


Darmstädter Historische Studien 1

Flusslandschaften im Wandel

Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre

Herausgegeben von

Gerrit Jasper Schenk und Nicolai Hillmus

Darmstadt

2025




Darmstädter Historische Studien

Darmstädter Historische Studien 1

Flusslandschaften im Wandel

Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre

Herausgegeben von
Gerrit Jasper Schenk und Nicolai Hillmus

Darmstadt

2025

Impressum

Postadresse Reihenherausgeber:
Prof. Dr. Gerrit Jasper Schenk
Technische Universität Darmstadt
Institut für Geschichte
Residenzschloss 1
64283 Darmstadt

Website:
https://www.geschichte.tu-darmstadt.de

Reihensignet:
Designerin Larissa Kurz 2025, Nutzungsrechte: Reihenherausgeber

Bildnachweis Titelblatt:
(im Uhrzeigersinn von oben links)
Abb. 1: Die Weschnitzaue an der Wattenheimer Brücke. Urheber: Olaf Bubenzer, Lizenz: CC BY-SA 4.0.
Abb. 2: Rekonstruktion eines Einbaums im Freilichtlabor Lauresham (Lorsch). Urheber: Gerrit Jasper Schenk, Lizenz: CC BY-SA 4.0.
Abb. 3: Akteneinsicht im Reutlinger Stadtarchiv. Urheber: Victor S. Brigola, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.
Abb. 4: Untersuchung der Auenbödenstruktur im Leipziger Umland mithilfe von Bohrkernen. Urheber: Victor S. Brigola, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

LaTeX Schriftsatz:
Marco Humbel

Zitierhinweis:
Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt 2025, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030100, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung Erste Schritte zu einer multidisziplinären Quellenkunde für die Erforschung der Fluvialen Anthroposphäre 2

Gerrit Jasper Schenk, Nicolai Hillmus, Johannes Schmidt

1.1 Fragestellungen und Konzepte des Bandes 2
1.2 ‚Quellen' und ‚Quellenkritik': Multidisziplinäre Perspektiven 6
1.3 Der Band und seine Beiträge 10
1.4 Verzeichnisse 15

2 Archäologische Quellengruppen in Auen 22

Iris Nießen

2.1 Einleitung 22
2.2 Quellenbeschreibung 24
2.3 Beispiel 1 (Befunde): Uferbefestigung 24
2.4 Beispiel 2 (Sedimente): Sedimente eines Altwasserarm 25
2.5 Beispiel 3 (Funde): Funde aus dem Altwasserarm 26
2.6 Quellenpräsentation 28
2.7 Quellendiskussion 30
2.8 Verzeichnisse 31

3 Bioindikatoren der fluvialen Anthroposphäre 34

Anja Linstädter, Peter Frenzel, Antony Brown, William Fletcher, Marie Kaniecki, Anne Köhler, Peter Kühn, Ella Quante, Martin Offermann, Snježana Pejdanović, Johannes Schmidt, Birgit Schneider, Jannis Weil, Ulrike Werban, Ema Zvara, Christoph Zielhofer

3.1 Einführung 34
3.2 Organismengruppen und Fossilien als Bioindikatoren 35
3.2.1 Flora 35
3.2.2 Fauna 37
3.2.3 Andere Organismengruppen und Mischarchive 39
3.3 Ökologische und paläoökologische Methoden 43
3.3.1 Rekonstruktion früherer Umweltbedingungen 43

3.3.2 Rekonstruktion der biologischen Vielfalt 47
3.4 Empfehlungen für die Gewinnung und Nutzung historischer Biodiversitätsdaten 47
3.4.1 Auswahl von geeigneten Organismengruppen 47
3.4.2 Geländearbeiten 48
3.4.3 Laborarbeiten und Datenanalysen 49
3.4.4 Rekonstruktion der Fluvialen Anthroposphäre 50
3.5 Verzeichnisse 54

4 Einsichten in die Fluviale Anthroposphäre durch die Historische Klimatologie 62

Michael Kahle, Rüdiger Glaser

4.1 Einführung 62
4.2 Quellenschilderung 64
4.3 Quellenpräsentation 65
4.4 Quellendiskussion 70
4.5 Verzeichnisse 73

5 Flusssedimente als Quelle für die Auenforschung 77

Jan Blöthe, Charlotte Engelmann

5.1 Im Fluss ist mehr als nur das Wasser 77
5.2 Flussauen erzählen die Geschichte des Flusses 78
5.3 Ein Blick in das Archiv 79
5.4 Sedimente aus einer Flussaue im Schwarzwald 79
5.5 Verzeichnisse 82

6 Montanarchäologische Befunde als Quellengattung – ein Überblick: Relikte der Montanwirtschaft und ihr Spiegelbild in der Flussaue 84

Jochen Babist

6.1 Montanarchäologie - was ist das? 84
6.2 Auswirkungen der Rohstoffgewinnung 85
6.3 Auswirkungen der Aufbereitung 91
6.4 Auswirkungen der Verhüttung 93
6.5 Auswirkungen des Montansektors auf die Kulturlandschaftsentwicklung im weiteren Sinne 97
6.6 Verzeichnisse 98

7 „Was ist schon normal?“ Schwermetalle in Auensedimenten und die Schwierigkeit erwartete Konzentrationen zu definieren 103

Johannes Keßels, Fiona Guhe, Philipp Schulte, Frank Lehmkuhl, Alexandra Weber

7.1 Einleitung 103
7.2 Was ist der geochemische Hintergrund? Wie kann er definiert werden? . . 105
7.3 Untersuchungsgebiet und Datensatz 106
7.4 Ergebnisse und Diskussion 108
7.5 Zusammenfassung 112
7.6 Verzeichnisse 112

8 Oberflächennahe geophysikalische Verfahren als Quelle: Magnetik, Geoelektrik und Elektromagnetik und ihre Validierung durch Sedimentkerne 115

Susann Birnstengel, Marco Pohle, Ema Zvara, Snježana Pejdanović, Sven Linzen, Johannes Rabiger-Völlmer, Peter Kühn, Christoph Zielhofer, Ulrike Werban

8.1 Geophysikalische Prospektion in der Auenforschung 115
8.2 Geophysikalische Methoden als Informationsquellen 116
8.2.1 Elektromagnetische Induktion (EMI) 117
8.2.2 Gleichstromgeoelektrik (geoelektrische Widerstandstomografie, ERT) 117
8.2.3 Magnetik 118
8.2.4 Kernbohrungen 118
8.3 Quellenpräsentation am Standort Bleiche in der Egeraue 119
8.4 Quellenpräsentation am Standort Karlsgraben zwischen Altmühl und Schwäbischer Rezat 123
8.5 Potential von geophysikalischen Erkundungsmethoden in der Auenforschung 124
8.6 Verzeichnisse 125

9 Der Untergrund von Auen erkundet mit minimal-invasiven in-situ Direct push-Sondierungen 128

Johannes Rabiger-Völlmer, Christoph Zielhofer, Susann Birnstengel, Ulrike Werban

9.1 Auen als Archive der Mensch-Umwelt-Interaktionpush-Sondierungen . . . 128
9.2 Auensedimente als Archiv 128
9.3 Untersuchungen mittels in-situ Direct push-Sondierungen am Karlsgraben 131
9.4 Möglichkeiten und Grenzen der Direct push-Erkundungen in Auen 136
9.5 Verzeichnisse 136

10 Flüsse erzählen Geschichten – Zur Stratigraphie und Datierung von Auensedimenten **140**

Bastian Grimm, Markus Fuchs

10.1 Flüsse in Raum und Zeit 140
10.2 Der Faktor Zeit – Datierung von Auensedimenten 141
10.3 Ein angewandtes Beispiel 143
10.4 Verzeichnisse 145

11 Böden, Sedimente und ihr 4D-Potenzial für die Rekonstruktion der Entstehungs- und Landnutzungsgeschichte der Aue **147**

Snježana Pejdanović, Ema Zvara, Ulrike Werban, Marco Pohle, Christoph Zielhofer, Peter Kühn

11.1 Geoarchiv der Auenböden und Auensedimente 147
11.2 Beispiel Echazaue 148
11.3 Ein Blick ins Boden- und Sedimentarchiv 149
11.4 Nutzung von Boden- und Sedimentanalysen als Parameter der Umweltentwicklung 153
11.5 Verzeichnisse 157

12 Digitale Geländemodelle in der Auenforschung: Analyse natürlicher Dynamik und anthropogener Eingriffe **159**

Johannes Schmidt, Johannes Rabiger-Völlmer, Felix Henselowsky

12.1 Die Flussgeschichte steckt in den Geländeoberflächen 159
12.2 Digitale Geländemodelle: Werkzeuge für die Landschaftsanalyse 160
12.3 Digitale Geländemodelle in der historischen Auenforschung 162
12.3.1 Beispiel Leipziger Aue 162
12.3.2 Beispiel Oberrheingraben 164
12.4 Chancen, Limitationen und Perspektiven 166
12.5 Verzeichnisse 167

13 Altkarten als Quelle der multidisziplinären Auenforschung **169**

Sophie Lindemann

13.1 Einleitung 169
13.2 Forschungsstand 170
13.3 Quellensuche: Altkarten und Fragestellungen finden 170
13.4 Quellenbeschreibung: Kritisches Lesen 172

13.5 Quellenpräsentation: Inhalte auswerten 173
13.6 Quellendiskussion: Ausblick 175
13.7 Verzeichnisse 175

14 Augenscheinkarten und ihr Entstehungskontext als ergänzende Quellen zur Auenforschung 178

Niels Lohse

14.1 Einführung 178
14.2 Quellenpräsentation 179
14.3 Ergebnisse und Diskussion 185
14.4 Verzeichnisse 185

15 Geographische Namen als Quelle: Flur-, Gewässer- und Ortsnamen 188

Alexander Voigt, Andreas Dix, Rainer Schreg

15.1 Einleitung: qualitativer vs. quantitativer Ansatz 188
15.2 Nutzung einzelner Toponyme 190
15.3 Nutzung zusammengefasster Toponyme 193
15.4 Methodische Herausforderungen & Ausblick 198
15.5 Verzeichnisse 200

16 Herrschaft und Ressourcenregulierung. Frühneuzeitliche Umweltgesetzgebung am Beispiel der Württembergischen Fischordnung von 1602 202

Marcel Schön

16.1 Einleitung 202
16.2 Quellenbeschreibung 202
16.3 Quellenpräsentation 204
16.4 Quellendiskussion 208
16.5 Verzeichnisse 210

17 Kunde für den Landesherren. Berichte von Kosten und Nutzen menschlicher Eingriffe in Flusslandschaften zu Gedeih und Verderb der Anwohner des Lorscher Sees in der frühneuzeitlichen Kurpfalz 212

Nicolai Hillmus

17.1 Einleitung 212

17.2 Quellenbeschreibung . . . 212
17.3 Quellenpräsentation . . . 214
17.4 Quellendiskussion . . . 216
17.5 Verzeichnisse . . . 220

18 Das Urbar als Spiegel der Kulturaue **222**

Raphael Longoni

18.1 Quellenbeschreibung . . . 222
18.2 Quellenpräsentation . . . 226
18.3 Quellendiskussion . . . 229
18.4 Verzeichnisse . . . 230

19 Fischers Moritz. Urbane Flussauen im Spiegel einer Nördlinger Stadtrechnung (1496/97) **233**

Gerrit Jasper Schenk

19.1 Einleitung: Rechnungen als Quellen . . . 233
19.2 Quellenkritik: Die Stadtkammerrechenbücher Nördlingens – Genese, Struktur und Wirklichkeitsbezug . . . 237
19.3 Quellenbeschreibung: Stadtkammerrechenbuch 1496 mit eingelegten Zetteln 243
19.4 Quellenpräsentation, Editionsrichtlinien, Abkürzungen . . . 246
19.5 Hinweise zur Quellenauswertung . . . 251
19.6 Verzeichnisse . . . 261

20 Die umwelthistorische Interpretation archäologischer Quellen **268**

Rainer Schreg

20.1 Einleitung . . . 268
20.2 Beispiel Kalktufflandschaften . . . 269
20.3 Die Interpretation archäologischer Quellen . . . 274
20.3.1 Kontextualisierung . . . 274
20.3.2 Formationsprozesse . . . 279
20.3.3 Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie . . . 282
20.3.4 Fazit . . . 284
20.4 Verzeichnisse . . . 284

Einführung

Erste Schritte zu einer multidisziplinären Quellenkunde für die Erforschung der Fluvialen Anthroposphäre

Gerrit Jasper Schenk, Nicolai Hillmus, Johannes Schmidt

1.1 Fragestellungen und Konzepte des Bandes

Im Zentrum dieser kleinen Quellenkunde steht die kritische Einführung in unterschiedliche Wege der Erforschung der Fluvialen Anthroposphäre (Werther u. a., 2021), also der Auenlandschaft unter dem zunehmenden Einfluss des Menschen im Verlauf der Zeit. Sie entstand im Rahmen des Schwerpunktprogramms 2361 „Auf dem Weg zur Fluvialen Anthroposphäre“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das seit 2023 gefördert wird.[1] Unter den ‚Wegen der Forschung‘ wird der Prozess des wissenschaftlichen Forschens im fruchtbaren interdisziplinären Spannungsfeld zwischen natur- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen verstanden. Damit sind zum einen Methoden, zum anderen Untersuchungsgegenstände (‚Quellen‘) gemeint, die zu einem definierten Zweck – Erkenntnis der Vergangenheit – analysiert werden. Auch wenn also die Ausrichtung der Fragerichtung auf historische Erkenntnis zielt, vermeidet sie eine disziplinäre Engführung auf die überwiegend text- und artefaktgebundenen Geschichtswissenschaften zugunsten eines multidisziplinären Ansatzes. Der Band versteht sich als Versuch der wechselseitigen Erläuterung disziplinär spezifischer Wege zur Erforschung vergangener Verhältnisse in Flussauen durch eine Vermittlung quellenkritischer Expertise.

Der Untersuchungsgegenstand umfasst Überlieferungen (Texte), Gegenstände und Tatsachen, die sich aus der Vergangenheit erhalten haben und in irgendeiner Form, Art und Weise geeignet sind, Erkenntnisse über die Vergangenheit von Flussauen zu gewinnen

[1] Vgl. das Programm und seine Teilprojekte in der Datenbank der Deutschen Forschungsgemeinschaft GEPRIS unter URL: `https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/460849764` (04.06.2025).

Schenk, Gerrit Jasper / Hillmus, Nicolai / Schmidt, Johannes (2025): Einführung. Erste Schritte zu einer multidisziplinären Quellenkunde für die Erforschung der Fluvialen Anthroposphäre, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 2-21, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030101, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

(siehe die klassische Definition einer ‚Quelle' bei Brandt, 2012, 48). Eine ‚Quelle' ist demnach alles, was durch die erkenntnisleitende Frage nach der Vergangenheit als solche definiert wird und mit einer anerkannten Methode untersucht werden kann. Kenntnis der Vergangenheit kann man nicht nur mit den sprichwörtlich gewordenen „Werkzeugen der Historiker:innen" (Wozniak, 2024), sondern ebenso mit den Methoden beispielweise der Physik, Chemie, Biologie und der Geowissenschaften gewinnen, die in der Archäologie schon länger eine größere Rolle spielen. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Altersbestimmung von Holz durch die Ermittlung des Anteils an instabilen Kohlenstoff-Isotopen ^{14}C, die mit einer bestimmten Halbwertszeit zerfallen (Schreg, 2016, 97-101). Es geht in den Beiträgen dieses Bandes um eine Disziplinen übergreifende und verbindende, verständliche Erläuterung der Eigenarten von ‚Quellen' und den Methoden ihrer Untersuchung. Erst dieses Verständnis der Möglichkeiten, Probleme und Grenzen spezifischer ‚Quellen' beziehungsweise Quellentypen und ihrer Untersuchungsmethoden erlaubt nämlich auch eine Einschätzung der Reichweite von erzielten Aussagen über die Vergangenheit. Insofern stellt der Band einen ersten Schritt auf dem Weg zu einer multidisziplinären Verständigung an einem konkreten Beispiel dar. Weil Erkenntnisse, die auf epistemisch voneinander unabhängigen Wegen erzielt werden, sich im Ergebnis aber wechselseitig bestätigen, solider sind als monodisziplinär gewonnene, lohnt sich der Mehraufwand für diesen als „consilience" bezeichneten Ansatz (Bauch / Schenk, 2020, 6f.).

Der Begriff ‚Quelle' ist eine verführerische Metapher, denn er suggeriert die Möglichkeit eines unmittelbaren und unverfälschten Zugangs zur Vergangenheit (Oexle, 2004). Das ist jedoch eine irreführende Vorstellung. Jede ‚Quelle' trägt allein schon durch ihre Definition als ‚Quelle' und durch die Frageperspektive (warum, wofür und für wen ist etwas eine ‚Quelle'?) bereits einen selektiven, subjektiven Charakter und deswegen muss in einem ersten Schritt methodisch reflektiert und kritisch analysiert werden, welcher Auswahlprozess der Bestimmung als ‚Quelle' durch die Forscherin oder den Forscher zugrunde liegt. Wird etwas nur als ‚Quelle' untersucht, weil es womöglich zufällig aus der Vergangenheit übriggeblieben (Esch, 1985) oder zugänglich oder mit einer bestimmten Methode analysierbar ist? Welche Aspekte der Vergangenheit können mit einem Quellentypus oder einer bestimmten ‚Quelle' überhaupt erfasst werden? Ist die ‚Quelle' repräsentativ – und wofür steht sie genau? In einem zweiten Schritt muss bedacht werden, ob die ‚Quelle' in der Vergangenheit absichtlich oder unabsichtlich entstand und was dies für ihre Aussagekraft bedeutet. Eine intentionale Überlieferung, womöglich zum Zweck der Unterrichtung der Nachgeborenen über die Geschehnisse der eigenen Zeit fabriziert, wird eine andere, wahrscheinlich subjektivere Perspektive auf die Vergangenheit gewähren als eine unabsichtlich entstandene ‚Quelle'. Doch die Notwendigkeit der Überprüfung, in welchem Kontext eine ‚Quelle' entstand und welche Tendenz sie dadurch hat, gilt auch für solche ‚Quellen', die nicht intentional entstanden und die in der deutschen Geschichtswissenschaft daher

mit einem sprechenden Ausdruck als ‚Überrest' charakterisiert wurden (Brandt, 2012, 50f.). Sie gilt gerade auch für Gegenstände, die von Menschen in der Vergangenheit nicht fabriziert wurden, sondern nur die direkten oder indirekten Spuren menschlicher Aktivität tragen, wie etwa Schwermetall in Flusssedimenten, Kohlendioxid in der Atmosphäre oder sogar Merkmale von aDNA (altes Erbmaterial) (Schenk, 2016). Damit geraten ganz neue Quellengattungen in den Blick. Folgerichtig hat die Geschichtswissenschaft vor allem französischer Prägung in der Schule um die französische Zeitschrift „Annales" der Ausweitung der Quellenbasis schon seit den 1970er Jahren Rechnung getragen. In die Reihe „Typologie des sources du moyen âge occidental" wurden deswegen auch archäologische und geoarchäologische, osteoarchäologische, paläobotanische und paläozoologische ‚Quellen' in die systematische Quellenkunde einbezogen, so etwa fossile Pollen, Dendrodaten, die agrarische Landschaft oder menschliche Zähne und Knochen (Noël, 1972; Munaut, 1988; Verhulst, 1995; Polet, 2001). Im Rahmen des ‚material turn' wuchs in den letzten Jahren das Interesse an der materiellen Kultur, so dass neben der immer schon an der dinglichen Überlieferung orientierten Archäologie (Scholkmann u. a., 2016) und den Historischen Grund- oder Hilfswissenschaften (Kümper, 2014) auch die neuere Kulturgeschichte ihre Konzepte für die Untersuchung der Materialität handbuchartig zu erfassen suchte (Samida u. a., 2014).

Ein reflektierter Umgang mit ‚Quellen' und multidisziplinären Ansätzen aus sowohl Geistes- wie Naturwissenschaften ist also nicht neu. In der jüngeren Umweltgeschichte gehört eine Art interdisziplinär informierte Quellen- und Methodenkunde folgerichtig schon länger zum Grundwissen (Winiwarter / Knoll, 2007, 71-114). In der Breite der Geschichtswissenschaft und vor allem in der Lehre hat sich dieser Ansatz wegen der hohen Anforderung einer, wenn schon nicht gleichgewichtigen, so doch wenigstens gut informierten Kenntnis der Quellen und Methoden der jeweils anderen Disziplinen aber nicht etablieren können (Grabarits / Mares, 2023, 27f.). Umgekehrt bedeutet es auch für die Naturwissenschaften eine Herausforderung, sich mit der historisch-kritischen Methode der Geschichtswissenschaft (Jordan, 2021) auseinanderzusetzen, ganz zu schweigen von konstruktivistischen Ansätzen (Lorenz, 1997) und der kulturwissenschaftlichen Theoriebildung nach den „cultural turns" der letzten Jahrzehnte (Bachmann-Medick, 2014; Bachmann-Medick u. a., 2020). An dieser Stelle setzt der vorliegende Band an. Er möchte an konkreten Beispielen und in verständlicher Weise den methodisch reflektierten Umgang mit ‚Quellen' zeigen. Damit soll die hier nur angedeutete Komplexität und theoretische Dimension dieser Disziplinen überbrückenden Anstrengung nicht übersehen, aber in einen auf pragmatische Zusammenarbeit zielenden Prozess überführt werden.

Eine gute Basis für die Möglichkeit einer Zusammenarbeit liefert das gemeinsame modellhafte Verständnis eines Ineinanderwirkens von ‚Gesellschaft' und ‚Natur' ohne die Annahme von einseitigen Determinismen. Dieses im Kern sozioökologische, systemische

Verständnis wurde u. a. von der sogenannten Wiener Schule der Umweltgeschichte um Marina Fischer-Kowalski und Verena Winiwarter entwickelt und vielfach aufgegriffen (Winiwarter / Sonnlechner, 2001; Reith, 2011, 3f., 145f.; Hoffmann, 2014, 1-20; Fischer-Kowalski / Weisz, 2016, 19-23; Herrmann, 2016, 5-10). Basierend auf diesen Vorbildern und ergänzt um Anregungen des Technikphilosophen Theodore R. Schatzki (Schatzki, 2003) zur Rolle von Techniken und Praktiken zeigt Abb. 1 (nach Schenk / Schott, 2023, 34f. mit Abb. 1) das Modell eines systemhaften Ineinanderwirkens von den nur aus analytischen Gründen getrennt gedachten Sphären menschlicher Gesellschaft und Natur in einer eingrenzbaren Untersuchungsregion, hier der Flussaue.

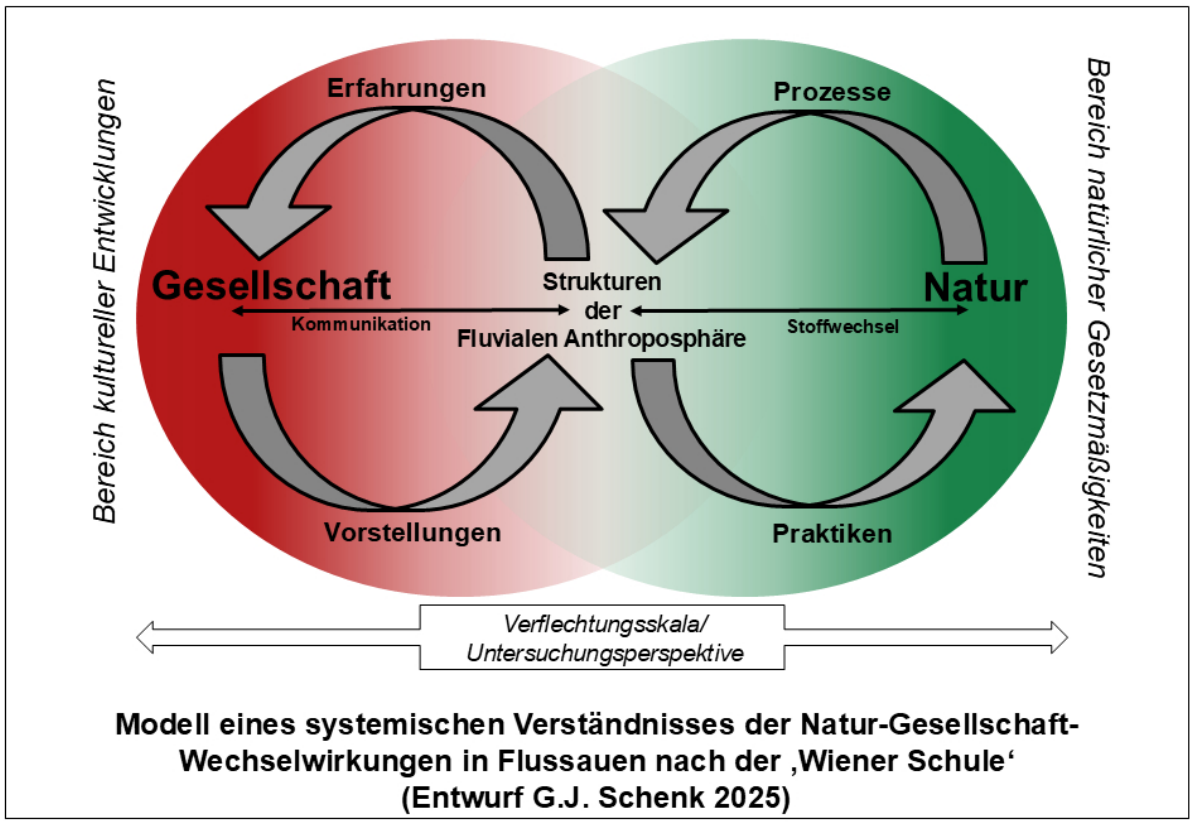


Abb. 1: Modell für die multidisziplinäre Analyse der Fluvialen Anthroposphäre. Urheber: Gerrit J. Schenk, 2025, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Das Modell stellt ein einfach anwendbares Schema für Untersuchungen bereit. Es eröffnet eine Vielzahl von Perspektiven und Fragestellungen für eine im Prinzip unbegrenzte Anzahl an Untersuchungsobjekten. Darüber hinaus können alle Disziplinen von den Geistes- und Sozialwissenschaften bis hin zu den Naturwissenschaften eingebunden werden. Das Modell ist zudem auch auf unterschiedlichen räumlichen Skalen anwendbar. Sofern spezifische Orte oder eingrenzbare Gebiete wie in unserem Fall Flussauen im Fokus der Untersuchung stehen, kann ergänzend das Brückenkonzept des sozionaturalen Schauplatzes herangezogen

werden (siehe Rainer Schreg, Kap. 20, Infobox). Sozionaturale Schauplätze sind spezifische Orte, an denen soziale Praktiken und natürliche Prozesse, die in charakteristischen Arrangements miteinander verbunden sind, zu einem bestimmten Zeitpunkt in einen ganz spezifischen Wirkungszusammenhang treten (Winiwarter / Schmid, 2008; Knoll, 2013, 104f.).

Dies können beispielsweise Mühlen an einem Fluss sein. Hier durchdringen sich gesellschaftliche Praktiken mit natürlichen Faktoren, die Naturgesetzen folgen wie das Wasser, das der Schwerkraft folgend abwärts fließt und damit für die Gesellschaft Energie liefert, die mittels Wasserführung und Mühlentechnik genutzt wird und Effekte sowohl auf die Gesellschaft (Mehl, Mahlzins) wie auf die Natur (Rückstau, veränderte Sedimentation) ausübt. Ein anderes Beispiel sind Gerbereien, in denen spezialisierte Akteursgruppen (Gerber) das Wasser eines Fließgewässers für den Prozess des Gerbens von Häuten nutzen und damit einerseits ein Produkt (Leder) herstellen, zugleich aber einen Stoffeintrag ins Wasser auslösen, der seinerseits Folgewirkungen für die Flussfauna und -flora hat, potentiell aber auch wieder zu Rückwirkungen auf die Gesellschaft führt, wenn beispielsweise beim Gerben der Milzbranderreger (*Bacillus anthracis*) mit dem Wasser auf Weidewiesen gerät und Viehseuchen verursacht (Schlottau, 2009, 122-148). Gerade hier kann die Überprüfung von quellenkritisch und methodologisch immer problematischen retrospektiven Diagnosen von Krankheitsbildern aus Textquellen (Schenk, 2020) durch erhaltenes Erbgut von Erregern in datierbaren Sedimenten im Sinne des ‚consilience'-Ansatzes erfolgen. Zur Struktur der Fluvialen Anthroposphäre gehört also auch ein spezifischer Stoffwechsel, der fluvio-soziale Metabolismus (dazu mit ausführlicher Erläuterung Nießen u. a., 2025). Eine umfassende Untersuchung der miteinander verbundenen Strukturen und Prozesse in der Fluvialen Anthroposphäre lässt also eine Zusammenarbeit von Natur- und Gesellschaftswissenschaften erfolgversprechend erscheinen. Gerade weil die ‚Quellen' unterschiedlich, aber das Erkenntnisziel einer Entschlüsselung der Interaktionen in der fluvialen Anthroposphäre und die Klärung der Rolle des Menschen gemeinsam sind, lohnt sich ein besseres Verständnis der disziplinären Zugänge.

1.2 ‚Quellen' und ‚Quellenkritik': Multidisziplinäre Perspektiven

Gemeinsam ist den beteiligten Disziplinen der historische Ansatz, also die Erforschung vergangener Zustände aus gegenwärtigen Befunden. Geboten wird hier jedoch kein Handbuch, das enzyklopädisch das Wissen der Disziplinen abhandelt oder neueste Erkenntnisse systematisierend zusammenführt, sondern eine Sammlung gezielt zusammengestellter Beiträge zu Einzelaspekten und in der Konkretion der Anwendung. Das Ziel besteht in einer wechselseitigen Vermittlung elementarer Kenntnisse im interdisziplinären Miteinander auf einem einfachen, auch in der Lehre einsetzbarem Niveau. Die Konkretion besteht darin,

eine oder mehrere ‚Quellen' vorzustellen, quellenkritisch einzuordnen und hinsichtlich der Frage zu analysieren, welche Kenntnis mit welchen Methoden für eine Rekonstruktion der Fluvialen Anthroposphäre aus der ‚Quelle' gewonnen werden kann und wo Probleme und Grenzen der Erkenntnisgewinnung liegen.

Der Schwerpunkt des Bandes liegt auf der Materialität der Überlieferung beziehungsweise dem Erschließen vergangener Materialität und des Umgangs der Gesellschaft mit ihr, sei dies nun ein für eine Mühle aufgestauter Wasserlauf oder die Installation von Fischreusen in ihm. Damit wird aus der Sicht der beteiligten Disziplinen kein neuer Umgang mit den ‚Quellen' vorgestellt, aber durch die gemeinsame Fragestellung, das geteilte Modell der Mensch-Umwelt-Interaktion im Kontext der fluvialen Anthroposphäre und die wechselseitige Verständigung über die Tragweite und Grenzen der Aussagen der beteiligten Disziplinen eine neue Qualität der interdisziplinären Zusammenarbeit angestrebt. Für die Geschichtswissenschaften bedeutet dies, sich auf die starke Rolle der Materialität von ‚Quellen' einzulassen, für die Naturwissenschaften hingegen, den Einfluss von soziokulturellen Faktoren bei der Entstehung ihrer ‚Quellen' in Rechnung zu stellen. Gemeinsam ist den Disziplinen das bereits oben angesprochene Problem einer lückenhaften Erhaltung der ‚Quellen', woraus die Notwendigkeit resultiert, stets die Rolle des Überlieferungszufalls und der Intentionalität oder Nicht-Intentionalität der Überlieferung zu berücksichtigen.

Die Rekonstruktion von historischen Flussauen aus schriftlichen ‚Quellen' und ihrer Interaktion mit der Gesellschaft, die in und an ihnen lebte, macht eine Quellenkritik in mehreren Schritten erforderlich. Dies liegt daran, dass Aussagen, Berichte oder Erwähnungen der Aue als Naturraum nur verschriftlicht wurden, wenn sie von irgendeiner Relevanz für jemanden waren. Der Naturraum wird hinsichtlich seiner Interaktion mit der Gesellschaft wahrgenommen, wenn innerhalb der Gesellschaft darüber kommuniziert wird. Er findet folglich nur den Weg in die Schriftlichkeit, die schließlich mit der Mühe des Schreibens und nicht zuletzt auch Kosten verbunden war, aus ganz bestimmten Gründen, die ermittelt werden müssen. Quellenkritisch bedeuten diese Feststellungen erstens, dass stets nach dem Motiv der Aufzeichnung gefragt werden muss, weil die Intention, mit der etwas notiert wurde, auch den Blickwinkel und die blinden Flecken der schriftlichen Darstellung mitbestimmte. Erst in einem zweiten Schritt kann eingeschätzt werden, welche Details der Aufzeichnung absichtsvoll berichtet und welche eher unabsichtlich preisgegeben werden. Dieser sogenannte Quellenwert der notierten Details unterscheidet sich, weil die Berichtsabsicht bewusst verformend wirken kann, sei es nun im Horizont der Aufzeichnung selbst, weil zum Beispiel in einem gegenwärtigen Konflikt eine Position bezogen werden muss, oder auch in Fällen, in denen der Bericht erst die Nachwelt informieren sollte, etwa über Besitzansprüche und Rechtsauffassungen. Aber auch vordergründig unabsichtlich gemachte Aussagen, die zumindest keiner bewussten Verformung ausgesetzt sein werden, unterliegen bestimmten soziokulturellen Regeln und Muster der Wahrnehmung und Aufzeichnung,

die jeweils kritisch bedacht werden müssen (Ebert, 2021, 63-69; Schenk, 2010; Goetz, 2004). Hierfür sind zum einen die aufschreibende Person, ihr gesellschaftlicher Status, ihre institutionelle Rolle, ihre Bildung usw. zu bedenken, zum anderen spielt das Genre der Aufzeichnung eine große Rolle dafür, welcher Ausschnitt der Wirklichkeit überhaupt aufgezeichnet wurde und wie dies erfolgte.

Die Interpretation schriftlicher ‚Quellen' (worunter hier auch handgezeichnete Karten gezählt werden dürfen) erfolgt insofern ganz klassisch im Sinne der oben erwähnten historisch-kritischen Methode (Goetz, 2014, 241-278). Nach der in einem heuristischen Prozess entwickelten Fragestellung und der gezielten Quellenbeschaffung in dafür relevanten Archiven und Bibliotheken müssen die oft handschriftlich vorliegenden Textquellen durch eine kritische Edition aufbereitet werden. Hierzu gehört neben einer Klärung der Provenienz (Herkunft) und der Entstehung der Textquelle die Kritik der Überlieferungsträger (einzelne Handschriften, Urkunden, Akten), die auch die Frage nach der Echtheit, nach Verunechtungen, Fälschungen und Fehlern klären muss (äußere und innere Kritik). Dazu gehört auch das Klären von Datumsangaben, Orten, Personen, Begriffen und Sachverhalten, die dem Verständnis des Textes dienen. Die eigentliche Quellenkritik bedarf einer möglichst genauen Kenntnis der Kontexte, in denen die ‚Quelle' entstand und auf die sie sich bezieht beziehungsweise beziehen lässt. Bei diesem entscheidenden Schritt jeder Quellenkritik spielt die Kenntnis der Quellengattung eine große Rolle, denn ein narrativer Text (z. B. eine Chronik: Hug, 1982) weist ganz andere Eigenarten hinsichtlich seiner Aussagekraft, seines Wirklichkeitsbezugs und seiner Reichweite auf als beispielsweise ein Rechnungszettel. Die Quellenauswertung erfolgt im Rahmen einer historisch-kritischen Interpretation (Theuerkauf, 1997; Pandel, 2012, 168-182). Sie hängt stark von der jeweiligen Fragestellung ab, kann quellenimmanent erfolgen, aber auch weitere Textquellen, Gegenstände, Sachverhalte und (auch quantifizierende) Methoden heranziehen. Genau an diesem Punkt wird die Zusammenarbeit mit benachbarten und entfernteren Disziplinen im Sinne des oben erwähnten ‚consilience'-Ansatzes interessant. Dazu bedarf es nun einer genaueren Kenntnis, welcher Archive, ‚Quellen' und Methoden sich die anderen Disziplinen bedienen.

Von naturwissenschaftlicher Seite aus gesehen ist die Auswahl eines geeigneten geomorphologischen, geoarchäologischen oder sedimentologischen Archivs von zentraler Bedeutung für die Aussagekraft der Untersuchung. Dabei sollte stets kritisch reflektiert werden, inwiefern das gewählte Archiv räumlich und zeitlich repräsentativ für die zu untersuchenden Prozesse oder Regionen ist (Rabiger-Völlmer u. a., 2020; Birndorfer u. a., 2022). Einzelbefunde lassen sich nur eingeschränkt auf größere Räume übertragen. Zudem ist eine valide stratigraphische Einordnung eine Grundvoraussetzung für jede geowissenschaftliche Interpretation (Suchodoletz u. a., 2022). Der Übergang von punktuellen Beobachtungen (z. B. Bohrkern) über transektbasierte Profile bis hin zu flächenhaften Rekonstruktionen

erfordert eine methodisch abgesicherte Herangehensweise. Störungen, Diskordanzen oder anthropogene Eingriffe müssen dabei berücksichtigt werden (Schirmer u. a., 2005; Schmidt u. a., 2019). Chronologische Aussagen basieren auf der Wahl geeigneter Datierungsmethoden (z. B. Radiokohlenstoff-, OSL-, Dendrochronologie). Jede Methode bringt spezifische Unsicherheiten mit sich, die transparent dargestellt und bei der Interpretation aktiv berücksichtigt werden müssen. Die Kenntnis und Einordnung numerischer Fehlerspannen ist hierbei essenziell (Friedrich u. a., 2022). Postdepositionale Prozesse wie Bioturbation, chemische Mobilität (z. B. Löslichkeit, Redoxprozesse) oder physikalische Umlagerungen (z. B. Lessivierung) können zu vertikalen Verschiebungen von Partikeln und Elementen führen (Amelung u. a., 2018). Solche Prozesse verfälschen potenziell die stratigraphische Integrität und müssen in der Befundauswertung berücksichtigt werden (Miller u. a., 2022).

Die Auswertung interdisziplinärer Daten (z. B. Sedimentologie, Geochemie, Paläobotanik) sollte primär standortbezogen erfolgen, bevor regionale oder überregionale Generalisierungen vorgenommen werden. Multi-Proxy-Ansätze, die verschiedene unabhängige Befundarten kombinieren, erhöhen dabei die Interpretationssicherheit und Aussagekraft (Tolksdorf u. a., 2013; Pears u. a., 2023). In urbanen oder stark anthropogen überprägten Gebieten sind sedimentologische oder geoarchäologische Untersuchungen häufig räumlich eingeschränkt (Brown u. a., 2017; Grimm u. a., 2019). Bebauung, Infrastruktur oder frühere Eingriffe können systematische Verzerrungen verursachen, die zu einem eingeschränkten oder verzerrten Bild geomorphologischer Prozesse führen (Sampling Bias). Viele analytische Verfahren, insbesondere im Gelände, sowie im geochemischen und paläoökologischen Bereich, sind mit hohen Kosten und erheblichem Zeitaufwand verbunden (Bubenzer u. a., 2022). Daher sollten Analysen zielgerichtet und hypothesengeleitet ausgewählt werden, um ein optimales Verhältnis zwischen Aufwand und Erkenntnisgewinn zu gewährleisten (Deckers u. a., 2022). Vorhandene Datenbanken (z. B. der geologischen Landesämter) zu Sediment-, Boden- oder Geomorphologieparametern bieten wertvolle Grundlagendaten und können die Planung und Durchführung von Feldarbeiten erheblich erleichtern. Zudem ermöglichen digitale Geländemodelle in hoher Auflösung (z. B. LiDAR-basierte DGMs) eine präzise Analyse morphodynamischer Strukturen und die Ableitung aktueller oder vergangener Prozessmuster (Pröschel u. a., 2022; Bennett u. a., 2025).

Trotz der genannten methodischen Herausforderungen liefern sedimentologische und geomorphologische Archive einen unverzichtbaren Zugang zur Rekonstruktion der Mensch-Umwelt-Interaktion im Kontext der fluvialen Anthroposphäre. Sie dokumentieren sowohl natürliche Dynamiken (z. B. Erosions- und Sedimentationsprozesse, Flussverlagerungen) als auch anthropogene Eingriffe (z. B. Landnutzung, Flussregulierungen) in räumlicher und zeitlicher Tiefe.

Gerade in Kombination mit archäologischen, historischen, geochemischen oder ökologischen Daten eröffnen diese Archive die Möglichkeit, vergangene Transformationsprozesse differenziert zu erfassen und langfristige Wirkungszusammenhänge zu analysieren (Werther u. a., 2021). Damit stellen sie eine zentrale Schnittstelle für interdisziplinäre Forschungsansätze dar.

1.3 Der Band und seine Beiträge

Die Wege zur Erforschung der fluvialen Anthroposphäre sind also ebenso zahlreich wie disziplinär vielfältig. Die Frage, wie sich Mensch und Umwelt vor dem Hintergrund einer Flussaue über die Jahrhunderte gemeinsam entwickelten und wann der Mensch zum dominierenden Formungsfaktor seiner Umwelt wurde, vereint jedoch alle Ansätze. Unsere Intention ist es zum einen, die Vielfalt der verschiedenen Zugänge zu präsentieren und zum anderen auch die mannigfaltigen interdisziplinären Überschneidungen in der Analyse der verschiedenen Quellenarten aufzuzeigen. Nach der Vorstellung grundlegender Begriffe und Konzepte der Quellenanalyse verschiedener Disziplinen in dieser Einleitung werden im Folgenden einzelne Aspekte der Boden- und Schriftuntersuchungen, beginnend mit archäologischen Quellen, beispielhaft vertieft. Hierfür kann Iris Nießen (Kap. 2) durch ihren Beitrag den Nutzen von Funden, Befunden und Sedimenten im Rahmen archäologischer Untersuchungen an der Donauaue Regensburgs näherbringen und vermitteln, welche grundlegenden archäologischen Methoden Aussagen über Bodenfunde erlauben. Im Untergrund finden sich jedoch nicht nur die Spuren alter Gebäude und anderer menschgemachter Strukturen.

Was von der Flora und Fauna der Vergangenheit bleibt – was im Sinne einer Quellentypologie als ‚Überrest' bezeichnet werden kann – wird im Beitrag des Autor*innen-Kollegium um Anja Linstädter (Kap. 3) umfassend gewürdigt. Er bietet einen breiten Überblick über die unterschiedlichsten Arten biologischer Spuren von Amöben bis Zuckmücken und ihrem Nutzen als Indikatoren für Temperaturen, Verschmutzung und Gewässerverhalten. Veranschaulichen können die Autor*innen dies durch anschauliche Beispiele fossiler Überreste aus der bayerischen Egeraue und historischer Vegetationsaufnahmen an der Unteren Havel. Zur Bewertung menschlichen Handelns in der Aue ist aber auch die Frage des Klimas und der Rekonstruktion von Extremereignissen unverzichtbar. Wiederkehrende Hochwasser sind im Sinne der Umweltgeschichte Affordanzen der Umwelt und fordern die Gesellschaft beispielsweise zum Bau von Schutzdämmen heraus.

Dies können Rüdiger Glaser und Michael Kahle (Kap. 4) beispielhaft mit schriftlichen Quellen wie Chroniken aber auch mit archäologischen Indikatoren wie Hochwassermarker aus dem vormodernen Gebiet des heutigen Deutschlands darstellen. Die Autoren paaren dies mit wichtigen Überlegungen zur Quellenkritik und -auswertung im digitalen Zeitalter, die natürlich auch für die übrigen schrifthistorischen Quellen Gültigkeit haben.

Die Böden der Auen und ihre wissenschaftliche Analyse bildet einen Schwerpunkt dieses Bandes. In die Bildung von Bodenschichten beziehungsweise Sedimente führt der Beitrag von Jan Blöthe und Charlotte Engelmann (Kap. 5) ein. Exemplarisch untersuchen sie durch die Analyse eines Bohrkerns im Auenboden bei Schenkenzell an der Kinzig erste Fragestellungen zur menschlichen Beeinflussung der Sedimententwicklung. Teil einer solchen Untersuchung ist die Ermittlung von Schwermetallkonzentrationen, deren erhöhter Gehalt im Boden durch Bergbau bedingt werden konnte. Die vielfältigen Möglichkeiten, wie sich dieser Bergbau im Landschaftsbild der Flussauen etwa durch Schlackehalden und Stollenreste im Boden sowie an der Oberfläche abzeichnete, widmete sich Jochen Babist (Kap. 6) anhand verschiedener Beispiele aus Zentral- und Südeuropa. Verbunden wird dabei die archäologische Suche nach menschengemachten Strukturen und Artefakten in der Landschaft mit geographischen Fragen nach Schwermetallgehalten im Boden und im Grundwasser. Die Wichtigkeit den ‚natürlichen' Schwermetallgehalt als geogenen Hintergrund bei der Bewertung dieser Befunde zu ermitteln und somit keine voreiligen Schlüsse zu ziehen, ist das Anliegen von Johannes Keßels (Kap. 7) und seinen Mitautor*innen. Sie erklären anhand von Sedimentproben aus dem Selkelauf im Ostharz, wie der geochemische Hintergrund, also die ‚natürliche' Konzentration von Metallen wie Blei und Kupfer, im Auenraum bestimmbar wird.

Neben der Untersuchung des Bergbaus und seinen Spuren durch Oberflächenproben und Rammkernsondierungen gibt es auch andere Wege, den Auenboden weniger invasiv beziehungsweise einschneidend zu beleuchten. Diese Möglichkeiten stellen die Autorinnen und Autoren um Susann Birnstengel (Kap. 8) und Johannes Rabiger-Völlmer (Kap. 9) anhand geophysikalischer Untersuchungen und der Methode des Direct-push-Verfahrens anhand von Beispielen wie dem Karlsgrabens (2013) und der Eger (2023) vor. Dabei können sie zeigen, dass durch Messungen an der Oberfläche (siehe im Beitrag die Erläuterung der Methoden ERT und EMI) oder durch wenige Zentimeter breite Sonden, die man bis zu 30 Meter in den Boden rammt, magnetisches Verhalten, Farbspektren und elektrische Leitfähigkeit erfasst werden können. Diese Werte ermöglichen wiederum Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Bodens – bestehe er aus Sand, Lehm, Gestein oder einem Mischverhältnis jener Komponenten. Somit kann man durch die Feststellung von Anomalien wichtige Datensätze liefern, durch welche die invasiveren Methoden gezielter eingesetzt werden können.

Genauso wichtig für die Auswertung von Bodenproben ist die grundlegende Möglichkeit diese überhaupt zu datieren. Wie es möglich ist, Sedimentschichten zeitlich einzuordnen und auf Grundlage von Methoden wie der Bestimmung des Anteils instabiler Kohlenstoff-Isotope (^{14}C) und der Messung gespeicherte Strahlungsmengen in Bodenbestandteilen (siehe im Beitrag die Erläuterung der Methode der OSL) eine Zeitabfolge (Stratigraphie) zu erstellen, erläutern Grimm und Fuchs (Kap. 10) anhand der Wiesentaue. Die Zusammenarbeit dieser verschiedenen Methoden im Verbund kann das Autor*innenkollegium um Snježana Pejdanović (Kap. 11) darstellen. Eine detaillierte Untersuchung der Bodenprofile um Betzingen und Pfullingen (Echazaue), die auf geophysikalische Voruntersuchungen aufbaut, ermöglicht durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Bodenschichten einen Einblick in die Flussdynamik, durch welche sich je nach Verhalten unterschiedliche Sedimente ablagern. Durch eine Datierung der Schichten lassen sich solche Ergebnisse mit dem menschlichen Einfluss abgleichen, zu dem eben auch Schwermetallbelastung als Resultat handwerklichen Gewerbes und des Bergbaus im Einzugsbereich gehören.

Nachdem mit Hilfe unterschiedlicher Methoden der Boden der Aue gleichsam durchleuchtet wurde, richtet der Beitrag von Johannes Schmidt, Felix Henselowsky und Johannes Rabiger-Völlmer (Kap. 12) den Blick auf die Aue aus der Vogel- beziehungsweise Satellitenperspektive. Digitale Geländemodelle (kurz DGMs) sind dabei ein äußerst hilfreiches Werkzeug, um die topographischen Verhältnisse im großen wie im kleinen Raum hochauflösend zu verbildlichen. Hierdurch zeichnen sich fluviale Strukturen, wie Altmäander des Oberrhein um Mannheim, noch heute klar nachvollziehbar ab, in deren Identifizierung die Autoren den Nutzen dieser Methode für die Auenforschung herausstellen können. Dass nicht nur Potenzial in aktuellen Karten liegt, die eben nur den modernen Zustand zeigen, zeigt der Beitrag von Sophie Lindemann (Kap. 13). Zum einen ermöglichen Altkarten einen bildlichen Eindruck von der vergangenen Gestalt der Gewässer zu gewissen Zeitpunkten zu gewinnen. Zum anderen können gerade neuzeitliche Karten vor allem seit dem 18. Jahrhundert mithilfe von über die Jahrhunderte gleichbleibenden Fixpunkten über aktuelle Karten gelegt (georeferenziert) und abgeglichen werden. Dies zeigt sie an Beispielen der Leipziger Gewässer und ihren ehemaligen Läufen des 18. und 19. Jahrhunderts auf. Neben den moderneren Landkarten widmet sich Niels Lohse (Kap. 14) den zweckgebundenen Augenscheinkarten. Diese wurden als Teil eines Augenscheins, also einem Treffen einer Kommission zur Klärung eines rechtlichen Streits, oft mitsamt einem schriftlichen Protokoll angefertigt. Hierdurch stellt diese Quellenart ein zentrales Bindeglied zwischen schriftlichen, bildlichen und naturwissenschaftlichen Quellen dar. Gerade in Kombination von Bild- und Schriftquelle, die er beispielhaft an einer Karte der Leipziger Parthe von 1568 mitsamt Protokoll darstellt, lassen sich entscheidende Hinweise auf menschliche Praktiken in der Flussaue, in diesem Fall der Fischerei, liefern.

Wie man mit den Namen und Bezeichnungen, die sich auf diesen Karten, aber auch in Augenscheinprotokollen und anderen Schriftstücken finden, umzugehen ist, ist das Anliegen von Alexander Voigt, Andreas Dix und Rainer Schreg (Kap. 15). So können diese, wie an Beispielen aus dem Gebiet der Wiesentaue bei Königsfeld und Forchheim gezeigt wird, wichtige Indikatoren für vergangene Landnutzungsformen liefern, wofür *die Reuth*, die einem die Existenz von Rodungsgebieten anzeigt, ein Beispiel ist. Für größere Räume zeigen sie die Möglichkeiten auf, mit Verbreitungskarten und Flurnamendichten zu argumentieren, ohne zu versäumen, auch auf linguistische Herausforderungen durch Dialekte, falsche Übertragungen und Interpretationen dieser Namen hinzuweisen. Doch sind es nicht nur Flurnamen und Karten, die auf Papier oder Pergament genauso Auskunft über die vergangene Gestalt der Flusslandschaften geben, wie es Sedimente und Artefakte auf und im Boden tun. Ein dediziert schriftbasiertes Beispiel für Quellen der Auenforschung präsentiert Marcel Schön (Kap. 16) anhand rechtlicher Schriftstücke wie der Württembergischen Fischordnung von 1602. Anhand von ausgewählten Paragraphen lässt sich nachvollziehen, wie der menschliche Umgang mit den Ressourcen der Flusslandschaften aussah und wie man versuchte, diesen zu regulieren. Dabei konnten jedoch, wie man es auch heute kennt, zwischen gesetzlichem Anspruch und der Realität oft Welten liegen.

Bevor jedoch Rechtsverordnungen Gestalt annehmen und Befehle erteilt werden konnten, benötigen die Herrschaftsträger Informationen über die (Auen-)Landschaft. Wie diese beschafft wurden, wird von Nicolai Hillmus (Kap. 17) anhand eines amtlichen Berichts des Versorgungsbeauftragten des kurfürstlichen Hofes in Heidelberg an seinen Herren zur Wiedererrichtung eines Fischweihers, dem Lorscher See, von 1609 beispielhaft vorgestellt. Wie schon die Protokolle zu den Augenscheinkarten, enthalten solche Schriftstücke detaillierte Beschreibungen des Ortes, der dortigen Akteure und ihrer Motive, die aber auch Einfluss auf die Auswahl der berichteten Fakten und ihre Gewichtung hatten. Genauso gehörte es auch zur herrschaftlichen Praxis, die eigenen Besitzungen und vor allem die zu erwartenden Einnahmen von ihren Untergebenen zu dokumentieren. Dies geschah seit dem europäischen Mittelalter etwa in der Form von Besitz- und Abgabenverzeichnissen, die man unter anderem ‚Urbare' nannte. Anhand eines der vielen überlieferten Urbare (1491-1500) der Grafen von Fürstenberg zeigt Raphael Longoni (Kap. 18) für die Region am Kinzigtal das Potential dieser Dokumente, Informationen über Flussauen und ihre Nutzung zu erhalten – seien es durch das Nennen von wasserbaulichen Anlagen wie Mühlen, Fischereirechten oder als Fundorte von Toponymen, mit deren Umgang sich bereits der Beitrag von Alexander Voigt, Andreas Dix und Rainer Schreg (Kap. 15) beschäftigt hat. Die Reihe der schrifthistorischen Beispiele schließt Gerrit Jasper Schenk (Kap. 19) mit einem Beitrag über die städtischen Rechnungen Nördlingens (Eger) für das Rechnungsjahr 1496/97. Wie auf der einen Seite die Urbare die Ansprüche herrschaftlicher Akteure verschriftlichten, liefern die Stadtrechnungen einen Einblick in die realen Transaktionen. Allerdings gilt es

zu beachten, dass auch mit den vermeintlich objektiven Zahlenangaben nur ein Ausschnitt der vergangenen Wirklichkeit und dieser auch aus einer spezifischen Perspektive erfolgt. Dennoch lassen sich neben vielen qualitativen auch quantitative Erkenntnisse gewinnen.

Vor dem Hintergrund all dieser verschiedenen Ansätze bietet Rainer Schregs (Kap. 20) Beitrag am Beispiel von Kalktufflandschaften in der Linse der Umweltarchäologie grundlegende Überlegungen zur Interpretation und Synthese beweglicher und ortsfester Strukturen. Er kann zeigen, wie die Komplexität dieser Strukturen sowohl mit geisteswissenschaftlichen Erkenntnissen und Theorien als auch mit naturwissenschaftlichen Stellvertreterdaten (sog. Proxies) und Gesetzmäßigkeiten zu analysieren ist. Hierbei verbindet er die bisherigen Ansätze, um die Formationsprozesse der Auen im Wiesenttal zu beobachten, die durch den Menschen unter anderem mit Wässerwiesen und Mühlenbau beeinflusst wurden.

Nicht nur bei Rainer Schreg (Kap. 20) ist der Aufruf zur interdisziplinären Zusammenarbeit zentral. Erst gemeinsam können wir mit Erfolg versuchen, die Flusslandschaft und ihre Wechselwirkungen mit den dort lebenden Gesellschaften in Gänze zu untersuchen und zu verstehen. Dies ist auch unser Anliegen, für welches dieser Band und alle seine Autorinnen und Autoren ihren Beitrag leisten. Dass dies in erstaunlich kurzer Zeit möglich wurde, beruht auf der Bereitschaft der Autorinnen und Autoren, sich auf das Konzept der Herausgeber einzulassen und unsere intensive und rasche redaktionelle Arbeit zu unterstützen. Danken möchten wir ebenso für die zügige und sorgfältige Zuarbeit unserer studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräfte Georg Walter und Katja Wolschendorf. Unser Darmstädter Kollege Marco Humbel stellte seine digitale Expertise für den Satz des Bandes in LaTeX zur Verfügung und verstand es in mustergültiger Weise, auch satztechnische Sonderwünsche wie nach *litterae columnatae* zu berücksichtigen und unter großem Zeitdruck noch Änderungswünsche letzter Minute einzuarbeiten, ohne die Übersicht zu verlieren, wofür ihm herzlich gedankt sei. Die Herausgeber danken besonders Johannes Schmidt für seine Bereitschaft, die redaktionelle Qualitätskontrolle um seine Expertise als Physischer Geograph nicht nur in der Einleitung zu bereichern. Schließlich sei auch der Universitäts- und Landesbibliothek Darmstadt gedankt, namentlich Anne Christine Günther, die den Wunsch konstruktiv aufgriff, mit diesem Band eine neue digitale Reihe zu beginnen, die „Darmstädter Historische Studien“. Wir wünschen nun dem ersten Band der Reihe als Resultat unserer kollektiven Anstrengung eine freundliche Aufnahme!

1.4 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Modell für die multidisziplinäre Analyse der Fluvialen Anthroposphäre. Urheber: Gerrit J. Schenk, 2025, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Amelung, Wulf u. a. (2018): Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl., Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-55871-3.

Bachmann-Medick, Doris (2014): Cultural turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften (Rororo. Rowohlts Enzyklopädie 55675), 5. Aufl., Reinbek bei Hamburg.

Doris Bachmann-Medick u. a. (Hg.) (2020): Futures of the Study of Culture. Interdisciplinary Perspectives, Global Challenges (Concepts for the Study of Culture 8), Berlin u. a.

Bauch, Martin / Schenk, Gerrit Jasper (2020): Teleconnections, Correlations, Causalities between Nature and Society? An Introductory Comment on the "Crisis of the 14th Century", in: Martin Bauch / Gerrit Jasper Schenk (Hg.): The Crisis of the 14th Century. Teleconnections between Environmental and Societal Change? (Das Mittelalter. Perspektiven mediävistischer Forschung 13), Berlin u. a., S. 1-23, DOI: https://doi.org/10.1515/9783110660784-001.

Bennett, Rebecca u. a. (2025): Guidelines for the use of Airborne Laser Scanning (Lidar) in Archaeology (EAC Guidelines 10), Brüssel, DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14609210.

Birndorfer, Thomas u. a. (2022): Geoarchäologie in unterschiedlichen Landschaftsräumen, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 79-164.

Brandt, Ahasver von (2012): Werkzeug des Historikers. Eine Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften (Kohlhammer-Urban-Taschenbücher 33), 18. Aufl., Stuttgart.

Brown, Antony G. u a. (2017): The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications, in: Earth Surface Processes and Landforms 42 (1), S. 71-90, DOI: https://doi.org/10.1002/esp.3943.

Bubenzer, Olaf u. a. (2022): Feldmethoden, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 255-286.

Deckers, Katleen u. a. (2022): Analysemethoden, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 287-336.

Ebert, Stephan F. (2021): Der Umwelt begegnen. Extremereignisse und die Verflechtung von Natur und Kultur im Frankenreich vom 8. bis 10. Jahrhundert (Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Beiheft 254) (Diss. Darmstadt 2020), Stuttgart.

Esch, Arnold (1985): Überlieferungschance und Überlieferungszufall als methodisches Problem des Historikers, in: Historische Zeitschrift 240, S. 529-570.

Fischer-Kowalski, Marina / Weisz, Helga (2016): The Archipelago of Social Ecology and the Island of the Vienna School, in: Helmut Haberl u. a. (Hg.): Social Ecology. Society-Nature Relations across Time and Space (Human-Environment Interactions 5), Cham, S. 3-28, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33326-7_1.

Friedrich, Ronny u. a. (2022): Datierungsmethoden, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 337-361.

Goetz, Hans-Werner (2003): Wahrnehmungs- und Deutungsmuster als methodisches Problem der Geschichtswissenschaft, in: Das Mittelalter. Perspektiven mediävistischer Forschung 8/2, S. 23-33.

Goetz, Hans-Werner (2014): Proseminar Geschichte: Mittelalter (UTB Geschichte 1719), 4. Aufl., Stuttgart.

Miriam Grabarits / Detlev Mares (Hg.) (2023): Umweltgeschichte (Fundus. Quellen für den Geschichtsunterricht / Wochenschau Geschichte), Frankfurt am Main.

Grimm, Ulrike / Heinrich, Jürgen (2019): Leipzig 1015 ce – a multiproxy study to reconstruct the palaeorelief of Leipzig's city centre, in: Archaeological Prospection 26 (3), S. 225-237, DOI: https://doi.org/10.1002/arp.1736.

Herrmann, Bernd (2016): Umweltgeschichte. Eine Einführung in Grundbegriffe, 2. Aufl., Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48809-6.

Hoffmann, Richard C. (2014): An Environmental History of Medieval Europe (Cambridge Medieval Textbooks), Cambridge.

Hug, Wolfgang (1982): Erzählende Quellen. Grundmuster narrativer Geschichtsschreibung in Antike und Mittelalter, in: Siegfried Quandt / Hans Süßmuth (Hg.): Historisches Erzählen. Formen und Funktionen (Kleine Vandenhoeck-Reihe 1485), Göttingen, S. 77-103.

Jordan, Stefan (2021): Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft (UTB Geschichte 3104), 5. Aufl., Stuttgart u. a.

Knoll, Martin (2013): Die Natur der menschlichen Welt. Siedlung, Territorium und Umwelt in der historisch-topographischen Literatur der Frühen Neuzeit (Histoire 42), Bielefeld.

Kümper, Hiram (2014): Materialwissenschaft Mediävistik. Eine Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften (UTB Geschichte Methoden 8605), Paderborn.

Lorenz, Chris (1997): Konstruktion der Vergangenheit. Eine Einführung in die Geschichtstheorie (Beiträge zur Geschichtskultur 13), Köln u. a.

Miller, Christopher E. u. a. (2022): Taphonomie und postsedimentäre Prozesse, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 239-254.

Munaut, André-V. (1988): Les cernes de croissance des arbres (la dendrochronologie) (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 53), Turnhout.

Nießen, Iris u. a. (2025): Fluvio-sozialer Metabolismus als Brückenkonzept mittlerer Reichweite. Ein Vorschlag zur Untersuchung der fluvialen Anthroposphäre, in: Matthias Hinderer u. a. (Hg.): Mensch und Umwelt im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit (Oberschwaben– Forschungen zu Landschaft, Geschichte und Kultur 11), Preprint (iDAI.repo) Stuttgart, DOI: https://doi.org/10.34780/dtuitqwl.

N.N. (2025): Detailseite. Projekt SPP 2361: Auf dem Weg zur Fluvialen Anthroposphäre, URL: https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/460849764 (04.06.2025).

Noël, René (1971): Les depôts de pollens fossiles (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 5), Turnhout.

Oexle, Otto Gerhard (2004): Was ist eine historische Quelle?, in: Rechtgeschichte. Zeitschrift des Max-Planck-Instituts für europäische Rechtsgeschichte 4, S. 165-186, DOI: http://dx.doi.org/10.12946/rg04/165-186.

Pandel, Hans-Jürgen (2012): Quelleninterpretation. Die schriftliche Quelle im Geschichtsunterricht (Methoden historischen Lernens / Wochenschau Geschichte), 4. Aufl., Schwalbach/Ts.

Pears, Ben u. a. (2023): Rapid laminated clastic alluviation associated with increased Little Ice Age flooding co-driven by climate variability and historic land-use in the middle Severn catchment, UK, in: The Holocene 33 (12), S. 1474-1488, DOI: https://doi.org/10.1177/09596836231197740.

Polet, Caroline (2001): Les dents et les ossements humains. Que mangeait-on au moyen âge? (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 84), Turnhout.

Pröschel, Bernhard u. a. (2022): Methoden der Geoinformatik in der Geoarchäologie, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 363-378.

Rabiger-Völlmer, Johannes u. a. (2020): Non-invasive prospection techniques and direct push sensing as high-resolution validation tools in wetland geoarchaeology – Artificial water supply at a Carolingian canal in South Germany?, in: Journal of Applied Geophysics 173, 103928, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2019.103928.

Reith, Reinhold (2011): Umweltgeschichte der Frühen Neuzeit (Enzyklopädie deutscher Geschichte 89), München.

Stefanie Samida u. a. (Hg.) (2014): Handbuch Materielle Kultur. Bedeutungen, Konzepte, Disziplinen, Stuttgart u. a.

Schatzki, Theodore R. (2003): Nature and technology in history, in: History and Theory 42 (4), S. 82-93.

Schenk, Gerrit J. (2010): Lektüren im „Buch der Natur". Wahrnehmung, Beschreibung und Deutung von Naturkatastrophen, in: Susanne Rau u. a. (Hg.): Geschichte schreiben. Ein Quellen- und Studienhandbuch zur Historiographie (ca. 1350-1750), Berlin, S. 507-521.

Schenk, Gerrit J. (2016): Geschichte als Naturwissenschaft? Podiumsdiskussion zu Perspektiven biologischer Forschung in der Geschichtswissenschaft an der TU Darmstadt – eine Nachbetrachtung, in: Mittelalter. Interdisziplinäre Forschung und Rezeptionsgeschichte, 24. Mai 2016, DOI: https://doi.org/10.58079/rgyy.

Schenk, Gerrit J. (2020): Rückwärts gekehrte Propheten: Vom ‚Schwarzen Tod' bis zum ‚Englischen Schweiß' – jüngere Forschungen zu bekannten und fast vergessenen europäischen Seuchen der Vormoderne, in: Mittelalter. Interdisziplinäre Forschung und Rezeptionsgeschichte 3, S. 43-54, DOI: https://www.doi.org/10.26012/mittelalter-25497.

Schenk, Gerrit J. / Schott, Dieter (2023): Was ist Umweltgeschichte? Fragestellungen, Begriffe, Konzepte und Modelle, in: Miriam Grabarits / Detlev Mares (Hg.): Umweltgeschichte, Frankfurt am Main (Fundus. Quellen für den Geschichtsunterricht / Wochenschau Geschichte), S. 32-48.

Schirmer, Wolfgang u. a. (2005): Holocene Fluviatile Processes and Valley History in the River Rhine Catchment (Holozäne fluviatile Prozesse und Talgeschichte im Rheineinzugsgebiet), in: Erdkunde 59 (3/4), S. 199-215.

Schlottau, Klaus (2009): Umweltgeschichte und Altlasten: zur anhaltenden Relevanz gefährdender Stoffe, in: Patrick Masius u. a. (Hg.): Umweltgeschichte und Umweltzukunft. Zur gesellschaftlichen Relevanz einer jungen Disziplin. Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte, Göttingen, S. 87-159.

Schmidt, Johannes u. a. (2019): 3D-Modelling of Charlemagne's Summit Canal (Southern Germany) — Merging Remote Sensing and Geoarchaeological Subsurface Data, in: Remote Sensing 11 (9), 1111, DOI: https://doi.org/10.3390/rs11091111.

Barbara Scholkmann u. a. (Hg.) (2016): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt.

Schreg, Rainer (2016): Methoden der absoluten Chronologie, in: Barbara Scholkmann u. a. (Hg.): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt, S. 95-101.

Suchodoletz, Hans von u. a. (2022): Stratigraphie und Sedimentologie, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 55-69.

Theuerkauf, Gerhard (1997): Einführung in die Interpretation historischer Quellen. Schwerpunkt: Mittelalter (UTB 1554), 2. Aufl., Paderborn u. a.

Tolksdorf, Johann Friedrich u. a. (2013): Multiproxy Analyses of Stratigraphy and Palaeoenvironment of the Late Palaeolithic Grabow Floodplain Site, Northern Germany, in: Geoarchaeology 28 (1), S. 50-65, DOI: https://doi.org/10.1002/gea.21429.

Verhulst, Adriaan E. (1995): Le paysage rural. Les structures parcellaires de l'Europe du nord-ouest (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 73), Turnhout.

Werther, Lukas u. a. (2021): On the Way to the Fluvial Anthroposphere – Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research, in: Water MDPI 13 (16), 2188, DOI: https://doi.org/10.3390/w13162188.

Winiwarter, Verena / Schmid, Martin (2008): Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers „Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren, in: Thomas Knopf (Hg.): Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart. Vergleichende Ansätze, Tübingen, S. 158-173.

Winiwarter, Verena / Sonnlechner, Christoph (2001): Der soziale Metabolismus der vorindustriellen Landwirtschaft in Europa (Der europäische Sonderweg 2), Stuttgart.

Thomas Wozniak (Hg.) (2024): Werkzeuge der Historiker:innen, Bd. 2: Mittelalter, Stuttgart.

Weiterführende Lektüre

Christoph Bartels / Rainer Slotta (Hg.) (2012): Geschichte des Deutschen Bergbaus, Bd. 1: Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, Münster.

Blok, Dirk Peter (1988): Ortsnamen (Typologie des sources du Moyen Âge 54), Turnhout.

Brincken, Anna-Dorothee von den (1988): Kartographische Quellen: Welt-, See- und Regionalkarten (Typologie des sources Moyen Âge occidental 51), Turnhout.

Charlton, Rosemary (2008): Fundamentals of fluvial geomorphology, London.

David, Johan (1997): L'outil (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 78), Turnhout.

Dikau, Richard u. a. (2019): Geomorphologie, Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-59402-5.

Heinz Ellenberg / Christoph Leuschner (Hg.) (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie 8104), 6. Aufl. Stuttgart.

Genicot, Luc Francis (1978): L'architecture. Considérations générales (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 29), Turnhout.

Klaus-Jörg Hartmann u. a. (Hg.) (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung. KA 6, 2 Bände, 6. Aufl., Stuttgart.

Houts, Elisabeth van (1995): Local and regional chronicles (Typologie des sources du Moyen Âge 74), Turnhout.

Krüger, Karl Heinrich (1976): Die Universalchroniken (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 16), Turnhout.

Laurioux, Bruno (1977): Les livres de cuisine médiévaux (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 77), Turnhout.

Matthys, André (1973), Le céramique (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 7), Turnhout.

McCormick, Michael (1975): Les annales du haut Moyen Âge (Typologie des sources du Moyen Âge occidental 14), Turnhout.

Stahr, Karl u. a. (2020): Bodenkunde und Standortlehre (UTB 2967), 4. Aufl., Stuttgart, DOI: https://doi.org/10.36198/9783838553450.

Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.) (2022): Geoarchäologie, Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-62774-7.

Gerhard Wolf / Norbert H. Ott (Hg.) (2016): Handbuch Chroniken des Mittelalters, Berlin.

Archäologische Quellengruppen in Auen

Iris Nießen

2.1 Einleitung

In den Flussauen sind sehr unterschiedliche archäologische Quellengruppen anzutreffen (Brown, 1997; Scholkmann u. a., 2016; Stolz / Miller, 2022). Grundsätzlich sind archäologische Quellen in Befunde und Funde zu klassifizieren. Befunde beschreiben hier den Kontext (das Umgebende), aus dem die Funde geborgen werden, wie beispielsweise Brunnen, Latrinen, Hausgrundrisse, Feuerstellen oder Bestattungsgruben. Befunde können in der Regel nicht von der Ausgrabung mitgenommen werden und müssen daher sorgfältig dokumentiert werden, während Funde als bewegliche Objekte in Museen präsentiert werden und so das Bild der Archäologie als Wissenschaft in der Öffentlichkeit, aber auch bei fachfremden Wissenschaftlern prägen. Funde selbst werden nochmals unterschieden in Funde und Artefakte. Während Fundobjekte beispielsweise auch ortsfremde Steine oder Holzreste sein können, werden als Artefakte nur vom Menschen hergestellte oder bearbeitete Objekte bezeichnet. Die korrekte Verwendung dieser Terminologie ist für die Klassifizierung und den Umgang mit archäologischen Quellengruppen eine grundsätzliche Voraussetzung.

Befunde können als Erd-, Holz- oder Steinbefunde in Erscheinung treten. Typisch in den Flussauen sind Siedlungsbefunde und Einrichtungen der Infrastruktur. Überreste von Siedlungen können Gebäudegrundrisse, meist in Pfostenbauweise wegen des feuchten und instabilen Untergrundes, oder Mühlgebäude sein. Hinzukommen andere Befunde (Feuerstellen, Werkstätten), die üblicherweise zu Siedlungen gehören. Zu den infrastrukturellen Einrichtung in der Aue gehören Gräben und Kanäle zur Be- und Entwässerung und zur Nutzung der Hydroenergie, Uferbefestigungen, meist als Erosionsschutz, sowie Hafenanlagen und Schiffsländen, aber auch Treidelwege, Floßtrassen und Wehre.

Nießen, Iris (2025): Archäologische Quellengruppen in Auen, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 22-33, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030102, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Archäologische Funde aus Auen sind in ihrer Interpretation sorgfältig zu prüfen, da die Objekte durch Hochwasserereignisse vom Fluss verlagert worden sein können. Finden sich die Objekte in einem Flusssediment, ist eine Verlagerung wahrscheinlich. In diesem Fall können sie lediglich als **terminus post quem** für die Bildung oder Verlagerung des Sedimentes herangezogen werden. Als **terminus post quem** wird der Zeitpunkt bezeichnet **nachdem** etwas passiert sein muss, während der **terminus ante quem** den Zeitpunkt beschreibt **vor dem** etwas passiert sein muss. Die Begriffe werden in der Archäologie grundsätzlich benutzt, um zeitliche Anhaltspunkte zu formulieren. Alle Fundgruppen können vertreten sein, wie Keramik, Münzen, Handwerksabfälle etc. Importobjekte können ein Hinweis auf die Nutzung der Wasserstraße für den Fernhandel sein. Besondere Erhaltungsbedingungen bieten die feuchten Auen für Holz und andere organische Objekte, wie beispielsweise Leder. Insbesondere die oft außergewöhnlich gute Holzerhaltung ermöglicht mittels der Dendrochronologie eine jahrgenaue Datierung.

Darüber hinaus werden in archäologischen Ausgrabungen meist auch geologische Schichten erfasst. Stammen diese aus Bereichen, die mit archäologischen Befunden kontextualisiert sind, werden diese oft zu den Befunden gerechnet und als solche dokumentiert. In der Aue sind Flusssedimente wie Flusskies, Auelehme und Hochwasserschichten anzutreffen. Diese können archäologische Strukturen überdecken und grundsätzlich mit diesen in eine chronologische Beziehung gesetzt werden. Hinzu kommen Altwasserarme und alte Uferlinien, die Flussbettverlagerungen anzeigen. Auch Kolluvien, durch Erosion umgelagertes Bodenmaterial, finden sich am Übergang von der Aue zur Niederterrasse. Das in den Kolluvien vorhandene Fundmaterial ist demnach von dem höher gelegeneren Areal erodiert. Die Funde datieren nicht das Kolluvium selbst, sondern können wieder nur als **terminus post quem** herangezogen werden.

2.2 Quellenbeschreibung

Zur Analyse der archäologischen Befunde und Funde ist der historische Kontext von absoluter Relevanz. Die hier vorgestellten Beispiele stammen aus einer Stadtkerngrabung in Regensburg, die im Zeitraum von 2009 bis 2015 stattfand. Die Befunde und Funde sind bereits ausführlich publiziert bei Nießen 2023 und dienen hier als Beispiele zum Umgang mit verschiedenen Quellengruppen. Die Stadt Regensburg war ein bedeutendes mittelalterliches Machtzentrum und maßgeblich von der Donau als Transportroute und für die Gewinnung von Hydroenergie abhängig. An den Ufern der Donau entwickelte sich ab dem 9. Jahrhundert außerhalb der Stadt eine suburbane Siedlung, die an einem Altwasserarm gelegen war. Die folgenden Quellenbeispiele stammen aus dem Kontext dieser suburbanen Siedlung. Bereits im frühen Mittelalter sind für das Donauufer komplexe Interaktionen zwischen der Auenentwicklung, dem Fluss und der Siedlungstätigkeit zu beobachten.

2.3 Beispiel 1 (Befunde): Uferbefestigung

Die häufigsten archäologischen Befunde sind Erdbefunde, das heißt die ehemaligen Strukturen sind nur noch als Verfärbungen im Boden zu erkennen. In der Uferböschung eines Altwasserarms (siehe Beispiel 2) fanden sich Bodenverfärbungen, die als Reste einer Palisade zur Stabilisierung des Uferbereichs gedeutet werden können. (Abb. 1) Die Interpretation steht beim Umgang mit archäologischen Quellen jedoch am Ende des Prozesses. Zunächst ist eine möglichst objektive Dokumentation nötig, die die Befunde umfassend beschreibt und die stratigrafische Beziehung zueinander klärt. Hierfür erhält jeder Befund eine eigene Nummer, die Befundnummer, mit der er eindeutig identifizierbar ist. Darüber hinaus werden auf der Ausgrabung Nummern für die unterschiedlichen Schnitte (Aufschlüsse), Plana (horizontaler Abtrag) und Profile (vertikale Stratigrafie) vergeben.

Bei der hier vorgestellten Uferbefestigung handelt es sich um insgesamt sieben Pfosten (Befunde 40–46), die W-O ausgerichtet parallel zum Ufer angeordnet waren. (Abb. 2) Diese waren ursprünglich eng in einem ca. 50 cm breiten und 80 cm tief erhaltenen Sohlgraben (Befund 39) mit senkrecht abfallender Wandung eingestellt. Die Pfosten waren als dunklere Verfärbung in der helleren Verfüllung des Grabens zu erkennen, welche sich wiederum in Farbe und Material von den Auelehmsedimenten unterschied, in die der Sohlgraben eingetieft worden ist. Die dunklere Verfärbung der vergangenen Pfosten ist durch den Zersetzungsprozess der Hölzer entstanden. Diese werden auch als Pfostenstandspuren bezeichnet. Diese Pfostenstandpuren waren zwischen 23 und 26 cm breit und bis zu 60 cm tief erhalten. Sohlgraben und Pfosten können als eine gemeinsame Baukonstruktion

angesprochen werden. Der Befund ist in dem schmalen Schnitt nur teilweise erfasst worden und verlief ursprünglich wohl einen längeren Uferabschnitt entlang. Die Datierung der Befunde anhand des Fundmaterials ist schwierig, da sich neben Tierknochen und Holzresten in den Pfostenstellungen lediglich zwei stark fragmentierte nicht näher datierbare Keramikstücke fanden. Der stratigrafischen Situation kommt für die Einordnung daher eine große Bedeutung zu: Die Palisade ist eingetieft in angeschwemmte Auenlehme und damit jünger als diese Sedimente. Sie liegt in einer abfallenden Uferlinie und ist zeitgleich mit dieser, während die Verfüllung des Altwasserarms den Befund überlagert und damit jünger ist als dieser. Diese relativchronologische Beziehung der Schichten und Befunde zueinander können in einer sogenannten Harris Matrix dargestellt werden (Eggert, 2008, 163-180). Eine Harris Matrix dient dazu diese einheitlich und übersichtlich darzustellen, vor allem wenn die stratigrafischen Zusammenhänge komplex sind. Grundsätzliche Beziehungen von Schichten/Befunden zueinander sind älter, jünger, gleichzeitig oder unbestimmt. (Abb. 2) Durch die Datierung der umliegenden Schichten und Befunde kann auch der hier diskutierte Befund zeitlich eingeordnet werden. In diesem Fall datieren die älteren Auenlehme über ^{14}C-Daten in das 8. bis 10. Jahrhundert, während die Schichten aus der Verfüllung des Altwasserarms über Keramikdatierungen, ^{14}C-Daten und dendrochronologische Analysen (näheres dazu bei Beispiel 3) in das ausgehende 11. bis frühe 12. Jahrhundert eingeordnet werden können (Nießen, 2023, 73-79). Die Uferbefestigung ist damit nur grob in den Zeitraum des 10./11. Jahrhunderts zu datieren.

