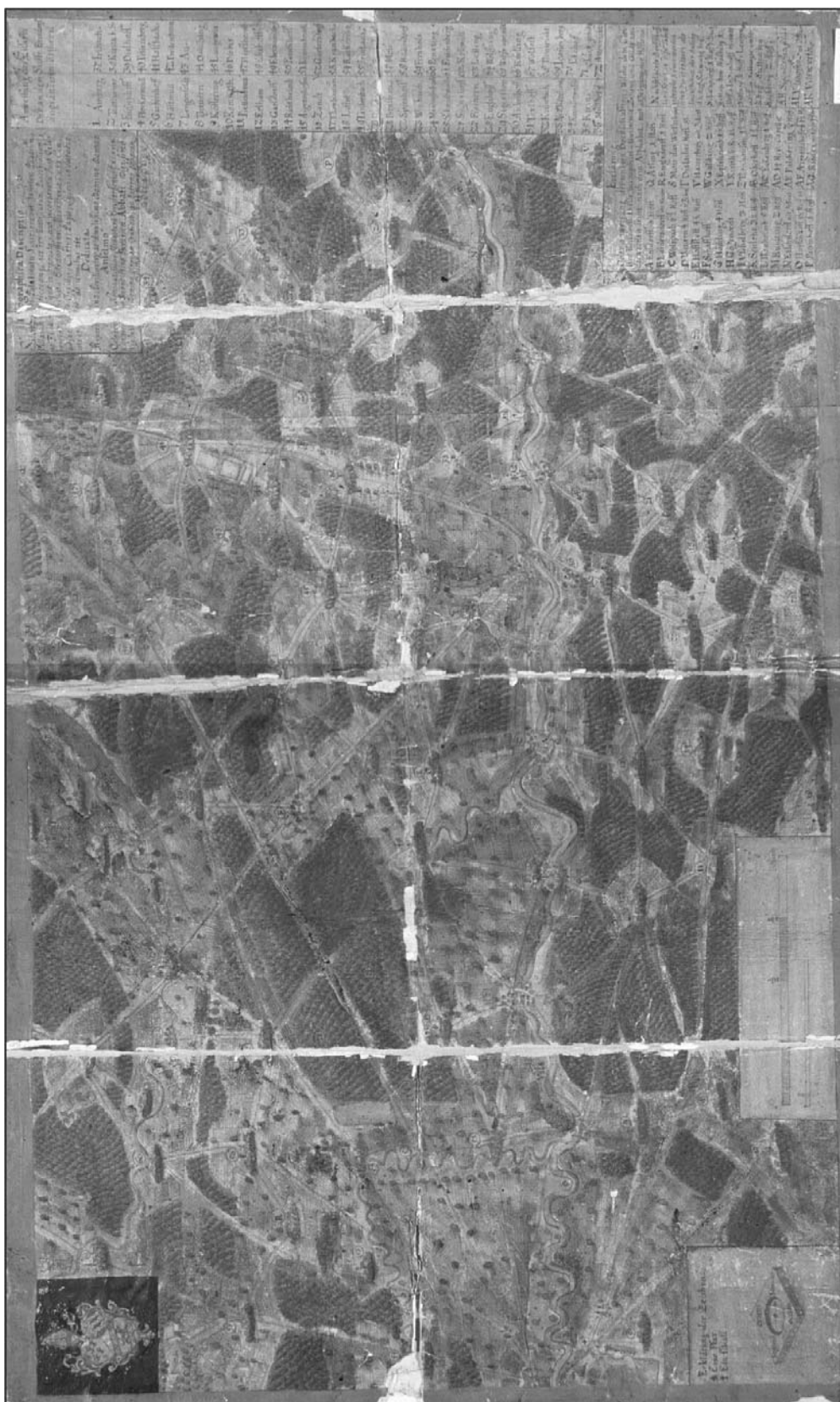


**Anhang II - 4: 1623 – Plan von Emhofen und Schmidmühlen an der Vils in Pfalz-Neuburg (117 x 83 cm) - Nr. 3602 HStA München**





**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



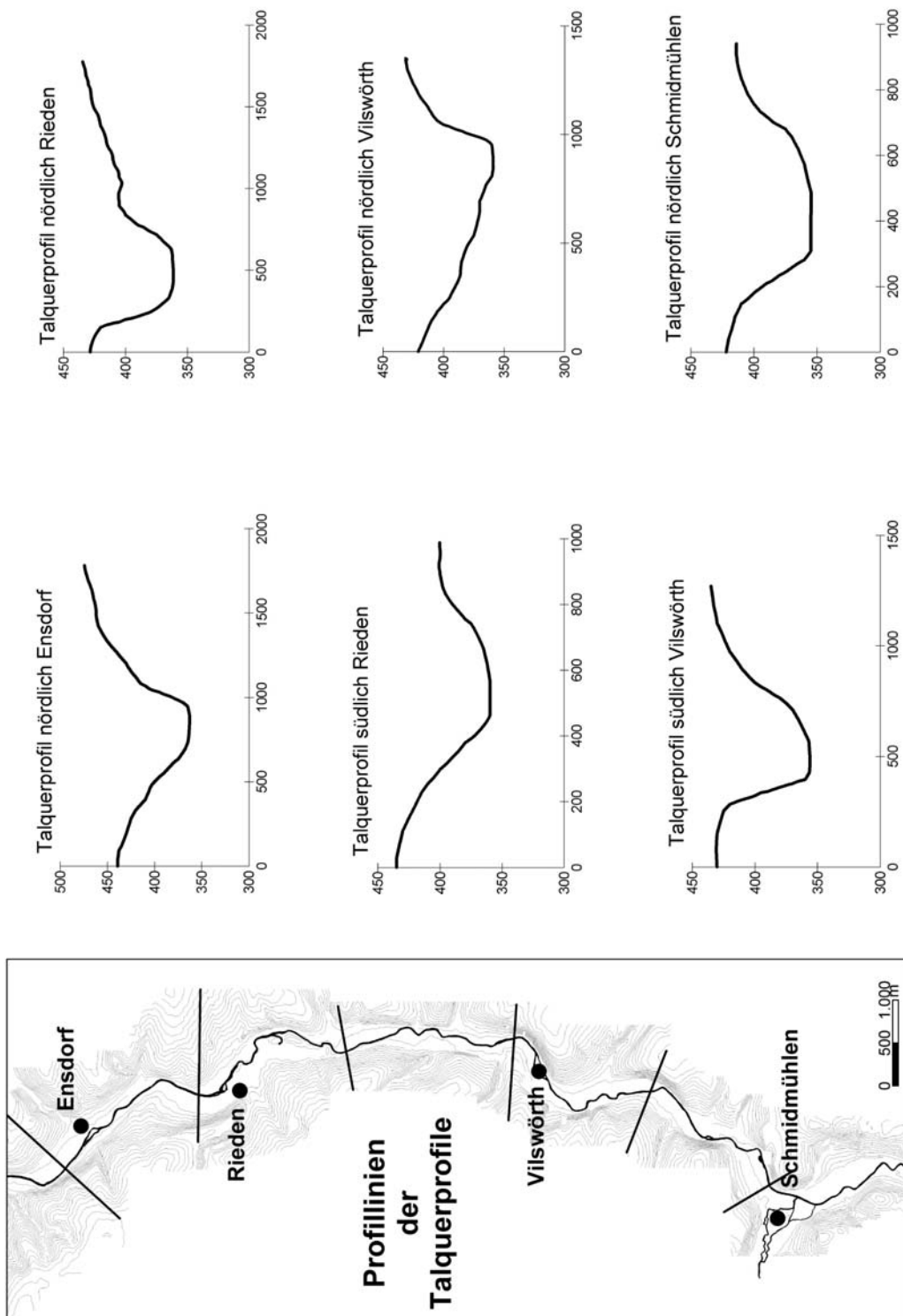


**Anhang II - 7:** 1797 – Plan der zur Hofmark Theuern gehörigen Gebäude und Gründe, farbige Zeichnung (151 x 88,5 cm) - Nr. 228 StA Amberg



## **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<sub>org</sub>- 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