2.4 Beispiel 2 (Sedimente): Sedimente eines Altwasserarm

Der Befund des Altwasserarms zeichnete sich als dunkle Rinne ab, die deutlich von den älteren Auenlehmsedimenten zu unterscheiden ist, in die sie eingeschnitten war. (Abb. 1) Die Rinne selbst war ca. 12 m breit und mindestens zwei Meter tief, wobei der unterste Bereich nicht erfasst wurde. Die Interpretation als Altwasserarm hängt hier vornehmlich von der Ansprache der Sedimente und ihrer Entstehung zusammen. Im unteren Teil des erfassten Bereiches der Rinne fanden sich Schichten, die als anmoorig bis torfig sowie als Torfmudde beschrieben werden können. Die Schichten sind schwarzbraun, organisch, mit feinen hellgrauen, feinsandigen Bändern und vielen Pflanzenresten. Derartige Sedimente bilden sich in der Regel nur in stehenden oder sehr ruhig fließenden Gewässern. Diese humosen Sedimente mit hohem organischem Anteil wechseln sich in der Verfüllung mit humusfreien schluffigen Flusssediment (grünlich hellgrauer, feinsandiger Schluff, humusfrei, mit Pflanzenresten) ab. (Abb. 4) Dieses wurde als Suspensionsfracht von der Donau bei Überschwemmungen abgelagert, da die Fließgeschwindigkeit im Altwasserarm deutlich niedrig war als im Hauptstrom. Auch im oberen Teil der Rinnenverfüllung findet sich eine ähnliche wechselnde Schichtenabfolge, hier allerdings ohne Torfbildung. Das Fehlen dieser

Sedimente ist entweder in einer zunehmend schnelleren Verlandung oder in einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit begründet. Die Abfolge der Schichten legt die Interpretation eines ruhig fließenden, teils stehenden Gewässers nahe, das stetig verlandete. Die Einbeziehung der Sedimente sowie ihre Entstehung und Ablagerung ist von entscheidender Bedeutung, um die archäologischen Strukturen deuten zu können.

2.5 Beispiel 3 (Funde): Funde aus dem Altwasserarm

Aus der Verfüllung des Altwasserarmes stammen verschiedene Funde, die Hinweise auf die zeitliche Einordnung des Verlandungsprozesses geben können. Zum einen wurden die Keramikfragmente analysiert sowie Radiokarbondatierungen und dendrochronologische Analysen von Hölzern aus dem Verlandungssediment hinzugezogen. Eine gesicherte Datierung liegt in der Kombination verschiedener Methoden.

Keramikdatierung basiert auf der typologischen Methode (Eggert, 2008), nach der sich verschiedene Merkmale der Keramik wie Herstellungstechnik, Formen und Verzierungen aus dem vorangegangenen Typ entwickeln. So ist es möglich eine relativchronologische Entwicklung der Keramiktypen zu entwickeln. Durch sogenannte ‚geschlossene Fundkomplexe', in denen Funde gesichert zu einem Zeitpunkt in die Erde gelangten und durch absolute Datierungen ist es möglich die verschiedenen Keramikchronologien immer weiter zu verfeinern. Da mittelalterliche Keramik meist regional hergestellt wurde, sind diese Chronologien bis auf gröbere generelle Entwicklungen oft je nach Region recht differenziert. Dies erfordert von den Bearbeitern von Keramikkomplexen ein hohes Maß an Erfahrung. Im Siedlungskontext und in der Aue ist die Keramik oft stark fragmentiert, im Gegensatz zur Grabkeramik, die in der Regel vollständig ist. So kann es schwierig sein, die kompletten Gefäßformen gesichert zu rekonstruieren. Daher werden die Fragmente in der Regel nicht nach dem Gefäßtyp, sondern nach Materialgruppen sortiert und chronologisch eingeordnet (Grundlagen zur Einordnung und Klassifizierung von Keramik: Bauer / Endres, 2005; Hofer / Gaisbauer, 2010). Nach diesem Prinzip wurden die Keramikfragmente aus dem Verfüllungssediment des Altwasserarmes analysiert. Aus den unteren Schichten stammen Keramikfragmente von regional hergestellten Materialgruppen. Ein Randstück und ein Bodenstück der sogenannten ‚Schwarzen Ware', eine Materialgruppe, die sich durch eine annähernd schwarze Farbe auszeichnet, die durch einen Reduktionsbrand entsteht, und partiell bis vollständig nachgedreht ist. Ein ‚Reduktionsbrand' ist das Brennen der Keramik unter Sauerstoffabschluss, während sich ein ‚Oxidationsbrand' durch Sauerstoffzufuhr auszeichnet. Ein ‚Wechselbrand' hingegen weist beide Merkmale auf. Grundsätzlich ist in der Herstellungstechnik zwischen ausschließlich handaufgebauter Keramik, handaufgebauter Keramik, die auf einer langsam drehenden Scheibe nachgedreht wurde und Drehscheibenkeramik, die auf einer schnell rotierenden Scheibe hergestellt wurde, zu un-

terscheiden. Die hier besprochene ‚Schwarze Ware' ist grob in das 10. bis 12. Jahrhundert einzuordnen. Hierzu passen zeitlich die fragmentierten Stücke von Goldglimmerware aus den gleichen Schichten, die typisch für die Region ist. Goldglimmerware wiederum zeichnet sich durch einen hohen Anteil von Glimmer in der Magerung des Tones und teils auch auf der Oberfläche aus, wodurch die Keramik einen schimmernden Glanz erhält. (Abb. 3) Insgesamt sind die Keramikfragmente alle in die Zeit vor 1200 einzuordnen. Vermutlich sind sie als städtischer Abfall in den Altwasserarm gelangt.

Radiokarbondatierungen von zwei Holzkohleproben und zwei Proben von Himbeersamen aus den Schichten des Verlandungssedimentes (Schichten Nr. 45 und 52) wurden zusätzlich analysiert. Schicht 52 liegt im unteren Bereich der Rinne, während Schicht 45 im oberen Bereich der Verfüllung liegt (Abb. 4). Der Samen aus Schicht 52 konnte zwischen dem ausgehenden 8. bis in das ausgehende 9. Jahrhundert datiert werden. Die Holzkohle aus der gleichen Schicht deckt hingegen den Zeitraum zwischen dem Ende des 10. bis zur Mitte des 11. Jahrhunderts ab. Die Holzkohleprobe aus Schicht 45 datiert im Kernbereich zwischen der 2. Hälfte des 7. Jahrhunderts und dem 9. Jahrhundert. Bereits der Vergleich dieser Probenergebnisse zeigt, dass über die Radiokarbonanalysen kein detaillierterer zeitlicher Verlauf des Verlandungsprozesses erreicht werden konnte. Besonders irritiert die jüngere Datierung der Holzkohle aus Schicht 52, obwohl diese stratigraphisch aus einem älteren Schichtzusammenhang stammt als die Holzkohle aus Schicht 45.[1] Definitiv verlagert ist der Samen aus Schicht 45, der eine Datierung im Kernbereich zwischen der Mitte des 3. Jahrhunderts und dem frühen 5. Jahrhundert ergab. Es wird deutlich, dass insbesondere in einem Altwasserarm mit vom Fluss verlagerten Material zu rechnen ist.

Präzisere Daten zur zeitlichen Einordung bieten die dendrochronologischen Analysen der Hölzer. Diese steckten im Verlandungssediment und wurden verbaut, als der Altwasserarm weitgehend verlandet war. Neun Hölzer konnten dendrochronologisch datiert werden und weisen in die Zeit nach 1078 bis 1130±10. Die dendrochronologischen Daten decken demnach den Zeitraum zwischen dem ausgehenden 11. bis in das beginnende 12. Jahrhundert ab. So kann der Verlandungsprozess deutlich präziser eingegrenzt werden als durch die Keramik und die Radiokarbondatierungen. Spätestens im frühen 12. Jahrhundert war der Altwasserarm demnach fast vollständig verlandet.

[1] Denkbar ist hier eine Verwechslung bei der Beschriftung während der Probenentnahme oder im Labor. Ebenso müssen wir mit Altholz und einer Verlagerung von Material rechnen, wie es für die Samenprobe aus Schicht 45 anzunehmen ist.

2.6 Quellenpräsentation



Abb. 1: Foto der Ausgrabung am Regensburger Donauufer (2009/2010). Zu erkennen sind als helle Schichten vom Fluss abgelagerte Auelehme. Die dunkelgebänderten Bereiche sind die Verfüllung eines Altwasserarmes der Donau. Im mittleren Bereich des Bildes sind als Verfärbungen im hellen Auelehmsediment der Befund einer palisadenartigen Uferbefestigung zu erkennen. Urheber: Archaios GmbH, Lizenz: © Archaios GmbH / alle Rechte vorbehalten.

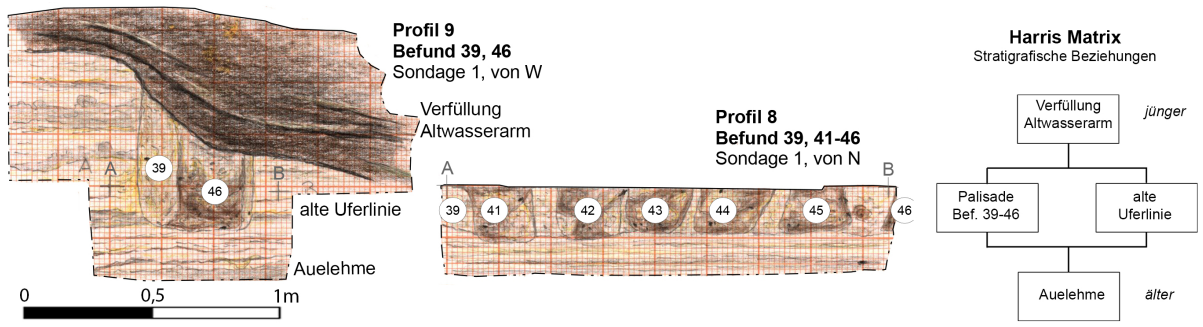


Abb. 2: Zeichnerische Dokumentation der Uferbefestigung (Befunde 39-46) im Profil und Darstellung der stratigrafischen Beziehungen in einer Harris Matrix. Die älteste Schicht ist hier unten dargestellt. Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.



Abb. 3: Beispiele für regionale Goldglimmerkeramik aus der Ausgrabung am Regensburger Donauufer. Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.

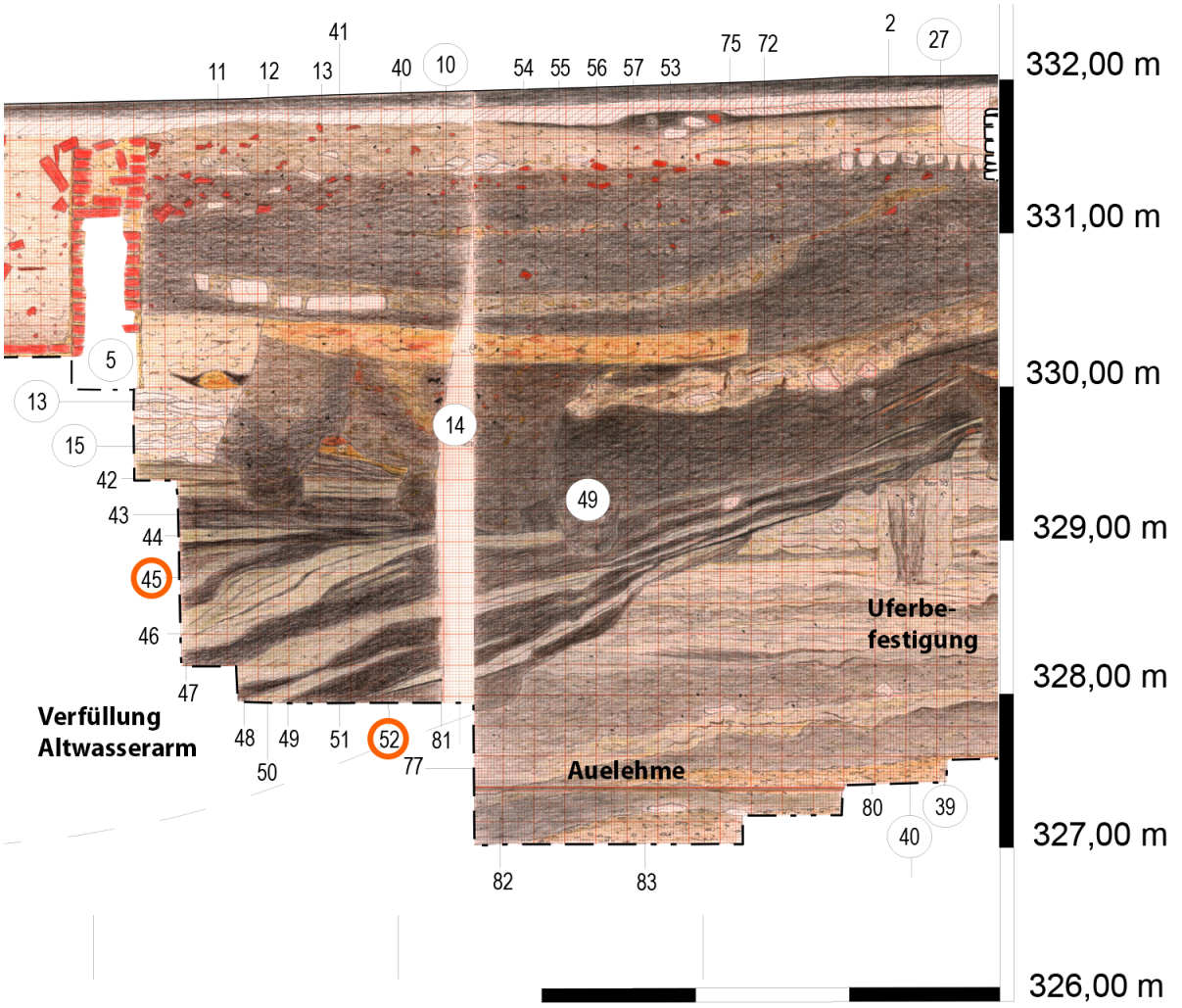


Abb. 4: Zeichnerische Dokumentation (Ausschnitt von Gesamtprofil) des Altwasserarmes, der Uferbefestigung und jüngeren Befunden im oberen Profilbereich. In Orange Schichten mit Probenentnahme (im Text beschrieben). Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.

2.7 Quellendiskussion

Dieses komplexe Beispiel verdeutlicht, dass jeweils alle auf der Ausgrabung gewonnenen Daten in Kombination zur Interpretation herangezogen werden müssen. Funde müssen jeweils in ihrem Befundkontext betrachtet und gedeutet werden. Gerade in Flusssedimenten bedarf es für eine sichere Datierung immer mehrerer Datierungsgrundlagen, da sowohl Probenmaterial als auch Funde verlagert sein können. Bei den dendrochronologischen Analysen ist darüber hinaus die Möglichkeit einer Sekundärverwendung der Hölzer zu beachten. Archäologische Quellen aus Auenbereichen bieten ein großes Potential, um die Interaktion von Mensch und Natur differenziert zu untersuchen und die verschiedenen Phasen auf dem Weg zur fluvialen Anthroposphäre nachzuvollziehen.

2.8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Foto der Ausgrabung am Regensburger Donauufer (2009/2010). Zu erkennen sind als helle Schichten vom Fluss abgelagerte Auelehme. Die dunkelgebänderten Bereiche sind die Verfüllung eines Altwasserarmes der Donau. Im mittleren Bereich des Bildes sind als Verfärbungen im hellen Auelehmsediment der Befund einer palisadenartigen Uferbefestigung zu erkennen. Urheber: Archaios GmbH, Lizenz: © Archaios GmbH / alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Zeichnerische Dokumentation der Uferbefestigung (Befunde 39-46) im Profil und Darstellung der stratigrafischen Beziehungen in einer Harris Matrix. Die älteste Schicht ist hier unten dargestellt. Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 3: Beispiele für regionale Goldglimmerkeramik aus der Ausgrabung am Regensburger Donauufer. Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.

Abb. 4: Zeichnerische Dokumentation (Ausschnitt von Gesamtprofil) des Altwasserarmes, der Uferbefestigung und jüngeren Befunden im oberen Profilbereich. In Orange Schichten mit Probenentnahme (im Text beschrieben). Urheber: Iris Nießen, Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Bauer, Ingolf / Endres, Werner (2005): Leitfaden zur Keramikbeschreibung (Mittelalter - Neuzeit). Terminologie - Typologie – Technologie (Kataloge der Archäologischen Staatssammlung München. Beiheft 2), 3. Aufl., München.

Brown, Anthony G. (1997): Alluvial Geoarchaeology. Floodplain archaeology and environmental change, Cambridge.

Eggert, Manfred K. H. (2008): Prähistorische Archäologie. Konzepte und Methoden, 3. Aufl., Tübingen.

Hofer, Nikolaus / Gaisbauer, Ingeborg (2010): Handbuch zur Terminologie der mittelalterlichen und neuzeitlichen Keramik in Österreich (Fundberichte aus Österreich. Materialhefte, Reihe A Sonderheft 12 / Nearchos. Sonderheft 18 / Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich. Beiheft 9), Horn.

Nießen, Iris (2023): Donau – Ufer – Regensburg. Genese einer Ufersiedlung zum mittelalterlichen Stadtquartier. Die Ausgrabungen am Regensburger Donaumarkt /

„Museum der Bayerischen Geschichte"2009-10 und 2012-15 (Regensburger Studien 29), Regensburg.

Scholkmann, Barbara u. a. (2016): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt.

Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.) (2022): Geoarchäologie, Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-62774-7.

Weiterführende Literatur

Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie (Hg.) (2011): Archäologie der Brücken. Vorgeschichte, Antike, Mittelalter, Neuzeit, Regensburg.

Berthold, Jens (2016): Grundlagen der Archäomolinologie. Aspekte archäologischer Mühlenkunde, in: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 29, S. 113-124, DOI: https://doi.org/10.11588/dgamn.2016.0.33662.

Nicola Chiarenza u. a. (Hg.) (2020): The power of urban water. Studies in premodern urbanism, Berlin u. a.

Andreas Diener / Matthias Untermann (Hg.) (2009): Wasserbau in Mittelalter und Neuzeit (Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 21), Paderborn.

Peter Ettel / Achim Thomas Hack (Hg.) (2019): Flusstäler, Flussschifffahrt, Flusshäfen. Befunde aus Antike und Mittelalter (RGZM-Tagungen 39 / Interdisziplinäre Forschungen zu den Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter in Europa 7), Mainz.

Haidvogl, Gertrud u. a. (2013): Urban land for a growing city at the banks of a moving river: Vienna's spread into the Danube island Unterer Werd from the late 17th to the beginning of the 20th century, in: Water History 5, S. 195-217, DOI: https://doi.org/10.1007/s12685-013-0078-y.

Francesco Menotti / Aidan O´Sullivan (Hg.) (2013): The Oxford Handbook of Wetland Archaeology, Oxford.

Nießen, Iris (2025): Vorstadtentwicklung in der Aue. Archäologische Forschungen zu den Donaustädten Regensburg und Ulm im Mittelalter, in: Michael Ströhmer / Peter Fäßler (Hg.): Kommunale Wasserregime à la longue durée. Zeitliche und räumliche Eingrenzungen 1350-1930, Paderborn, S. 39-75.

Werther, Lukas / Kröger, Lars (2017): Medieval inland navigation and the shifting fluvial landscape between Rhine and Danube (Germany), in: European journal of postclassical archaeologies 7, S. 65-96.

Bioindikatoren der fluvialen Anthroposphäre

Anja Linstädter, Peter Frenzel, Antony Brown, William Fletcher, Marie Kaniecki, Anne Köhler, Peter Kühn, Ella Quante, Martin Offermann, Snježana Pejdanović, Johannes Schmidt, Birgit Schneider, Jannis Weil, Ulrike Werban, Ema Zvara, Christoph Zielhofer

3.1 Einführung

Die Flussauen in Deutschland haben schon seit dem Mittelalter und verstärkt in der frühen Neuzeit und der anschließenden Industrialisierung tiefgreifende Veränderungen erfahren. Natürliche Prozesse und menschliche Eingriffe standen auf dem Weg zur fluvialen Anthroposphäre in ständiger Wechselwirkung, was zu umfassenden Veränderungen der Auen-Ökosysteme führte. Diese Veränderungen können über sogenannte Bioindikatoren rekonstruiert werden. Bioindikatoren sind biologische Spuren, die Aufschluss über gegenwärtige oder vergangene Umweltbedingungen geben. Dazu zählen unter anderem fossile Überreste von Pflanzen und Tieren, die in Böden und Sedimenten erhalten bleiben. Erstaunlich viele der in Fließgewässern und in der Aue vorkommenden Organismen können Fossilien hinterlassen, die auch nach hunderten oder tausenden von Jahren eine Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen erlauben. Auch ‚chemische Fossilien' (sogenannte Biomarker) und alte sedimentäre DNA gehören zu den Bioindikatoren.

Der vorliegende Artikel nimmt innerhalb dieser Sammlung eine besondere Stellung ein, da er sich primär mit der Nutzung von fossilen Überresten als Bioindikatoren beschäftigt. Während viele Beiträge des Bandes auf historische Dokumente und archäologische Artefakte fokussieren, beleuchtet dieser Artikel vor allem die Möglichkeiten, die Fossilien für die Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen in Flusslandschaften bieten. Zunächst werden wichtige Organismengruppen und Fossilien vorgestellt, die als Bioindikatoren nutzbar sind. Danach werden ökologische und paläoökologische Methoden erläutert, die eine Rekonstruktion von Umweltbedingungen mithilfe sogenannter ökologischer Attribute und funktioneller Merkmale erlauben. Dabei werden die Stärken der einzelnen

Linstädter, Anja / Frenzel, Peter / Brown, Antony / Fletcher, William / Kaniecki, Marie / Köhler, Anne / Kühn, Peter / Quante, Ella / Offermann, Martin / Pejdanović, Snježana / Schmidt, Johannes / Schneider, Birgit / Weil, Jannis / Werban, Ulrike / Zvara, Ema / Zielhofer, Christoph (2025): Bioindikatoren der fluvialen Anthroposphäre, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 34-61, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030103, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Methoden hervorgehoben und ihre Anwendung im Zusammenspiel erklärt. Beispiele aus zwei Teilprojekten des DFG-Schwerpunktprogramms 2361 „Auf dem Weg zur Fluvialen Anthroposphäre“ illustrieren die Vorteile einer fächerübergreifenden Herangehensweise.

Neben fossilen Überresten können auch historische Quellen wichtige Hinweise auf das frühere Vorkommen bestimmter Organismengruppen liefern. Für die Erforschung von Flussauen und Flussökosystemen in Deutschland seit dem Mittelalter sind insbesondere historische Vegetationsaufnahmen und schriftliche Überlieferungen zu Fischen von Interesse. Weitere Informationen zu diesen Quellen finden sich im Verlauf des Artikels. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Quellen nicht nur ökologische Dynamiken widerspiegeln, sondern auch Wahrnehmung und Nutzung durch den Menschen. Sie sind deshalb einer quellenkritischen Bewertung zu unterziehen.

Die vorgestellten Ansätze können auch für Archäologen und Historiker nützliche Informationen liefern. So bietet dieser Artikel nicht nur Lösungsansätze für ökologische Fragestellungen in der fluvialen Anthroposphäre, sondern kann auch dazu beitragen, das Verständnis der historischen Landschaftsentwicklung und der langfristigen Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur zu verbessern.

3.2 Organismengruppen und Fossilien als Bioindikatoren

3.2.1 Flora

Pollen und Sporen

Die Untersuchung von Pollenkörnern und Sporen ermöglicht Rückschlüsse auf frühere Umweltbedingungen, da sie weltweit verbreitet und sehr widerstandsfähig sind (Halbritter u. a., 2018). Während Pollen von Samenpflanzen stammen, werden Sporen von Moosen, Farnen und Pilzen produziert. Sie lassen sich aus Sedimenten gewinnen und geben Hinweise auf frühere Pflanzengemeinschaften. Einschränkungen bestehen durch schwankende Produktionsraten, die manchmal weite Ausbreitung der winzigen Körner, ungleichmäßige Erhaltung im Boden und im Sediment und die oft nur grobe Bestimmbarkeit auf Familien- oder Gattungsniveau (Bhatta u. a., 2024).

Kieselalgen

Kieselalgen, auch Diatomeen genannt, sind winzige, einzellige Lebewesen mit einem Zellkern. Sie kommen in Fließgewässern häufig in großer Zahl vor und spielen eine wichtige Rolle für die Produktion von Sauerstoff und als Nahrungsquelle für andere Organismen.

Ihr Gehäuse besteht aus zwei ineinander passenden Klappen aus Siliziumdioxid, einem glasähnlichen Material, das in Sedimenten über lange Zeit erhalten bleibt (Lobo u. a., 2016). Da viele Kieselalgenarten empfindlich auf Veränderungen in ihrer Umwelt reagieren und ihre ökologischen Nischen gut erforscht sind, werden sie nicht nur zur Überwachung der Wasserqualität eingesetzt, sondern eignen sich auch hervorragend als Bioindikatoren für vergangene Gewässereigenschaften (Stevenson u. a., 2010).

Botanische Makroreste

Botanische Makroreste sind fossile Teile von Pflanzen, die von sandkorngroßen Pflanzenresten bis hin zu mehreren Metern langen Baumstämmen reichen können. Besonders häufig findet man widerstandsfähige Früchte und Samen von Gefäßpflanzen sowie bestimmte Sporen (Oosporen) von Armleuchteralgen. Botanische Makroreste können oft bis auf die Art genau bestimmt werden – ein großer Vorteil gegenüber Pollen und Sporen. Auch verkohlte Pflanzenreste kommen häufig vor. Da diese Überreste selbst in kleinen Proben in großer Zahl auftreten können, eignen sie sich hervorragend zur Rekonstruktion früherer Landschaften und der Nutzung von Pflanzen durch den Menschen (Deckers, 2022; Riehl, 2022). Sie werden zu diesem Zweck häufig auch zur Rekonstruktion der Umweltgeschichte in Flussauen eingesetzt (Tinapp u. a., 2019).

Phytolithen

Phytolithen sind winzige, mineralische Partikel, die in Pflanzen gebildet werden und selbst dann erhalten bleiben, wenn organisches Material längst zerfallen ist. Sie kommen besonders häufig in Gräsern und Getreide vor und helfen dabei, frühere Vegetation zu rekonstruieren. Sie zeigen auch, wie Menschen Pflanzen genutzt haben (Fritzsch u. a., 2022), wie zum Beispiel die Einführung neuer Pflanzenarten im Ackerbau. Ihre Verwendung als Bioindikatoren ist jedoch herausfordernd, da die Zuordnung eines bestimmten Phytolithen-Typs zu einer Pflanzenart nicht immer eindeutig möglich ist (Shoda u. a., 2024).

Historische Vegetationsaufnahmen

Historische Vegetationsaufnahmen bestehen aus Pflanzenlisten und artbezogenen Deckungsschätzungen. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf vergangene Artenzusammensetzungen und Standortfaktoren (Kapfer u. a., 2017). Daten aus den letzten knapp 100 Jahren sind in der Datenbank ReSurveyGermany verfügbar (Jandt u. a., 2022). Historische Vegetationsaufnahmen haben potenziell eine sehr hohe Aussagekraft; allerdings ist eine sorgfältige Quellenkritik unerlässlich, da vor allem die angewandten Erfassungsmethoden und die

botanische Qualifikation der Erhebenden eine wichtige Rolle spielen (Kapfer u. a., 2017). In den Flussauen Mitteleuropas ist die Datenlage in Bayern, entlang der Elbe und ihrer Nebenflüsse sowie am Oberlauf des Rheins recht gut (Jandt u. a., 2022).

3.2.2 Fauna

Beschalte Amöben

Schalentragende Amöben sind winzige, einzellige Lebewesen mit einem Zellkern. Sie schützen sich mit einem Gehäuse, das entweder aus Sedimentpartikeln besteht oder von ihnen selbst ausgeschieden wird. Diese Amöben sind weltweit in vielen verschiedenen Habitaten zu finden. Ihr Potenzial als Umweltanzeiger ist noch nicht voll ausgeschöpft, da die Lebensweise vieler Arten nicht genau bekannt ist. Dennoch zeigen viele Studien ihre Eignung als Bioindikatoren (Mitchell u. a., 2008).

Süßwasserschwämme

In den Binnengewässern Deutschlands gibt es heute nur acht Arten von Süßwasserschwämmen (Spongillidae). Sie lassen sich anhand ihrer Dauerstadien, den sogenannten Gemmulae, unterscheiden. Diese kleinen, kugelförmigen Strukturen enthalten winzige Nadeln, die für die Artbestimmung wichtig sind. Gemmulae helfen den Schwämmen, ungünstige Bedingungen zu überdauern, sind jedoch nur selten fossil erhalten und haben daher für Umweltrekonstruktionen nur geringe Bedeutung (Pronzato u. a., 2017).

Weichtiere

Weichtiere (Mollusken) sind eine artenreiche Tiergruppe, zu der Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia) gehören. Ihre kalkhaltigen Schalen und Gehäuse sind oft gut als Fossilien erhalten. In Mitteleuropas Flussauen leben Wasser- und Landschnecken, die meist ein Gehäuse tragen. Beide Gruppen werden seit Langem zur Untersuchung vergangener und aktueller Umweltbedingungen genutzt. Muschelschalen zerfallen oft im Sediment, besonders bei Flussmuscheln. Allerdings können sich die Larvenstadien dieser Tiere (Glochidien) fossil gut erhalten. Die Ökologie von Weichtieren ist gut dokumentiert. Für eine Übersicht der aquatischen Arten eignet sich Glöer (2020) als Einstieg, für Landschnecken Kerney u. a. (1983).

Hornmilben

Von den Milben (Acari) sind nur die Hornmilben (Oribatida) für die Erforschung vergangener Umweltbedingungen von Bedeutung. Sie haben eine robuste, dicke Außenhülle, die sich in organikreichen Sedimenten gut erhält. Hornmilben können in sehr großer Zahl vorkommen, was sie potentiell als Bioindikatoren nützlich macht. Allerdings ist ihre Bestimmung anspruchsvoll, weshalb sie bisher selten für Umweltanalysen genutzt werden (Solhøy, 2001).

Insekten

Insekten sind die artenreichste Tiergruppe und kommen in fast allen Lebensräumen vor. Viele Arten sind an spezielle Umweltbedingungen angepasst, was sie wertvoll für die Erforschung vergangener Ökosysteme macht, auch in der Fluvialen Anthroposphäre. Ihre enorme Vielfalt erschwert jedoch die Artbestimmung. Ihr Außenskelett besteht aus Chitin und kann sich unter Sauerstoffabschluss gut erhalten. Da es in viele Segmente unterteilt ist, zerfällt es jedoch leicht. Besonders wichtig für paläoökologische Untersuchungen in Flussauen sind Käfer (Coleoptera; Lowe / Walker, 2014) und Zuckmückenlarven (Chironomidae; Gandouin u. a., 2005).

Krebstiere

Muschelkrebse (Ostracoda) sind eine zentrale Gruppe der Mikropaläontologie. Diese winzigen Krebstiere (Crustacea) besitzen einen zweiklappigen Panzer, der ihren Weichkörper schützt (Meisch, 2000). Gut erhalten bleiben sie in feinkörnigen, kalkreichen Sedimenten von Seen und Tümpeln. Aufgrund ihrer geringen Größe und oft hohen Zahl eignen sie sich gut für Bohrkernanalysen. Quantitative Auswertungen ermöglichen detaillierte Umweltrekonstruktionen, etwa für geoarchäologischer Studien auf Basis von Süßwasser-Muschelkrebsen (Quante u. a., 2022). Damit sind sie besonders geeignet für Untersuchungen der fluvialen Anthroposphäre.

Auch Wasserflöhe (Cladoceren) sind hier wichtige Bioindikatoren. Sie leben oft in kleineren, zeitweise austrocknenden Gewässern oder dichten Wasserpflanzenbeständen, meiden jedoch schnell fließendes Wasser. Ungünstige Bedingungen überdauern sie als sogenannte ‚Ephippien' – widerstandsfähigen Dauerstadien, die sich gut in feinkörnigen, organikreichen Sedimenten erhalten. Nach ihrem Tod zerfallen sie rasch, doch Teile ihres Außenskeletts – die Kutikulen – bleiben erhalten und ermöglichen die Artbestimmung (Korhola / Rautio, 2001).

Moostierchen

Die Moostierchen (Bryozoa) des Süßwassers besitzen kein mineralisiertes Skelett, dafür aber gut erhaltungsfähige Dauerstadien (Anpassungsformen für ungünstige Perioden wie Dürre), die als Statoblasten bezeichnet werden. Diese können für die Bestimmung der elf in Deutschland vorkommenden Arten verwendet werden. Bisher gibt es nur sehr wenige Studien, die Bryozoen-Statoblasten als Bioindikatoren verwenden (Francis, 2001).

Wirbeltiere

Unter den Wirbeltieren (Vertebrates) eignen sich vor allem Fische (Pisces) für Studien zur fluvialen Anthroposphäre. Fischknochen und -schuppen bleiben unter feuchten, alkalischen Bedingungen gut erhalten und liefern Hinweise auf Fischbestände und den Gewässerzustand (Häberle u. a., 2015). Fische sind neben Samenpflanzen eine Organismengruppe, die auch in historischen Quellen gut belegt ist. So spiegeln sich Fischereikonflikte in Rechtsquellen und Gerichtsakten wider (Schön, 2024). Ebenso ermöglichen wirtschaftliche und administrative Aufzeichnungen – mit entsprechender Quellenkritik – in Kombination mit modernen Fangstatistiken eine Rekonstruktionen der Fischverbreitung (Wolter, 2015; Lenders u. a., 2016).

3.2.3 Andere Organismengruppen und Mischarchive

Pilze

Pilze (Fungi) zersetzen sich meist schnell und bleiben nur unter besonderen Bedingungen erhalten. Eine Ausnahme sind sogenannte ‚Sklerotien' – widerstandsfähige Dauerstadien, die ein größeres Erhaltungspotential haben. Besonders häufig sind Sklerotien des Bodenpilzes *Coenococcum geophilum,* die in sandigen Böden vorkommen. Wenn sie in Gewässersedimenten entdeckt werden, kann das darauf hinweisen, dass Boden durch Erosion abgetragen und ins Wasser transportiert wurde (Frenzel, 2019).

Darmparasiten

Im Mittelalter und der frühen Neuzeit waren Darmparasiten in Europa weit verbreitet (Flammer u. a., 2020). Sie infizieren Menschen und Tiere oft über Zwischenwirte (Roche u. a., 2020). Spulwürmer (Gattung *Ascaris*) und Peitschenwürmer (Gattung *Trichuris*) sind in archäologischen Funden häufig; sie werden durch Kontakt mit verunreinigten Lebensmitteln oder Trinkwasser übertragen (Mitchell, 2024). Bandwürmer (Cestoda)

infizieren Nutztiere, aber auch Menschen, wenn diese rohes oder unzureichend gegartes Fleisch oder Fisch aßen. In archäologischen Funden lassen sich häufig ihre Eier nachweisen. Ihr Auftreten in Flussauen kann auf frühere Fäkalieneinträge hinweisen und helfen, historische Verschmutzungsquellen – vor allem in Städten – zu identifizieren.

Mischarchive: Sedimentäre DNA

Sedimentäre alte DNA (sedaDNA) stammt aus allen lebenden Geweben und wird nach deren Absterben freigesetzt. Diese Fragmente der ursprünglichen DNA sind meist weniger als 100 Basenpaare lang. Sie binden sich oft an Mineralien wie Ton oder Kalzit und bleiben dann über Jahrtausende oder noch länger erhalten. Ohne diesen Schutz zerfällt die DNA in Wasser innerhalb weniger Stunden. In Flussauen bleibt sedaDNA v. a. in Seesedimenten und in den Sedimenten langsam fließender Flüsse erhalten. Sie ermöglicht aufgrund der Bestimmbarkeit auf Artniveau präzise Rekonstruktionen früherer Ökosysteme und liefert in Flusslandschaften Hinweise auf Vegetation, Landnutzung, Kulturpflanzen, Umweltverschmutzung und Krankheitserreger (Brown u. a., 2025). Kontamination ist ein großes Problem, weshalb strenge Protokolle für Probennahme und Lagerung nötig sind (Williams u. a., 2023).

Gruppe	**Größe**	**Fossilien**	**Habitate**	**Indikator-funktion**
Pollen und Sporen	10-100 µm	Außenwände (Sporopollenin)	Terrestrisch bis aquatisch	Umwelt-bedingungen; Landnutzung
Botanische Makroreste	100 µm - mehrere m	Früchte und Samen, Holz, Moos, inkohlte Pflanzenreste	Terrestrisch bis aquatisch	Umwelt-bedingungen; Landnutzung
Kieselalgen	Meist 15-200 µm	Klappen aus Siliziumdioxid	Aquatisch bis feucht terrestrisch	Temperatur, Salzgehalt, pH, Wasserbe-wegung, Gewässergüte
Phytolithen	2-250 µm	Partikel aus Opal oder Kalziumoxalat	Vor allem terrestrisch	Vegetation, Nutzung von Pflanzen

Gruppe	**Größe**	**Fossilien**	**Habitate**	**Indikator -funktion**
Historische Vegetations-aufnahmen	1-1.000 m^2	Erhaltung als Schrift- oder Datenquelle	Terrestrisch bis semiaquatisch	Umwelt-bedingungen; Landnutzung
Beschalte Amöben	10-800 µm	Agglutinierte und mineralisierte Schalen	Süßwasser, Torf und Böden	Abiotische Umweltbedin-gungen
Süßwasser-schwämme	Ca. 0,5 mm	Organische Gemmulae mit Opalnadeln	Süß- und Brackwasser	Gewässertyp
Muscheln	Meist 2-200 mm	Schalen aus kristallinem Kalk; auch bei Larven möglich	Oberflächen-gewässer	Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, Fließgeschwin-digkeit
Schnecken	0,6-60 mm	Schalen und Gehäusedeckel aus kristallinem Kalk; hornige Deckel	Aquatisch bis terrestrisch	Temperatur, Feuchtigkeit, Salzgehalt, Sauerstoff, Gewässergüte, Vegetation
Hornmilben	0,2-1,4 mm	Körper und Kopfteile aus Chitin	V. a. terrestrisch (Pflanzenstreu, Boden, Moos)	Temperatur, Vegetation
Käfer	Meist 0,1-40 mm	Köpfe, Flügeldecken etc. aus Chitin	Alle Habitate	Temperatur, Feuchtigkeit, Nahrungs-pflanzen, verschiedene Substrate
Zuckmücken-larven	Meist >0,1 mm	Kopfkapseln aus Chitin	Aquatisch bis feucht terrestrisch	Temperatur, Strömung, Sauerstoff, Nährstoffe, pH, Substrat

Gruppe	**Größe**	**Fossilien**	**Habitate**	**Indikator -funktion**
Muschel-krebse	0,5-2 mm	Kalzitische Klappen	Aquatisch	Temperatur, Salzgehalt, pH, Wasserbe-wegung, Gewässergüte
Wasserflöhe	0,2-6 mm	Kutikulen und Ephippien	Aquatisch	Temperatur, Gewässergüte, pH, Wassertiefe
Moostierchen	0,2-1 mm	Chitinhaltige Statoblasten	Aquatisch	Temperatur, Strömung, Produktivität, Wassertiefe, Makrophyten
Fische	Meist 0,5-100 cm	Knochen, Schuppen	Aquatisch	Befischung, Gewässergüte, Verbreitung
Pilze	Meist 0,5-1 mm	Sklerotien	Böden	Bodenerosion
Darm-parasiten	20-90 µm	Eier	Parasitär in Menschen	Fäkalien-einträge, Hygienebedin-gungen, Essgewohnhei-ten

Tab. 1: Überblick über Schlüsselkriterien der Organismengruppen (Taxa), die als Bioindikatoren in der Paläo-Umweltforschung genutzt werden. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

3.3 Ökologische und paläoökologische Methoden

3.3.1 Rekonstruktion früherer Umweltbedingungen

Zur Rekonstruktion von Umweltbedingungen lassen sich zwei grundlegende Eigenschaften von Organismen nutzen: ökologische Attribute und funktionelle Merkmale (Birks, 2020). Erstere beschreiben die Gesamtökologie einer Gruppe verwandter Organismen, einem sogenannten Taxon; zur Ökologie gehören etwa Verbreitungsgebiet, Präferenzen und Toleranzen gegenüber verschiedenen abiotischen und biotischen Umweltfaktoren. Funktionelle Merkmale definieren die ökologische Rolle eines Taxons (wie etwa einer Art), also Interaktionen mit der Umwelt und anderen Organismen (Díaz / Cabido, 2001). Beide Eigenschaftstypen helfen, die Reaktion von Taxa auf Umweltbedingungen vorherzusagen oder aus ihren Fossilien in Sedimenten die jeweiligen Umweltbedingungen der Vergangenheit abzuleiten (Funk u. a., 2017; Lamentowicz u. a., 2022). Ein weiterer Ansatz ist die taphonomische Analyse, die sich mit den Prozessen der Fossilwerdung beschäftigt und Aussagen zu Transportprozessen und anderen Umweltfaktoren treffen kann. Wir geben hier einen Überblick, wie diese Methoden zur Rekonstruktion von Umweltbedingungen genutzt werden können.

Rekonstruktion mittels ökologischer Attributec

Indikatorarten

Eine einfache und schnelle, aber eher grobe Methode zur Bestimmung früherer Umweltbedingungen ist die Nutzung von bestimmten Tier- oder Pflanzenarten als Hinweise auf ihre Lebensräume. Solche Indikatorarten haben spezielle Umweltansprüche, sodass ihr Vorkommen auf bestimmte Bedingungen hinweist. Zum Beispiel lebt die Muschelkrebsart *Cyprideis torosa* in salzigem Wasser. Ihr Fehlen bedeutet jedoch nicht automatisch, dass es sich um Süßwasser handelt (Pint u. a., 2012). Zudem können Fossilien durch Strömungen oder Umlagerungen aus anderen Lebensräumen oder älteren Sedimentschichten eingeschwemmt werden, was zu Fehlinterpretationen führen kann.

Umweltfaktoren können das Aussehen mancher Arten verändern, und diese Veränderungen bleiben in ihren harten Körperstrukturen erhalten. Solche Überreste lassen sich später in Fossilien finden und helfen Forschenden, frühere Umweltbedingungen zu rekonstruieren. Ein Beispiel dafür ist der Einfluss des Salzgehalts im Wasser: Die Wasserpflanze *Zannichellia palustris* entwickelt je nach Salzgehalt unterschiedlich geformte Früchte.

Auch der Muschelkrebs *Cyprideis torosa* passt sich an – bei sehr niedrigem Salzgehalt bildet er spezielle Buckel auf seinem Panzer und verändert die Form seiner feinen Poren (Frenzel, 2019).

Zeigerwerte

Taxon-spezifische Zeigerwerte sind ein wichtiges Werkzeug in der Paläoumweltforschung, um vergangene Umweltbedingungen anhand der ökologischen Ansprüche einzelner Arten oder Artengruppen zu rekonstruieren. Sie basieren auf der Annahme, dass bestimmte Organismen enge Toleranzbereiche gegenüber Umweltfaktoren haben, wie beispielsweise Temperatur, Feuchtigkeit oder Nährstoffverfügbarkeit.

Ein bekanntes Beispiel sind Ellenberg-Zeigerwerte, die europäischen Pflanzenarten abiotische Umweltfaktoren zuordnen. Pflanzen dienen als Bioindikatoren für Lichtverhältnisse, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit sowie pH-Wert, Nährstoff- und Salzgehalt (Ellenberg u. a., 1992; Tichý u. a., 2023). Aufgrund ihrer Robustheit werden sie in Vegetationsstudien häufig genutzt (Boch u. a., 2019), in Paläo-Umweltstudien jedoch noch „erstaunlich selten“ (Birks, 2020). Besonders Makroreste wurden analysiert, da sie meist auf Artniveau bestimmbar sind (Mortensen u. a., 2011; Birks, 2014). Sie wurden auch zur Rekonstruktion von Umweltbedingungen in Flussauen genutzt (Hoevers u. a., 2024). Pollendaten haben oft eine gröbere taxonomische Auflösung, weshalb Forschende gewichtete Mittelwerte für Gattungen oder Familien berechnen. Es wird davon ausgegangen, dass die häufigsten Arten eines Taxons das Signal dominieren. Diese Beziehungen helfen, frühere Umweltbedingungen zu interpretieren.

Ökologische Toleranzen

Die Maxima und Minima der ökologischen Toleranz von rezenten Arten kann für die Rekonstruktion von Umweltbedingungen der Vergangenheit genutzt werden. Dafür werden die Toleranzen der fossil in einer Probe gefundenen Arten miteinander verglichen und der ihnen allen gemeinsame Bereich als Schwankungsbreite des jeweiligen Umweltfaktors zur Zeit der Ablagerung des beprobten Sediments interpretiert. Diese Methode erzeugt quantitative Umweltrekonstruktionen, lässt allerdings keine Abschätzung von Fehlern zu und ist störanfällig durch eventuell nicht erkannte, umgelagerte Fossilien. Ein schönes Beispiel für dieses Konzept ist die ‚Mutual Ostracod Temperature Range‘-Methode (Horne u. a., 2012).

Transferfunktionen

Mithilfe von Transferfunktionen lassen sich beispielsweise Temperatur, Niederschlag oder Bodennährstoffe aus den Häufigkeiten von Taxa in einer Sedimentprobe rekonstruieren (Juggins / Birks, 2012). Dies erfolgt durch die Kalibrierung von Taxon-Umweltbeziehungen mit rezenten Daten (Kumke u. a., 2004; Birks, 2012). Die daraus resultierenden statistischen

Modelle liefern quantitative Schätzungen vergangener, meist abiotischer Umweltbedingungen. Ihre Genauigkeit hängt von robusten Kalibrierungsdatensätzen ab und setzt voraus, dass die zugrundeliegenden ökologischen Beziehungen über die Zeit stabil bleiben (Juggins / Birks 2012).

Eine Herausforderung bei der Anwendung von Transferfunktionen ist, dass fossile Funde oft nur grob bestimmt werden können oder frühere Lebensgemeinschaften nicht in heutigen Vergleichsdaten enthalten sind (Williams / Jackson, 2007). Trotz dieser Einschränkungen werden Transferfunktionen häufig genutzt (Juggins / Birks, 2012), etwa um das Klima der Vergangenheit anhand von Zuckmückenlarven zu rekonstruieren (Eggermont / Heiri, 2012) oder die frühere Wasserqualität mit Kieselalgen abzuschätzen (Adler / Hübener, 2007).

Rekonstruktion mittels funktioneller Merkmale

Ökologische Gruppen

Lebewesen lassen sich nach ihren funktionellen Merkmalen in ökologische Gruppen einteilen – ein Prinzip, das zunehmend auch bei Fossilien Anwendung findet und als „ökologische Zeitmaschine“ dient, um vergangene Umweltbedingungen und Ökosysteme zu rekonstruieren (Brown u. a., 2023). Wenn in Boden- oder Sedimentproben die Häufigkeiten verschiedener Taxa bekannt sind, werden deren prozentuale Anteile in ökologische Gruppen zusammengefasst. Ein Beispiel: Pollenkörner können in ökologische Pollengruppen eingeteilt werden, die anzeigen, in welchen Lebensräumen die jeweiligen Pflanzen vorkommen – so etwa Wasser- oder Offenlandpflanzen in einer Flussaue (Schelski, 1997). Auf diese Weise lässt sich nachvollziehen, wie sich Vegetation und Umwelt über Jahrzehnte bis hin zu Jahrhunderten verändert haben (Birks, 2020).

Ein weiterer Ansatz, der auf funktionellen Merkmalen basiert, ist die Pseudobiom-Methode. Er macht sich grobe Pflanzen-Funktionstypen wie Bäume oder Gräser zunutze. Die Pollendaten werden in diese funktionellen Typen eingeteilt, wobei moderne Vegetationstypen als Analoga für vergangene Landbedeckungen dienen (Fyfe u. a., 2015). Unterschiede in der Pollenproduktivität werden berücksichtigt, sodass fossile Daten mit heutigen Vegetationsmustern verglichen werden können (Ruddiman, 2017). Damit können regionale Vegetationsverschiebungen über längere Zeiträume, wie der Übergang von Wäldern zu Agrarlandschaften, gut abgebildet und kalibriert werden (Gordon u. a., 2024). Durch Abgleich mit modernen Pollendaten aus bekannten Vegetationsgebieten ermöglicht dieser Ansatz auch eine regionale Kalibrierung. Allerdings können die groben Kategorien ökologische Details verwischen, und der Ansatz setzt über lange Zeiträume konstante ökologische Beziehungen voraus – eine Annahme, die bei nicht-analogen Ökosystemen problematisch sein kann (Williams / Jackson, 2007).

Artspezifische funktionelle Merkmale

Viele Arten können anhand messbarer Merkmale charakterisiert werden, die zeigen, wie sie mit ihrer Umwelt interagieren. Bei Pflanzen zählen dazu beispielsweise Wuchshöhe, Samengewicht oder Blattgröße (Díaz u. a., 2016). Während solche merkmalsbasierten Ansätze in der modernen Pflanzenökologie eine große Rolle spielen (Westoby, 2025), werden sie in der Paläo-Umweltforschung bisher wenig angewendet (Birks, 2020; Lamentowicz u. a., 2022). Bei der Nutzung funktioneller Merkmale ist es wichtig, nicht nur einzelne Merkmale zu betrachten, sondern verschiedene Merkmale zu kombinieren (Birks, 2020). So können Blattmerkmale – wie Blattgröße, Textur, Dicke und Bedornung – zusammengestellt werden. Die resultierenden Muster in der Häufigkeit dieser Merkmale lassen sich mit aktuellen Umweltbedingungen in Verbindung bringen, wodurch vergangene Bedingungen rekonstruiert werden können.

Biomarker

Biomarker sind chemische Fossilien – also Verbindungen, die von Lebewesen produziert werden und in Sedimenten über lange Zeit erhalten bleiben, sodass sie Hinweise auf vergangene Lebensformen und Umweltbedingungen liefern. Hierzu gehören etwa Blattwachse (Berke, 2018) oder die Schalenchemie von Tieren. Bei letzterem werden meist stabile Isotope und Spurenelemente analysiert. Besonders oft werden dafür Schalen von Mollusken und Muschelkrebsen verwendet (Holmes / De Deckker, 2012; Leng / Lewis, 2016), aber auch organische Überreste wie die Kopfkapseln von Zuckmückenlarven (Heiri u. a., 2012) kommen zum Einsatz. Dank moderner Geräte reicht oft schon eine sehr kleine Materialmenge, sodass sogar einzelne Mikrofossilien untersucht werden können. Bei Weichtieren (Mollusken) ermöglichen Mikroproben aus den Wachstumsringen der Schale sogar, jahreszeitliche Veränderungen der Umwelt zu dokumentieren.

Für die Arbeit in der Fluvialen Anthroposphäre sind Fäkal-Biomarker von besonderer Bedeutung. Diese helfen dabei, frühere Landnutzungen und Bewirtschaftungsmethoden zu rekonstruieren. Schwer abbaubare Fettstoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs (Sterole und Stanole) in Böden und Sedimenten weisen auf den Eintrag von tierischen Exkrementen hin (Zocatelli u. a., 2017) – entweder aufgrund der Haltung von Nutztieren oder der Düngung von Feldern mit Mist. Zudem lässt sich damit bestimmen, ob die Fäkalien von Pflanzen- oder Allesfressern stammen (Lauer u. a., 2014). Ein weiterer Biomarker für früheren Eintrag von Exkrementen ist das Verhältnis von Urease-Aktivität zu mikrobieller Biomasse. Urease, ein stabiles Enzym, bleibt über Jahrtausende im Boden erhalten. Hohe Werte dieses Verhältnisses in tieferen Bodenschichten deuten auf frühere Überdüngung hin (Scherer u. a., 2021).

3.3.2 Rekonstruktion der biologischen Vielfalt

Rekonstruktion der taxonomischen Vielfalt

Die Rekonstruktion der taxonomischen Vielfalt – also des Artenreichtums (Richness), der Gleichmäßigkeit (Evenness) und daraus abgeleiteter Diversitätsindizes wie dem Shannon-Wiener-Index – hat in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Der Fokus liegt dabei vor allem auf zeitlichen Skalen, die Jahrhunderte (Stevanon u. a., 2024) bis Jahrtausende (Blaus u. a., 2021; Gordon u. a., 2024) umfassen. Pollendaten ermögliche es beispielsweise, robuste räumliche Muster der Biodiversität zu rekonstruieren (Bhatta u. a., 2024).

Rekonstruktion der funktionellen Vielfalt

Die Rekonstruktion der funktionellen Vielfalt basiert auf funktionellen Merkmalen (siehe Rekonstruktion mittels funktioneller Merkmale). Durch Fossilfunde lassen sich funktionelle Merkmalszusammensetzungen von vergangenen Artengemeinschaften ableiten (Lamentowicz u. a., 2022). Quantitative Indizes wie die funktionelle Divergenz (Maß für die Nutzung ökologischer Nischen), die funktionelle Gleichheit (Ähnlichkeit der Merkmale) oder die funktionelle Dispersion (Verteilung der Merkmale im Merkmalsraum) können aus den Merkmalen der Artengemeinschaften errechnet werden (Mason u. a., 2005; Guillerme u. a., 2024). Daraus lässt sich ermitteln, wie sich die funktionelle Vielfalt über die Zeit verändert hat. Dies hilft zu verstehen, wie vergangene Ökosysteme auf Umweltveränderungen reagiert haben – ein Ansatz, der in der Geoarchäologie und Paläo-Umweltforschung allerdings noch selten genutzt wird (Xie u. a., 2024).

3.4 Empfehlungen für die Gewinnung und Nutzung historischer Biodiversitätsdaten

3.4.1 Auswahl von geeigneten Organismengruppen

Sind die Bildungsbedingungen der zu beprobenden Sedimente bereits grob bekannt und liegen konkrete Fragestellungen vor, können gezielt darin zu erwartende, geeignete Fossilgruppen ausgewählt werden, die als Umweltindikatoren dienen (Tab. 1). Unterschiedliche Organismenreste weisen je nach ursprünglichem Milieu und Sedimenttyp sehr unterschiedliche Erhaltungspotentiale auf. Grobkörnige Sedimente wie Kiese oder grobe Sande werden in bewegten Gewässern abgelagert, sodass kleine Fossilien leicht weggespült oder beschä-

digt werden. In diesen Sedimenten findet man meist nur schlecht erhaltene Makrofossilien. Feinkörnige Sedimente wie Feinsande, Schluffe oder Tone eignen sich dagegen weitaus besser für die Erhaltung von Mikrofossilien. Ein hoher Kalkgehalt begünstigt in solchen feinkörnigen Sedimenten die Erhaltung kalkhaltiger und kalziumphosphatischer Skelette, während solche aus Skelettopal oft gelöst werden. Andererseits gehen gerade die karbonatischen Skelette in an Organik reichen Sedimenten oder Quarzsanden mit niedrigen pH-Werten im Porenwasser meist durch Lösung verloren, während solche aus Skelettopal gut erhalten sind. Mikrofossilien mit Wänden aus organischem Material wie Pollen können sehr gut erhalten bleiben, wenn die mikrobielle Zersetzung eingeschränkt ist, in der Regel durch Abwesenheit von Luft oder einen niedrigen – d.h. sauren – pH-Wert.

Für die meisten Fossilgruppen ist die Unterstützung von Fachspezialisten ratsam. Eine Ausnahme bilden Weichtiere (Mollusken), zu denen leicht verständliche Literatur vorliegt, die eine recht schnelle Einarbeitung in Grundlagen ermöglicht. Für andere Gruppen ist dagegen eine langwierige Einarbeitung in die Bestimmung und systematische Einordnung der Arten nötig, zuweilen sogar der Zugang zu Vergleichssammlungen.

3.4.2 Geländearbeiten

Bei den Geländearbeiten können drei Probentypen unterschieden werden: Aufsammlungen von exponierten Oberflächen, Sedimentprofile aus Grabungsschnitten oder natürlichen Aufschlüssen, sowie Sedimentkerne. Aufsammlungen liefern meist nur qualitative Daten, da eine statistisch belastbare Stichprobe selten möglich ist. Sie können jedoch durch zusätzliche Sedimentproben von Schichtoberflächen ergänzt werden, die im Labor wie Aufschluss- oder Kernproben quantitativ ausgewertet werden. Aufschlussproben sind vorteilhaft, da sie große Probenvolumina ermöglichen und die Lagerungsverhältnisse gut erkennbar sind. Allerdings sollten verwitterte Sedimentoberflächen vor der Probenahme entfernt werden. Sedimentkerne liefern dagegen frisches Sediment, haben jedoch kleinere Probengrößen und oft unklare Lagerungsverhältnisse. Für Mikrofossilien genügen meist einige Kubikzentimeter Substrat, während für Fossilien wie Muscheln oder Samen mehrere Kubikdezimeter empfehlenswert sind. Leichte Fossilien wie viele botanische Makroreste und solche mit Hohlräumen können durch Flotation in Wasser angereichert werden – ein Verfahren, das bereits im Gelände durchgeführt werden kann (Frenzel, 2019). Entscheidend ist, dass der genaue Fundort und eine eindeutige Probennummer dokumentiert werden, um den Zusammenhang zwischen den Proben nachvollziehen zu können. Sedimentkerne und Einzelproben sollten kühl und dunkel gelagert werden, um Veränderungen zu vermeiden. Bei Proben, die für sedaDNA-Analysen vorgesehen wird, sollten die Proben unter sterilen Bedingungen gezogen und sofort gekühlt werden.

3.4.3 Laborarbeiten und Datenanalysen

Im Labor ist neben der Art des Skelettmaterials auch die Größe der Fossilien (Tab. 1) entscheidend für die Auswahl der Aufbereitungs- und Analysemethoden. In der Regel werden die Fossilien zunächst durch Sieben angereichert. Standardsiebgrößen in der Mikropaläontologie liegen bei 63 µm, 125 µm, 200 µm sowie 1 mm oder 2 mm. Die Siebrückstände, die sowohl karbonatische als auch silikatische Mikrofossilien in der Sandfraktion (63 µm bis 2 mm) enthalten, werden getrocknet und können danach dauerhaft in Röhrchen aufbewahrt werden. Anschließend erfolgt die Untersuchung unter einem Stereoauflichtmikroskop, bei der die einzelnen Arten oder Taxa bestimmt und die Anzahl der Individuen gezählt werden. Diese Zähldaten bilden die Grundlage für spätere statistische Analysen. Oft bietet es sich an, dabei auch andere Bestandteile des Sediments zu dokumentieren, etwa anthropogene Rückstände wie Holzkohle, Ziegelbruch oder Schlacke. Für viele organische Organismenresten empfiehlt sich die Aufbewahrung in Wasser oder in einem anderen Medium, um ein Austrocknen zu verhindern. Für spezielle Fossiliengruppen wie Pollen und Kieselalgen gibt es Fachleuten entwickelte Aufbereitungsmethoden, die quantitative Untersuchungen bereits an sehr kleinen Probenmengen erlauben.

Die gewonnenen quantitativen Daten können entweder als Abundanzen (Mengen pro Volumeneinheit) oder als prozentuale Anteile dargestellt werden. Eine allgemein gebräuchliche Menge einer Zählung sind 300 Individuen, wodurch Arten mit Anteilen ab etwa 2% sicher nachgewiesen werden können. Prozentuale Anteile sind in der Regel aussagekräftiger, da sie Schwankungen der Sedimentationsrate weniger stark widerspiegeln. Diese relativen Häufigkeiten werden meist in Diagrammen zusammen mit Informationen zur Zusammensetzung der Sedimentschichten und dem Altersmodell des Profils dargestellt. Da solche Diagramme bei vielen Taxa sehr komplex werden können, empfiehlt sich eine Vereinfachung mit multivariaten Analysemethoden. Clusteranalysen erlauben eine objektive Untergliederung eines Profils anhand der Fossilienverteilung, während Hauptkomponentenanalysen helfen, die wichtigsten Einflussfaktoren zu identifizieren und vereinfacht darzustellen. Hierfür stehen zahlreiche Computerprogramme zur Verfügung, wobei das kostenlose Programmpaket PAST (Hammer / Harper, 2010) für den Einstieg geeignet ist. Die paläoökologische Interpretation der Organismenverteilungen erfolgt unter Berücksichtigung taphonomischer Beobachtungen anhand der in Abschnitt 3.3.1 beschriebenen Methoden.

3.4.4 Rekonstruktion der Fluvialen Anthroposphäre

Multi-Methoden-Ansätze

Da jede Rekonstruktionsmethode ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweist, ermöglicht die Kombination mehrerer Ansätze eine Kreuzvalidierung der Ergebnisse und eine Abschwächung der jeweiligen Einschränkungen. Während beispielsweise Transferfunktionen präzise quantitative Schätzungen liefern, können ökologische Zeigerwerte ergänzende Einblicke in feinskalige Umweltgradienten bieten. Außerdem kann die Limitierung der beiden genannten Einsätze auf einen oder wenige Umweltfaktoren zu Fehlinterpretationen führen. Daher sollten mehrere Ansätze in einem Multi-Methoden-Ansatz kombiniert werden (Juggins / Birks 2012; Birks, 2020). Beispiele für solche Multi-Methoden-Ansätze aus der Fluvialen Anthroposphäre zeigen van Zon u. a. (2025) sowie **Box 1**. Zur Rekonstruktion des menschlichen Einflusses in menschlich überprägten Flussauen arbeiten Forschende der Biowissenschaften idealerweise mit Forschenden anderer Disziplinen zusammen und kombinieren Bioindikatoren zum Beispiel mit historischen Quellen und/ oder archäologischen Funden (Werther u. a., 2021). Welche Herangehensweisen dafür in Frage kommen, zeigen die anderen Beiträge in diesem Band.

Box 1. Beispiel für einen Multi-Methoden-Ansatz

Im Binnendelta der Unteren Havel entsteht durch die Kombination verschiedener Methoden ein umfassendes Bild vergangener Umweltbedingungen. Historische Vegetationsaufnahmen und eine Vegetationskarte aus den frühen 1990er Jahren (Burkart, 1998) zeigen drei klar voneinander abgrenzbare Vegetationszonen entlang eines sanften Höhengradienten (Abb. 1a). Auf Basis von Ellenberg-Zeigerwerten (Ellenberg / Leuschner, 2010) lassen sich für die damaligen Pflanzengemeinschaften durchschnittliche Feuchtezahlen berechnen. Geophysikalische Messungen (Abb. 1b) liefern Hinweise auf Bodenart, Humusgehalt und Bodenfeuchte; mit Sedimentbohrungen werden diese Ergebnisse überprüft. Die Kombination geophysikalischer, geomorphologischer und vegetationsökologischer Daten ermöglicht die Rekonstruktion der Überflutungsverhältnisse und weiterer auenökologischer Bedingungen. Es lassen sich drei Habitattypen unterscheiden: regelmäßig überflutete Röhrichte in tiefen Lagen, sporadisch überflutete Auwiesen in mittleren Höhen und Trockenrasen in den höheren Bereichen. Pollenanalysen (Abb. 1a,c) in Verbindung mit ökologischen Daten erlauben zudem Rückschlüsse auf Umweltbedingungen über historische und prähistorische Zeiträume hinweg.

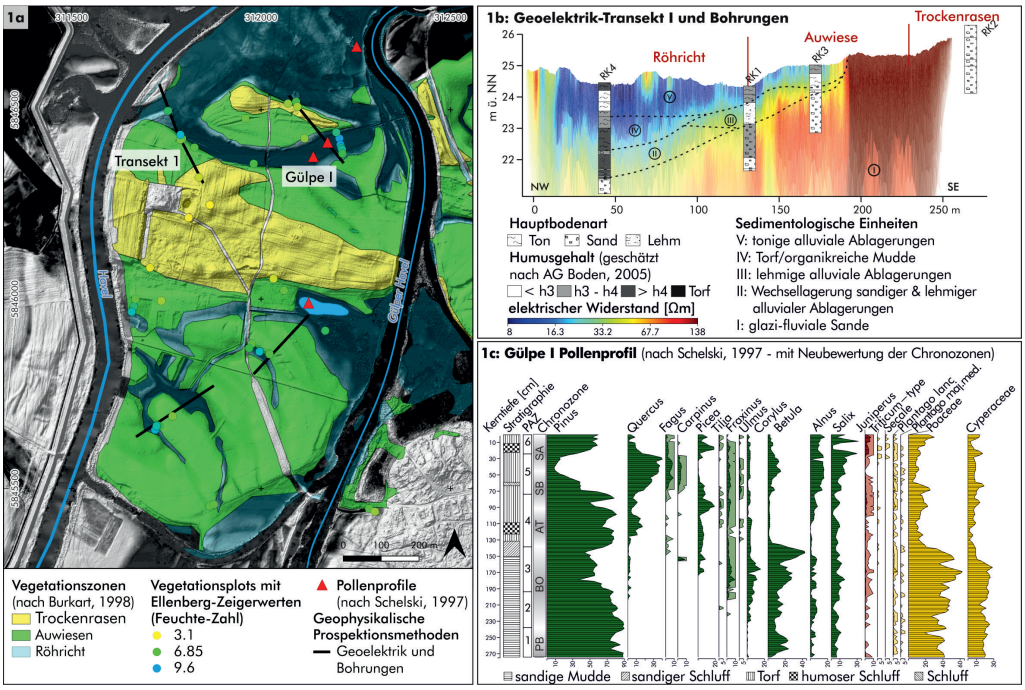


Abb. 1: **Illustration einer interdisziplinären Rekonstruktion der Vegetations- und Bodeneigenschaften in einem Binnendelta der Unteren Havel.** Vegetationszonen und Ellenberg-Feuchtewerte von historischen Vegetationsplots (1a) ermöglichen Rückschlüsse auf frühere Standorteigenschaften der Pflanzen. Ergänzende geoelektrische Messungen und Bohrtransekte ermöglichen ihre fächerübergreifende Interpretation (in diesem Band: Pejdanović u. a., Böden, Sedimente und ihr 4D-Potenzial). Geoelektrische Daten (1b) zeigen, dass die Vegetationszonen – Trockenrasen, Auwiesen und Röhricht – räumlich eng mit geoelektrischen Zonen verknüpft sind, die unterschiedliche Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse aufweisen. Ergänzt werden diese Arbeiten durch die Analyse von Pollenprofilen (1c). Ein existierendes Profil wurde vollständig digitalisiert und dient als Grundlage für zwingend erforderliche zeitliche Neukalibrierung und die Auswertung mittels ökologischer Attribute und funktioneller Merkmale. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Multi-Proxy-Ansätze

Ein Multi-Proxy-Ansatz bedeutet, dass mehrere Indikatoren kombiniert werden, um ein vollständigeres Bild der Vergangenheit zu erhalten. Durch den Vergleich verschiedener Informationsquellen lassen sich Gemeinsamkeiten und Besonderheiten besser erkennen, wodurch die Aussagekraft der Ergebnisse steigt (Birks, 2014; Frenzel, 2019). Für Artengemeinschaften ist dies etwa mit einer Ko-Korrespondenzanalyse möglich, die zwei Gemeinschaftstypen (z. B. Pflanzen- und Tiergemeinschaften) in Beziehung setzt (ter Braak / Schaffers, 2004). Auch der Abgleich organismischer mit sedimentologischen oder geochemischen Daten gehört hierzu. Eine gute Kombination ist z. B. die von Fäkal-Biomarkern und sedaDNA zur Rekonstruktion von Viehwirtschaft (Fiedler u. a., 2025). Ein Beispiel aus der Fluvialen Anthroposphäre zeigt **Box 2**.

Box 2: Beispiel für einen Multi-Proxy-Ansatz

In der Eger-Aue in Bayern rekonstruieren Forschende die Umweltveränderungen anhand eines Sedimentprofils mit einem Multi-Proxy-Ansatz (Abb. 2). Korngrößenverteilung (Textur) und fossile Reste geben Hinweise auf frühere Fließverhältnisse. Feinkörnige Sedimente wie Schluff und Ton deuten auf langsame Strömung hin. Fossilien von Wasser- und Landlebewesen spiegeln damaligen Umweltbedingungen im Gewässer und im Umland wider. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) zeigt frühere Produktivität und Bodenbildung, muss aber wegen möglichem Transport mit feinem Material im Zusammenhang mit der Korngröße bewertet werden. Auch Schwermetallgehalte korrelieren mit der Korngröße; ihr Ursprung –natürlich oder menschlich – wird durch den Vergleich mit regionalen Referenzwerten ermittelt.

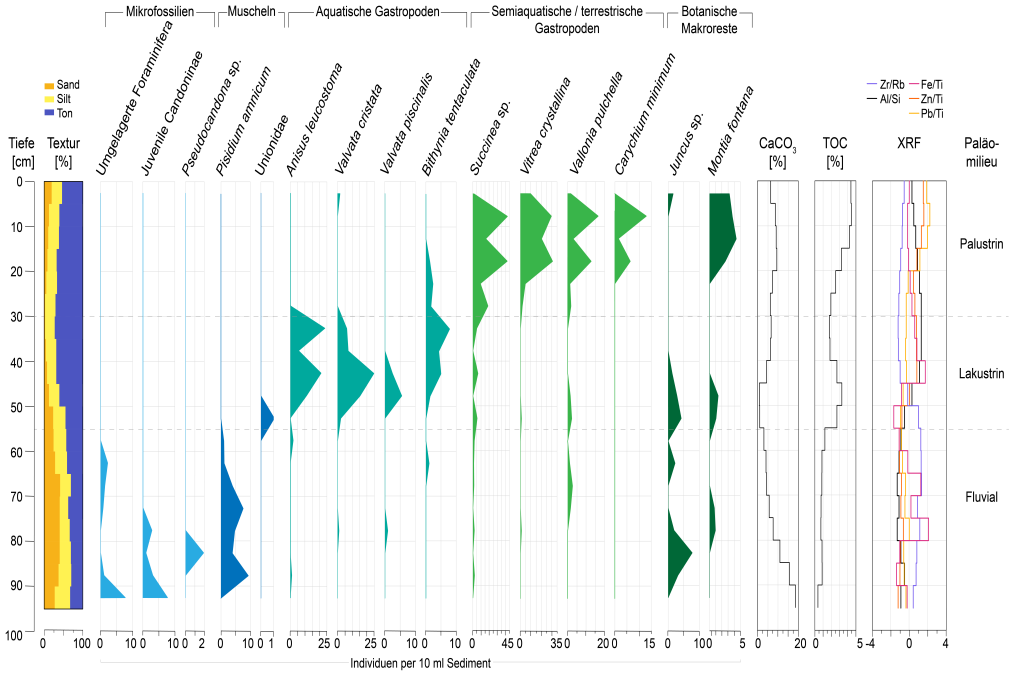


Abb.2: Paläontologische und sedimentologische Daten eines Profils aus der Eger-Aue bei Nördlingen. Drei Entwicklungsphasen lassen sich erkennen: Zunächst ein Fließgewässer (‚fluvial') mit Erbsenmuscheln (*Pisidium amnicum*), Muschelkrebsen (Candoninae) und auf Erosion hinweisenden Kammerlingen (Foraminifera), dann ein stehendes Gewässer (‚lakustrin') mit der Dominanz von Wasserschnecken (‚aquatische Gastropoden') und schließlich ein Sumpf (‚palustrin') mit vorherrschenden Landschnecken (Gastropoden). Die obersten 15 cm des Sediments sind durch eine Zunahme der Anteile von Blei (Pb) und Zink (Zn) gekennzeichnet; diese wurden durch Röntgenfluoreszenz (XRF) nachgewiesen und sind typische Elemente, die auf Umweltverschmutzung hinweisen. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

3.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Illustration einer interdisziplinären Rekonstruktion der Vegetations- und Bodeneigenschaften in einem Binnendelta der Unteren Havel. Vegetationszonen und Ellenberg-Feuchtewerte von historischen Vegetationsplots (1a) ermöglichen Rückschlüsse auf frühere Standorteigenschaften der Pflanzen. Ergänzende geophysikalische Messungen (Electrical resistivity tomography – ERT) und Bohrtransekte ermöglichen ihre fächerübergreifende Interpretation (siehe in diesem Band: Pejdanović u. a., Böden, Sedimente und ihr 4D-Potenzial). ERT-Daten (1b) zeigen, dass die Vegetationszonen – Trockenrasen, Auwiesen und Röhricht – räumlich eng mit geoelektrischen Zonen verknüpft sind, die unterschiedliche Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse aufweisen. Ergänzt werden diese Arbeiten durch die Analyse von Pollenprofilen (1c). Ein existierendes Profil wurde vollständig digitalisiert und dient als Grundlage für zeitliche Neukalibrierungen und die Auswertung mittels ökologischer Attribute und funktioneller Merkmale. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Paläontologische und sedimentologische Daten eines Profils aus der Eger-Aue bei Nördlingen. Es lassen sich drei Entwicklungsphasen erkennen: Zunächst ein Fließgewässer mit typischen Erbsenmuscheln (Pisidium amnicum), Muschelkrebsen und auf Erosion hinweisende Foraminiferen, dann ein stehendes Gewässer mit der Dominanz von Wasserschnecken und schließlich ein Sumpf mit vorherrschenden terrestrischen Schnecken. Die obersten 15 cm des Sediments sind durch eine Zunahme der relativen Anteile von Blei und Zink gekennzeichnet. Diese sind, typische Elemente anthropogener Verschmutzung, die durch Röntgenfluoreszenz (XRF) nachgewiesen wurden. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Tab. 1: Überblick über Schlüsselkriterien der Organismengruppen (Taxa), die als Bioindikatoren in der Paläo-Umweltforschung genutzt werden. Urheber: Autoren dieses Artikels, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Adler, Sven / Hübener, Thomas (2007): Spatial variability of diatom assemblages in surface lake sediments and its implications for transfer functions, in: Journal of Paleolimnology 37, S. 573-590, DOI: https://doi.org/10.1007/s10933-006-9054-1.

Berke, Melissa A. (2018): Reconstructing terrestrial paleoenvironments using sedimentary organic biomarkers, in: Darin A. Croft u. a. (Hg.): Methods in paleoecology: Reconstructing Cenozoic terrestrial environments and ecological communities, Cham, S. 121-149, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94265-0_8.

Bhatta, Kuber P. u. a. (2024): Fossil pollen data can reconstruct robust spatial patterns of biodiversity in the past, in: Review of Palaeobotany and Palynology 330, 105175, DOI: https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2024.105175.

Birks, Harry John Betteley (2012): Overview of numerical methods in palaeolimnology, in: Harry John Betteley Birks u. a. (Hg.): Tracking environmental change using lake sediments, Bd. 5: Data handling and numerical techniques (Developments in Paleoenvironmental Research 5), Dordrecht, S. 19-92.

Birks, Harry John Betteley (2014): Challenges in the presentation and analysis of plant-macrofossil stratigraphical data, in: Vegetation History and Archaeobotany 23 (3), S. 309-330, DOI: https://doi.org/10.1007/s00334-013-0430-2.

Birks, Harry John Betteley (2020): Reflections on the use of ecological attributes and traits in quaternary botany, in: Frontiers in Ecology and Evolution 8, 166, DOI: https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00166.

Blaus, Ansis u. a. (2021): Mire plant diversity change over the last 10,000 years: Importance of isostatic land uplift, climate and local conditions, in: Journal of Ecology 109 (10), S. 3634-3651, DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2745.13742.

Boch, Steffen u. a. (2019): Mean indicator values suggest decreasing habitat quality in Swiss dry grasslands and are robust to relocation error, in: Tuexenia 39, S. 315-334, DOI: http://dx.doi.org/10.14471/2019.39.010.

Brown, Antony G. u. a. (2025): The sedaDNA revolution and archaeology: Progress, challenges, and a research agenda, in: Journal of Archaeological Science 174, 106132, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jas.2024.106132.

Brown, Kerry A. u. a. (2023): Trait-based approaches as ecological time machines: Developing tools for reconstructing long-term variation in ecosystems, in: Functional Ecology 37, S. 2552-2569, DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2435.14415.

Burkart, Michael (1998): Die Grünlandvegetation der unteren Havelaue in synökologischer und syntaxonomischer Sicht (Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen 7) (Diss. Potsdam 1998), Wiehl.

Deckers, Katleen (2022): Anthrakologie (Holzkohlenanalyse), in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 307-312.

Díaz, Sandra / Cabido, Marcelo (2001): Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes, in: Trends in Ecology & Evolution 16, S. 646-655, DOI: https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02283-2.

Díaz, Sandra u. a. (2016): The global spectrum of plant form and function, in: Nature 529, S. 167-171, DOI: https://doi.org/10.1038/nature16489.

Eggermont, Hilde / Heiri, Oliver (2012): The chironomid-temperature relationship: expression in nature and palaeoenvironmental implications, in: Biological Reviews 87, S. 430-456, DOI: https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00206.x.

Ellenberg, Heinz / Leuschner, Christoph (2010): Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas, in: Heinz Ellenberg / Christoph Leuschner (Hg.): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (UTB 8104), 6. Aufl. Stuttgart.

Ellenberg, Heinz u. a. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (Scripta Geobotanica 18), Göttingen.

Fiedler, Sabine u. a. (2025): Fecal lipid markers in tandem with ancient sedimentary DNA as a tool for tracing past livestock farming from soils and sediments, in: Frontiers in Environmental Archaeology 4, 1544307, DOI: https://doi.org/10.3389/fearc.2025.1544307.

Flammer, Patrik. G. u. a. (2020): Epidemiological insights from a large-scale investigation of intestinal helminths in Medieval Europe, in: PLOS Neglected Tropical Diseases 14 (8), e0008600, DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008600.

Francis, Donna R. (2001): Bryozoan statoblasts, in: John P. Smol u. a. (Hg.): Tracking environmental change using lake sediments, Bd. 4: zoological indicators (Developments in Paleoenvironmental Research 4), Dordrecht, S. 105-123.

Frenzel, Peter (2019): Fossils of the southern Baltic Sea as palaeoenvironmental indicators in multi-proxy studies, in: Quaternary International 511, S. 6-21, DOI: https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.014.

Fritzsch, Dagmar u. a. (2022): Phytolithe, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.). Geoarchäololgie, Berlin u. a., S. 329-331.

Funk, Jennifer L. u. a. (2017): Revisiting the Holy Grail: using plant functional traits to understand ecological processes, in: Biological Reviews 92, S. 1156-1173, DOI: https://doi.org/10.1111/brv.12275.

Fyfe, Ralph M. u. a. (2015): From forest to farmland: pollen-inferred land cover change across Europe using the pseudobiomization approach, in: Global Change Biology 21, S. 1197-1212, DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.12776.

Gandouin, Emmanuel u. a. (2005): Chironomids (Diptera) in river floodplains: their status and potential use for palaeoenvironmental reconstruction purposes, in: Archiv fur Hydrobiologie 162 (4), S. 511-534, DOI: http://dx.doi.org/10.1127/0003-9136/2005/0162-0511.

Glöer, Peter (2020): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Muscheln und Schnecken im Süßwasser der Bundesrepublik Deutschland, 16. Aufl., Göttingen.

Gordon, Jonathan D. u. a. (2024): Floristic diversity and its relationships with human land use varied regionally during the Holocene, in: Nature Ecology & Evolution 8, S. 1459-1471, DOI: https://doi.org/10.1038/s41559-024-02457-x.

Guillerme, Thomas u. a. (2024): The what, how and why of trait-based analyses in ecology, in: bioRxiv 2024.06.05.597559, DOI: https://doi.org/10.1101/2024.06.05.597559.

Häberle, Simone u. a. (2015): Fischknochen als Indikatoren für Gewässerzustand und menschliche Fischselektion. Eine zusammenfassende Auswertung mittelalterlicher und neuzeitlicher Fischreste aus dem Rheineinzugsgebiet der Schweiz, in: Archäologisches Korrespondenzblatt 45 (3), S. 417-437,
DOI: https://doi.org/10.11588/ak.2015.3.34703.

Halbritter, Heidemarie u. a. (2018): Illustrated Pollen Terminology, Cham, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6.

Heiri, Oliver u. a. (2012): Stable isotopic analysis of fossil chironomids as an approach to environmental reconstruction: state of development and future challenges, in: Fauna Norvegica 31, S. 7-18, DOI: https://doi.org/10.5324/fn.v31i0.1436.

Hoevers, Renske u. a. (2024): Holocene geoecohydrological floodplain dynamics in NE Belgium: regional drivers of local change, in: Journal of Quaternary Science 39 (5), S. 781-800, DOI: https://doi.org/10.1002/jqs.3621.

Holmes, Jonathan A. / Deckker, Patrick De (2012): The chemical composition of ostracod shells: applications in Quaternary palaeoclimatology, in: David J. Horne u. a. (Hg.): Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change (Developments in Quaternary

Sciences 17), Amsterdam, S. 131-143, DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53636-5.00008-1.

Jandt, Ute u. a. (2022): ReSurveyGermany: Vegetation-plot time-series over the past hundred years in Germany, in: Scientific Data 9 (1), 631, DOI: http://dx.doi.org/10.1038/s41597-022-01688-6.

Juggins, Steve / Birks, Harry John Betteley (2012): Quantitative environmental reconstructions from biological data, in: Harry John Betteley Birks u. a. (Hg.):. Tracking environmental change using lake sediments, Bd. 5: Data handling and numerical techniques (Developments in Paleoenvironmental Research 5), Dordrecht, S. 431-494.

Kapfer, Jutta u. a. (2017): Resurveying historical vegetation data – opportunities and challenges, in: Applied Vegetation Science 20 (2), S. 164-171, DOI: http://dx.doi.org/10.1111/avsc.12269.

Kerney, Michael P. u. a. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde, Hamburg.

Korhola, Atte / Rautio, Milla (2001): Cladocera and other branchiopod crustaceans, in: John P. Smol u. a. (Hg.): Tracking environmental change using lake sediments, Bd. 4: zoological indicators (Developments in Paleoenvironmental Research 4), Dordrecht, S. 5-41, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/0-306-47671-1_2.

Kumke, Thomas u. a. (2004): Transfer functions for paleoclimate reconstructions — theory and methods, in: Hubertus Fischer u. a. (Hg.): The Climate in Historical Times. Towards a synthesis of Holocene proxy data and climate models (GKSS School of Environmental Research), Berlin u. a., S. 229-243.

Lamentowicz, Mariusz u. a. (2022): Functional traits as indicators of past environmental changes, in: Frontiers in Ecology and Evolution 9, 827743, DOI: http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2021.827743.

Lauer, Franziska u. a. (2014): Organic fertilization and sufficient nutrient status in prehistoric agriculture? – Indications from multi-proxy analyses of archaeological topsoil relicts, in: PLoS ONE 9 (9), e106244, DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106244.

Lenders, H. J. R. u. a. (2016): Historical rise of waterpower initiated the collapse of salmon stocks, in: Scientific Reports 6, 29269, DOI: https://doi.org/10.1038/srep29269.

Leng, Melanie J. / Lewis, Jonathan P. (2016): Oxygen isotopes in Molluscan shell: applications in environmental archaeology, in: Environmental archaeology 21 (3), S. 295-306, DOI: https://doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000048.

Lobo, Eduardo A. u. a. (2016): Diatoms as bioindicators in rivers, in: Orlando Necchi Jr. (Hg.): River algae, Cham, S. 245-271, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-31984-1_11.

Lowe, J. John / Walker, Michael (2014): Reconstructing quaternary environments, 3. Aufl., London u. a.

Mason, Norman W. H. u. a. (2005): Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity, in: Oikos 111 (1), S. 112-118, DOI: https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x.

Meisch, Claude (2000): Freshwater Ostracoda of western and central Europe (Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/3), Heidelberg u. a.

Mitchell, Edward A. D. u. a. (2008): Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: past, present and future, in: Biodiversity and Conservation 17, S. 2115-2137, DOI: https://doi.org/10.1007/s10531-007-9221-3.

Mitchell, Piers D. (2024): Ancient parasite analysis: Exploring infectious diseases in past societies, in: Journal of Archaeological Science 170, 106067, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jas.2024.106067.

Mortensen, Morten Fischer u. a. (2011): Lateglacial vegetation development in Denmark–New evidence based on macrofossils and pollen from Slotseng, a small-scale site in southern Jutland, in: Quaternary Science Reviews 30 (19-20), S. 2534-2550, DOI: https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.04.018.

Pint, Anna u. a. (2012): Distribution of Cyprideis torosa (Ostracoda) in Quaternary athalassic sediments in Germany and its application for palaeoecological reconstructions, in: International Review of Hydrobiology 97 (4), S. 330-355, DOI: https://doi.org/10.1002/iroh.201111495.

Pronzato, Roberto u. a. (2017): Fossil freshwater sponges: taxonomy, geographic distribution, and critical review, in: Acta Palaeontologica Polonica 62 (3), S. 468-495, DOI: https://doi.org/10.4202/app.00354.2017.

Quante, Ella u. a. (2022): Nonmarine Ostracoda as proxies in (geo-) archaeology — A review, in: Geoarchaeology 37 (5), S. 711-732, DOI: https://doi.org/10.1002/gea.21912.

Riehl, Simone (2022): Archäobotanische Makroreste, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie. Berlin u. a., S. 306-307.

Roche, Kévin u. a. (2020): Ancient parasites from a peat bog: New insights into animal presence and husbandry in Crete over the past 2000 years, in: The Holocene 30 (9), S. 1243-1253, DOI: https://doi.org/10.1177/0959683620919984.

Ruddiman, William (2017): Geographic evidence of the early anthropogenic hypothesis, in: Anthropocene 20, S. 4-14, DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ancene.2017.11.003.

Schelski, Anke (1997): Untersuchungen zur holozänen Vegetationsgeschichte an der unteren Havel, Diss. Potsdam.

Scherer, Sascha u. a. (2021): Middle Bronze Age land use practices in the northwestern Alpine foreland – a multi-proxy study of colluvial deposits, archaeological features and peat bogs, in: Soil 7 (1), S. 269-304. DOI: https://doi.org/10.5194/soil-7-269-2021.

Schön, Marcel (2024): Elemente der Fluvialen Anthroposphäre im Echaztal bei Reutlingen, in: Mittelalter. Interdisziplinäre Forschung und Rezeptionsgeschichte 7, S. 31-35, DOI: https://doi.org/10.58079/121vl.

Shoda, Shinya u. a. (2024): Archaeobotany: Microscopic and Molecular Techniques, in: Efthymia Nikita / Thilo Rehren (Hg.): Encyclopedia of Archaeology, 2. Aufl., London u. a., S. 708-716, DOI: http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-90799-6.00083-5.

Solhøy, Torstein (2001): Oribatid Mites, in: John. P. Smol u. a. (Hg.): Tracking environmental change using lake sediments, Bd. 4: zoological indicators (Developments in Paleoenvironmental Research 4), Dordrecht, S. 81-104.

Stevanon, Philipp u. a. (2024): Vegetation changes since the late Middle Ages around Bern, Switzerland, in: Vegetation History and Archaeobotany 33 (6), S. 753-768, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00334-024-00985-x.

Stevenson, R. Jan u. a. (2010): Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms, in: John P. Smol / Eugene F. Stoermer (Hg.): The diatoms: applications for the environmental and earth sciences, 2. Aufl., Cambridge, S. 57-85, DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511763175.005.

ter Braak, Cajo J. F. / Schaffers, André P. (2004): Co-correspondence analysis: a new ordination method to relate two community compositions, in: Ecology 85 (3), S. 834-846, DOI: http://dx.doi.org/10.1890/03-0021.

Tichý, Lubomir u. a. (2023): Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species, in: Journal of Vegetation Science 34 (1), e13168, DOI: http://dx.doi.org/10.1111/\jvs.13168.

Tinapp, Christian u. a. (2019): Holocene floodplain evolution in a central European loess landscape–geoarchaeological investigations of the lower Pleiße valley in NW Saxony,

in: E&G Quaternary Science Journal 68, S. 95-105, DOI: https://doi.org/10.5194/egqsj-68-95-2019.

van Zon, Marleen u. a. (2025): Holocene floodplain transformation through catchment-scale human-environment interactions: an interdisciplinary case study of the Gete Catchment (Belgium), in: Geoarchaeology 40 (1), e22026, DOI: https://doi.org/10.1002/\gea.22026.

Werther, Lukas u. a. (2021): On the Way to the Fluvial Anthroposphere—Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research, in: Water 13 (16), 2188, DOI: https://dx.doi.org/10.3390/w13162188.

Westoby, Mark (2025): Trait-based ecology, trait-free ecology, and in between, in: New Phytologist 245 (1), S. 33-39, DOI: https://doi.org/10.1111/nph.20197.

Williams, John W. / Jackson, Stephen T. (2007): Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises, in: Frontiers in Ecology and the Environment 5 (9), S. 475-482, DOI: https://doi.org/10.1890/070037.

Williams, John W. u. a. (2023): Strengthening global-change science by integrating aeDNA with paleoecoinformatics, in: Trends in Ecology & Evolution 38 (10), S. 946-960, DOI: https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.04.016.

Wolter, Christian (2015): Historic catches, abundance, and decline of Atlantic salmon *Salmo salar* in the River Elbe, in: Aquatic Sciences 77 (3), S. 367-380, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00027-014-0372-5.

Xie, Siqi u. a. (2024): Modern pollen–plant diversity relationships for reliable pollen-based reconstruction of past plant taxonomic and functional diversity: A case study in southwest Shandong, China, in: Ecological Indicators 167, 112739, DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112739.

Zocatelli, Renata u. a. (2017): Fecal biomarker imprints as indicators of past human land uses: Source distinction and preservation potential in archaeological and natural archives, in: Journal of Archaeological Science 81, S. 79-89, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.03.010.

Einsichten in die Fluviale Anthroposphäre durch die Historische Klimatologie

Michael Kahle, Rüdiger Glaser

4.1 Einführung

Das Verständnis um die Dynamik von Flusslandschaften bleibt ohne die Kenntnisse um das Klima, die Witterung und den Abfluss in den Einzugsgebieten unvollständig. Neben dem durchschnittlichen Verlauf mit den saisonalen Akzentuierungen in Mitteleuropa sind v.a. die Extreme für die Ausgestaltung und Entwicklung von Flusslandschaften prägend.

Hochwasserereignisse, wie die verheerenden Überschwemmungen der letzten Jahre zeigen, verändern durch das Wechselspiel von Erosion und Akkumulation die morphologische Struktur der Flussaue und beeinflussen die Flora und Fauna in den Flusslandschaften. Sie wirken sich v.a. auch auf angrenzende Bauwerke und die Infrastruktur aus. Insbesondere waren und sind davon die ufernahen und wasserbezogenen Einrichtungen wie Brücken, Mühlen, Treidelpfade und Wehre betroffen. Extreme Ereignisse brachten Teile von Stadtmauern zum Einsturz, zerstörten Hafeneinrichtungen, Anlegestellen sowie auch Schiffe und Boote. Teile von Bewehrungen und Schutzbauten wie Dämme wurden ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen. Darüber hinaus verwüsteten Hochwasserereignisse ufernahe Wiesen, Weiden und Felder sowie Gartenanlagen, indem sie sie mit Sedimenten wie Kies, Sand und Schlamm bedeckten, aber auch zum Teil erodierten. Auch Transport und Mobilität wurden beeinträchtigt, da Schifffahrt, Flößerei und Treideln bei hohen Wasserständen eingestellt werden mussten (Kahle / Glaser, 2025). Das Verschlammen von Brunnen sowie das Zerstören von Teichen sind weitere Facetten.

Starkregenereignisse sind eine weitere Facette, die sich meist lokal begrenzt auswirken und kurzfristig auftreten. Durch intensive Niederschläge in kurzer Zeit kommt es zu einem schnellen, aber starken Anschwellen von Gewässern sowie zu einem starken Oberflächenab-

Kahle, Michael / Glaser, Rüdiger (2025): Einsichten in die Fluviale Anthroposphäre durch die Historische Klimatologie, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 62-76, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030104, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

fluss v.a. an Hängen, das meist auch wieder rasch zurückgeht. In dem betroffenen Gebiet, das anders als bei Hochwasserereignissen kleinräumiger ist, können Starkregenereignisse zu schweren Folgen führen. Dazu zählen Erosion und v.a. auch Rutschungen sowie entsprechende Sedimentation (Ablagerung von mitgeführtem Material). **Langanhaltende Dauerregen** haben ebenfalls einen starken Einfluss auf Umwelt und Gesellschaft. Sie führen zu hohen Wasserständen in den Gewässern, intensiveren Quellschüttungen und zu hohen Grundwasser- und Brunnenständen. Großräumige Vernässungen auf den Anbauflächen gefährden die Feldfrüchte und erschweren die Bearbeitung. Langanhaltender Dauerregen durchweicht die Oberböden und Sedimentschichten und macht sie damit erosionsanfälliger. Grundsätzlich ist der Oberflächenabfluss erhöht. Auch **Trockenperioden** hatten erhebliche Auswirkungen auf die Flusslandschaften. Niedrige Wasserstände beeinflussen die Mobilität und Nutzbarkeit des Flusses. Die Schifffahrt wurde behindert und damit der Handel beeinträchtigt. Mühlen konnten nicht betrieben werden, was die Nahrungsmittelsicherheit gefährdete. Oft war in Niedrigwasserperioden die Wasserqualität beeinträchtigt, was zu Algenblüten, Fischsterben sowie auch zu Problemen mit der Trinkwasserversorgung und Bewässerung führte. Recht häufig war die Folge Hunger und der Ausbruch von Krankheiten, wie es auch in den Wirkpfaden, in denen die Kausalzusammenhänge und Kaskadeneffekte dargestellt sind, von Dürren zum Ausdruck kommt (Erfurt u. a., 2019).

Eine weitere Facette ist das **Überfrieren** der Gewässer im Winter. Neben der Einstellung der Schifffahrt und Beeinträchtigungen der Wasserverfügbarkeit – meist war der Niederschlag durch Schnee und Eis gebunden, was sich in niedrigen Brunnenständen bemerkbar machte – hatte das Durchfrieren bis auf den Grund auch ökologische Folgen, wie z.B. Fischsterben. Besonders gefürchtet war der oft damit verbundene **Eisgang**, also das Treiben von Eisschollen auf den Flüssen, das zu besonders katastrophalen Hochwasserereignissen führte.

Nicht nur das singuläre Auftreten dieser Ereignisse, sondern v.a. auch ihr abrupter Wechsel hatte weitreichende Konsequenzen, wenn etwa auf ein nasses Jahr eine Dürre folgte, oder sich Dürren über mehrere Jahre zu ausgesprochenen Dürreperioden aufschaukelten. **Langfristige Klimaphasen** wie die Kleine Eiszeit zwischen 1350 und 1850 verstärken diese Wetter- und Klimamuster noch. Während dieser Phase froren die Flüsse im Winter häufiger und länger zu, was sich sowohl auf die Ökologie als auch auf die Mobilität auswirkte. Während Schiffe nicht fuhren, wurden Eisbahnen angelegt und Waren auf Schlitten über zugefrorene Flüsse transportiert. Der Stillstand von Mühlen in kalten Wintern durch das Einfrieren der Zuleitungen, Mühlteiche und Gewässer allgemein stellte wiederum ein Problem für die Ernährungssicherheit dar (Glaser u. a., 2020). In der Historischen Klimatologie werden derartige vergangene Klimabedingungen, Prozesse, Konsequenzen und Reaktionen anhand einer Vielzahl von Quellen rekonstruiert. Diese Quellen können auch Aufschluss über gesellschaftliche Wahrnehmungen, Interpretationen und Erfahrungen geben (Mauelshagen, 2010, 36-59; White u. a., 2018). Um die Zukunft des Klimas zu verstehen, benötigen wir Vergleiche und Maßstäbe aus der Vergangenheit. Offizielle instrumentelle Messdaten aus Deutschland, die seit 1881 verfügbar sind, und frühe, weniger präzise instrumentelle Daten seit 1750 bieten eine Brücke zur modernen Ära. Die ersten systematischen Pegeldaten wurden im 18. Jahrhundert erfasst (Pötzsch, 1784).

4.2 Quellenschilderung

Für die klimatischen Analysen kann auf ein breites Spektrum von **Quellen** zurückgegriffen werden. Dazu zählen etwa Stadtchroniken, Annalen, Wettertagebücher, Flugschriften und Zeitungen, aber auch bildhafte Darstellungen wie Druckgrafiken, Stiche, Karten und Gemälde genauso wie physikalische Artefakte wie beispielsweise Hochwassermarken und Hungersteine (Glaser, 2013, 13ff; Riemann u. a., 2015).

Die **Autoren** von Textquellen waren typischerweise Mitglieder der intellektuellen Elite, die des Schreibens und Lesens kundig waren. Diese wirkten als Kleriker in Klöstern und an adligen Höfen oder als Stadtschreiber in Städten. Viele dieser Quellen, die oft in Latein oder auf Frühneuhochdeutsch verfasst wurden, sind in der Monumenta Germaniae Historica (MGH) und den Chroniken Deutscher Städte (CDS) ediert und mittlerweile digital zugänglich.

Die Bestimmung der Autoren, Hintergründe und Kontexte der Quellen, die für ihre Auswertung von Bedeutung ist, ist für den kritischen Umgang mit den Quellen erforderlich (Glaser, 2013, 29ff.).Sie ist oft eine Herausforderung, die auch aufgrund von Archivverlusten, insbesondere durch Kriege, erschwert wird. Einige **Kompilatoren** moderner

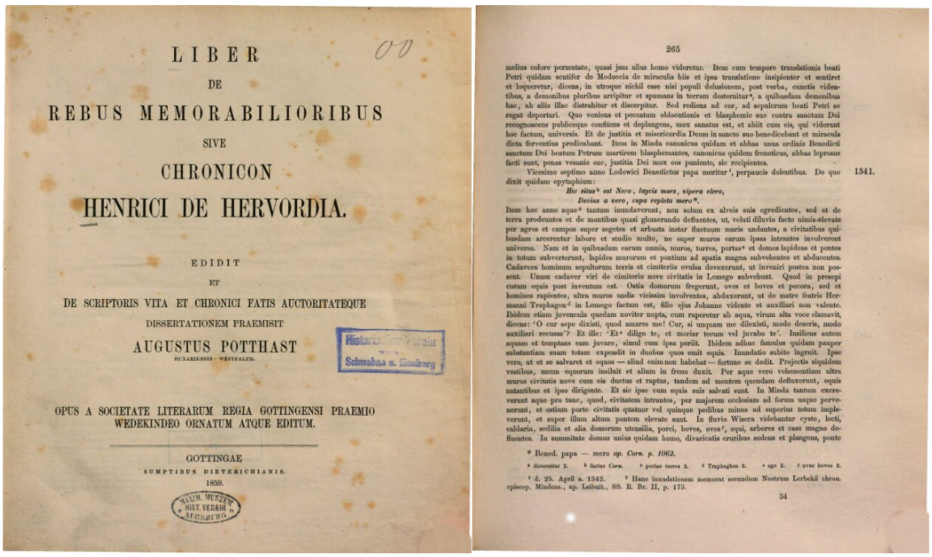
Quellensammlungen haben Informationen aus einer Vielzahl von Quellen oft ohne nachvollziehbare Belege zusammengestellt, was einen falschen Eindruck von der Dichte der Quellen vermitteln kann. Solche unkritischen Zusammenstellungen, die oft auf unzureichende oder veraltete Editionen von Texten beruhen, Datierungen und räumliche Zuordnungen ungeprüft übernehmen und typische Wahrnehmungsmuster und Erzählstrategien der Texte nicht erkennen lassen, sind daher sehr kritisch zu bewerten, obwohl sie häufig für Analysen herangezogen werden (zur Quellensammlung von Weikinn, 2000 siehe beispielhaft die Kritik von Mauelshagen, 2010, 43). Rasche und zuverlässige Informationen zu Textquellen (Informationen zum Autor, der Datierung, Handschriften, Editionen, Erläuterungsschriften) der deutschen Geschichte sind über die Datenbank „Geschichtsquellen des deutschen Mittelalters“ zugänglich. Iterationen und Ergänzungen von Schreibern im Laufe der Zeit führten beispielsweise zu weit zurückreichenden Sammlungen mit unklaren Ursprüngen, wie sie oft in den „Weinchroniken“, die häufig verkürzte Wetterinformationen enthalten, anzutreffen sind (White u. a., 2018, Kapitel 6.2). Diese Faktoren müssen bei der Quellenkritik berücksichtigt werden (Glaser / Kahle, 2024).

4.3 Quellenpräsentation

Die folgenden Beispiele geben Einblicke in die Arten historischer Informationen, die zur Untersuchung klimatischer Ereignisse und Entwicklungen genutzt werden. Die jeweiligen Quellen sind in tambora.org erfasst. Die Zitate finden sich im Abbildungs- bzw. weiterführende Lektüreverzeichnis:

- Das **Magdalenenhochwasser von 1342** war eine der schwersten Katastrophen im vergangenen Jahrtausend, dem eine besondere morphodynamische Prägung, worunter die formbildenden Abtragungs- und Ablagerungsprozesse zu verstehen sind, zugeschrieben wird (Bork u. a., 2006): 1342 wurden durch Erosion und Akkumulation zum Teil metertiefe Schluchten selbst unter Wald gerissen, zum Teil rutschten Weinbergshänge ab. Wieder an anderer Stelle kam es zu Felsstürzen. In Auen und an Hangfußbereichen lagerte sich das mitgeführte Material meterhoch ab. Die Quellen belegen zum einen neben den Orts- und Zeitangaben den Verlauf der Überflutung mit relativen Bezügen und Höhenangaben, aus denen auf die Wasserstände und die Überflutungsgebiete geschlossen werden können. Zum anderen referieren sie Schäden, Folgen und Reaktionen (Bauch, 2019). Neben den direkten Hinweisen auf die Morphodynamik lässt das Ausmaß der Schäden - ähnlich wie bei Erdbeben - Rückschlüsse auf die Stärke und Dynamik des Flutereignisses zu.

Ein Beispiel ist aus dem Chronicon Henrici de Hervordia:



LIBER
DE
REBUS MEMORABILIORIBUS
SIVE
CHRONICON
HENRICI DE HERVORDIA.

EDIDIT
ET
DE SCRIPTORIS VITA ET CHRONICI FATIS AUCTORITATEQUE
DISSERTATIONEM PRAEMISIT
AUGUSTUS POTTHAST

OPUS A SOCIETATE LITERARUM REGIA GOTTINGENSI PRAEMIO
WEDEKINDEO ORNATUM ATQUE EDITUM.

GOTTINGAE
SUMPTIBUS DIETERICHIANIS.
1859.

265

1341.

Abb. 1: Herford, Heinrich von / Potthast, August (Hg.) (1859): Liber de rebus memorabilioribus sive Chronicon Henrici de Hervordia. Urheber: Abb. aus Herford, 1859, I, 265; Scan: Bayerische Staatsbibliothek, `https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb11215150?page=309`; `https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb11215150?page=5` (27.11.2024); Übersetzung: tambora.org, `https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g%5Bqid%5D=6726` (27.11.2024), Lizenz: NoC-NC.

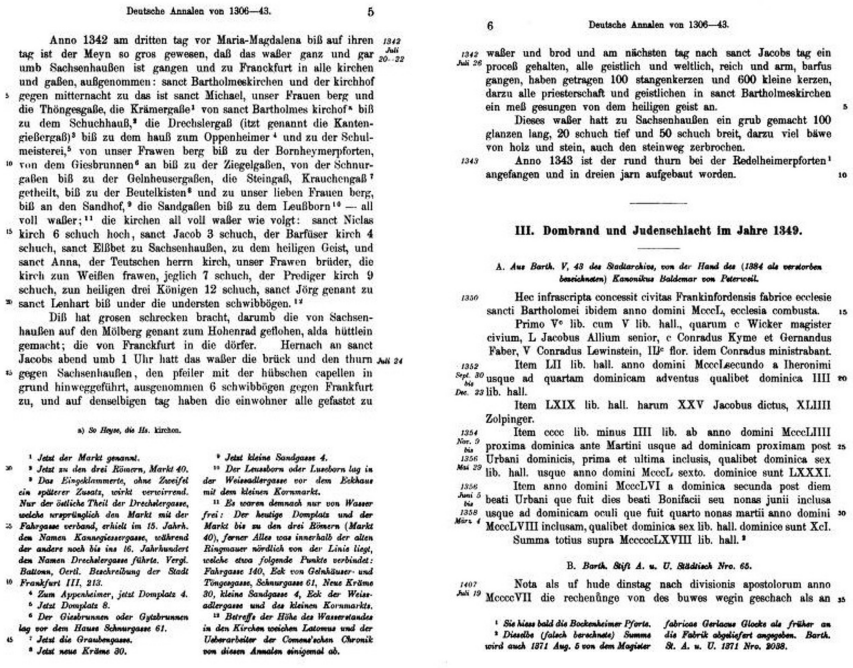
Der klimatisch relevante Abschnitt findet sich übersetzt in tambora.org:

Eben in diesem Jahr wurde alles derartig überschwemmt, dass die Flüsse nicht nur aus ihren Flussbetten heraustraten, sondern auch die Erde überfluteten und wie in einer Sturzflut von den Bergen wegflossen. Als die Überschwemmung so große Ausmaße erreichte, dass sie über Äcker, Felder, Saat und Bepflanzungen ragte von gleicher Größe wie die Fluten des Meeres, da versuchten alle Menschen sie einzudämmen, dass sie nicht nach Überschreiten der Mauern alles fortrissen. Denn überall stürzten sie Mauern, Türme, Pforten, steinerne Häuser und Brücken ganz und gar um, wobei sie die Steine der Mauern und Brücken sehr weit wegführten. Die Leiche eines Mannes schleppten sie aus dem Friedhof der Neuen Stadt in Lemego[1] *hinauf. Dieser ist später mitten im Pferdestall gefunden worden. Die Eingangstüren von Häusern zerbrachen sie, Schafe, Rinder und Vieh, sogar Menschen rissen sie mit, über die Mauern ... . Im Fluss Weser sah man Kisten, Betten, Wannen, Stühle und anderen Hausrat, Schweine, Rinder und Schafe, Pferde, Bäume ... wegschwimmen. Auf der Spitze eines Hauses riss es einen Mann weg, der auf einem zerrissenen Pfeiler saß und laut klagte, nachdem die Brücke gebrochen war, zusammen mit dem Wasser in Richtung Bremen. Keiner konnte ihm helfen oder ihn wegnehmen.*

[1]Lemgo (Ostwestfalen-Lippe). Lateinische Ortsangaben werden mit Hilfe des Fachlexikons Graesse, Benedict und Plechel, 1971 aufgelöst.

Es blieben aber auch nach dem Rückgang des Wassers .., Bäume, Zusammengeschwemmtes, schlammige Zäune und scheußlich schmieriger Schlamm übrig, der nach häufigen Regenfällen und langer Zeit immer noch nicht weggespült war. (siehe Abb. 1)

Ein weiteres Beispiel ist aus den Annales Francofurtani.



Deutsche Annalen von 1306—43. 5

Anno 1342 am dritten tag vor Maria-Magdalena biß auf ihren tag ist der Meyn so gros gewesen, daß das waßer ganz und gar umb Sachsenhaußen ist gangen und zu Franckfurt in alle kirchen und gaßen, außgenommen: sanct Bartholmeskirchen und der kirchhof gegen mitternacht zu das ist sanct Michael, unser Frauen berg und die Thöngesgaße, die Krämergaße[1] von sanct Bartholmes kirchof[2] biß zu dem Schuchhauß,[3] die Drechslergaß (itzt genannt die Kantengießergaß)[4] biß zu dem hauß zum Oppenheimer[4] und zu der Schulmeisterei,[5] von unser Frawen berg biß zu der Bornheymerpforten, von dem Giesbrunnen[6] an biß zu der Ziegelgaßen, von der Schnurgaßen biß zu der Gelnheusergaßen, die Steingaß, Krauchengaß[7] getheilt, biß zu der Beutelkisten[8] und zu unser lieben Frauen berg, biß an den Sandhof,[9] die Sandgaßen biß zu dem Leußborn[10] — all voll waßer;[11] die kirchen all voll waßer wie volgt: sanct Niclas kirch 6 schuch hoch, sanct Jacob 3 schuch, der Barfüser kirch 4 schuch, sanct Elßbet zu Sachsenhaußen, zu dem heiligen Geist, und sanct Anna, der Teutschen herrn kirch, unser Frawen brüder, die kirch zun Weißen frawen, jeglich 7 schuch, der Prediger kirch 9 schuch, zun heiligen drei Königen 12 schuch, sanct Jörg genant zu sanct Lenhart biß under die understen schwibbögen.[12]

1342 Juli 20–22

Diß hat grosen schrecken bracht, darumb die von Sachsenhaußen auf den Mölberg genant zum Hohenrad geflohen, alda hüttlein gemacht; die von Franckfurt in die dörfer. Hernach an sanct Jacobs abend umb 1 Uhr hatt das waßer die brück und den thurn gegen Sachsenhaußen, den pfeiler mit der hübschen capellen in grund hinweggeführt, ausgenommen 6 schwibbögen gegen Frankfurt zu, und auf denselbigen tag haben die einwohner alle gefastet zu

Juli 24

a) So Hoyn, die Hs. kirchen.

[1] *Jetzt der Markt genannt.*
[2] *Jetzt zu den drei Römern, Markt 40.*
[3] *Das Eingeklemmertz, ohne Zweifel ein späterer Zusatz, wirkt verwirrend. Nur der östliche Theil der Drechslergasse, welche ursprünglich den Markt mit der Fahrgasse verband, erhielt im 15. Jahrh. den Namen Kannegiessergasse, während der andere noch bis ins 16. Jahrhundert den Namen Drechslergasse führte. Vergl. Battonn, Oertl. Beschreibung der Stadt Frankfurt III, 213.*
[4] *Zum Appenheimer, jetzt Domplatz 4.*
[5] *Jetzt Domplatz 8.*
[6] *Der Giesbrunnen oder Gytzbrunnen lag vor dem Hause Schnurgasse 61.*
[7] *Jetzt die Graubengasse.*
[8] *Jetzt neue Kräme 30.*
[9] *Jetzt kleine Sandgasse 4.*
[10] *Der Leusborn oder Luesborn lag in der Weisenlleergasse vor dem Eckhause mit dem kleinen Kornmarkt.*
[11] *Es waren demnach nur von Wasser frei: Der heutige Domplatz und der Markt bis zu den drei Römern (Markt 40), ferner Alles was innerhalb der alten Ringmauer nördlich von der Linie liegt, welche etwa folgende Punkte verbindet: Fahrgasse 140, Eck von Gelnhäuser- und Tongasse, Schnurgasse 61, Neue Kräme 30, kleine Sandgasse 4, Eck der Weisenllergasse und des kleinen Kornmarkts.*
[12] *Betreffs der Höhe des Wasserstandes in den Kirchen weichen Latomus und der Ueberarbeiter der Comes'schen Chronik von diesen Annalen einigemal ab.*

6 Deutsche Annalen von 1306—43.

1342 Juli 26 waßer und brod und am nächsten tag nach sanct Jacobs tag ein proceß gehalten, alle geistlich und weltlich, reich und arm, barfus gangen, haben getragen 100 stangenkerzen und 600 kleine kerzen, darzu alle priesterschaft und geistlichen in sanct Bartholmeskirchen ein meß gesungen von dem heiligen geist an.

Dieses waßer hatt zu Sachsenhaußen ein grub gemacht 100 glanzen lang, 20 schuch tief und 50 schuch breit, darzu viel bäwe von holz und stein, auch den steinweg zerbrochen.

1343 Anno 1343 ist der rund thurn bei der Redelheimerpforten[1] angefangen und in dreien jarn aufgebaut worden.

III. Dombrand und Judenschlacht im Jahre 1349.

A. *Aus Barth. V, 43 des Stadtarchivs, von der Hand des (1384 als verstorben bezeichneten) Kanonikus Baldemar von Peterweil.*

1350 Hec infrascripta concessit civitas Frankinfordensis fabrice ecclesie sancti Bartholomei ibidem anno domini MccclL, ecclesia combusta.

Primo V^{o} lib. cum V lib. hall., quarum c Wicker magister civium, L Jacobus Allium senior, c Conradus Kyme et Gernandus Faber, V Conradus Lewinstein, III^{c} flor. idem Conradus ministrabant.

1352 Item LII lib. hall. anno domini McccLsecundo a Iheronimi Sept. 30 usque ad quartam dominicam adventus qualibet dominica IIII Dec. 22 lib. hall.

Item LXIX lib. hall. harum XXV Jacobus dictus, XLIIII Zolpinger.

1354 Item cccc lib. minus IIII lib. ab anno domini MccclLIIII Nov. 9 proxima dominica ante Martini usque ad dominicam proximam post 1356 Urbani dominicis, prima et ultima inclusis, qualibet dominica sex Mai 29 lib. hall. usque anno domini McccL sexto. dominice sunt LXXXI.

1356 Item anno domini McccLVI a dominica secunda post diem Juni 5 beati Urbani que fuit dies beati Bonifacii seu nonas junii inclusa 1358 usque ad dominicam oculi que fuit quarto nonas martii anno domini März 4 MccLVIII inclusam, qualibet dominica sex lib. hall. dominice sunt XcI.

Summa totius supra MccccLXVIII lib. hall.[2]

B. *Barth. Stift A. u. U. Städtisch Nro. 65.*

1407 Juli 19 Nota als uf hude dinstag nach divisionis apostolorum anno MccccVII die rechenfinge von des buwes wegin geschach als an

[1] *Sie hiess bald die Bockenheimer Pforte, wird auch 1371 Aug. 5 von dem Magister fabricae Gerlacus Glocke als früher an die Fabrik abgetreten angegeben. Barth. St. A. u. U. 1371 Nro. 2038.*
[2] *Dieselbe (falsch berechnete) Summe findet sich abgedruckt bei Battonn, Oertl. Beschreibung der Stadt Frankfurt III, 213.*

Abb. 2: Froning, Richard (Hg.) (1884): Frankfurter Chroniken und annalistische Aufzeichnungen des Mittelalters (Quellen zur Frankfurter Geschichte 1), Frankfurt am Main. Urheber: Abb. aus Froning, 1884, 5-6; Scan: archive.org, `https://archive.org/details/FrankfurterChronikenUndAnnalistischeAufzeichnungenDesMittelalters/page/n53/mode/2up` (27.11.2024); Transkript: tambora.org, `https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g%5Bqid%5D=6746` (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Anno 1342 am dritten tag vor Maria-Magdalena biß auf ihren tag ist der Meyn so gros gewesen, daß das waßer ganz und gar umb Sachsenhaußen ist gangen und zu Franckfurt in alle kirchen und gaßen, außgenommen: sanct Bartholmeskirchen und der Kirchhof gegen mitternacht zu das ist sanct Michael, unser Frauen berg und die Thöngesgaße, die Krämergaße von sanct Bartholmes kirchof biß zu dem Schuchhauß, die Drechslergaß (itzt genannt die Kantengießergaß) biß zu dem hauß zum Oppenheimer und zu der Schulmeisterei, von unser Frawen berg biß zu der Bornheymerpforten, von dem Giesbrunnen an biß zu der Ziegelgaßen, von der Schnurgaßen biß zu der Gelnheusergaßen, die Steingaß, Krauchengaß getheilt, biß zu der Beutelkisten und zu unser lieben Frauenberg, biß an den Sandhof, die sandgaßen biß zu dem Leußborn - all voll waßer; die kirchen all voll waßer wie volgt: sanct Niclas kirch 6 schuch hoch, sanct Jacob 3 schuch, der Barfüser kirch 4 schuch, sanct Elßbet zu Sachsenhaußen, zu dem heiligen Geist, und sanct Anne, der Teutschen herrn

kirch, unser Frawen brüder, die kirch zum Weißen frawen, jeglich 7 schuch, der Prediger kirch 9 schuch, zum heiligen drei Könige 12 schuch, sanct Jörg genant zu sanct Lenhart biß under die understen schwibbögen.(siehe Abb. 2)

- Der extreme **Dürresommer von 1540** ist in Quellen wie der Villinger Chronik (1119–1568) dokumentiert, die den Verlauf der Ereignisse, die Konsequenzen und die sozialen Aspekte wiedergeben (Glaser u. a., 2020). Diese Chronik wurde von Franz Joseph Mone 1854 in der Quellensammlung der badischen Landesgeschichte (Mone, 1854, 109) herausgegeben.

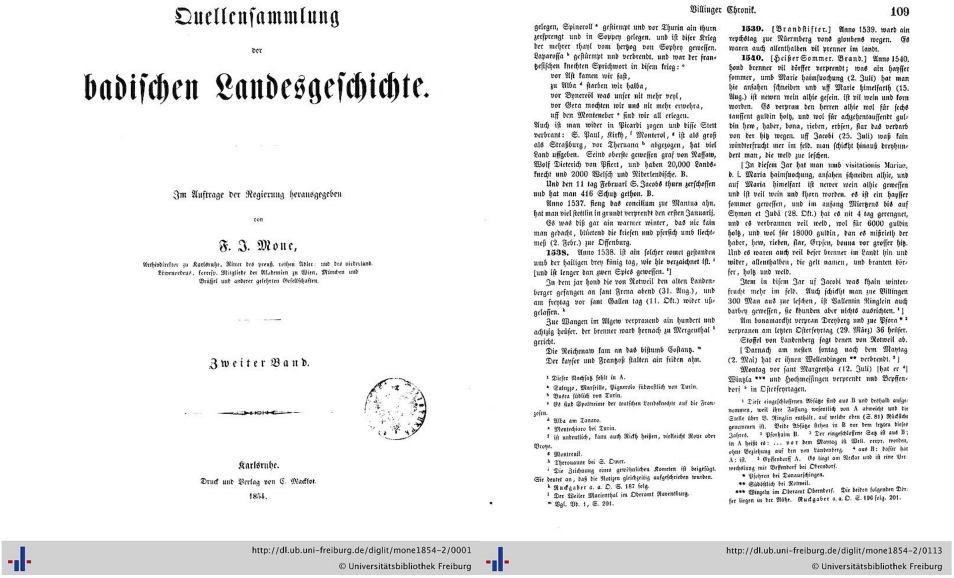

Quellensammlung
der
badischen Landesgeschichte.
Im Auftrage der Regierung herausgegeben
von
F. J. Mone,
Zweiter Band.
Karlsruhe.
1854.
Villinger Chronik. 109
http://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mone1854-2/0001
© Universitätsbibliothek Freiburg
http://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mone1854-2/0113
© Universitätsbibliothek Freiburg

Abb. 3: Mone, Franz Joseph (Hg.) (1854): Quellensammlung der badischen Landesgeschichte, Bd. 2. Urheber: Abb. aus Mone, 1854, I, 109; Scan: Universitätsbibliothek Freiburg https://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mone1854-2/0113?sid=2f1baa681a560b2aca745ad8a1a85c9f (27.11.2024); Transkript: tambora.org, https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g[qid]=137935 (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Anno 1540, hannd die brenner vil dörffer verprent, und was der haysß summer, Umb Marie haimsuochung [2. Juli] hat man alhie angefangen zue schneiden, und uff Marie Himelfarth [15. August] ist newen wein alhie geweßen, jst vil wein unnd korn wordenn, unnd verpran den herren alhie wol für sechs taussent guldin holtz. Unnd wol für achtzehen taussent guldin, hew, haber, rieba, bona, erbsa unnd flax etc. verdarbenn von der hitz.

Unnd uff Sant Jacobs tag [25. Juli] waß kain winter frucht mer jm feld. Man schickht hinauß dreyhundert mann, die wäld zue leschenn. Eine andere Fassung lautet: In diesem Jar hat man umb visitationis Mariae, d.i. Maria heimsuochung, anfahen schneiden alhie, und auf Maria himelfahrt ist newer wein alhie gewessen und ist veil wein und korn worden. Es ist ein haysser sommer gewessen, und im anfang Miertzens bis auf Symon et Judä [28.

Oktober] hat es nit 4 tag gerengnet, und es verbrannen veil weld, wol für 6000 guldin holtz, und wol für 18000 guldin, dan es mißrieth der haber, hew, rieben, lar, Erpsen, bonna vor grosser hitz. Und es waren auch viel beser brenner im Landt hin und wider, allenthalben, die geltnamen, und branten dörfer, holtz und weld. (siehe Abb. 3)

- Die Verknüpfung von Textquellen mit materiellen Zeitzeugen wie Hochwassermarken ermöglicht ihre Gegenprüfung, wie an dem Beispiel des **Jahrhunderthochwassers von 1595** verdeutlicht wird. Zudem kann die Hochwassermarke wie im vorliegenden Fall eingemessen und mit dem heutigen Landnutzungs- und Flächennutzungskontext in Zusammenhang gebracht werden. Kritisch geprüft werden muss, ob Wasserstandsmarken die tatsächliche Höhe des Wasserstandes angeben, sich in originaler Position befinden oder nachträglich versetzt wurden (Liebscher u. a., 1995, 47). Stiche und Zeichnungen können Aufschluss geben über den historischen Flussverlauf mit Zu- und Ableitungen, Details der Landnutzung und spezifische Örtlichkeiten wie Brücken, Toren sowie Mühlen.

Einen Einblick in die historischen Zuständen erschließt sich somit auch aus Skizzen, Stichen und Gemälden, mit welchen zumindest relative Bewertungen vorgenommen werden können.



Abb. 4: Hochwassermarke in Halle/Saale, Mühlpforte, 211cm über Straßenniveau, 2015. Urheber: Wikimedia Commons, `https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HochwasserstÃďnde_MÃijhlpforte_Halle_2015.jpg` (27.11.2024), Lizenz: CC0.



Abb. 5: Braun, Georg / Hogenberg, Franz: Kupferstich von Halle (Saale) 16. Jahrhundert, aus Georg Braun und Franz Hogenberg "Beschreibung und Contrafactur von den vornembsten Stetten der Welt", Köln 1576. Urheber: Wikimedia Commons, `https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Halle-Saale-1576.jpg` (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Die der Haller Hochwassermarke entsprechende schriftliche Quelle findet man als Eintrag in der Kirchenrechnung des Pfarrers Kettwitz aus Saaleck in der Witterungs-Geschichte:

Anno Domini 1595 auf Esto mihi [02.03.] und folgende Wochen hat sich die Saale und andere Wasser sehr ergossen und groß worden und in den Ufern sehr gerissen und gewühlt und die Wiesen und Äcker in den Auen verschlemmt mit Sande, um die Naumburg und Freyburg und nächst gelegenen Dörfern etlichen Orten viel Gebäude eingeweicht und niedergeworfen. Zu Saaleck ist der Brunnen mit Wasser übergelaufen. (o.A.: Varia, insonderheit zur Witterungs-Geschichte: Band IV (1500-1600))

4.4 Quellendiskussion

Schriftliche Quellen bieten mit hoher Detaildichte besondere Einblicke in Klima und ihre Klimafolgen sowie gesellschaftliche Reaktionen und ergänzen damit andere Proxies, wie Baumringe oder Eisbohrkerne (Wilhelm u. a., 2019):

- **Direkte Klimabezüge**: Sie beschreiben direkt Wetter, Witterung, Klimaextreme wie Überschwemmungen und Dürre sowie auch deren morphologische und ökologische Konsequenzen.

- **Phänologische Phasen**: Informationen über Blüte, Reifung von Früchten, Ernte und Laubfall geben indirekte Einblicke in Wetterentwicklung, Klimaabläufe und -muster (Glaser / Kahle 2024).

- Hohe **zeitliche Auflösung**: Informationen zu Klima und Hydrologie sind oft in einer hohen zeitlichen Auflösung verfügbar. Jahre, Jahreszeiten, Monate und manchmal sogar

Tage und Tageszeiten werden explizit genannt, was die Entwicklung konsistenter Zeitreihen ermöglicht. Während die Ereignisse im Allgemeinen datierbar sind (siehe Grotefend, 1991), können Kalenderumrechnungen von julianisch nach gregorianisch notwendig sein und das Verweisen auf den nächsten bekannten Feiertag kann einige Unklarheiten einführen.

- **Standort** und gesellschaftlicher Kontext: Quellen bieten in der Regel klare Standorte und inhärente Verbindungen zu Gesellschaften.

Historische Quellen sind für alle anderen Disziplinen der **Auenforschung** relevant, da sie neben klimatischen und hydrologischen Informationen auch viele andere Aspekte beinhalten:

- **Morphologische Aspekte**: Historische Quellen liefern Informationen zu Erosion und Akkumulation, wie Unterspülungen und Abschwemmungen, Uferabbrüche und Ablagerungen, insbesondere Sedimenttransport sowie zur Art des Sediments (Schlamm, Sand, Steine, Geröll). Sie können auch morphologische Veränderungen wie Mäanderdurchbrüche und Verlagerungen im Flussverlauf detailliert beschreiben.

- **Schäden**: Sie dokumentieren Schäden an Uferstrukturen und Infrastruktur. Dazu gehören auch Informationen über Opfer.

- **Physikalische Artefakte**: Hochwassermarken und Hungersteine können als eigener Quellentyp verstanden werden, da quantitative Informationen zu Wasserständen und Abfluss ableitbar sind, auch wenn sich die Landnutzung sowie die Gerinnebetten durch die ingenieurtechnische Überprägung immer wieder verändert hat.

- **Soziale Konsequenzen**: Historische Quellen beschreiben häufig gesellschaftliche Konsequenzen, Bewältigungsmechanismen und Reaktionen. Dies ermöglicht eine Analyse von Risikostrategien, Verwundbarkeit, Resilienz und Anpassungsmaßnahmen sowie auch Einblicke in das Katastrophenmanagement.

Grundsätzlich müssen die historischen Quellen einer weitreichenden quellenkritischen Interpretation unterzogen werden. Entsprechende Ablaufschemata wurden im Kontext der Historischen Klimatologie entwickelt und umgesetzt, so dass auf ein erprobtes Set an Verfahren zurückgegriffen werden kann. Diese folgen den Grundprinzipien der Hermeneutik (Glaser, 2013) und beinhalten das Verständnis des Textes im historischen Kontext. Folgende Aspekte müssen berücksichtigt werden:

- **Autor*in**: Der Urheber oder die Urheberin der Quelle und seine bzw. ihre Absicht. Beispielsweise sind die Sichtweisen eines Mönchs andere als die eines Stadtschreibers.

- **Zeitgeist**: Das vorherrschende intellektuelle und kulturelle Milieu zur Zeit des Schreibens sowie den damals herrschenden Wissensstand. Quellen aus Perioden, in denen göttliche Strafen als Erklärung für Naturkatastrophen galten, haben Überschwemmungen und Dürren anders interpretiert, als es etwa heute geschehen würde.

- **Wahrnehmung** von Umwelt und Klima: Das Verständnis der Umwelt und des Klimas, das zu jener Zeit vorherrschte. Diese in den Quellen fassbare Wahrnehmung wurde in Perioden mit begrenztem Verständnis von Wettervorgängen durch Deutungsmuster wie z.B. astrologische Vorstellungen oder religiöse Bilder beeinflusst (Schenk, 2010).

Chroniken, die Umweltereignisse für eine spezifische Region über einen längeren Zeitraum dokumentieren, sind besonders wertvoll, da sie die Analyse von Umweltveränderungen über die Zeit und im Vergleich zu anderen Regionen ermöglichen. Darüber hinaus bestehen Möglichkeiten die Erkenntnisse aus den einzelnen historischen Quellen zu erweitern.

- **Vergleich** ähnlicher Quellen: Die Untersuchung zusätzlicher Quellen aus der gleichen Periode kann Informationen verifizieren und ergänzen. Beispielsweise kann der Vergleich einer Chronik mit einem Wettertagebuch aus demselben Jahr ein vollständigeres Bild ergeben.

- **Synoptische Analyse**: Der Vergleich verschiedener Quellen für dasselbe Ereignis bietet ein umfassendes Verständnis der räumlichen Bedingungen und Prozesse. Zum Beispiel kann die Untersuchung von Berichten über eine Flut aus mehreren Städten das Ausmaß und die Auswirkungen des Ereignisses aufzeigen. Auch Zeitreihen von Trocken- und Feuchtbedingungen können so verdichtet werden (Glaser / Kahle, 2020).

- **Datenplattformen**: Plattformen wie tambora.org, eine offene und frei zugängliche virtuelle Forschungsplattform für Umwelt- und Klimadaten, speichern, analysieren und veröffentlichen Daten. Dabei stellen sie sicher, dass internationale Publikationsstandards und Urheberrechtsbestimmungen eingehalten werden (Riemann, u. a., 2015).

- **Statistische Verfahren:** Durch Anwendung statistischer Methoden, Natural Language Processing (NLP), Verfahren des Maschinellen Lernens und Training von neuronalen Netzen können bestehende Textkorpora konsolidiert und schneller um neue Quellen erweitert werden (Glaser u. a., 2021). Diese Verfahren bilden Wörter auf numerische Werte ab und berücksichtigen dabei auch die grammatikalische Struktur innerhalb eines Satzes. Dadurch ist eine automatische Klassifizierung möglich.

4.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Herford, Heinrich von; Potthast, August (Hg.) (1859): Liber de rebus memorabilioribus sive Chronicon Henrici de Hervordia. Urheber: Abb. aus Herford, 1859, I, 265; Scan: Bayerische Staatsbibliothek, https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb11215150?page=309; https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb11215150?page=5 (27.11.2024); Übersetzung: tambora.org, https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g%5Bqid%5D=6726 (27.11.2024), Lizenz: NoC-NC.

Abb. 2: Froning, Richard (Hg.) (1884): Frankfurter Chroniken und annalistische Aufzeichnungen des Mittelalters (Quellen zur Frankfurter Geschichte 1), Frankfurt am Main. Urheber: Abb. aus Froning, 1884, 5-6; Scan: archive.org, https://archive.org/details/FrankfurterChronikenUndAnnalistischeAufzeichnungenDesMittelalters/page/n53/mode/2up (27.11.2024); Transkript: tambora.org, https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g%5Bqid%5D=6746 (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Abb. 3: Mone, Franz Joseph (Hg.) (1854): Quellensammlung der badischen Landesgeschichte, Bd. 2. Urheber: Abb. aus Mone, 1854, I, 109; Scan: Universitätsbibliothek Freiburg https://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mone1854-2/0113?sid=2f1baa681a560b2aca745ad8a1a85c9f (27.11.2024); Transkript: tambora.org, https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g%5Bqid%5D=137935 (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Abb. 4: Hochwassermarke in Halle/Saale, Mühlpforte, 211cm über Straßenniveau, 2015. Urheber: Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HochwasserstÃďnde_MÃijhlpforte_Halle_2015.jpg (27.11.2024), Lizenz: CC0.

Abb. 5: Braun, Georg / Hogenberg, Franz: Kupferstich von Halle (Saale) 16. Jahrhundert, aus Georg Braun und Franz Hogenberg "Beschreibung und Contrafactur von den vornembsten Stetten der Welt", Köln 1576. Urheber: Wikimedia Commons, https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Halle-Saale-1576.jpg (27.11.2024), Lizenz: Public Domain.

Literaturverzeichnis

Bauch, Martin (2019): Die Magdalenenflut 1342 am Schnittpunkt von Umwelt- und Infrastrukturgeschichte. Ein 'compound event' als Taktgeber für mittelalterliche Infrastrukturentwicklung und Daseinsvorsorge, in: NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin 27, S. 273-309.

Bork, Hans-Rudolf u. a. (2006): Spuren des tausendjährigen Niederschlags von 1342, in: Hans-Rudolf Bork (Hg.): Landschaften der Erde unter dem Einfluss des Menschen, Darmstadt, S. 115-121.

Erfurt, Mathilde u. a. (2019): Changing Impacts and Societal Responses to Drought in Southwestern Germany since 1800, in: Regional Environmental Change 19, S. 2311–2323, DOI: https://doi.org/10.1007/s10113-019-01522-7.

Bayerische Akademie der Wissenschaften: Geschichtsquellen des deutschen Mittelalters, URL: https://geschichtsquellen.de/start (02.04.2025).

Glaser, Rüdiger (2013): Klimageschichte Mitteleuropas. 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, 3. Aufl., Darmstadt.

Glaser, Rüdiger u. a. (2020): Klimageschichte der Frühneuzeit als Topos der universitären Forschung und Lehre, in: Frank Konersmann / Lenelotte Möller (Hg.): Die Kleine Eiszeit (1430–1830) in Unterricht und Lehre. Perspektiven, Ansätze und Beispiele – Die Pfalz und ihre Nachbarregionen, Speyer, S. 105-125.

Glaser, Rüdiger / Kahle, Michael (2020): Reconstructions of Droughts in Germany since 1500 – Combining Hermeneutic Information and Instrumental Records in Historical and Modern Perspectives, in: Climate of the Past 4, S. 1207-1222, DOI: https://doi.org/10.5194/cp-16-1207-2020.

Glaser, Rüdiger / Kahle, Michael (2024): Klima – Wandel – Wein, in: Gesellschaft für Geschichte des Weins e.V. (Hg.): Wein und Klima (Schriften zur Weingeschichte 207), Wiesbaden, S. 53-76, URL: https://www.geschichte-des-weines.de/home/51-schriften-inhalt/1852-neu-erschienen-wein-und-klima-schrift-nr-207.html (04.04.2025).

Glaser, Rüdiger u. a. (2020): Dem Klimawandel auf der Spur. Der Weg schriftlicher Quellen aus den Archiven in die virtuelle Forschungsumgebung, in: Archivnachrichten 60, S. 8-14, DOI: https://doi.org/10.6094/UNIFR/194557.

Glaser, Rüdiger u. a. (2021): Texte als Bausteine der Umweltforschung - Von der analogen Analyse über Datenbanken und virtuelle Forschungsumgebungen zum Crowdsourcing und Maschinellen Lernen, in: Haik Thomas Porada u. a. (Hg.): Landschaft - Region -

Identität : Winfried Schenk zum 65. Geburtstag : mit Beiträgen der Jahrestagung 2021 in Leinefelde-Worbis und Heilbad Heiligenstadt im Eichsfeld (Siedlungsforschung 39), S. 541-565, DOI: https://doi.org/10.6094/UNIFR/221503.

Graesse, Johann Georg Theodor u. a. (1971): Orbis Latinus. Lexikon lateinischer geographischer Namen lateinisch-deutsch, deutsch-lateinisch, 4. Aufl., Braunschweig, URL: https://olo.heimap.uni-heidelberg.de/# (04.04.2025).

Herford, Heinrich von (1859): Liber de rebus memorabilioribus sive chronicon Henrici de Hervordia, hg. von August Potthast, Göttingen.

Jordan, Stefan (2009): Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft, Paderborn u. a..

Grotefend, Hermann (1991): Taschenbuch der Zeitrechnung des deutschen Mittelalters und der Neuzeit, 13. Aufl., Hannover.

Kahle, Michael / Glaser, Rüdiger (2025): Climatic Conditions and Mobility from 1000 to 1500. Hermeneutic and Statistical Approaches, in: Laury Sarti / Helene von Trott zu Solz (Hg.): Mobility in the Early Middle Ages, and Beyond – Mobilität im Frühmittelalter und darüber hinaus. Interdisciplinary Approaches – Interdisziplinäre Zugänge (Europa im Mittelalter 46), S. 161-186, DOI: doi.org/10.1515/9783111166698-009.

Liebscher, Hans-Jürgen u. a. (1995): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse (Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, Report II-9), Lelystadt.

Mauelshagen, Franz (2010): Klimageschichte der Neuzeit, Darmstadt.

Franz Joseph Mone (Hg.) (1854): Quellensammlung der badischen Landesgeschichte, Bd. 2, Karlsruhe, URL: https://dl.ub.uni-freiburg.de/diglit/mone1854-2/0113?sid=2f1baa681a560b2aca745ad8a1a85c9f (02.04.2025).

Riemann, Dirk u. a. (2015): The CRE Tambora.Org – New Data and Tools for Collaborative Research in Climate and Environmental History, in: Geoscience Data Journal 2, S. 63-77, DOI: https://doi.org/10.1002/gdj3.30.

Schenk, Gerrit Jasper (2010): Lektüren im „Buch der Natur“. Wahrnehmung, Beschreibung und Deutung von Naturkatastrophen, in: Susanne Rau u. a. (Hg.): Geschichte schreiben. Ein Quellen- und Studienhandbuch zur Historiographie (ca. 1350-1750), Berlin, S. 507-521.

White, Sam u. a. (Hg.) (2018): The Palgrave Handbook of Climate History, London.

Wilhelm, Bruno u. a. (2019): Interpreting Historical, Botanical, and Geological Evidence to Aid Preparations for Future Floods, in: Wiley Interdisciplinary Reviews Water 6 (1), S. 1-22, DOI: https://doi.org/10.1002/wat2.1318.

Weiterführende Lektüre

Monumenta Germaniae Historica (MGH), URL: https://www.dmgh.de/scriptores.htm (14.03.2025).

N.N.: Varia, insonderheit zur Witterungs-Geschichte: Band IV (1500-1600), URL: https://www.tambora.org/index.php/grouping/event/list?g[qid]=30137 (27.11.2024).

Pötzsch, Christian Gottlieb (1784): Chronologische Geschichte der großen Wasserfluthen des Elbstroms seit tausend und mehr Jahren, Dresden, URL: http://digital.slub-dresden.de/id273693093 (27.11.2024).

Weikinn, Curt u. a. (2000): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850, Bd. 5: Hydrographie (1751-1800). Curt Weikinn, herausgegeben und bearbeitet von Michael Börngen und Gerd Tetzlaff (Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie 1) Berlin u. a..

Flusssedimente als Quelle für die Auenforschung

Jan Blöthe, Charlotte Engelmann

5.1 Im Fluss ist mehr als nur das Wasser

Flüsse sind ständig in Bewegung, der Wassertransport von den Quellen bis zur Mündung kommt nur bei extremer Trockenheit oberflächlich zum Erliegen. Das fließende Wasser unserer Flüsse ist aber mehr als nur reines H_2O. Abhängig von der Fließgeschwindigkeit des Wassers, aber auch von der Jahreszeit und den naturräumlichen / geologischen Gegebenheiten der Landschaft, werden verschiedene Stoffe im Wasser mitgeführt. Während chemisch gelöste Bestandteile (**Lösungsfracht**) nicht mit dem Auge erkennbar sind, schwimmen Blätter und Äste oft an der Oberfläche mit, zudem sorgen in Schwebe transportiere Feststoffe für eine Trübung des Wassers (Dikau u. a., 2019, 250-257). Diese als **Sedimente** bezeichneten Feststoffe können aus Gesteinsfragmenten oder chemischer Ausfällung (**anorganische** Sedimente) entstehen, aber auch pflanzlicher oder tierischer Herkunft sein (**organische** Sedimente). Die Gesamtheit der ungelöst im Wasser transportierten Stoffe wird auch als **Seston** bezeichnet (Naden, 2010, 274-276). Abhängig von der Sedimentgröße, die von mehreren Zentimeter großen Steinen bis zu Mikrometer feinen Tonpartikeln variieren kann, werden diese Feststoffe am Boden des Flusses (**Gewässersohle**) als **Bodenfracht** transportiert, oder durch das turbulente Fließen des Wassers in Schwebe gehalten (**Schweb-** oder **Suspensionsfracht)**. Entscheidend für den Sedimenttransport ist dabei die Fließgeschwindigkeit des Wassers (auch **Strömungsgeschwindigkeit**), die räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich sein kann (Dikau u. a., 2019, 250-257). Bei höheren Fließgeschwindigkeiten können mehr und gröbere Sedimentpartikel bewegt werden, bei sehr niedrigen Fließgeschwindigkeiten sind nur noch die feinsten Partikel in Bewegung. In einem Fluss fließt das Wasser meist in der Flussmitte schneller und kann dort größere Sedimentpartikel bewegen, da hier die Wassertiefe groß ist. In Ufernähe hingegen fließt

Blöthe, Jan / Engelmann, Charlotte (2025): Flusssedimente als Quelle für die Auenforschung, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 77-83, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030105, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

das Wasser aufgrund der geringeren Tiefe und der damit höheren Reibung langsamer und transportierte Sedimente werden abgelagert (Trimble, 2010, 309-316). Durch das konstante Wechselspiel zwischen Erosion (**Abtragung**), Transport und Deposition (**Ablagerung**) durch fließendes Wasser unterliegen Flusslandschaften einer ständigen Veränderung. Der menschliche Eingriff in Flusslandschaften, zum Beispiel durch Uferbefestigung, Staustufen, oder Wasserentnahme, aber auch durch Waldrodung, landwirtschaftliche Nutzung und Flächenversiegelung, hat daher einen direkten Einfluss auf den Sedimenttransport von Flüssen (Lang u. a., 2003, 3327-3330; Charlton, 2010, 186-192).

5.2 Flussauen erzählen die Geschichte des Flusses

Bei Hochwasser tritt ein Fluss über seine Ufer und setzt die Flussaue unter Wasser. Als Flussauen (**Auen**) werden die sehr flachen an den Fluss angrenzenden Bereiche bezeichnet, die bei Hochwasser überflutet werden. In diesen Überflutungsbereichen ist die Fließgeschwindigkeit aufgrund der geringen Wassertiefe und der Auenvegetation deutlich reduziert, das mitgeführte Sediment wird somit abgelagert (**sedimentiert**). Durch die große Wasserverfügbarkeit und damit die erhöhten Fließgeschwindigkeiten kann ein Fluss bei Hochwasser sehr große Mengen an Material transportieren. Auf den Flussauen wird so mit jedem Hochwasser eine dünne Schicht Sediment abgelagert (Trimble, 2010, 309-316). Die Auensedimentation findet in natürlichen Flüssen in der Größenordnung von mm pro Jahr statt, stark anthropogen überprägte Flussauen können hingegen deutlich erhöhte Sedimentationsraten aufweisen (Brown u. a., 2018, 200-201). Das vom Fluss mitgeführte und in der Aue sedimentierte Material stammt dabei aus allen Bereichen des Einzugsgebietes (**Liefergebiet**) und umfasst anorganische sowie organische Bestandteile. Im Verlauf der Zeit wächst in der Flussaue somit ein Archiv der Umweltbedingungen des Einzugsgebietes, das uns viel über die natürliche Entwicklung und anthropogene Überprägung des Flusses verraten kann (Schumm, 2005, 3-8). In unseren Breiten kommen Flüsse, deren Bett sich in weiten Schlingen durch die Talebene zieht, am häufigsten vor. Solche als ‚mäandrierend' bezeichnete Flüsse verlagern konstant ihren Verlauf, sofern ihre Ufer nicht anthropogen befestigt sind. Durch diese Verlagerung werden an einer Stelle Auensedimente abgetragen, während sie gleichzeitig an anderer Stelle wieder abgelagert werden (Charlton, 2008, 137-145).

5.3 Ein Blick in das Archiv

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die Sedimentarchive unserer Flussauen zu untersuchen und ihnen Informationen zu entlocken. Natürliche Aufschlüsse oder künstlich angelegte Schürfe, in denen die Sedimentschichten auf einigen Metern Breite entweder durch die Erosion eines Flusses oder durch eine Baggerschaufel freigelegt wurden, erlauben einen detaillierten Blick in die Sedimentationsgeschichte. Neben der Korngröße, die Informationen über die Fließgeschwindigkeiten bei der Ablagerung liefert, können zum Beispiel frühere Flussverläufe und deren Dynamik über die Lagerung der Sedimente rekonstruiert werden. Ein Schurf erlaubt zudem die Entnahme von Proben aus den Sedimenten, die anschließend im Labor analysiert werden können. Das Anlegen eines Schurfes ist allerdings mit großem Aufwand verbunden und zerstört die natürliche Auenfläche entlang des Aushubs. Eine deutlich weniger aufwändige Methode, die auch einen geringeren Eingriff in die Aue darstellt, sind Bohrungen in das Sediment. Oberflächennah können zum Beispiel mit einem Pürckhauer Bohrstock, einem 1 m langen (bis 2 m verlängerbar) Metallstab mit seitlicher Einkerbung, geringe Materialmengen entnommen werden. Sollen größere Probenmengen für weitergehende Analysen gewonnen werden, ist die Probennahme per Rammkernsondierung ein bewährtes Verfahren mit dem auch größere Tiefen erreicht werden können. Dabei wird mittels eines Schlaggeräts eine hohle Bohrsonde aus Stahl (Durchmesser etwa 5-8 cm, Länge 1 m) in den Untergrund eingeschlagen. Sollen Sedimentproben nicht nur im Gelände, sondern vor allem im Labor analysiert werden, können sogenannte Inliner in die Bohrsonde eingelegt werden, hohle Plastikrohre, in denen sich das Sediment verkeilt und der Sonde entnommen werden kann. Die im Gelände entnommenen Bohrkerne werden sorgfältig beschriftet und anschließend im Labor aufgesägt und mit verschiedenen Methoden analysiert, je nach Fragestellung der jeweiligen Forschungsarbeit (Ahnert, 2015, 398-399).

5.4 Sedimente aus einer Flussaue im Schwarzwald

Im Rahmen eines Forschungsprojektes werden mit Rammkernsondierungen Sedimentproben aus Flussauen entlang der Kinzig und ihrer Nebenflüsse entnommen, um den Einfluss von anthropogenen Veränderungen auf die Auensedimentation im Schwarzwald zu untersuchen. Dabei stehen die Forstwirtschaft und Flößerei sowie der intensive Bergbau im Zentrum der Aufmerksamkeit.

Die hier beispielhaft gezeigte Sondierung aus einer Auenfläche in der Nähe von Schenkenzell, Baden-Württemberg erreicht eine Tiefe von etwa 200 cm unter der Geländeoberfläche (Abb. 1). Die feinkörnigen, bräunlich gefärbten Sedimente (∼15 bis 50 cm) können als

Auenlehme (Gemisch aus Korngrößen, vornehmlich Schluffe (2 bis 63 µm), aber auch Tone (< 2 µm) und Feinsande (63 bis 200 µm) interpretiert werden, die durch den Sedimenteintrag durch Hochwasser und eine simultan stattfindende Bodenbildung und Anreicherung mit organischen Material (**Humus**) entstanden sind. Weiter in die Tiefe werden die Sedimente zunehmend sandiger (∼50 bis 145 cm), bevor im unteren Bereich des Bohrkerns (∼145 bis 200 cm) fluviale **Sande** (Korngrößen von bis 0,063 bis 2 mm) und **Kiese** (Korngrößen von 2 bis 63 mm) zu finden sind. Die im Fluss mitgeführten Kiese haben eine rundliche Form, die durch den rollenden Transport als Bodenfracht entsteht und eindeutig auf die Ablagerung durch den Fluss hinweist.

Um Rückschlüsse auf den menschlichen Einfluss bei der Entstehung dieser Flusssedimente zu gewinnen, ist eine Datierung der Ablagerungen notwendig. In unserem Projekt nutzen wir hierfür das Verfahren der **Optisch Stimulierten Lumineszenz** (OSL), mit dem der Ablagerungszeitpunkt eines Sedimentpakets bestimmt werden kann (Walker, 2005, 96-99; in diesem Band: Grimm u. a., Stratigraphie und Datierung). Eine solche Datierung wird in verschiedenen Tiefen der Sedimentprobe durchgeführt, was uns zudem erlaubt, Aussagen über die Geschwindigkeit der Auensedimentation zu treffen. Eine steigende Sedimentationsrate kann beispielsweise ein Hinweis auf sich ändernde Umweltbedingungen und/oder verstärkte menschliche Eingriffe in die Flusslandschaft sein. So hat zum Beispiel die Rodung von Waldflächen und zunehmende ackerbauliche Nutzung der Landschaft eine größere Erosionsrate zur Folge, die sich in einer erhöhten Sedimentation auf den Auen niederschlägt. Entlang der Kinzig erwarten wir eine deutlich erhöhte Sedimentationsrate infolge der intensiven forstwirtschaftlichen Nutzung und des starken Eingriffs durch die Flößerei in die Flüsse.

Das Gebiet der Kinzig wurde zudem seit dem Mittelalter stark bergbaulich genutzt. Durch die Bergbauaktivität selbst, aber auch durch die Weiterverarbeitung der Erze und nicht zuletzt die Verwitterung der Abraumhalden gelangen Schwermetalle in den Fluss. Diese Schwermetalle werden nicht nur im Wasser gelöst, sondern auch an Schwebstoffe anhaftend im Wasser transportiert und in die Flussauen eingebaut. Eine Analyse der Schwermetallkonzentration in verschiedenen Tiefen der Auensedimente kann daher als Indiz dafür dienen, wie intensiv der Bergbau im Kinziggebiet war. Ein Abgleich der Schwermetallkonzentration mit historischen Quellen kann zudem helfen, die Datierung des Sedimentationsgeschehens zu verbessern.

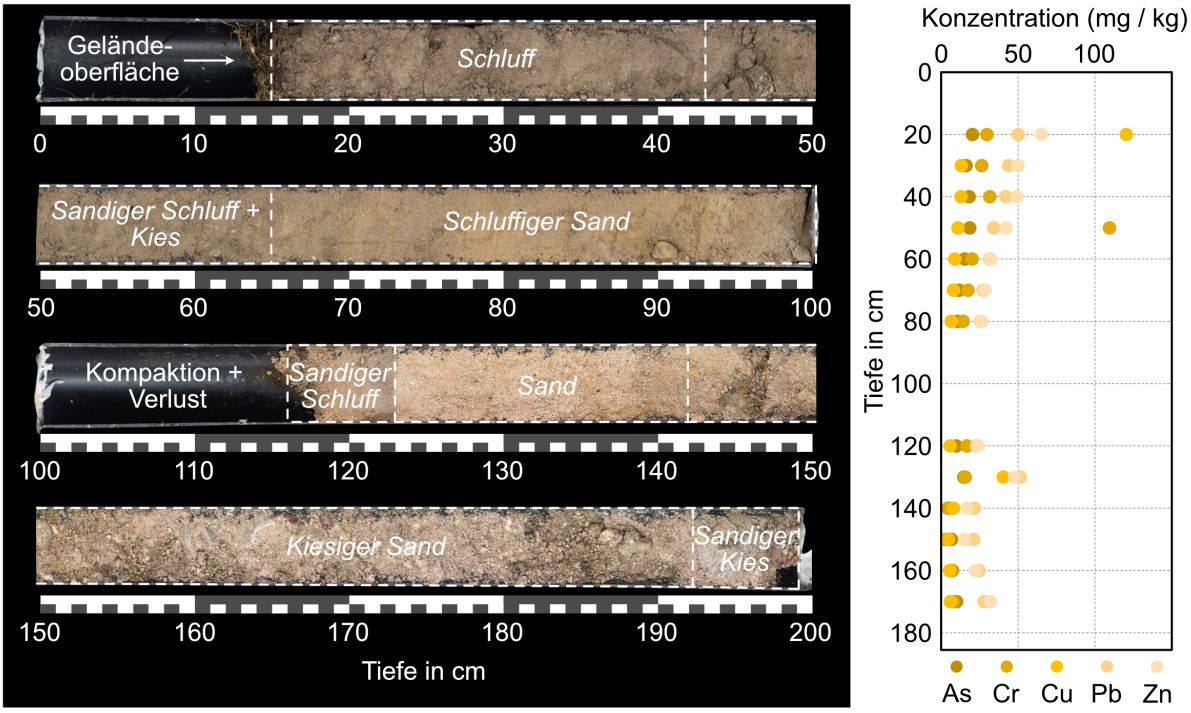


Abb. 1: Blöthe, Jan / Engelmann, Charlotte: Aufgesägter Bohrkern aus einer Auenfläche der Kinzig in der Nähe von Schenkenzell. Die Grasnarbe ist an der Geländeoberfläche gut zu erkennen, mit der Tiefe verändert sich die Sedimentfarbe sowie die vorhandenen Korngrößen. Die Grafik auf der rechten Seite zeigt die Konzentration verschiedener Schwermetalle (As = Arsen, Cr = Chrom, Cu = Kupfer, Pb = Blei, Zn = Zink) im Bohrkern in Abhängigkeit von der Entnahmetiefe. Urheber: Jan Blöthe & Charlotte Engelmann, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

5.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Blöthe, Jan / Engelmann, Charlotte: Aufgesägter Bohrkern aus einer Auenfläche der Kinzig in der Nähe von Schenkenzell. Die Grasnarbe ist an der Geländeoberfläche gut zu erkennen, mit der Tiefe verändert sich die Sedimentfarbe sowie die vorhandenen Korngrößen. Die Grafik auf der rechten Seite zeigt die Konzentration verschiedener Schwermetalle (As = Arsen, Cr = Chrom, Cu = Kupfer, Pb = Blei, Zn = Zink) im Bohrkern in Abhängigkeit von der Entnahmetiefe. Urheber: Jan Blöthe & Charlotte Engelmann, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Ahnert, Frank (2015): Einführung in die Geomorphologie (UTB Geowissenschaften, Geologie 8103), 5. Aufl., Stuttgart.

Brown, Antony G. u. a. (2018): Natural vs anthropogenic streams in Europe: History, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services, in: Earth-Science Reviews 180, S. 185-205, DOI: https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.001.

Charlton, Rosemary (2008): Fundamentals of Fluvial Geomorphology, London u. a..

Dikau, Richard u. a. (2019): Geomorphologie, Berlin.

Lang, Andreas u. a. (2003): Changes in sediment flux and storage within a fluvial system: some examples from the Rhine catchment, in: Hydrological Processes 17 (16), S. 3321-3334, DOI: https://doi.org/10.1002/hyp.1389.

Naden, Pamela S. (2010): The Fine-Sediment Cascade, in: Timothy P. Burt / Robert J. Allison (Hg.): Sediment Cascades. An Integrated Approach, Chichester, S. 271-305.

Schumm, Stanley Alfred (2005): River variability and complexity, Cambridge.

Trimble, Stanley W. (2010): Streams, Valleys and Floodplains in the Sediment Cascade, in: Timothy P. Burt / Robert J. Allison (Hg.): Sediment Cascades. An Integrated Approach, Chichester, S. 307-343.

Walker, Mike (2005): Quaternary Dating Methods. Chichester.

Weiterführende Lektüre

Ahnert, Frank (2015): Einführung in die Geomorphologie (UTB Geowissenschaften, Geologie 8103), 5. Aufl., Stuttgart.

Schrott, Lothar u. a. (2013): Fundamental classic and modern field techniques in Geomorphology: an overview, in: John F. Shroder u. a. (Hg.): Treatise on Geomorphology, Bd. 14: Methods in Geomorphology, San Diego, S. 6-21.

Montanarchäologische Befunde als Quellengattung – ein Überblick:

Berichte von Kosten und Nutzen menschlicher Eingriffe in Flusslandschaften zu Gedeih und Verderb der Anwohner des Lorscher Sees in der frühneuzeitlichen Kurpfalz.

Jochen Babist

6.1 Montanarchäologie - was ist das?

Die Montanarchäologie beschäftigt sich mit den technischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten der Nutzung natürlicher Rohstoffvorkommen durch den Menschen im Wandel der Zeiten. Dabei werden mittels zerstörungsfreier Prospektionsmethoden und/oder durch Grabungen die materiellen Hinterlassenschaften an Gewinnungsorten einerseits und an Lokationen der Weiterverarbeitung andererseits untersucht (Alper u. a., 2022). Beide sind eingebettet in die historische Kulturlandschaft sowie deren Siedlungs- und Infrastruktur (Abb. 1). Ausgangspunkt für die interdisziplinär-naturwissenschaftliche Beurteilung der Befunde und Funde sind die geologisch-lagerstättenkundliche Betrachtung der Rohstoffvorkommen (Babist, 2020) und die geographische Analyse der weiteren natürlichen Ressourcen im Kontext des Montansektors (Böden, Verfügbarkeit von Wasserkraft, Holz etc.). Bergbau, Steingewinnung und die Verarbeitung von mineralischen Rohstoffen hinterlassen direkte und indirekte Spuren in der Landschaft, die als Teil der fluvialen Anthroposphäre (in der Aue) oder als ihr weiteres Einzugsgebiet (im Entwässerungsgebiet eines Wasserlaufs) interpretiert werden können.

Babist, Jochen (2025): Montanarchäologische Befunde als Quellengattung – ein Überblick: Relikte der Montanwirtschaft und ihr Spiegelbild in der Flussaue, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 84-102, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030106,
Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.



Abb. 1: Klepper, Gloria: Montanlandschaften sind immer in agrarische und forstliche Nutzungsformen eingebettet – Schachthalde mit zentraler Schachtpinge des Grubenfeldes St. Briccius am Pöhlberg bei Annaberg-Buchholz im westlichen Erzgebirge. Im Hintergrund ist die typische streifenförmige Teilung der Waldhufen-Fluren erkennbar. Urheber: Gloria Klepper, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

6.2 Auswirkungen der Rohstoffgewinnung

Die räumliche Erschließung eines mineralischen Rohstoffvorkommens ist durch die Struktur seiner Lagerstätte vorgegeben. Grundsätzlich muss zwischen geschichteten Lockergesteinsvorkommen wie Kies, Sand und Ton, der Nutzung von Festgesteinsvorkommen (Sedimente: unter niedrigen Drucken und Temperaturen verfestigte Ablagerungen; Metamorphite: unter höheren Drucken und Temperaturen in ihrem Mineralbestand und ihrer Struktur umgewandelten Ausgangsgesteinen; Magmatite: aus Schmelzen erstarrten Gesteinen) und dem Abbau klassischer Erze (den Mineralen zur Produktion von Metallen bzw. den Grundstoffen für weitere chemische Prozesse) unterschieden werden. Dabei können Lagerstätten mineralischer Rohstoffe je nach ihrer Genese an bestimmte Gesteinsformationen gebunden sein oder in charakteristischen geologischen Strukturen auftreten (Pohl, 2005). Während Kies, Sand, Ton und Lehm in oberflächennahen Lagerstätten gewonnen werden, sind Erzlagerstätten je nach ihrer Genese oft bis in Tiefen von über 1500 m verfolgbar. Die Erschließung eines oberflächennahen Vorkommens kann in seiner gesamten Grundfläche von der Erdoberfläche aus als sogenannter Tagebau durchgeführt werden, oder es werden

wirtschaftlich lohnende Ressourcen unter Tage durch Stollen und Schächte eines Bergwerkes erschlossen. In beiden Fällen kommt es zur Entfernung des natürlichen oder bereits zuvor durch andere Nutzungsformen anthropogen beeinflussten Bodens, um den Tagebau anzulegen oder Mundlöcher (Stollen- oder Schachtzugänge) zu erstellen (Babist, 2014).