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

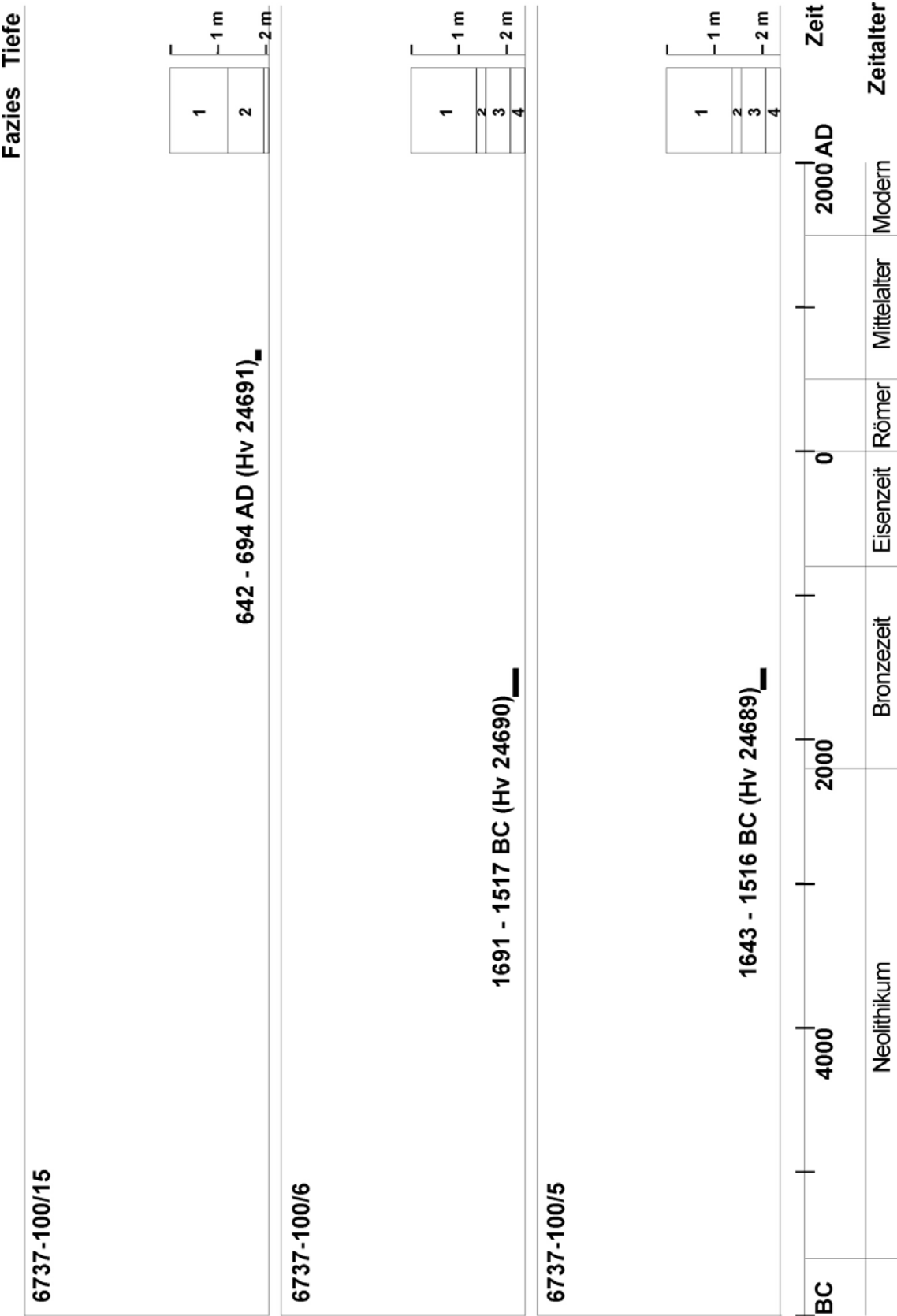
Fazies		Tiefe
6737-112	1	1420 - 1640 cal. AD (Hv 24693) 1381 - 1492 cal. AD (Hv 24696) 1300 - 1443 cal. AD (Hv 24695)
	2	
	4	
6737-119	1	1158 - 1249 cal. AD (Erl - 6578) 338 - 437 cal. AD (Erl - 6579) 237 - 345 cal. AD (Erl - 6580)
	2	
	3	
	4	
6737-141	1	1424 - 1475 cal. AD (Erl - 6581) 1039 - 1142 cal. AD (Erl - 6582)
	2	
	4	

BC	Zeit				Zeitalter
	4000	2000	0	2000 AD	
	Neolithikum	Bronzezeit	Eisenzeit	Römer	Mittelalter
					Modern

4150 ± 1500 cal. BC (Erl - Lum 72)		Zeit				Zeitalter
BC	4000	2000	0	2000 AD		
	Neolithikum	Bronzezeit	Eisenzeit	Römer	Mittelalter	Modern

IV-4.3 Datierung des Baggerschnitts





**Anhang IV-5: Kalibration der <sup>14</sup>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	0.087
	cal BC 1662- 1647	0.082
	cal BC 1643- 1516	0.831
95.4 (2 sigma)	cal BC 1739- 1705	0.050
	cal BC 1701- 1431	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	0.061
	cal BC 1691- 1517	0.939
95.4 (2 sigma)	cal BC 1874- 1842	0.025
	cal BC 1811- 1800	0.007
	cal BC 1776- 1427	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	0.676
	cal AD 697- 717	0.174
	cal AD 748- 766	0.150
95.4 (2 sigma)	cal AD 565- 567	0.002
	cal AD 581- 586	0.003
	cal AD 597- 781	0.989
	cal AD 793- 804	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	0.306
	cal AD 1752- 1756	0.018
	cal AD 1804- 1936	0.653
	cal AD 1947- 1952	0.024
95.4 (2 sigma)	cal AD 1535- 1536	0.001
	cal AD 1637- 1955*	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	0.584
	cal AD 1550- 1633	0.416
95.4 (2 sigma)	cal AD 1301- 1372	0.063
	cal AD 1378- 1676	0.913
	cal AD 1764- 1769	0.002
	cal AD 1775- 1802	0.018
	cal AD 1939- 1946	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	0.509
	cal AD 1377- 1443	0.491
95.4 (2 sigma)	cal AD 1269- 1525	0.932
	cal AD 1557- 1631	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	0.323
	cal AD 1381- 1492	0.649
	cal AD 1602- 1610	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	0.059
	cal AD 1127- 1136	0.064
	cal AD 1158- 1249	0.877
95.4 (2 sigma)	cal AD 1039- 1103	0.197
	cal AD 1115- 1142	0.092
	cal AD 1151- 1272	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	0.068
	cal AD 338- 437	0.897
	cal AD 454- 457	0.017
	cal AD 522- 526	0.018
95.4 (2 sigma)	cal AD 259- 282	0.069
	cal AD 290- 298	0.015
	cal AD 321- 534	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	0.939
	cal AD 369- 380	0.061
95.4 (2 sigma)	cal AD 135- 159	0.037
	cal AD 170- 196	0.041
	cal AD 209- 405	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	0.952
	cal AD 1596- 1620	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	0.918
	cal AD 1150- 1159	0.082
95.4 (2 sigma)	cal AD 1022- 1193	0.968
	cal AD 1197- 1210	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				6	Lehm	grau, wenig rötliche Flecken						
145-172				7	Lehm	grau	wenig Holzkohle					
172-195				8	Lehm	grau	wenig Holzkohle					
195-200			aGr	II	2	9	sandiger Lehm	grau	Steg			
200-212						10	Lehm	grau	Makroreste			
212-225						11	Lehm	grau, mit orange Schlieren	Holzkohle bei 142 cm			
225-242	12	Lehm				grau, stellenweise orange Schlieren	Holzkohle bei 155 cm					
242-250				13	feinsandiger Lehm			hell bräunlich - grau	reduziert			
250-265										14	Mittel- bis Grobsand	Holzkohleband bei 280 cm und Holzkohle bei 287 cm, bei 300 cm Holz angebohrt
265-273												
273-300	III	3				alC						
300-350				IV	4							

**6637-102 Rammkernbohrung Rieden**

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

**6637-103 Rammkernbohrung Rieden**

Rahmkehlprofilung Kienitz							
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			II	2	5	feinsandiger Schluff	hell- bis bräunlich-grau
169-184	6	feinsandiger Schluff			hell- bis bräunlich-grau	sehr weich, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln	
184-192	7	feinsandiger Schluff			hell- bis bräunlich-grau	fester als Probe 6, Holzkohle, schwarze Feinwurzeln	
192-200						Steg	
200-208	8	feinsandiger Schluff			dunkelgrau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln	
208-218	9	mittel- bis feinsandiger Schluff (sandiger als Probe 8)			grau	Holzkohle, Feinwurzeln	
218-240	III	3	aGr	10	feinsandiger Schluff	dunkelgrau	Holzkohle, Kalkausfällungen in Schlieren, Feinwurzeln
240-282				11	feinsandiger Schluff	hellgrau	Holzkohle
282-300				12	Feinsand	dunkelbraun	humos, Holzkohle, Holz bei 284 cm (Sonderprobe 103/15)
300-360	IV	4	aIC				Kernverlust
360-375				13	kiesiger Sand und Makroreste		viele Makroreste
375-400				14	sandiger Kies		

**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	II	2	aOo	6	feinsandiger Schluff	Übergang zu Gr, starke Oxidationsflecken	wenig Holzkohle
174-195			aGr	7	schluffiger Lehm, weich	hellbräunliches 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				11	feinsandiger Schluff	grau schwarz	Übergang zu humoser Schicht, Holzkohle, etwas größere Kalkkonkretionen
249-300	III		fAa	12	Schluff und Organik	schwarzbraun	anmoorige Schicht mit viel Organik, Wurzeln, keine Makroreste
300-357	IV	3	aIC				Kernverlust
357-404				13	Sand	hell und braun	humos mit Makroresten
404-480	V	4		14	Sand, Kies, Grus	Sand rötlich, Kies bunt, Grus weiß	

**6637-105 Rammkernbohrung Rieden**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	1	Ah	1	feinsandiger Schluff	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Kalksteinchen
37-100			aM	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			aGor	4	feinsandiger Schluff	rötlich und grau	Übergang zu Gr, sandiger als Probe 3
147-161	II	2	aGr	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	248-264 cm Mittelsand mit Makroresten, 264-269 cm Mittelsand mit Kies und Makroresten, 269-275 cm Holz, 275-288 cm Mittelsand mit Makroresten heller grau
288-300							Kernverlust
300-350				11	Mittelsand	grau	wenige Makroreste, gehäuft bei 340-343 cm
350-372	III	3	alC	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	2	Ah	1	sandiger Schluff, 16-19 cm Feinsand	fahlbraun	sehr trocken, durchwurzelt
19-42			aM	2	sandiger 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	II	1	aM	5	sandiger Lehm	hellbraun	Holzkohle z.T. in Schlieren
112-126				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			aGr	9	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
194-221				10	schluffiger Lehm	grau (dunkler)	Holzkohle, Kalkkonkretionen, schwarze Feinwurzeln
221-242				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 fahlrot	Holzkohle
266-275				14	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, wenige Makroreste und Steinchen
275-284	III	2	aGor	15	Sand mit Kies	grau, Kies bunt	Holzkohle, Makroreste
284-300				16	sandiger Lehm	rötlich bis gräulich	sehr fest, Kalkstippchen
300-311			aGr	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				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	IV	4	alC	23	Feinkies, Kies	grau	
371-393				24	Feinkies, Kies	orange-rot	
393-420				25	Feinkies, Kies	orange-rot	
420-441				26	Feinkies, Kies	orange-rot	
441-478				27	Feinkies, Kies, Grus	orange-rot	
478-480	V	5	Cv	28	lehmig angewitterter Kalkgrus		