Bei der Gewinnung von Rohstoffen aus der Aue wird direkt in die durch natürliche fluviale Sedimentation entstandene Stratigraphie eingegriffen, sodass es zu künstlichen Umlagerungen, aber auch zu Eingriffen in den lokalen Grundwasserfluss kommt. Zu den Rohstoffen aus der Aue zählen die Nutzung von Sand als Mörtelzuschlag, für die Glasproduktion, der Abbau von Ton für die Keramikherstellung und die Lehmgewinnung für den Stampflehmbau, die Ausfachung von Fachwerkkonstruktionen oder die Ziegelbrennerei. Spuren in der Flussaue hinterlässt auch die Seifengold- oder Zinnsteingewinnung aus Kiesen und Sanden, die zu einer Störung der Stratigraphie und zur verstärkten Erosion von Feinmaterial im Waschprozess führt. In Mittelgebirgen finden sich an solchen Positionen oft anthropogene Rinnenstrukturen und Raithalden, die aus dem ausgewaschenen und künstlich umgelagerten Kies- und Grobsand bestehen.

Wird in hängigem Gelände ein Tagebau oder ein Bergwerk erschlossen, so leitet die Entfernung der Pflanzendecke, des Bodens und der Hangschuttdecken bis zum anstehenden Gestein in der Regel Erosionsvorgänge ein. Sie führen je nach den vorliegenden klimatischen Bedingungen und Niederschlagsraten zu Sedimentakkumulationen in einer benachbarten Bach- bzw. Flussaue. Die Intensität des Materialtransports und das Ausmaß der Akkumulation sind von der jeweiligen Strömungsgeschwindigkeit im Gerinne, der Korngröße und der Dichte des transportierten Materials abhängig. Zwischengelagerte Sedimente können bei erneutem Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit mehrfach in Suspension gebracht oder als Bodenfracht wieder aufgenommen und bach- bzw. flussabwärts erneut sedimentiert werden. Mit dem intensivsten Eintrag umgelagerten Materials ist in der unmittelbaren Umgebung des Gewinnungsortes zu rechnen.

Während und nach dem Abbaubetrieb stellen unbewachsene Haldenschüttungen die größte Materialquelle für den Sedimenteintrag in die Aue dar. Halden bestehen aus dem während der Gewinnung als wertlos angesehenem Material, das bei der Erschließung des eigentlichen Rohstoffvorkommens ausgefördert und abgelagert wird (Abb. 2). Bei veränderter Wirtschaftslage und/oder verbesserten Aufbereitungstechniken können Halden aber quasi als ‚sekundäre Lagerstätten' gewinnbringend aufgearbeitet werden (diese Arbeit wird in der Bergmannsprache als ‚Haldenkutten' bezeichnet). Ein Sedimenteintrag aus dem Haldenmaterial in Auesedimente muss also schon aus diesem Grund chronologisch nicht zwingend mit der Phase der primären Gewinnung korrespondieren. Geologisch setzen sich Halden aus dem Nebengestein und wertlosen Anteilen der Lagerstätte zusammen. Sie enthalten häufig spezifische Mineralassoziationen, anhand derer die Provenienz des in der Aue sedimentierten Materials nachgewiesen werden kann. Dabei ist allerdings zu beachten,

dass das physikalische Transportverhalten der Erzminerale aufgrund ihrer hohen Dichte lokal zu irregulären Anreicherungen führen kann. So erfolgt eine Ablagerung besonders dichter Mineralkörner oder Gesteinsstücke bei gegebener Form, Korndurchmesser und temperaturabhängiger Viskosität der Transportflüssigkeit bereits bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten, während kleinere Körner mit einer geringeren Dichte in Suspension gehalten werden. Sulfidische Erzmineralien (Verbindungen mit Schwefel) sind überdies an der Erdatmosphäre auf Dauer nicht stabil (Oxidation mit Luftsauerstoff), so dass es zu einer Zersetzung der Verbindung und einer chemischen Fraktionierung innerhalb der Sedimente kommen kann. Dabei werden ursprünglich in einem Mineral gemeinsam vorkommende Elemente aufgrund ihrer unterschiedlichen Reaktivität und Löslichkeit voneinander getrennt abtransportiert. Umgekehrt können unter sauerstoffarmen Bedingungen organische Lagen zu einer Fixierung zuvor mobilisierter Schwermetalle im Sediment führen.



Abb. 2: Babist, Jochen: Schnitt durch eine im Talgrund deponierte Stollenhalde eines mittelalterlichen Eisenerzbergwerkes bei Michelstadt-Steinbach (Odenwald). Unter der Haldenschüttung ist der vor der Bergbauaktivität landwirtschaftlich genutzte, lössbürtige Auenboden zu erkennen. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Künstliche Wasserhaltung im Bergbau unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels verändert die Einzugsgebiete der regionalen Gewässer (Zuführung von Aufschlagwasser zur Nutzung der Wasserkraft als Pumpenantrieb – „Wasserkunst“, Malek-Custodis, 2022; Ableitung der Grubenwässer über mehrere Kilometer lange Wasserlösungsstollen in benachbarte Täler; Wagenbreth / Wächtler, 1990). Entsprechend reagieren die umliegenden Gewässer mit einem veränderten Abflussregime, das sich auch in der Sedimentationsdynamik der Aue widerspiegelt.

Neben dem physikalischen Eintrag bergbau-derivierten Materials in die Aue können hydrochemische Prozesse einen Fingerabdruck montanistischer Tätigkeiten innerhalb der Auensedimente hinterlassen. Durch Grubengebäude unter Tage und größere Tagebaue ändern sich die hydrogeologischen Bedingungen im Einzugsgebiet des Bergbaus. Stollen und Schächte bilden kanalisierende Wegsamkeiten für Grundwasser (Abb. 3) oder Aufstiegswege für Tiefenwässer. Innerhalb der Aufschlüsse der Lagerstätte steht natürlichen chemischen Laugungsprozessen eine erheblich größere Oberfläche zur Verfügung, als dies im Kluft- und Porenraum des unbeeinflussten Gesteinskörpers der Fall wäre. Die Sulfidverwitterung (Oxidation des in den Sulfidmineralien enthaltenen Schwefels in sauerstoffhaltigen Wässern unter Bildung von Schwefelsäure) in polymetallischen Erzlagerstätten und Kohlegruben sorgt häufig für extrem saure Wässer, in denen zahlreiche Schwermetalle leicht löslich sind (Abb. 4). Über die Wasserhaltung (Pumpen, Wasserlösungsstollen) wurden solche Wässer im historischen Bergbau ungeklärt in die Vorfluter eingeleitet. Durch Mischungsprozesse mit Oberflächenwässern, Pufferung des Säuregehaltes oder Oberflächenreaktionen mit Tonmineralien und organischen Substanzen können Schwermetalle ausgefällt bzw. adhäsiv wieder festgelegt worden sein. Im Gegensatz zum physikalisch kontrollierten Sedimentationsprozess werden diese Fällungsreaktionen jedoch durch physikochemische Parameter kontrolliert und weisen im ungünstigsten Fall keinerlei chronologisch-stratigraphische Bezüge zur Sedimentfolge in der Aue auf.



Abb. 3: Babist, Jochen: Drainage-Effekt eines Wasserlösungsstollens, Ableitung des Grundwassers auch nach der Betriebsaufgabe des Bergbaus. Das Bild zeigt den durchschnittlichen Wasserabfluss im „Alten Stollen“ der aus dem 19. Jh. stammenden Manganerzgrube Georg bei Reichelsheim-Rohrbach (Odenwald). Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.



Abb. 4: Babist, Jochen: Teilversetzter Abbauhohlraum im Zentralrevier in Freiberg/Sachsen – die gelben und weißen Farben des Versatzmaterials links weisen auf eine säurebedingte Zersetzung der Feldspat- und Sulfidanteile hin. Die schwarze Färbung auf der rechten Seite ist auf wieder ausgefällte Manganverbindungen mit Schwermetallgehalten zurückzuführen, die im ursprünglich wassergefüllten Hohlraum abgeschieden wurden. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

6.3 Auswirkungen der Aufbereitung

Verarbeitungsprozesse, die einer Konzentration bestimmter Minerale oder chemischer Verbindungen bedürfen, starteten nach der Gewinnung mit einer Aufbereitung. Sie konnte mechanisch-physikalisch (abhängig von der Dichte und Korngröße des Materials) oder hydrometallurgisch (durch chemische Laugung und Fällung) erfolgen. Am Beginn des mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Aufbereitungsprozesses stand nach einer oftmals vorgeschalteten Erzwäsche die Verkleinerung der durchschnittlichen Korngröße durch Mahlen oder Pochen. In Erzmühlen wurde das im Bergbau gewonnene Erz in einer durch Wasserkraft angetriebenen Mühle – ähnlich einer Getreidemühle mit einem runden Boden- und Läuferstein – zermahlen und anschließend geschlämmt, um die dichteren Anteile von der leichteren Nebengesteinsfraktion zu trennen (Hrubý, 2021). In den seit dem 14./15. Jahrhundert üblichen ‚nassen' Pochwerken wurde das Erz durch sich auf und ab bewegende, schwere Holzstempel mit Stahlfuß (Pochschuh) zerstampft. Der Antrieb erfolgte durch Wasserkraft über eine horizontal gelagerte Antriebswelle mit wechselständig angeordneten Holzzapfen (Heblingen). Sie hoben die Holzstempel an, bis sie unter ihrem Eigengewicht nach unten fielen. Im Anschluss an das Pochen wurde das Feinmaterial wie im Fall der Erzmühlen einer Dichtetrennung durch Schlämmen in geneigten Rinnwerken (Agricola, 1556; Delius, 1773) oder maschinelles Auswaschen (in sogenannten Langstoßherden) unterzogen. Bis zur Verfügbarkeit von Dampfmaschinen und Elektrizität war die Aufbereitung von Erzen daher an größere Bach- oder Flussläufe gebunden, die die Antriebskraft und das für die Dichtetrennung notwendige Medium Wasser lieferten. Das ausgewaschene Material gelangte mit Erzresten und Nebengestein im Abwasser in typischen Pochsanden und -schlämmen in das Auensediment und besitzt im unmittelbaren Umfeld der Aufbereitung auch eine stratigraphisch-chronologische Bedeutung. Für sekundäre Erosion, Transport und erneute Ablagerung in Sedimentfallen gilt im Falle einer Datierbarkeit ein ‚terminus ante quem' in Bezug auf die Verarbeitung der Erze.

Zu den hydrometallurgischen Trennungsverfahren zählt die Flotation (Schwimmaufbereitung), die das hydrophobe Verhalten der Oberflächen zahlreicher Erzminerale, vor allem der Sulfide, ausnutzt. Sie lassen sich durch Zugabe von Ölen und Fetten in eine durchbewegte Suspension aus fein vermahlenem Erz aus dem Schaum abschöpfen, der sich mit Luftblasen an der Oberfläche der Flotationsherde bildet. Grundsätzlich war das Verhalten der Metalle und sulfidischen Erzminerale bereits in der Antike bekannt. Eine großtechnische Anwendung fand die Methode jedoch erst ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts (Luyken / Bierbrauer, 1931). Rückstände aus der Flotation sind vor allem sehr feinkörnige Schlämme (tailings) mit hohen Anteilen der Gangart, also den nicht verwertbaren Begleitmineralien des Erzvorkommens. Die Laugung nutzt dagegen die chemische Löslichkeit von Metallverbindungen aus, um eine Konzentrationserhöhung des

gewünschten Metalls oder Stoffes in der Lösung zu erreichen und später wieder auszufällen. Laugungsprozesse wurden beispielsweise bei der Herstellung von Eisenvitriol (Eisensulfat) aus pyritischen Erzen in der Lagerstätte Schriesheim an der badischen Bergstraße seit 1700 angewendet (Hildebrandt, 2004). Die sauren Lösungen mobilisierten aber auch begleitende Schwermetalle, die mit dem Laugungsrückständen wieder in ungenutzte Hohlräume im Bergwerk eingebracht wurden, dort jedoch mit dem Grundwasserfluss interagieren. Bei Aufwältigungsarbeiten im heutigen Besucherbergwerk konnten in den 1990er Jahren in den Laugungsrückständen sekundär ausgefällter Galenit und Realgar (Blei- und Silbersulfid) makroskopisch beobachtet werden. Teilweise wurden die Roherze polymetallischer Lagerstätten aber auch vor der Laugung geröstet. Die „Roste“ in der Nähe von Boccheggiano bei Massa Marittima in der Toskana/Italien (Abb. 5) ist eine große Halde gelaugter und gerösteter Erze aus dem 19. und 20. Jahrhundert in unmittelbarer Bachnähe, die wegen der Schwermetallkonzentration weitgehend unbewachsen geblieben ist (Casini u. a., 2015). Nicht zu unterschätzen sind auch die Auswirkungen des Amalgamationsverfahrens bei der Seifengoldgewinnung. Bei diesem Verfahren werden feine Goldflitter in einer festen Lösung als Goldamalgam gebunden, aus dem sich das reine Gold durch Abdampfen wieder rückgewinnen lässt. Aus der Anwendung des Verfahrens, das seit der Antike praktiziert wird, ergeben sich Quecksilber-Kontaminationen in Auensedimenten und Böden, die auch noch Jahrhunderte nach der Bergbauaktivität nachweisbar bleiben. Ein Beispiel stellt das bei Probewaschungen in den Sanden des Hofstetterbaches bei Haslach (Kinzigtal, Schwarzwald) entdeckte Goldamalgam dar (Homann, 1996).



Abb. 5: Babist, Jochen: Die „Roste“ in der Nähe von Boccheggiano bei Massa Marittima in der Toskana/Italien. Die unbewachsene Halde besteht aus stark schwermetallhaltigen, gerösteten und gelaugten Rückständen einer hydrometallurgischen Erzaufbereitung. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Nicht-metallische Rohstoffe wie Kalk, Gips/Anhydrit, Salze, Feldspat, Kohle, Graphit, Schwerspat oder Fluorit erfahren in der Regel ebenfalls eine Aufbereitung, aus der sich Rückstandshalden ergeben, die der Erosion ausgesetzt sein können. Schließlich ergeben sich aus der Gesteinsverarbeitung für Bauzwecke beim Zurichten von Rohblöcken Kleinschlag und Grobsand, bei der Anwendung von Säge- und Schleiftechniken auch Feinsedimente, die mit anthropogen hergestellten Schleifmitteln und technischen Reststoffen wie Ölen und Schmiermitteln angereichert sind.

6.4 Auswirkungen der Verhüttung

Pyrometallurgische Verarbeitungsschritte (Schmelzen zur Verhüttung) und/oder Brennprozesse, wie sie bei der Ziegel- oder der Branntkalkproduktion für die Mörtelherstellung angewendet wurden, gingen mit chemischen Reaktionen einher, die Gase, Rauch und feste Abfallstoffe (Schlacke) freisetzten. Sulfide wurden in der Regel geröstet (über einfachem Feuer erhitzt; Agricola, 1556), um Wasser und Schwefel aus dem aufbereiteten Erz auszutreiben. Der oxidierende Schwefel bildete dann mit der Luftfeuchtigkeit Aerosole mit Schwefelsäure bzw. schwefeliger Säure, die zur Bodenversauerung in größeren Arealen und damit einer Mobilisierung von Schwermetallen beitrugen. Auch bei der Röstung hydroxidischer Eisenerze wurden außer Wasserdampf zahlreiche Begleitstoffe freigesetzt (Abb. 6). Auf das Erzrösten folgte in der Regel das reduzierende Schmelzen, bei dem man zunächst durchwegs Holzkohle, seit der Industrialisierung auch zu Koks aufbereitete Steinkohle einsetzte. Allgemein veränderte sich das Standortgefüge der Weiterverarbeitung für zahlreiche Rohstoffe spätestens mit den technischen Innovationen der Industrialisierung, weil nun längere Transportwege über den Massentransport mit Transportseilbahnen, Eisenbahn oder Schifffahrt die Wirtschaftlichkeit in geringerem Maß beeinflussten als in den Jahrhunderten zuvor.



Abb. 6: Babist, Jochen: Nachbau eines mittelalterlichen Röstbettes als experimenteller Aufbau zum Rösten hydroxidischer Eisenerze – gut erkennbar ist die neben den Wasserdampfschwaden auftretende Abgabe von gelblichem Hüttenrauch. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Die frühe Eisenerzverhüttung arbeitete mit Rennöfen bei Temperaturen von etwa 1100°C unterhalb des Schmelzpunktes von gediegenem Eisen (Sperl, 1993). Erzgranulat und Holzkohle wurden gemischt in den aus Lehm errichteten Ofenschacht eingebracht. Das durch unvollständige Verbrennung entstandene Kohlenstoffmonoxid durchströmte den Schacht nach oben und reduzierte das Eisenoxid schrittweise zu gediegenem Eisen, das sich als Feststoff in einem unreinen Klumpen (der Luppe) auf Höhe der Lufteinspeisung sammelte. Der Nebengesteinsanteil schmolz zu einer Eisensilikat-Schlacke, die im Ofen nach unten saigerte oder abgestochen werden konnte. Der Ofen musste zerstört oder zumindest geöffnet werden, um an das schmiedbare Eisen zu gelangen. Bei der Eisenerzverhüttung in Rennöfen war das geringe Gewichtsverhältnis 1 : 2,5 bis 3 zwischen Erz und Holzkohle dafür entscheidend, dass die Transportwege des Erzes eher zu den Stätten der Holzkohleproduktion denn umgekehrt verliefen. So entstanden beispielsweise seit der Latène-Zeit im Hintertaunus dispers verteilte Verhüttungsstandorte (Schade-Lindig, 2016). Mit der Umstellung der Eisenerzverhüttung vom direkten Rennofenverfahren zum indirekten Verfahren im Floßofen seit dem späten Mittelalter wurden die Standorte der Eisenerzverhüttung statisch, da für den höheren Bedarf an Gebläsen für die primäre Verhüttung und das anschließende, nochmalige Aufschmelzen des Gusseisens zur Reduktion des Kohlenstoffgehaltes die Wasserkraft eingesetzt wurde.

Verhüttung und Raffination polymetallischer Erze können nur schwer pauschal dargestellt werden, da sie je nach mineralogischer Zusammensetzung unterschiedliche Schritte mit zahl-

reichen Zwischenprodukten umfassten (Bachmann, 1993). An den Verhüttungsstandorten können Reste der Zwischenprodukte, aber auch verschiedener, ursprünglich geschmolzener Abfallstoffe (Schlacken) auftreten. Hüttenschlacken sind glasig und zeigen häufig an den Oberflächen Fließstrukturen, aber auch Einschlüsse von Gasblasen oder Holzkohlestücken (Abb. 7). Bei der Einordnung von Schlackefunden in metallurgische Prozessabläufe ist grundsätzlich Vorsicht geboten, da Silikatschlacken oder manganhaltige Schlacken häufig von ihren ursprünglichen Entstehungsorten aus den Halden abgetragen, transportiert und als Zuschlagsstoff für fremde pyrometallurgische Prozesse verwendet wurden. Silikatische Hüttenschlacken können über Oxidationsvorgänge teilweise immense Mengen dann löslicher Schwermetalle freisetzen, wenn sie in einer kontinuierlichen Grundwasserströmung ausgesetzt sind (Hildebrandt, 1997).



Abb. 7: Babist, Jochen: Schwarze Hüttenschlacke aus einer Eisenerz verarbeitenden Schmelzhütte bei Michelstadt-Rehbach im Odenwald. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Hiervon zu unterscheiden sind Schmiedeschlacken, die grundsätzlich nicht auf einen Verhüttungsstandort hinweisen müssen. Dieser häufig körnig ausgebildete Schlacketyp besteht aus dem Abbrand, der sich bei der Schmiedearbeit in einer Esse bildete. Ein typisches Kennzeichen sind kalottenförmige Bruchstücke und ‚gerostete' Partien, da das Material ursprünglich gediegenes Eisen enthielt (Abb. 8). Schlacken entstehen aber auch an der Wandung von Ziegel- bzw. Töpferöfen, bei der Glasherstellung und in Kalköfen; allerdings sind die Volumina bei deren Prozessführungen deutlich geringer als bei der Erzverhüttung. Zerkleinerte Bruchstücke im Auensediment (Abb. 9) sind daher nicht immer einem bestimmten Prozess zuzuordnen.



Abb. 8: Babist, Jochen: Kalottenförmige Schmiedeschlacke aus der Halde einer Bergschmiede des 15. Jhs. im Bergbaurevier Blindis, St. Jakob in Defereggen, Osttirol/Österreich. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.



Abb. 9: Babist, Jochen: Auf Höhe der Unterkante des Maßstabes durchzieht eine Kieslage mit Schlackefragmenten bis 0,5 cm Größe bis etwa in die Bildmitte die Sequenz der lehmigen, mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Aueablagerungen des Ostertalbaches bei Reichelsheim (Odenwald). Urheber: Jochen Babist, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Ein besonderes Zwischenprodukt in der Metallurgie der Silber-, Blei- und Kupfererze stellen die Bleiglätte und das Werkblei dar. Bei der Verarbeitung silberhaltiger Bleierze gibt es drei wesentliche Verfahrensschritte: Nach dem Rösten (s. o.) folgte das reduzierende Schmelzen, bei dem silberhaltiges Blei als Zwischenprodukt entstand. Dieses Werkblei wurde erneut

geschmolzen und im Treibeherd unter Luftzufuhr zu Bleioxid umgesetzt, das als Bleiglätte abgeschöpft wurde. Da der Silberanteil des Werkbleis nicht im Bleioxid gebunden wird, wurde in diesem Treibeprozess das Silber immer stärker angereichert und schließlich separiert. Die Bleiglätte konnte recycelt werden und ist daher an Hüttenstandorten oft als Zwischenprodukt zu finden. Umgekehrt wurde bei der Verhüttung silberhaltiger Kupfererze Blei zugegeben, weil Silber eine höhere Affinität zum Blei besitzt als zum Kupfer („Saigerverfahren"; siehe z. B. Eisenächer u. a., 1999, für den Saigerprozess zur Gewinnung des Silbergehaltes aus Kupferschiefer). Die Darstellung des Silbers erfolgte wieder im Treibeprozess. In der frühen Neuzeit entwickelten sich Saigerhütten teilweise unabhängig von den eigentlichen Bergbaugebieten entlang von Handelsrouten (vgl. z. B. Häberlein, 2016), an denen günstige Gegebenheiten zur Weiterverarbeitung gegeben waren (Wasserkraft, Verfügbarkeit von Holz, Personal, Transportinfrastruktur etc.).

Bei allen Zwischenschritten in der Verarbeitung polymetallischer Erze fielen neben Schlacken und Zwischenprodukten auch Gase, Stäube und Aerosole an, die im Umfeld einer Hütte nachweisbar bleiben bzw. in Böden und Sedimente der Aue gelangen konnten. Über den „Hüttenrauch" wurden insbesondere Arsen als Arsentrioxid, Blei, Thallium und Cadmium als Flugstäube im weiteren Umfeld verteilt (Hildebrandt, 1997, 41; Hildebrandt, 2013).

6.5 Auswirkungen des Montansektors auf die Kulturlandschaftsentwicklung im weiteren Sinne

Mit der Auffindung und Erschließung einer größeren, ökonomisch relevanten Lagerstätte veränderte sich in der Regel das überkommene Mosaik der gewachsenen Landnutzung radikal und schnell. Ein hoher Bedarf an Fachpersonal wurde durch Zuzug von Berg- und Hüttenleuten aus anderen Regionen befriedigt; teilweise garantierten Territorialherrschaften günstige Bedingungen, um Migration zu fördern. Auf diese Weise entstanden rasch wachsende, zunächst ungeordnete Bergbausiedlungen, die Anpassungen in der landwirtschaftlichen Versorgungsstruktur und ein Wachstum im Handwerksbereich nach sich zogen (Schwabenicky, 2009). Die Forstwirtschaft stellte sich auf den Bedarf an Holz für die Holzkohleproduktion und für den Grubenausbau um. In den Anfangsphasen prosperierenden Bergbaus kam es daher oft zu Entwaldung oder Degradation von Böden durch Niederwald- bzw. Hackwaldwirtschaft. So setzten sekundäre Veränderungen der Landschaftsmorphologie durch Erosions- und Sedimentationsprozesse ein (Goldenberg, 1996; Stolz, 2005). Stellte sich eine Kontinuität im Bergbau ein, entwickelten sich organisierte Bergstädte mit Markt- und teilweise Münzrecht. Wasserkraftnutzung und Wasserkünste erforderten eine weit über den Betrieb von Getreidemühlen hinausgehende Wasserwirtschaft mit Kunstgräben

und Teichen, sodass das Gewässernetz umgestaltet wurde. Eine bedeutende Bergbauphase hinterließ damit eine über Jahrhunderte währende Prägung in der Kulturlandschaft, die strukturell in der veränderten Morphologie, der (auch aktuellen!) Nutzungsform und der Infrastruktur in Transportwegen und Gewerbe ablesbar ist (pfadabhängige Standortentwicklung). Der entscheidende Charakter eines durch den Montansektor ausgelösten Kulturlandschaftswandels ist die Geschwindigkeit, mit der er abläuft. Entsprechende Marker finden sich im geoarchäologischen Archiv der Flussauen in Form von Markern, die auf indirekte Folgen der Transformation der bisherigen Wirtschaftsformen zurückgehen, auch wenn sie auf den ersten Blick nicht unmittelbar kausal auf den Bergbau im engeren Sinne zurückgeführt werden können.

6.6 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Klepper, Gloria: Montanlandschaften sind immer in agrarische und forstliche Nutzungsformen eingebettet – Schachthalde mit zentraler Schachtpinge des Grubenfeldes St. Briccius am Pöhlberg bei Annaberg-Buchholz im westlichen Erzgebirge. Im Hintergrund ist die typische streifenförmige Teilung der Waldhufen-Fluren erkennbar. Urheber: Gloria Klepper, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Babist, Jochen: Schnitt durch eine im Talgrund deponierte Stollenhalde eines mittelalterlichen Eisenerzbergwerkes bei Michelstadt-Steinbach (Odenwald). Unter der Haldenschüttung ist der vor der Bergbauaktivität landwirtschaftlich genutzte, lössbürtige Auenboden zu erkennen. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 3: Babist, Jochen: Drainage-Effekt eines Wasserlösungsstollens, Ableitung des Grundwassers auch nach der Betriebsaufgabe des Bergbaus. Das Bild zeigt den durchschnittlichen Wasserabfluss im „Alten Stollen“ der aus dem 19. Jh. stammenden Manganerzgrube Georg bei Reichelsheim-Rohrbach (Odenwald). Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4: Babist, Jochen: Teilversetzter Abbauhohlraum im Zentralrevier in Freiberg/Sachsen – die gelben und weißen Farben des Versatzmaterials links weisen auf eine säurebedingte Zersetzung der Feldspat- und Sulfidanteile hin. Die schwarze Färbung auf der rechten Seite ist auf wieder ausgefällte Manganverbindungen mit Schwermetallgehalten zurückzuführen, die im ursprünglich wassergefüllten Hohlraum abgeschieden wurden. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 5: Babist, Jochen: Die „Roste“ in der Nähe von Boccheggiano bei Massa Marittima in der Toskana/Italien. Die unbewachsene Halde besteht aus stark schwermetallhaltigen, gerösteten und gelaugten Rückständen einer hydrometallurgischen Erzaufbereitung. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 6: Babist, Jochen: Nachbau eines mittelalterlichen Röstbettes als experimenteller Aufbau zum Rösten hydroxidischer Eisenerze – gut erkennbar ist die neben den Wasserdampfschwaden auftretende Abgabe von gelblichem Hüttenrauch. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 7: Babist, Jochen: Schwarze Hüttenschlacke aus einer Eisenerz verarbeitenden Schmelzhütte bei Michelstadt-Rehbach im Odenwald. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 8: Babist, Jochen: Kalottenförmige Schmiedeschlacke aus der Halde einer Bergschmiede des 15. Jhs. im Bergbaurevier Blindis, St. Jakob in Defereggen, Osttirol/Österreich. Urheber: Jochen Babist, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 9: Babist, Jochen: Auf Höhe der Unterkante des Maßstabes durchzieht eine Kieslage mit Schlackefragmenten bis 0,5 cm Größe bis etwa in die Bildmitte die Sequenz der lehmigen, mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Aueablagerungen des Ostertalbaches bei Reichelsheim (Odenwald). Urheber: Jochen Babist, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Literaturverzeichnis

Agricola, Georg (1556/2003): De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Wiesbaden ND (1928).

Alper, Götz u. a. (2021): Was ist Montanarchäologie?, in: Kommission Montanarchäologie des VLA (Hg.): Bergbau durch die Jahrtausende – Montanarchäologie in Deutschland (Archäologie in Deutschland. Sonderheft 23), Darmstadt, S. 7-12.

Babist, Jochen (2014): Bergbaurelikte im Geo-Naturpark Bergstraße-Odenwald – Elemente einer Kulturlandschaft, in: Jochen Babist (Hg.): Bergbaurelikte im Odenwald – Elemente einer Kulturlandschaft (Bergbau und Kulturlandschaft 1), Birkenau, S. 11-65.

Babist, Jochen (2020): Informationsträger Grubengebäude - ein Leitfaden für Dokumentation und Grabung unter Tage, in: Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung Hessen 15, S. 91-144.

Bachmann, Hans-Gert (1993): Vom Erz zum Metall (Kupfer, Silber, Eisen) – Die chemischen Prozesse im Schaubild, in: Heiko Steuer (Hg.): Alter Bergbau in Deutschland (Archäologie in Deutschland. Sonderheft), Stuttgart, S. 35-40.

Casini, Alessandra u. a. (2015): Le „Roste“ di Boccheggiano, in: Amando Costatini (Hg.): Geositi: eccelenze della Natura nel Parco delle Colline Metallifere – Tuscan Mining Geopark, Pisa, S. 97-103.

Delius, Christoph Traugott (1773/2014): Anleitung zur Bergbaukunst, Prag ND (1773).

Eisenächer, Wolfgang u. a. (1999): Vom Kupferschiefer zum Metall – Die Verhüttung, in: Verein Mansfelder Berg- und Hüttenleute e. V. (Hg.): Mansfeld. Die Geschichte des Berg- und Hüttenwesens (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 80), Eisleben, S. 214-259.

Goldenberg, Gert (1996): Umweltbeeinflussung durch das frühe Montanwesen. Beispiele aus dem Schwarzwald, in: Albrecht Jockenhoevel (Hg.): Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt (Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Beihefte 121), Stuttgart, S. 230-246.

Häberlein, Mark (2016): Aufbruch ins globale Zeitalter. Die Handelswelt der Fugger und Welser, Darmstadt.

Hildebrandt, Ludwig H. (1997): Schwermetallbelastungen durch den historischen Bergbau im Raum Wiesloch (Materialien zum Bodenschutz 7), Karlsruhe.

Hildebrandt, Ludwig H. (2004): Die Geschichte des Silber- und Vitriolbergwerks in Schriesheim, in: Schriesheimer Jahrbuch 8, S. 86-121.

Hildebrandt, Ludwig H. (2013): Umweltveränderungen durch den hochmittelalterlichen Abbau der Pb-Zn-Ag-Lagerstätte Wiesloch, in: Jacquo Silvertant (Hg.): Mining and Cultural Landscape. 8th international symposium on archaeological mining history, Reichelsheim-Odenwald 2013 (Yearbook of the Institute Europa Subterranea), Reichelsheim u. a., S. 58-71.

Homann, Wolfgang (1996): Berggold von Waldshut und Waschgold von Haslach (Mittlerer Schwarzwald), in: Lapis Mineralienmagazin 21 (5), S. 29-32.

Hrubý, Petr (2021): Erzbergbau und Edelmetallproduktion im böhmischen Königreich während des 13. Jhs. im Kontext der europäischen Montanarchäologie (Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie Sachsen 72 / ArchaeoMontan 6), Dresden.

Luyken, Walter / Bierbrauer, E. (1931): Die Flotation in Theorie und Praxis, Berlin.

Malek-Custodis, Katharina (2021): Wasser Marsch! Mehr Kraft für mehr Tiefe, in: Kommission Montanarchäologie des VLA (Hg.): Bergbau durch die Jahrtausende – Montan-

archäologie in Deutschland (Archäologie in Deutschland. Sonderheft 23), Darmstadt, S. 80-89.

Pohl, Walter L. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe. Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten, W. und W. E. Petrascheck's Lagerstättenlehre, 5. Aufl., Stuttgart.

Sperl, Gert (1993): Die Entwicklung der Eisenmetallurgie von römischer Zeit bis ins Mittelalter, in: Heiko Steuer / Ulrich Zimmermann (Hg.): Montanarchäologie in Europa. Berichte zum Internationalen Kolloquium „Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa" in Freiburg im Breisgau vom 4. bis 7. Oktober 1990 (Archäologie und Geschichte 4), Sigmaringen, S. 461-476.

Schade-Lindig, Sabine (2017): Eisenland östlicher Hintertaunus, in: Hessen-Archäologie. Jahrbuch für Archäologie und Paläontologie in Hessen 2016, Darmstadt, S. 247-250.

Schwabenicky, Wolfgang (2009): Der mittelalterliche Silberbergbau im Erzgebirgsvorland und im westlichen Erzgebirge. Unter besonderer Berücksichtigung der Ausgrabungen in der wüsten Bergstadt Bleiberg bei Frankenberg, Chemnitz.

Stolz, Christian (2008): Historisches Grabenreißen im Wassereinzugsgebiet der Aar zwischen
Wiesbaden und Limburg (Geologische Abhandlungen Hessen 117)(Diss. Mainz 2005), Wiesbaden.

Otfried Wagenbreth / Eberhard Wächtler (Hg.) (1990): Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte, der Bergbau auf Silber, Zinn, Wismuth, Kobalt und Nickel in den Revieren von Geyer, Ehrenfriedersdorf, Altenberg, Seiffen, Eibenstock, Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt, Schwarzenberg und kleineren Bergorten sowie die erzgebirgischen Buntmetallhütten und Blaufarbenwerke, Leipzig.

Weiterführende Lektüre:

Bartels, Christoph (1996): Der Bergbau - im Zentrum das Silber, in: Uta Lindgren (Hg.): Europäische Technik im Mittelalter 800-1200. Tradition und Innovation, ein Handbuch, Berlin, S. 235-248.

Christoph Bartels / Rainer Slotta (Hg.) (2012): Geschichte des Deutschen Bergbaus, Bd. 1: Der alteuropäische Bergbau. Von den Anfängen bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, Münster.

Klaus Tenfelde u. a. (Hg.) (2016): Geschichte des Deutschen Bergbaus, Bd. 3: Motor der Industrialisierung. Deutsche Bergbaugeschichte im 19. und frühen 20. Jahrhundert, Münster.

Pleiner, Radomír (1996): Vom Rennfeuer zum Hochofen: Die Entwicklung der Eisenverhüttung, 9.-14. Jahrhundert, in: Uta Lindgren (Hg.): Europäische Technik im Mittelalter 800-1200. Tradition und Innovation, ein Handbuch, Berlin, S. 249-256.

Suhling, Lothar (1996): Verhüttung silberhaltiger Kupfererze, in: Uta Lindgren (Hg.): Europäische Technik im Mittelalter 800-1200. Tradition und Innovation, ein Handbuch, Berlin, S. 269-276.

Wolfhard Weber (Hg.) (2015): Geschichte des Deutschen Bergbaus, Bd. 2: Salze, Erze und Kohlen – Der Aufbruch in die Moderne im 18. und frühen 19. Jahrhundert, Münster.

„Was ist schon normal?“

Schwermetalle in Auensedimenten und die Schwierigkeit erwartete Konzentrationen zu definieren

Johannes Keßels, Fiona Guhe, Philipp Schulte, Frank Lehmkuhl, Alexandra Weber

7.1 Einleitung

Schwermetalle in Sedimenten sind ein seit vielen Jahrzehnten adressiertes Thema, da von ihnen bei entsprechender Konzentration ein Risiko für Mensch und Umwelt ausgehen kann. Um das Gefahrenpotential abschätzen zu können, ist es erforderlich, die Schwermetallkonzentrationen in den jeweiligen Umweltmedien (Boden, Luft, Wasser) zu dokumentieren und zu bewerten. Grenzwerte werden durch den Gesetzgeber festgelegt (z.B. Bundesbodenschutzverordnung BBodSchV). Die Notwendigkeit einer solchen Untersuchung kann sich anlassbezogen (z.B. Neubebauung eines ehemaligen Industriestandortes mit Altlastenverdacht) oder im Rahmen des allgemeinen Umweltmonitorings ergeben.

Darüber hinaus liefern Schwermetallkonzentrationen in Auensedimenten für die historische Umweltforschung wichtige Informationen über vergangene montanwirtschaftliche oder industrielle Aktivitäten (Schmidt-Wygasch u. a., 2010). Durch regelmäßiges Überfluten der Auen bei Hochwasser lagern sich flächige Bodenschichten (Horizonte) unterschiedlicher Mächtigkeiten ab, deren Gesamtheit das Auensediment bildet (vgl. in diesem Band: Blöthe u. a., Flusssedimente). Die Sedimente solcher Hochwasserlagen setzen sich zusammen aus Material, welches ‚frisch‘ während des Hochwasserereignisses von den Hochflächen und Hängen im Einzugsgebiet erodiert wurde sowie aus ‚remobilisiertem‘ Material, also Sedimenten, die schon einmal durch fließendes Wasser transportiert und erneut aufgenommen wurden. Zeitphasen erhöhter landwirtschaftlicher Aktivität und daraus resultierender Bodenerosion bedingen erhöhte Sedimentationsraten in den Auen.

Keßels, Johannes / Guhe, Fiona / Schulte, Philipp / Lehmkuhl, Frank / Weber, Alexandra (2025): „Was ist schon normal?“ Schwermetalle in Auensedimenten und die Schwierigkeit erwartete Konzentrationen zu definieren, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 103-114, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030107, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Auensedimente bestehen also potentiell aus einer Mischung aller stromaufwärts vorkommenden Sedimente und zeigen daher geochemisch ein Mischsignal des gesamten flussaufwärts liegenden Einzugsgebietes (Vos u. a., 2006). Insbesondere in Landschaften, die durch Bergbau und/oder metallverarbeitende Industrien geprägt wurden, sind die Sedimente angereichert mit partikulär gebundenen Schwermetallen, sodass Auensedimente in ihren Tiefenprofilen chronologische Informationen über Art und Umfang der industriellen Landnutzung speichern (Ciszewski / Grygar, 2016; Lecce / Pavlowsky, 2001).

Erhöhte Schwermetallkonzentration sind jedoch nicht nur durch menschliches Handeln verursacht, sondern können auch auf den geologischen Untergrund zurückgeführt werden. Hier sind insbesondere Erzvorkommen zu nennen, die überhaupt erst die Voraussetzung für die Ansiedlung metallverarbeitender Industrien schaffen. Dies erschwert die Abschätzung einer lokalen, tatsächlich anthropogen bedingten Anreicherung eines Elements. Aus diesem Grund muss bei der geochemischen Untersuchung von Auensedimenten ein individuell gültiger „natürlicher Erwartungswert“ formuliert werden (Nordstrom, 2015).

Der natürliche Erwartungswert wird meist als geochemischer Hintergrund oder Grundlinie (englisch: **geochemical background**, **geochemical baseline**) bezeichnet. Seine genaue Definition, die Interpretation des Wertes sowie die Methoden zur Ermittlung der Werte sind allerdings nicht einheitlich (vgl. Abb. 1). Das folgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die verschiedenen ermittelbaren Werte und die dazu üblicherweise eingesetzten Methoden. Diese Ansätze und ihre Vor- und Nachteile werden an einem Beispieldatensatz aus dem Selke-Einzugsgebiet (Harz) vorgestellt. Für detaillierte Darstellungen der Kalkulationsmöglichkeiten von Hintergrundelementgehalten sei auf die zitierten Aufsätze verwiesen.

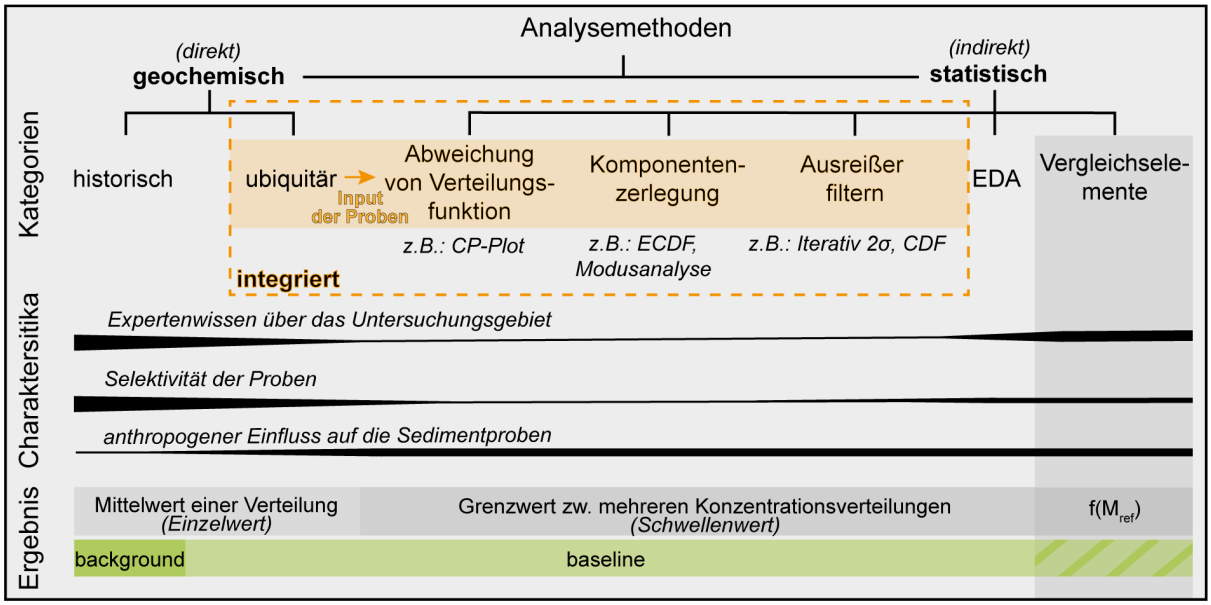


Abb. 1: Keßels, Johannes: Schematische Übersicht der gängigen Verfahren zur Bestimmung geochemischer Erwartungswerte untergliedert in geochemische, statistische und integrierte Ansätze (nach Desaules, 2012; Dung u. a., 2013; Grygar / Popelka, 2016). Dieser Beitrag beschäftigt sich primär mit den Methoden des integrierten Ansatzes (Rechteck in orange). CP-Plot steht dabei für cummulative probability plot, ECDF für empirical cummulative distribution function und CDF für calculated distribution function. Die rechts abgebildeten Methoden der Kategorie Vergleichselemente berücksichtigen weitere Einflussfaktoren, wie z.B. die Korngröße, werden aufgrund ihrer komplexeren Aussagen allerdings in diesem Artikel nicht weiter behandelt. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

7.2 Was ist der geochemische Hintergrund? Wie kann er definiert werden?

Die gängigen Methoden unterscheiden sich darin, welche Art von Erwartungswert sie ermitteln: den **geochemical background** oder eine **geochemical baseline** (vgl. Abb. 1). Bei Ersterem wird der geochemische Hintergrund als eine rein natürliche Konzentration interpretiert. Durch die Auswahl des Probenkollektivs ist sicherzustellen, dass jeglicher anthropogener Einfluss auf die Elementkonzentrationen auszuschließen ist. Beim Letztgenannten ist weniger der rein natürliche, sondern vielmehr der **ubiquitäre** (d.h. überall vorzufindende) Hintergrund relevant. Dieser ist nicht nur von natürlichen Prozessen gesteuert, sondern berücksichtigt zudem besonders weiträumige anthropogene Einflüsse. Ein Beispiel kann Blei sein, das durch die Verbrennung von bleihaltigem Benzin in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts in die Atmosphäre emittiert und anschließend auf der Erdoberfläche abgelagert wurde. Das Resultat sind ubiquitär erhöhte Bleikonzentrationen. Sollen lokale Anreicherungen von Elementen identifiziert werden, so müssen derartig

großflächige Abweichungen von ‚rein natürlichen' Konzentrationen bekannt sein. Welches Verfahren sich folglich zur Ermittlung eines Referenzwertes anbietet, hängt zunächst von der Fragestellung ab: Entscheidend ist, ob ein Wert gesucht wird, welcher sich den Elementkonzentrationen ohne jeglichen anthropogenen Einfluss nähert (**background**) oder Konzentrationen, die z.B. eine Situation vor dem Beginn eines Wandels in der Landnutzung, einer bestimmten menschlichen Aktivität oder eines Hochwassers widerspiegeln (**baseline**).

Darüber hinaus hängt die Eignung der verschiedenen Methoden von den Eigenschaften der Proben ab. Diese werden im Folgenden und in Abb. 1 kurz dargelegt:
(1) **Direkte Methoden** können angewendet werden, wenn Sedimente beprobt wurden, bei denen aufgrund geomorphologischer Position und (historischer) Landnutzung ein anthropogener Einfluss ausgeschlossen werden kann (**Expertenwissen,** siehe Abb. 1), z.B. bei tieferen Schichten eines Bohrkerns in Auensedimenten oder solche, bei denen die Belastung als ubiquitär eingestuft wird (Desaules, 2012).
(2) Demgegenüber stehen die **indirekten Verfahren**, die den größten Teil der Methoden umfassen. Hierbei werden statistische Methoden angewendet, die darauf abzielen einen geochemischen Datensatz auf dessen Subpopulationen in der Gesamtverteilung zu prüfen, um darüber Schwellenwerte zu ermitteln, die zwischen natürlichen und anthropogen beeinflussten Konzentrationsverteilungen trennen. Bei diesen Methoden spielt zwar die Auswahl der Proben eine geringere Rolle, jedoch muss die Grundgesamtheit zwingend eine ausreichend große Anzahl von als ‚unbeeinflusst' einzustufenden Proben enthalten (Dung u. a., 2013).
(3) Eine jüngere Entwicklung ab Mitte der 2000er ist das Konzept der **integrierten Verfahren** (Rechteck in orange in Abb. 1). Hierbei werden auf Basis eines Probensatzes mit möglichst geringen anthropogenen Belastungen (d.h. mit höchstens ubiquitären Anreicherungen) beeinflusste von unbeeinflussten Proben anhand von statistischen Analysen voneinander getrennt (Dung u. a., 2013).

Die Eignung von Probensätzen und bestimmten statistischen Verfahren zur Hintergrundbestimmung kann zu (kontroversen) Diskussionen führen. Im Folgenden werden einige der genannten Methoden angewandt und ihre Ergebnisse auf Vergleichbarkeit hin geprüft.

7.3 Untersuchungsgebiet und Datensatz

Datengrundlage für diese Arbeit sind Sedimentproben aus dem Ober- und Mittellauf der Selke im Ostharz. Die Selke entspringt auf den Hochflächen des Ostharzes, die Höhen von 450-550 m ü. Normalhöhennull (NHN) erreichen. Sie durchfließt dann Kerbsohlentäler mit breiten Auen, unterbrochen durch ein tief eingeschnittenes Engtal, bevor sie bei Meisdorf

auf 180 m ü. NHN das lössdominierte Flachland erreicht. Das Untersuchungsgebiet ist Teil des Forschungsprojektes „Headway or Escape? The Anthropogenic Riverscape Transition“ (HEARTs) im DFG Schwerpunktprogramm 2361 „Fluviale Anthroposphäre“.

Geologisch sind die Ober- und Mittelläufe geprägt durch zahlreiche Gangvererzungen (Abb. 2), die seit dem Mittelalter zu einem regen Bergbau von unter anderem Kupfer und Bleierzen führten. Vor allem flussabwärts von Straßberg ist das Selketal geprägt von mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Verhüttungsanlagen. Abbildung 2 hebt Teilräume des Mittel- und Oberlaufes der Selke hervor (A1-C1) und zeigt die Lage der Probenahmestandorte.

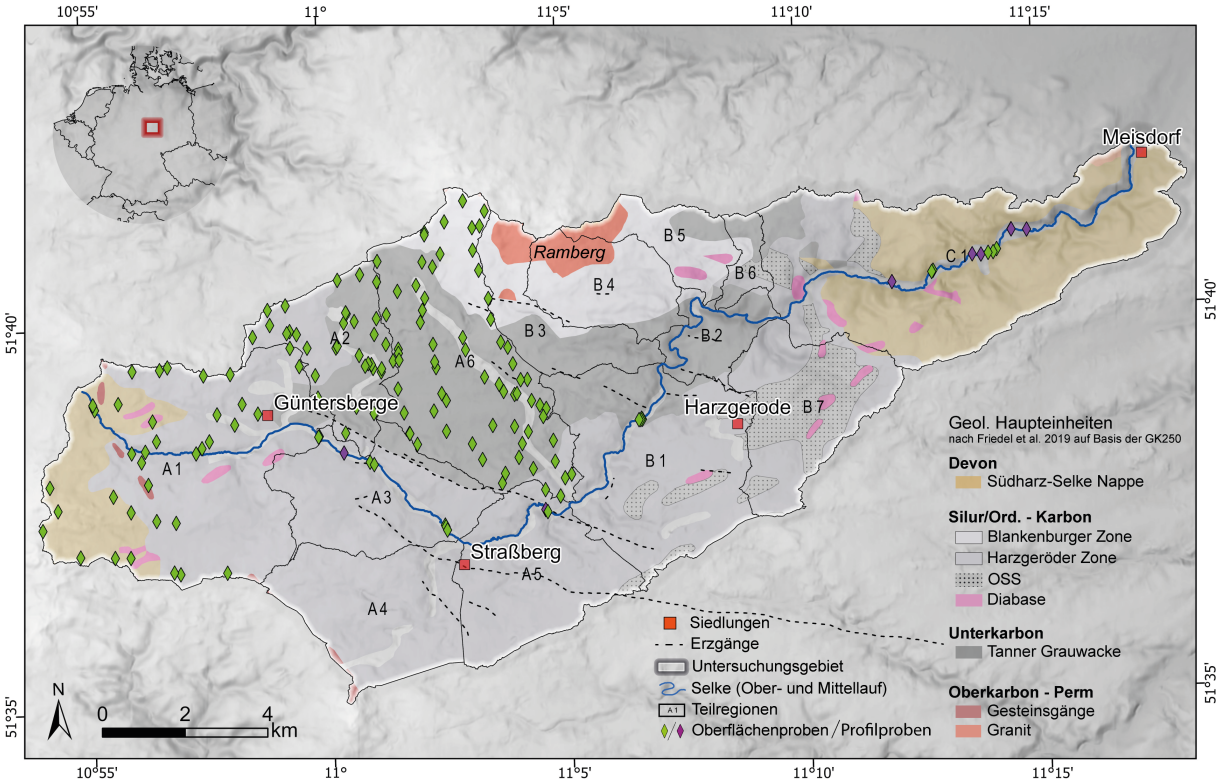


Abb. 2: Keßels, Johannes: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit Lage der Beprobungsstandorte. Die Teilräume A1 bis C1 basieren auf hydrologischen Berechnungen eines modifizierten Digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von einem Meter (DGM1 © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0) in ArcGIS Pro. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Bei den in den Gebieten A1, A2 und A6 entnommenen Sedimentproben handelt es sich um Oberflächenproben, d.h. um Mischproben der obersten 5-25 cm unter der Geländeoberkante (vgl. Abb. 2, grüne Rauten). Da in diesen Gebieten keine oberflächennahen Erzgänge vorkommen, wird der Einfluss der Montanindustrie als gering eingestuft. In den Sedimenten werden daher lediglich ubiquitäre Elementanreicherungen erwartet. Um die Repräsentativität des Datensatzes zu gewährleisten, sind die Beprobungsstandorte

so gewählt, dass sie das Gebiet möglichst flächig abdecken und die geomorphologisch-sedimentologische Variabilität des oberen Einzugsgebietes widerspiegeln. Dazu wurden sowohl Oberflächenproben auf den Hochflächen (Kulminationsbereich) als auch in fortgesetzter Hanglage (Hang) genommen, ergänzt um einzelne Standorte, an denen mehrere Mikroeinzugsgebiete zusammenfließen, an denen Auensedimente beprobt wurden (Aue).

Die Oberflächenproben werden durch Profilproben ergänzt, die aus insgesamt acht Bodenprofilen am Selkeufer stammen. Die Bodenprofile befinden sich flussabwärts der Gebiete A1 und A3 sowie vor allem in Zone C1 (vgl. Abb. 2, lila Rauten). Bei den Profilen sind zumeist die oberen 120 cm in 5 cm-Intervallen beprobt worden. Der Probensatz setzt sich zusammen aus insgesamt 156 Oberflächenproben und 120 Profilproben.

Die auf 2 mm abgesiebten Proben wurden pulverisiert und mittels Röntgenfluoreszenz die elementare Zusammensetzung bestimmt. Für den so erhobenen Probendatensatz sind die in Abb. 1 unter **integrierte Methoden** gruppierten statistischen Verfahren angewendet worden. Die Berechnung erfolgte mittels der Open Source Statistiksoftware R. Zur Implementierung der jeweiligen Methoden ist teilweise auf das R-Paket StatDA zurückgegriffen worden, welches von Filzmoser (2023) zur Analyse von Umweltdaten veröffentlicht wurde. Neben der Berechnung der natürlichen Erwartungswerte auf Basis dieses integrierten Ansatzes sind im Vorhinein die absoluten Elementkonzentrationen räumlich dargestellt worden. Die Symbolisierung ergibt sich dabei aus den erzeugten Kenngrößen des EDA-Plots (**E**xplorative **D**aten**a**nalyse). Diese initiale Betrachtung hilft, im ersten Schritt eine Vorstellung sowohl der Konzentrationsverteilung selbst als auch der räumlichen Verteilung dieser zu erhalten (Reimann / Garret, 2005).

7.4 Ergebnisse und Diskussion

Die Kupferkonzentrationen liegen für den gesamten Datensatz zwischen 12 und 590 mg/kg und zeigen eine zweigipflige (bimodale), rechtsschiefe Verteilung (vgl. Abb. 3A). Während die räumliche Analyse keinerlei Muster erkennen lässt (vgl. Abb. 3B), ist die Bimodalität der Verteilung durch die verschiedenen Probentypen zu erklären: Die speziell für die Ermittlung des Erwartungswertes genommenen Oberflächenproben (dargestellt entlang der x-Achse in blau) zeigen deutlich geringere Kupferkonzentrationen als die Profilproben (dargestellt in orange), sodass hier von zwei separaten Verteilungen mit Überschneidungsbereich ausgegangen werden kann. Im Kontext der Montanhistorie im Untersuchungsgebiet, erlaubt dieses Muster die Annahme, dass insbesondere die Profilproben aufgrund bergbaulicher Aktivitäten verstärkt mit Kupfer angereichert sind.

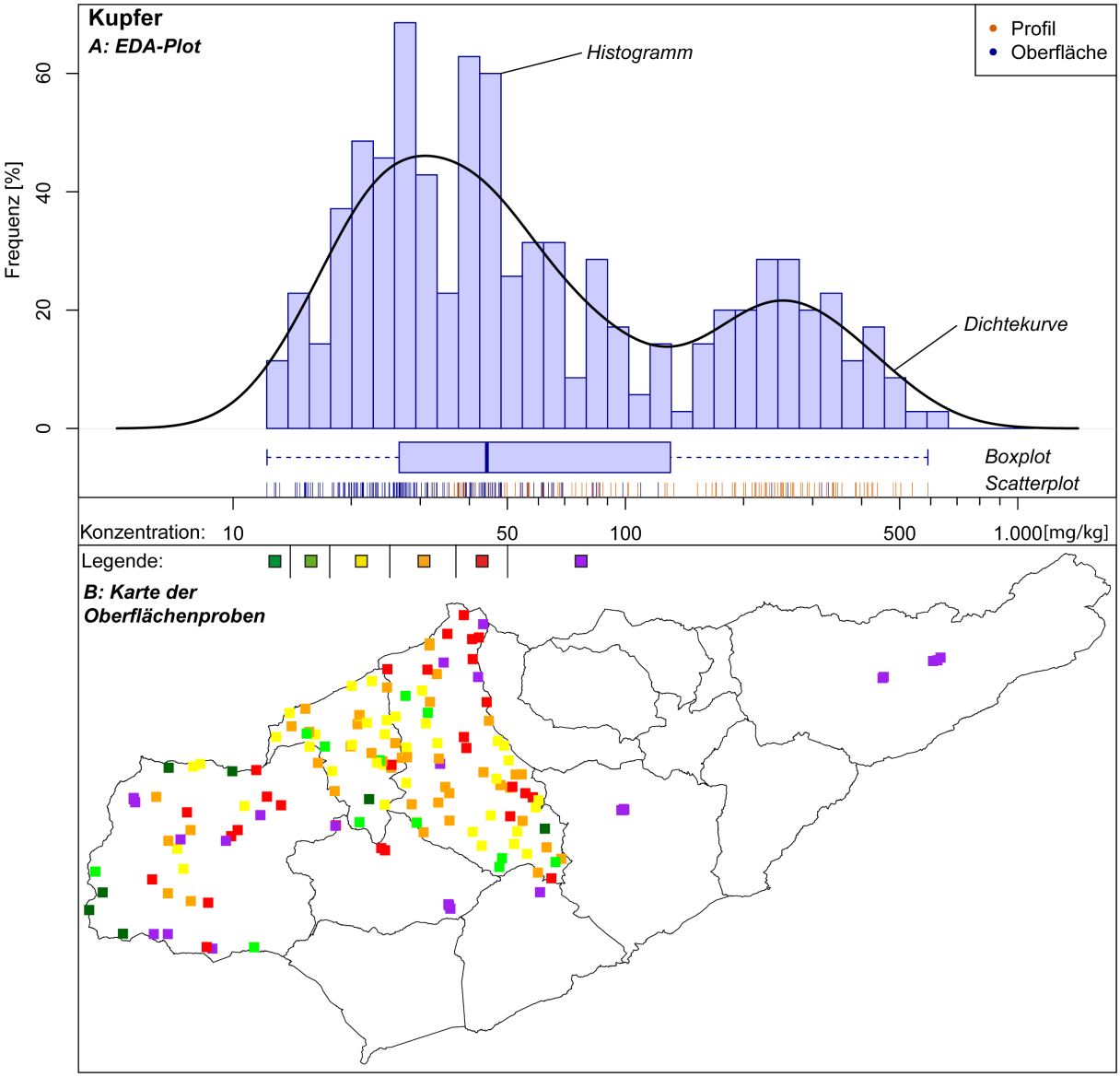


Abb. 3: Guhe, Fiona: EDA-Plot für die Kupfergehalte aller Proben (A) und räumliche Verteilung der Kupferkonzentrationen für die Oberflächenproben (B). Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Analoge Beobachtungen können für Blei gemacht werden, dessen Konzentrationen zwischen 20 und 13.000 mg/kg schwanken (vgl. Abb. 4A). Die in den verschiedenen Probensätzen begründete Bimodalität unterscheidet sich lediglich hinsichtlich einer stärkeren Rechtsschiefe durch deutliche Ausreißer in den Profilproben (d.h. Proben mit stark erhöhten Bleikonzentrationen). Im Unterschied zu Kupfer liegen die Oberflächenproben mit den höchsten Bleigehalten alle im Selke-Tal selbst und unterstreichen damit die Notwendigkeit von Beprobungen in den Oberläufen kleinerer Gewässer, um Mischsignale gesamter flussaufwärts gelegener Einzugsgebiete zu vermeiden (vgl. Abb. 4B).

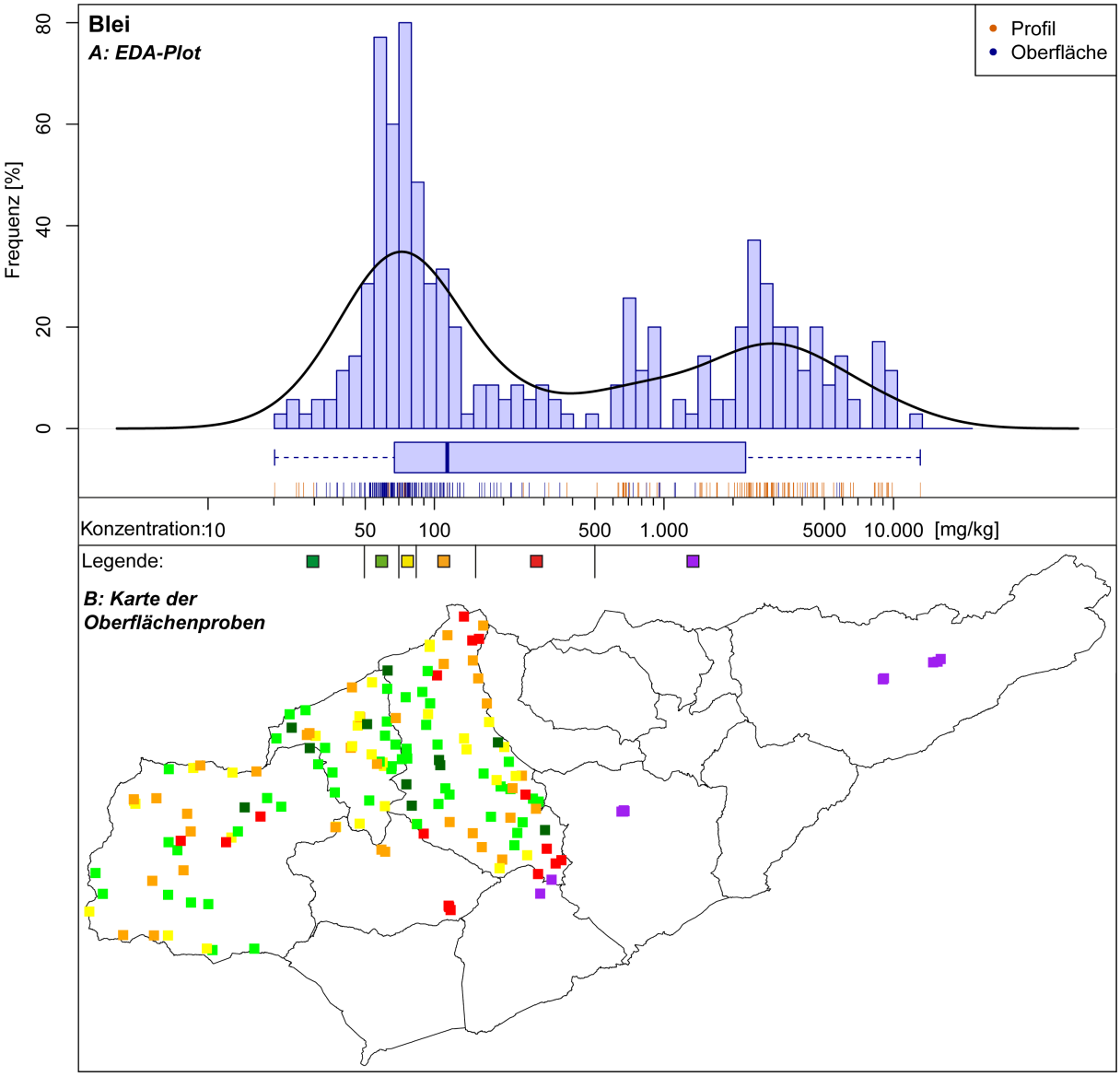


Abb. 4: Guhe, Fiona: EDA-Plot für die Bleigehalte aller Proben (A) und räumliche Verteilung der Bleikonzentrationen für die Oberflächenproben (B). Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Die natürlichen Erwartungswerte für Kupfer (vgl. Abb. 5A) und Blei (vgl. Abb. 5B) wurden anhand von sechs statistischen Methoden ermittelt (vgl. Abb. 1). Abbildung 5 unterscheidet dabei weiter, ob der Schwellenwert auf Basis des gesamten Datensatzes (**Gesamt**) oder getrennt nach den beiden Subkategorien Oberflächenproben (**Oberflächen**) und Profilproben (**Profil**) ermittelt wurde.

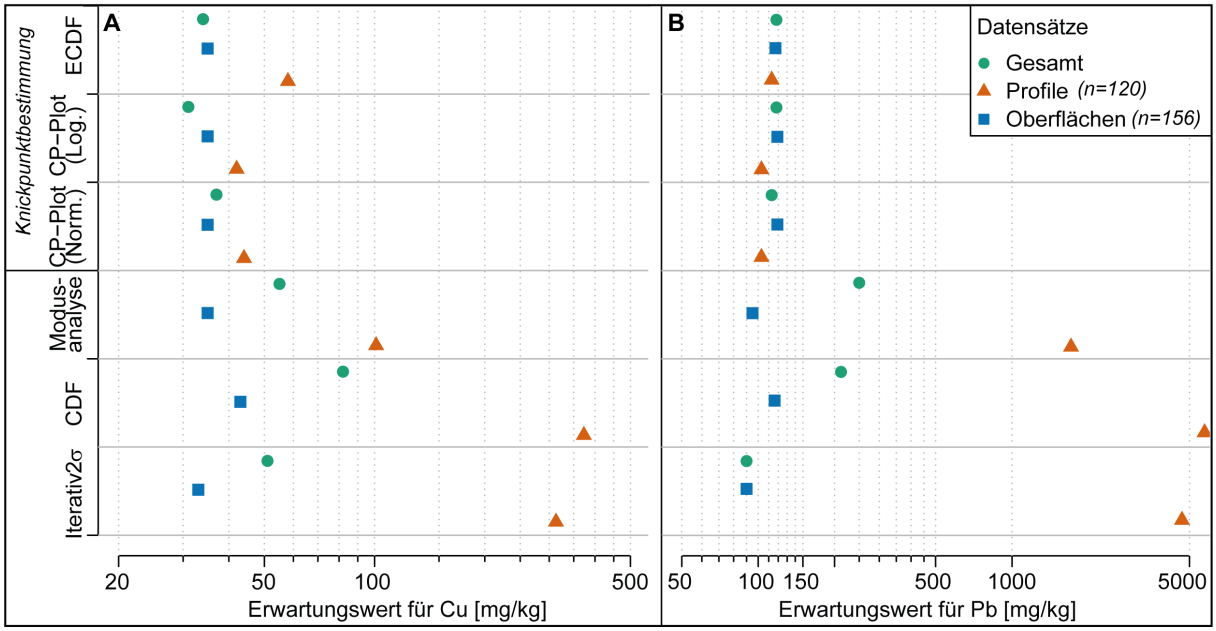


Abb. 5: Guhe, Fiona: Schwellenwerte der Erwartungswerte für Kupfer (A) und Blei (B) nach den verschiedenen statistischen Verfahren für den gesamten Probendatensatz (grün) sowie getrennt nach den beiden Probentypen Profilproben (rot) und Oberflächenproben (blau). Die Schwellenwerte markieren den maximalen Wert, der je nach Methode noch als natürlicher Erwartungswert angenommen werden kann. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Bei beiden Elementen wird deutlich, dass die berechneten Erwartungswerte sich sowohl zwischen den Methoden unterscheiden als auch zwischen den Datensätzen. Die ersten drei Methoden (vgl. Abb. 5) führen zu den niedrigsten Erwartungswerten. Die Gegenüberstellung nach Profil- und Oberflächenproben zeigt, dass diese Methoden gering durch die Ausreißer der Profilproben (vgl. Abb. 3A, 4A) beeinflusst werden. Konträr dazu sorgen die Profilproben bei den übrigen drei Methoden bei beiden Elementen für stark divergierende Erwartungswerte. Die bei diesen Methoden notwendige Annahme, dass die Konzentrationsgehalte unterhalb des Modus bzw. Medians unbeeinflusst sind, scheint insbesondere bei stark heterogenen Datensätzen nicht gegeben.

Die für diese Region ermittelten Erwartungswerte verdeutlichen, dass die Auswahl des statistischen Verfahrens die Ergebnisse stark beeinflusst und damit Elementgehalte, ab denen ein anthropogener Einfluss angenommen wird, sehr unterschiedlich ausfallen können. Dies gilt insbesondere, wenn der zu Grunde liegende Datensatz sehr unterschiedliche Elementkonzentrationen (Daten nicht normalverteilt) aufweist.

Bei unzureichendem a priori Wissen über die Stoff- und Sedimentdynamik im Einzugsgebiet sind nur solche Methoden geeignet, die robust gegenüber Spezifikationen des Datenkollektives sind. Mit Hinblick auf die Beprobungsstrategie scheint der Datensatz der Oberflächenproben die zu bevorzugende Herangehensweise zu sein, da dieser über alle Methoden hinweg sehr vergleichbare Ergebnisse liefert.

7.5 Zusammenfassung

Der Vergleich der sechs Berechnungsmethoden für einen geochemischen Erwartungswert in einem durch historischen Bergbau geprägten Flusseinzugsgebiet hat deutliche Unterschiede in der Eignung der Methoden belegt, insbesondere wenn sie auf spezifische Subkollektive angewandt werden. Wegen der Beständigkeit der ermittelten Werte muss die Auswertung eines speziell für diesen Zweck gewonnenen Oberflächendatensatzes stets die bevorzugte Herangehensweise sein. Steht ein solcher Datensatz nicht zur Verfügung, muss stattdessen auf einen Datensatz aus Profilproben mit unbekanntem Anreicherungsniveaus zurückgegriffen werden, so müssen besonders robuste Methoden, wie ECDF oder CP-Plots, verwendet werden. Diese können selbst für derartige Datensätze den Oberflächenproben gleichwertige Ergebnisse liefern.

7.6 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Keßels, Johannes: Schematische Übersicht der gängigen Verfahren zur Bestimmung geochemischer Erwartungswerte untergliedert in geochemische, statistische und integrierte Ansätze (nach Desaules, 2012; Dung u. a., 2013; Grygar / Popelka, 2016). Dieser Beitrag beschäftigt sich primär mit den Methoden des integrierten Ansatzes (Rechteck in orange). Die rechts abgebildeten Methoden der Kategorie Vergleichselemente berücksichtigen weitere Einflussfaktoren, wie z.B. die Korngröße, werden aufgrund ihrer komplexeren Aussagen allerdings in diesem Artikel nicht weiter behandelt. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Keßels, Johannes: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit Lage der Beprobungsstandorte. Die Teilräume A1 bis C1 basieren auf hydrologischen Berechnungen eines modifizierten Digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von einem Meter (DGM1 © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, Datenlizenz Deutschland – Namensnen-

nung – Version 2.0) in ArcGIS Pro. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 3: Guhe, Fiona: EDA-Plot für die Kupfergehalte aller Proben (A) und räumliche Verteilung der Kupferkonzentrationen für die Oberflächenproben (B). Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4: Guhe, Fiona: EDA-Plot für die Bleigehalte aller Proben (A) und räumliche Verteilung der Bleikonzentrationen für die Oberflächenproben (B). Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 5: Guhe, Fiona: Schwellenwerte der Erwartungswerte für Kupfer (A) und Blei (B) nach den verschiedenen statistischen Verfahren für den gesamten Probendatensatz (grün) sowie getrennt nach den beiden Probentypen Profilproben (rot) und Oberflächenproben (blau). Die Schwellenwerte markieren den maximalen Wert, der je nach Methode noch als natürlicher Erwartungswert angenommen werden kann. Urheber: Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie (PGG Aachen), Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Ciszewski, Dariusz / Grygar, Tomáš Matys (2016): A Review of Flood-Related Storage and Remobilization of Heavy Metal Pollutants in River Systems, in: Water Air & Soil Pollution 227, 239, DOI: https://doi.org/10.1007/s11270-016-2934-8.

Desaules, André (2012): Critical evaluation of soil contamination assessment methods for trace metals, in: Science of Total Environment 426, S. 120-131, DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.035.

Dung, Tran Thi Thu u. a. (2013): From geochemical background determination to pollution assessment of heavy metals in sediments and soils, in: Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 12, S. 335-353, DOI: https://doi.org/10.1007/s11157-013-9315-1.

Filzmoser, Peter (2023): Package 'StatDA'. Statistical Analysis for Environmental Data, URL: https://cran.r-project.org/web/packages/StatDA/StatDA.pdf (24.03.2025).

Lecce, Scott A. / Pavlowsky, Robert T. (2001): Use of mining-contaminated sediment tracers to investigate the timing and rates of historical flood plain sedimentation, in: Geomorphology 38, S. 85-108, DOI: https://doi.org/10.1016/S0169-555X(00)00071-4.

Matys, Grygar Tomáš / Popelka, Jan (2016): Revisiting geochemical methods of distinguishing natural concentrations and pollution by risk elements in fluvial sediments, in: Journal of Geochemical Exploration 170, S. 39-57, DOI: https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.08.003.

Nordstrom, Darrell Kirk (2015): Baseline and premining geochemical characterization of mined sites, in: Applied Geochemistry 57, S. 17-34, DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2014.12.010.

Reimann, Clemens / Garrett, Robert G. (2005): Geochemical background—concept and reality, in: Science of the Total Environment 350, S. 12-27, DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.01.047.

Schmidt-Wygasch, Carolin u. a. (2010): Indirect dating of historical land use through mining: Linking heavy metal analyses of fluvial deposits to archaeobotanical data and written accounts, in: Geoarchaeology 25 (6), S. 837-856, DOI: https://doi.org/10.1002/gea.20334.

Vos, Walter De u. a. (2006): Distribution of elements in stream sediment, in: Walter De Vos u. a. (Hg.): Geochemical atlas of Europe, Bd. 2: Interpretation of geochemical maps, additional tables, figures, maps and related publications, Espoo, S. 37-40.

Weiterführende Lektüre

Desaules, André (2012): Critical evaluation of soil contamination assessment methods for trace metals, in: Science of Total Environment 426, S. 120-131, DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.035.

Oberflächennahe geophysikalische Verfahren als Quelle:

Magnetik, Geoelektrik und Elektromagnetik und ihre Validierung durch Sedimentkerne

Susann Birnstengel, Marco Pohle, Ema Zvara, Snježana Pejdanović, Sven Linzen, Johannes Rabiger-Völlmer, Peter Kühn, Christoph Zielhofer, Ulrike Werban

8.1 Geophysikalische Prospektion in der Auenforschung

Plattentektonik, Erosion, chemische Verwitterung und Sedimentation – zahlreiche geologische Prozesse formen unsere Erde fortlaufend. Sie beeinflussen nicht nur die Landschaft, sondern auch das Leben der Menschen und deren Wahrnehmung der Umwelt. Gleichwohl greift der Mensch selbst in die Landschaft ein und verändert sie nachhaltig. Ein Blick unter die Erdoberfläche kann Aufschluss über die Entwicklungsgeschichte dieser natürlichen und menschlichen Einflüsse geben. Die Geophysik bietet dabei vielfältige Möglichkeiten, die physikalischen Eigenschaften des Untergrunds zu erfassen und so die zugrunde liegenden Prozesse besser zu verstehen. Oberflächennahe geophysikalische Verfahren ermöglichen eine zerstörungsfreie Erkundung von Sedimenten und archäologischen Strukturen in der Fläche oder entlang einer Linie von einzelnen Messpunkten (=Transekten). Dabei werden Signale gemessen, die einen natürlichen Ursprung haben können, z.B. das Erdmagnetfeld. Diese Signale werden als passive Signale bezeichnet. Im Gegensatz zu den passiven Signalen können auch aktive Signale gemessen werden, die z.B. durch aktive Signalanregung induziert werden. Für die Erfassung von oberflächennahen Schichten und Strukturen stehen verschiedene passive und aktive Methoden wie Gleichstromgeoelektrik (ERT), elektromagnetische Induktion (EMI) oder Magnetik zur Verfügung, die sowohl an der Oberfläche

Birnstengel, Susann / Pohle, Marco / Zvara, Ema / Pejdanović, Snježana / Linzen, Sven / Rabiger-Völlmer, Johannes / Kühn, Peter / Zielhofer, Christoph / Werban, Ulrike (2025): Oberflächennahe geophysikalische Verfahren als Quelle: Magnetik, Geoelektrik und Elektromagnetik und ihre Validierung durch Sedimentkerne, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 115-127, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030108, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

als auch im Bohrloch angewendet werden können. Diese können je nach wissenschaftlicher Fragestellung durch einmalige Messungen oder durch langfristiges Monitoring erfolgen.

In der Auenforschung eröffnet die geophysikalische Prospektion durch die räumliche Erfassung von Strukturen der fluvialen Architektur neue Möglichkeiten bei der Rekonstruktion von Schicht- und relativen Altersabfolgen von Sedimenten (Stratigraphie) (Suchodoletz u. a., 2022). Mithilfe der oben genannten bildgebenden Verfahren können beispielsweise die Verteilung von mächtigen Schluff-Ton-Ablagerungen (Auenlehme) und Paläorinnenmuster (Überreste alter Flussläufe) erfasst, oder Strukturabgrenzungen von Bauwerken durch die Erfassung von Unregelmäßigkeiten erkundet werden. Die Analyse von Kernbohrungen im Untersuchungsgebiet dient dabei als Validierung der geophysikalischen Ergebnisse.

8.2 Geophysikalische Methoden als Informationsquellen

Um geophysikalische Quellen zu beschreiben, zeigen wir Beispiele von Untersuchungen, bei denen der Untergrund mit verschiedenen Methoden dargestellt wird: geoelektrische, elektromagnetische und magnetische Verfahren.

Die Magnetik ist eine der ältesten Methoden in der Geophysik. Mit ihr kann man Störungen im Magnetfeld der Erde messen, die auf magnetische Materialien im Boden hinweisen. Solche Störungen – man nennt sie magnetische Anomalien – entstehen durch Gesteine oder Ablagerungen, die entweder von sich aus magnetisch sind oder vom Magnetfeld der Erde beeinflusst werden. Im Gegensatz dazu messen geoelektrische und elektromagnetische Methoden, wie gut der Untergrund elektrischen Strom leitet. Das hängt zum Beispiel vom Wassergehalt, dem Salzgehalt, der Korngröße und dem Tongehalt des Bodens ab. Diese Ergebnisse haben Aussagekraft über die Veränderungen von Auen in der Vergangenheit und welche Auswirkungen diese Veränderungen auf ebendort lebende Menschen haben konnten.