**6637-107 Rammkernbohrung südlich Ensdorf**

6637-107 Rähmkenbröndung südlich Emsdorf							
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
37-64			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
64-100	II	3		Lehm, Sandeinelagerung bei 87- 89 cm	hell bis fahlbraun, rote Flecken	feucht, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen	
100-120		4		Lehm, Sandeinelagerungen bei 107-108 cm	hell bis fahlbraun	feucht, wenig Holzkohle, schwarze Feinwurzeln	
120-136	III	2	aGr	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	IV	4	aGr	9	schluffiger Lehm	grau, sehr wenige rote Flecken	wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
209-222				10	schluffiger Lehm mit wenig Grob- und Mittelsand	grau, wenige rote Flecken (sehr klein)	Holzkohle, Kalkkonkretionen
222-236	V	4	aIC	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				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	fahl grau	
353-383							Kernverlust
383-410	VI	5	Cv	19	lehmig angewitterter Kalkgrus		

**6637-108 Rammkernbohrung südlich Ens Dorf**

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			IC	7	Lehm	hellbraun bis grau mit orangenen Schlieren		
173-194	III	4		8	Lehm mit Grus	hellbraun		
194-220				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, Regenwurmänge
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							Kernverlust
136-147				5	toniger Lehm	hellbraun	Holzkohle
147-171				6	Lehm	hellbraun	Holzkohle
171-196				7	Lehm	hellbraun	Feinwurzeln, Holzkohle
196-210			aGr	8	Lehm	hellgrau	wenig Holzkohle
210-221				9	schluffiger Lehm	hellgrau	sehr weich, feucht, sehr wenig Holzkohle
221-249				10	schluffiger Lehm, Sandeinlagerungen z.B. bei 124, 125, 129-131 cm	hellblau-grau	Holzkohle, Makroreste bei 129 cm
249-264	II		fAh	11	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Wurzeln, Wurzelgang schwarz ausgekleidet
264-276			aGr	12	schluffiger Lehm	dunkelgrau	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
276-287	III		fAh	13	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkausfällungen
287-300			aGr	14	schluffiger Lehm	dunkelgrau	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
300-314	IV						Verzug
314-324				15	lehmiger Schluff	graubraun	sehr weich, durchwurzelt
324-346				16	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
346-364				17	Lehm	dunkelbraun	feucht, durchwurzelt
364-377				18	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Makroreste, Grus
377-395	V	4	aIC	19	Sand, Kies, Grus	grau	
395-419				20	Sand, Kies, Grus	hellorange	
419-438				21	Sand, Kies, Kalkstein bei 425 cm	dunkelorange	
438-445				22	Grobsand, Feinkies	dunkelgrau	
445-470				23	Kies und Grus	orange-grau	
470-499				24	Kies, Grus, Grobsand	dunkelorange - braun (oxidiert)	
499-500	VI	5	Cv	25	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

**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, Regenwurmangang
46-70				3	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen oder Mollusken, Regenwurmangang
70-100				4	toniger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmangang
100-160			aM				Kernverlust
160-174				5	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
174-191				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	II	2	aGr	10-12	Lehm und Sand wechselnd	Lehm blaugrau, Sand rötlich	Stein bei 260 cm
264-275				13 + 14	Lehm und Sand wechselnd	hellblau-grau und hellgelb	
275-285				15	Grobsand	bläulich grau	
285-300				16	Grobsand	hellgrau	
300-310	III	3	aIC				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				20	Grobsand, Lehm bei 354-356 cm, Feinkies	graubraun	Makroreste bei 355 cm
360-383	IV	4		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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-21	I	1	Ah	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
21-46				2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Regenwurmangang
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				aGr	6	Lehm	grau
157-177			aGr	7	Grobsandiger Lehm mit Feinkies	sehr hell grau (fast weiß) mit orangenen Schlieren	
177-195	II	2	aGor	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				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				11	toniger Lehm mit Feinkies	blaugrau, wenig orangene Schlieren	
240-250			12	Lehm, Feinkies	grau-orange		
250-266			aGr	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	alC	15	Kies	grau	Kernverlust
291-300				16	Sand, Grus und Kies	Sand grau, Grus weiß, Kies bunt	
300-331				17	Sand und Grus	ocker	
331-348	IV	4		18	Kies mit Grus	ocker	
348-371				19	Sand, Kies, Grus	bunt	
371-396				20	Kies, Grus	bunt	
396-429				21	sandig verwitterter Kalkgrus		feucht
429-465				22	sandig verwitterter Kalkgrus		feucht
465-488				23	lehmig angewitterter Kalkgrus		
488-500	V	5	Cv				

**6637-112 Rammkernbohrung Rieden**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	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	II		IC				Kernverlust
165-205				5	Lehm mit Grus	dunkelbraun	
205-243				6	lehmig sandiger Kies	braun	
243-265				7	sandig, wenig lehmiger Kies	hellbraun-hellorange	schräger Übergang zu Probe 8
265-291	III	4	alC	8	sandiger Kies	hellorange-braun	
291-300							Kernverlust
300-356				9	Kies mit Kalkgrus	Kies bunt	
356-368				10	feinkiesiger Sand	orange bunt	
368-414				11	sandiger Kies, Kalkgrus	Kies bunt, Sand hellorange	
414-435				12	Sand	orange	
435-443				13	Feinkies	orange - bunt	
443-460				14	Feinkies, Grus	bunt - orange	unten ca. 1 cm anstehender lehmig verwitterter Malmkalk

**6637-113 Rammkernbohrung Rieden**

6037-713 Rähmkel-Bohrung Kiesel							
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	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	rotlichbraun	wenige Wurzeln, wenig Holzkohle in Schlieren
72-100				4	lehmiger Ton, mit vielen Kalkbruchstücken, Kies	rot	wenige Holzkohle-Schlieren
100-164			IC				Kernverlust
164-197				5	lehmiger Ton mit vielen Kalkbruchstücken, Kies	rot	enthält Sandsteine, die zu orangenen Sandnestern verwittern
197-218				6	lehmiger Ton, mit vielen Kalkbruchstücken, Kies, etwas sandiger als vorherige Proben	rotbraun	
218-245	II		alC	7	sandiger Lehm, Kies und Kalkgrus	orangerot	
245-261				8	sandiger Lehm, Kies und Kalkgrus	orange	
261-300	III	4		9	sandiger Kies mit Kalkgrus	orange, bunt	
300-331				10	Sand mit wenigen Kalkbruchstücken	orange	
331-387			11	sandiger Kies mit Kalkgrus	bunt, orange		
387-433			12	Kies	bunt - hellorange	kompakt	
433-456			13	Sand und Kies	bunt, orange	lockerer	
456-469	IV	5	Cv	14	zunehmend dicht gelagerter Kalkgrus		
469-490				15	lehmig angewitterter Kalkgrus	hellgrau	

**6637-114 Rammkernbohrung Rieden**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale		
0-25	I		Ah	1	schluffiger Lehm, Kalkbruchstücke	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Strohreste eingearbeitet		
25-46			IC	2	schluffiger Lehm	rotlich 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				5	Ton, Gerölle	orange-rot			
100-177							Kernverlust		
177-193				6	toniger Lehm mit Kies	orange-rot			
193-228				7	toniger Lehm, Kalksteine	Lehm, rotlich, Steine weiß, Sand orange			
228-243				II		8	sandig kiesiger Lehm, Kies	hellbraun	locker, nass
243-270						9	sandiger Lehm, Kies	orange	
270-300	10	sandiger Lehm, Kies	orange			locker			
300-323	III	4	alC			11	sandiger Kies und Kalkgrus	hellorange, Grus weiß	
323-344				12	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß			
344-380				13	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß			
380-418				14	sandiger Kies, Kalkgrus	hellorange, Grus weiß	kompakter als zuvor		
418-434				15	Sand mit wenig Kies	hellfahl orange			
434-446				16	sandiger Kies mit Kalkgrus	hellorange, Grus weiß			
446-451				17	Lehm	hellorange	weich, feucht		
451-460				18	Sand	orange			
460-483				19	sandiger Kies	gräulich braun	Stein bei 460-463 cm, Kernverlust bei 467-471 cm		
483-500				20	sandiger Kies	orange			

**6637-115 Rammkernbohrung Rieden**

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

**6637-116 Rammkernbohrung südlich Ensdorf**

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

**6637-117 Rammkernbohrung südlich Ensdorf**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40			Ah	1	schluffiger Lehm	fahl dunkelbraun	sehr trocken, durchwurzelt, Kalkstein bei 27-32 cm
40-70			yM	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	grau	locker, feucht
193-220				8	schluffiger Lehm	grau	viel Holzkohle bei 409-410, wenige Makroreste
220-243				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			yM	11	sandiger Schluff, Steine	grau	teils Verzug, teils Verzug, Material von oben
340-357				12	toniger Lehm	dunkelbraun	Kalkstein bei 351-354 cm, Holz bei 356 cm
357-375				13	Lehm	bräunlich - gräulich	wenig Holzkohle, wenig Makroreste
375-397				14	toniger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Feinwurzeln auch schwarze
397-426				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			alC		schluffiger Lehm	grau	schräger Übergang, Material im Steg: grauer schluffiger Lehm, Verzug - nicht beprobbar
449-466				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 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

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

**6637-119 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

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

**6637-120 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	1	Ah	1	toniger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge
20-43			aM	2	toniger Lehm	hellbraun	trocken, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Subpolyedergefüge
43-71				3	toniger Lehm	hellbraun-orange	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Regenwurmang
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	II	2	aM				Kernverlust
150-158				6	schluffiger Lehm	fahl-hellbraun	durchwurzelt
158-169				7	sandiger Schluff	hellgrau	wenig Holzkohle (kleine Flitter)
169-173							Kernverlust
173-196			aGr	8	Sand, Kies und Grus	rötlich-fahlbraun	mittig durchzogen von grauem Lehmband
196-223				9	Sand, Kies und Grus	fahlbraun	
223-246				10	Sand, Kies und Grus	orange-hellbraun	
246-276				11	Sand, Kies, Kalkgrus	hellorange	
276-284							Kernverlust
284-300	III	3	aIC	12	Sand, Kies, dicker Stein bei 295-300 cm	hellbraun	
300-323				13	Kies, etwas Sand	Kies bunt, Sand gelb	
323-347				14	Kies, etwas Sand	Kies bunt, Sand bräunlich	
347-368				15	Kies, Sand	Kies bunt, Sand bräunlich	
368-395				16	Kies, Sand	Kies bunt, Sand orange	
395-400	V	5	Cv	17	lehmig angewitterter Kalkgrus		

**6637-121 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

6637-121 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen								
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-21	I	1	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							Kernverlust	
127-147				5	schluffiger Lehm, wenig Mittelgrus	hellbraun bis orange	durchwurzelt, Holzkohle	
147-162				6	Lehm	orange, nach unten gräulich, Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle	
162-177	II	2	Gr		7	Lehm, etwas Sand, wenig Mittelgrus	grau	wenig Holzkohle
177-196					8	Sand, Fein- bis Mittelgrus	bräunlich grau	wenig Holzkohle
196-220					9	schluffig lehmiger Sand, etwas Grus	bräunlich grau	
220-237	III	3	IC		10	wenig lehmiger Sand, Grus	hellgrau (gelblich)	
237-251					11	Sand mit Grus	gelblich	
251-274					12	Grobsand	rötlich	
274-286					13	Sand mit Grus	gelblich	
286-300								Kernverlust
300-309	IV	4			14	Mittel- bis Grobsand	orange	
309-335					15	Mittelsand bis Feingrus	gräulich, gelblich	
335-347					16	lehmiger Sand mit Grus	grau	
347-370					17	leicht lehmiger Sand mit Grus	grau	
370-396					18	leicht lehmiger Sand mit Grus	grau	
396-421					19	sandiger Lehm mit viel Grus	orange	
421-445					20	sandiger Lehm mit Grus	orange	
445-473					21	sandiger Lehm mit Grus	orange	
473-500					22	sandiger Lehm, Kalkgrus	bräunlich	

**6637-122 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

6637-122 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen								
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-20	I	1	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							Kernverlust	
135-158					5	schluffiger Lehm	hellbraun bis orange	
158-178					6	schluffiger Lehm	hellbraun bis orange	schwarze Feinwurzeln bei 170 cm
178-196					7	Lehm	grau (grünlich)	weich, wenig Holzkohle
196-221					8	Lehm	grau	weich, wenig Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
221-236					9	schluffiger Lehm	grau	wenige Makroreste (schwarze Pflanzenteile)
236-247			10	Lehm, leicht schluffig	grau-braun	Übergang zu Probe 11, Feinwurzeln		
247-264	II	2	fAh	11	Lehm	dunkelbraun	weich, feucht, bindig, wenige Holzkohle, wenig Makroreste, wenige Feinwurzeln	
264-270			aGr	12	sandig schluffiger Lehm	dunkelgrau mit schwarzen Stellen (an Sand gebunden)		
270-286				13	Lehm	dunkelgrau	Feinwurzeln, wenig Kalkausfällungen	
286-300				14	Feinsandiger, schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle bei 286 + 289 cm	
300-314	fAh		15	lehmiger Schluff	kräftig braun	wenige Makroreste, wenige Feinwurzeln		
314-335	fAh		16	humoser Lehm	tief braun	humoser, schmierig, Makroreste, Holz		
335-362	III		fAh	17	humoser Lehm (etwas schluffiger)	tiefbraun	humos, schmierig (wegen Humus), Makroreste, Holz bei 346-347, 353-355, 357 und 360-362 cm	
362-385			aGr	18	sandiger Lehm	hellgrau	sehr nass	
385-412	IV	4	alC	19	schluffiger Sand, Grus	orange	nass	
412-440	V			20	kiesiger Sand, Grus	orange	nach unten kompakter	

**6637-123 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

6637-123 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen								
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-27	I	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge, Regenwurmgänge, unten Steine	
27-46			aM	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, Regenwurmgänge	
100-132							Kernverlust	
132-162				5	Lehm (leicht schluffig)	hellbraun - orange	durchwurzelt, Holzkohle	
162-191				6	Lehm	hellbraun - orange, wenig Oxidationsflecken	Holzkohle, kleine Wurzeln	
191-202			Gr	7	schluffiger Lehm	hellgrau	im Steg, wenig Holzkohle-Schlieren	
202-217			fAh?	8	Lehm	dunkelbraun	humos, weich, durchwurzelt, Oxidationsflecken bei 215-217 cm	
217-232			aGr	9	lehmiger Schluff (mit Feinsand)	grau		
232-246				10	lehmiger Schluff mit Kalksteinen	grau		
246-264				11	lehmiger Schluff	grau	wenig Holzkohle-Schlieren, Kalkstein bei 264 cm	
264-280				12	lehmiger Schluff	grau	Kalkkonkretionen	
280-289				13	lehmiger Schluff	grau	Holzkohle bei 285 cm, mehr Kalkkonkretionen als in Probe 12, besonders zwischen 280 und 283 cm	
289-300	III	2	fAh?	14	Lehm	braun	Makroreste und Wurzeln, im Steg	
300-322			aIC	15	sandiger (307-309 cm) Lehm	braun	sehr humos, wenig bindig, Makroreste	
322-341							Kernverlust	
341-349	IV	3		16	sandiger (307-309 cm) Lehm	braun	sehr humos, wenig bindig, Makroreste	
349-368				17	sandiger Kies	orange, bunt		
368-396	V	4	aIC	18	Kies und Kalkgrus, mit Sand	Kies bunt, Grus weiß, Sand ockerfarben		
396-417				19	Kies und Sand, leicht lehmig mit Kalkgrus	braun		
417-440				20	Kies und Lehm, leicht sandig mit Kalkgrus (z.T. zerfallen)	Lehm braun		
440-470	VI	5	Cv	21	lehmig angewitterter Kalkgrus	braun		

**6637-124 Rammkernbohrung nördlich Siegenhofen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-47	I	1	aM/M	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	2	Gr	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			Gor	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	
329-338			fAh	15	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, schwarze Wurzeln
338-349	III			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	IV	4		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	V	5	Cv	22	lehmig angewitterter Kalkgrus	braun	

**6637-125 Rammkernbohrung südlich Ensdorf**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34	I		Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkgrus
34-70			yM	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							Kernverlust
146-177				4	sandiger Lehm mit Grus	hellbraun	
177-197				5	schluffiger Lehm mit Grus, leicht sandig	graubraun	weich
197-219				6	schluffiger Lehm, mit Grus	grau	weich
219-232	II			7	lehmiger Sand, Steine	hellgrau	
232-256				8	Lehm	dunkelbraun	humos, Stein bei 238-240 cm
256-263				9	lehmiger Schluff	graubraun	leicht gestreift, Pflanzenfasern bei 260 cm
263-277				10	Lehm	braun	humos, Pflanzenfasern
277-300				11	Lehm	braun	humos, Pflanzenfasern
300-319							Verzug
319-347				12	schluffiger Lehm	grau	sehr wenig Holzkohle, Feinwurzeln, Feingrus
347-366	III	2	Gr	13	feinsandiger Lehm	grau	schwarze Feinwurzeln
366-396				14	sandiger Lehm (recht tonig)	grau mit leichten Oxidationserscheinungen	kleine Kalkbruchstücke
396-430				15	Fein- bis Mittelsand	hellgrau	wenig Holzkohle
430-446				16	feinsandiger Lehm	grau	wenige Makroreste
446-461				17	feinsandiger Lehm	grau	wenige Makroreste
461-476				18	lehmiger Sand	grau	weich, feucht, sehr wenige Makroreste
476-500				19	sandiger Lehm	grau	wenige Makroreste, Grus

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

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

**6737-102 Baggerschnitt 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			aGo	5	toniger Lehm	braun mit rötlichen Flecken (Oxidationsflecken)	Wurmgänge
137-152				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	II	2	aGo	8	lehmgiger Mittel- und Grobsand, einzelne Kiesel	graubraun, fleckig (Oxidationsflecken)	Holzkohle
194-208			aGr	9	lehmgiger Mittel- bis Grobsand, einzelne Kiesel	graubraun, stärker gefleckt, einige große Flecken	
208-218	III	4	aIC	10	Kies mit schluffigem Feinboden	grau	klebrig
218-240				11	Grus, Fein-Grobkies vermischt mit schluffig-sandigem Feinboden		

**6737-103 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

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

**6737-104 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

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

**6737-105 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

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

**6737-106 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40	I	1	aM				vom Bagger abgetragen
40-142					lehmgiger Schluff	braun (Wurmänge gräulich ausgekleidet)	schwach durchwurzelt, Wurmänge, Subpolyeder Gefüge
142-163			aGo		Lehmiger Schluff, nach unten sandiger	fleckig grau, < 10% Oxidationsflecken	
163-185			aGr		sandiger Lehm	grau	
185-203	II	2	aIC		Sand	grau	
203-204					Sand	bräunlich	

**6737-107 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

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

**6737-108 Baggerschnitt südlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-40						vom Bagger abgetragen
40-135	I	1	aM	lehmiger Schluff	braun	
135-152				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 rostrote Flecken	
216-253	IV	4	aGr	Grus, mit Lehmschicht obenauf	Lehm dunkelgrau-blau, Sandanteil rot	

**6737-109 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-110 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-111 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-112 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-113 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-114 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-32			Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
32-69				2	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
69-100				3	Lehm	braun	fester, durchwurzelt, Wurmgänge, Holzkohle
100-135				4	Lehm	gelb-braun	Holzkohle
135-176				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				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				14	kiesiger Sand	grauer, rot gefleckter und heller Sand	Makroreste
329-373			alC	15	Kies	orange, gelb	