Die hier vorgestellten Daten sind Ergebnisse dreier Messkampagnen. Die Messungen an der Eger-Aue in Nördlingen wurden im Oktober 2023 und Februar 2024 von Forschenden der Universität Leipzig, der Universität Tübingen und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig durchgeführt (EMI, ERT, Bohrkerne). Die Daten der fahrzeuggestützten Magnetik-Messungen am Karlsgraben (Fossa Carolina) sind das Ergebnis von Forschenden des Leibniz-Instituts für Photonische Technologien (Leibniz-IPHT, Jena) in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege und der Universität Leipzig im Jahr 2013. Für das Gelingen großer und kleiner Messkampagnen ist eine gute Abstimmung mit den örtlichen Behörden und Besitzer*Innen der Gebiete Voraussetzung und die Begehbarkeit der Fläche, welche bestenfalls unbebaut und technisch ungestört ist, von Vorteil.

8.2.1 Elektromagnetische Induktion (EMI)

Für die Messungen kommen Messgeräte zum Einsatz, die einige Zentimeter über dem Boden getragen oder auch durch ein Fahrzeug gezogen werden können. Die Position wird kontinuierlich mit einem Differential Global Positioning System (DGPS) aufgezeichnet, damit jedem Messwert eine eindeutige Position im Raum zugeordnet werden kann. Die Messgeräte enthalten eine unterschiedliche Anzahl an Spulen, die in jeweils verschiedenen Abständen zueinander positioniert sind. Mit einem Stromfluss durch diese Spulen wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches induktiv die scheinbare elektrische Leitfähigkeit des Untergrundes detektiert. Diese Leitfähigkeit wird als ‚scheinbar' bezeichnet, weil sie keinen exakten Wert an einem bestimmten Punkt im Boden darstellt. Stattdessen ist sie ein gemittelter Schätzwert, der von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird – zum Beispiel von der Tiefe, dem Wasser- oder Salzgehalt und der Bodenart. Man erhält also ein Bild davon, wie leitfähig der Untergrund insgesamt erscheint, nicht wie er im Detail aufgebaut ist. Für unsere Fragestellung liefern die gemessenen Leitfähigkeitswerte Informationen über die Position von Paläorinnen, und die Verteilung von Auenlehmen und Torfen (Suchodoletz u. a., 2022; Köhler u. a., 2024). Dabei entsprechen hohe Leitfähigkeitswerte feinkörnigem Material, sowie einer hohen Bodenfeuchte. Unsere Datenaufnahme erfolgte flächenhaft mit dem CMD-Mini Explorer (GF Instruments s.r.o.) und einer Messrate von fünf Messungen pro Sekunde.

8.2.2 Gleichstromgeoelektrik (geoelektrische Widerstandstomografie, ERT)

Diese aktive Messmethode bedient sich der Stromeinspeisung, um den spezifischen elektrischen Widerstand des Untergrundes zu erkunden. Dabei werden entlang eines Transektes Elektroden (Metallspieße) senkrecht in den Boden gesteckt. Durch die Elektroden wird je nach Fragestellung und Beschaffenheit des Untergrundes bei konstanter Spannung Strom in den Boden eingeleitet. Diverse Messkonfigurationen spielen dabei eine Rolle. Sie definieren, welche Elektroden als Strom- und welche als Spannungselektroden dienen. Je nach Konfiguration ist es möglich, die Auflösung der Messung in lateraler oder horizontaler Richtung zu verbessern. Eine Kombination von Messkonfigurationen ist dabei oft vorteilhaft (Stadelhofen, 1994; Kertz, 1995). Der scheinbare elektrische Widerstand des Untergrundes wird über den Spannungsabfall an zwei Potentialelektroden ermittelt, wobei typischerweise geringe elektrische Widerstände bei humosem, feuchtem oder tonigem Material auftreten. Hohe elektrische Widerstände werden eher durch trockenen, grobkörnigen Untergrund oder auch anthropogene Aufschüttungen bedingt.

Nach der Messung erfolgt eine Inversion der Daten, um über eine Modellanpassung die genaue Tiefenzuordnung der elektrischen Widerstände zu erhalten. Diese zerstörungsfreie bodengebundene Methode liefert entlang eines Transektes hochaufgelöste Informationen über die Verteilung von Flussschottern und Auenablagerungen (Suchdoletz u. a., 2022; Köhler u. a., 2024).

8.2.3 Magnetik

Stoffspezifische magnetische Anomalien gegenüber dem Normalfeld der Erde können mit einem so genannten Magnetometer erfasst werden. Positive Anomalien prägen sich z.B. durch die Ansammlung von magnetischen Mineralen/Bakterien oder durch Erhitzen aus. Negative Anomalie ergeben sich z.B. bei Kalkakkumulationen (Stele u. a., 2022). Im folgenden Beispiel wurde für die Messung ein Supraleitendes-Quanten-Interferenzen-Device (SQUID) verwendet. Dieses empfindliche Messgerät nutzt die besonderen Eigenschaften von Supraleitern, Materialien, die bei sehr niedrigen Temperaturen keinen elektrischen Widerstand haben und ohne Verlust Strom leiten, aus. Das SQUID besteht aus einer Schleife supraleitenden Materials unterbrochen durch zwei dünne Isolationsschichten, die zur Ausbildung des sogenannten (Gleichstrom-) Josephson-Effektes führen. Dabei können selbst kleinste Magnetfeldänderungen in messbare elektrische Spannungen umwandelt und detektiert werden. Folglich können auch sehr schwache bodennahe Anomalien des Magnetfeldes oder Magnetfeldgradienten, hervorgerufen durch z.B. in Torf- oder Sedimentschichten eingelagerte Holzpfostenreste, großflächig detektiert werden. Wie stark sich das Magnetfeld über eine bestimmte Strecke verändert, wird in der Einheit nT/m (Nanotesla pro Meter) beschrieben.

8.2.4 Kernbohrungen

Eine invasive, aber sehr praktische Methode zur Validierung geophysikalischer Messungen im Lockergestein sind Kernbohrungen, beispielsweise mittels Rammkernsondierungen. Dabei wird eine 1 m lange halboffene Sonde, die in der Regel einen Durchmesser von 60 bis 70 mm besitzt, mit einem Schlaghammer lotrecht in den Boden gerammt. Hierbei füllt sich die Sonde beim Abteufen (=Niederlassen) mit Bodenmaterial. Die Sonde wird mit dem gefüllten Sondeneinsatz, unter Zuhilfenahme eines hydraulischen Ziehgerätes, herausgezogen und für den nächsten Tiefenmeter vorbereitet. Auf diese Weise arbeitet man sich Stück für Stück in die Tiefe. Eine hohe Bodenverdichtung oder Kernverluste können jedoch die Tiefenzuordnung der Horizonte erschweren. Die Unsicherheiten in der Analyse können durch den Vergleich mit geophysikalischen Methoden und durch das Abteufen mehrerer Kerne minimiert werden.

8.3 Quellenpräsentation am Standort Bleiche in der Egeraue

Das Zusammenspiel verschiedener geophysikalischer Verfahren für die Erkundung einer Fläche und die Validierung mittels Rammkernsondierungen zeigen wir am Beispiel der Bleiche in Nördlingen. Unser Erkundungsgebiet liegt nördlich des Inneren Rings von Nördlingen in der Egeraue. Der Ausschnitt einer georeferenzierten Flurkarte der Stadt Nördlingen von Daniel Meyer aus dem Jahre 1697 (Meyer, 1697) zeigt die Bleiche und den Inneren Ring Nördlingens (Abbildung 1A). In dieser Karte sind der Bleiche See, ehemalige Fischgruben sowie kanalähnliche Strukturen zwischen Kornlach, Eger und dem Bleiche See erkennbar. Heutzutage sind der Bleiche See und die ehemaligen Fischgruben verfüllt und auf den Wiesen nicht mehr erkennbar.

Unser Messgebiet nördliche des Bleiche Sees besitzt eine Ausdehnung von 5,4 ha. In Abbildung 1B wird die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe als Ergebnis der elektromagnetischen Messung im Oktober 2023 dargestellt. Im Zentrum, nahezu Nord-Süd verlaufend, und an den nördlichen Randgebieten der Messfläche bildet sich eine geringleitfähige Zone (grün-blau) in einer sonst gut leitfähigen (orange-rot) Umgebung ab. Diese Zone bezeichnen wir als Anomalie, sie stimmt mit der Lage der Fischgruben in der historischen Flurkarte überein.

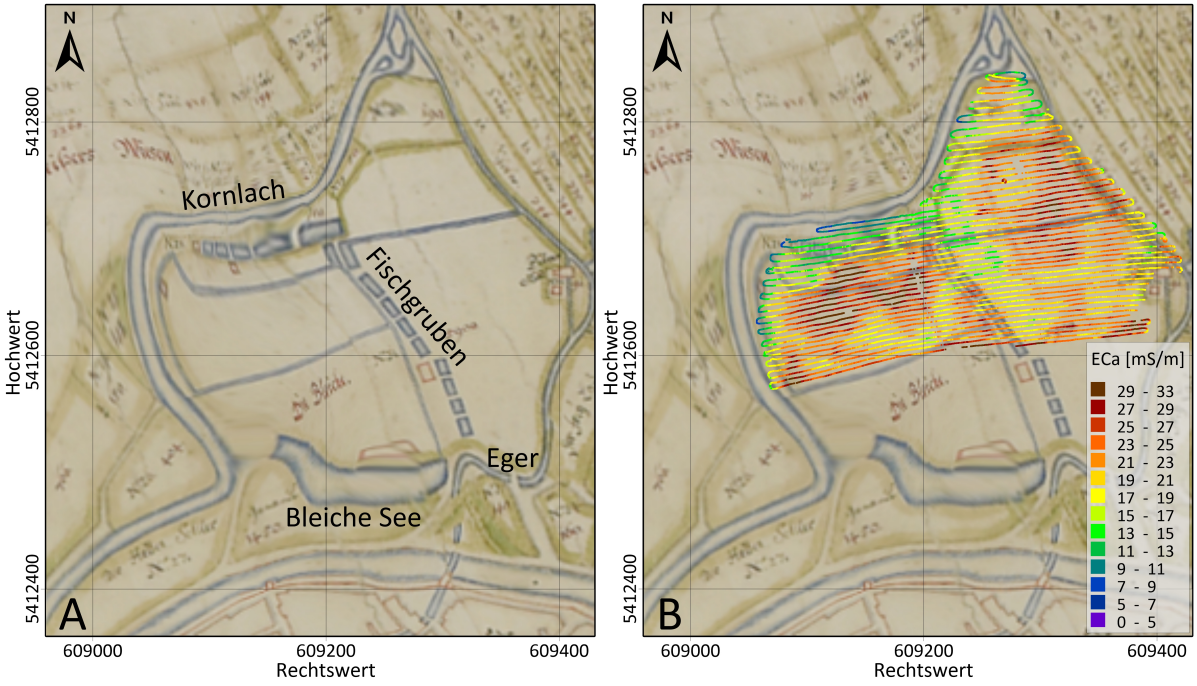


Abb. 1: Pohle, Marco: (A) Georeferenzierte Flurkarte (Bearbeitende: I.O. Nießen, M. Scholz, P. Flemming) der Stadt Nördlingen von Daniel Meyer 1697 (Foto: G.J. Schenk, 2024). Das farbige Original ist auf Leinen aufgezogen, Größe 2,45 x 1,50 Meter im Maßstab 1:2700. Stadtarchiv Nördlingen, (B) die farbigen Flächen zeigen die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe. Koordinaten: ERTS89/UTM Zone 32N, EPGS: 25832. Urheber: Marco Pohle / Stadtarchiv Nördlingen, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Auch die Überlagerung der Messungen der elektrischen Leitfähigkeit mit dem digitalen Höhenmodell (Digitales Geländemodell DGM) verdeutlicht die Anomalie. In Abbildung 2 ist die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe auf dem digitalen Höhenmodell dargestellt. Die Topographie nimmt zum Fluss hin leicht zu, außerdem bildet sich eine N-S verlaufende Erhebung ab. Es ist deutlich zu erkennen, dass hohe Leitfähigkeiten in den Niederungen westlich und östlich der Erhebung auftreten. Diese nehmen mit zunehmender Höhe ab.

Um das Verhalten dieser Anomalie in der Tiefe besser zu verstehen, untersuchten wir diesen Bereich gezielt mit der Gleichstromgeoelektrik. Das Transekt ERT02 ist in Abbildung 2 schwarz dargestellt und verläuft über die sichtbare Leitfähigkeitsanomalie und Topographie.

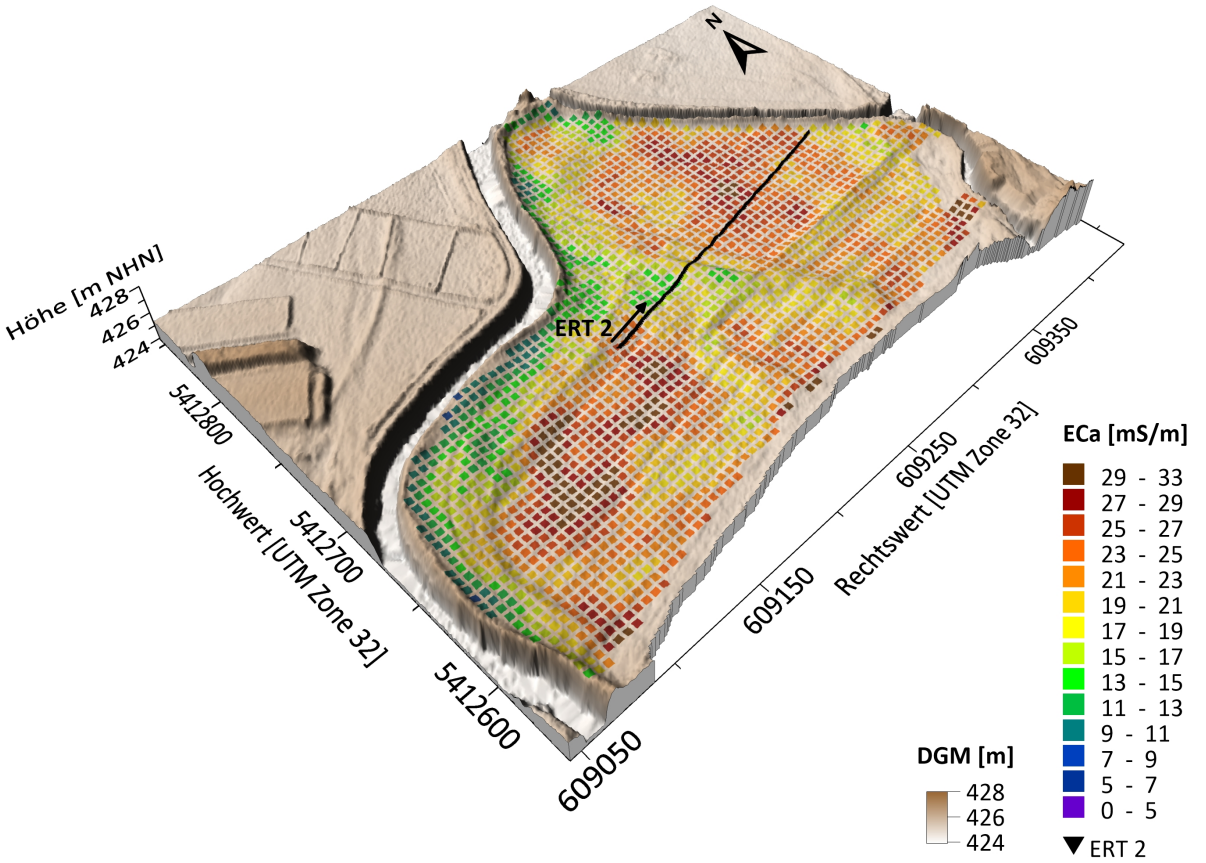


Abb. 2: Pohle, Marco: Messung mit CMD Mini Explorer, vertikaler Dipol, Spulenabstand 1,18 m, farbige Flächen zeigen die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe. In schwarz das Profil der geoelektrischen Widerstandstomografie (ERT) in WO Ausrichtung zu sehen. Zugrunde liegt das digitale Höhenmodell (DGM), Quelle: www.geodaten.bayern.de. Urheber: Marco Pohle, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Es hat eine Gesamtlänge von 191 m und einen Elektrodenabstand von 1 m. Die Messung erfolgte mit zwei sich ergänzenden Elektrodenanordnungen in West-Ost Richtung. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der geoelektrischen Messung. Die Widerstände in den jeweiligen Tiefen sind über die Transektlänge aufgetragen. Zu Beginn des Transektes im Westen erkennt man in 4 m Tiefe eine Schicht mit hohen elektrischen Widerständen. Diese ist überlagert von einer Schicht mit geringeren Widerständen. Zwischen 25 m und 60 m sind zwei auffällige Auflagen mit hohen elektrischen Widerständen zu erkennen. Der Rest des Transektes ähnelt dem Aufbau zu Beginn, ein recht homogen gelagerten 2 Schicht-Fall. Die Anomalie zwischen 25 m und 60 m entspricht der geringleitfähigen Anomalie in Abbildung 1 (B).

Die aus der Untersuchung gewonnen Informationen legen nahe, dass diese Struktur anthropogenen Ursprungs ist und die ehemaligen Fischgruben mit Sediment verfüllt wurden. Da die Interpretation der geophysikalischen Anomalien oft nicht eindeutig ist, sollte sie immer gemeinsam mit allen vorhandenen Informationen erfolgen. Um Thesen dieser Art zu untermauern, ist es üblich Rammkernsondierungen im Messgebiet abzuteufen.

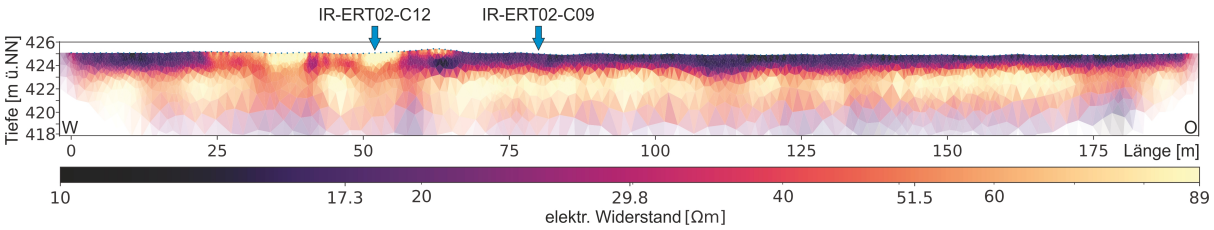


Abb. 3: Pohle, Marco: Spezifischer elektrischer Widerstand entlang des Transektes ERT02. Urheber: Marco Pohle, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Während der Rammkernsondierungen wurde Kern IR-ERT02-C12 bei 52 m und Kern IR-ERT02-C09 bei 80 m entlang des Transektes abgeteuft. Die Analyse des Kernes IR-ERT02-C09 ergab, wie in Abbildung 4 zu erkennen, eine Ablagerung von Auensedimenten auf Egerkies. Der Boden war im unteren Bereich sandig und wurde zur Oberfläche hin schluffig und tonig. Im Kern IR-ERT02-C12, der direkt im Bereich der vermuteten Fischgruben entnommen wurde, fand sich über dem Flusskies der Eger eine Kiesschicht, die in einem stehenden Gewässer abgelagert wurde (limnischer Kies). Dies ist ein starker Indikator für solche Fischgruben. Dieser limnische Kies ist von Ziegelbruch überlagert. Das bestätigt die vorherige Annahme anthropogener Verfüllung der Fischgruben und die damit einhergehenden hohen elektrischen und magnetischen Anomalien in diesem Bereich.

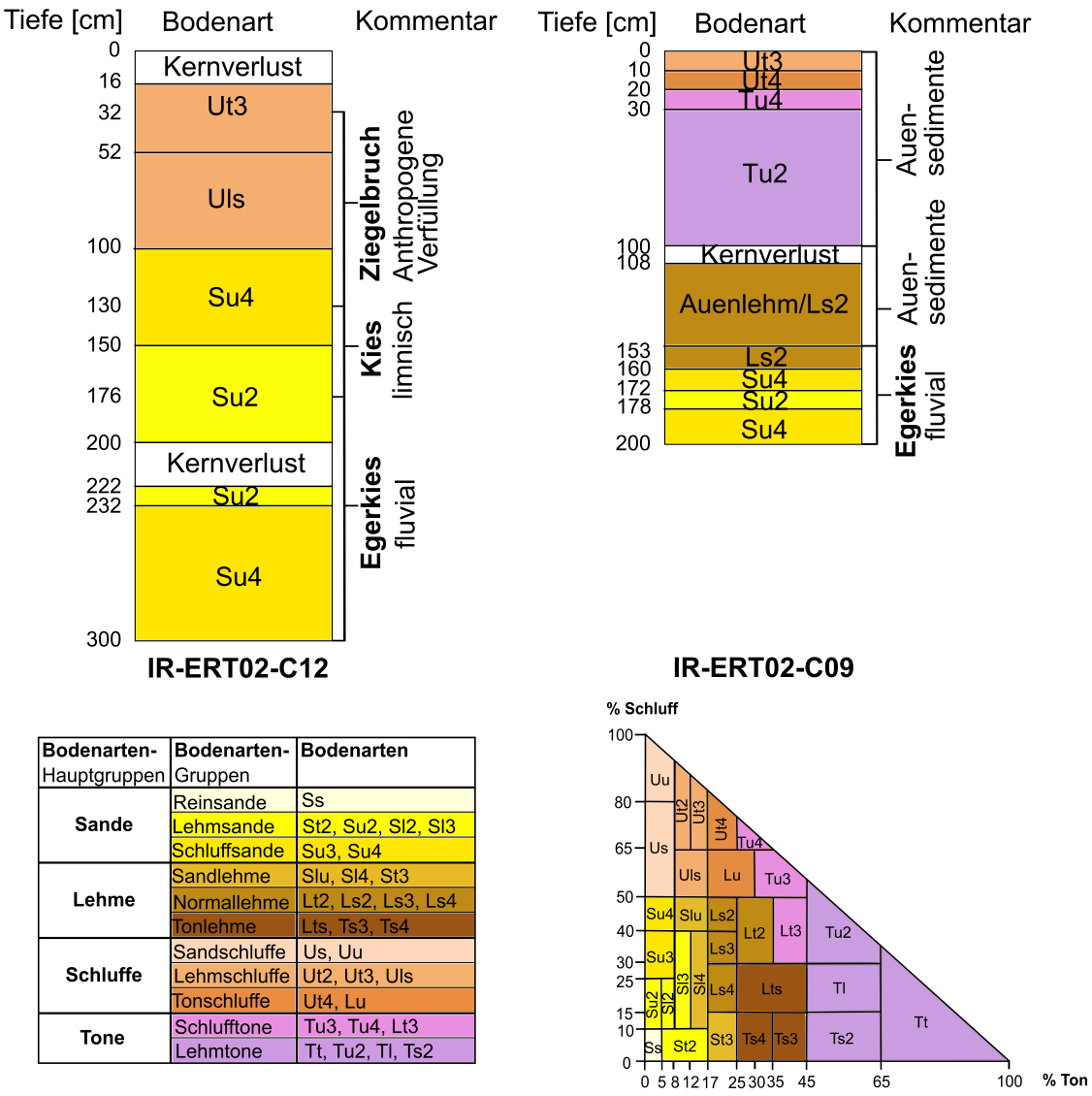


Abb. 4: Zvara, Ema: Sedimentcharakteristika der Rammkernsondierung IR-ERT02-C12 und IR-ERT02-C09, Bodenart im Feld bestimmt nach Hartmann u. a. (2024). Urheber: Ema Zvara, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Der Einsatz von Magnetik als sinnvolle Ergänzung und Vertreter der passiven Messmethoden wird im Folgenden anhand von Messungen im Bereich der Fossa Carolina dargestellt, um ihre Bedeutung in archäologischen und historischen Fragestellungen zu verdeutlichen.

8.4 Quellenpräsentation am Standort Karlsgraben zwischen Altmühl und Schwäbischer Rezat

Mit dem SQUID konnte 2013 während einer groß angelegten magnetischen Untersuchung eine auffällig starke, lineare Anomalie parallel zum Verlauf des Karlsgrabens (Fossa Carolina), ein begrabenes, frühmittelalterliches Kanalbauwerk, im nördlichen und südlichsten nordöstlichen Abschnitt beobachtet werden (Linzen / Schneider, 2014, Abbildung 5). Das SQUID-Messgerät konnte unter winterlichen Bedingungen eingesetzt werden, um die Fläche von 45 ha in kurzer Zeit und im Vorfeld weiterer Untersuchungen zusammenhängend zu kartieren (vgl. Bemmann u a., 2022). Im Graustufenbild mit einer Dynamik von ± 10 nT/m ist die Anomalie in der Regel etwa 7 bis 8 m breit. Die Segmentlängen variieren zwischen etwa 30 und 80 m. Besonders auffällig ist der gerade, kanalparallele Verlauf, der durch seine Lage einen Zusammenhang zum Bauwerk nahelegt. Die Unterbrechungen deuten jedoch darauf hin, dass es sich nicht um einen parallelen Weg oder Graben handelt. Durch Proben aus Rammkernsondierungen zeigte sich, dass die Anomalie durch ein rötliches Sediment verursacht wurde, was auf Hitzeeinwirkung schließen ließ. Gesteinsmagnetische Untersuchungen bestätigten dies. Allerdings konnte die Zugehörigkeit der Sedimentschicht zum Kanal durch ungenaue Tiefenangaben der Sedimentproben und fehlende Datierung nicht eindeutig geklärt werden. Eine genaue stratigraphische Zuordnung erfolgte mit der Erstellung eines in-situ (=vor Ort) Direct push-Transekts (in diesem Band: Rabiger-Völlmer u. a., Direct Push-Sondierungen) (Rabiger-Völlmer u. a., 2021).

Weitere Hinweise auf die Zusammengehörigkeit lieferte die Modellierung der Tiefe der magnetischen Anomalie in verschiedenen Abschnitten des Kanals, welche in Kombination mit den Daten des in-situ Direct push-Transekts durchgeführt wurde. Somit konnte belegt werden, dass sich die Anomalie im Untergrund über weite Strecken hinweg auf der Höhenlage der begrabenen karolingerzeitlichen Oberfläche befindet (Rabiger-Völlmer u. a., 2021).

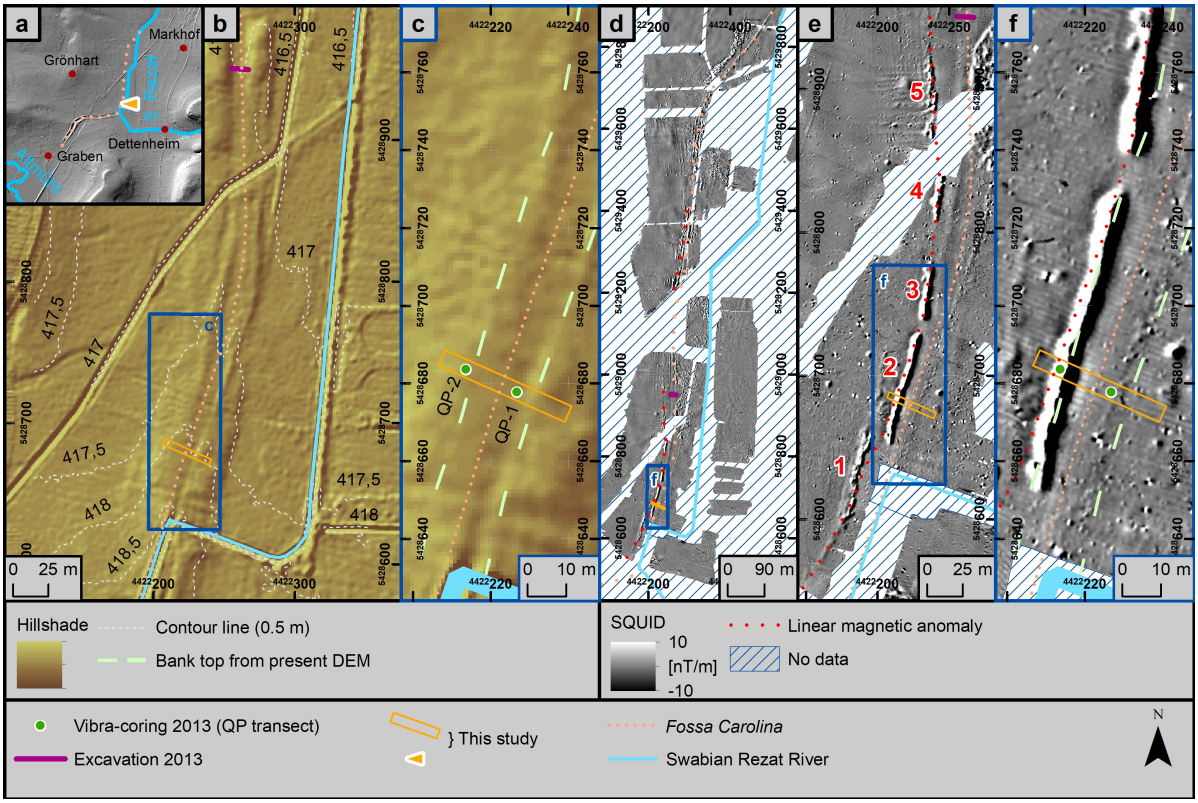


Abb. 5: Rabiger-Völlmer, Johannes: Untersuchungen im nördlichen und nordöstlichen Abschnitt des Karlsgrabens (Fossa Carolina) in der Aue der Schwäbischen Rezat (Swabian Rezat) (a). Das digitale Geländemodel liefert über den Schattenwurf (Hillshade) Hinweise auf die Lage der verschütteten Wälle in Form von leicht sichtbaren Erhebungen (b, c). Die magnetische SQUID-Untersuchung ergab eine ausgedehnte, intensive lineare magnetische Anomalie (d, e, f) parallel zum Kanal (Fossa Carolina), die durch ihre Unterbrechungen (e) in Segmente (1-5) unterteilt werden kann. Die Prospektion wird begleitet durch Rammkernsondierungen, archäologische Grabungen und wurde später durch in-situ Direct push Erkundungen ergänzt (in diesem Band: Rabiger-Völlmer u. a., Direct Push-Sondierungen). (Kartendaten: Koordinatensystem GK4, LiDAR – Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de; Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021). Urheber: Johannes Rabiger-Völlmer, Lizenz: CC BY 4.0.

8.5 Potential von geophysikalischen Erkundungsmethoden in der Auenforschung

Es ist deutlich geworden, dass die Auenforschung von einer geophysikalischen Prospektion profitiert. Innerhalb kurzer Zeit können Anomalien im Untergrund erfasst werden, die dann in die weitere Interpretation einfließen und als Basis für die **in situ**-Erkundung dienen. Je nach Forschungsfrage erfolgt die Bearbeitung schrittweise, von einer groben Analyse hin zu detaillierteren Untersuchungen, wobei vom Gesamtareal ins Detail gearbeitet wird. Eine Herausforderung ist das Auftreten von physikalischen Mehrdeutigkeiten bei der

Interpretation der Daten. Ob Ton oder Wasser, grobkörniges Material oder Trockenheit für eine Anomalie verantwortlich sind, lässt sich aus einer einzelnen Messung nicht eindeutig bestimmen. Erst die gezielte Kombination von geophysikalischen Messmethoden und sedimentologischen Geländebefunden etwa durch Kernbohrungen, ermöglicht eine fundierte Strukturinterpretation. Dabei sind auch standortspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen, z.B. räumlich oder auch zeitlich stark wechselnde Wertebereiche. Ein geophysikalisches, geomorphologisches und bodenkundliches Fachverständnis ist daher in Bezug auf eine sinnvolle und korrekte Methodenanwendung und eine exakte Datenbearbeitung sowie deren Interpretation unerlässlich. Nicht selten eröffnet jede zusätzliche in-situ Information neue Interpretationsmöglichkeiten.

8.6 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Pohle, Marco: (A) Georeferenzierte Flurkarte (Bearbeitende: I.O. Nießen, M. Scholz, P. Flemming) der Stadt Nördlingen von Daniel Meyer 1697 (Foto: G.J. Schenk, 2024). Das farbige Original ist auf Leinen aufgezogen, Größe 2,45 x 1,50 Meter im Maßstab 1:2700. Stadtarchiv Nördlingen, (B) die farbigen Flächen zeigen die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe. Koordinaten: ERTS89/UTM Zone 32N, EPGS: 25832. Urheber: Marco Pohle / Stadtarchiv Nördlingen, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Pohle, Marco: Messung mit CMD Mini Explorer, vertikaler Dipol, Spulenabstand 1,18 m, farbige Flächen zeigen die elektrische Leitfähigkeit bis in 1,8 m Tiefe. In schwarz das Profil der geoelektrischen Widerstandstomografie (ERT) in WO Ausrichtung zu sehen. Zugrunde liegt das digitale Höhenmodell (DGM), Quelle: www.geodaten.bayern.de. Urheber: Marco Pohle, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 3: Pohle, Marco: Spezifischer elektrischer Widerstand entlang des Transektes ERT02. Urheber: Marco Pohle, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4: Zvara, Ema: Sedimentcharakteristika der Rammkernsondierung IR-ERT02-C12 und IR-ERT02-C09, Bodenart im Feld bestimmt nach Hartmann u. a. (2024). Urheber: Ema Zvara, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 5: Rabiger-Völlmer, Johannes: Untersuchungen im nördlichen und nordöstlichen Abschnitt des Karlsgrabens (Fossa Carolina) in der Aue der Schwäbischen Rezat (Swabian Rezat) (a). Das digitale Geländemodel liefert über den Schattenwurf (Hillshade) Hinweise auf die Lage der verschütteten Wälle in Form von leicht sichtbaren

Erhebungen (b, c). Die magnetische SQUID-Untersuchung ergab eine ausgedehnte, intensive lineare magnetische Anomalie (d, e, f) parallel zum Kanal (Fossa Carolina), die durch ihre Unterbrechungen (e) in Segmente (1-5) unterteilt werden kann. Die Prospektion wird begleitet durch Rammkernsondierungen, archäologische Grabungen und wurde später durch in-situ Direct push Erkundungen ergänzt (in diesem Band: Rabiger-Völlmer u. a., Direct Push-Sondierungen). (Kartendaten: Koordinatensystem GK4, LiDAR – Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de; Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021). Urheber: Johannes Rabiger-Völlmer, Lizenz: CC BY 4.0.

Literaturverzeichnis

Bemmann, Jan u. a. (2022): Mapping Karakorum, the capital of the Mongol Empire, in: Antiquity 96 (385), S. 159 – 178, DOI: https://doi.org/10.15184/aqy.2021.153.

de Stadelhofen, Camille Meyer (1994): Geoelektrik, in: Camille Meyer de Stadelhofen (Hg.): Anwendung geophysikalischer Methoden in der Hydrogeologie, Berlin u.a., S. 1-62, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-77865-0_1.

Klaus-Jörg Hartmann u. a. (Hg.) (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung. KA 6, 2 Bände, 6. Aufl., Stuttgart.

Kertz, Walter (1995): Einführung in die Geophysik, Bd. 1: Erdkörper (BI-Hochschultaschenbücher 275/275a), Heidelberg.

Köhler, Anne u. a. (2024): Determining carbon storage of a complex peat stratigraphy using non- and minimal-invasive geophysical prospection techniques (Verlorener Bach and Loosbach valleys, SW Germany), in: Geoderma 452, 117095, DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.117095.

Linzen, Sven / Schneider, Michael (2014): Der Karlsgraben im Fokus der Geophysik, in: Peter Ettel u. a. (Hg.): Großbaustelle 793. Das Kanalprojekt Karls des Großen zwischen Rhein und Donau (Mosaiksteine – Forschungen am Römisch-Germanischen Zentralmuseum 11), Mainz, S. 29–32.

Meyer, Daniel (1697): Ausschnitt aus: Nördlingen. Flurkarte von Daniel Meyer 1697, Urheber: Stadtarchiv Nördlingen, Foto: G.J. Schenk, 2024.

Stele, Andreas u. a. (2022): „Von der Luft zum Boden – Luftbilder, Drohnen und Geophysik“ in der Bodendenkmalpflege, in: Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege / Archäologisches Landesmuseum (Hg.): „Bildgebende Verfahren – Trends und Fallbeispiele zur zerstörungsfreien Untersuchung und Erhaltung von Kulturerbe. „Ich sehe was, was Du nicht siehst“, Beiträge des 14. Konservierungswissenschaftlichen

Kolloquiums in Berlin/Brandenburg am 12. November 2021 im Otto-Braun-Saal der Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz (Arbeitsheft des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseums 61), Berlin, S. 136-147.

Suchodoletz, Hans von u. a. (2021): The fluvial architecture of buried floodplain sediments of the Weiße Elster River (Germany) revealed by a novel method combination of drill cores with two-dimensional and spatially resolved geophysical measurements, in: Earth Surface Processes and Landforms 47 (4), S. 955-976, DOI: https://doi.org/10.1002/esp.5296.

Völlmer, Johannes u. a. (2018): Minimalinvasive Direct-push-Erkundung in der Feuchtboden(geo)archäologie am Beispiel des Karlsgrabens (Fossa Carolina), in: Archäologisches Korrespondenzblatt 48 (4), S. 577-593, DOI: https://doi.org/10.11588/ak.2018.4.90652.

Rabiger-Völlmer, Johannes u. a. (2021): High-Resolution Direct Push Sensing in Wetland Geoarchaeology—First Traces of Off-Site Construction Activities at the Fossa Carolina, in: Remote Sens, 13, 4647, DOI: https://doi.org/10.3390/rs13224647.

Der Untergrund von Auen erkundet mit minimal-invasiven in-situ Direct push-Sondierungen

Johannes Rabiger-Völlmer, Christoph Zielhofer, Susann Birnstengel, Ulrike Werban

9.1 Auen als Archive der Mensch-Umwelt-Interaktion

Auenräume sind in ständigem Wandel. Der sich permanent verändernde Abfluss des Flusses bestimmt die Art und Menge an mitgeführten Sedimenten, welche aus dem Einzugsgebiet stammen und bei Hochflutereignissen in der Aue ab- und umgelagert werden. Zusätzlich erfolgt die seitliche Gleit- und Prallhangverlagerung an den Flussmäandern. Dabei kommt es zum Materialabtrag an der strömungsstärkeren Außenseite (Prallhang) und zur Ablagerung an der strömungsschwächeren Innenseite (Gleithang).

Die Nähe zum Fluss bietet für den Menschen und seine Siedlungen zum einen den Zugang zur wichtigen Ressource Wasser für die Versorgung. Zum anderen dient der Fluss als Kraftquelle und kann als Infrastruktur genutzt werden. Dies führte zu einer schrittweisen Anpassung der Auenlandschaft, z. B. durch den Bau von Hochwasserschutzanlagen, Mühlen, Begradigungen, Kanälen usw. (Werther u. a., 2021; Tinapp u. a., 2022).

9.2 Auensedimente als Archiv

Im oberflächennahen Untergrund der Aue sind Informationen über ihre Entstehung und die Nutzung der Landschaft gespeichert. Der Aufbau ist jedoch komplex. Je nach Ablagerungsort unterscheiden sich die **Sedimente**. Beispielsweise lagert sich bei Überschwemmungen in der Aue flächig Auenlehm ab. Da die Transportenergie mit der Entfernung zum Fluss

Rabiger-Völlmer, Johannes / Zielhofer, Christoph / Birnstengel, Susann / Werban, Ulrike (2025): Der Untergrund von Auen erkundet mit minimal-invasiven in-situ Direct push-Sondierungen, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 128-139, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030109, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

abnimmt, dominieren gröbere Korngrößen, wie Kies und Sand, die Sedimente nahe am Flusslauf und feinere Korngrößen, wie Schluff und Ton, in den weiter entfernten Ablagerungen. Schwillt das Hochwasser ab, verringert sich die Transportenergie und gröbere Korngrößen werden generell weniger transportiert. Im Tiefenprofil der Sedimentablagerungen von Hochwasserereignissen entsteht so ein Trend von gröberen Sedimenten unten und feinerem oben, ein sogenanntes ‚fining upward'. Aus diesen Verteilungen können Rückschlüsse auf die seitliche Ausdehnung und die Stärke von Hochfluten gezogen werden. Zusätzlich finden sich in den vom Fluss abgeschnittenen Altarmen, oder auch in der Aue angelegten Teichen Faulschlämme, Torfe und Verfüllungen. Diese können im Stillwasserbereich gebildet werden und Hinweise auf menschliche Aktivitäten, zum Beispiel durch die Art der abgelagerten Pflanzenreste oder durch Sedimenteinträge durch landwirtschaftliche Aktivitäten, liefern. Weitere anthropogene Sedimentstrukturen mit teilweise in die Aue eingebrachtem Fremdmaterial sind Deiche, Dämme oder auch Wegschüttungen (Tinapp u. a., 2022; Rabiger-Völlmer u. a., 2020).

Um aus dem Untergrund Rückschlüsse auf die frühere Nutzung und Landschaftsentwicklung zu ziehen, können verschiedene Sedimentparameter als Stellvertreter gemessen und interpretiert werden. Im Folgenden werden zwei Parameter, nämlich die Sedimentfarbe und die elektrische Leitfähigkeit, und deren Aussagefähigkeit für Sedimentprofile kurz erläutert: Die **Sedimentfarbe** wird durch verschiedene Faktoren, wie die chemischen Verhältnisse, Stoffgehalte und Feuchtigkeit, im Untergrund bestimmt. So können schwarze bis graue Farben organische Anteile kennzeichnen, welche beispielsweise auf (begrabene) Oberböden oder Torf- und Faulschlammschichten in Altarmen schließen lassen. Braune bis rötliche Farben ergeben sich durch die Verwitterung, also die Oxidation, von Eisen, wobei sich das Eisen durch die Abgabe von Elektronen mit Sauerstoff verbindet. Dadurch entstehen verschiedene Eisenminerale, welche die typischen Bodenfarben hervorrufen. Im permanent wassergesättigten Grundwasserbereich herrschen sauerstoffarme und damit reduzierende Bedingungen. Dort werden Eisenminerale umgewandelt und können gelöst ausgewaschen werden. Dadurch entfärbt sich das Sediment, weshalb graue Farben auftreten. Außerdem bilden sich neue Eisenverbindungen die grüne bis blaue Farben hervorrufen sowie schwarze Schwefeleisenverbindungen. Im Bereich oberhalb des Grundwasserspiegels entstehen wiederum rötliche Rostfleckungen durch oxidiertes Eisen und schwarze, punktuelle Ausfällungen von Manganoxid. Somit vermittelt die Sedimentfarbe einen Eindruck über natürliche Prozesse, wie beispielsweise die Schwankung des Grundwassersstands, und gleichzeitig anthropogene Eingriffe, wie z. B. durch den Pflug bearbeitete humose Oberböden, sogenannte Pflughorizonte (Blume u. a., 2010, 266).

Eine weitere Möglichkeit, um den Sedimentaufbau zu untersuchen und die Sedimente voneinander zu unterscheiden, ist die Messung physikalischer Parameter. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel (in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren)

erläutert wurde, kann beispielsweise die Messung des spezifischen elektrischen Widerstands genutzt werden. Das Verfahren kann nicht nur von der Oberfläche aus durchgeführt werden, sondern auch direkt im Bohrloch. Somit werden Tiefenprofile der Werte erzeugt, wobei die Daten dann als die spezifische **elektrische Leitfähigkeit** (in Millisiemens pro Meter – mS/m), also als inverser spezifischer Widerstand, wiedergegeben werden. Die Messwerte hängen maßgeblich von der Korngröße, allerdings auch der Wassersättigung, den chemischen Eigenschaften des Sediments und der Salinität (Salzgehalt) des Porenwassers ab. Vereinfacht gesagt, können sie dazu genutzt werden, um stellvertretend grobe, sandig-kiesige Schichten, welche niedrige Leitfähigkeiten aufweisen, von feineren, schluffig-tonigen Sedimentschichten mit hohen Werten zu trennen. Somit kann im Profil interpretiert werden, in welcher Auenschicht mehr oder weniger Transportenergie vorhanden war und ob es sich um fließendes oder stehendes Wasser gehandelt hat (Völlmer u. a., 2018; Schulmeister u. a., 2003).

Neben den Sedimenten werden auch **archäologische Funde**, wie z. B. Bauhölzer und organische Reste im Untergrund der Aue, unter den ganzjährig feuchten bis hin zu wassergesättigten Bedingungen, hervorragend konserviert. Sie liefern so Hinweise auf frühere Konstruktionen, wie z. B. Pfahlbauten (Köhler u. a., 2022). Zusammen mit einer **zeitlichen Einordnung** werden somit wertvolle Informationen über die Entwicklung der Landschaft und deren Nutzung aus verschiedenen Zeiten gewonnen (Tinapp u. a., 2022).

Allerdings treten bei der Erkundung des Untergrundes in Auen auch **Schwierigkeiten** auf. Beispielsweise kann die Durchführung von Grabungen durch den hohen Grundwasserstand erschwert werden. Zusätzlich müssen Funde nach der Bergung aufwendig konserviert werden. Eine Alternative stellt daher die Abbildung des Untergrundes mittels geophysikalischer Prospektion oder mittels minimal-invasiver Rammkernsondierungen, also der Entnahme von Sedimentkernen, dar (siehe in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren). Damit können Informationen ohne Grabung gewonnen werden und die Strukturen bzw. archäologischen Funde bleiben erhalten. Allerdings kann es durch die begrenzte Auflösung der nicht-invasiven geophysikalischen Prospektionen und durch hohe Verdichtungsraten innerhalb der Rammkerne zu ungenauen Tiefenangaben kommen. Daher stellt die in-situ Direct push-Erkundung eine weitere Alternative dar, bei der mit Hilfe verschiedener, austauschbarer Sonden Parameter tiefengenau gemessen werden können. Von Vorteil ist es weiterhin, Erkundungsverfahren miteinander zu kombinieren, um unterschiedliche Parameter auf verschiedenen Skalen zu nutzen (Zielhofer u. a., 2018).

9.3 Untersuchungen mittels in-situ Direct push-Sondierungen am Karlsgraben

Das nachfolgende Beispiel befasst sich mit der in-situ Direct push-Erkundung des frühmittelalterlichen Karlsgrabens in der Aue der Schwäbischen Rezat (Rabiger-Völlmer u. a., 2021).

Karl der Große ließ den frühmittelalterlichen **Kanal** in den Jahren 792/793 n. Chr. südlich von Weißenburg und nördlich von Treuchtlingen (Abb. 1a & b) zur Überwindung der europäischen Hauptwasserscheide zwischen den Flüssen Schwäbische Rezat (Rhein-Main-Einzugsgebiet) im Norden und der Altmühl im Süden (Donau-Einzugsgebiet) bauen. Das Gesamtbauwerk überquerte als Scheitelkanal in einer Weiherkette die Wasserscheide und war somit ein wichtiges Infrastrukturprojekt für Reise, Handel, Militär, Versorgung und diente nicht zuletzt als Machtdemonstration (Werther u. a., 2015).

Bei geoarchäologischen Untersuchungen der **nördlichen Bereiche,** der Aue der Schwäbischen Rezat (Swabian Rezat), (Abb. 1c) mittels geomagnetischer SQUID-Prospektion (SQUID: supraleitendes Quanteninterferenzgerät) und Rammkernsondierungen wurde eine starke magnetische Anomalie parallel zum Kanal ausgemacht (siehe in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren).

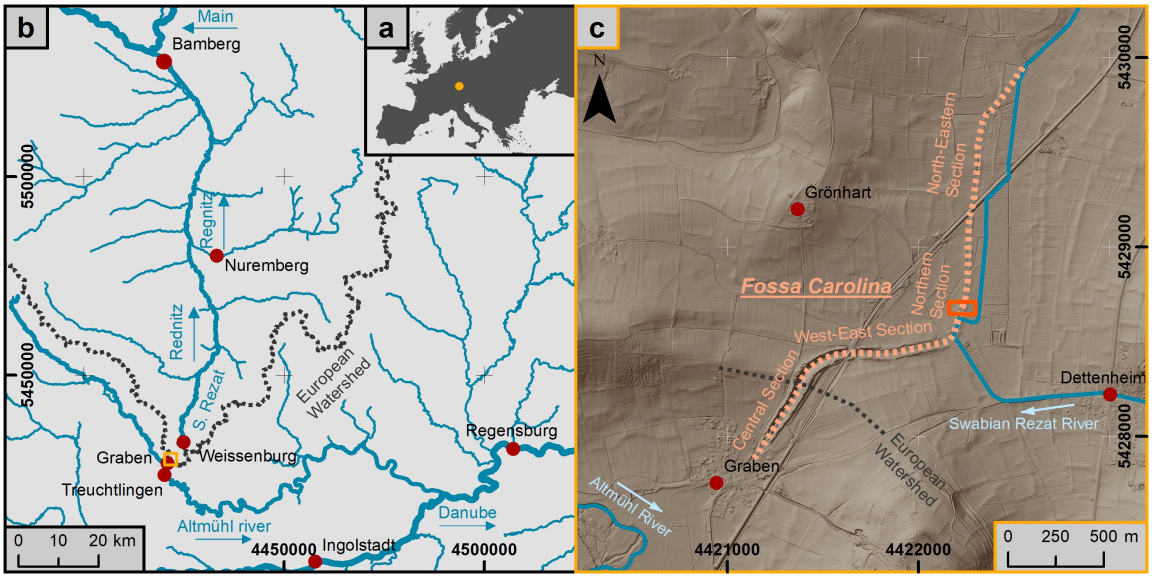


Abb. 1: Rabiger-Völlmer, Johannes: Lage der Fossa Carolina: (a) Überregionale Perspektive. (b) Lage der mitteleuropäischen Hauptwasserscheide, die das Rhein-Main- und das Donau-Fluss-System trennt. (c) Die verschiedenen Kanalabschnitte (hellorangefarbene Schrift) mit Schwäbischer Rezat, Altmühl und Untersuchungsstandort (orangefarbenes Viereck). Urheber: Kartendaten: Koordinatensystem GK4, Einzugsgebiete – European Environment Agency, LiDAR – Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de, OSM – Open Street Map; Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, Lizenz: CC BY 4.0.

Das **Ziel** der daraufhin eingesetzten in-situ Direct push-Erkundungen war es, einen hochaufgelösten Querschnitt zu erzeugen, um zusammen mit den bereits vorhandenen Sediment- und magnetischen Prospektionsdaten einen detaillierten, tiefengenauen Einblick in den Untergrund der Aue zu ermöglichen und somit eine abschließende Interpretation durchzuführen.

In-situ Direct push-Erkundungen umfassen ein Methodenspektrum, bei dem Messsonden mit geringem Durchmesser mittels eines Sondierfahrzeugs bis zu 30 m in den unverfestigten Untergrund gedrückt oder gehämmert werden können (Abb. 2). Das System liefert minimal-invasiv hochauflösende und tiefengenaue Daten in kurzer Zeit. Durch die Anordnung mehrerer Sondierungen auf einem Transekt, einer gedachten Linie, lassen sich Querschnitte des Untergrundes erstellen. Die Daten können vor Ort in Echtzeit ausgewertet werden, um Nachverdichtungen, also zusätzliche Sondierungen zwischen den bereits gesetzten, zu planen und so die Auflösung des Ergebnisses zu erhöhen. Die Tiefenauflösung liegt im Subzentimeterbereich.

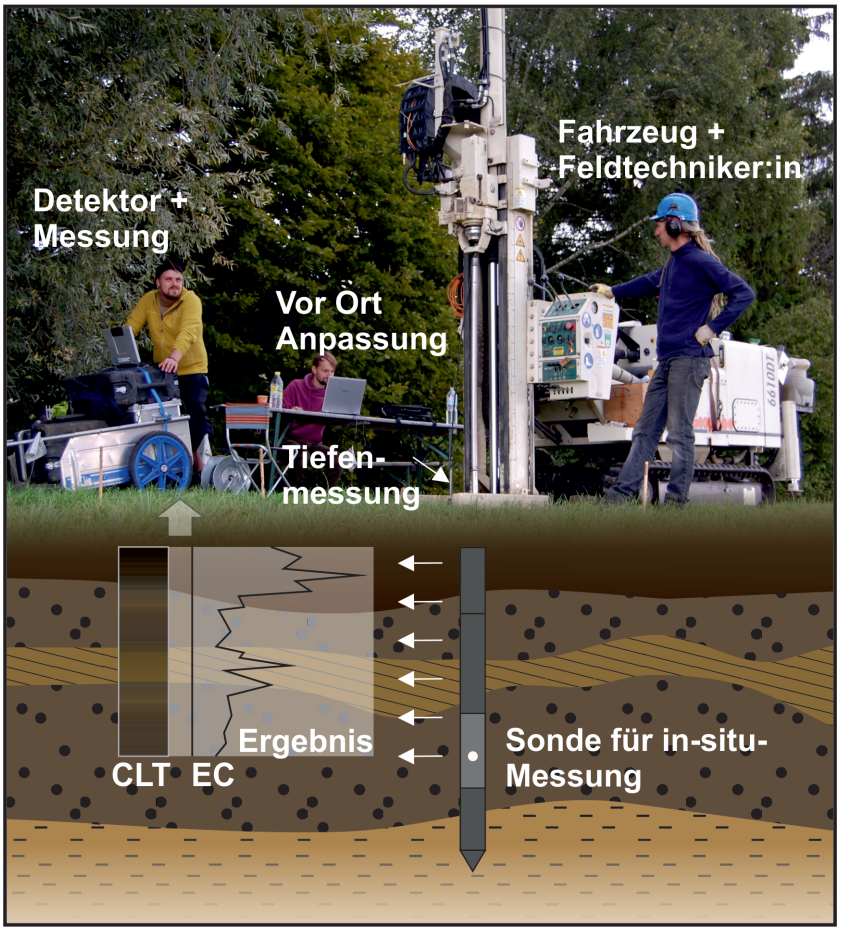


Abb. 2: Rabiger-Völlmer, Johannes: Anwendung von in-situ Direct push-Erkundungen im Feld zur In-situ-Messung von Sedimentstrukturen mittels Farbsonde (CLT) und Sonde zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EC). Urheber: Foto: C. Zielhofer, Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, verändert, Lizenz: CC BY-4.0.

Am Karlsgraben wurde mit dem Sondierfahrzeug Geoprobe 6610 DT eine Farbsonde, auch **CLT** (Colour logging tool) bzw. SCOST (Soil optical screening tool) genannt, der Firma Dakota Technologies eingesetzt. Das System liefert Farbwerte in verschiedenen Farbsystemen und erzeugt eine Vorschaubild des Farbprofils, das grafisch direkt ausgewertet und weiterverarbeitet werden kann. Somit können z. B. dunkle organische Verfüllungen in braunen Sedimenten detektiert werden.

Ergänzend wurde die Sonde SC-500 zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit, kurz **EC** (electrical conductivity), der Firma Geoprobe Systems verwendet, um Schichten anhand ihrer Korngrößenzusammensetzung voneinander zu unterscheiden, wobei grobe Korngrößen meist niedrige und feine Korngrößen hohe Werte aufweisen. Somit lassen sich beispielsweise kiesige Schichten eiszeitlicher Sedimente von jüngeren feinkörnigen Auensedimenten unterscheiden.
Bei der Analyse am Karlsgraben wurden zusätzlich Laboruntersuchungen an Sedimentproben aus Rammkernsondierungen, z. B. für die genaue Charakterisierung der Korngrößen, vorgenommen. Außerdem wurden TL-Datierungen (Thermolumineszenzdatierungen, Datierung des Zeitpunkts der letzten Erhitzung) sowie Radiokohlenstoffdatierungen (Alter organischer Bestandteile) für eine Verbesserung des Altersmodells der Schichten vorgenommen (siehe in diesem Band: Grimm u. a., Stratigraphie und Datierung) (Rabiger-Völlmer u. a., 2021).
Die **Ergebnisse** (Abb. 3) zeigen eindrücklich den Aufbau des Untergrundes im Bereich des Kanals (Excavation structure) sowie darüber hinaus auch im Bereich der starken magnetischen Anomalie. Zusammen mit den Ergebnissen aus den Rammkernsondierungen (Vibra-coring), der Radiokohlenstoffdatierung (^{14}C-dating) und der TL-Datierung (TL-dating) lassen sich damit folgende Einheiten interpretieren:

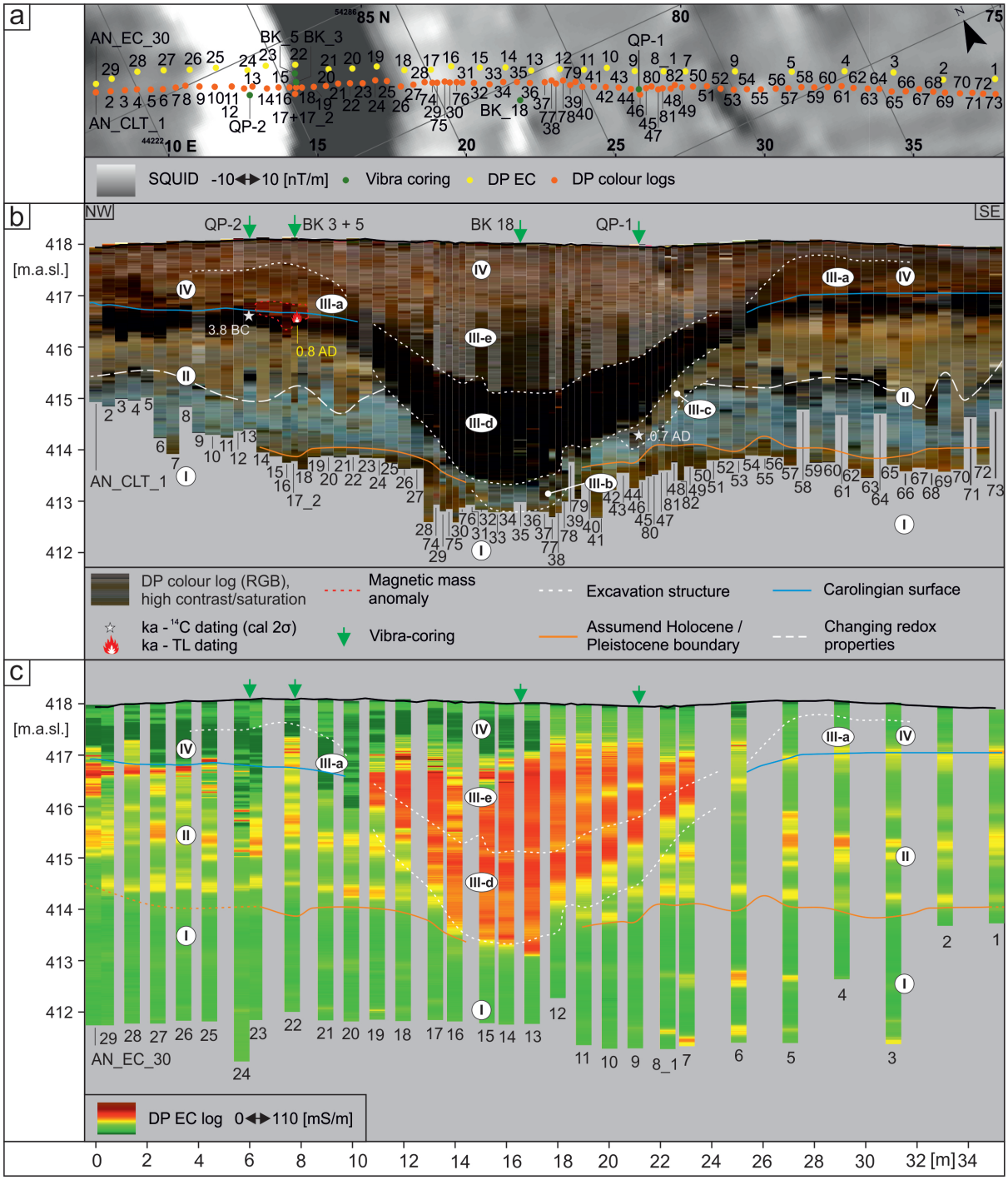


Abb. 3: Rabiger-Völlmer, Johannes: Untersuchungen an der Fossa Carolina mittels hochauflösendem in-situ Direct push-Querschnitt. (a) Karte mit der Lage der in-situ Direct Push-Sondierungen und Rammkernsondierungen über der Kartierung der magnetischen SQUID-Anomalie in Graustufen (Koordinatensystem: GK4). Die Querschnitte zeigen die Ergebnisse von (b) der Farbmessungen (CLT, colour log) und (c) der Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EC, EC log). Die Sedimenteinheiten (I – IV) werden im Text beschrieben. Zusätzlich sind Radiokohlenstoffdatierungen (^{14}C dating), Thermolumineszenzdatierungen (TL dating), die magnetische Anomalie (Magnetic mass anomaly), Rammkernsondierungen (Vibra-coring), die Grabenstruktur (Excavation structure), die vermutete Holozän / Pleistozän-Grenze (Assumed Holocene/Pleistocene boundary), die begrabene karolingische Oberfläche (Carolingian surface) und der Bereich der wechselnden Redox-Verhältnisse (Changing redox properties) eingezeichnet. Urheber: Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, Lizenz: CC BY-4.0.

Unit I zeigt den sandig-tonigen präkarolingischen Untergrund, der vermutlich die Grenze zwischen Holozän und Pleistozän (Assumed Holocene / Pleistocene boundary, vor ca. 11.700 Jahren) beinhaltet. Darüber folgt die zweite Einheit (Unit II), in die der Kanal von der dunklen, begrabenen karolingischen Oberfläche (Carolingian surface) aus eingetieft wurde. Innerhalb der Sedimente findet ein markanter Farbwechsel von grau-grün-blau unten zu braun-orange oben statt. Dieser Wechsel kann durch Veränderungen der Sauerstoffverhältnisse und damit der Redox-Bedingungen (Changing redox properties) verursacht werden. Unter anderem verwittert bzw. oxidiert das Eisen im Boden oberhalb und Eisenverbindungen gehen teilweise in Lösung unterhalb des Grundwasserspiegels, wodurch sich die Färbung ändert und sich ein Hinweis auf das langfristige Grundwasserniveau ergibt. Unit III kennzeichnet Einheiten des Bauwerks, wobei Unit III-a die begrabenen Aushubwälle darstellt, Unit III-b die initialen Rückrutschungen während oder kurz nach dem Bau, Unit III-c seitliche Rutschungen am Kanalrand, Unit III-d frühe Torfablagerungen (8.-10. Jh.) und III-e spätere Torfablagerungen (11.-16. Jh.) der Teichnutzung darstellen. Die letzte Einheit Unit IV kennzeichnet den jüngeren Auenlehm, der das gesamte Bauwerk und die Aue der Schwäbischen Rezat deutlich überlagert.

Die Lage des Sediments, das die **magnetische Anomalie** (Magnetic mass anomaly) verursacht, kann im Aufbau des Untergrundes deutlich anhand der roten Färbung unterhalb des nordwestlichen Aushubwalls und oberhalb des begrabenen (dunklen) Bodens ausgemacht werden. Sie entstand somit auf der Oberfläche, in die der Kanal eingegraben wurde. Die Ergebnisse stehen so im Einklang mit den Interpretationen der magnetischen Prospektion und Modellierung (siehe in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren) bei denen ebenfalls ein Zusammenhang über die Tiefe und Lage zum Bauwerk als wahrscheinlich angesehen werden kann. Zusätzlich entspricht eine TL-Datierung des roten Sediments dem Bauzeitraum. Ein Zusammenhang zum Bauwerk ist damit gesichert.

Weiterhin kann die **Geometrie** des Rinnenquerschnitts aus den Farbdaten auf etwa 5 m Breite geschätzt werden. Die steilen Ränder deuten dabei auch auf Holzverbaue hin, wie sie in anderen Bereichen durch Grabungen bekannt sind.

Die Interpretation der Lage des Grundwasserspiegels über den markanten Farbwechseln in Unit II lässt zusätzlich den Schluss zu, dass der Kanal in der Grundwasserzone gebaut wurde. Die Sohle liegt ca. 1 m tief im Bereich der grauen Farben, was für dauerhaft wassergesättigte, also reduzierende Bedingungen im Sediment spricht. Sollte das während des karolingerzeitlichen Baus auch so gewesen sein, scheint z. B. eine **Grundwasserspeisung** des Kanals möglich.

Es gelang somit anhand der Daten, umfangreiche Informationen aus dem Auenprofil mittels in-situ Direct push-Erkundungen zu erzeugen, ohne das Bauwerk an dieser Stelle ausgraben zu müssen.

9.4 Möglichkeiten und Grenzen der Direct push-Erkundungen in Auen

Die Daten aus in-situ Direct push-Sondierungen bieten einen weiteren Zugang zum Untergrund von Auenstandorten, insbesondere wenn Grabungen aufgrund des Grundwasserstandes nicht möglich sind. Die tiefengenauen Daten lassen sich durch das flexible System auf verschiedenen räumlichen Skalen anwenden. Weiterhin bietet die Farbsonde die Möglichkeit der Messung eines sonst in diesem Umfang wenig genutzten, jedoch sehr aussagekräftigen Parameters. Einschränkungen gibt es vor allem durch die Kosten der Technik und den Aufwand bei der Planung. Außerdem muss das Gelände entsprechend zugänglich sein. Weiterhin müssen die eingesetzten Sonden, wie bei allen geophysikalischen Prospektionsmethoden, eine ausreichende Sensitivität für die gesuchten Strukturen und Objekte aufweisen.

Schlussendlich bietet die Kombination aus Rammkernsondierungen mit Sedimentanalysen, geophysikalischen Prospektionen und in-situ Direct push-Sondierungen die umfangreichsten Möglichkeiten der Interpretation von Untergrundstrukturen, ohne Grabungen durchführen zu müssen und die archäologischen Strukturen zu zerstören.

9.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 : Rabiger-Völlmer, Johannes: Lage der Fossa Carolina: (a) Überregionale Perspektive. (b) Lage der mitteleuropäischen Hauptwasserscheide, die das Rhein-Main- und das Donau-Fluss-System trennt. (c) Die verschiedenen Kanalabschnitte (hellorangefarbene Schrift) mit Schwäbischer Rezat, Altmühl und Untersuchungsstandort (orangefarbenes Viereck). Urheber: Kartendaten: Koordinatensystem GK4, Einzugsgebiete – European Environment Agency, LiDAR – Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de, OSM – Open Street Map; Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, Lizenz: CC BY-4.0.

Abb. 2: Rabiger-Völlmer, Johannes: Anwendung von in-situ Direct push-Erkundungen im Feld zur In-situ-Messung von Sedimentstrukturen mittels Farbsonde (CLT) und Sonde zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EC). Urheber: Foto: C. Zielhofer, Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, verändert, Lizenz: CC BY-4.0.

Abb. 3: Rabiger-Völlmer, Johannes: Untersuchungen an der Fossa Carolina mittels hochauflösendem in-situ Direct push-Querschnitt. (a) Karte mit der Lage der in-situ Direct Push-Sondierungen und Rammkernsondierungen über der Kartierung der magnetischen SQUID-Anomalie in Graustufen (Koordinatensystem: GK4). Die Querschnitte zeigen die Ergebnisse von (b) der Farbmessungen (CLT, colour log) und (c) der Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EC, EC log). Die Sedimenteinheiten (I – IV) werden im Text beschrieben. Zusätzlich sind Radiokohlenstoffdatierungen (14C dating), Thermolumineszenzdatierungen (TL dating), die magnetische Anomalie (Magnetic mass anomaly), Rammkernsondierungen (Vibra-coring), die Grabenstruktur (Excavation structure), die vermutete Holozän / Pleistozän-Grenze (Assumed Holocene/Pleistocene boundary), die begrabene karolingische Oberfläche (Carolingian surface) und der Bereich der wechselnden Redox-Verhältnisse (Changing redox properties) eingezeichnet. Urheber: Abb. aus Rabiger-Völlmer u. a., 2021, Lizenz: CC BY 4.0.

Literaturverzeichnis

Blume, Hans Peter u. a. (2010): Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Aufl., Heidelberg.

Köhler, Anne u. a. (2022): A hydrological tipping point and onset of Neolithic wetland occupation in Pestenacker (Lech catchment, S Germany), in: Quaternary Science Reviews 278, 107370, DOI: https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107370.

Rabiger-Völlmer, Johannes u. a. (2020): Non-invasive prospection techniques and direct push sensing as high-resolution validation tools in wetland geoarchaeology – Artificial water supply at a Carolingian canal in South Germany?, in: Journal of Applied Geophysics 173, 103928,
DOI: https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2019.103928.

Rabiger-Völlmer, Johannes u. a. (2021): High-Resolution Direct Push Sensing in Wetland Geoarchaeology—First Traces of Off-Site Construction Activities at the Fossa Carolina, in: Remote Sensing 13 (22), 4647, DOI: https://doi.org/10.3390/rs13224647.

Schulmeister, Marcia K. u. a. (2003): Direct-Push Electrical Conductivity Logging for High-Resolution Hydrostratigraphic Characterization, in: Ground Water Monitoring Remediation 23 (3), S. 52-62, DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6592.2003.tb00683.x.

Tinapp Christian u. a. (2022): 9.1 Fluviale Systeme in humiden Räumen, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin, S. 81-95.

Völlmer, Johannes u. a. (2018): Minimalinvasive Direct-push-Erkundung in der Feuchtboden(geo)archäologie am Beispiel des Karlsgrabens (Fossa Carolina), in: Archäologisches Korrespondenzblatt 48 (4), 2018, S. 577-593,
DOI: https://doi.org/10.11588/ak.2018.4.90652.

Werther, Lukas u. a. (2015): Häfen verbinden. Neue Befunde zu Verlauf, wasserbaulichem Konzept und Verlandung des Karlsgrabens, in: Thomas Schmidts / Martin Marko Vučetić (Hg.): Häfen im 1. Millennium AD. Bauliche Konzepte, herrschaftliche und religiöse Einflüsse, Plenartreffen im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1630 "Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalterïm Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz, 13.-15. Januar 2014 (Römisch-Germanisches Zentralmuseum. Tagungen 22), Regensburg, S. 151-185.

Werther, Lukas u. a. (2021): On the Way to the Fluvial Anthroposphere—Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research, in: Water 13 (16), 2188, DOI: https://dx.doi.org/10.3390/w13162188.

Zielhofer, Christoph u. a. (2018): Integrated geophysical and (geo)archaeological explorations in wetlands, in: Quaternary International 473, S. 1-2,
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2018.04.008.

Weiterführende Lektüre

Fischer, Peter u. a. (2022): Aufschlusstechniken, Bohrungen und Direct-Push-Sondierungen, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin, S. 256-264.

Leven-Pfister, Carsten / Zschornack, Ludwig (2012): Guideline. Section 2.8 - 2.13 – Factsheets, in: Matthias Kästner u. a. (Hg.): Model-driven soil probing, site assessment and evaluation. Guidance on technologies, Rom, S. 37-55.

Rabiger-Völlmer, Johannes (2024): Implementation of high-resolution direct push sensing in geoarchaeological exploration of wetland sites (Diss. Leipzig 2024), URL: `https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-895900` (02.04.2025).

Flüsse erzählen Geschichten – Zur Stratigraphie und Datierung von Auensedimenten

Bastian Grimm, Markus Fuchs

10.1 Flüsse in Raum und Zeit

Flüsse sind weit mehr als nur Wasseradern, die sich sanft und romantisch durch eine Landschaft schlängeln. Sie repräsentieren auch bedeutende Archive, die die komplexe Geschichte unserer Flusslandschaften erzählen. Ähnlich wie das Leben eines Menschen, das durch Erfahrungen, Veränderungen und Entwicklungen geprägt ist, werden auch Flusslandschaften durch ihre Geschichte charakterisiert. Diese Geschichte ist in den Ablagerungen (Sedimenten) gespeichert, die sich über die Zeit von Jahrhunderten bis Jahrmillionen entlang von Flüssen abgelagert haben. Besonders in den Auen, den Bereichen, die bei Hochwasser überflutet werden, lagern sich Jahr für Jahr und Schicht für Schicht Sedimente ab, die wie die Seiten eines Geschichtsbuches die Entwicklung des Flusses und seiner Landschaft dokumentieren. Dabei kann jede Sedimentschicht von der Vergangenheit berichten und so die Geschichte von beispielsweise Hochwasserereignissen und deren Intensität, von den klimatischen Verhältnissen, oder aber auch von den Eingriffen des Menschen in die Landschaft (z. B. Landwirtschaft, Siedlungsbau) erzählen.

Die Geowissenschaften verfügen über Methoden und Techniken, die Geschichten dieser Sedimente zu entziffern. Hierfür werden unterschiedliche Analysemethoden verwendet, um so vergangene Landschafts- und Umweltbedingungen zu rekonstruieren. Dabei können weit zurückliegenden Zeiträume erfasst werden, wobei besonders die letzten ca. 11.500 Jahre, das sogenannte ‚Holozän', von großem Interesse sind. In diesem Zeitraum veränderte der Mensch durch beispielsweise Ackerbau und Viehzucht, Mühlenwirtschaft und Siedlungsbau die Landschaften erheblich. Diese menschlichen Eingriffe in den Landschaftshaushalt

Grimm, Bastian / Fuchs, Markus (2025): Flüsse erzählen Geschichten – Zur Stratigraphie und Datierung von Auensedimenten, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 140-146, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030110, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

wirkten sich auf das Sedimentationsverhalten und damit auch auf die Sedimentdynamik aus, so dass der spezifische menschliche Einfluss auf die Flusslandschaft über die vom Fluss abgelagerten Sedimente rekonstruiert werden kann.

Um die Geschichten der Sedimente und damit der Landschafts- und Umweltveränderungen rekonstruieren zu können, muss der Sedimentationszeitpunkt, also der Zeitpunkt der Sedimentablagerung, bekannt sein. Den Geowissenschaften stehen hierfür verschiedene Methoden der Zeiterfassung zur Verfügung, um so die chronologische, also zeitliche Abfolge der Ereignisse und Veränderungen erfassen zu können. Diese zeitliche Einordnung der Ereignisse ist grundlegend, denn ohne eine präzise Zeitangabe können die vergangenen Landschafts- und Umweltbedingungen sowie deren Veränderungen durch beispielsweise den menschlichen Einfluss nicht interpretiert werden.

10.2 Der Faktor Zeit – Datierung von Auensedimenten

Die Geschichte einer Flusslandschaft wird mit jedem Hochwasser und der damit verbundenen Ablagerung von Sedimenten auf der Aue erzählt. Um diese Geschichte zu entziffern, ist es notwendig, den Faktor Zeit in den Ablagerungen zu ermitteln. Dabei stellt das sogenannte ‚stratigraphische Prinzip' eine grundlegende Erkenntnis dar, wonach sich Sedimente horizontal und übereinander ablagern. Dieses Prinzip besagt, dass sich in der Regel die älteren Sedimente unten befinden, wohingegen sich die jüngeren Sedimente darüber ablagern (Abb. 1). Allerdings erlaubt dieses Prinzip nur eine relative zeitliche Einordnung der Sedimentschichten: zu welcher Zeit die Schichten zur Ablagerung kamen und wieviel Zeit zwischen den Ablagerungen vergangen ist, kann mit der relativen Einordung der Schichten nicht beantwortet werden. Um den Zeitpunkt einer Ablagerung numerisch zu bestimmen, also mit einem Alter zu versehen, müssen Datierungsmethoden der Geochronologie angewandt werden. In den Geowissenschaften stehen hierfür je nach Fragestellung und Sedimenttyp eine große Anzahl von Datierungsmethoden zur Verfügung.

Eine der am weitesten verbreiteten und bekanntesten Methoden ist die Radiokohlenstoffdatierung (C14-Datierung), die den radioaktiven Zerfall des Kohlenstoffisotops ^{14}C nutzt, um das Alter von organischem Material in Sedimenten (z. B. Holz, Torf oder Knochen) mithilfe der Halbwertszeit zu bestimmen. Dementsprechend können Sedimentschichten nur dann mit dieser Methode datiert werden, wenn sie organisches Material enthalten. Durch die geringe Halbwertszeit des ^{14}C-Isotops kann das Alter nur bis etwa 45.000 Jahre vor heute präzise datiert werden.

Eine weitere für die Geowissenschaften bedeutende Methode ist die physikalisch begründete Lumineszenzdatierung. Sie basiert auf der Fähigkeit von natürlich vorkommenden Mineralen, wie z. B. Quarz oder Feldspat, Energie zu speichern (Funktion als Dosimeter).

Diese Energie stammt aus dem radioaktiven Zerfall in unserer Umwelt, die als sogenannte ‚natürliche Hintergrundstrahlung' bekannt ist, sowie aus der kosmischen Strahlung. Die Energie wird über die Zeit hinweg so lange im Mineral akkumuliert, bis dieses Licht und Wärme ausgesetzt wird und seine gespeicherte Energie freisetzt (Bleichung). Durch die Energie, die das Mineral über die Zeit durch die Strahlung erfährt (Dosisleistung), kann schließlich das Lumineszenzalter berechnet werden.

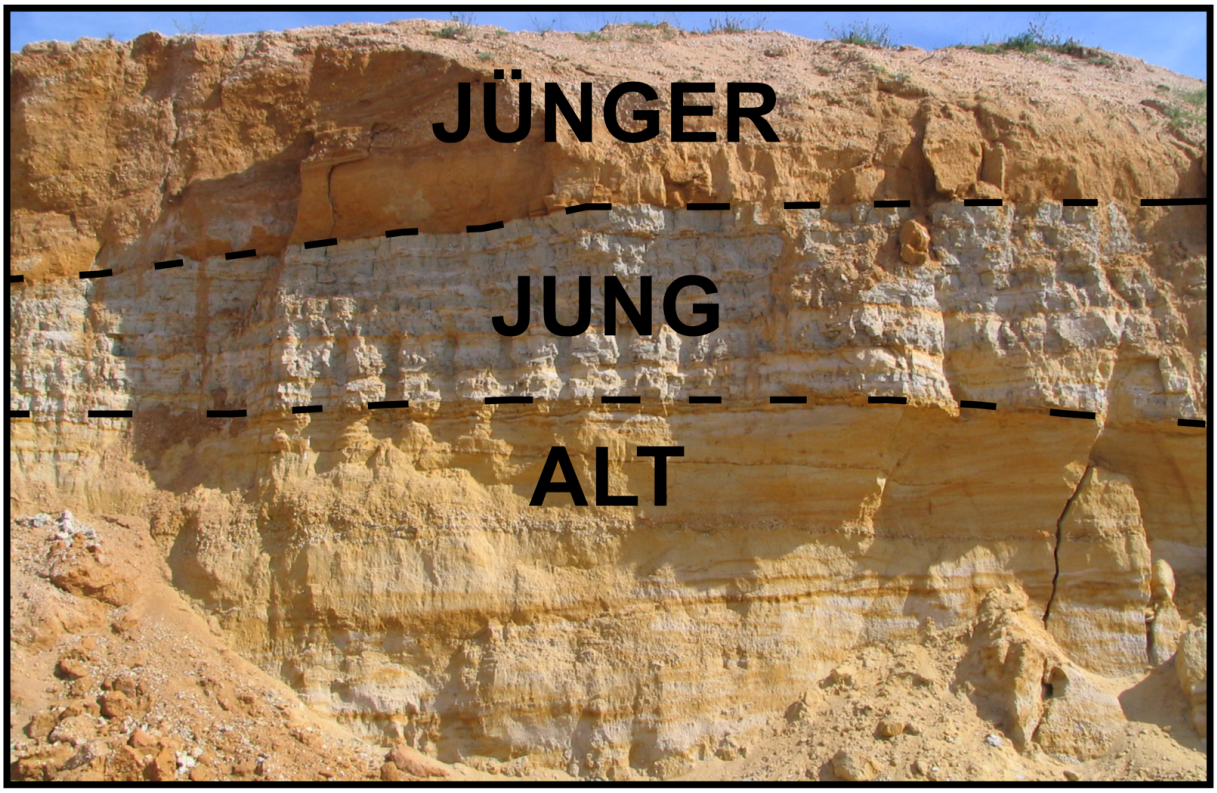


Abb. 1: Gut erkennbare Schichten in der Kiesgrube Laurenziberg in Rheinhessen. Nach dem stratigraphischen Prinzip werden die Sedimente von unten nach oben immer jünger. Urheber: Matthias Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Vereinfacht werden kann die Lumineszenzdatierung am Beispiel einer wiederaufladbaren Batterie, die ein Mineral darstellt (Abb. 2): wird eine Batterie lange der Sonne, also Licht oder Wärme ausgesetzt, kann die bisherige Energie der Batterie freigesetzt werden. Wird die Batterie anschließend in eine dunkle Schublade gelegt – oder auf das Mineral übertragen von Sediment überdeckt – ist keine Energie mehr vorhanden. Nun beginnt die Batterie sich durch die natürliche Hintergrundstrahlung und die kosmische Strahlung wieder aufzuladen, so dass die gespeicherte Energie über die Zeit zunimmt. Wird die Batterie wieder aus der Schublade herausgeholt, oder in unserem Fall das Auensediment beprobt, kann die teils oder vollständig geladene Batterie im Labor durch Wärme (Thermolumineszenz) oder Licht (Optisch stimulierte Lumineszenz, kurz OSL) angeregt werden. Dadurch gibt die Batterie die gespeicherte Energie ab und erzeugt ein Leuchten: die sogenannte ‚Lumineszenz'. Die

Helligkeit dieses Leuchtens hängt mit der Energiemenge der Batterie zusammen und so kann berechnet werden, wie lange es gedauert hat die Batterie aufzuladen und wie viel sie geladen wurde. Wird dies wieder auf das Mineral übertragen, dann können durch die Messung der Intensität des emittierten, also abgegebenen Lichts (Lumineszenzsignal) der Minerale Geowissenschaftler das Alter der Sedimentschichten bestimmen, in denen sich das Mineral befand. Somit ist es möglich die abgelagerten Sedimente in Auen und entlang von Flüssen mit einem Alter von bis zu etwa 300.000 Jahren vor heute zu datieren.