**6737-115 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-26	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
26-69			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge
69-100				3	Lehm	braun	durchwurzelt, Wurmgänge, Mollusken
100-132				4	Lehm	rötlich braun	Holzkohle
132-170				5	Lehm	rötlich-braun	viel Holzkohle
170-196				6	Lehm	grau, fahl rötlich	
196-237			aGor	7	Lehm	grau	Holzkohle
237-242				8	sandiger Lehm	grau	
242-255	II	2	aGr	9	Lehm	grau	Makroreste – 245-246 cm Sandband, schrägverlaufend, 250 cm Sand
255-269				10	Lehm	grau	viele Makroreste
269-272				11	Lehm	grau	keine Makroreste
272-290				12	Lehm mit Sand	grau	Makroreste
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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-37	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
37-60			aM	2	Lehm	braun	durchwurzelt, Wurmgänge, Krümelgefüge, Holzkohle
60-100				3	Lehm	braun	fester, Wurmgänge, Holzkohle, Molluskenteile
100-140				4	Lehm	braun	Holzkohle
140-180				5	Lehm	braun	Holzkohle
180-200				6	Lehm	grau, rötlich	Holzkohle
200-252			aGor	7	Lehm	grau	Holzkohle, 237 cm Sand, 238 cm Makroreste
252-260				8	sandiger Lehm	grau	
260-270	II	2	aGr	9	Lehm, Sandstreifen	grau	wenige Makroreste, 265-266 cm schräglauender 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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-36	I	1	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Krümelgefüge
36-100			aM	2	Lehm	braun	durchwurzelt, Krümelgefüge, Wurmgänge, Holzkohle
100-125					Lehm	braun	Verzug nicht beprobt
125-130					Lehm	braun	Verzug nicht beprobt
130-172				3	Lehm	braun	Holzkohle
172-191			aGor	4	Lehm	grau, rötlich	Holzkohle
191-198							Steg
198-228	II	2	aGr	5	Sandiger Lehm	grau	
228-240				6	Lehm	grau	wenig Makroreste, 265-266 cm schräglauender Sandstreifen
240-248							Steg
248-262			aIC	7	Lehm	braun, rötliche Schlieren (Oxidation)	253-255 cm schräges Band aus Holzkohlestückchen
262-278				8	sandiger Lehm	weiß und rot	Muschelschale
278-291				9	lehmiger Sand	rot, stellenweise weiß, dunkelbraune (humose) Flecken	
291-300							Steg
300-343							Versturz
343-360	III	4		10	lehmiger Sand mit Grus	rot und weiß fleckig	
360-400				11	grobsandiger Kies, Grus	rötlich - bunt	

**6737-118 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen**

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

**6737-119 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-47	I	1	aM	1	schluffig mit Grus, sehr kompakt	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
47-100				2	Ton	hellbraun (rötlich)	durchwurzelt bis 65cm, Holzkohle
100-105							Kernverlust
105-121	II	2	aM	3	toniger Lehm, nach unten zunehmend sandig	fahl hellbraun	sehr feucht, Holzkohle, Wurzelrelikt bei 113 cm
121-136				4	sandiger Lehm, Grus	orange-sandbraun, ab 129 cm dunkler	ab 129 cm dunkler durch Feinkies, Holzkohle (Stück bei 127 cm)
136-143				5	sandiger Schluff	orangebraun	Holzkohle, Kalkstein bei 143 cm
143-149							Steg - augenscheinlich dunkel und sandig
149-156				6	lehmiger Sand	orangebraun	Oxidationsflecken, Holzkohlefitter
156-175			aGr	7	Lehm mit wenig Sand	grau, nach unten etwas dunkler	Holzkohle, Kalkkonkretion bei 173 cm, schwarze Feinwurzeln
175-200				8	Lehm mit wenig Sand	grau, nach unten etwas dunkler	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
200-219				9	schluffiger Lehm, 213-215 cm Sand eingezogen	türkis-grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, kleinere Makroreste
219-240				10	toniger Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
240-249				11	toniger Lehm, weich	grün-grau	feucht, im Steg
249-266				12	Lehm	dunkelgrau	Holzkohle, wenige kleine Makroreste (z. B. Feinwurzeln)
266-300				13	leicht sandiger Lehm	grün-grau	Holzkohle
300-349					sandig		Kernverlust (330-337 cm sandig lehmiger Gr., sonst sandig)
349-352	III		fAh	14	sandiger Lehm mit Kies	grau	
352-360				15	Lehm	dunkelbraun	Holz und dunkelbraune Erde, Makroreste
360-380				16	Lehm	dunkelbraun	Holz und dunkelbraune Erde, Makroreste, unten mit Sandeinlagen
380-410	IV	3	aIC	17	Sand und Kies	leuchtend orange	
410-426				18	feinkiesiger Sand	orange	
426-500	V	4		19	Kalkgrus mit Sand und Feinkies	hell, Sand hellorange	wenige Makroreste



**6737-120 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-28	I	1	Ap	1	toniger Lehm	dunkelbraun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle	
28-70				2	toniger Lehm	hellbraun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle	
70-100				3	sandiger Lehm	hellbraun	wenig Holzkohle, 83-87 cm mehr Holzkohleflitter	
100-117	II	2	aM	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			aGr	7	toniger Lehm	hellgrau, nach unten dunkler grau	Holzkohle, Kalksteinchen bei 155 cm	
175-205				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		fAh	13	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Holzkohle, Kalkkrümel	
284-300	IV	3	aIC	14	Sand		oben Makroreste, Holz 284 cm und 285 cm	
300-367				15	Sand mit Holz (Eichenkernholz)		Kernverlust	
367-386				16	Sand	grau	Holz bei 387 cm	
386-398	V	4		17	Kies und angewitterter Kalkgrus (weißer Lehm, abblättern)	weiß		
398-428				18	angewitterter Kalkgrus (weißer Lehm, abblättern), wenig Kies	weiß		
428-450								

**6737-121 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-31	I	1	Ap	1	toniger Lehm	dunkelbraun	kompakt, 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	II	2	aM	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. Schlacke) (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, Holzkohleflitter (ganz wenig ganz klein)
138-146				8	Lehm	hellgrau - rötlich	weich, feucht, Übergang zu Gr
146-177			aGr	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, Makroreste 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, Astchen bei 216-218 cm
229-255				13	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste (z.B. feine schwarze Wurzeln bei 134-137 cm)
255-269				14	schluffiger Lehm	bräunlich grau	weich, feucht, bindig, klebrig, Holzkohle, zur nächsten Probe ca. 1,5 cm Sandablagerung (nicht extra beprobt)
269-300	III		fAh	15	sandig, schluffiger Lehm	dunkelbraun	krümeliges Gefüge, Wurzeln, Holzkohle, kleine u. mittlere Makroreste, Holz bei 289-293 cm)
300-360							Kernverlust
360-380				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 Makroreste, Holz bei 379 cm
380-395	IV	4	aIC	17	Kies und Sand	hellbraun, nach unten heller Sand	
395-450				18	Kies und Kalkgrus	rötlich	

**6737-122 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

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

6737-123 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	1	Ap	1	toniger Lehm (zu trocken für Fingerprobe und Erkennen der Farbgrünze)	dunkelbraun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen/Kalkgrus (<4mm)
23-45			aM	2	Lehm	rötlich braun	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkgrus, 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							Steg
198-210				9	etwas festerer Lehm, weniger sandig, Kalkkrümel	grau	Makroreste (Feinwurzeln oder Blättchen), evtl. Holzkohleflitter
210-239	III?		aGr/fAh?	10	lehmgiger Sand	grau	Makroreste (Feinwurzeln), [211-212, 219-221, 226-228, 234-236 cm Sand]
239-300	IV	4	aIC	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 (Cv))

6737-124 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-22	I	1	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, Krümelgefüge, durchwurzelt, Holzkohle
22-46			aM	2	Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
46-63				3	toniger Lehm	hellbraun mit dunklen Flecken und Oxidationsflecken	kompakt, 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	gräulich bis rot fleckig	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	bräunlich 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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	1	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
20-45			aM	2	Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
45-62				3	toniger Lehm	hellbraun mit Oxidationsflecken	kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
62-100				4	Lehm	fehler hellbraun mit Oxidationsflecken	lockerer, feuchter, weich, Holzkohle
100-122	II	2	aGor	5	sandig schluffiger Lehm	hellgrau-hellbraun, Oxidationsflecken	Übergang zu Gr, Holzkohle
122-145				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	8	schluffiger Lehm mit wenig Feinsand	grau	viele Makroreste
192-213	III	3		8	Sand, wenig Lehm	grau	viel Holz
213-249	IV	4		9	teils zerfallener Kalkgrus und Kies		
249-258	V	5	Cv	10	toniger Lehm	grau	weich
258-270				11	lehmig angewitterter Kalkgrus	hellorange	

6737-126 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-24	I	1	Ap	1	Lehm, Grus	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Regenwurmang
24-46			aM	2	Lehm	hellbraun, dunkelbraun und rötlich gefleckt	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle
46-80				3	toniger Lehm	braun, großer dunkler Fleck zwischen 50-56 cm, Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle
80-100	II	2		4	schluffiger Lehm mit wenig Feinsand	hellbraun mit Oxidationsflecken	feuchter, weich, durchwurzelt, Holzkohle
100-135							Kernverlust
135-160				5	schluffiger Lehm im Wechsel sandig	rotbraun, Oxidationsflecken, stellenweise grau	Holzkohle
160-170	III	3	aGor	6	Sand	rotbraun mit grauen Stellen und Oxidationsflecken	Holzkohle, feine Wurzeln, Makroreste (Holz)
170-179							Kernverlust
179-193				7	Sand, stellenweise grauer Lehm	orange, stellenweise grauer Lehm	Holzkohle, wenig Makroreste (Holz), schließt mit dickem Kalkstein (halb im Steg) ab
193-204	IV	4	aGr	8	Kies, Grus		
204-217				9	Lehm	grau	Makroreste (Holz), Holzkohle
217-240			aIC	10	Kies und Lehm	Kies bunt, Lehm grau	223-228 graues Lehm-Sand-Gemisch
240-300				11	Kies mit leicht gerundetem Grus		
300-317				12	Sand bis Feinkies		
317-340				13	Sand und Kies, wenig Grus		
340-387				14	Kies	bunt	
387-440				15	Kies und Grus	Kies bunt, Grus weiß	