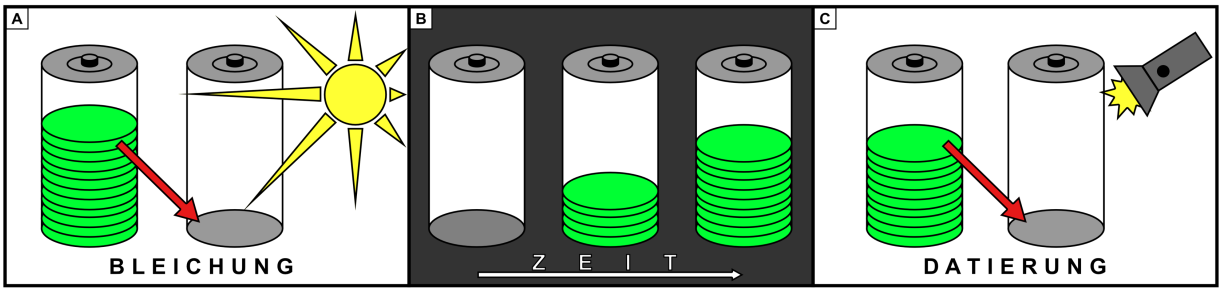


Abb. 2: Die Lumineszenzdatierung erklärt am Beispiel einer Batterie. (A): Durch die Sonneneinstrahlung verliert die teils oder voll aufgeladene Batterie ihre Ladung und ist leer (Bleichung). (B) Wird die Batterie in eine dunkle Schublade gelegt, lädt sie sich durch die natürliche Hintergrundstrahlung über die Zeit wieder auf. (C) Wird diese Ladung nun durch künstliches Licht im Labor stimuliert, entlädt sich die Batterie wieder und es kann abgeschätzt werden, wie lange die Batterie im Dunkeln lag. Urheber: Bastian Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Während die Lumineszenzdatierung von ungestörten Auensedimenten weniger Probleme bereitet, ist die Datierung von gestörten Sedimentabfolgen, also von Sedimenten, die nach ihrer Ablagerung eine Störung der ursprünglichen Ablagerungsfolge erfahren haben, mit Herausforderungen verbunden. Eine Störung kann sich beispielsweise durch Bodentiere (Maus, Maulwurf), Pflanzen (Baumwurf), den häufigen Transport oder Umlagerung von Sedimenten durch den Fluss oder aber den direkten Eingriff des Menschen (Bautätigkeit) ergeben. Durch diese Vorgänge werden Sedimente aus ihrer ursprünglichen Position verlagert, was zu einer Störung des stratigraphischen Prinzips führt. Mit einer sorgfältigen stratigraphischen Analyse der Sedimente kann dieser Problematik aber begegnet werden, sodass dennoch valide Datierungen die Rekonstruktion der Flusslandschaft ermöglichen.

10.3 Ein angewandtes Beispiel

Im Rahmen eines wissenschaftlichen Projektes wird die Flussaue der Wiesent und ihrer Nebenflüsse in der Nördlichen Fränkischen Alb (Bayern) untersucht. Es soll ermittelt werden, wie der Mensch die Auendynamik und damit die Sedimentation in der Aue im Laufe der Zeit beeinflusst hat. Besonders seit dem Mittelalter haben sich Aktivitäten des

Menschen immer stärker auf die Flusslandschaften ausgewirkt, so beispielsweise durch den Bau von Mühlen und Dämmen, aber auch durch Ackerbau und Viehzucht. Mit letzterem verbunden war zudem eine großflächige Entwaldung, die einen erhöhten Sedimenteintrag in die Flüsse und damit eine Veränderung der Fließdynamik und Auenökologie bedingte.

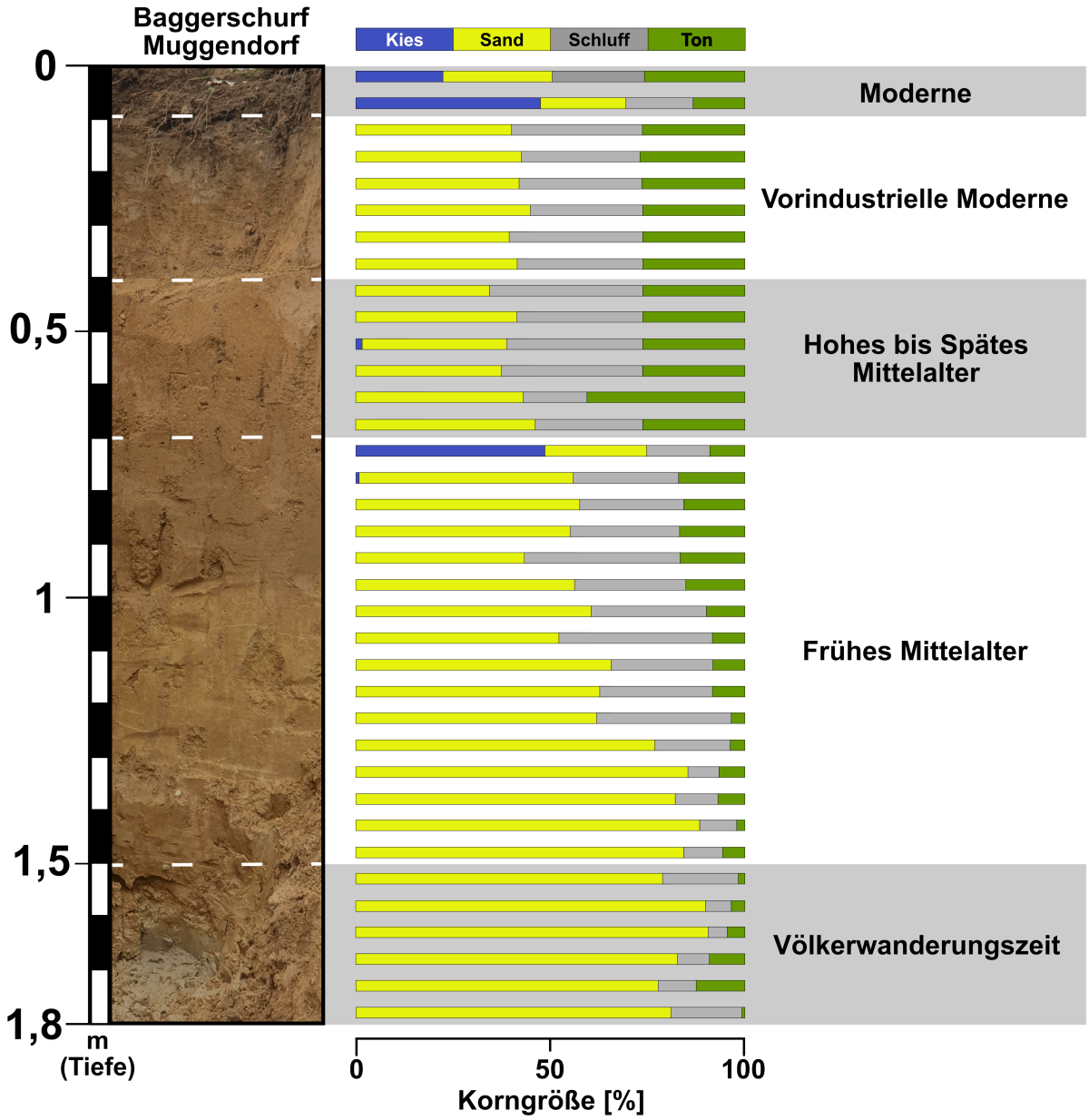


Abb. 3: Der Baggerschurf in Muggendorf zeigt homogene Ablagerungen, die visuell nicht zu unterscheiden sind. Mithilfe der Korngröße und der Lumineszenzdatierung können die Auenablagerungen dennoch unterschieden, datiert und mit menschlichen Einflüssen verglichen werden. Urheber: Bastian Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Die Rekonstruktion der Flussgeschichte erfolgt über die Analyse und Interpretation der Sedimente. Hierfür ist es notwendig, Proben der einzelnen Sedimentschichten zu gewinnen, was über sogenannte ‚Rammkernsondierungen' (Bohrungen) geschieht. Die

zeitliche Einordnung der Sedimente erfolgt über die Lumineszenzdatierung, um so den Sedimentationszeitpunkt und damit die Sedimentationsdynamik zu ermitteln. So kann eine Chronologie der Sedimentation erstellt werden, aus der die Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf die Flusslandschaft durch den Vergleich mit archäologischen Untersuchungen und historischen Quellen erkannt werden können.

Neben den Rammkernsondierungen, bei denen lediglich ein Sedimentkern von 5-6 cm Durchmesser gewonnen werden kann, ist es manchmal erforderlich, größere Sedimentmengen für die Analyse zu entnehmen. Aus diesem Grund werden Baggerschürfe angelegt, die einen detaillierteren und damit besseren Einblick in die Sedimentationsgeschichte ermöglichen. Der in Abb. 3 beispielhaft dargestellte Baggerschurf bei Muggendorf an der Wiesent zeigt Auensedimente, die sich visuell nur geringfügig unterscheiden lassen, so dass eine Schichtung schwer zu erkennen ist. Allerdings zeigen Laboranalysen (z. B. Korngröße) und die Ergebnisse der Lumineszenzdatierung, dass sich die Schichten deutlich unterscheiden lassen. So war es an diesem Standort möglich, durch eine sehr enge Beprobung und damit auch Datierung der Auensedimente, die Dynamik des Flusses und den Eingriff des Menschen in die Flusslandschaft zu rekonstruieren. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass ein Großteil der Auenablagerungen während des Frühen und Hohen Mittelalters abgelagert wurden (Abb. 3). Dieser Zeitraum geht einher mit ersten Erwähnungen von Siedlungsgründungen und dem Bau von Mühlen in der Nördlichen Fränkischen Alb, was zu einer erhöhten Sedimentation in den Auen führte. Die weitere Analyse der Datierungsergebnisse und der Vergleich mit archäologischen Untersuchungen und historischen Quellen entlang der Wiesent wird so dazu beitragen, den Einfluss des Menschen auf die Auensedimentation besser zu verstehen.

10.4 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gut erkennbare Schichten in der Kiesgrube Laurenziberg in Rheinhessen. Nach dem stratigraphischen Prinzip werden die Sedimente von unten nach oben immer jünger. Urheber: Matthias Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Die Lumineszenzdatierung erklärt am Beispiel einer Batterie. (A): Durch die Sonneneinstrahlung verliert die teils oder voll aufgeladene Batterie ihre Ladung und ist leer (Bleichung). (B) Wird die Batterie in eine dunkle Schublade gelegt, lädt sie sich durch die natürliche Hintergrundstrahlung über die Zeit wieder auf. (C) Wird diese Ladung nun durch künstliches Licht im Labor stimuliert, entlädt sich die

Batterie wieder und es kann abgeschätzt werden, wie lange die Batterie im Dunkeln lag. Urheber: Bastian Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 3: Der Baggerschurf in Muggendorf zeigt homogene Ablagerungen, die visuell nicht zu unterscheiden sind. Mithilfe der Korngröße und der Lumineszenzdatierung können die Auenablagerungen dennoch unterschieden, datiert und mit menschlichen Einflüssen verglichen werden. Urheber: Matthias Grimm, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Weiterführende Lektüre

Fuchs, Markus (2019): Applications in fluvial and hillslope environments, in: Mark D. Bateman (Hg.): Handbook of Luminescence Dating, Dunbeath, S. 222-258.

Felix M. Gradstein u. a. (Hg.) (2020): Geologic time scale 2020, 2 Bände, Amsterdam u. a.

Miall, Andrew D. (2022): Stratigraphy. A Modern Synthesis, 2. Aufl., Cham.

Nichols, Gary (2023): Sedimentology and Stratigraphy, 3. Aufl., Hoboken.

Jay Stratton Noller u. a. (Hg.) (2000): Quaternary Geochronology. Methods and Applications, Washington.

Wagner, Günther A. (1998): Age Determination of Young Rocks and Artifacts. Physical and Chemical Clocks in Quaternary Geology and Archaeology (Natural science in Archaeology), Berlin u. a.

Böden, Sedimente und ihr 4D-Potenzial für die Rekonstruktion der Entstehungs- und Landnutzungsgeschichte der Aue

Snježana Pejdanović, Ema Zvara, Ulrike Werban, Marco Pohle, Christoph Zielhofer, Peter Kühn

11.1 Geoarchiv der Auenböden und Auensedimente

Böden und Sedimente, die in Auen vorkommen, enthalten ein umfangreiches historisches und prähistorisches Geoarchiv, das sowohl der Rekonstruktion der Entstehungs- und Landnutzungsgeschichte der jeweiligen Aue dient als auch zahlreiche Informationen über das Einzugsgebiet enthält. Während Böden das Ergebnis des Zusammenspiels bodenbildender Prozesse z.B. Verwitterung oder Tonverlagerung vor Ort (= in situ) sind, stammen fluviale Sedimente von einem Standort aus dem Einzugsgebiet des Flusses. Nach Erosion und Flusstransport werden die Sedimente prinzipiell flussabwärts wieder abgelagert, sobald die Transportkapazität des Flusses durch das geringer werdende Gefälle wieder nachlässt. Die Ablagerung dagegen von Hochflut- bzw. Auenlehmen erfolgt bei Hochwasserereignissen, wenn die Fließgeschwindigkeit in überfluteten Auebereichen sinkt. Die Böden und Sedimente enthalten neben ihren natürlichen anorganischen Anteilen wie Kies, Sand, Schluff oder Ton sowohl organisches Material wie pflanzliche und tierische Überreste als auch Artefakte, also vom Menschen geschaffene Objekte und Materialien. Mit der Auswahl geeigneter und repräsentativer Untersuchungsstellen im Gelände werden für nachfolgende Boden- und Sedimentanalysen im Labor verschiedene Arten von Proben gewonnen. In unterschiedlichen Laboren werden dann Datierungen (Lumineszenz- und Radiokohlenstoffdatierung, in diesem Band: Grimm u. a., Stratigraphie und Datierung) durchgeführt sowie bodenkundliche und sedimentologische Parameter erhoben. Die Analyse von biogeochemischen Parametern wie z.B. Schwermetalle, Enzyme oder polyaromatische

Pejdanović, Snježana / Zvara, Ema / Werban, Ulrike / Pohle, Marco / Zielhofer, Christoph / Kühn, Peter (2025): Böden, Sedimente und ihr 4D-Potenzial für die Rekonstruktion der Entstehungs- und Landnutzungsgeschichte der Aue, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 147-158, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030111, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Kohlenwasserstoffe ermöglicht Aussagen zur Landnutzung vor Ort und im Einzugsgebiet. Allerdings gilt es zunächst im Vorfeld der Gelände- und Laborarbeiten möglichst viele Informationen aus historischen, archäologischen und geowissenschaftlichen Quellen zu sammeln wie z.B. durch die Auswertung von Stadt- bzw. Staatsarchiven, Landesdenkmalämtern, alter Karten oder auch durch Befragungen vor Ort lebender Personen. Eine Kombination dieser Informationen mit Ergebnissen von nicht-invasiven Methoden der ober- und unterirdischen Erkundung der Aue durch geophysikalische Verfahren (Kirchner u. a., 2018) und hochauflösender lasergestützter Ortsvermessung (Lidar-Scanning, siehe Schmidt u. a., 2019 und die Beiträge in diesem Band: Schmidt u. a., Digitale Geländemodelle; Birnstengel u. a, geophysikalische Verfahren), ermöglichen zusammen mit den Labor- und Datierungsergebnissen eine zeitliche Einordnung (vierte Dimension) der verschiedenen natürlichen und anthropogenen Parameter. Böden und Sedimente stellen hierbei den zentralen Baustein für die Rekonstruktion und Modellierung der Entstehungs- und Landnutzungsgeschichte der Aue dar.

11.2 Beispiel Echazaue

Im Rahmen des Projekts „Lokale Pfade zur Fluvialen Anthroposphäre an Echaz (Rhein) und Eger (Donau). Eine vergleichende Analyse von ca. 1100 bis 1800 n. Chr.“ wurden neben zahlreichen Rammkernsondierungen in der Eger- und Echazaue Bodenprofile angelegt (Abb. 2 und 3), von denen wir hier zwei Bodenprofile aus der Echazaue vorstellen, die in den Untersuchungsgebieten unterhalb und oberhalb von Reutlingen/Pfullingen liegen. Um gut geeignete Standorte für die Sediment-Bodenprofile auswählen zu können, wurden in den Untersuchungsgebieten geophysikalische Messungen durchgeführt: Elektromagnetische Induktion (EMI) und Gleichstromgeoelektrik (ERT) (Abb. 1). Die mit der elektromagnetischen Induktionsmethode ermittelten Werte zeigen einen gemittelten Schätzwert der elektrischen Leitfähigkeiten des Bodens in ihrer flächenhaften Verteilung (in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren). Die blaue Farbe zeigt eine niedrige elektrische Leitfähigkeit, die rote Farbe zeigt eine höhere elektrische Leitfähigkeit des Auensediments an. Die gemessenen Werte der elektrischen Leitfähigkeit sind ein Indikator für den Wassergehalt, die Salinität (= Salzgehalt im Wasser), die Korngrößenverteilung und den Tongehalt des Bodens. In unserem Untersuchungsgebiet deuten niedrigere Werte auf eine geringere Bodenfeuchte und einen geringen Feinkornanteil im Sediment. Um tiefengenaue Informationen über den Boden zu erhalten, wird als weiteres geophysikalisches Verfahren die Gleichstromgeoelektrik durchgeführt.

Wie in der Medizin der menschliche Körper verletzungsfrei durch Computertomographie erkundet werden kann, ist es auch möglich den Boden und die Sedimente in der Aue nicht invasiv zu analysieren. Die violetten Farben im ERT-Profil zeigen einen niedrigeren und die orangenfarbenen Bereiche einen höheren elektrischen Widerstand. Terrassenschotter zeigen in der Regel höhere Widerstände als Auensedimente mit kleineren Korngrößen (Ton, Schluff).

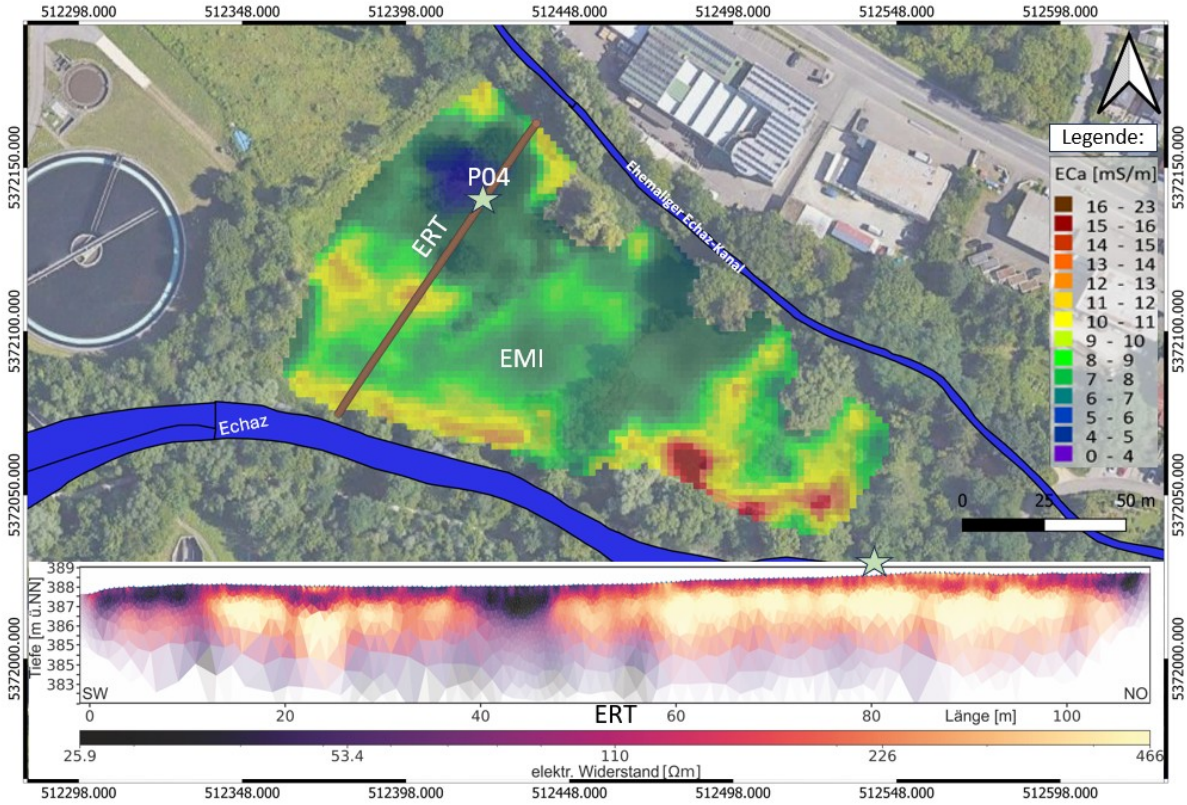


Abb. 1: Verwendete geophysikalische Methoden in der Echazaue (Baden-Württemberg): Elektromagnetische Induktion (EMI) und Gleichstromgeoelektrik (ERT). Der hellgrüne Stern markiert die Position des Bodenprofils B-ERT01-P04 (siehe auch Abb. 2), Quelle: Google Satellit. Urheber: Marco Pohle, Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

11.3 Ein Blick ins Boden- und Sedimentarchiv

Bei der Boden- und Sedimentbeschreibung wird bei einem Bodenprofil zunächst das Substrat und damit das Bodenausgangsgestein beschrieben, das bei den vorliegenden Profilen vor allem aus fluvialen Sedimenten besteht. Als zweites werden die Bodenhorizonte betrachtet, die durch bodenbildende Prozesse entstanden sind (Stahr u. a., 2020).

Das Bodenprofil B-ERT01-P04 (Abb. 2) wurde flussabwärts von Reutlingen bei Betzingen in der Echazaue angelegt. Die Basis des Bodenprofils bilden Terrassenschotter. Diese zeichnen sich sehr gut in den gleichstromgeoelektrischen Messungen durch hohe elektrische

Widerstände (< 300 Ohm.m) ab. Es gilt, je größer die Fließgeschwindigkeit ist, desto größer sind die Komponenten, die durch den Fluss transportiert werden können. Deshalb kann aus dem Vorkommen der großen Kiese und Blöcke im Terrassenschotter geschlossen werden, dass die Echaz hier einst mit größerer Fließgeschwindigkeit geflossen ist.

Mit abnehmender Fließgeschwindigkeit nimmt die Schleppkraft des Wassers ab und es werden kleinere Korngrößen wie Sand und Schluff abgelagert, die im Auelehm zu finden sind, der hier eine Mächtigkeit von etwa 70 cm hat. Auch in den ERT-Messungen sind diese feinkörnigen Ablagerungen auffindbar. Die Schicht ist durch elektrische Widerstände im Bereich von 70 – 200 Ohm.m gekennzeichnet. Der Sedimentaufbau von Auelehm über Terrassenschottern in diesem Bodenprofil ist typisch und kommt in vielen Auen kurvenreicher beziehungsweise mäandrierende Flüsse vor. Er ist ein Zeugnis der Fluss- bzw. Auengeschichte und zeigt, dass sich die Lage der Flussschlingen (Mäander) durch Seitenerosion im Laufe der Zeit ändern kann. Zur Zeit der Ablagerung des Terrassenschotters floss genau hier die Echaz. Der Auelehm (0-72 cm) dagegen ist ein feinkörniges Sediment, das sich ablagert, wenn Hochwasser die Aue überflutet und beim Zurückweichen des Wassers feines, zuvor erodiertes Bodenmaterial außerhalb des Flussbetts hinterlässt. Die Sedimente des Auelehms entstanden ursprünglich durch Erosionsprozesse an den Hängen im Einzugsgebiet, die vor allem durch anthropogene Einflüsse wie z.B. Rodungen und Ackerbau verursacht werden können. Sand-, schluff- und tonreiches lockeres Material von den Hängen gelangte durch Bodenerosion dann von den Hängen direkt oder über verschiedene Vorfluter in die Echaz und wurde bei Überflutungen dann als Auelehm in der Echazaue abgelagert. Auf diesem Weg wurden in manchen Flusstälern Auelehme mit einer Mächtigkeit von über 4 m abgelagert (Stolz / Miller, 2022). Die Interpretation des Substratprofils von B-ERT01-P04 zeigt also, dass hier zunächst die Echaz floss, aber mit Beginn der Auelehmablagerung ihren Lauf im Tal verlegt hat und damit feinere Sedimente durch Überflutungen in der Aue abgelagert wurden. Am Beginn des gleichstromgeoelektrischen Querschnitts und im Bereich zwischen 40-45 m treten elektrische Widerstände von unter 50 Ohm.m auf (Abb. 1). Dies deutet auf einen sehr hohen Tonanteil im Sediment. Korngrößenanalysen von Sedimenten aus diesem Bereich zeigen einen Tonanteil von 35% – 50%.

Bodenprofilname:	B-ERT01-P04
Lage:	72770 Betzingen
Koordinaten:	Ost: 512419.946; Nord: 5372139.515
Koordinatensystem:	ETRS89/UTM Zone 32N; EPSG:25832
Hangneigung:	0 %
Exposition:	NE
Höhe:	341 m ü. NN
Reliefformtyp:	Ebener Tiefenbereich
Landnutzung:	Grünland



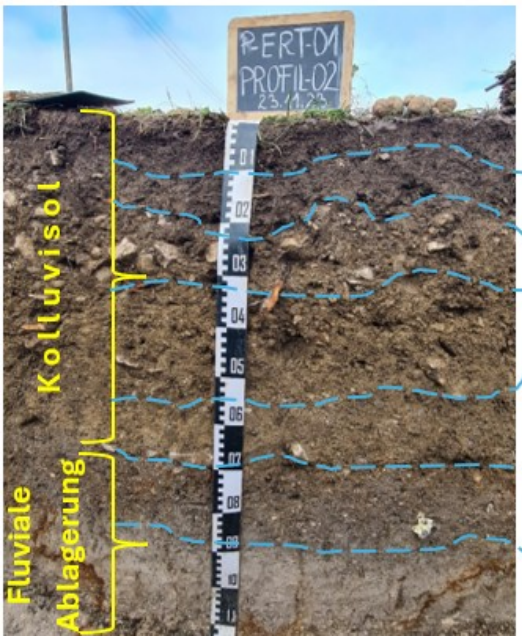
Horizonte (nach KA6), Tiefe in cm	Charakteristik
eAmh 0-15	Mittel toniger Lehm (Lt3) und mittel schluffiger Ton (Tu3); 10 YR 4/3 - „braun“, Krümel- und Subpolyedergefüge, carbonathaltig, schwach bis schwach humos (1- < 2 % org. S.)
eAmh-eMc 15-32	Mittel toniger Lehm (Lt3) und mittel schluffiger Ton (Tu3); 2,5Y 5/4 - „helles olivbraun“, Subpolyedergefüge, carbonathaltig, sehr schwach humos (0,4 - <1% org.S.)
II eMc1 32-55	Mittel toniger Lehm (Lt3); 2,5Y 4/4 - „olivbraun“, carbonathaltig, Subpolyedergefüge, sehr schwach humos (0,4 - <1% org.S.)
eMc2 55-72	Schwach schluffiger Ton (Tu2); 2,5Y 5/3 - „helles olivbraun“, carbonathaltig, Subpolyedergefüge, sehr schwach humos (0,4 - <1% org.S.)
III elC 72-109	Ausgangsgestein
IV elC 109-140+	Ausgangsgestein

Abb. 2: Brauner Auenboden (Profil B-ERT01-P04) in der Echazaue bei Betzingen (Baden-Württemberg) mit charakteristischen Profilaufbau: Auelehm über Terrassenschottern. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Oberhalb von Reutlingen/Pfullingen wurde am Talrand das Bodenprofil P-ERT02-P02 (Abb. 3) angelegt. Im Vergleich mit den Terrassenschottern und gröberen Fraktionen, wie Kiese, in Profil B-ERT01-P04 in Betzingen wurden die Flusssedimente in diesem Bodenprofil durch langsamer fließendes Wasser abgelagert, wobei es sich um Ablagerungen von feinsandigem oder schluffigem Material handelt. Da das Profil am Rand der Aue liegt, wurden hier als Folge von Erosionsprozessen das von den Talhängen abgetragene Material (Kolluvium) auf den feinsandigen und schluffigen fluvialen Sedimenten abgelagert. Dies ist typisch für Talrandbereiche in den Mittelgebirgen. Der Begriff Kolluvium ist definiert als Bodenmaterial, das durch Erosionsprozesse von Hängen abgetragen und in Tiefenlinien und konkaven Unterhangbereichen wieder abgelagert wurde (Kühn, 2025). Der Bodentyp wird nach der deutschen Bodensystematik (Hartmann u. a., 2024) als Kolluvisol bezeichnet. Als Horizonthauptsymbol wird der Buchstabe **D** oder **Dj** verwendet. In diesem Profil ist der Unterschied zwischen beiden Sedimenten deutlich an der braunen Farbe und den

Grobbodenkomponenten mit Jurakalkbruchstücken sowie Ziegel und Keramikfragmenten im Kolluvisol zu sehen, während die feineren fluvialen Sedimente durch Oxidations- und Reduktionsmerkmale (graue und schwarze Farben, in diesem Band: Rabiger-Völlmer u. a., Direct Push-Sondierungen) gekennzeichnet sind, die auf Grundwasserschwankungen zurückzuführen sind.

Bodenprofilname:	**P-ERT02-P02**
Lage:	72793 Pfullingen
Koordinaten:	Ost: 517612.672; Nord: 5366633.881
Koordinatensystem:	ETRS89/UTM Zone 32N, EPSG:32632
Hangneigung:	0 %
Exposition:	NW
Höhe:	463 m ü. NN
Reliefformtyp:	Ebener Tiefenbereich
Landnutzung:	Grünland



Horizonte (nach KA6), Tiefe in cm	**Charakteristik**
eAh 0-10	Stark toniger Schluff (Ut4), 10YR 2/2 - „sehr dunkles braun“, Krümelgefüge, carbonathaltig, sehr stark humos (10 - <15% org.S.)
rAp 10-23	Schluffiger Lehm (Lu), 10YR 3/2 - „sehr dunkel Graubraun“, Krümelgefüge, carbonathaltig, stark humos (5 - <10% org.S.)
II Dj1 23-33	Schluffiger Lehm (Lu), 2.5Y 3/3 - „dunkles olivbraun“, carbonathaltig, mittel - schwach humos (1 - <5% org.S.)
Dj2 33-55	Schluffiger Lehm (Lu), 2.5Y 3/3 - „dunkles olivbraun“, carbonathaltig, mittel - schwach humos (1 - <5% org.S.)
III Mc-Dj 55-70	Stark schluffiger Ton (Tu4), 2.5Y 4/4 „olivbraun“; carbonathaltig, schwach humos (1 - <2% org.S.)
IV Mc 70-89	Mittel schluffiger Ton (Tu3), 2.5Y 4/2 - „dunkelgraues braun“ und 10YR 4/2 - „dunkelgraues braun“, carbonathaltig, sehr schwach humos (0,4 - <1% org.S.)
V Fo-Mc 89-110	Mittel toniger Schluff (Ut3), 10YR 6/2 – „hellbraunes grau“ carbonathaltig, humusfrei (<0,4% org.S.)

Abb. 3: Typisches Bodenprofil (Profil P-ERT02-P-02) im Talrandbereich der Echaz am Fuß der Schwäbischen Alb: Kolluvisol (Hangabtragungsmaterial) über Flussablagerungen (Echazaue bei Pfullingen, Baden-Württemberg). Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

11.4 Nutzung von Boden- und Sedimentanalysen als Parameter der Umweltentwicklung

Zur Rekonstruktion der Landnutzungsgeschichte eignen sich verschiedene Bodenparameter, die durch Flüsse, Winde oder Bodenerosionsprozesse abgelagert wurden und durch bestimmte Laboranalysen erhoben und ermittelt werden können (Scherer u. a., 2021). Mit diesen Parametern lassen sich z.B. historische oder prähistorische Nutzungen in der Aue rekonstruieren. Um solche vergangenen Nutzungenformen nachzuweisen, die nicht mehr direkt gemessen werden können, werden die folgenden Parameter als Stellvertreter bzw. als ‚Proxies' verwendet.

In Tabelle 1 ist eine Auswahl möglicher Parameter und Analysen zusammengestellt, die auch in unserem Projekt angewendet werden.

Parameter	**Methode/Analyse**	**Verwendung (Proxy für...)**
^{14}C-Gehalt	Radiokohlenstoff-Datierung	Bestimmung des Alters von organischem Material (Holz, Holzkohle...)
Energie der freiwerdenden Photonen	Lumineszenzdatierung	Bestimmung des Ablagerungsalters von quarz- oder feldspathaltigen Sedimenten
Holzkohlenart	Analyse und Identifizierung von Holzkohle	Bestimmung der Holzart
Größe der Boden-/Sedimentpartikel	Korngrößenanalyse	Rekonstruktion der Transportart und des Transportmediums (Wind, Wasser) des Sediments
Haupt- und Spurenelemente, inklusive Schwermetalle	Röntgenfluoreszenz	Rekonstruktion von Produktionsprozessen, die zum Eintrag von Schwermetallen führen; Beurteilung der Verwitterungsintensität
Identifizierung von Gastropoden (Schnecken)	Analyse und Identifizierung der Schalen von Gastropoden	Informationen über die Umgebung, in der sie lebten
Identifizierung von Ostracoden (Muschelkrebse)	Analyse und Identifizierung von Ostracoden	Informationen über die Umwelt, in der sie lebten
Identifizierung von Keramik- und Ziegelfragmenten	Archäologische Untersuchung	Einordnung des Ablagerungsalters: terminus post quem
Kohlenstoffgehalt	Elementaranalyse	Nährstoffzeiger
Stickstoffgehalt	Elementaranalyse	Nährstoffzeiger
$CaCO_3$	Gasvolumetrische Analyse von CO_2	Information zu Entkalkungs- oder Aufkalkungsprozessen
δ^{13}C-Verhältnis	Analyse stabiler Isotope	Informationen über die Umwandlung von C3 zu C4 Pflanzen
δ^{15}N-Verhältnis	Analyse stabiler Isotope	Informationen zur potenziellen Düngung bzw. Anbau von Leguminosen
Urease (Enzym)	Kolorimetrische Analyse	Potenzielle Einträge von Harnstoff und tierischen Exkrementen
Mikrobieller Kohlenstoff (Cmic)	Respirations-Mess-System (RMS)	Information zur aktuellen mikrobiellen Aktivität im Boden
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	PAK-Analyse	Informationen über vergangene Feueraktivitäten
Fäkale Biomarker (Sterole)	Steroidanalyse	Informationen über Düngung und Tierhaltung

Tab. 1: Methoden und ihre Anwendung zur Rekonstruktion der Landnutzungs- und Entwicklungsgeschichte der Aue. Urheber: Ema Zvara, Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Beispielhaft für die Nutzung von Schwermetallgehalten als Proxies für handwerkliche Produktionsprozesse sind in den Abbildungen 4 und 5 die Analyseergebnisse der Schwermetalle für die beiden bereits besprochenen Bodenprofile dargestellt.

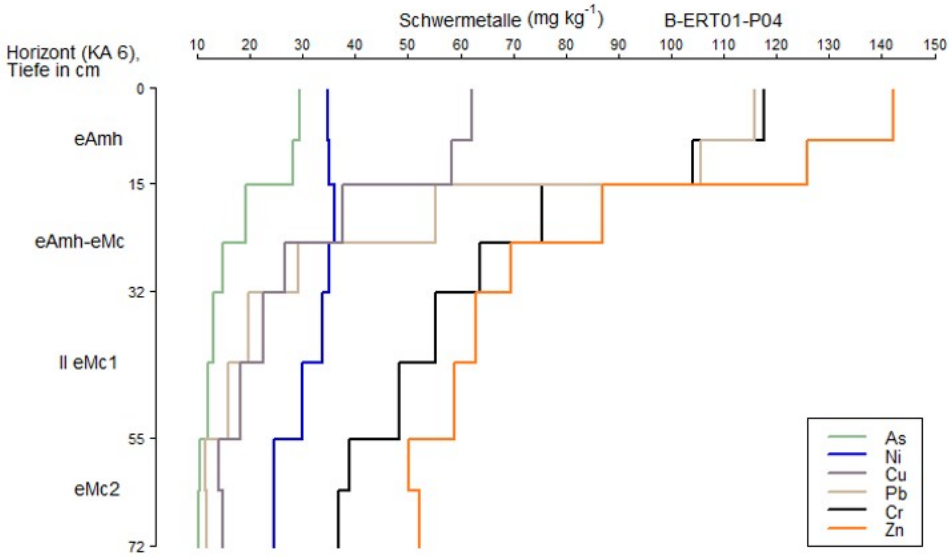


Abb. 4: Schwermetallkonzentrationen flussabwärts von Reutlingen/Pfullingen; Profil B-ERT01-P04 in Betzingen. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

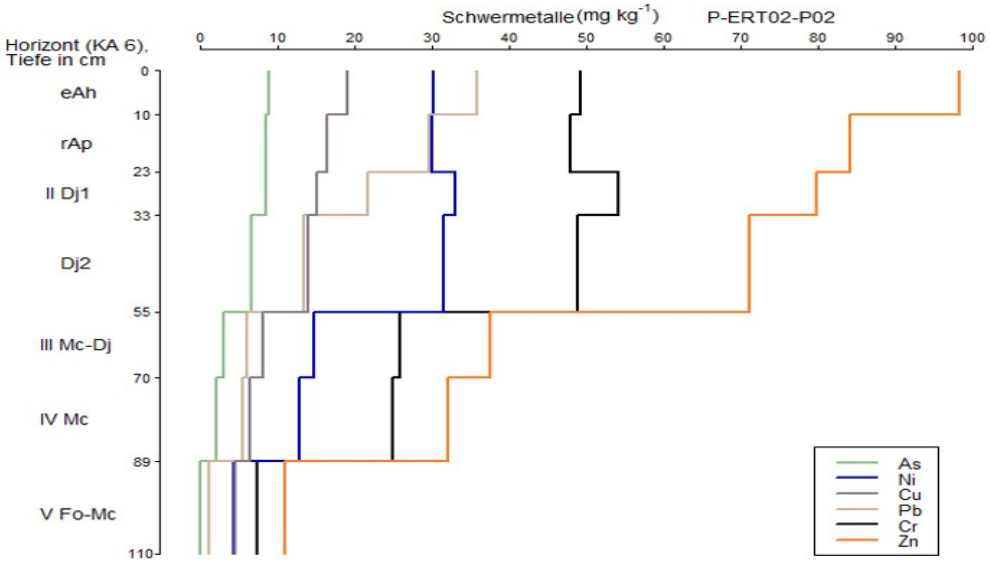


Abb. 5: Schwermetallkonzentrationen flussaufwärts von Reutlingen/Pfullingen; Profil P-ERT02-P02 in Pfullingen. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Im Profil bei Betzingen (flussabwärts von Reutlingen, Abb. 4) sind im Vergleich zum Profil oberhalb von Pfullingen (Abb. 5) alle Schwermetallgehalte in den fluvialen Sedimenten deutlich höher. Da die Bodenarten der fluvialen Sedimente in beiden Profilen sehr ähnlich sind, kann möglicherweise davon ausgegangen werden, dass im Profil bei Betzingen die höheren Schwermetallgehalte durch historische Handwerks- und industrielle Tätigkeiten in Pfullingen und Reutlingen verursacht wurden. Weitere Sedimentanalysen sind hierzu in der Bearbeitung.

In den kolluvialen Ablagerungen im Profil oberhalb von Pfullingen sind alle Schwermetallgehalte bis in eine Tiefe von 55 cm noch mal deutlich höher als die höchsten Schwermetallgehalte in den fluvialen Sedimenten beider Profile. Hier müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um zu klären, ob dies durch anthropogene Aktivitäten an den Talhängen am Oberlauf der Echaz zu erklären ist oder ob die hohen Tongehalte für die erhöhten Schwermetallgehalte verantwortlich sind. Schwermetalle sind häufig an Tonen adsorbiert, wodurch eine natürliche Schwermetallanreicherung vorliegen kann.

Daneben gibt es noch weitere methodische Herausforderungen bei der Bewertung von Schwermetallbelastungen. Ein wesentlicher Faktor ist der sogenannte ‚geogene Hintergrund', also natürliche Schwermetallgehalte, die je nach Gesteinszusammensetzung und Bodenbildung variieren können (in diesem Band: Keßels u. a., Schwermetalle in Auensedimenten). Zudem können anthropogene Einflüsse die Mobilität von Schwermetallen erhöhen. Beispielsweise enthalten einige Waschmittel Komplexbildner wie EDTA (Ethylenediamintetraessigsäure), eine chemische Verbindung, die Metallionen (z.B. Eisen, Calcium, Blei) binden kann. Auch extreme Wetterereignisse wie Hochwasser stellen eine Herausforderung dar. Sie können Kläranlagen überfluten, wodurch unbehandelte Abwässer in die Umwelt gelangen und die Schwermetallkonzentrationen in Böden und Gewässern verfälschen können. Dies verdeutlicht, dass die Bewertung von Schwermetallgehalten im Kontext der lokalen Gegebenheiten und potenziellen Eintragsquellen erfolgen muss, um die Aussagekraft der Analyseergebnisse realistisch einschätzen zu können.

Danksagung

Diese Arbeit wurde finanziell unterstützt durch das DFG-geförderte Schwerpunktprojekt „SPP 2361: Auf dem Weg zur fluvialen Anthroposphäre" (Projektnummer: 460849764) und das DFG-geförderte Projekt „Lokale Wege zur fluvialen Anthroposphäre an Echaz (Rhein) und Eger (Donau). Eine vergleichende Analyse von ca. 1100 bis 1800 n. Chr." (ZI 721/25-1, KU 1946/10-1, FR 1489/15-1, WE 5518/4-1, WE 5445/5-1, SCHE 678/9-1, Projektnummer 509893043).

11.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Verwendete geophysikalische Methoden in der Echazaue (Baden-Württemberg): Elektromagnetische Induktion (EMI) und Gleichstromgeoelektrik (ERT). Der hellgrüne Stern markiert die Position des Bodenprofils B-ERT01-P04 (siehe auch Abb. 2), Quelle: Google Satellit. Urheber: Marco Pohle, Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Brauner Auenboden (Profil B-ERT01-P-04) in der Echazaue bei Betzingen (Baden-Württemberg) mit charakteristischen Profilaufbau: Auelehm über Terrassenschottern. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 3: Typisches Bodenprofil (Profil P-ERT02-P-02) im Talrandbereich der Echaz am Fuß der Schwäbischen Alb: Kolluvisol (Hangabtragungsmaterial) über Flussablagerungen (Echazaue bei Pfullingen, Baden-Württemberg). Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4: Schwermetallkonzentrationen flussabwärts von Reutlingen/Pfullingen; Profil B-ERT01-P04 in Betzingen. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 5: Schwermetallkonzentrationen flussaufwärts von Reutlingen/Pfullingen; Profil P-ERT02-P02 in Pfullingen. Urheber: Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Tab. 1: Methoden und ihre Anwendung zur Rekonstruktion der Landnutzungs- und Entwicklungsgeschichte der Aue. Urheber: Ema Zvara, Snježana Pejdanović, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Klaus-Jörg Hartmann u. a. (Hg.) (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung. KA 6, 2 Bände, 6. Aufl., Stuttgart u. a.

Kirchner, André u. a. (2018): A multidisciplinary approach in wetland (geo)archaeology: survey of the missing southern canal connection of the Fossa Carolina (SW Germany), in: Quaternary International 473, S. 3-20, DOI: https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.021.

Kühn, Peter (2025): Understanding colluvial deposits, in: Catena 254, 108963, DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108963.

Scherer, Sascha u. a. (2021): What's in a colluvial deposit? Perspectives from archaeopedology, in: Catena 198, 105040, DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105040.

Schmidt, Johannes u. a. (2019): 3D modelling of Charlemagne's summit canal (SW Germany) – merging remote sensing and geoarchaeological subsurface data, in: Remote Sensing 11 (9), 1111, DOI: https://doi.org/10.3390/rs11091111.

Stahr, Karl u. a. (2020): Bodenkunde und Standortlehre (UTB 2967), 4. Aufl., Stuttgart, DOI: https://doi.org/10.36198/9783838553450.

Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.) (2022): Geoarchäologie, Berlin u. a., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-62774-7.

Weiterführende Lektüre

Shackley, Myra Lesley (1975): Archaeological Sediments. A Survey of Analytical Methods, London.

Werther, Lukas u. a. (2021): On the Way to the Fluvial Anthroposphere - Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research, in: Water 13 (16), 2188, DOI: https://dx.doi.org/10.3390/w13162188.

Zielhofer, Christoph u. a. (2010): Flood frequencies reveal Holocene Rapid Climate Changes (Lower Moulouya River, northeastern NE Morocco), in: Journal of Quaternary Science 25 (5), S. 700-714, DOI: https://doi.org/10.1002/jqs.1347.

Digitale Geländemodelle in der Auenforschung:

Analyse natürlicher Dynamik und anthropogener Eingriffe

Johannes Schmidt, Johannes Rabiger-Völlmer, Felix Henselowsky

12.1 Die Flussgeschichte steckt in den Geländeoberflächen

Digitale Geländemodelle (DGMs) eröffnen uns eine faszinierende Perspektive auf die Entwicklung der mitteleuropäischen Auenlandschaften – gleichsam sind sie ein ‚Palimpsest' der diachronen Umweltgeschichte, das in der Topographie verankert ist. So speichert die Auentopographie Informationen von Gewässerverläufen und flussbegleitender Oberflächenformen, wie die Schleifen alter Flussmäander, Uferwälle (natürliche, flussbegleitende Ufererhöhungen, entstanden durch sanfte Hochwasserereignisse) oder auch Gleithangschichtungen (Innenkurven von Flüssen, die bei Flusslaufverlagerungen wiederkehrend Sedimente in Schrägschichtung akkumulierten). Damit erzählen sie von der ununterbrochenen Dynamik der Flüsse, deren Lauf sich durch seitwärts gerichtete (laterale) Verlagerung immer wieder veränderte. Selbst die trägen, verzweigten Wasserwege mancher Tieflandflüsse (anastomosierender Flussgrundriss), die sich bei geringer Fließgeschwindigkeit wie Adern in der Landschaft verzweigen, finden im Relief eine beeindruckende Präzision. Doch nicht nur die Natur, auch der Mensch hat seine Spuren hinterlassen: Begradigungen, Durchstiche und Kanäle, die für Mühlen, Flößerei oder Hochwasserschutz angelegt wurden, sind in der Topographie als klare Linien und Brüche in den Auenlandschaften erkennbar. Jede dieser Modifikationen fügt dem Relief eine Schicht an Geschichte hinzu. DGMs machen die Topographie der Landschaft flächenhaft und quantitativ erforschbar. Sie ermöglichen es, den Formenschatz in hoher Detailgenauigkeit zu erfassen. Dadurch lassen sich nicht nur frühere Flussverläufe rekonstruieren, sondern auch die Dynamik und räumliche Ausdehnung

Schmidt, Johannes / Rabiger-Völlmer, Johannes / Henselowsky, Felix (2025): Digitale Geländemodelle in der Auenforschung: Analyse natürlicher Dynamik und anthropogener Eingriffe, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 159-168, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030112, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

von Veränderungen quantitativ analysieren. DGMs sind somit ein Schlüsselwerkzeug, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen natürlicher Flussdynamik und menschlichem Einfluss zu entschlüsseln.

12.2 Digitale Geländemodelle: Werkzeuge für die Landschaftsanalyse

Zur Beschreibung und Analyse der Höhe über dem Meeresspiegel oder einer anderen Referenz auf der Erdoberfläche werden digitale Datenmodelle im Rasterformat eingesetzt. Das Rastermodell setzt sich dazu aus vielen, gleichmäßig aneinander angrenzenden Zellen zusammen, die flächenhaft ein Gebiet abdecken. Die räumliche Auflösung der Daten ist durch die Kantenlänge der Zellen definiert und kann im Bereich von Dezimetern bis zu mehreren hundert Metern liegen, was wiederum die beanspruchte Speicherplatzgröße des Datensatzes beeinflusst. Jeder einzelnen Zelle ist ein eindeutiger Höhenwert als Zellwert zugewiesen. Somit ergibt sich die Möglichkeit, die Erdoberfläche räumlich darzustellen und zu analysieren.

Die Rohdaten werden aus punktuellen Messungen des Höhenwertes (z) z. B. über Befliegungen durch Flugzeuge oder Drohnen mit Laserscannern (LiDAR, Light Detection and Ranging), photogrammetrischen Messungen basierend auf Luft- oder Satellitenbildern oder Geländevermessungen ermittelt und mit x- und y-Koordinaten für die genaue Positionierung, z. B. via GPS (Global Positioning System), versehen (Abb. 1; Kappas, 2012; Pröschel u. a., 2022). Einen Sonderfall stellt die Detektion von Landschafts- und Reliefveränderungen dar. Für die Analyse von sogenannten prämodernen oder Paläooberflächen müssen die Höhenpunkte aus Bohrungen (Schmidt u. a., 2018) oder auch alten topographischen Karten über die Auswertung der Höhenlinien erzeugt werden (Henselowsky u. a., 2021). Eine Datierung der Altkarten bzw. Schichten aus den Bohrungen ist nicht zwingend nötig, aber wünschenswert. Die gewonnenen Punktdaten werden dann mittels Interpolations- und Filtermethoden zu einem flächenhaften Raster umgerechnet. Die Verarbeitung findet in Geoinformationssystemen (GIS) oder über skriptbasierte Programmiersprachen (z. B. R, Python) statt (Kappas, 2012; Pröschel u a., 2022).

Somit können verschiedene Geländemodelle erzeugt werden: Das digitale Geländemodell (DGM, engl. Digital Terrain Model, DTM) beinhaltet nur die Geländehöhe des Reliefs ohne Vegetation und Bebauung. Im Gegensatz dazu steht das digitale Oberflächenmodell (DOM, engl. digital surface model, DSM), bei dem alle Objekte, z. B. Vegetation und Bebauung, und das Relief enthalten sind. Der Begriff digitales Höhenmodell, DHM (engl. digital elevation model, DEM) wird teilweise als Oberbegriff für DGM und DOM verwen-

det. Teilweise werden die Begriffe DHM (DEM) und DGM (DTM) aber auch synonym verwendet (Kappas, 2012; Pröschel u. a., 2022). Für die Analyse des Formenschatzes ist nur die Arbeit mit einem DGM möglich.

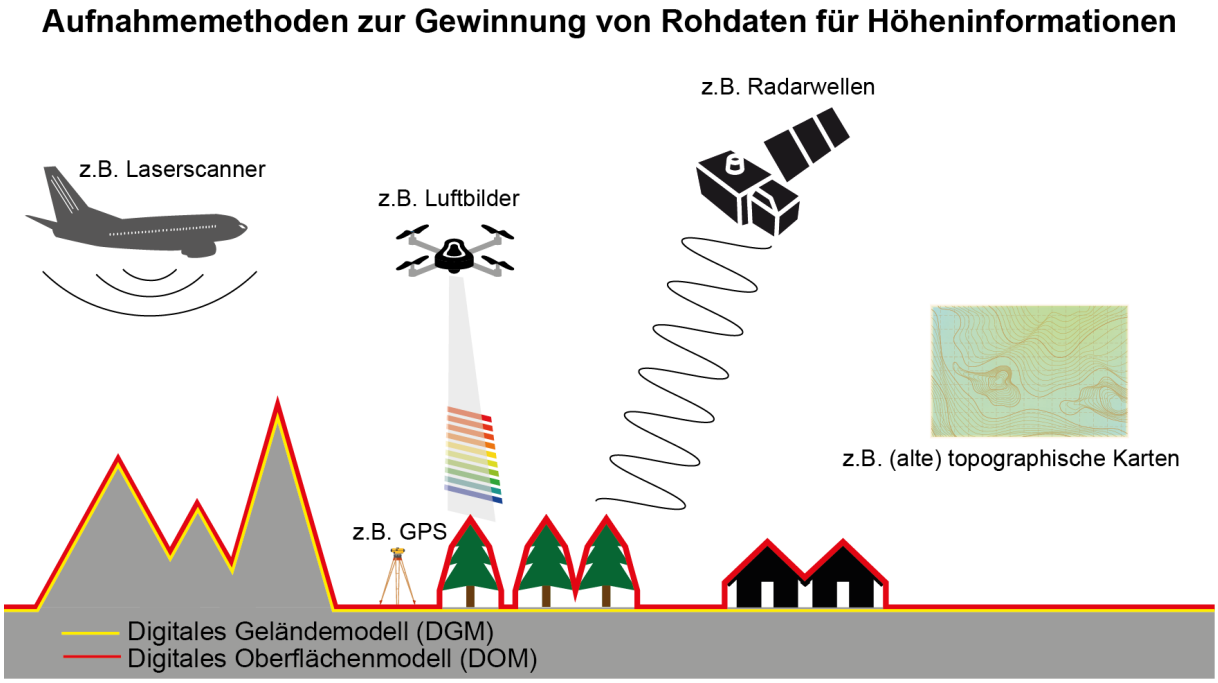


Abb. 1: Henselowsky, Felix: Beispielhafte Aufnahmemethoden zur Gewinnung von Höheninformationen mittels aktiver Sensoren wie z.B. Laserscanner oder Radarwellen oder passiven Sensoren wie Luftbilder zur Verarbeitung mittels Photogrammmetrie und alten topographischen Karten. Urheber: Felix Henselowsky, Lizenz: CC BY 4.0.

Geländemodelle und Altkarten können teilweise kostenfrei von öffentlichen Stellen wie z. B. Landes- und Bundesbehörden verschiedener Staaten bezogen werden. Eine weitere Möglichkeit zur Datenbeschaffung ist die Beauftragung von Firmen zur Messung. Die Daten unterscheiden sich jedoch in ihrer Qualität, Auflösung und ihrer Aktualität. Je nach Fragestellung müssen die Daten für die räumliche Skalenebene beschafft und aufbereitet werden. Durch unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte können auch Veränderungen sichtbar gemacht werden (Steinritz u. a., 2024). Der Vergleich von Altkarten mit aktuellen Geländemodellen bietet sich dafür beispielsweise an (Henselowsky u. a., 2021).

Für die fragestellungsbezogene Verwendung werden die Daten häufig weiterverarbeitet und mit zusätzlichen räumlichen Informationen verschnitten und überlagert. Gängige Methoden zur Reliefanalyse sind beispielsweise die Visualisierung mittels Schattenwurf (Schummerungsbild, engl. Hillshade) und das Einfärben in verschiedenen Höhenstufen (Kokalj / Hesse, 2017). Außerdem können aus dem Geländemodell Parameter wie z. B. Exposition (Ausrichtung), Wölbung, Hangneigung und weitere Faktoren, genannt ‚Indices', berechnet werden (Kappas, 2012; Štular u. a., 2012), um es weiteren Analysen zuzuführen. Zusätzlich können diese Analysen und die Geländemodelle auch in multimethodischen

Ansätzen eingesetzt werden. Dabei dienen sie oft als wertvolle Grundlage für den Einsatz weiterer Feldmethoden bzw. konzeptueller Ansätze (siehe Abbildung 5a-c in diesem Band: Birnstengel u. a., geophysikalische Verfahren.).

12.3 Digitale Geländemodelle in der historischen Auenforschung

In diesem Abschnitt werden Beispiele aus der Analyse von Prozessen in Flussauen vorgestellt, die mit Hilfe von DGMs durchgeführt wurden. Als Grundlage dienen hier Fallstudien wie die geomorphologische Kartierung von fluvialen Strukturen in Leipzig sowie zwischen Heidelberg und Mannheim. Hier werden sowohl natürliche Dynamiken – etwa Erosion und Sedimentation – als auch anthropogene Eingriffe wie Begradigungen und Deichbau aus unterschiedlichen geographischen Räumen untersucht. Die DGMs dieser Landschaften bieten die Möglichkeit, Veränderungen im Flussverlauf detailliert zu identifizieren und zu quantifizieren. Besonders wertvoll sind die Visualisierung und Interpretation diachroner Veränderungen. Diese ermöglichen es, die Wechselwirkungen zwischen natürlichen Prozessen und menschlichen Eingriffen in der Auenlandschaft präzise nachzuvollziehen.

12.3.1 Beispiel Leipziger Aue

Die Stadt Leipzig liegt im Leipziger Becken und gehört damit zur Norddeutschen Tiefebene (Denzer u. a., 2015). Das Untersuchungsgebiet umfasst die Aue im Stadtbereich Leipzigs (Abb. 2A), sowie einen Teil der südlichen Aue (Abb. 2B). Die Aue im südlichen Leipzig erstreckt sich über eine Breite von bis zu vier Kilometern und umfasst die Überflutungsbereiche der Weißen Elster, der Pleiße sowie der Paußnitz und der Batschke. Die Flüsse Weiße Elster und Pleiße durchfließen dieses Gebiet und bilden einen Gewässerknoten, der vom Elster-Pleiße-Auwald begleitet wird. Die geographische Situation der Leipziger Tieflandsbucht ist das anastomosierende Gewässersystem, bei dem Nebengewässer (z.B. Paußnitz und Batschke) von den Hauptgewässern abzweigen und einige Kilometer parallel fließen (Abb. 2A). Die Flächennutzung als Auwald führt zur Konservierung der Oberflächenformen, da keine intensive maschinelle Bewirtschaftung zur Einebnung beiträgt. Die Altverläufe von Batschke und Paußnitz lassen sich gut nachvollziehen und die begradigten Abschnitte eindeutig identifizieren. Beispielsweise wurde der Floßgraben im 17. Jahrhundert angelegt. Für diesen wurde in großen Abschnitten die Batschke in Anspruch genommen und verändert. Das Elsterhochflutbett am westlichen Rand der Karte wurde Ende des 19. Jahrhunderts aus Gründen des Hochwassermanagements gebaut (Abb. 2B). Weitere Formen, wie Rückflussrinnen (Bahnen, in denen das Wasser nach einem Hochwasser in die Vorfluter zurückfließt) sowie Gleithangschichtungen und Uferwälle sind zu erkennen.

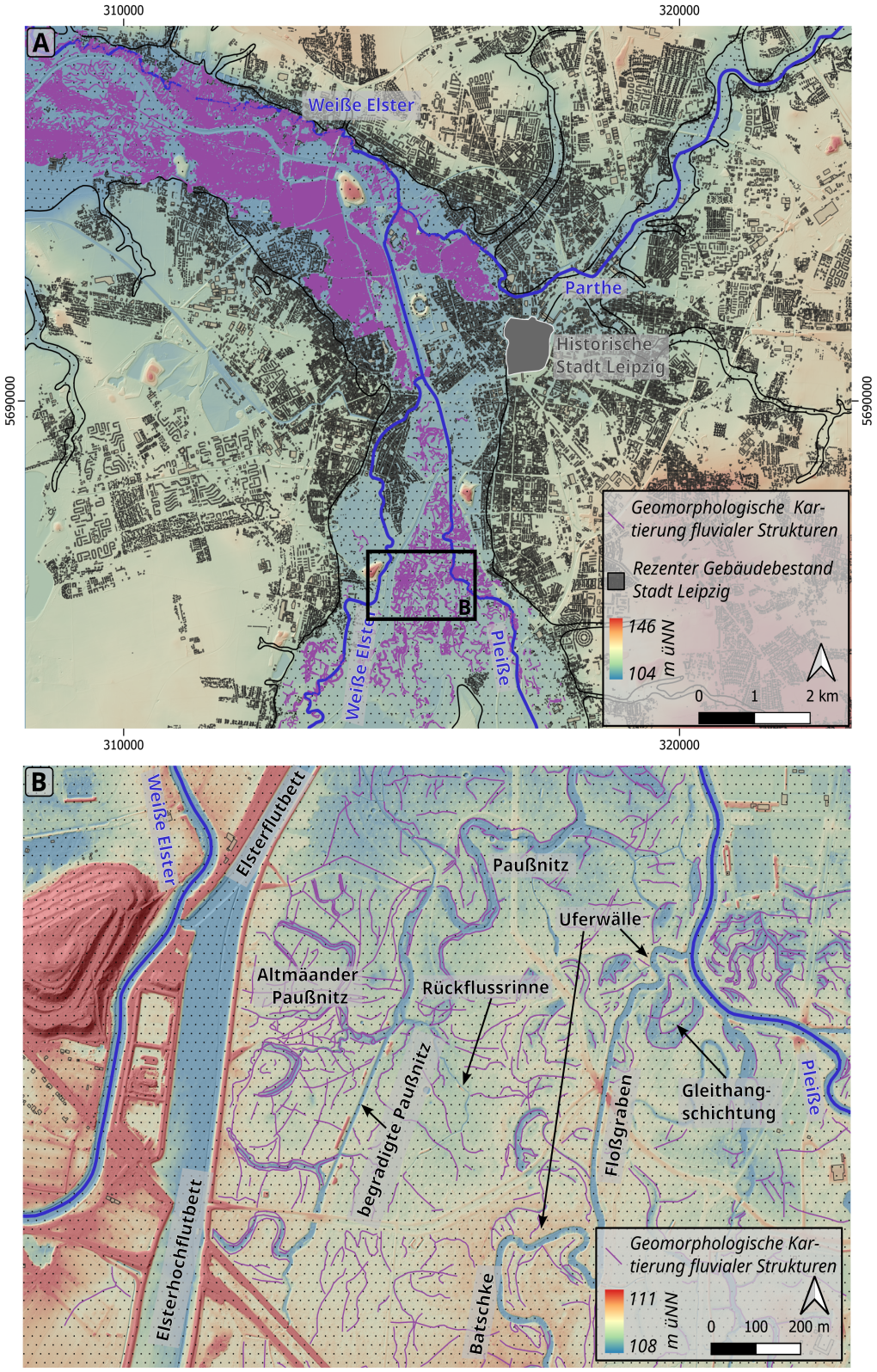


Abb. 2: Schmidt, Johannes: Fluvial geomorphologische Kartierung auf Basis des DGM in einer Auflösung von 1x1 m. Zur besseren Visualisierung wurde eine halbtransparente Schummerung über das DGM gelegt. A) Urban-fluvialer Kontext Leipzigs, mit den Hauptgewässern Parthe, Pleiße und Weiße Elster. B) Ausschnitt der Südaue in Leipzig mit Kennzeichnung der Hauptgewässer (Weiße Elster, Pleiße) sowie des Formenschatzes in Bezug auf die rezenten und reliktischen Nebengewässer. Fluvialgeomorphologische Kartierung durch Felicitas Geißler und Michelle Köhler (GeoSN, EPSG: 25833, ETRS89 / UTM zone 33N - Projiziert). Urheber: Johannes Schmidt, Lizenz: CC BY 4.0.

12.3.2 Beispiel Oberrheingraben

Im Oberrheingraben treffen Flüsse unterschiedlichster Größe zusammen, wodurch ein vielfältiger, fluvialer Formenschatz entstanden ist. Ein besonders deutliches Beispiel ist hier der Raum zwischen Heidelberg und Mannheim. Hier mündet der Neckar als einer der größten Nebenflüsse in den Rhein. Gleichzeitig ist die Region geprägt von vielen weiteren kleineren Nebenflüssen aus dem Odenwald (Abb. 3A&D). Zusätzlich sind die Flüsse durch anthropogene Eingriffe und Flussbegradigungen stark verändert. Die einzelnen natürlichen und anthropogenen fluvialen Formen können basierend auf einem DGM anhand von morphometrischen Parametern wie z.B. der Flussbreite den unterschiedlichen Flüssen zugeordnet werden. Grundrissformen von ehemaligen Flussläufen können anhand unterschiedlicher Krümmungsradien, Amplitude und Wellenlänge von Flussmäandern sowie der Sinuosität (Maß für die Intensität des Mäandrierens) kategorisiert werden.

So sind (ehemalige) Flussmäander des Rheins deutlich größer als die des Neckars oder kleinerer Nebenflüsse. Auch die Ausdehnung der natürlichen Auen kann anhand der flächenhaften Höheninformationen kartiert werden, z.B. durch markante Höhenänderungen der angrenzenden höher gelegenen Niederterrasse. Die Ausdehnung der holozänen Flussaue des Rheins, gebildet seit dem späten Glazial und frühen Holozän seit 13000 Jahren (Erkens u. a., 2009), rund um Mannheim liegt bei ca. fünf bis zehn Kilometern. Auch wird das trichterförmige Mündungsgebiet des Neckars sichtbar. Markante regionale Flussbegradigungen im Zuge der Rheinkorrektur durch Tulla im 19. Jahrhundert sind die Durchstiche bei Altrip, Ketsch Friesenheim.

Im Vergleich des LiDAR-DGM mit einer Auflösung von 1x1 Metern zum SRTM-DGM mit einer Auflösung von ca. 90x90 Metern wird deutlich, welche Auswirkungen die räumliche Auflösung zur Erfassung von fluvialen Formelementen, insbesondere in den Flussauen, hat. Während die allgemeinen Unterschiede zwischen holozäner Flussaue und pleistozäner Niederterrasse, welche vor 20000 bis 13000 Jahren gebildet wurde (Erkens u. a., 2009), auch mit der gröberen Auflösung sichtbar werden, sind kleinräumige Strukturen, z.B. Gleithangschichtungen, nur im hochaufgelösten DGM sichtbar (Abb. 3B&D). Neben der räumlichen Auflösung zeigt der Vergleich der beiden Datenquellen den Unterschied zwischen DOM und DGM deutlich. Während im SRTM die Höhe inklusive Vegetation abgebildet wird, spiegelt das LiDAR basierte DGM die tatsächliche Geländeoberfläche ohne Vegetation wider. So sind im Nordosten des Beispiels große Waldflächen im SRTM abgebildet. Diese sind ca. zehn bis fünfzehn Meter höher als im LiDAR, wo Baumhöhen herausgerechnet sind und die tatsächliche Oberfläche mit einzelnen Dünenzügen sichtbar wird.

Bis zum Jahr 2014 war das SRTM-DGM mit bis dahin neunzig Meter räumlicher Auflösung das meistgenutzte frei verfügbare DGM. Mit der aktuellen Nutzung des DGM mit einem Meter Auflösung multipliziert sich die räumliche Höheninformation eines Pixels mit 8100 Höheninformationen für den gleichen Raum. Dies bedeutet einen Quantensprung für kleinräumige morphometrische Parameter, insbesondere in Flussauen, so dass durch die heutige Datengrundlage räumliche Phänomene mit hoher Genauigkeit erfasst werden können. Hieraus entwickeln sich für die Forschung neue Ansätze für die Beantwortung von Fragen, welche in der Vergangenheit kaum erforscht werden konnten.

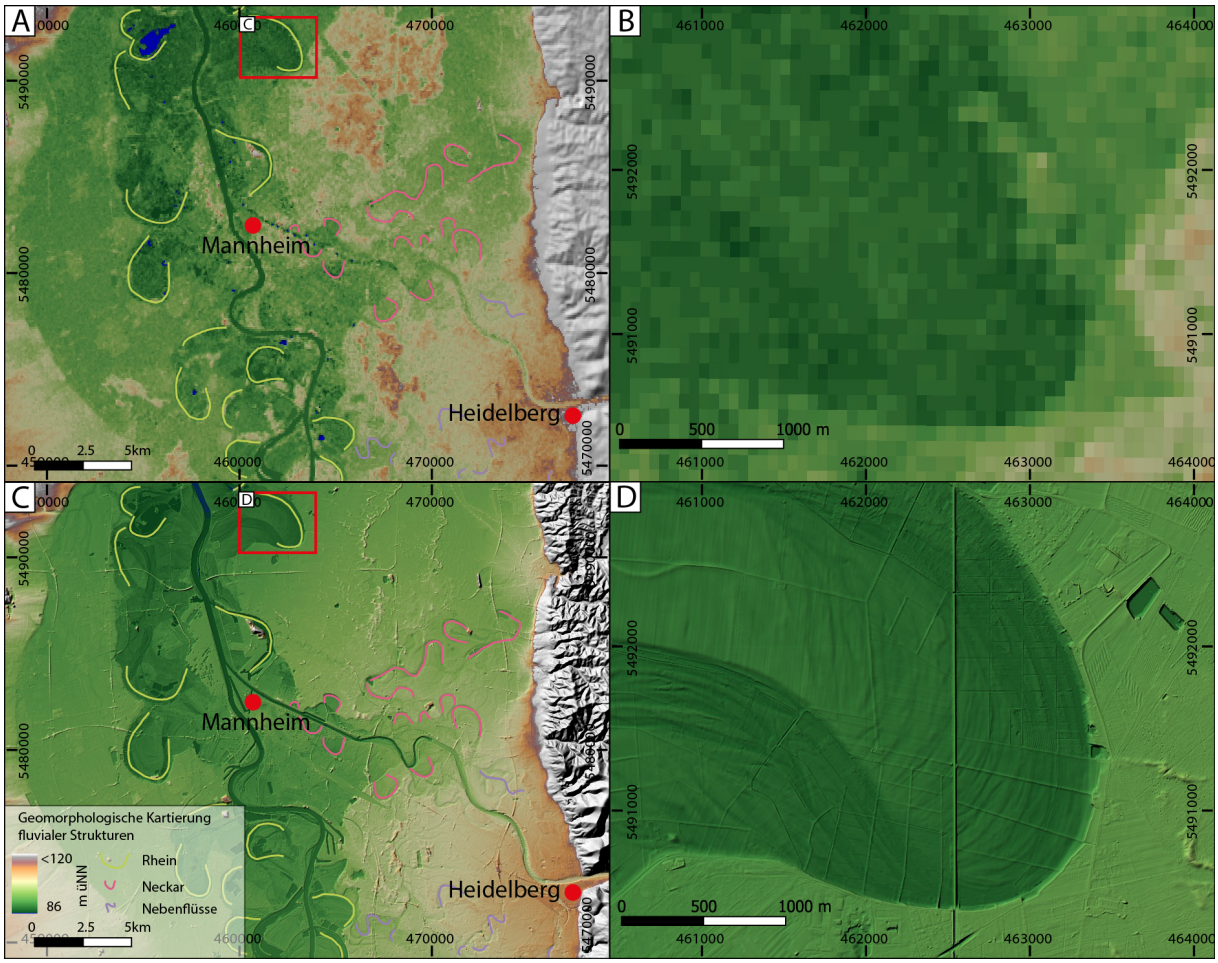


Abb. 3: Henselowsky, Felix: Vergleich der räumlichen Auflösung von Höheninformationen zur fluvialen Morphologie im ORG zwischen Heidelberg und Mannheim. A) und B) DOM basierend auf SRTM-Daten mit einer Auflösung von ca. 90x90 Meter, NASA Shuttle Radar Topography Mission; C) und D): LiDAR basierte DGM mit einer Auflösung von 1x1 Meter von Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz (HVBG / LVermGeoRP / LGL-BW; Koordinatensystem: EPSG:25832 - ETRS89 / UTM zone 32N – Projiziert). Urheber: Felix Henselowsky, Lizenz: CC BY 4.0.

12.4 Chancen, Limitationen und Perspektiven

Digitale Geländemodelle (DGMs) sind essenzielle Grundlagen in der geomorphologischen Forschung und darüber hinaus. Sie bieten vielseitige Möglichkeiten zur Visualisierung und anschließender quantitativer Analyse. Dennoch existieren Limitationen und Herausforderungen, die den Einsatz einschränken können.

Die Verfügbarkeit hochaufgelöster Daten hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Während DGM-Daten mit einer Auflösung von 1x1 Meter vor einem Jahrzehnt kaum zugänglich waren, sind sie heute dank Initiativen wie OpenGeodata und der INSPIRE-EU-Richtlinie nahezu flächendeckend für Deutschland und Europa frei verfügbar (Kakoulaki u. a., 2021). Ein weiterer Vorteil liegt in der relativ einfachen Handhabung bestehender DGMs. Bereits einfache Visualisierungen wie Hangneigung, Exposition (Ausrichtung) oder Schummerung liefern oft aufschlussreiche Erkenntnisse über Landschaftsmerkmale.

Die Qualität von DGMs ist stark von den zugrundeliegenden Rohdaten und den verwendeten Interpolationsmethoden abhängig. Feinstrukturierte Geländeformen im generell flachen Gelände von Auen lassen sich nur mit gut aufgelösten DGMs, also von mindestens 2x2 Metern, analysieren. Zudem spielt auch die vertikale Auflösung, also die Höheninformation, eine große Rolle. Bei LiDAR basierten DGMs liegt diese im Zentimeterbereich und wäre damit geeignet. Bei satellitengestützten DGMs (bspw. SRTM DEM) kann diese im Meterbereich liegen und ist demnach nicht für die Analyse geeignet. Für großflächige Untersuchungen mit hoher Auflösung stoßen zudem auch moderne Rechenkapazitäten oft an ihre Grenzen. Zusätzlich bleibt die relativ junge, anthropogene Überprägung, besonders in Flussnähe oder durch große Tagebaue, eine Herausforderung für die Interpretation der rezenten Topographie.

Eine Herausforderung ist die begrenzte zeitliche Differenziertheit von DGMs. Sie stellen in der Regel nur die Topographie eines bestimmten Zeitpunkts dar, wodurch rezente Veränderungen in der Aue schwer zu dokumentieren sind. Zwar lassen sich mit Differenzmethoden wie DEM of Difference (Differenzberechnung von zwei DGMs, die denselben Raum abdecken) Veränderungen erkennen, jedoch sind ‚historische' DGMs oft nur selten verfügbar. Beispiele wie die Auskolkungen (lokale Tiefenerosion im Flussbett) an der Ahr (Hochwasser 2021) zeigen das Potenzial solcher Analysen, sofern Vergleichsdaten vorliegen (Steinritz u. a., 2024).

Digitale Geländemodelle bleiben ein dynamisches und zukunftsträchtiges Werkzeug, das mit technologischem Fortschritt und verbesserter Datenverfügbarkeit weiter an Bedeutung gewinnen wird. Sie beinhalten ein inhärentes, interdisziplinäres Potential: DGMs fördern die Zusammenarbeit zwischen Geomorphologie, Ökologie, Geschichte und Archäologie, da sie ein ‚Palimpsest' aus natürlicher Dynamik und anthropogenem Eingriff darstellen. Daraus können unterschiedliche Forschungsfragen zum sozio-naturellen Schauplatz der Auen- und Flussentwicklung entstehen.

12.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Henselowsky, Felix: Beispielhafte Aufnahmemethoden zur Gewinnung von Höheninformationen mittels aktiver Sensoren wie z.B. Laserscanner oder Radarwellen oder passiven Sensoren wie Luftbilder zur Verarbeitung mittels Photogrammmetrie und alten topographischen Karten. Urheber: Felix Henselowsky, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 2: Schmidt, Johannes: Fluvial geomorphologische Kartierung auf Basis des DGM in einer Auflösung von 1x1m. Zur besseren Visualisierung wurde eine halbtransparente Schummerung über das DGM gelegt. A) Urban-fluvialer Kontext Leipzigs, mit den Hauptgewässern Parthe, Pleiße und Weiße Elster. B) Ausschnitt der Südaue in Leipzig mit Kennzeichnung der Hauptgewässer (Weiße Elster, Pleiße) sowie des Formenschatzes in Bezug auf die rezenten und reliktischen Nebengewässer. Fluvialgeomorphologische Kartierung durch Felicitas Geißler und Michelle Köhler (GeoSN, EPSG: 25833, ETRS89 / UTM zone 33N - Projiziert). Urheber: Johannes Schmidt, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 3: Henselowsky, Felix: Vergleich der räumlichen Auflösung von Höheninformationen zur fluvialen Morphologie im ORG zwischen Heidelberg und Mannheim. A) und B) DOM basierend auf SRTM-Daten mit einer Auflösung von ca. 90x90 Metern, NASA Shuttle Radar Topography Mission; C) und D): LiDAR basierte DGM1 mit einer Auflösung von 1x1 Meter von Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz (HVBG / LVermGeoRP / LGL-BW; Koordinatensystem: EPSG:25832 - ETRS89 / UTM zone 32N – Projiziert). Urheber: Felix Henselowsky, Lizenz: CC BY 4.0.

Literaturverzeichnis

Vera Denzer u. a. (Hg.) (2015): Leipzig. Eine landeskundliche Bestandsaufnahme im Raum Leipzig (Landschaften in Deutschland 78), Köln u. a..

Erkens, Gilles u. a. (2009): Fluvial terrace formation in the northern Upper Rhine Graben during the last 20 000 years as a result of allogenic controls and autogenic evolution, in: Geomorphology 103 (3), S. 476-595, DOI: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.07.021.

Henselowsky, Felix u. a. (2021): Anthropogenic relief changes in a long-lasting lignite mining area ('Ville', Germany) derived from historic maps and digital elevation models, in: Earth Surface Processes and Landforms 46 (9), S. 1725-1738, DOI: https://doi.org/10.1002/esp.5103.

Kakoulaki, Georgia u. a. (2021): Non-commercial Light Detection and Ranging (LiDAR) data in Europe, EUR 30817 EN, Luxemburg, DOI: https://doi.org/10.2760/212427.

Kappas, Martin (2012): Geographische Informationssysteme (Das geographische Seminar), 2. Aufl., Braunschweig.

Kokalj, Žiga / Hesse, Ralf (2017): Airborne laser scanning raster data visualization. A guide to good practice (Prostor, kraj, čas 14), Ljubljana.

Pröschel, Bernhard u. a. (2022): Methoden der Geoinformatik in der Geoarchäologie, in: Christian Stolz / Christopher E. Miller (Hg.): Geoarchäologie, Berlin u. a., S. 363–378.

Schmidt, Johannes u. a. (2018): Shaping pre-modern digital terrain models: The former topography at Charlemagne's canal construction site, in: PloS One 13 (7), e0200167, DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200167.

Steinritz, Vanessa u. a. (2024): Geomorphic changes after the 2021 Central European flood in the Ahr Valley by LiDAR-based differences, in: Environmental Sciences Europe 36 (1), 75, DOI: https://doi.org/10.1186/s12302-024-00893-x.

Štular, Benjamin u. a. (2012): Visualization of lidar-derived relief models for detection of archaeological features, in: Journal of Archaeological Science 39 (11), S. 3354–3360, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.05.029.

Altkarten als Quelle der multidisziplinären Auenforschung

Sophie Lindemann

13.1 Einleitung

Altkarten sind eine zentrale Schnittstelle zwischen den Geistes- und Naturwissenschaften. Durch Digitalisierung können historische Informationen auf den Altkarten dargestellt und verglichen werden. Dies eröffnet weitreichende Möglichkeiten zur Beantwortung von multidisziplinären und chronologischen Fragestellungen. In der Auenforschung bieten die Altkarten eine besondere Quelle für die räumliche Betrachtung der historischen Landschaftsentwicklung. Sie zeigen die historischen Kulturlandschaftselemente, Nutzungsräume, Bodenqualitäten, Vegetationsschichten, Infrastrukturen und menschlich-verursachte sowie natürliche Verlagerungen der Auen. Dieser Artikel beschreibt die Arbeit mit Altkarten am Beispiel der Stadt Leipzig.[1] Es wird gezeigt, wie man die Karten findet, wie man sie kritisch liest und wie man ihre Inhalte auswerten kann.

Eine Flussaue ist aufgrund ihrer Beweglichkeit und Veränderlichkeit eine multidimensionale Landschaftseinheit. Werther, Mehler, Schenk und Zielhofer definieren die Aue als eine der „meist dynamischen Teile der Kulturlandschaft“ (Werther u. a., 2021). Nach Lübken sind die „Beziehungen zwischen einer Stadt und dem Fluss vielschichtig, durch die lokale und regionale Umwelt geprägt und dem Wandel der Zeit unterworfen“ (Lübken, 2020). Daraus lässt sich schließen, dass eine Rekonstruktion der städtischen Flusslandschaft aufgrund des chronologisch dynamischen Charakters komplex ist. Ein möglicher Zugang ist die Auswertung von Altkarten zur Analyse der historischen Auenentwicklung, die vor allem in jüngster Zeit international vielfach angewandt wird.

[1] Das Forschungsprojekt „Leipzig, eine Stadt im Fluss“ untersucht den menschlichen und natürlichen Einfluss auf die Auenlandschaft der Stadt im Mittelalter und in der frühen Neuzeit. Die Altkarten werden zum zentralen Bindeglied in einem multidisziplinären Vergleich von sedimentologischen Untersuchungen, der Auswertung von Archivalien und den Funden aus archäologischen Ausgrabungen.

Lindemann, Sophie (2025): Altkarten als Quelle der multidisziplinären Auenforschung, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 169-177, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030113, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

13.2 Forschungsstand

Hohensinner u. a. entwickelten ein regressiv-iteratives Verfahren zur Rekonstruktion der Donau in Wien. In diesem Ansatz werden die Altkarten georeferenziert und vektorisiert. Ein konsistenter Abgleich von älteren mit jüngeren Karten führte zu einer chronologischen Darstellung der Transformationen der Donau. Durch den Vergleich mit den Informationen aus Archivbeständen, Landschaftsmalereien und archäologischen Funden konnten sie die Veränderungen am Flusssystem bis in das 16. Jahrhunderte zurückzuverfolgen (Hohensinner u. a., 2013; Winiwarter u. a., 2019). Evelien Timpener stellte den Zusammenhang von Bild und Text in hessischen Augenscheinkarten zwischen 1500 und 1575 dar. Damit gelang es ihr, die Beziehung von Altkarten und Akten des späten Mittelalters zu skizzieren (Timpener, 2022).

Kiss analysierte die Hochwasserereignisse im mittelalterlichen Ungarn. Auf den historischen Karten betrachtete sie den natürlichen Zustand der Flüsse vor größeren Kanalisierungsarbeiten, wodurch sie Aussagen über die in den Schriftquellen beschriebenen Überschwemmungen treffen konnte (Kiss, 2019). Spek u. a. zeigten anhand der Landschaftsbiografie der „Drentsche Aa“ die Entwicklungsgeschichte dieser Bachlandschaft von der geologischen Genese bis über die prähistorische in die historische Zeit. Die Altkarten dienen zur Veranschaulichung der Veränderungsphasen. Von besonderem Interesse ist der interdisziplinäre Zusammenhang der Bodenverhältnisse und der Flurnamenbezeichnungen entlang der Aue (Spek u. a., 2015). Eine Übersicht für die Möglichkeiten in der Flurnamenforschung bieten die Arbeiten von Ulrich Scheuermann (Scheuermann, 1995), Albrecht Greule (Greule, 2014) und als Grundlagenwerk von Adolf Bach (Bach, 1981).[2]

13.3 Quellensuche: Altkarten und Fragestellungen finden

Altkarten zeigen eine vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit. Je nach dem Zweck der Karte wurden die geografischen Objekte thematisch kategorisiert und symbolhaft auf der Karte eingezeichnet (Jenny u. a., 2009). Die historischen Karten enthalten eine Fülle von Informationen über den vergangenen Zustand einer Aue (Abb. 1). Entsprechend vielfältig können die Fragen sein, die mit den Altkarten beantwortet werden sollen. Bei der Vorauswahl sollte deutlich sein, wofür die Karte verwendet wird.

Viele Altkarten sind in den digitalen Portalen von Archiven, Bibliotheken und Museen zu finden. Aber auch die Landesämter für Bergbau, Denkmalpflege oder das Liegenschaftska-

[2]Hinweis: Das Werk von Ernst Eichler und Hans Walther (2010) beschreibt die historischen Namen von „Alt-Leipzig und (dem) Leipziger Land“.

taster verfügen oft über eine Reihe von digital zugänglichen Karten.[3] Die Kartenviewer[4] ermöglichen einen Vergleich der heutigen mit der vergangenen Situation. Für einen ersten chronologischen Überblick hilft zudem ein Blick auf die Werke mit Kartensammlungen und zur Entstehungsgeschichte der Altkarten. Bei dieser ersten oberflächlichen Suche finden sich Altkarten, die bereits allgemein bekannt sind. Für eine vertiefte Suche können die Kartensammlungen in den Archiven konsultiert werden.

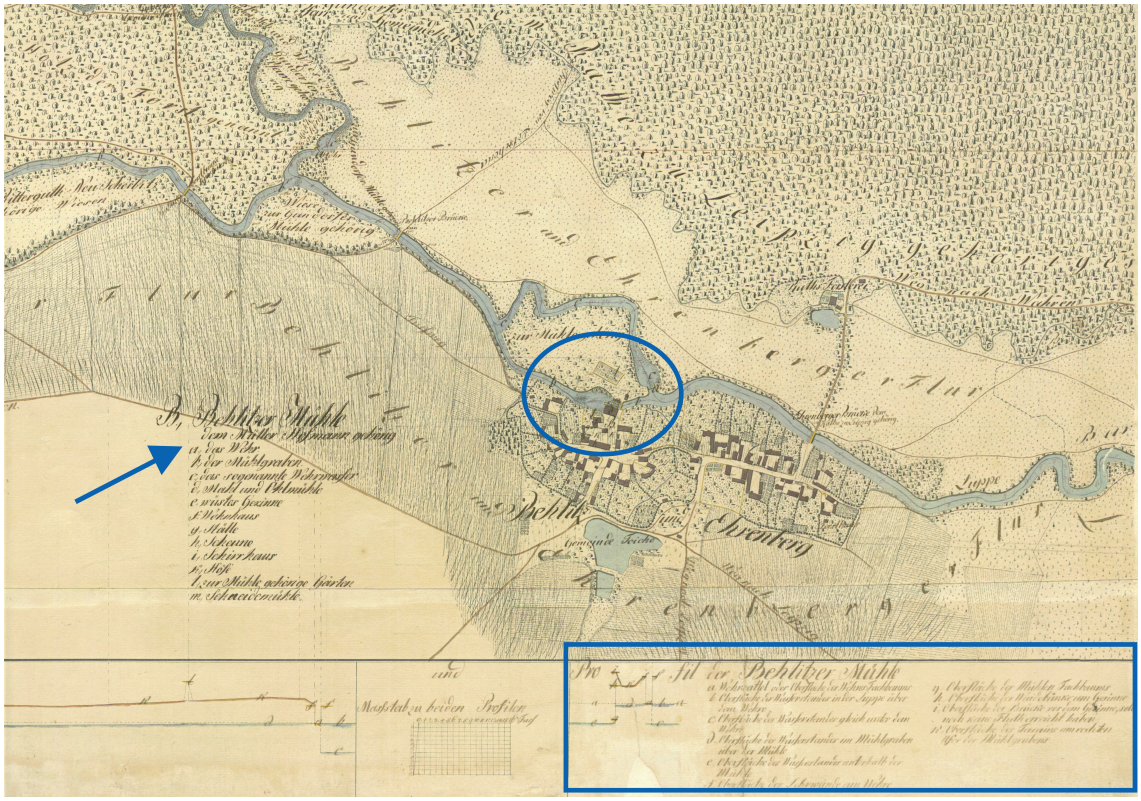


Abb. 1: Landesarchiv Sachsen-Anhalt C 48 IX, Lit G Nr. 33. Plan eines Teils des Luppetales vom Rückmarsdorfer Holz bis zum Georgenholz sowie eines Teils des Elstertales von Stahmeln bis Wahren (Nr. IV.). Die Luppenkarte zeigt die Dörfer Böhlitz und Ehrenberg im Jahre 1791. Sie liegen nordwestlich von Leipzig. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Detailangaben am Rande der Karte zu legen. Es werden die Wirtschaftsgebäude der Böhlitzer Mühle aufgelistet und mit einem Buchstaben auf der Karte gekennzeichnet. Eine kleine Skizze zeigt das Profil der Mühle, welches die Wasserhöhen der Flüsse ober- und unterhalb der Flüsse angibt. Urheber: Merseburg, Landesarchiv Sachsen-Anhalt (LASA), C 48 IX, Lit. G Nr. 33, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

[3]Altkarten, die noch nicht digitalisiert wurden, können beim jeweiligen Archiv für die Digitalisierung angemerkt werden, wobei Kosten anfallen können. Alternativ kann man sich die Karten ausheben lassen und eigene Aufnahmen machen. Dies ergibt möglicherweise Einbußen in der Bildqualität.

[4]In Sachsen kann man verschiedene historische Karten digital über `https://geoportal.sachsen.de` betrachten.

13.4 Quellenbeschreibung: Kritisches Lesen

Karten stellen eine bestimmte geographische Realität dar. Der Kartograph entscheidet kreativ, welche Aspekte und Merkmale er in einem räumlichen Kontext darstellen will (Schneider, 2004). Der erste Schritt bei der Analyse der Altkarten ist das kritische Lesen.[5] Dabei sollten der Hintergrund des Kartographen, die Genauigkeit sowie der Zweck der Karte und der Zeitgeist, in der die Karte erstellt wurde, beurteilt werden, denn Standards der Kartographie gibt es erst seit dem 19. Jahrhundert (Tabelle 1).

Eine Karte ist ein Kommunikationsmittel, weshalb es wichtig sein kann, festzustellen, welcher Kartograph von welchem Auftraggeber mit der Erstellung der Karte beauftragt wurde (Renes, 2016). Daneben kann es helfen zu verstehen, welcher Adressat diese Karte lesen sollte. Es ist von Bedeutung zu wissen, was der Kartograph zeigen wollte und warum. Dabei wird unterschieden zwischen Karten, welche die aktuelle Situation widerspiegeln, Karten, die von früheren Modellen übernommen wurden, und solchen, die Zukunftspläne vorstellen. In Bezug auf die Genauigkeit ist darauf zu achten, wie genau die Karte in einem übergeordneten Koordinatensystem positioniert ist und wie präzise Objekte, Entfernungen und Flächen in ihren tatsächlichen Größen angegeben sind.

Da Auen eine besondere Bedrohung für die landwirtschaftlichen Nutzflächen darstellten, gibt es viele historische Karten, die die Verläufe von Flüssen beschreiben. Sie ermöglichten den Herrschenden, Maßnahmen zum Katastrophenschutz zu planen. Ab dem späten Mittelalter wurden Karten zunehmend zur Darstellung von Rechtsfragen bei erodiertem und neuangeschwemmtem Land verwendet.

[5] In Leipzig hilft Sekundärliteratur wie Hans Beschorners "Geschichte der Kartographie im Grundriss"von 1907 bei der Beurteilung einer Karte.

Kartentyp	Zweck
Stadtpläne	Entstehen häufig durch mehrfache Reproduktionen der Inhalte und den Wiedergebrauch von Kupferplatten; sind Teil einer Repräsentationskultur, können der Planung und der Verwaltung dienen
Karten für Rechtszwecke, wie Augenscheinkarten	Oft vereinfachte Darstellungen eines kleinen Teilraums, die nur wenige Orientierungspunkte und Linien bieten
Katasterkarten und vorkatastrale Karten	In Leipzig findet die erste katastrale Aufnahme zwischen 1839 und 1842 statt. Die Fortschreibungen erfolgen bereits ab den 1850er Jahren. Sie bieten eine detailgetreue Übersicht von Besitz und Nutzung der Landschaft und Gebäuden. Sie bilden die Basis für Landschaftsrekonstruktionen.
Militärische Karten	Eine topografische Darstellung mit Nachdruck auf den landschaftlichen Aufbau einer Region. Sie zeigen (schwer) zu durchquerende Gebiete, wie Wälder, Moore und Flussauen. Außerdem enthalten sie militärische Einrichtungen oder präsentieren militärische Feldzüge.
Bautechnische Zeichnungen, inkl. Flusskarten	Karten von Straßenverläufen, Stadterweiterungen, Flussverlegungen und weiteren Maßnahmen der Ziviltechnik.

Tab. 1: Hans Renes: Kartentypen und ihre Nutzbarkeit für historische Landschaftsforschung (wie Renes, 2016, S. 211). Urheber: Tabelle angepasst aus Renes, 2016, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

13.5 Quellenpräsentation: Inhalte auswerten

Altkarten sind eine Art Gedächtnisstütze für die (Re-) Konstruktion von vergangenen Landschaften. Die inhaltliche Auswertung beginnt häufig mit dem Vergleichen von neueren und älteren Karten (Renes, 2016). Hierbei können landschaftliche Veränderungen, historische Strukturen und Elemente erkannt werden. In Kombination mit Archivquellen, Sekundärliteratur oder Feldforschung erhält man ein Gesamtbild der historischen Aue. So lässt sich beispielsweise feststellen, in welcher Periode eine bestimmte Landschaftsstruktur entstanden ist.

Seit dem 19. Jahrhundert nutzt die historische Geografie die Altkarten, um Landschaften zu rekonstruieren und ihre Wirtschafts- und Nutzungsgeschichte zu analysieren (Knowles / Hillier, 2008; Renes, 2013). Im Allgemeinen werden Altkarten verwendet, um die chronologischen Veränderungen von Auen und ihre historischen Strukturen zu ermitteln. Sie bieten die Möglichkeit, historische Elemente wie Mühlen, Wehre, Brunnen, Wasserleitungen, Wasserwerke, Fischkästen, Brücken und vieles mehr zu lokalisieren (Abb. 1). Bei der Rückschreibungsmethode wird durch chronologisches Rückschreiten mit Hilfe der Altkarten die stufenweise Entwicklung der Auenlandschaft bis auf einen möglichst frühen

Zeitpunkt zurückverfolgt. Die Flurnamenbezeichnungen auf den Karten ermöglichen eine Verbindung zu Archivquellen.

Durch Georeferenzierung und Vektorisierung in einem Geoinformationssystem werden die Informationen der Altkarten zu einer räumlich-mathematischen Matrix, die berechnet und ausgewertet werden kann (Abb. 2). Besonders interessante Analysen ergeben z.B. Interpolationen der Höhenangaben auf den Altkarten, wodurch eine historische Oberfläche berechnet und gezeichnet wird.

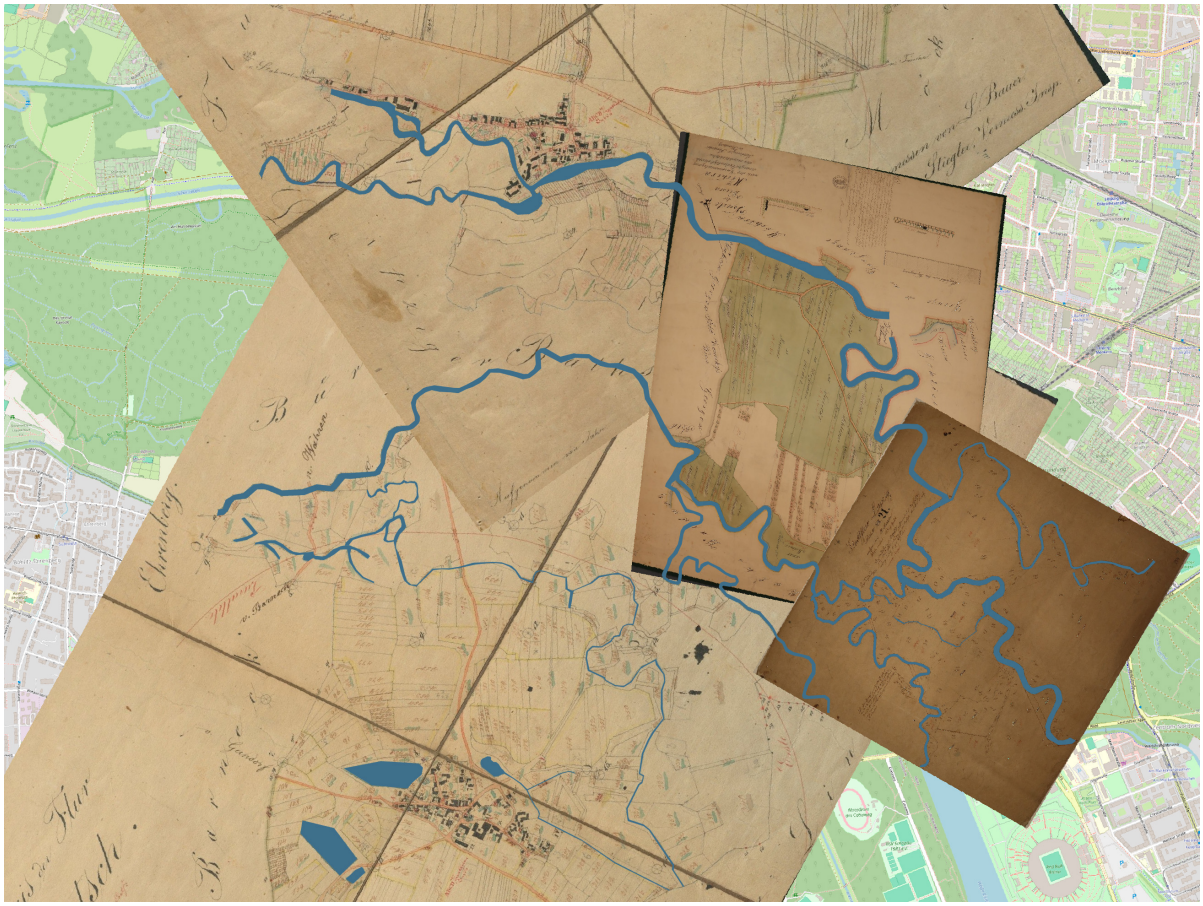


Abb. 2: Stadtarchiv Leipzig, 0007, Nr. 279 Stadtflur Leipzig, Nr. 427 Möckern, Nr. 1291 Wahren, Nr. 1303 Leutzsch. Der Ausschnitt zeigt Leipzigs Nordaue. Die Darstellung des Flusssystems entstand aus einer Georeferenzierung und Vektorisierung der Flurkarten von Leutzsch, Möckern, Wahren und der Stadtflur Leipzigs, die zwischen 1841 und 1875 erstellt wurden. Die nachgezeichneten Flüsse zeigen Verläufe, die auf diese Weise nicht mehr existieren. Oben links und unten rechts erkennt man die kanalisierten Gewässer. Für weitere Analysen zu den Nutzflächen, Eigentumsverhältnissen oder Flurnamen können die einzelnen Fluren nachgezeichnet werden (Diese Karten können nur im lokalen Ablagesystem des Stadtarchivs gesucht werden). Urheber: Stadtarchiv Leipzig, OpenStreetMap; Vektorisierung: Autorin, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

13.6 Quellendiskussion: Ausblick

Schwierig ist die zeitlich ungleiche Verteilung der Karten. Es sind wenige bis keine Karten aus dem Mittelalter, zunehmend mehr Karten in der frühen Neuzeit und sehr viele Altkarten ab dem 19. Jahrhundert vorhanden. Umso mehr ist für die Rekonstruktion von mittelalterlichen Landschaften die Hinzunahme von historischen Quellen, physisch-geographischen Daten und archäologischer Forschung nötig. Ein weiteres Interpretationsproblem ergibt sich dadurch, dass Karten häufig in neueren Auflagen kopiert wurden, sodass der zeitliche Ursprung schwierig zu ermitteln ist.

Mit Hilfe von Altkarten kann die Geschichte chronologisch-räumliche Fragestellungen der Auenforschung beantworten (Jenny u. a., 2009). Einen besonderen Anreiz bietet die Vergleichbarkeit der räumlichen Daten mit naturwissenschaftlichen Ergebnissen.

13.7 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Leipzig, Stadtarchiv (StadtAL), 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 279.

Leipzig, Stadtarchiv (StadtAL), 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 427.

Leipzig, Stadtarchiv (StadtAL), 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 1291.

Leipzig, Stadtarchiv (StadtAL), 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 1303.

Merseburg, Landesarchiv Sachsen-Anhalt (LASA), C 48 IX, Lit. G Nr. 33.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Landesarchiv Sachsen-Anhalt C 48 IX, Lit G Nr. 33. Plan eines Teils des Luppetales vom Rückmarsdorfer Holz bis zum Georgenholz sowie eines Teils des Elstertales von Stahmeln bis Wahren (Nr. IV.). Die Luppenkarte zeigt die Dörfer Böhlitz und Ehrenberg im Jahre 1791. Sie liegen nordwestlich von Leipzig. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Detailangaben am Rande der Karte zu legen. Es werden die Wirtschaftsgebäude der Böhlitzer Mühle aufgelistet und mit einem Buchstaben auf der Karte gekennzeichnet. Eine kleine Skizze zeigt das Profil der Mühle, welches die Wasserhöhen der Flüsse ober- und unterhalb der Flüsse angibt. Urheber: Merseburg, Landesarchiv Sachsen-Anhalt (LASA), C 48 IX, Lit. G Nr. 33, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Stadtarchiv Leipzig, 0007, Nr. 279 Stadtflur Leipzig, Nr. 427 Möckern, Nr. 1291 Wahren, Nr. 1303 Leutzsch. Der Ausschnitt zeigt Leipzigs Nordaue. Die Darstellung des Flusssystems entstand aus einer Georeferenzierung und Vektorisierung der Flurkarten von Leutzsch, Möckern, Wahren und der Stadtflur Leipzigs, die zwischen 1841 und 1875 erstellt wurden. Die nachgezeichneten Flüsse zeigen Verläufe, die auf diese Weise nicht mehr existieren. Oben links und unten rechts erkennt man die kanalisierten Gewässer. Für weitere Analysen zu den Nutzflächen, Eigentumsverhältnissen oder Flurnamen können die einzelnen Fluren nachgezeichnet werden (Diese Karten können nur im lokalen Ablagesystem des Stadtarchivs gesucht werden). Urheber: Stadtarchiv Leipzig, OpenStreetMap; Vektorisierung: Autorin, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Tab. 1: Hans Renes: Kartentypen und ihre Nutzbarkeit für historische Landschaftsforschung (wie Renes, 2016, S. 211). Urheber: Tabelle angepasst aus Renes, 2016, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Literaturverzeichnis

Bach, Adolf (1981): Deutsche Namenkunde, Bd. 2, 1-2: Die deutschen Ortsnamen, 2. Aufl., Heidelberg.

Beschorner, Hans (1907): Geschichte der sächsischen Kartographie im Grundriss, Leipzig.

Eichler, Ernst / Walther, Hans (2020): Alt-Leipzig und das Leipziger Land. Ein historisch-geographisches Namenbuch zur Frühzeit im Elster-Pleißen-Land im Rahmen der Sprach- und Siedlungsgeschichte (Onomastica Lipsiensia. Leipziger Untersuchungen zur Namenforschung 7), Leipzig.

Greule, Albrecht (2014): Deutsches Gewässernamenbuch. Etymologie der Gewässernamen und der dazugehörigen Gebiets-, Siedlungs- und Flurnamen, Berlin.

Hohensinner, Severin u. a. (2013): Two steps back, one step forward. Reconstructing the dynamic Danube riverscape under human influence in Vienna, in: Water History 5, S. 121–143, DOI: https://doi.org/10.1007/s12685-013-0076-0.

Jenny, Bernhard u. a. (2009): Alte Karten als historische Quelle – Wie lässt sich die geometrische Genauigkeit des Karteninhalts abschätzen?, in: Christophe Koller / Patrick Jucker-Kupper (Hg.): Karten, Kartographie und Geschichte: von Visualisierung der Macht zur Macht der Visualisierung (Geschichte und Informatik 16), Zürich, S. 127-144.

Kiss, Andrea (2019): Floods and Long-Term-Water-Level Changes in Medieval Hungary (Springer Water), DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-38864-9.

Anne Kelly Knowles / Amy Hillier (Hg.) (2008): Placing History. How Maps, Spatial Data, and GIS Are Changing Historical Scholarship, Redland.

Lübken, Uwe (2020): Cities and Rivers, in: Sebastian Haumann u. a. (Hg.): Concepts of Urban-Environmental History (Environmental and Climate History 1), Bielefeld, S. 155–165, DOI: https://doi.org/10.1515/9783839443750-011.

Renes, Hans (2013): Europäischer Vergleich methodischer Ansätze zur Erforschung der historischen Kulturlandschaft, in: Berichte. Geographie und Landeskunde 87 (3), S. 215-231.

Renes, Hans (2016): Gebruik van kaarten voor historisch onderzoek, in: Marc Hameleers u. a. (Hg.): Cartografie. visie op de kaart (Stichting Archiefpublicaties. Jaarboek 15), Den Haag, S. 155-178.

Scheuermann, Ulrich (1995): Flurnamenforschung. Bausteine zur Heimat- und Regionalgeschichte (Schriften zur Heimatpflege 9), Melle.

Schneider, Ute (2004): Die Macht der Karten. Eine Geschichte der Kartographie vom Mittelalter bis heute, Darmstadt.

Spek, Theo u. a. (2015): Landschapsbiografie van de Drentsche Aa, Assen.

Timpener, Evelien (2022): In Augenschein genommen. Hessische Lokal- und Regionalkartographie in Text und Bild (1500–1575) (Bibliothek Altes Reich 38), Berlin, DOI: https://doi.org/10.1515/9783110777598.

Werther, Lukas u. a. (2021): On the Way to the Fluvial Anthroposphere - Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research, in: Water 13 (16), 2188, DOI: https://dx.doi.org/10.3390/w13162188.

Winiwarter, Verena u. a. (2019): Wasser Stadt Wien. Eine Umweltgeschichte, Wien.

Augenscheinkarten und ihr Entstehungskontext als ergänzende Quellen zur Auenforschung

Niels Lohse

14.1 Einführung

Während in einem anderen Beitrag dieses Bandes bereits ausführlich über die Nutzung von Altkarten für die Auenforschung berichtet wurde (in diesem Band: Lindemann, Altkarten), widmet sich dieser Artikel nun den sogenannten Augenscheinkarten. Diese stellen eine „kartierte Inaugenscheinnahme“ (Timpener, 2022, 6) eines fraglichen Gebiets dar. Der Begriff Augenschein hat, wie Anette Baumann am Beispiel zweier Wörterbücher aufzeigt, eine doppelte Bedeutung. Zum einen bezeichnet Augenschein die „Begehung eines strittigen Ortes durch eine Kommission“ (Baumann, 2022, 19), also den Prozess, zum anderen das Ergebnis dieses Prozesses, nämlich die „Fixierung der Begehung durch Visualisierung“ (Baumann, 2022, 19). Oft stellen Augenscheinkarten einen eher kleinen Raum dar und sind im Gegensatz zu vielen anderen Altkarten nicht oder nur sehr schwer georeferenzierbar, d. h. nicht maßstabsgetreu über moderne Karten und ihre Koordinatensysteme legbar. Der nachfolgende Beitrag möchte versuchen den Wert von Augenscheinkarten als Quelle für Mensch-Umwelt-Beziehungen hervorzuheben, da diese bisher größtenteils nur hinsichtlich ihrer Rolle in Gerichtsprozessen oder in der Territorialpolitik untersucht wurden (Timpener, 2022, 9). Sie bieten viel Potential, da sie oft wasserbauliche und hydrographische Details abbilden, die auf anderen Karten fehlen, wie zu zeigen sein wird.

Lohse, Niels (2025): Augenscheinkarten und ihr Entstehungskontext als ergänzende Quellen zur Auenforschung, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 178-187, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030114, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

14.2 Quellenpräsentation

Die Stadt Leipzig liegt an drei Flüssen. Nämlich an der Weißen Elster und der Pleiße, welche sich aus dem Süden nähern, und der Parthe, die aus dem Osten heranfließt (s. Abb. 1). Während an ersteren beiden die Fischerei der Innung zustand, so war die Rechtslage an der Parthe verworrener.



Abb. 1: Karte der Stadt Leipzig aus dem Jahr 1733 mit den drei „Hauptflüssen“ Weiße Elster, Pleiße und Parthe. Die Flussläufe wurden nachträglich durch den Autoren des Beitrags farblich hervorgehoben. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 1662, Lizenz: Public Domain.

Das folgende Beispiel aus Leipzig aus dem 16. Jahrhundert entstand im Zusammenhang mit einer Rechtsfrage über die Fischereirechte der Fischerinnung und des Gerberhandwerks auf der Parthe. Der Rat stellte daraufhin selbst Nachforschungen über die bisherige Fischerei auf der Parthe an. Bei dieser Gelegenheit scheint auch die hier abgebildete Augenscheinkarte angefertigt worden zu sein.

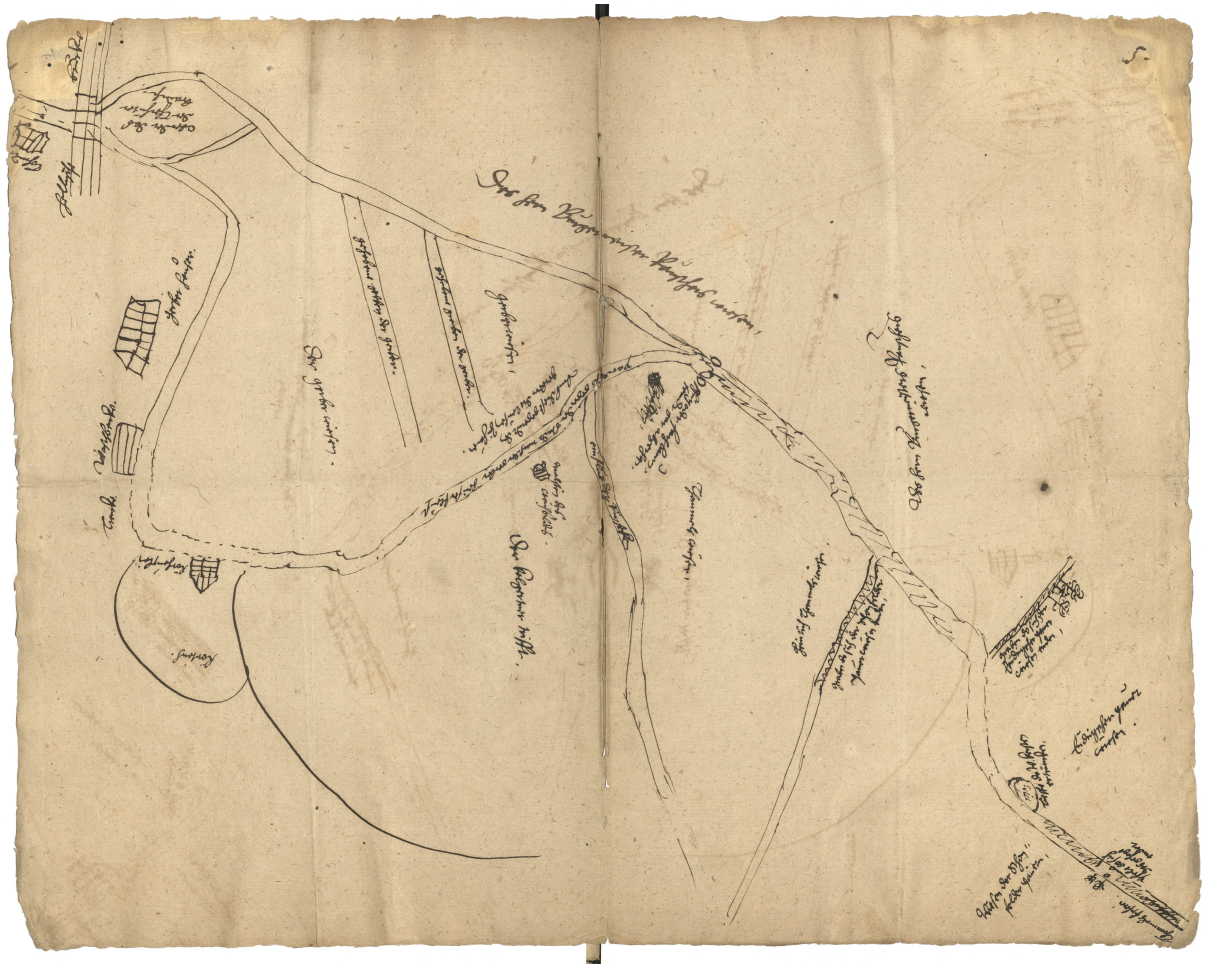


Abb. 2: Augenscheinkarte der Parthe von der Stadt bis zur (Wasser-)Grenze mit dem Gut Schönefeld. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0008 (Ratsstube), Titelakten XV Q 1, fol. 4v-5r, Lizenz: Public Domain.

Es handelt sich um einen lediglich mit Tinte gezeichneten Plan, ungefähr im DIN-A3 Format. Nach heutigem Empfinden ähnelt er wohl eher einer Skizze als den oft spektakulären, teilweise auch kolorierten Augenscheinkarten, die vor dem Reichskammergericht als Beweismittel verwendet wurden (vgl. die zahlreichen Abbildungen bei Baumann, 2022). Dieses Empfinden liegt vermutlich auch daran, dass die Karte nicht maßstäblich und auch nicht exakt nach Norden ausgerichtet ist.

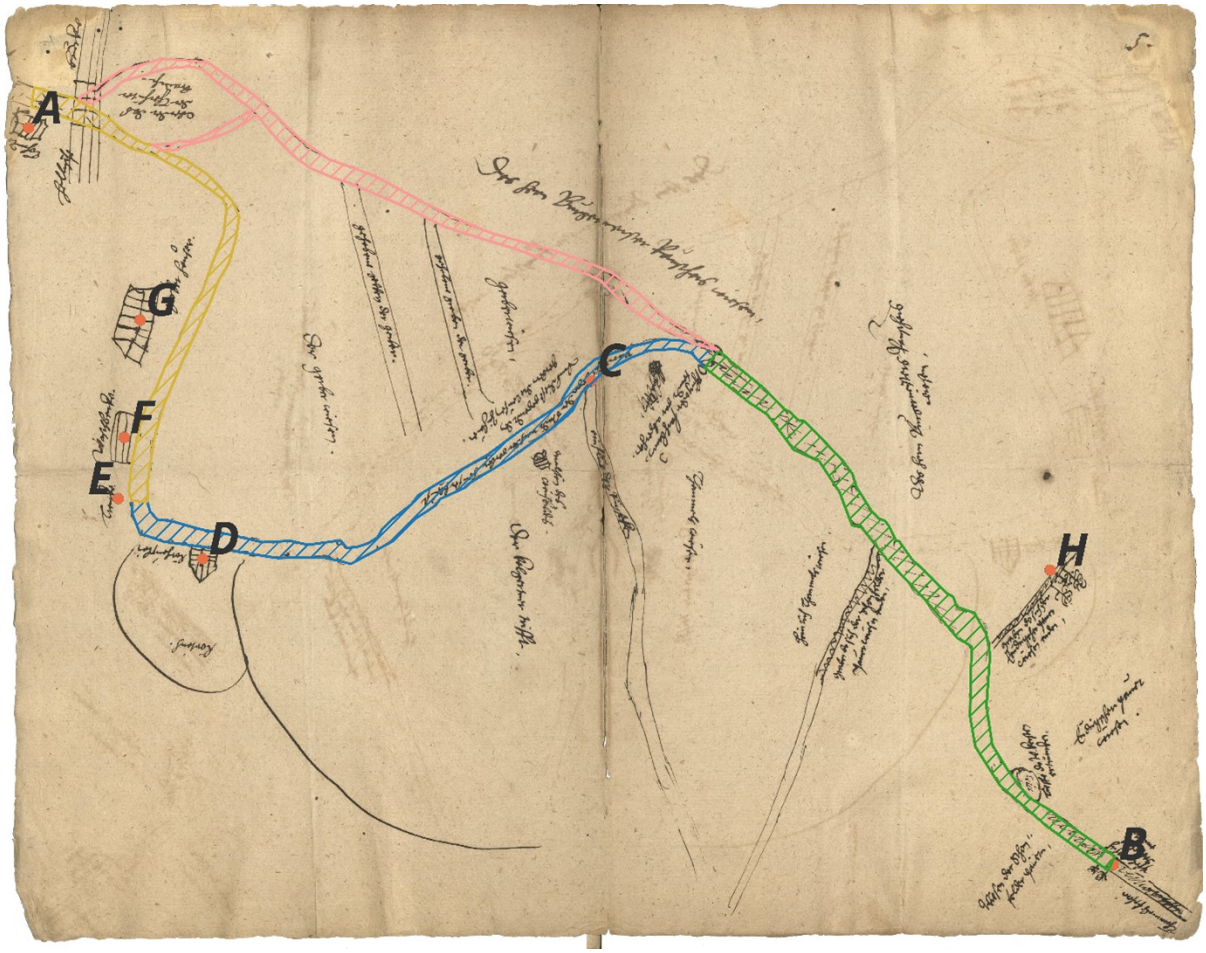


Abb. 3: Obige Augenscheinkarte mit Markierungen des Autors. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0008 (Ratsstube), Titelakten XV Q 1, fol. 4v-5r, Lizenz: Public Domain.

Zu sehen ist hierauf der Verlauf der Parthe zwischen der (Wasser-)Grenze zum Gut Schönefeld in der unteren rechten Ecke und der Stadt Leipzig bis zur Hällischen Brücke (B) bzw. bis zur Lohmühle (A) in der oberen linken Ecke. Zudem wurden der Einfall der Rietzschke (C) und verschiedene (Wasser-)Gräben festgehalten. Schließlich finden sich noch viele weitere Details wie etwa das Röhrhaus[1] mit Teich (D), die Tränke (E), die Waschbecken (F) oder die Gerberhäuser (G).

Glücklicherweise ist diese Augenscheinkarte anscheinend nicht aus dem Entstehungszusammenhang gerissen worden, wie es bei vielen anderen leider der Fall ist (Timpener, 2022, 9). Wirft man einen Blick in die Akte, so findet man zuerst die Karte auf fol. 4v-5r und unmittelbar dahinter eine mehrseitige Abschrift aus dem Leipziger Ratsbuch des Jahres 1568 (fol. 6r-9r), datiert auf den 1. Juli 1568. Hier scheint dem Schreiber ein Fehler unterlaufen zu sein, worauf die Formulierung *geschehen dienstags nach exauti* (Tit. XV Q 1, fol. 9r) hinweist. Exaudi ist der sechste Sonntag nach Ostern, das war 1568 der 30.

[1]Das Röhrhaus diente zur Herstellung der hölzernen Wasserröhren. Diese wurden im Teich gelagert, damit sie keine Trocknungsrisse erhielten.

Mai. Der Dienstag nach Exaudi kann also nur der 1. Juni 1568 sein. Ein vergleichender Blick in das entsprechende Ratsbuch bestätigt sich den Fehler des Schreibers, da die abgeschriebene Stelle im Ratsbuch ebenfalls auf den 1. Juni 1568 datiert ist (Ratsbuch, Bd. 24, Bl. 37b - 39).

Dass die Karte aus dieser Zeit stammt, kann aus einer Angabe auf der Karte selbst geschlossen werden. Dort wird eine Wiese als *des herr bürgermeister Rauschers wiesen* bezeichnet. Damit ist der Bürgermeister Hieronymus Rauscher gemeint, der 1566 erstmals in das Amt des Bürgermeisters gekommen war und dieses auch 1569, 1572 und 1574-1576 bekleidete (Kühling / Mundus, 2000, 23).

Zurück zu dem, was uns diese Augenscheinkarte illustrieren soll, nämlich die Grenzen der Fischereiberechtigungen auf der Parthe. Dazu heißt es in der Abschrift:

Von der tränckе vorm Hällischen thore an, an der kohlgärthner viehweide, oder trifft, die Parde hinauff, biß zum schuz über der Rietzschcken, alda denn zweene fachbäuhme[2] *in waßer liegen, so weit ist die Parde ganz frey, darinnen darff kein fischer fischen, damit sie deß orths die waßer nicht verwüsten. Aber ein jeder bürger, der zu fischen lust hat, mag vor sich, wann es ihme gefället, wo es ihm glücket ein eßen fischen fangen, derhalben auch die gerber solchem brauch in steter übung haben, die fahen fische deß ohrts zu welcher zeitt sie können* (Tit. XV Q 1, fol. 6r).

In diesem hier zuerst genannten Abschnitt (blau) von der Tränke bis zu den zwei Fachbäumen durften die Leipziger Bürger und die Gerber fischen, nicht aber die Zunftfischer, um einen Fischmangel zu vermeiden. Außerdem wurde geregelt, wer die Parthe zu räumen hatte, d.h. wer für die Reinigung des Flussbettes zuständig war.

undt müßen auch die gerber die Parde von der tränckе an biß zu gemelten schuz oder fachbeuhmen zur lincken handt hinauff halb reuhmen. [. . .] Die viehetrifft zur rechten handt biß an die Riezschcke, da die Riezschcke in die Parde laufft, ist ganz der kohlgährtner, dieselben müßen die halbe Parden, so sie von röhricht oder sonst verschlämmet wird, auch halb reuhmen [. . .] dürffen aber nicht in der Parde fischen, wie die gerber oder andere bürger (Tit. XV Q 1, fol. 6r-6v).

Die eine Hälfte auf der linken Seite flussaufwärts sollten folglich die Gerber, die andere Hälfte auf der rechten Seite sollten die Kohlgärtner von Schilff und Schlamm befreien. Weiterhin heißt es über die Fischereigerechtigkeit:

undt uber dem schuz oder fachbäumen biß an zwey pfahle, so nach Schönfeldt hinan in Parde stecken, die obenheraus gucken, so weit hat der regierende bürgermeister zu fischen undt der Parden zugebrauchen, darumb darff kein bürger noch fischer, noch die Thömmel fischen, denn biß zu dem genandten

[2]Ins Wasser getriebene Baumstämme, die zur Markierung der Stauhöhe an Mühlen und Wehren dienten.

Das zweite Fischrevier (grün) stand allein dem Bürgermeister zu, der es häufig an Dritte verpachtete. Darüber und über die Reinigung des Flusslaufs einigten sich der Leipziger Rat und die Besitzer des Rittergutes Schönefeld, die Familie von Thümmel, die im darauffolgenden Partheabschnitt die Fischerei innehatten.

Zur linken seite müßens die Thümmel von wegen ihrer wiesen die Parde auch halb reuhmen undt soll dieselbe des ohrts, auch sonst überall über undt über acht ellen weit oder breit seyn, darinnen das waßer seinen fluß habe.

Schließlich folgt später im Text die Erweiterung (gelb) des ersten Fischreviers mit folgendem Hinweis:

[...] undt hierauff hatt e. e. rath diese weisung gethan, daß das fischerhandtwerck sich der fischerey uff der Parden obig der lohemühle undt über die eußerste Hällische brücken enthaltten sollen [...] So viel aber das gerberhandwerck anlanget, ob mann wohl befunden, daß ihme von alters hero so wohl als andern bürgern frey gestanden und nachgelaßen, hinter ihren häusern biß an die schuz bäuhme oder fachbäuhme obig des einen flußes oder Rietzschcken zu fischen, ein eßen fische zu fangen.

Um das Fischereirecht zusammenzufassen lässt sich festhalten, dass die Fischerei von der Lohmühle an flussaufwärts bis zu den beiden Pfählen oberhalb der Einmündung der Rietzschke den Gerbern und den Bürgern der Stadt zustand. Weiter flussaufwärts, im sogenannten Bürgermeisterwasser, hatte, wie der Name schon sagt, der Bürgermeister das Fischereirecht.

Nachdem mit der Beschreibung der Fischereigrenzen der Hauptnutzen bzw. der vermeintliche Grund für die Erstellung dieser Übersichtskarte angesprochen wurde, soll nun der darüber hinausgehende Nutzen der Quelle betrachtet werden.

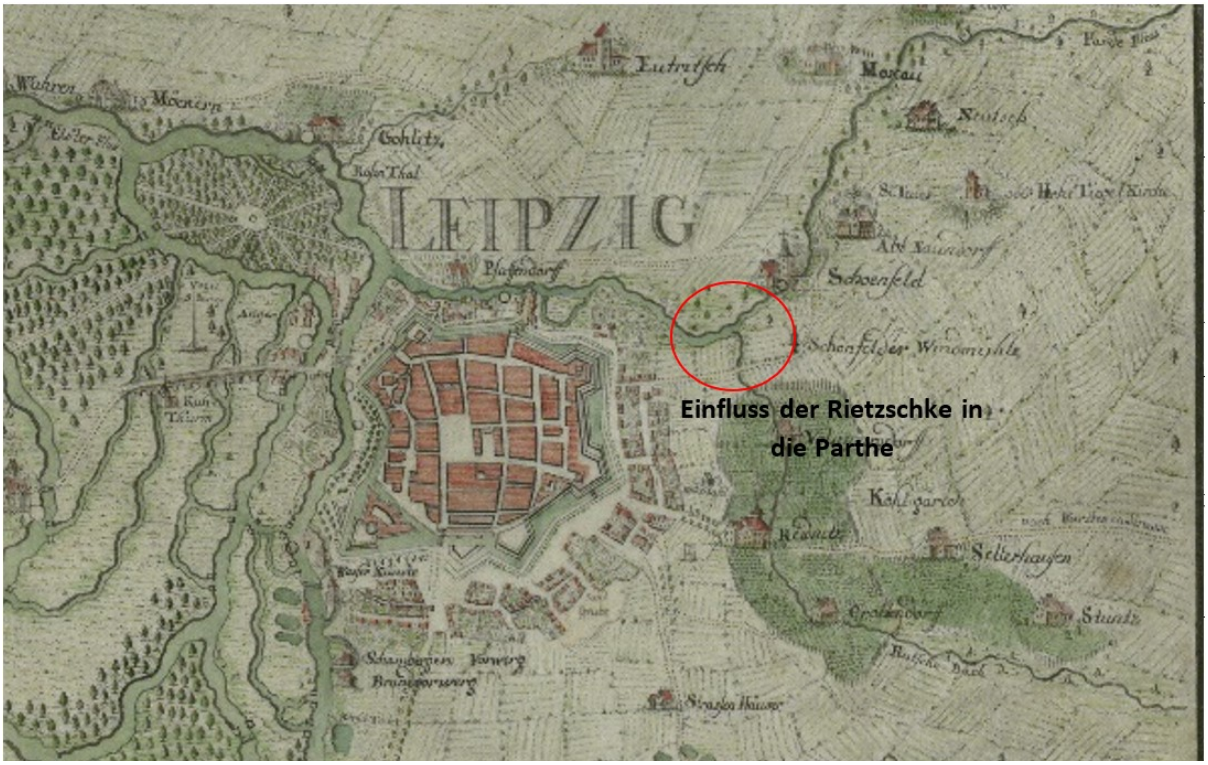


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Plan der Gewässer um Leipzig von Johann Friedrich Dähne mit einer Hervorhebung des Verfassers. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 965, Lizenz: Public Domain.

Zunächst muss festgestellt werden, dass es nach derzeitigem Forschungsstand keine frühere und derart detaillierte Darstellung dieses Partheabschnittes gibt. Auch in der ältesten sächsischen Landesaufnahme von Matthias Öder und Balthasar Zimmermann aus dem späten 16. bzw. frühen 17. Jahrhundert wurde dieser Teil der Parthe nicht genauer kartiert. Dieser Fund ist vor allem im Hinblick auf die Einmündung der Rietzschke in die Parthe spannend, da diese auf späteren Karten weiter östlich, weit vor der Partheteilung liegt (Abb. 4). Ob hier tatsächlich eine Verlagerung der Rietzschke stattgefunden hat oder ob es sich lediglich um einen Kartierungs- oder Benennungsfehler handelt, bleibt zu klären.

Auffällig ist, dass der nördliche Teil der Parthe (rosa) fischereirechtlich überhaupt nicht erwähnt wird. Dies ist bemerkenswert, da ansonsten im gesamten Verlauf eine fischereirechtliche Regulierung zu beobachten ist. Einen Hinweis auf den Grund gibt eine im Stadtarchiv Leipzig überlieferte Quelle aus dem 19. Jahrhundert, die ebenfalls auf strittige Fischereirechte zurückgeht:

Zu welcher zeit dieser ebenso schmale als flache graben – die neue Parde – entstanden seyn mag, ist nicht nachzuweisen, zu bemerken aber, daß einer fischerei darinne in den über die Parde fischerei vorhandenen nachrichten und acten von 1519-1568 und 1704 nirgends erwähnung geschieht, was auch theils die seichtigkeit dieses grabens, theils der umstand, daß derselbe größtentheils von den gerberwiesen zu beiden seiten umschlossen und unzugänglich ist, erklärlich macht (Tit. VII G 140, 1, fol. 59v-60r).

Die Quelle gibt auch Auskunft über den Zustand des Gewässers. Oft war die Parthe wohl mit Schlamm und Schilf verstopft, so dass sie regelmäßig geräumt werden musste. Die Breite sollte dabei mindestens acht Ellen betragen. Außerdem sind auf der Karte zahlreiche Gräben zu sehen. Einer davon scheint sogar mit Weiden befestigt worden zu sein (H).

14.3 Ergebnisse und Diskussion

Zusammenfassend lässt sich am Beispiel der Augenscheinkarte zur Fischereirechtsfrage an der Parthe eindrucksvoll zeigen, welchen Mehrwert diese Quellengattung für die historische Auenforschung bieten kann. Durch die detaillierte Darstellung des Gewässers und seiner Umgebung lassen sich nicht nur Fischereirechte rekonstruieren, sondern auch Erkenntnisse zur hydrologischen Entwicklung und zur Landnutzung gewinnen. Besonders wertvoll ist dabei die Kombination von Kartenmaterial und schriftlichen Dokumenten, die es ermöglicht, den ursprünglichen Kontext nachzuvollziehen und Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Insgesamt zeigt diese Untersuchung, dass Augenscheinkarten – trotz ihrer oft schwierigen Georeferenzierbarkeit – wertvolle Einblicke in die frühere Landschaftsstruktur und -nutzung ermöglichen. Ihre Berücksichtigung in der historischen Auenforschung kann somit zu einer differenzierteren und genaueren Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen beitragen.

14.4 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv) Nr. 965.

Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv) Nr. 1662.

Leipzig, Stadtarchiv Leipzig, 0008 (Ratsstube) Titelakten VII G 140, 1.

Leipzig, Stadtarchiv Leipzig, 0008 (Ratsstube) Titelakten XV Q 1.

Leipzig, Stadtarchiv Leipzig, 0008 (Ratsstube) Ratsbuch Bd. 24.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Karte der Stadt Leipzig aus dem Jahr 1733 mit den drei „Hauptflüssen“ Weiße Elster, Pleiße und Parthe. Die Flussläufe wurden nachträglich durch den Autoren des Beitrags farblich hervorgehoben. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 1662, Lizenz: Public Domain.

Abb. 2: Augenscheinkarte der Parthe von der Stadt bis zur (Wasser-)Grenze mit dem Gut Schönefeld. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0008 (Ratsstube), Titelakten XV Q 1, fol. 4v-5r, Lizenz: Public Domain.

Abb. 3: Obige Augenscheinkarte mit Markierungen des Autors. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0008 (Ratsstube), Titelakten XV Q 1, fol. 4v-5r, Lizenz: Public Domain.

Abb. 4: Ausschnitt aus dem Plan der Gewässer um Leipzig von Johann Friedrich Dähne mit einer Hervorhebung des Verfassers. Urheber: Leipzig, Stadtarchiv, 0007 (Ratsrissarchiv), Nr. 965, Lizenz: Public Domain.

Literaturverzeichnis

Baumann, Anette (2022): Karten vor Gericht. Augenscheinkarten der Vormoderne als Beweismittel, Darmstadt.

Timpener, Evelien (2022): In Augenschein genommen. Hessische Lokal- und Regionalkartographie in Text und Bild (1500-1575) (Bibliothek Altes Reich 38), Berlin u. a.

Kühling, Karin / Mundus, Doris (2000): Leipzigs regierende Bürgermeister vom 13. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Eine Übersichtsdarstellung mit biographischen Skizzen, Beucha.

Weiterführende Lektüre

Anette Baumann u. a. (Hg.) (2020): Raum und Recht. Visualisierung von Rechtsansprüchen in der Vormoderne (Bibliothek Altes Reich 29), Berlin u. a.

Schmidt, Johannes u. a. (2024): Georeferencing and other strategies to spatialise information from old maps, in: i.DAI.repo. Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission, DOI: https://doi.org/10.34780/8XZW-GF31.

Geographische Namen als Quelle: Flur-, Gewässer- und Ortsnamen

Alexander Voigt, Andreas Dix, Rainer Schreg

15.1 Einleitung: qualitativer vs. quantitativer Ansatz

> „Ortsnamen erzählen von Völkerwanderungen, kulturellen Phänomenen, von regionalen, überregionalen und internationalen Beziehungen über sich wandelnde Grenzen hinweg. [...] Sie [die Toponomastik] erlaubt nicht nur einzigartige Einblicke in die Zeiträume, in denen die Namen geprägt wurden, und in die Entwicklung eines spezifischen Sprachraums, sondern eröffnet darüber hinaus interdisziplinäre Kooperationsansätze mit der Archäologie, der landesgeschichtlichen Forschung, der Siedlungsgeographie und der Historischen Dialektologie“ (BAdW, 2024).

Die vielschichtige Nutzbarkeit für verschiedene Disziplinen macht Orts-, Gewässer- und Flurnamen zu einem wertvollen Quellenbestand der Forschung (Schenk, 2011, 21-25; Debus, 2012, 138-198; Nübling u. a., 2012, 206-242; Cacciafoco / Cavallaro, 2023). Während sprachwissenschaftliche und sprachgeschichtliche Forschungen traditionell qualitative Methoden anwenden, sind in der Archäologie und Historischen Geographie vor allem historische Benennungen als Hinweise auf vergangene Besiedlungs-, Nutzungs- und Umweltverhältnisse von Bedeutung. Das Vorkommen und die Verbreitungsmuster von Flurnamen, welche Aussagen über Räume und deren Veränderungen zulassen, folgen daher einem (semi-)quantitativen Ansatz, wobei in Kauf genommen wird, nicht für jeden einzelnen Namen eine exakte Herkunft ermitteln zu können.

Viele Toponyme bestehen aus einem Grund- sowie einem Bestimmungswort. Beispielhaft kann hierfür die projektnamengebende Wiesent herangezogen werden: Die älteste Form des Flussnamens dürfte indogermanisch oder althochdeutsch *Wisantaha/*Wisuntaha

Voigt, Alexander / Dix, Andreas / Schreg, Rainer (2025): Geographische Namen als Quelle: Flur-, Gewässer- und Ortsnamen, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 188-201, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030115, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

sein. Das Grundwort ist -aha, ahd. für ‚(Fließ-)Gewässer' und heute noch häufig bei Flussnamen anzutreffen in Form von -ach (bspw. Baunach, Ebrach, Püttlach, Schwabach, Truppach). Das Bestimmungswort *Wisunt/*Wisant könnte sich auf ahd. *wisunt* = Wisent beziehen. Zusammen ergäbe sich hieraus die Bezeichnung „Gewässer, an welchem es Wisente gibt" (Fastnacht, 2000, 29*; Schwarz, 1960, 94). Wahrscheinlicher ist ein noch älterer Ursprung aus dem Indoeuropäischen, *uis/*ues = „(zer)fließen" (DWDS, 2024) bzw. *wis- = „(stinkende) Flüssigkeit" (Greule, 2014, 592). Dieses Beispiel zeigt a) die Probleme der sprachhistorischen Einordnung und b) den möglichen Bedeutungswandel im Laufe der Zeit, da alte Bezeichnungen nicht mehr bekannt waren bzw. nicht mehr verstanden und durch ‚plausible' Namen ersetzt wurden.

Dass sich Namen im Laufe der Zeit wandeln, zeigt das Beispiel ebenfalls: *Wisuntaha/*Wisantaha zu Wiesent. Wie deutlich wird, geht mit der Änderung der Schreibweise in diesem Fall jedoch keine Bedeutungsveränderung einher. Vielmehr schwindet die Bedeutung lediglich, da das Grundwort -aha/-ach über die Zeit verloren gegangen ist und somit aus dem Namen selbst – ohne weitere Informationen – nicht mehr erkennbar ist, dass es sich um ein Fließgewässer handelt. Diese Veränderungen von Toponymen können unterschiedliche Gründe haben. Wichtiger ist hierbei jedoch, dass unterschiedliche Grade der Änderungen bestehen: Sie reichen von einer Anpassung der Schreibweise an die jeweilige Zeit (bspw. *Chun[e]geshofe* zu *Königsfeld*) (Fastnacht, 2000, 133f.) über Veränderungen meist des Bestimmungswort-Bestandteils (bspw. *Schadersmuell* zu *Schottermühle*) (Fastnacht, 2000, 272f.) etwa durch Unwissenheit der Schreiber, verbunden mit einer ‚Anpassung' an die vermeintlich korrekte Form, bis hin zu Änderungen des gesamten Namens (bspw. *Obernfeilbrunn* zu *Leidingshof*) (Fastnacht, 2000, 155f.). Diese Veränderungen zu ergründen, ist Gegenstand der Onomastik (=Namensforschung) als Teilgebiet der Sprachwissenschaften. Da hier jeder Name und seine Entwicklung über die Zeit individuell betrachtet wird, handelt es sich hierbei um einen qualitativen Ansatz. Aufgrund der Quellenlage sowie der zeitintensiven Arbeit bei diesem Vorgehen, wird es meist auf Orts- und Gewässernamen angewandt, jedoch nur selten auf Flurnamen, da diese zum einen in sehr großer Menge vorliegen, zum anderen aber nur sehr unregelmäßig in Schriftquellen Erwähnung finden.

Auch unterscheiden sich häufig die Fragestellungen an die jeweiligen Toponyme: Während mithilfe von Orts- und Gewässernamen meist großflächige Veränderungen oder Phänomene bspw. der Siedlungsentwicklung oder des Landesausbaus untersucht werden, so lassen sich Flurnamen auch für kleinräumigere Analysen sowie Umwelt- oder Landnutzungsveränderungen verwenden. Entsprechend der Fragestellung, des geographischen Rahmens und der untersuchten Periode lassen sich sowohl einzelne Toponyme als auch ganze Gruppen untersuchen.

15.2 Nutzung einzelner Toponyme

Einzelne Flurnamen werden häufig für großmaßstäbliche Arbeiten verwendet. Sie zeigen bspw. die Richtung zum nächsten Dorf an, sind durch die topographischen Gegebenheiten geprägt oder nach ihrer Nutzung benannt. Dementsprechend können sie für die Untersuchung einzelner Siedlungen und deren Umland oder für die Rekonstruktion vergangener Kulturlandschaften und Umweltverhältnisse herangezogen werden. Bei Betrachtung einer einzelnen Siedlung können Flurnamen unterschiedliche Bereiche erkennen lassen. So zeigt sich bspw. für Königsfeld in Oberfranken, Landkreis Bamberg, am Südufer des Flusses Aufseß eine Konzentration der Flurnamen, welche auf geistliche und weltliche Herrschaft hinweisen. Hingegen sind Flurnamen, die die landwirtschaftliche Versorgung anzeigen, am gegenüberliegenden Nordufer zu finden. Topografische und Vegetationsmerkmale in Flurnamen schließen sich außenherum an diesen Kernbereich an. Darüber hinaus wird deutlich, dass auch Richtungsangaben zu den umliegenden Orten eine gewichtige Rolle bei der Flurnamenvergabe spielen (Abb. 1).

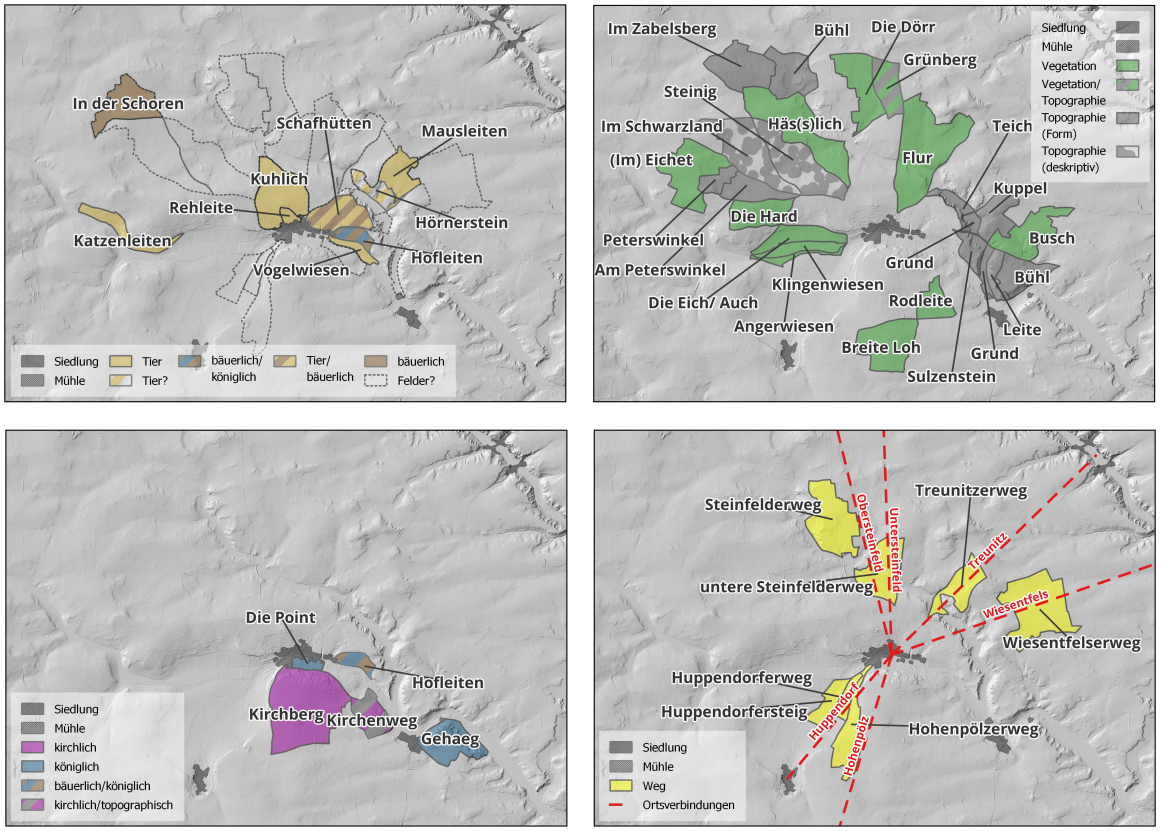


Abb. 1: Die Flurnamen um Königsfeld. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Die Rekonstruktion vergangener Topografie wird besonders gut durch A. Tanners Forschungen verdeutlicht: In der heutigen Linthebene (Kantone St. Gallen und Schwyz, Schweiz) war u.a. durch Altkarten bekannt, dass sich dort bis zum Ende des Spätmittelalters ein See befand, welcher mit dem heute noch existierenden Zürichsee zusammenhing (Tanner, 1968; hier entnommen aus Gabriel, 1996, 1454f.). Sowohl archäologische als auch siedlungshistorische Untersuchungen konnten das ehemalige Seeufer nicht genauer verorten. Dies gelang Tanner erst durch die Kartierung der Flurnamen. Wie Abb. 2 verdeutlicht, konnte das ehemalige Seeufer mit Hilfe der Flurnamen, welche auf Land und Wasser hindeuten, sehr scharf umrissen werden. Beispiele für diese Flurnamen sind u.a. *Sust* (= Umladeplatz), *Sand* (= Hinweis auf Seeufer) oder *Au* sowie *Zweierseeli, Riet* oder *Moos* (Gabriel, 1996, 1454f.).

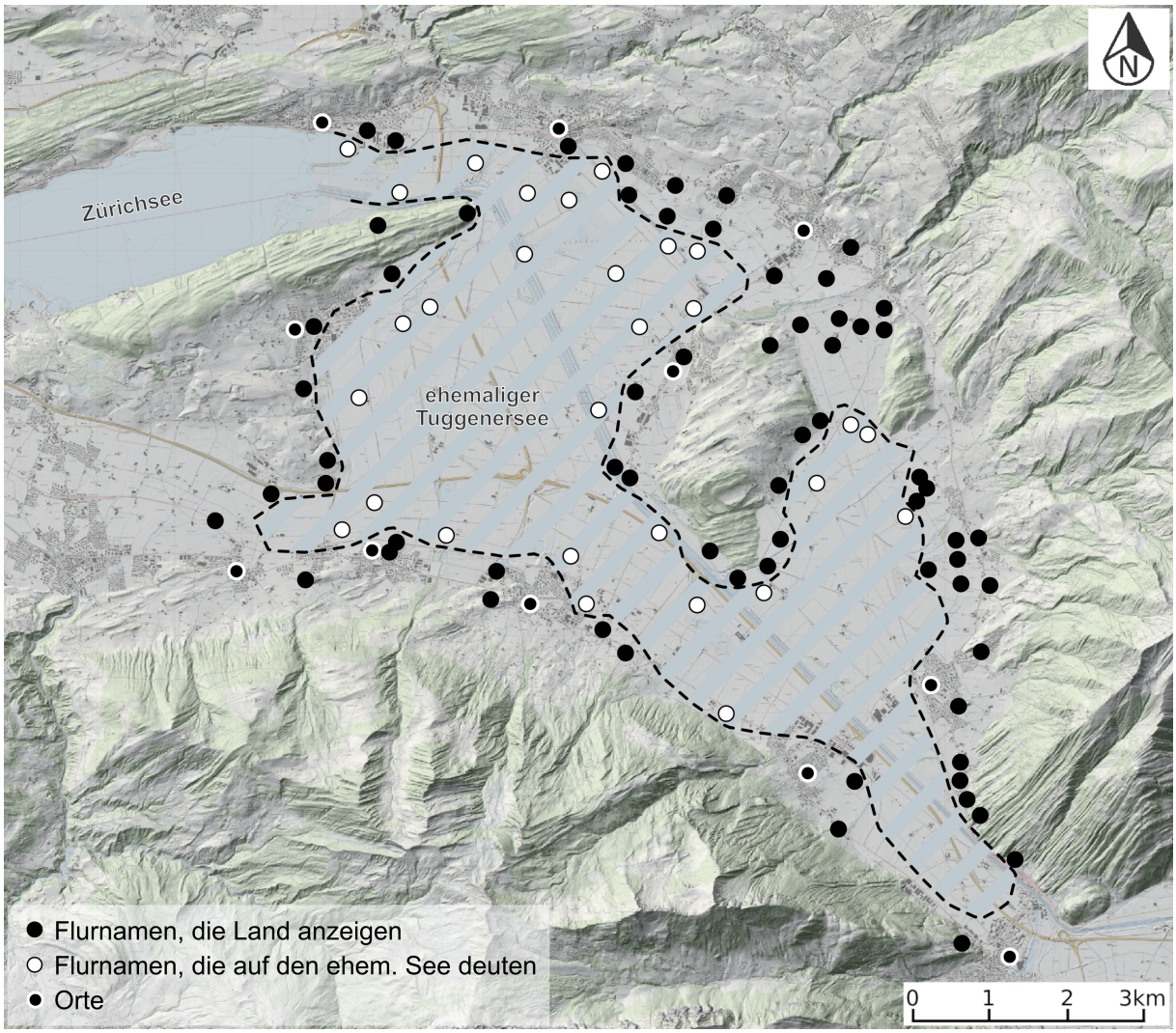


Abb. 2: Die Verortung des ehemaligen Seeufers anhand der Flurnamen - nach Tanner 1968. Urheber: DHM: swissALTI3D © swisstopo 2025; Kartierung: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

15.3 Nutzung zusammengefasster Toponyme

Sobald das Untersuchungsgebiet größer wird, gestaltet sich die Auswertung aller kartierten Flurnamen schwierig. Hier bietet es sich an, gezielt Flurnamentypen auszuwählen, um deren Verbreitungsmuster erkennen und interpretieren zu können. Diese Methode der Auskartierung unterschiedlicher Toponyme wird bereits seit langem genutzt, um Sprachgrenzen oder Besiedlungsmuster zu erkennen. Insbesondere in Nordostbayern, einem Gebiet, das durch das Mit- und Nebeneinander von deutschen und slawischen Namen geprägt ist, legte Schwarz bereits 1960 eine der grundlegenden Arbeiten vor (Schwarz, 1960). Vor allem seine als Anhang gestalteten Verbreitungskarten unterschiedlicher Ortsnamen sowie verschiedener Dialektvarianten auf Transparentpapier, welche übereinandergelegt und somit miteinander verglichen werden konnten, sind besonders bedeutend, bilden sie doch eine Art ‚analoges Pendant' zu den Layern heutiger Geographischer Informationssysteme (GIS). Viele bisherige Untersuchungen haben sich – schon allein auf Grund der Datenmengen – auf Orts- und Gewässernamen konzentriert, wohingegen Flurnamen nach wie vor eine untergeordnete Rolle spielen. Eine der wichtigsten Arbeiten in diesem Zusammenhang ist die 2010 von Vogelfänger vorgelegte Dissertation zu Flurnamen im nördlichen Rheinland, die erstmals im großen Stil Verbreitungskarten zu den jeweiligen Flurnamentypen nutzt (Vogelfänger, 2010).

Im Rahmen des DFG-Projekts „Wiesent: Entwicklung eines vom Menschen geprägten Auensystems" wurden für die nördliche Frankenalb bisher rund 6000 Flurnamen als Punkte aus dem in der ersten Hälfte des 19. Jhs. erstellten Urkataster Bayerns erfasst. Da das Interesse des Projekts vorrangig darauf liegt, für ein größeres Untersuchungsgebiet den Zusammenhang von anthropogener Landnutzungsänderung und dem Fluss- und Auensystem zu verstehen, wurde als zusätzliches Attribut die Landnutzung jener Zeit anhand der jeweiligen Kartensignatur aufgenommen. Ziel hierbei ist es, einen undatierten älteren Zustand der Landbedeckung im Vergleich zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und der heutigen Situation untersuchen zu können. Ein Beispiel hierfür ist der Flurname *die Reuth* südlich von Laibarös, Gemeinde Königsfeld, Landkreis Bamberg: Es handelt sich um einen der häufig auftretenden Rodungsnamen. Dieser zeigt an, dass das Areal zu Beginn (= zur Zeit der Flurnamenvergabe?) bewaldet war und anschließend gerodet wurde, Wald also zu Offenland umgewandelt wurde. Ob diese dualistische Darstellung der historischen Realität entspricht, kann dabei zunächst offen bleiben. Zur Zeit des Urkatasters finden sich dort Äcker und Heideflächen, wohingegen das Flurstück heute wieder mit Wald bestanden ist (Abb. 3). Ein weiteres Beispiel ist der Flurname *Huth* bei Wohlmannsgesees, Gemeinde Wiesenttal, Landkreis Forchheim: Zur Zeit der Benennung war das Areal möglicherweise mit lichtem Wald bestanden, welcher als Weide zur Viehhaltung genutzt wurde. Hieraus dürfte sich dann im Laufe der Nutzung der für die Fränkische Schweiz so charakteristische

Magerrasen entwickelt haben. Zur Zeit des Urkatasters wird die Fläche hingegen als Acker genutzt; heute handelt es sich um Wald und Grünland.

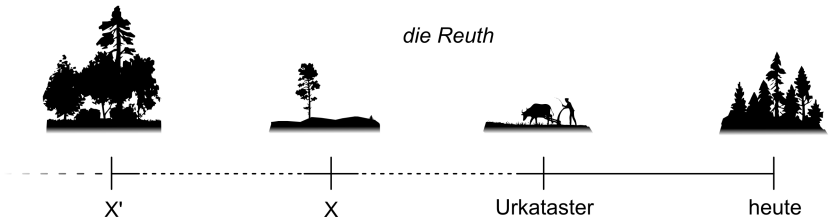


Abb. 3: Landbedeckung und -nutzung im Spiegel des Flurnamens die "Reuth" südlich von Laibarös. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Während Deutungen im Einzelfall notwendigerweise spekulativ bleiben, kann ein Blick auf die Verbreitung und Dichte von Flurnamen in einer Region aufschlussreich sein. So weisen Areale mit einer höheren Dichte etwa darauf hin, dass dort auf den Raum bezogen eine größere Anzahl an Akteuren vorhanden gewesen sein muss. In diesem Fall war eine dichtere und präzisere Kommunikation über einzelne Abschnitte der Flur notwendig, die zu einer ausdifferenzierteren Benennung geführt hat. Für die nördliche Frankenalb wurden für die Überprüfung dieser These u.a. Sichtbarkeitsanalysen[1] (= ‚Welche Areale sind von einem Betrachterstandpunkt aufgrund des Geländes sichtbar und welche nicht?') einiger ausgewählter Orte durchgeführt, wobei sich zeigte, dass in Bereichen mit erhöhter Flurnamendichte wesentlich größere Sichtfeldüberschneidungen vorhanden sind als in Bereichen mit niedriger Flurnamendichte. Diese Erkenntnisse werden – auch mit Hilfe der Flurnamen – um verschiedene Aspekte wie Topografie, Ökonomie usw. erweitert, um ein möglichst klares Bild der Landschaft erhalten zu können. Sollte die These zutreffen, so zeigt sie deutlich die Bedeutung der Auen auf, da die Flurnamendichte entlang der Flüsse stets höher ist als auf den Hochflächen.

Richtet man den Blick wieder auf die Flurnamen selbst, so lassen sich die jeweiligen Typen in klassischen Verbreitungskarten darstellen, welche für unterschiedliche Fragestellungen verwendet werden können, etwa der Landnutzung, Wirtschaftsweise oder Vegetation. Aber auch kulturelle (Sprach-)Unterschiede treten hierdurch zu Tage. So zeigt bspw. die Kartierung des Flurnamens *Point* (mit seinen Variationen wie *Paint*, *Peint* oder *Beund*) auf der nördlichen Frankenalb eine Verbreitung im Südwesten in Richtung Regnitz, nicht jedoch im Nordosten in Richtung Bayreuth und Kulmbach. Da der Flurname *Point* als sehr alte Bezeichnung gilt, stellt sich hier also die Frage, wie dieses Verbreitungsmuster zustande gekommen ist. Ob hierin eine Kontaktzone aus der Zeit des hochmittelalterlichen Landesausbaus (˜11.-13. Jh.) zu erkennen ist, lässt sich bisher nicht beurteilen. Da Nordostbayern jedoch als kultureller Kontaktraum gilt, wäre eine solche Möglichkeit in

[1] In QGIS anhand des DGM1 berechnet; Betrachterhöhe: 2m; Sichtfeldradius: 10km

Betracht zu ziehen. Hierfür bedarf es aber einer großflächigeren Kartierung von Flurnamen als der bisherigen sowie differenzierteren Vergleichen mit weiteren Namen und Daten.

Der methodische Vorteil einer flächendeckenden Kartierung von Flurnamen kann an einem weiteren Beispiel aus dem Wiesentprojekt verdeutlicht werden. So wurde die Verbreitung von Wässerwiesen in der Aue der Wiesent und ihrer Nebenflüsse kartiert. Eine Hypothese über ihre Funktion im Sinne eines Agrarökosystems ist, dass die erhöhte Produktion von Grünfutter und Heu mit der intensiven Schafhaltung auf der Alb zusammenhing. Deshalb wurden testweise Flurnamen mit erkennbaren Bezügen zur Schafhaltung und das Vorkommen von Heideflächen kartiert. Auf diese Weise ist es gelungen, für einen großen Untersuchungsraum mit einem überschaubaren Aufwand Aussagen über Verteilungsmuster zu ermöglichen, die als Grundlage für gezieltere Untersuchungen dienen können (Abb. 4b).