**6737-127 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	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	II	2	aM	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				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			aGr	7	sandige und lehmige Wechsellagerung, (Lehm bei 158-159, 174-180 cm), vereinzelt Feingrus	Lehm grau	Makroreste, Holzkohle
174-197				8	sandige und lehmige Wechsellagerung, (Lehm bei 158-159, 174-180 cm), vereinzelt Feingrus	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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-21	I	2	aM	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	rötlich 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				5	Mittel- bis Grobsand, wenig Lehm	rötlich	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	II	3	aGr	7	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
127-139				8	schluffiger Lehm	bräunlich grau	Holzkohle, Makroreste
139-152				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	Probennr.	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			aM	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			Gor	5	Lehm	grau mit Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, Übergang zu Gr
117-142			Gr	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				9	Sand	grau	

**6737-130 Rammkernbohrung nördlich Schmidmühlen**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	2	Ap	1	Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Krümelgefüge
28-40				2	sandiger Lehm	hellbraun	durchwurzelt, Holzkohle
40-60				3	lehmiger Sand, Sandband bei 57-59 cm	rötlich braun	durchwurzelt, Holzkohle
60-80			aM	4	toniger Lehm mit wenig Mittelsand, dünnes Sandband bei 76 cm	rotbraun, rote Flecken	Holzkohle
80-100				5	Wechsellagen 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 rötliche Flecken	Holzkohle, Makroreste, roter Sand bei 122-124 cm
127-146			aGr	8	kiesiger Sand	grau	Holzkohle
146-153				9	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Makroreste
153-183	II			10	kiesiger Sand	grau	Holzkohle
183-240	III	4	aIC	11	Kies, Grus, orange unten angewitterter Malmkalk		

**6737-131 Rammkernbohrung südlich Vilschwörth**

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

6737-132 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-34	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	fahl dunkelbraun	trocken, sehr kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
34-63			aM	2	schluffiger Lehm	heller braun - nach unten dunkler	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
63-72				3	Lehm und Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
72-82				4	lehmiger Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle
82-100				5	Mittelsand	orange	durchwurzelt, Holzkohle
100-121							Kernverlust
121-158				6	schluffiger Lehm, wenig Feinsand	rötlich	Holzkohle, Kalkkonkretionen
158-179				7	feinsandiger Lehm	hell bräunlich grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
179-212				8	sandiger Lehm	hell bräunlich grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Übergang 1 cm dunkler Streifen, 1 cm heller Streifen - nächste Schicht
212-230			aGr	9	feinsandiger Schluff	grau	Feinwurzeln
230-246				10	lehmiger Sand	dunkelgrau	Feinwurzeln, Kalkkonkretionen entlang der Wurzelbahnen
246-258	II	4		11	mittel- bis grobsandig tonig, Grus	grau fleckig	Holzkohle
258-274		aIC	12	lehmig tonig mit Grus	graubraun		
274-300			13	kiesig sandig mit Grus	graubraun, Grus teils gelb oder rot verwittert	Makroreste	
300-350			14	sandiger Kies mit Kalkgrus	grau, Kies bunt		
350-400			15	sandiger Kies, 360-373 cm lehmig sandig, wenig Kies	grau, Kies bunt		
400-450			16	Kies mit Grus	rötlich orange, bunt		
450-490			17	Kies mit Grus	rötlich orange, bunt		
490-500			18	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß		
	IV	5	Cv				

6737-133 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, sehr kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
30-63			aM	2	Lehm	heller braun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
63-100				3	sehr sandiger Lehm	dunkelorange - braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
100-120							Kernverlust
120-125				4	sandiger Lehm	dunkelorange	durchwurzelt, Holzkohle
125-160				5	toniger Lehm	hellorange, nach unten heller	Holzkohle, fließender Übergang zu 133/6
160-193				6	mittelsandiger Lehm	hellgrau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
193-210			aGr	7	Sand	grau	
210-227				8	Sand	grau	schwarze Feinwurzeln
227-242				9	sandig schluffig mit Kies	grau	wenige Makroreste
242-279	III	4	aIC	10	kiesig lehmig, Kalkgrus	orange	
279-300				11	Sand und Kies	orange	
300-365				12	Kies und Kalkgrus	gräulich	
365-400				13	Sand und Kies	orange	
400-445				14	Sand und Kies	orange	
445-470				15	sandiger Kies, lockerer als oben	orange	
470-480				16	lehmig angewitterter Kalkgrus		
	IV	5	Cv				

6737-134 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

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

6737-135 Rammkernbohrung südlich Vilswörth

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale		
0-26	I	2	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Krümelgefüge, Holzkohle, Kalkkonkretionen		
26-58			aM	2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen		
58-71				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				aGor	6	schluffiger Lehm	hellbraun	Kernverlust	
115-129					7	lehmiger Schluff	hellbraun	viel Holzkohle mit Schlieren	
129-159					8	sandiger Lehm	hellbraun, Oxidations- und Reduktionsflecken	Holzkohle	
159-172			II	4	aIC	9	lehmiger Mittel- bis Grobsand	orangerot	
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							Kernverlust
274-300									
300-330									
330-368	VI	5	Cv	13	sandiger Kies und Kalkgrus	orangebunt	etwas lockerer		
368-408				14	sandiger Kies und Kalkgrus	orangebunt			
408-435				15	überwiegend Kalkgrus, wenig Kies	hell bis leicht orange			
				16	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß			

**6737-136 Rammkernbohrung südlich Vilswörth**

8737-136 Rammkernbohrung südlich Vilswörth							
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-27	I	1	Ap	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
27-46			aM	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				5	sandiger Lehm	hellbraun mit wenigen rötlichen Flecken	Holzkohle
121-142	II	2	aGor	6	sandiger Lehm	hellbraun mit Oxidations- und Reduktionsflecken	Holzkohle
142-160			aGr	7	mittelsandiger Lehm	grau	
160-190	III		aIC	8	sandiger Lehm mit Feingrus und Feinkies	hell sandfarben	wenig feine Makroreste, schwarze Feinwurzeln
190-209				9	Grobsand	rötlich orangebraun	
209-225				10	tonig mit Grobsand bis Feinkies und Grus	dunkelbraun, gelbe und rote Flecken (Oxidationsflecken)	
225-241	IV			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				13	Kies und Grus	graubraun	
300-330	V	4		14	Kies	bunt	
330-340	VI	5	Cv	15	lehmig angewitterter Kalkgrus	weißgrau, oben leicht orange	

**6737-137 Rammkernbohrung südlich Vilswörth**

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

**6737-138 Rammkernbohrung südlich Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-28	I	1	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	II	2	Gr	8	Lehm, weniger schluffig	grau, mit tonigen Oxidationsflecken	wenig Holzkohle
134-155				9	sandiger Schluff	grau mit orange-braunen Flecken	wenig Holzkohle
155-169				10	sandiger Schluff	hellgrau mit orangenen Schlieren	Kalkkonkretionen
169-192	III		Go	11	schluffiger Ton	reduziert und oxidiert (Schlieren)	Schlacke
192-213			Gor	12	schluffiger Ton	reduziert und oxidiert (Schlieren)	Schlacke und wenige Makroreste in 138/12
213-232	IV	4	aIC	13	Ton	grau mit roten Schlieren	Kalkkonkretionen
232-247				14	Sand, Grus	weiß, grau	
247-270				15	Grus und Kies mit Sand	orange	
270-285	V			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				aGr	7	schluffiger Lehm	hellgrau
243-277			8		lehmiger Sand	hellgrau	Holzkohle, Holz (Zweig) 271-272 cm
277-283							Verzug
283-300			9		feinsandiger Lehm	grau	Feinwurzeln
300-310							Verzug
310-318			10		feinsandiger Lehm	grau	
318-347			11		Lehm und Sand	hellgrau	nass, weich, Ziegelstück bei 343 cm
347-369	12	Lehm und Sand	hellgrau		weicher, wenig Makroreste		
369-380	II		fAh	13	sandiger Lehm	dunkelbraun	Blättchen und Makroreste, Kalksteinchen bei 378 cm
380-403			III	4	aGr	14	lehmiger Schluff
403-425	15	lehmiger Kies, Grus				grau	
425-443	16	lehmiger Kies, Grus				grau	
443-472	17	lehmiger Kies, Grus				grau	
472-500	18	lehmiger Kies, Grus				grau	

**6737-140 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	2	Ah	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				3	Lehm (leicht feinsandig)	dunkelbraun	Holzkohle, Kalkkonkretionen
69-100				4	sandiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen, Zweig (87 cm)
100-111			aM				Verzug, Kernverlust
111-129				5	sandiger Lehm, Sandnester	rötlich-dunkelbraun, Oxidationsflecken (Sand rot)	Holzkohle, Wurzeln
129-147	II	1	aGo	6	sandiger Lehm, Sandnester	rötlich-dunkelbraun, Oxidationsflecken (Sand rot)	Holzkohle, Wurzeln, Schlacke bei 135 cm
147-175				7	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze kleine Wurzeln, Kiesel bei 160 cm
175-196			aGr	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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-20	I	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, durchwurzelt, Regenwurmgänge, Kies bei 18-20 cm
20-46				2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmang
46-70			(a)M	3	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
70-100				4	Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
100-139	II		M	5	Stein, Schlacke		Kernverlust
139-143							
143-160	III	2	aGr	6	Lehm, Schlacke, Kiesel bei 156-157 cm	rötlich mit Oxidationsflecken + dunkelgraue Stellen	Kalkkonkretionen
160-183				7	sandig schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen, Makroreste bei 183/184 cm
183-205				8	schluffiger Lehm	grau	wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen
205-216				9	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
216-225				10	sandig schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
225-245				11	Sand und Lehm	grau	Holzkohle, Kalkkonkretionen
245-265				12	sandiger Lehm	grau	Holzkohle, Feinwurzeln, Feingrus
265-277				13	schluffiger Lehm	grau	wenige Makroreste, heller Streifen bei 172-173 cm
277-287				14	lehmiger Sand	dunkelgrau	Feingrus/Feinkies
287-300							Kernverlust
300-329				15	lehmiger Sand	grau	Stein bei 309 cm
329-357							Kernverlust
357-394				16	lehmiger Sand	grau	Makroreste
394-434	IV	4	alC	17	sandiger Kies, Kalkgrus	bunt, weiß	
434-463				18	sandiger Kies, Kalkgrus	bunt, weiß	
463-470	V	5	Cv	19	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß	

**6737-142 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth**

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

**6737-143 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth**

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

**6737-144 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth**

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

**6737-145 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-25	I	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
25-47			aM	2	schluffiger Lehm	hellbraun	trocken, kompakt, durchwurzelt, Holzkohle, Kalkkonkretionen
47-68				3	Lehm	dunkelbraun, Oxidationsflecken	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Kalkkonkretionen, Regenwurmang
68-100				4	schluffiger Lehm	braun, kleine Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, wenige Kalkkonkretionen
100-110	II	2	aGor	5	schluffiger Lehm, etwas Feinsand	grau mit Oxidationsflecken	Kernverlust
110-126			aGr	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
173-196				9	schluffiger Lehm	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
196-216	III	3	aGr	10	Sand	grau	Holzkohle, schwarze Feinwurzeln
216-230				11	Kies	grau	Makroreste, Übergang diagonal
230-245				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	4	aIC	15	kiesiger Sand	sehr dunkel rötlich braun	
279-285				16	sandiger Kies und Kalkgrus	orange	
285-295							Kernverlust
295-300							Verzug, grauer Kies
300-305							
305-325				17	305-309 cm lehmiger Sand, 309-325 cm Sand	grau	318-325 cm Kernverlust
325-340				18	Kies	bunt	
340-363							Kernverlust
363-390				19	Grus und Kies	bunt	

**6737-146 Rammkernbohrung Insel Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale	
0-24	I		yM	1	lehmiger Sand	beige-orange, Oxidationsflecken	trocken, kompakt, Holzkohle	
24-47				2	lehmiger Sand	beige-orange, Oxidationsflecken	trocken, kompakt, Holzkohle	
47-70				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	II	2	fAh	5	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Holzkohle	
100-131			aM				Kernverlust	
131-163				6	Lehm mit Sand	hellorange, Oxidationsflecken (Eisenkonkretionen)	Holzkohle, Stein bei 152 cm, Schlacke bei 140 cm	
163-185				7	Lehm, Sand und Feinkies	schwarz (67-71 cm und 78-83 cm) und beige	Holzkohle, Ziegelstückchen 175 cm	
185-196				8	Lehm	orange	Holzkohleschlieren	
196-215				9	sandig schluffiger Lehm	orange	Holzkohleschlieren, wenige Feinwurzeln	
215-233				10	sandig schluffiger Lehm	orange	Holzkohle, wenige kleine Makroreste	
233-246			aGor	11	sandig schluffiger Lehm	orange-hellgrau		
246-260			aGr	12	lehmiger Sand	hellgrau	Holzkohle, Makroreste, Zweig bei 257 cm (quer)	
260-272				13	sandige (mS bei 260-262, 265-368 und 269-270 cm) und schluffig lehmige Wechsellagerung	grau	Holzkohle, Makroreste	
272-279				14	Grobsand und schluffig lehmige (272-274 und 277,5-278 cm) Wechsellagerung	grau	Holzkohle, Makroreste	
279-296	III	3	aIC	15	Kies und Sand	orange, bunt		
296-300							Kernverlust	
300-315				16	Sand bis Feinkies	orange		
315-347				17	Sand und Kies	orange, bunt		
347-370				18	kiesiger Sand	orange, bunt		
370-384	IV	4		19	Sand, wenig Kies	dunkel orange bis hellbraun		
384-420				20	Kies und Sand	orange, bunt		
420-446				21	Kies und Sand	orange, bunt		
446-465				22	Sandiger Kies	bunt, hellbraun		
465-490				23	sandiger Kies, Kalk-Grobgrus	bunt, hellbraun		
490-500	V	5	Cv	24	lehmig angewitterter Kalkgrus	weiß		

**6737-147 Rammkernbohrung Insel Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale		
0-22	I	1	aM	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				5	Lehm	orange-braun in Schlieren	sehr wenig Holzkohle		
130-154						6	Lehm	(hell)-orange	wenig Holzkohle, Übergang ausgefranst
154-173			Gr	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	10	feinsandiger Schluff		hellgrau	schwarze Feinwurzeln, wenige Makroreste				
243-270	II	2		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	4	aIC	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	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-29	I	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							Kernverlust
134-161			aM	5	schluffiger Lehm	braun, Oxidationsflecken	durchwurzelt, wenig Holzkohle, Ziegelstückchen bei 152-153 cm
161-169				6	Lehm	grau	wenig Holzkohle
169-195				7	sandiger Schluff	grau	schwarze Feinwurzeln, Holzkohle
195-213				8	schluffiger Lehm	grau	schwarze Feinwurzeln, Holzkohle, Grus
213-228				9	lehmiger Schluff	graubraun	schwarze Feinwurzeln, wenig Holzkohle
228-234				10	Sand	grau	schräger Übergang
234-244				11	Lehm	graubraun	weich, feucht, Feinwurzeln
244-253				12	Sand	grau	
253-274				13	Lehm, nach unten erst schluffiger, dann sandiger	graubraun	wenige dunkle Schlieren, Holzkohle
274-281				14	Sand und Lehm im Wechsel		Holz
281-300	III	3	15	Sand und Kalkgrus	weiß-grau		
300-325			16	Sand	grau		
325-347			17	Sand	grau		
347-371			18	Sand	grau		
371-396	IV	4	aIC	19	Sand, Kalkgrus	Sand grau, wenig oranger Sand	
396-445				20	Kalkgrus in Sand	Sand orange, Grus weiß	
445-500				21	Kalkgrus in Sand	Sand orange, Grus weiß	455-463 cm Kernverlust

**6737-149 Rammkernbohrung südlich Vilswörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-23	I	1	Ah	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt
23-46			M	2	schluffiger Lehm	dunkelbraun, ein wenig heller als Probe 2, wenig Oxidationsflecken	durchwurzelt, Holzkohle, Grus bei 40-43 cm, Regenwurmänge
46-61				3	mittelsandiger Lehm	braun	Holzkohle, Grus bei 49-50 cm
61-79				4	sandig schluffiger Lehm	hellbraun	Holzkohle
79-100				5	sandig schluffiger Lehm	hellbraun	
100-108	II	2		6	sandig schluffiger Lehm	hellbraun	Kernverlust
108-127				7	sandig schluffiger Lehm mit wenig Mittelgrus	hellbraun	
127-137				8	schluffiger Lehm mit Kies und Sand	hellbraun	
137-152	III	4	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	IV	5	Cv				

**6737-150 Rammkernbohrung nördlich Vilswörth, Zusatzbohrung außerhalb des Schnittes**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-30	I	2	Ah		schluffiger Lehm, etwas Sand	dunkelbraun	durchwurzelt, Kalkkonkretionen
30-78			aM		schluffiger Lehm, leicht sandig	braun	durchwurzelt, Holzkohle, Kalkstein bei 32 cm
78-100					Lehm	hellbraun	sehr wenig Holzkohle, Regenwurmänge
100-127							Kernverlust
127-147			Go		toniger Lehm mit wenigen Geröllen	hellbraun mit Oxidationsflecken	
147-159			Gor		sandiger Lehm, Grobsandanteil	sehr fahl orange-braun, teils Oxidationsflecken	
159-176			Gr		schluffiger Lehm mit Feinsand	hellgrau	Holzkohle
176-196					schluffiger Lehm	hellgrau	Holzkohle
196-218					Lehm	hellgrau	wenige schwarze Feinwurzeln
218-245					Lehm, etwas schluffiger, mit Mittel- bis Grobsand	hellgrau	Sand auch in dunkelbraunen Nestern
245-257	II		fAh		Mittel- bis Grobsand, skelettreich	grau	Grus
257-281					sandig lehmige Wechsellagerungen	dunkelgrau	Holzkohle, Sand bei 270, 273, 281 cm
281-300					schluffiger Lehm	dunkelbraun	organisch, unten Makroreste
300-323	III		Gr				Kernverlust
323-333							Verzug
333-381					Sand	dunkelgrau	sehr wenig Holzkohle
381-389					Lehm	dunkelgrau	Holzkohle
389-397					lehmiger Grobsand	dunkelgrau	
397-407					Sand	fahl rötlich braun	
407-441	V	4	aIC		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 Vilschwörth**

Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	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							Kernverlust
150-162				4	Sand	orange-rot	
162-185				5	lehmige und sandige Wechsellagerungen (ungleichmäßig)	bräunlich mit roten Flecken	Holzkohle, schräger Übergang
185-197				6	Grobsand	185-188 cm orange-rot, 188-190,5 cm grau, 190,5-194 cm orange-rot	
197-220				7	sandiger Lehm	grau	viele Makroreste, Muschel
220-246				8	schluffiger Sand	grau	
246-268				9	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz	
268-300	II		yM	10	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz, 290-300 cm orange	
300-327				11	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz	
327-359				12	kiesiger Sand, Grus	grau-schwarz	
359-380				13	Sand mit Kalkgrus	orange	

**6737-152 Rammkernbohrung Insel Vilschwörth**

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

**6737-153 Rammkernbohrung Insel Vilschwörth, Schlackehalde**

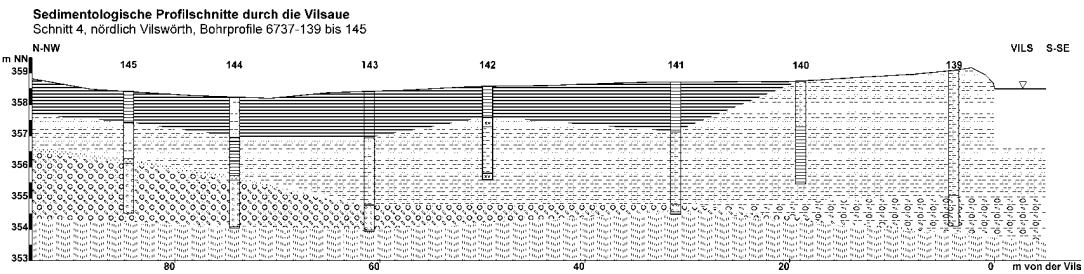
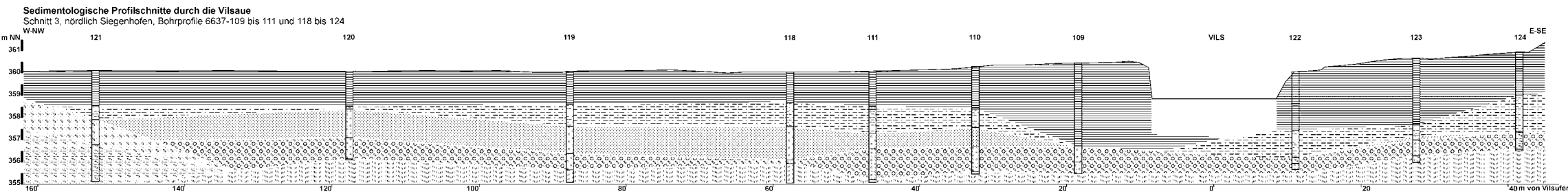
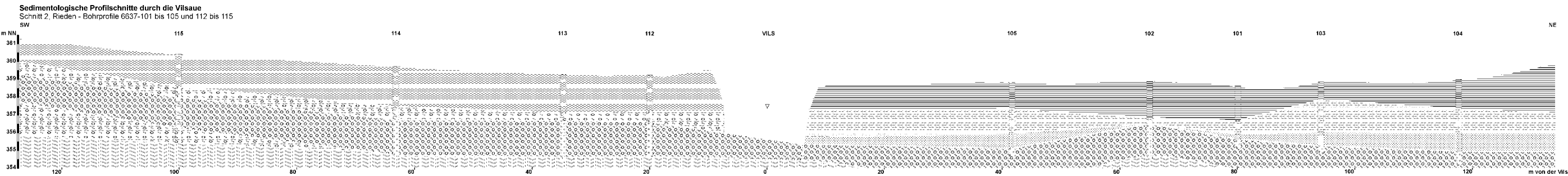
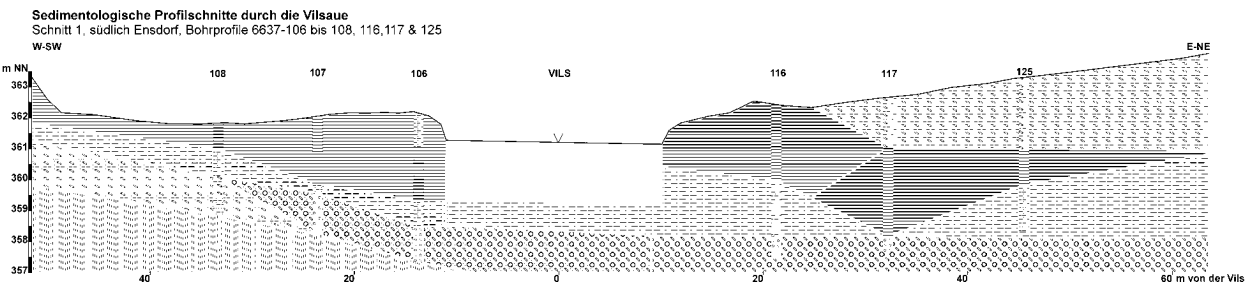
Tiefe	Schicht	Fazies	Horizont	Probennr.	Substrat	Bodenfarbe	weitere Merkmale
0-17	I		yM	1	schluffiger Lehm	dunkelbraun	Wurzelteppich der Vegetation
17-45				2	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, humos, viel Schlacke
45-70				3	schluffiger Lehm	dunkelbraun	durchwurzelt, Schlacke, Ziegel
70-100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

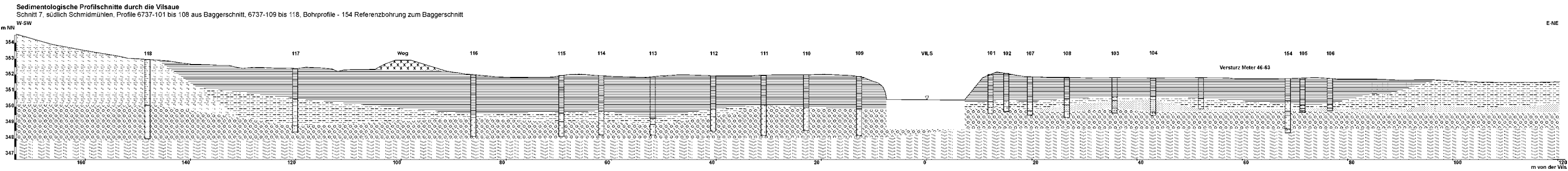
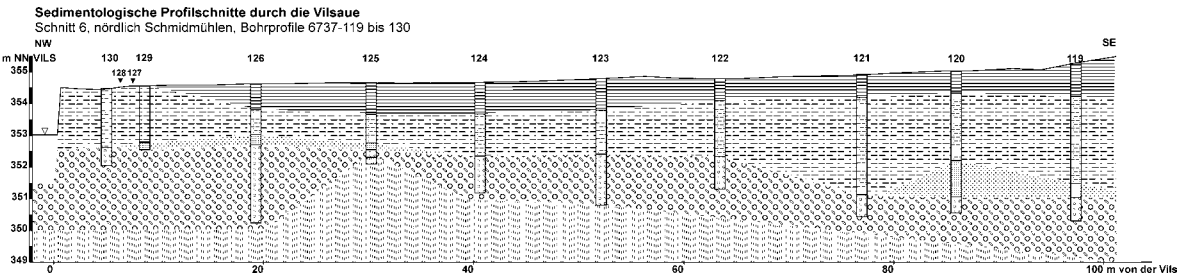
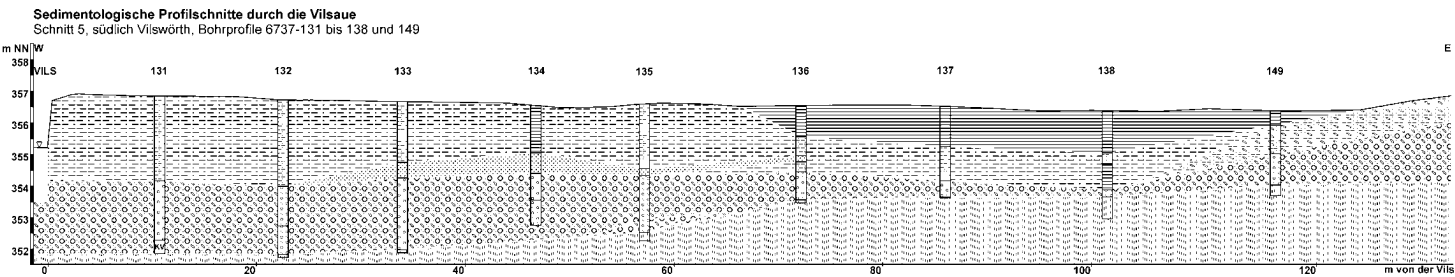
**6737-154 Rammkernbohrung südlich Schmidmühlen, Referenzbohrung zum Baggerschnitt**

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

## **Anhang V – Profilschnitte**

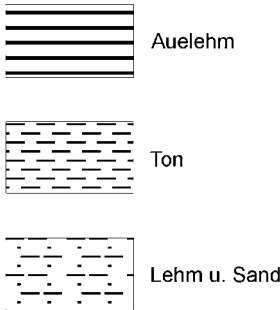
Anhang V – Profilschnitte



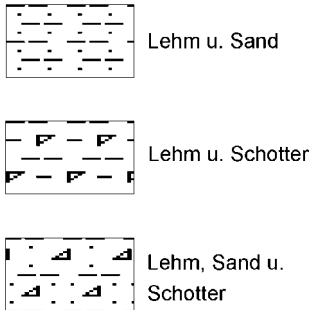


Legende

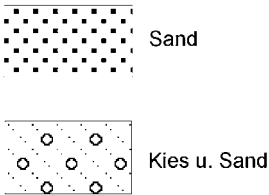
Subfazies der Fazies 1



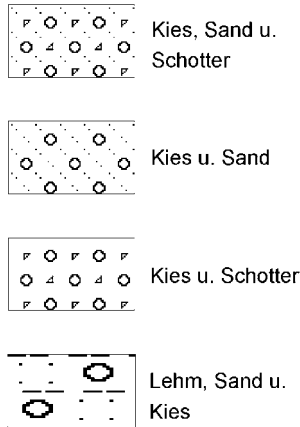
Subfazies der Fazies 2



Subfazies der Fazies 3



Subfazies der Fazies 4



Subfazies der Fazies 5