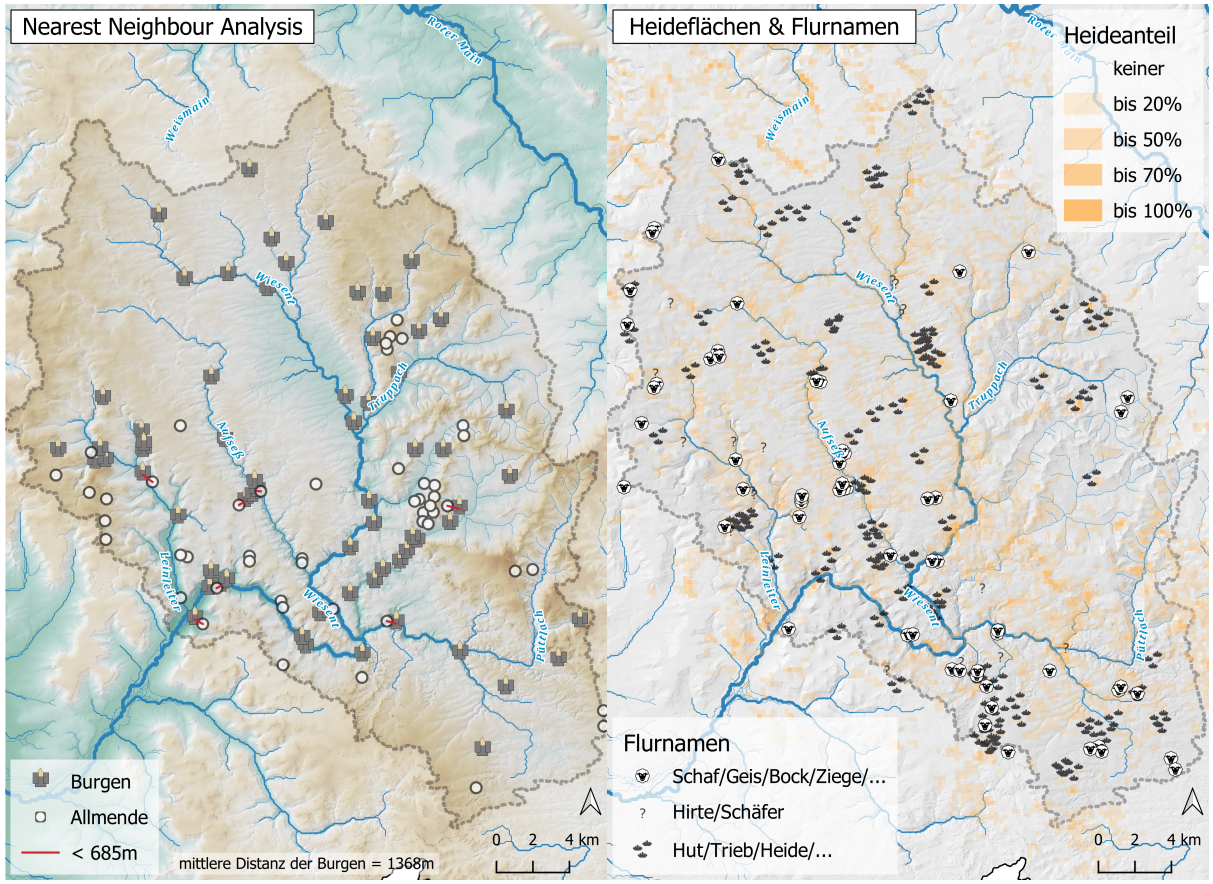


Abb. 4a: Nearest Neighbour-Analyse für Burgen und Allmendflächen. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.
Abb. 4b: Kartierung der Heideflächen und Flurnamen mit Schafhaltung zur Zeit des Urkatasters. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Neben diesen klassischen Verbreitungskarten lassen sich aber mit Hilfe Geographischer Informationssysteme (GIS) heutzutage auch weitreichendere Analysen durchführen als noch bis vor wenigen Jahren. Eine dieser Analysen soll hier kurz exemplarisch dargestellt werden, um diese Möglichkeiten zu illustrieren: Die qualitative Beobachtung, dass Herrschafts- und Gemeinschaftsflächen, sogenannte ‚Allmende', räumlich weit voneinander entfernt liegen, lässt sich mit Hilfe des GIS quantitativ überprüfen. Hierfür werden in einem ersten Schritt sämtliche Flurnamen gefiltert, welche Allmendflächen anzeigen. Als ‚Flächen' der Herrschaft werden anschließend alle bekannten Burgen kartiert. Diese beiden Punktlayer gilt es nun miteinander zu vergleichen: Hierfür wird eine sog. Distanzmatrix[2] erstellt, deren Daten aus den beiden Layern stammen; hierbei müssen die Einstellungen so gewählt werden, dass jeweils nur der nächstgelegene Punkt[3] genutzt wird. Der auf diese Weise erstellte Layer kann dann mit Hilfe entsprechender Symbolisierung als Linie zwischen den Punkten dargestellt werden. Um die oben genannte Beobachtung verdeutlichen zu können, wurden in Abb. 4a nur jene Linien dargestellt, welche die Hälfte der durchschnittlichen Burgendistanz unterschreiten. Hier wird deutlich, dass eine große räumliche Distanz zwischen Herrschafts- und Allmendflächen tatsächlich gegeben ist. Die Burgenstandorte, welche in näherer Entfernung liegen, sind a) entweder abgegangen oder b) als unsichere Burgställe zu bezeichnen, deren Struktur und/oder Datierung unklar ist. Hier besteht also die Möglichkeit, dass die Flurnamen auf die Zeit vor oder nach Bestehen der Burganlage zurückgehen.

[2]In QGIS: Vector – Analysis tools – Distance matrix.
[3]In QGIS: „Use only nearest (k) target points" = 1.

15.4 Methodische Herausforderungen & Ausblick

Aus diesem Beispiel geht bereits eine der methodischen Schwierigkeiten hervor: (Flur-) Namen entstammen einerseits unterschiedlichen Perioden und durchlaufen andererseits individuelle Entwicklungen. Eine Kartierung der Namen **zu einem Zeitpunkt** bildet also eine überaus heterogene zeitliche Tiefe ab (Abb. 5). Diese chronologische Tiefe lässt sich nur mit Hilfe der bereits erwähnten qualitativen Herangehensweise der Onomastik (Namenforschung) fassen. Ebenso ist die linguistische Interpretation von Orts-, Gewässer- und Flurnamen aufgrund lokaler Dialekte, fehlerhafter Transkription oder (historischer) Missverständnisse bei der Niederschreibung der Namen zwingend erforderlich. Vor allem für die Ortsnamen gilt es, individuelle Überprüfungen durchzuführen, sollen damit archäologische Umstände geklärt werden. Da die Sprachwissenschaft aber ebenfalls auf archäologische Erkenntnisse zurückgreift, besteht hier in besonderem Maße die Gefahr eines Zirkelschlusses.

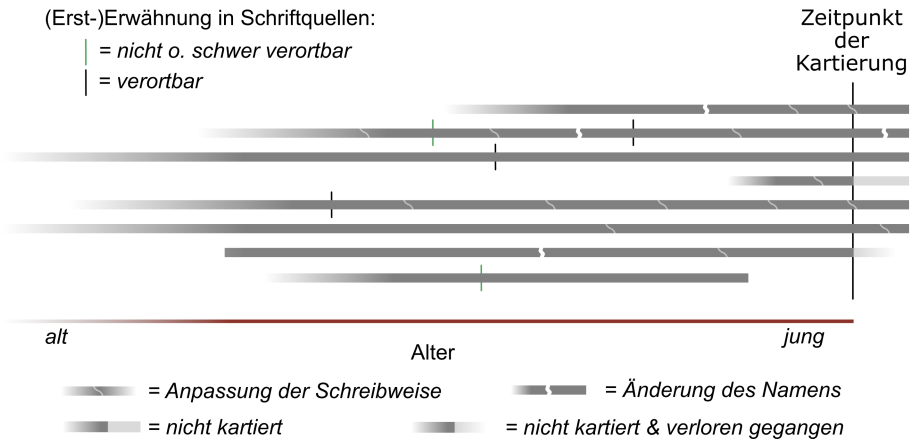


Abb. 5: Schematische Darstellung der Heterogenität von Flurnamen zum Zeitpunkt einer Kartierung. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Gewässer-, Orts- und Flurnamen besitzen unterschiedliche Alter. Vor allem die größeren Fließgewässer weisen hierbei die ältesten Bezeichnungen auf; die moderne historische Sprachwissenschaft sieht im Mehrfachvorkommen verschiedener Flussnamen einen indogermanischen Ursprung, welcher bereits aus einer Zeit stammt, bevor sich die einzelnen indogermanischen Sprachgruppen (Keltisch, Germanisch, Slawisch) herausbildeten (Greule, 2014, 4). Wesentlich jünger anzusetzen sind die Ortsnamen, welche in unserem Arbeitsgebiet nicht weiter zurückreichen als in das Früh- und Hochmittelalter, wobei die Möglichkeit, dass diesen Ersterwähnungen potenziell wesentlich ältere Namen zugrunde liegen, nicht ausgeschlossen werden kann. Diesem Alter schließen sich vereinzelte Flurnamen sicher an (bspw. *Point* oder *Reuth*). Für die meisten Flurnamen muss dies jedoch hypothetischer Natur bleiben. So sind die *Mühlwiesen* bspw. an die Mühlen gebunden, aber die schriftliche Überlieferung der Mühlen setzt vereinzelt erst im Spätmittelalter und für die meisten erst

während der Neuzeit ein. Archäologische Nachweise, wie diese in Mittelfranken bekannt sind, fehlen im Arbeitsgebiet vollständig (Liebert, 2015). Die grundlegende – wenn auch stark vereinfachte – ‚Chronologie der Toponyme' kann also lauten: Gewässernamen – Ortsnamen – Flurnamen. In dieser Reihenfolge steigt auch der ‚human impact' als Spiegel der Komplexität der Landschaftsnutzung und -umgestaltung: Während vor allem größere Fließgewässer auch ohne den Einfluss des Menschen vorhanden sind, so müssen Orte zumindest gegründet und bewirtschaftet werden (unabhängig davon, ob gezielt/gesteuert oder gewachsen). Die Differenzierung und Benennung der Fluren schließlich wird erst ab jenem Moment notwendig, wenn ein Konfliktpotential für die Flächennutzung entsteht und somit präzisere und scharf umrissene Bezeichnungen benötigt werden (Abb. 6).

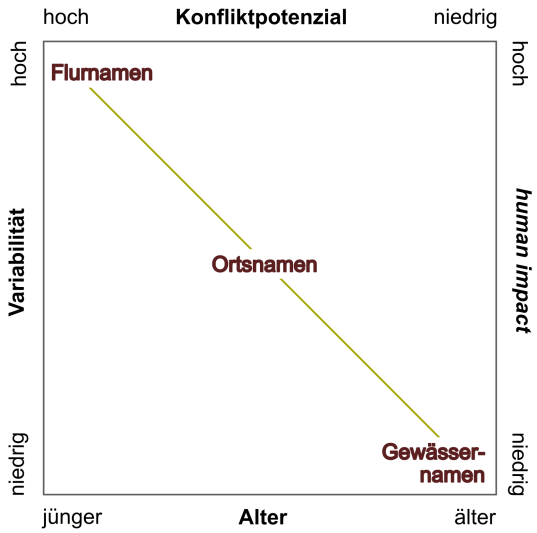


Abb. 6: Vereinfachte, schematische Einordnung unterschiedlicher Toponyme. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Trotz all dieser Schwierigkeiten zeigen die oben angeführten Beispiele jedoch eindrucksvoll, dass die Arbeit mit (Flur-)Namen sowohl im groß- als auch kleinmaßstäblichen Rahmen wertvolle Erkenntnisse zur Besiedlungs- und Landschaftserforschung beitragen kann. Vor allem die Nutzung von GIS mit den verbundenen Analysemöglichkeiten bietet hier immer wieder neue Perspektiven. Im Zusammenspiel mit anderen Disziplinen steigern vor allem Flurnamen die Möglichkeiten der Erkenntnisse, stellen sie doch Zeugnisse der Landschaftsentwicklung, -nutzung und Siedlungsgeschichte dar, wie sie ansonsten in dieser flächendeckenden Breite nicht vorhanden sind:

> „In keinem anderen Zweig der Namenforschung können Ergebnisse der Sprachwissenschaft, Geschichte, Geologie, Archäologie und Botanik einander in so schöner Weise ergänzen." (Gabriel, 1996, 1455)

15.5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Flurnamen um Königsfeld. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 2: Die Verortung des ehemaligen Seeufers anhand der Flurnamen - nach Tanner 1968. Urheber: DHM: swissALTI3D © swisstopo 2025; Kartierung: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 3: Landbedeckung und -nutzung im Spiegel des Flurnamens "die Reuthßüdlich von Laibarös. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4a: Nearest Neighbour-Analyse für Burgen und Allmendflächen. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 4b: Kartierung der Heideflächen und Flurnamen mit Schafhaltung zur Zeit des Urkatasters. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 5: Schematische Darstellung der Heterogenität von Flurnamen zum Zeitpunkt einer Kartierung. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Abb. 6: Vereinfachte, schematische Einordnung unterschiedlicher Toponyme. Urheber: Alexander Voigt, Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Literaturverzeichnis

Bayerische Akademie der Wissenschaften. Historisches Ortsnamenbuch, URL: `https://kblg.badw.de/historisches-ortsnamenbuch.html` (14.11.2024).

Cacciafoco, Francesco Perono / Cavallaro, Francecso (2023): Place Names. Approaches and Perspectives in Toponymy and Toponomastics, Cambridge, DOI: `http://dx.doi.org/10.1017/\9781108780384`.

Debus, Friedhelm (2012): Namenkunde und Namengeschichte. Eine Einführung (Grundlagen der Germanistik 51), Berlin.

Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. „Wisent“, URL: `https://www.dwds.de/wb/Wisent` (14.11.2024).

Fastnacht, Dorothea (2000): Ebermannstadt. Ehemaliger Landkreis Ebermannstadt (Historisches Ortsnamenbuch von Bayern. Oberfranken 4), München.

Gabriel, Eugen (1996): Geschichtliche Entwicklung der Flurnamen an exemplarischen Beispielen: deutsch, in: Ernst Eichler u. a. (Hg.): Namenforschung. Ein internationales Handbuch zur Onomastik, Bd. 2 (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft 11.2), Berlin u. a., S. 1451-1456.

Greule, Albrecht (2014): Deutsches Gewässernamenbuch. Etymologie der Gewässernamen und der dazugehörigen Gebiets-, Siedlungs- und Flurnamen, Berlin u. a..

Liebert, Thomas (2015): Frühmittelalterliche Wassermühlen und Wasserbauwerke im Schwarzachtal bei Grosshöbing (Materialheft zur Bayerischen Archäologie 101), Kallmünz.

Nübling, Damaris u. a. (2012): Namen. Eine Einführung in die Onomastik (Narr Studienbücher), Tübingen.

Schenk, Winfried (2011): Historische Geographie, Darmstadt.

Schwarz, Ernst (1960): Sprache und Siedlung in Nordostbayern (Erlanger Beiträge zur Sprach- und Kunstwissenschaft 4), Nürnberg.

Tanner, Alexander (1968): Die Ausdehnung des Tuggenersees im Frühmittelalter, in: St. Gallische Ortsnamenforschung 108, S. 30-38.

Vogelfänger, Tobias (2010): Nordrheinische Flurnamen und digitale Sprachgeographie. Sprachliche Vielfalt in räumlicher Verbreitung (Rheinisches Archiv. Veröffentlichungen der Abteilung für Rheinische Landesgeschichte des Instituts für Geschichtswissenschaft der Universität Bonn 155), Köln u. a..

Herrschaft und Ressourcenregulierung.

Frühneuzeitliche Umweltgesetzgebung am Beispiel der Württembergischen Fischordnung von 1602

Marcel Schön

16.1 Einleitung

Mit dem Beginn der Frühen Neuzeit im 16. Jahrhundert ist in zahlreichen Territorien des Heiligen Römischen Reichs ein verstärktes Interesse der Obrigkeit an der Fischerei festzustellen (Cahn, 1956, 161-174). Die Regelung von Angelegenheiten des Fischfangs entwickelte sich zu einem Feld landesfürstlicher Betätigung, was den Erlass spezieller Fischordnungen bedingte. Umfang und Grad dieser Regulierung variierten je nach Territorium und waren von wirtschaftlichen Interessen sowie sozialen und kulturellen Faktoren beeinflusst. In einigen Ordnungen sind Bestimmungen zu finden, die als Beispiele vormoderner Umweltgesetzgebung betrachtet werden können und Ansätze eines ‚nachhaltigen' Umgangs mit natürlichen Ressourcen zeigen. Sie stehen in der Frühen Neuzeit im Spannungsfeld von Gewohnheitsrechten und herrschaftlichen Rechten, die als ‚Gute Policey' zunehmend den landesherrlichen Zugriff kennzeichnen (Härter, 2023, 4-5, 28-36).

16.2 Quellenbeschreibung

Die Paragraphen obrigkeitlicher Fischordnungen sind Zeugnisse zeitgenössischer Ordnungsvorstellungen, des Versuchs der Sicherstellung von Nahrungsmitteln und eines wirtschaftlichen Interesses an der Fischerei. Es handelt sich um normative Quellen, welche die Vorstellungen der Gesetzgeber widerspiegeln. In der Realität konnten ihre Bestimmungen zum Teil nicht durchgesetzt werden und wurden häufig nicht befolgt. Die Ordnungen

Schön, Marcel (2025): Herrschaft und Ressourcenregulierung. Frühneuzeitliche Umweltgesetzgebung am Beispiel der Württembergischen Fischordnung von 1602, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 202-211, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030116,
Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

stehen in einem engen Zusammenhang mit weiteren obrigkeitlichen Regulierungen wirtschaftlicher, öffentlicher und privater Angelegenheiten, die besonders ab dem ausgehenden Spätmittelalter / dem Beginn der Frühen Neuzeit zu beobachten sind (Scheck, 2020, 20-21).

Herausgegeben wurde eine Fischordnung meist vom Landesherren. Verkündet wurden diese über dessen Verwaltungsapparat in Dörfern und Städten, wobei sie auch teilweise in gedruckter Form und entsprechender Anzahl verbreitet wurden. Sie sind daher sowohl in staatlichen wie auch kommunalen Archiven überliefert. Auch in einigen Reichsstädten, gerade solchen mit größerem Territorium, wurden ähnliche Ordnungen aufgestellt. In solchen Fällen geschah dies durch den Rat in seiner Funktion als städtische Obrigkeit.

Oftmals wurden diese Ordnungen mit der Notwendigkeit begründet, ausbeuterisch betriebenen Fischfang zu regulieren. Ob solche Behauptungen zutreffen, kann in der Regel nicht nachvollzogen werden. Hingegen ist in einer ganzen Reihe von Territorien eine zeitliche Nähe dieser Ordnungen zu sozialen Unruhen um die Wende zum 16. Jahrhundert auffällig. An erster Stelle ist hier der Bauernkrieg von 1525 zu erwähnen, welcher mit Forderungen zum freien Fischfang und dem gezieltem Leerfischen herrschaftlicher Gewässer einherging (Schenk, 2024, 36-37).

In Württemberg sind Bemühungen zur obrigkeitlichen Regulierung der Neckarfischerei in Form einer Fischordnung seit 1493 zu verzeichnen, womit das Land zu den Vorreitern auf diesem Gebiet zählt. Im frühen 16. Jahrhundert wurden die Bestimmungen auf eine Zahl weiterer Gewässer ausgedehnt. Die neue Landesordnung von 1536 sah schließlich ihre Gültigkeit für alle Flüsse und Bäche im Herzogtum vor. Inhaltliche Erweiterungen und Ergänzungen erfuhren die Ordnungen noch bis in das 18. Jahrhundert (Wächter, 1839, 129-132; Wandel, 1981, 169-170). Damit einhergehend wurden offenbar einige benachbarte Herrschaften in ihren Geltungsbereich miteinbezogen, darunter die Reichsstadt Reutlingen. In deren Stadtarchiv ist die Württembergische Fischordnung von 1602 überliefert. [1]

[1] Siehe ‚Erinnerung an die Fischordnung' (1617), Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5512. Diese bezieht sich auf die Fischordnung von 1602, Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5509.

16.3 Quellenpräsentation[2]

Ordnung[3]

Wie und welcher gestalten es hinfüro / mit dem Vischen und dem Vischkhauff, auch in andern / weg gehalten werden solle.

1.

Anfangs sollen Inn allen und jeden Stätten und / Fleckhen unseres fürstenthumbs da Waßer / seyen, durch unsern Ambtman und Ge- / schwornen daselbsten, ***an Brückhen, Gestaaden, / Mauren, Steegen, Stöckhen oder Pfehlen****, der orthen / hievor kheines vorhanden ist,* ***ain meß gemacht, ge- / steckht oder geschlagen werden****, solcher gestalt, so / das waßer das gestad ergreiff und Eben ist, / oder auslaufft, die sodann solches Zaichen erraichen / möge, und also dem die waßer nit zurgehören, /* ***daran keines wegs gehen zue Vischen, das Waßer / habe dann solch Zaichen volliglichen erraicht und / bedeckht****, bey Peen drey Pfundt Heller.*

2.

Ob daß waßer der hochinuffstinde, biß / an das gedacht Zaichen, soll doch alßdann / ***khainer den andern zug gebrauchen, dan ein / Setz[4] oder Stockhaamen[5], der nit ain Lengere Stang / habe, dann Acht Schuch[6], und mit dem Satz nit / braiter und weiter dann funff Schuch*** *und die / Maschen, bei gerißenem Model gemäß, so weit, /* ***daß khein khleiner Visch gefangen, oder darinnen / erhalten werden möge****, dann wie das maß nach / der Landtsordnung hemacht, ußweiset und zugibt, / [. . .] bey straff drey pfundt heller. [. . .]*

[3.]

Und soll ***khainer der nit aigene oder bestand[7] / waßer hat****, zu solcher bestimbter Zeit, zum / uffstand oder ußlauf des Neckhers, Entz oder / anderer Waßer* ***mehr, Visch fahen, dann ain gut / Eßen, sainem gesindt und brauch nach, Aber / khainen verschenckhen noch verkhauffen,*** *ußer / ainem gehauß, / auch mehr oder Weiter nit, alß ain Person zum Vischen befugt sein, bei straff drey / Pfundt heller.*

---

[2]Die Edition basiert im Wesentlichen auf den Grundsätzen der Textbearbeitung der Archivschule Marburg, vgl. dazu Uhde / Hirsch, 2009, 1-3. Zeilenumbrüche wurden mit einem Schrägbalken / kenntlich gemacht. In **Fett** wurden die zentralen Inhalte des Textes hervorgehoben. Eckig geklammerte Punkte [...] markieren Kürzungen des Editors.

[3]Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5509. Die Ordnung umfasst insgesamt 22 Paragraphen, für diesen Beitrag wurde eine Auswahl von 12 Paragraphen getroffen.

[4]Fischereiwerkzeug mit beutelförmigem Netz zur ufernahen Platzierung in fließendem Gewässer.

[5]Fischereiwerkzeug ähnlich einem Kescher, bestehend aus Netz und Stange.

[6]1 Schuh bzw. Fuß entspricht nach württembergischem Maß ca. 28,6 cm. Vgl. Hippel, 2000, 198.

[7]An Pachtfischer (auch ‚Bestandsfischer') gegen Zahlung eines Zinses vergebene Fischwässer.

4.

Es soll auch kheiner der als vischen will, ***Anders / dann uff dem Landt, bey tag am Morgen zu der / Sonnenaufgang, und nachts zu dero niedergang Vischen / und gar nit in daß waßer gehen oder waten****, bey / obgemelter peen der drey pfundt heller.*

5.

Aber ***bey nacht, soll das Vischen denen, die nit / aigen oder bestandt waßer haben, gäntzlich ab- / gestricht und verboten sein****, bey straff der / Landtsordnung einverleibt, sechs pfundt heller.*

6.

Darzu soll auch khainer an denn hailigen Sonn, / andern fest und feyertägen, ob schon das waßer / uber das geordnet Zaichen uffgestiegen were, gar / nit vischen*, Wie auch sonsten khain Vischer khain ab- / schlag anheben, machen oder Ziehen, bey Straff / drey pfundt Heller.*

[. . .]

10.

Und soll auch diß in der Landtsordnung be- / zaichnete ***maß oder lengin der Visch, mit Kopff / und Schwantz****, an Eschen, Vorhennen*[8]*, Barben, / Hechten, Karpffen, Nasen und Schuopfischen*[9] *[. . .]* ***nit / allein von den gemainen, sonder auch allen Vischern, / die aigene oder bestandt waßer haben [. . .] strackhs gehalten****, doch von den Vischern, / sie seyen frembd oder haimisch, all und Jede / Visch, so solch maß nit halten [. . .]* ***in ihren häuser nit gebraucht, noch verschenckht, noch / die von jemandt erkhaufft****, sondern [. . .] wie auch die Edlen kleine Krebs zuo / mißfang gefangen, desbald wider in das Waßer / geworfen werden, alles bey peen so oft daß / nit beschieht drey pfundt heller,* ***die nit allein / der so sie gefangen, verkhaufft oder hingeschenckht, / sondern auch der so sie khaufft oder ander / waiß annemmbt, zu bezahlen Ver- / fallen sein****. [. . .]*

11.

Item das auch in alles waßern und Bächen, / ***das Vischen im Laich uf ain genante Zeit / nach art jeder Visch und gelegenhait Jedes Jahrs / und orts, Verband*** *und gehörrt,* ***die Wehr Vonn / Müllern und Müllmaistern, ohne Vorwißen der / Vischern, nit Abgeschlagen***[10] ***oder fürgesezt***[11]*, deß- / gleichen* ***die Flotzlöcher***[12]***,***

[8]Andere Bezeichnung für die Forelle, meist Bachforelle *Salmo trutta fario*, lachsartiger Fisch aus der Familie der *Salmonidae*.
[9]Andere Bezeichnung für den Döbel *Squalius cephalus*, karpfenartiger Fisch aus der Familie der *Leuciscidae*.
[10]Das Wehr soll nicht geöffnet werden.
[11]Der Durchfluss von Wasser soll nicht weiter beeinträchtigt werden.
[12]Durchlass in Wasserbauten, vorrangig zum Flößen von Baumstämmen.

***damit der Visch seinen / freyen gang haben möge, offen behalten**, oder / ansonsten dem Laich und Vischfang schädlich Abge- / schafft werden sollen.*

12.

*Es sollen auch zum Zwelfften nit allein ins / künftig **alle Wehr, flotzgaßen**[13]**, Mühl unnd / all andere Waßergebäue, als fürgenommen / angestalt und gemacht werden, das die Visch / ihren strich, auch das staigen und gang**[14] **unver- / hindert haben khenten**, sonder und da auch an / einem oder mehr orthen alberait dergleichen / gebaw, in denn flüß und waßern der- / gestalt zuegerichtstünde, dadurch der Visch / im Steigen und streichen zu ruck gestoßen / und gezagt, und sein fürgang nit haben khenden / würde, **das selbig alsbalden ain Jeder zu endern / und den Visch zur freyem gang verfertigen / zuelaßen, schuldig und verbunden sein**, auch / Jedesmals bey allen waßern mit ernstlichem / fleiß darob gehalten werden soll, bey Straff / drey pfundt heller.*

[. . .]

14.

*In Vorhennen und Krebstbächen, **Soll khainer / Weiden, Erlen oder ander holtz, von Wurtzen / außhauen, oder hölz kain einfellen** [. . .] / **damit die Visch und Krebs ihr haab behalten / mögen**, bey peen drey pfundt heller.*

[. . .]

19.

*So sollen auch **den Vischern und Wirthen Ihre / Vischhäuser wochenlichs ufs wenigst ein mal / von den Ambtleuthen, oder andern Verordneten / geöffnet**, und da unmäßige Visch darinnen / gefunden, sollen dieselben nach gestalt der / sachen gestrafft werden.*

[. . .]

22.

*Erstlichen ob gleich wol bißher ortliche Comunen / inn Stätt und dürffern, in der herr-schafften / Item Ihrer der Comunen, oder anderer Brivats / Persohnen Aigenthumblichen oder bestandt waßern / und bächen [. . .] Wie man nun Immer gekhönt, **uß / altem herkhomen und Freyheit, Auch erhaltenenen / Urtheln, habenden Brieff und Sigeln zue Vischen / berechtigt zuesein fürgeben** [. . .] jedoch dieweil solches alles ein **Böserenn / leidenlicher mißbrauch, Welcher zur erösung**[15] **der / Vischwa-ßer, Verderbung der Jungen Satz und Samens, / Auch höher staigerung und***

[13] Rinne zur Überquerung von Staustufen, zur Flößerei oder für kleine Boote.
[14] Wanderungsbewegungen von Fischen in einem Fließgewässer.
[15] Erschöpfung, Verwüstung.

ufschlag[16] ***der Visch*** */* ***geraicht*** *[. . .] so sollen / Ins gemein alle solche bißhero geüebte schädt- / liche mißbrauch, In Stätten dörffen Weihern / und höfen, wie berechtigt man auch Immer / zusein fürgeben oder Vermeinen möchte, hiermit / allerdings abgethan und* ***solche ihr fischerey*** */* ***anderer gestalten nit, dann dieser jezigen*** */* ***gemeinnütziger Vischerordnung gemäß*** */* ***zugebrauchen*** *[. . .] Einem Jeden auch Welcher zur handt- / habung derselben, einem oder mehr zu der / Straff bringen Wirdt, und dieselb sich drey / Pfundt heller erstreckht, solle davon der / Landtsordnung gemäß, Zehen schilleng selbst / gegeben werden. /*

Datum Stuttgardten den 31. Decemb. 1602

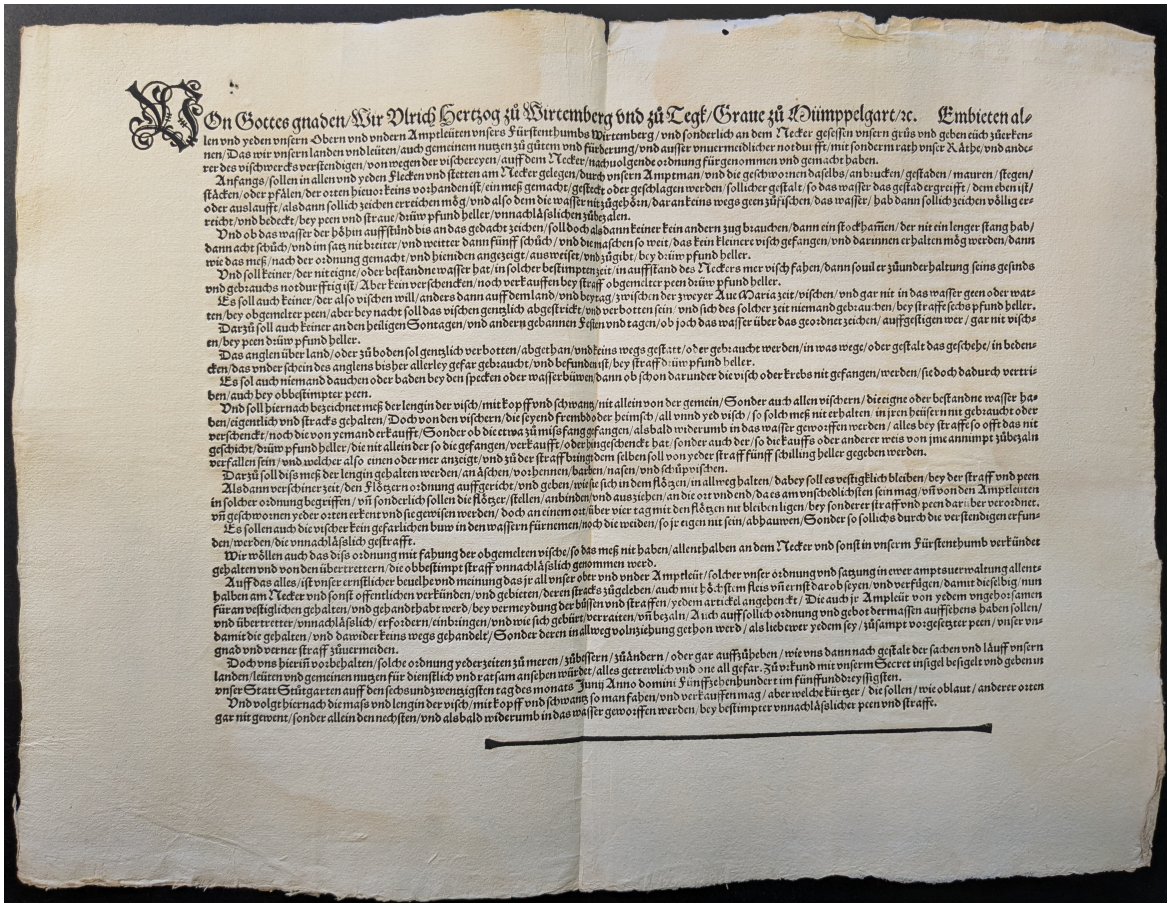


Abb. 1: Württembergische Fischordnung für den Neckar von 1535. Unter dem Text ein Maßstab zur Kontrolle gefangener oder zum Verkauf angebotener Fische. Urheber: Stuttgart, Hauptstaatsarchiv (HStA), A 228 Bü 554, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

[16] Preissteigerungen auf Fischmärkten etc.

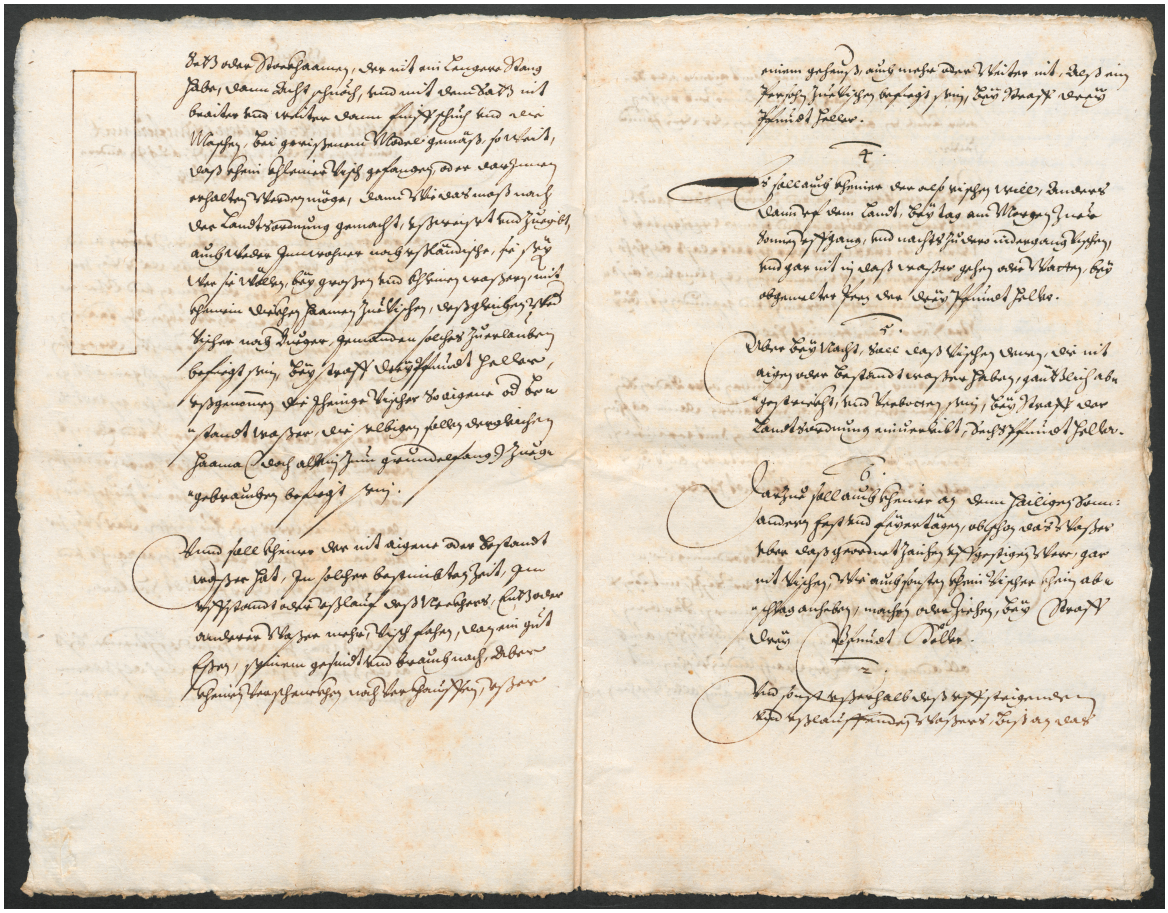


Abb. 2: Württembergische Fischordnung von 1602, hier § 2 (beginnt auf vorherigem fol.) bis § 7 (endet auf nächstem fol.). Neben dem Text ein Maßstab entsprechend einem württembergischen Schuh von etwa 28,6 cm zur Bemessung des Fanggeräts. Urheber: Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5509, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

16.4 Quellendiskussion

Einige der hier vorgestellten Paragraphen der Württembergischen Fischordnung von 1602 zielen direkt auf den Vorgang des Fischfangs ab, also dessen technischen Ablauf und die Vorgabe entsprechender Umstände. Der einfachen Bevölkerung war es nur bei Hochwasser, also unter erschwerten Bedingungen, erlaubt zu fischen. Dabei durften lediglich Geräte mit geringem Schadenspotenzial für den Fischbestand eingesetzt werden, mit denen der Grund des Gewässers nicht erreicht wurde. Ausdrücklich galten diese Regelungen jedoch nur für den Eigenbedarf, die Weitergabe oder der Verkauf war untersagt. Fischereitätigkeiten waren den Untertanen also grundsätzlich erlaubt, allerdings nur in einem engen Rahmen.

Beachtlich ist die Erwähnung von Schonzeiten, die je nach Art festgelegt werden sollten. Dabei haben sich diese Vorgaben sogar bis in die Gegenwart in den Fischereigesetzen deutscher Bundesländer erhalten. Das Gleiche gilt für das Verbot des Nachtfischens, das in Baden-Württemberg noch bis 2022 in Kraft war, sowie für die Vorgabe von Mindestmaßen

für gefangene Fische. Gedruckte Ordnungen waren teils mit einem Maßstab versehen, sodass die Einhaltung auf einfachem Wege überprüft werden konnte. Zu Zeiten erhöhter Aktivität von Fischen, also zu Sonnenauf- und Sonnenuntergang, waren Fangmethoden mit höherem Ertrag, die nicht vom Ufer aus betrieben wurden, auch Pachtfischern nicht gestattet. Das Fliegenfischen im Wasserlauf stehend war möglicherweise gänzlich verboten. Während einigen dieser Vorgaben Gedanken an eine ‚nachhaltige' Gestaltung der Fischerei attestiert werden können, handelt es sich beim Verbot an Sonn- und Feiertagen um ein Beispiel dafür, dass auch ordnungspolitische und religiöse Vorstellungen ihren Ausdruck in der Fischordnung fanden.

Andere Formen der Gewässernutzung und deren Auswirkungen auf Fischbestände wurden in der gezeigten Ordnung ebenfalls behandelt. Die Bestimmungen gingen im Herzogtum Württemberg also deutlich über Angelegenheiten des Fischfangs hinaus. In diesem Zusammenhang sind etwa die baulichen Bestimmungen für Wehre und Mühlwerke zu erwähnen, welche die Durchlässigkeit für Fische gewährleisten sollten. Das Verstellen von Mühlwehren ohne Genehmigung war untersagt. Die Notwendigkeit einer möglichst naturbelassenen Beschaffenheit der Flussläufe, also des Erhalts natürlicher Lebensräume, wurde erkannt und äußerte sich im Verbot, Bewuchs im Bereich der Böschung zu entfernen.

Auffällig ist der Versuch, mittels einer allgemeingültigen Fischordnung sämtliche bestehenden rechtlichen Verhältnisse zu überschreiben. Dies bezog sich nicht nur auf gewohnheitsmäßig praktizierte Fischerei, sondern auch auf schriftlich verbriefte Rechte und Privilegien, deren Inhalte somit für nichtig erklärt wurden. Zu betonen ist hierbei, dass sich ältere rechtliche Verhältnisse und der Kreis Fischereiberechtigter von Ort zu Ort stark unterscheiden konnten. Begründet wurde der Schritt mit einem Rückgang der Bestände in Folge ungeregelter Verhältnisse und entsprechendem Verhalten der Bevölkerung. Hier wird deutlich, dass der Erlass einer Fischordnung auch als Mittel zur Territorialisierung, also dem Ausbau staatlicher Strukturen, dienen und ihre Entstehung daher in einem Zusammenhang zur Herrschaftspraxis sowie den Interessen des Landesherren stehen konnte.

Fischordnungen besitzen als normative Quellen eine im Einzelfall fragliche Aussagekraft hinsichtlich tatsächlicher Verhältnisse, was bei einer Erforschung der Fluvialen Anthroposphäre berücksichtigt werden muss. Allein aus ihrer Analyse lassen sich noch keine Rückschlüsse auf das reale Ausmaß der Beeinträchtigungen von Auenlandschaften oder den Zustand der Gewässer ziehen. Normative Bestimmungen können aber auf Wahrnehmungen und Bewertungen der jeweiligen Gesellschaften hinweisen. Ihre Paragraphen sind wie im Fall der Württembergischen Ordnungen so detailliert, dass zeitgenössische Praktiken identifiziert werden können, die als problematisch aufgefasst wurden. Diese können sich auch aus heutiger Perspektive schädlich für Fischbestände darstellen. Im Vergleich zur ersten Ordnung im Herzogtum Württemberg von 1536 sind in der von 1602 deutlich mehr solcher Praktiken erfasst und eingeschränkt oder untersagt. Entsprechende Normen

belegen daher gesetzgeberische Anstrengungen, um ein intaktes ökologisches Umfeld von Fischwässern, das vermeintlich durch bestimmte Formen menschlicher Aktivität bedroht war, zu erhalten. Die Sichtung ortsspezifischer Quellen, darunter etwa amtliches Schriftgut, führt im Fall Württembergs zum Ergebnis, dass in den Fischordnungen untersagte Handlungen dennoch vorkamen und Anlässe für Nutzungskonflikte waren, die sich ihrerseits für nähere Untersuchungen anbieten.

16.5 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5509.

Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5512.

Stuttgart, Hauptstaatsarchiv (HStA), A 228 Bü 554.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Württembergische Fischordnung für den Neckar von 1535. Unter dem Text ein Maßstab zur Kontrolle gefangener oder zum Verkauf angebotener Fische. Urheber: Stuttgart, Hauptstaatsarchiv (HStA), A 228 Bü 554, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Württembergische Fischordnung von 1602, hier § 2 (beginnt auf vorherigem fol.) bis § 7 (endet auf nächstem fol.). Neben dem Text ein Maßstab entsprechend einem württembergischen Schuh von etwa 28,6 cm zur Bemessung des Fanggeräts. Urheber: Reutlingen, Stadtarchiv (StadtA), A 1 Nr. 5509, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Literaturverzeichnis

Cahn, Ernst (1956): Das Recht der Binnenfischerei im deutschen Kulturgebiet von den Anfängen bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts, Frankfurt am Main.

Härter, Karl (2023): Police Ordinances, Customary Statutes and Normativity Regimes, in: Journal for Digital Legal History 2 (1), DOI: https://doi.org/10.21825/dlh.87299.

Hippel, Wolfgang von (2000): Maß und Gewicht im Gebiet des Königreichs Württemberg und der Fürstentümer Hohenzollern am Ende des 18. Jahrhunderts (Veröffentlichun-

gen der Kommission für Geschichtliche Landeskunde. Reihe B, Forschungen 145), Stuttgart.

Scheck, Friedemann (2020): Interessen und Konflikte. Eine Untersuchung zur politischen Praxis im frühneuzeitlichen Württemberg am Beispiel von Herzog Friedrichs Weberwerk (1598-1608) (Schriften zur südwestdeutschen Landeskunde 81) (Diss. Tübingen 2016), Ostfildern.

Schenk, Gerrit Jasper (2024): Was wollten die Bauern? Die Zwölf Artikel und das Problem der Allmende, in: Kurt Andermann / Gerrit Jasper Schenk (Hg.): Bauernkrieg. Regionale und überregionale Aspekte einer sozialen Erhebung (Kraichtaler Kolloquien 14), Ostfildern, S. 11-43.

Wächter, Carl Georg (1839): Handbuch des im Königreich Württemberg geltenden Privatrechts, Bd. 1,1: Geschichte, Quellen und Literatur des württembergischen Privatrechts, Stuttgart.

Wandel, Uwe Jens (1981): Umweltfragen in der altwürttembergischen Gesetzgebung, in: Jürgen Sydow (Hg.): Städtische Versorgung und Entsorgung im Wandel der Geschichte (Südwestdeutscher Arbeitskreis für Stadtgeschichtsforschung. Arbeitstagung 18 / Stadt in der Geschichte. Veröffentlichungen des Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung 8), Sigmaringen, S. 164-179.

Kunde für den Landesherren.

Berichte von Kosten und Nutzen menschlicher Eingriffe in Flusslandschaften zu Gedeih und Verderb der Anwohner des Lorscher Sees in der frühneuzeitlichen Kurpfalz

Nicolai Hillmus

17.1 Einleitung

Zur Entscheidungsfindung in verschiedensten Sachverhalten bedienten sich die Fürsten der frühen Neuzeit regelmäßig dem überaus zeitintensiven Instruments des Berichtsverfahrens, sodass man die Bedeutung solcher Informationsbeschaffung aus den verschiedenen Verwaltungsebenen nicht unterschätzen sollte (Schmid, 2004, 87-89; Brakensiek, 2014, 17-18). Naturgemäß liefern diese Berichte zum Teil eine sehr detaillierte Auskunft über einen bestimmten Sachverhalt, sei es die Besichtigung eines zu reparierenden Dammes oder die Beschreibung eines problematischen Flusslaufs gekoppelt mit Anpassungsvorschlägen, um ihn besser nutzbar zu machen.

17.2 Quellenbeschreibung

Berichte, Relationen und ‚Promemoriae', wie sie zeitgenössisch auch genannt wurden, sind innerhalb der Quellenart der Akten zu verorten (Schmid, 2004, 87). Sie sind damit Teil der sich nach dem 13. Jahrhundert durchsetzenden Tendenz zunehmender Verwaltungsverschriftlichung (Schmid, 2004, 74-80). Diese tritt zuerst in den geistlichen Herrschaftsinstitutionen des alten Reiches, wie Bistümer oder Abteien auf. Danach nahm auch die Schriftlichkeit der weltlichen Herrschaftsträger vom König bis zum Niederadel

Hillmus, Nicolai (2025): Kunde für den Landesherren. Berichte von Kosten und Nutzen menschlicher Eingriffe in Flusslandschaften zu Gedeih und Verderb der Anwohner des Lorscher Sees in der frühneuzeitlichen Kurpfalz, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 212-221, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030117, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

zu. Als Akten bezeichnet man Sammlungen eingehender, ausgehender und ‚im Hause' zirkulierenden Schriftstücke – seien es die bereits erwähnten Berichte, Befehle des Landesherren oder Protokollschriften. In ihrer seriellen oder sachlichen Sortierung tragen sie dabei eher dem ‚Alltagsgeschäft' der Verwaltungsinstitutionen Rechnung, wie ländlichen Einmannbehörden oder fürstlichen Kanzleien.

Häufige Autoren solchen Schriftguts waren zumeist die verschiedenen Dienstleute der Herrschaftsträger. Dazu zählten beispielsweise die Schultheißen einzelner Dörfer, Amtmänner des Bezirks oder auch die Mitglieder der fürstlichen Zentralverwaltung. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass Akten nicht nur im Kontext öffentlicher Verwaltung entstanden, sondern dass im Laufe der Jahrhunderte auch handwerkliche Kooperationen wie Zünfte, Kaufleute oder kirchliche Verwaltungen derartiges Schriftgut erzeugen konnten. Überall also, wo eine gewisse Verwaltungskomplexität erreicht wurde, die man nur mit schriftlicher Dokumentation bewältigen konnte, kann man mit Aktenproduktion rechnen.

Solch amtliches Schriftgut bietet sich besonders gut zur Erforschung der fluvialen Anthroposphäre an. Zum einen ermöglichen sie vor allem seit dem Beginn der Frühen Neuzeit im 16. Jahrhundert in ihrer Gesamtheit einen wesentlich dichteren Einblick in die Entscheidungsfindung verschiedener Rechts- und Verwaltungsprozesse als es die noch im Mittelalter dominierende Urkunde vermag. Zum anderen können gerade einzelne Berichte und Relationen überaus detaillierte Beschreibungen der geografischen Begebenheiten und technologischen Möglichkeiten liefern, die den Akteuren in ihrer Zeit (und Region) zur Verfügung standen. Dabei reicht es jedoch nicht nur die Einzelinformationen über die geografischen Verhältnisse, die beteiligten Akteure, ihre Interessen und ihre zur Verfügung stehenden Mittel aus dem Text zu isolieren. Ebenso wichtig ist es auch den entsprechenden Bericht historisch zu kontextualisieren, um das Verhältnis der verschiedenen Akteure zueinander und ihre Motive einordnen zu können.

Untersucht man etwa die Nutzungsstrategien und -konflikte im Umfeld von großen künstlichen Gewässern, kann der Lorscher See als Beispiel dienen. Dieser war ein vom Ende des 15. Jahrhunderts bis zum 18. Jahrhundert angelegtes künstliches Gewässer in der ehemaligen Gemarkung Seehof südlich von Lorsch. Seine Grenzlage zwischen Lampertheim und Lorsch machte ihn zu einem dauerhaften Zankapfel der Anlieger. Die Akten über die Konflikte um den See und seiner Nutzung konnten sich sowohl in den Archiven der nahe gelegenen Ortschaften wie Lorsch und Weinheim oder auch in denen der übergeordneten Herrschaftsträger, in diesem Falle der Pfalzgrafen bei Rhein und der Erzbischöfe von Mainz, niederschlagen. Plünderungen, Brände oder der Verlust von einzelnen Herrschaftsgebieten führten jedoch in einigen Fällen zu einer Vernichtung oder Verteilung der Überlieferung.

Allein die Suche nach den Verwaltungsakten erfordert also immer auch einen Blick auf die Vernetzung der untersuchten Institutionen und die örtlichen Herrschaftsverhältnisse (Brenner-Wilczek u. a., 2006, 29-33, 48). Andere Rechtsgeschäfte, wie eine innerörtliche Streitigkeit zwischen Weinheimer Müllern und Gerbern um den Wasserzugang innerhalb ihrer Stadt wurden eher mit den dortigen Akteuren wie dem städtischen Rat verhandelt. Dementsprechend finden sich solche Akten häufiger in den Kommunalarchiven der Städte und Gemeinden.

Die vorliegende Quelle ist ein kleiner Ausschnitt aus dem Bericht des kurpfälzischen Haushofmeisters Franz von Hammerstein für den Heidelberger Kurfürsten Friedrich IV. (1574–1610) und dessen fürstlicher Rechenkammer, in welchem er 1609 die Kosten und Nutzen der Bewirtschaftung des Lorschers Sees als Weide oder Fischweiher abwägt. Eingebettet ist dieser Bericht in einer im Staatsarchiv Darmstadt lagernden Sammlung mehrerer Schreiben zwischen den Dörfern und den kurpfälzischen Dienstleuten in Heidelberg und vor Ort, die sich ebenfalls mit dieser Frage beschäftigten.

17.3 Quellenpräsentation[1]

1. Heidelberg, 1609. Januar, 7.[2]

Franz von Hammerstein an den Pfalzgrafen Friedrich IV. (1574–1610) und dessen Räte

Haußhoffmeisters anzeig und bedencken wegen ~~a~~rnrichtung des Lorscher sees

Nachdem sich auß beigiefügten actis befund, daß dieser / wogk[3] **1270 morgen**[4] landts wol inhalt und / dann derselbig boden seit a[nn]o [etc] [15]95 droken geleg[en], / mit graß bewachsen, und mit demselben also / bewurzelt ist, **das davon die fische eine gute / waiden und nahrung hetten**, und darumb desto / besser, weiln die fauden[5] und gerörig[6] darauß / verdilget seindt: So bin ich der meinung / das er ieziger Zeit (gering angeschlag) mitt / **70000 setzkärpfflein** zubesetzen, thut uff ieden / morg[en] 56. stück:

[1] Die Edition basiert im Wesentlichen auf den Grundsätzen der Textbearbeitung der Archivschule Marburg, vgl. dazu Uhde / Hirsch, 2009, 1-3. Abweichend davon werden Kürzungen nicht kommentarlos aufgelöst, sondern mit eckigen Klammern [] gekennzeichnet. Auch werden Korrekturen des Autors mit ~~durchgestrichen~~ angegeben. Zeilenumbrüche wurden mit einem Schrägbalken / kenntlich gemacht. In **Fett** wurden die zentralen Inhalte des Textes hervorgehoben, während fremdsprachige Wörter, die der Autor selbst durch eine andere Schriftart kenntlich gemacht hatte, *kursiv* gesetzt wurden. Eckig geklammerte Punkte [...] markieren Kürzungen des Editors.

[2] Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 13 Nr. 2197, f. 50r-59v.

[3] Wog, m., auch Wag: bewegtes Wasser, Teich oder Stauwasser.

[4] Morgen bezeichnet ein Flächenmaß, das sich auf die Fläche bezieht, die mit Ochsen- oder Pferdepflug an einem Vormittag pflügbar war. Nach Heppenheimer Maß betrug ein Morgen 2978 qm. Vgl. dazu Siefert, 1987, 22.

[5] Faude, f., auch *carex* oder *scirpus*: Bezeichnung einer Art von Schilf oder Sauergräsern.

[6] Geröhrich, n., auch geröhricht, geröhrig: Schilfrohr oder eine mit Schilfrohr bewachsene Fläche.

und köndte die erste / fischerey nach verlauffung zweier jahre, ange- / deuteter jeziger beschaffenheit nach des bodens, / beschehen, die sonsten drej jahre anstehen müste, / und v[er]hoffentlich wol 21000 Carpffen (ohne / **Hechte, Bresamb**[7]**, Schleihen, und Weißfische**[8], so / wegen ohngewißheit nicht wol uf eine ahn- / zahl zusetz[en]) wid[er] darauß erlanget werd[en]: / Wann nun von solchen 70000 Carpffen, sampt / allem was an Hechten, Bresamb und **Bersing**[9] / zuerlangen, zu des hoffstadens notturftt / abgezog[en], und die ubrige 14000 Carpffen / [...] verkaufft würden, so [...] / köndte vor d[er] ersten vischerej, auß dem / zaun, und theils grünen weiden holz auch woll / 300. f. gelöset, und die ubrige weyden, mehrertheils / Pfalz zunutz bleiben. *Sum[m]a* 5430. f. / darvon gleichwol abzuziehen 1050. f. so der einsatz / kosten würde, ahnkauffs und in den, wogk / zulieffern: Item würde der **grund kandel**[10], / **bolzhauß**[11] und **fluttbette**, wid[er] nach notturft / zu repariren, wie auch die **fischgräben** und / **jungpfanne**[12] wid[er]umb nach gebür zuzurüsten, / ohngefehrlichem überschlag nach auch 300. f. / und v[er]sehentlich ein mehrers nicht kosten, / Item 50. f. vor den kosten der ersten fischerej / von obgemelten 5330. f. abgezog[en] [...]

Darzu ich die fische, welche wie vorgemelt gehn / hof vonnöth[en] zum wenigsten vor 3000. f / anschlage

Sum[m]aru[m] nutzens so Pfalz / zur ersten fischerej dieses wogks / uber alle unkosten in zwej jaren / haben köndte, ist diesem uberschlagk / nach 7030. f.

[...] / die zweite und folgende fischereien, sollten meiner / meinung nach, iedes mahl auf 60000 stück / gerichtet w[er]d[en], auch jede drej jahr anstand / haben, und weiß ich dero nutzungen keine / (in betrachtung obangeregt[er] umbstendte) und[er] / 6000. f. nach abzugk dero unkosten zu acht[en], da- / rund[er] die jhenige fische, welche zum hoffstad / vonnöth gleichwol mit begriffen seind. / weiln nun meine ahnvorgreifliche meinung / ist diesen wogk, **nachdem er drei fischereyen** / geben, (welches zum lengsten innerhalb 9. Jahren / geschehen kann) **wid[er]umb ein zeitlang drocken** / **lieg[en] zu lassen**, wie ich hernacher ausführ- / licher anzeig[en] will, und dan auch zu ob- / specificirten ding[en] von uberbleibenden weid[en] / holz 45. f. nutzung jährlich hier zu gerechnet w[er]d[en].

[7] Brachsen, m., auch brahsem oder brechsam: Bezeichnung eines karpfenartigen Fisches beziehungsweise der *Abramis brama* aus der Familie der *cyprinidae.*

[8] Weiszfisch, m.: ein Sammelbegriff für alle Fische mit weißen Schuppen und weichem Fleisch, insbesondere der *leuciscu*s aus der familie der *cyprinidae.*

[9] Bersing, m., auch bersich, perse oder perschke: Bezeichnung des Flußbarschs (*perca fluviatilis)* im Frühneuhochdeutschen.

[10] Känel, m., auch kändel, kendel, kengel: eine Rinne, Röhre oder ein wasserführender Kanal.

[11] Bolz beziehungsweise Bolzhaus ist hier als eine Zapfenkonstruktion zu verstehen, die dem kontrollierten Ablauf des Wassers diente. Vgl. zu ähnlichen württembergischen Beispielen Schneider, 1989, 192-197.

[12] Pfanne, f.: in diesem Kontext ist eine mit Wasser gefüllte pfannenähnliche Vertiefung im Boden für die jungen Fische gemeint.

/ So köndte Pfalz in solchen neun jahren auß diesem / wogk, *deductis deducendis* zum besten haben / 19435. f.

[...] / Den zweiten puncten angezogenen *decrets* be- / langdt, nemblich was ma[n] die zeit hero / als dieser wogk drucken gleg[en], vor nutz- / barkeit darauß erheben können, darauff / gebe ich zuerkennen, das v[er]mög d[er] act[en] der / wogk seit A[nn]o [etc] [15]95 und also nunmehr / 14. jar drocken geleg[en], und [...]

Sum[m]ar[u]m aller nutzung[en] so Pfaltz in den 14 jaren, weiln der Lorsch[er] wogk drocken gelegen, an **waidtgeldt,**[13] **hew und ohmet,**[14] **holtz, Ochsen und weide** gehapt, zu geld angeschlag[en] thut 19362. f

17.4 Quellendiskussion

Von Hammerstein schildert dabei den Aufbau eines knapp 1270 Morgen großen künstlichen Sees. Vormoderne Maß- und Münzeinheiten konnten jedoch regional stark variieren. Rechnet man beispielsweise mit dem Feldmorgen des benachbarten Heppenheims wäre der See knapp 3,78 km^2 groß. Der 803 qm größere Feldmorgen des knapp zehn Kilometer entfernten Birkenaus hingegen ergibt eine Fläche von ca. 4,8 km^2 (Siefert, 1987, 11, 22). Somit ist bei der Umrechnung selbst mit einer regionalen Vorlage höchste Vorsicht geboten. Dabei erwähnt er auch verschiedene Bauelemente des Fischteichs, wie die verwendeten Wasserrohre, Abflusskonstruktionen, sowie eine Vertiefung des Sees in Form der Jungpfanne, was Rückschlüsse auf den durchaus durchdachten Aufbau solcher Anlagen ermöglicht. Das auch im Bereich der Fischzucht nachweisbare Maß an Expertise, das sich in der Gewohnheit einer Schonzeit von drei Jahren und der Annahme zeigt, dass die Nährstoffe aus den regelmäßig zu flutenden Ochsen- und Schafsweiden eine beschleunigte Fischvermehrung zur Folge hätten, legt einen reflektierten Umgang der Ortsherren mit ihren Ressourcen nahe. Nicht zuletzt der Besatz des Sees mit knapp 70.000 Karpfen zzgl. einer unbestimmten Anzahl an Hechten, Brachsen, Barschen, Weißfischen und Schleihen ermöglichen einen Rückschluss auf Konsumgewohnheiten und darauf, welche Tiere dort heimisch waren.

Dabei ist es selten sinnvoll einzelne Berichte aus ihrem Aktenkontext zu isolieren, da sie häufig auch Beilagen wie Urkundenexzerpte, Ortsskizzen oder Briefe enthalten, die wichtige Zusatzinformationen zum untersuchten Schriftstück liefern. Gerade die Überlieferung der übrigen Schriftstücke ist im Rahmen der äußeren Quellenkritik ein wichtiges Argument für die Echtheit des Berichts in Form und Inhalt. Die Akten, auf die sich von Hammerstein

[13] Weidegeld, n., auch Weidegebühr oder Weidezins bezeichnet die Pacht oder Miete für eine Viehweide.
[14] Omed, n., auch Amad, Ohmet, Öhmt oder Grummet: die zweite Grasschur des Jahres, die häufig im Frühherbst und Spätsommer geerntet wird.

bereits eingangs und im späteren Verlauf seines Gutachtens bezieht, sind dabei zumindest zum Teil innerhalb des Bandes überliefert, in welchem auch sein Bericht eingebunden wurde. Nicht nur äußere Faktoren wie die Überlieferungsumstände des Schriftstücks und seine Textform müssen für den Bericht eines kurfürstlichen Hofbeamten des 17. Jahrhunderts ein plausibles Bild ergeben. Ebenso muss dabei auch mithilfe der inneren Quellenkritik die Zuverlässigkeit des Autors beleuchtet werden, bevor die im Text geschilderten ‚Tatsachen' übernommen werden können. Das (un-)absichtliche Auslassen bestimmter natürlicher Gegebenheiten oder das Abweisen widerstrebender Argumente ohne weitere Begründungen lassen sich auch nicht immer durch den Abgleich mit weiteren Gewährsleuten aufwiegen.

Um diese bewussten und unbewussten Verzerrungen von Sachverhalten gerade in deliberativen, d.h. beratschlagenden Quellen wie Berichten aufdecken zu können, ist es wichtig den Hintergrund des Autors so weit wie möglich zu prüfen. Es muss gefragt werden, auf welche eigene und fremde Expertise er sich stützen kann, wie weit er räumlich und zeitlich von den von ihm beschriebenen Sachverhalten entfernt und wie groß sein Eigeninteresse an bestimmten Ausgängen des Rechtsgeschäftes war. Dass der Haushofmeister des Pfalzgrafen die Versorgung des Hofes mit Fisch über die wegen ihrer überfluteten Felder besorgten Anwohner stellte, ist, wie der Quellentext zeigt, hier nur ein Beispiel. Seine fachliche Expertise als zentraler Versorgungsbeauftragter des kurfürstlichen Hofes und der daher naheliegende gute Zugang zu Informationen aus den Händen der anderen lokalen Institutionen und Akteure hingegen ist kaum zu bestreiten (Klafki, 1966, 10-18, 115-120).

Jedoch liegt es in der Natur des Berichts, dass er zumeist sehr auf den Ort oder Streitfall fokussiert ist, dessentwegen er von seiner/-m Autor*in ursprünglich verfasst wurde. Er kann daher für sich gestellt also nur eine punktuelle und zeitlich beschränkte Aussage über den menschlichen Zugriff auf die Flussaue und ihre Umgebung ermöglichen. Diese Texte bieten sich daher hervorragend für kontextspezifische single-case studies an, gelangen aber darüber hinaus an ihre Grenzen. Die Hinzunahme weiterer Berichte über dieselbe Begebenheit kann, wo vorhanden, dabei das soziale Wechselspiel der Interessengruppen sichtbar machen, während erst der Vergleich mehrerer solcher Relationen zu verschiedenen Orten und Zeiten eine fundierte Aussage über Muster menschlicher Interaktionen mit Ihrer Umwelt ermöglichen.

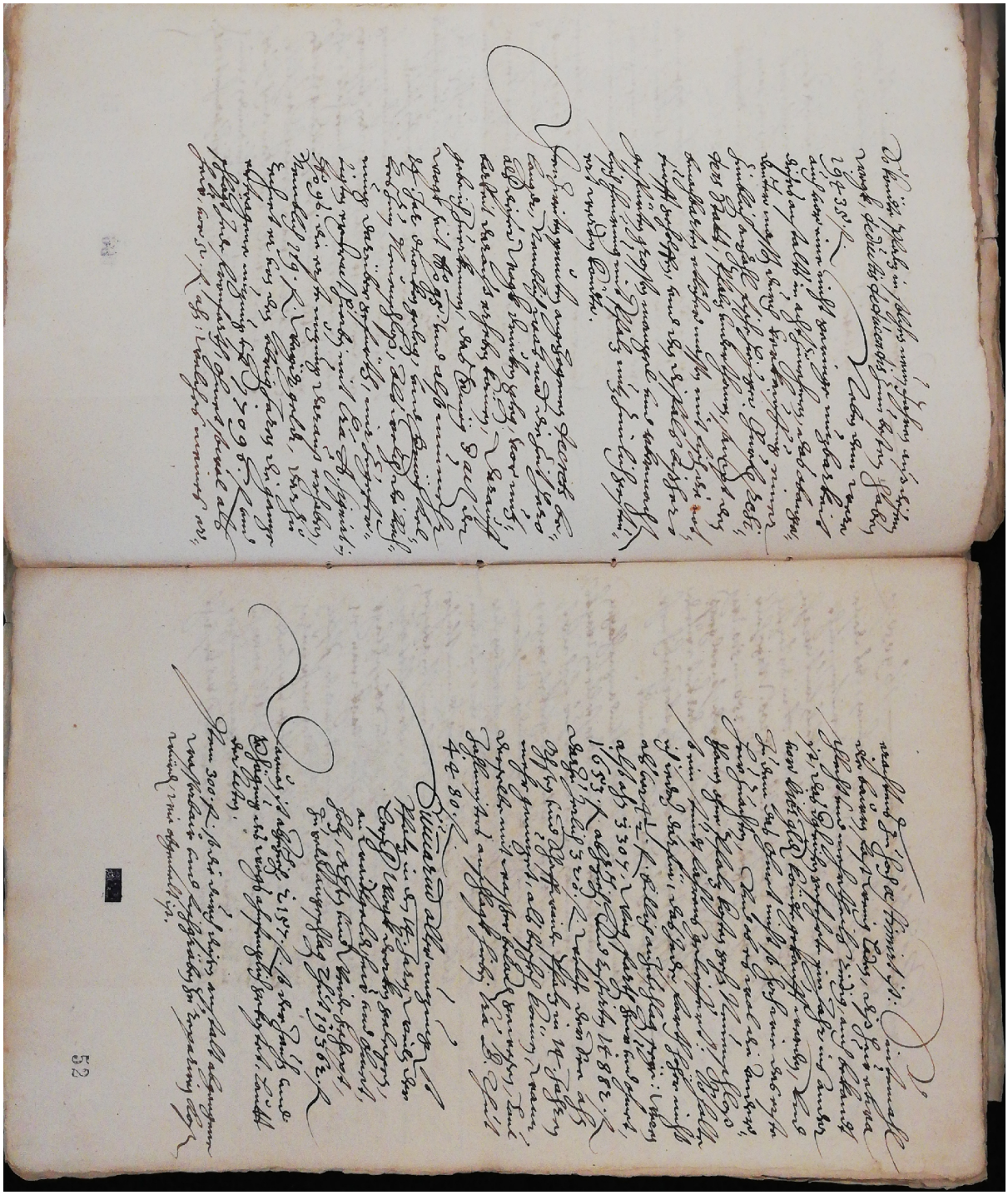


Abb. 1: Hammerstein, Franz von: Haußhoffmeisters anzeig und bedencken wegen arnrichtung des Lorscher sees 1609. Urheber: Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 13 Nr. 2197, f. 51v-52r, Lizenz: Public Domain.



Abb. 2: Skizze des Lorscher Sees aus dem Jahr 1663. Sichtbar ist unter anderem die Ausleitung des Influß grabe aus der Weschnitz mitsamt Wehr und Schleuse (E) im Süden des Sees, sein Verlauf durch einen Kanal über den Landgraben (D) und ein Rechen in besagten Graben nahe der Bildmitte (C). Das Ende des Einflussgrabens wurde mit B gekennzeichnet, während im Norden des Sees dessen Auslauf (A) durch den Damm sowie auch in dunkelblau die Vertiefung der Fischpfanne erkennbar ist. Urheber: Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 1 K Nr. 200/3, f. 110v-111r, Lizenz: Public Domain.

17.5 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 13 Nr. 2197.

Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 1 K Nr. 200/3.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Hammerstein, Franz von: Haußhoffmeisters anzeig und bedencken wegen arnrichtung des Lorscher sees 1609. Urheber: Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 13 Nr. 2197, f. 51v-52r, Lizenz: Public Domain.

Abb. 2: Skizze des Lorscher Sees aus dem Jahr 1663. Sichtbar ist unter anderem die Ausleitung des influß grabe aus der Weschnitz mitsamt Wehr und Schleuse (E) im Süden des Sees, sein Verlauf durch einen Kanal über den Landgraben (D) und ein Rechen in besagten Graben nahe der Bildmitte (C). Das Ende des Einflussgrabens wurde mit B gekennzeichnet, während im Norden des Sees dessen Auslauf (A) durch den Damm sowie auch in dunkelblau die Vertiefung der Fischpfanne erkennbar ist. Urheber: Darmstadt, Hessisches Staatsarchiv (HStAD), Bestand E 1 K Nr. 200/3, f. 110v-111r, Lizenz: Public Domain.

Literaturverzeichnis

Brakensiek, Stefan (2014): Einleitung: Herrschaft und Verwaltung in der Frühen Neuzeit, in: Stefan Brakensiek u. a. (Hg.): Herrschaft und Verwaltung in der Frühen Neuzeit (Historische Forschungen 101), Berlin, S. 9-24.

Brandt, Ahasver von (2007): Werkzeug des Historikers. Eine Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften (Kohlhammer-Urban-Taschenbücher 33), 17. Aufl., Stuttgart.

Brenner-Wilczek, Sabine u. a. (2006): Einführung in die Moderne Archivarbeit, Darmstadt.

Hochedlinger, Michael (2009): Aktenkunde. Urkunden- und Aktenlehre der Neuzeit (Historische Hilfswissenschaften), Wien.

Kahnt, Helmut / Knorr, Bernd (1986): Alte Maße, Münzen und Gewichte. Ein Lexikon, Mannheim u. a.

Klafki, Eberhard (1966): Die kurpfälzischen Erbhofämter. Mit einem Überblick über die bayerischen Erbhofämter unter den wittelsbachischen Herzögen bis zur Trennung der Pfalz von Bayern 1329 (Veröffentlichungen der Kommission für Geschichtliche Landeskunde in Baden-Württemberg. Reihe B, Forschungen 35) (Diss. Heidelberg 1963), Stuttgart.

Schmid, Gerhard (2004): Akten, in: Friedrich Beck / Eckart Henning (Hg.): Die archivalischen Quellen. Mit einer Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften (UTB Geschichte 8273), 4. Aufl., Köln u. a., S. 74-111.

Schneider, Alois (1989): Die drei ehemaligen herzoglich-württembergischen Fischweiher bei Nabern (Kreis Esslingen). Ein gefährdetes Zeugnis der herrschaftlichen Teichwirtschaft des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit, in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 18 (4), S. 192-197, DOI: https://doi.org/10.11588/nbdpfbw.1989.4.13749.

Siefert, Kurt (1987): Alte Maße und Gewichte im Bereich des Hessischen Odenwaldes vor 1817 (Gammelsbacher Chronik 7), Beerfelden-Gammelsbach.

Uhde, Karsten / Hirsch, Volker (2009): Grundsätze für die Textbearbeitung im Fachbereich Historische Hilfswissenschaften (Stand: 26.04.2009), URL: https://www.archivschule.de/uploads/Ausbildung/Grundsaetze_fuer_die_Textbearbeitung_2009.pdf (27.05.2024).

Weiterführende Lektüre

Burkhardt, Martin (2006): Arbeiten im Archiv. Praktischer Leitfaden für Historiker und andere Nutzer (UTB Geschichte 2803), München u. a..

Eckardt, Hans Wilhelm u. a. (2005): Paläographie – Aktenkunde – Archivalische Textsorten. „Thun kund und zu wissen jedermänniglich“ (Historische Hilfswissenschaften bei Degener & Co. 1), Neustadt an der Aisch.

Das Urbar als Spiegel der Kulturaue

Raphael Longoni

18.1 Quellenbeschreibung

Urbare verzeichnen Besitzungen, Leistungsansprüche und Verfügungsgewalten in einem definierten Grundbesitz (Rückert, 2018). Je nach Sprachregion, Epoche, Inhaber*in und Inhalt werden sie auch als ‚Urbücher', ‚Salbücher', ‚Beraine', ‚Renovationen', ‚Zinsbücher', ‚Rentbücher', ‚Heischbücher', ‚Lagerbücher' oder ‚Grundbücher' bezeichnet. Seit dem Mittelalter waren es Kloster- und Ritterorden, Bischöfe, hohe Adelige und Städte, die so ihre Landgüter dokumentierten. Nur sie verfügten über großen, rentablen Grundbesitz. Frühe Exemplare in Form von Schriftrollen stammen aus dem Früh- und Hochmittelalter. Regelmäßig und weitflächig wurden sie im deutschen Sprachraum aber erst ab ca. 1300 in Form von Büchern abgefasst und überliefert (Bünz, 2002, 183-184). Im 16. Jahrhundert erfuhren sie ihre größte Verbreitung (Fossier, 1978, 43-44). Das Urbar machte die Steuerverwaltung effizienter, da es die herrschaftliche Interaktion mit den Subjekten intensivierte (Sablonier, 2002, 109-117). Die zinspflichtigen Güter und weitere Rechte wurden meist gemäß ihrer topografischen Lage aufgeführt. Dies gewährleistete die Identifizierung. Nach dem Schema im Urbar zogen Verwalter die jährlich anfallenden Abgaben für die Herrschaft ein. Deren Art und Höhe waren festgelegt und der Name der Halter*innen des Zinsgutes vermerkt. Änderungen, die sich durch die Zeit ergaben, wurden über Jahre bis Jahrzehnte in demselben Buch ergänzt und ungültige Inhalte gestrichen (Richter, 1979, 38-53). Ein neues Urbar wurde auf Grundlage der aktuellsten Informationen des vorangehenden erstellt, besonders wenn die Umstände dazu Anlass gaben, z. B. bei Erbteilungen der Landesherrschaft oder bei Kriegsbedrohung. Die Bücher wurden als Reihe über Jahrzehnte bis Jahrhunderte weitergeführt. In Anlehnung an häufiger und regelmäßiger verfasste sogenannte ‚serielle' Quellen, wie z. B. Rechnungsbücher, könnten Urbare als ‚periodische' Quellen bezeichnet werden. Wie diese gehören Urbare ebenfalls zur Finanzdokumentation. Aber sie sind nicht mit den Einnahmebüchern zu verwechseln, welche die Aufzeichnung

Longoni, Raphael (2025): Das Urbar als Spiegel der Kulturaue, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 222-232, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030118, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

der tatsächlich eingezogenen Abgaben beinhalten, die vom idealen Anspruch, der im Urbar erhoben wurde, freilich abweichen konnte (Fossier, 1978, 60).

Eine reichhaltige, relativ geschlossene Sammlung bilden die fürstenbergischen Urbare, die im Bestand ‚Renovationen' im Fürstlich Fürstenbergischen Archiv Donaueschingen überliefert sind. Die Grafen von Fürstenberg tauchen im 13. Jahrhundert in ihrem Kernland in der Baar im nördlichen Schwaben auf, erweiterten ihr Territorium Richtung Westen in den Schwarzwald hinein und konsolidierten es bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts. Der Bestand setzt 1447 ein. Aber das dem ältesten Urbar beigefügte Fragment einer Handschrift, die dem 14. Jahrhundert zuzuschreiben ist, sowie die herrschende Steuerpraxis, die im ersten Buch direkt ersichtlich wird, verweisen auf ältere Wurzeln. Geordnet sind die Bücher nach den territorialen Verwaltungseinheiten, den ‚Vogteien'. Die Vogtei Kinzigtal, die uns hier interessiert, wurde vom Vogteiamt in Wolfach verwaltet, zu dem sich 1509 jenes von Haslach gesellte. Unterteilt war die Vogtei in Verwaltungsbezirke, sogenannte ‚Stäbe'. Sie bestanden aus den Städten Wolfach, Hausach und Haslach und den Tälern der Kinzigzubringer erster und z. T. zweiter Ordnung. Für das Kinzigtal sind bis 1865 insgesamt 77 Bände und Akten überliefert.[1] Verfasst wurden sie seit dem 16. Jahrhundert durch den Obervogt, den Landschreiber und den Schaffner, wobei auf Grundlage der Vorarbeiten zu den einzelnen Stäben pro Periode je ein Kodex für die ganze Vogtei kompiliert wurde. Zwischen diesen gibt es bisweilen zeitliche Lücken. Insbesondere das 18. Jahrhundert weist wenige neue Urbare auf. Wie bei vielen anderen Urbaren (Richter, 1979, 127-150) sind auch hier Abschriften von Ordnungen, Lehnbriefen und weiteren Rechtsdokumenten beigefügt. Diese begründen wichtige Ansprüche der Grafen herrschaftsrechtlich und beinhalten Informationen zur Gewerbe- und Verwaltungspraxis (Keyler, 2005).

Das hier betrachtete Urbar aus dem obengenannten Archivbestand trägt die Signatur ‚Renovationen XIV, A, 1b'. Es wurde 1493 vom fürstenbergischen Schreiber Andreas Kötz, Vogt der Herrschaft Kinzigtal, angelegt. Für die Neuerhebung wurden lokale Gewährsleute zu den herrschenden Besitzverhältnissen befragt. Das Urbar enthält dadurch Aspekte eines Weistums (Bünz, 2002, 171). Bis 1500 wurde es regelmäßig geführt, danach gibt es vereinzelte Zusätze bis mindestens 1596, die in der Nachbearbeitung bei der Erstellung neuerer Urbare entstanden. Das Abgabewesen der Vormoderne war sehr divers. Im Kinzigtal fielen mindestens elf Sorten von Abgaben an und darüber hinaus wurden im Urbar auch immaterielle und zinsfreie Güter mit aufgenommen: die Städte und Schlösser Wolfach, Hausach und Haslach zusammen mit allen Dörfern, Tälern, Leuten, Gütern, Hoch- und Niedergerichten, Lehen und Eigen, Jagdbezirken, Geleiten (Schutz für Reisende), Herrlichkeiten, Fischrechten, Zinsen, Steuern, Zöllen, Dritteln, Erbsteuern, Pfandschaften, Bergwerken, Kloster- und Stiftsvogteien sowie weiteren kirchlichen Amtseinkünften. Eingezogen wurden die Abgaben entlang des Kinzigeinzugsgebiets, wobei sie recht genau

[1] Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIII, A, 1 bis XIV, L, 2.

verortet werden können, da die Namen der Zubringer sich wenig verändert haben und weil viele der großen Hofgüter in den Seitentälern bis heute bestehen. Medial angelegt wurde das Urbar in Form von 32 Papierheften mit je fünf Lagen, die zu einem Buch gebunden und mit lederüberzogenen Holzdeckeln mit Blumenmuster in Blindprägung und einer Metallschließe versehen wurden (Abb. 1). Verfasst ist der Text auf Frühneuhochdeutsch in gotischer Bastardschrift (Abb. 2). Während die Einleitungen in ziemlich fehlerfreier Schönschrift gehalten sind, sind Nachträge schneller geschrieben. Insgesamt weist das Buch viele Gebrauchsnotizen auf, die es als pragmatisches Schrifttum ausweisen (Sablonier, 2002).



Abb. 1: Die ersten beiden fürstenbergischen Urbare der Vogtei Kinzigtal für die Jahre 1447-1500, wahrscheinlich mit einer späteren Bindung. Urheber: Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1a und 1b, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

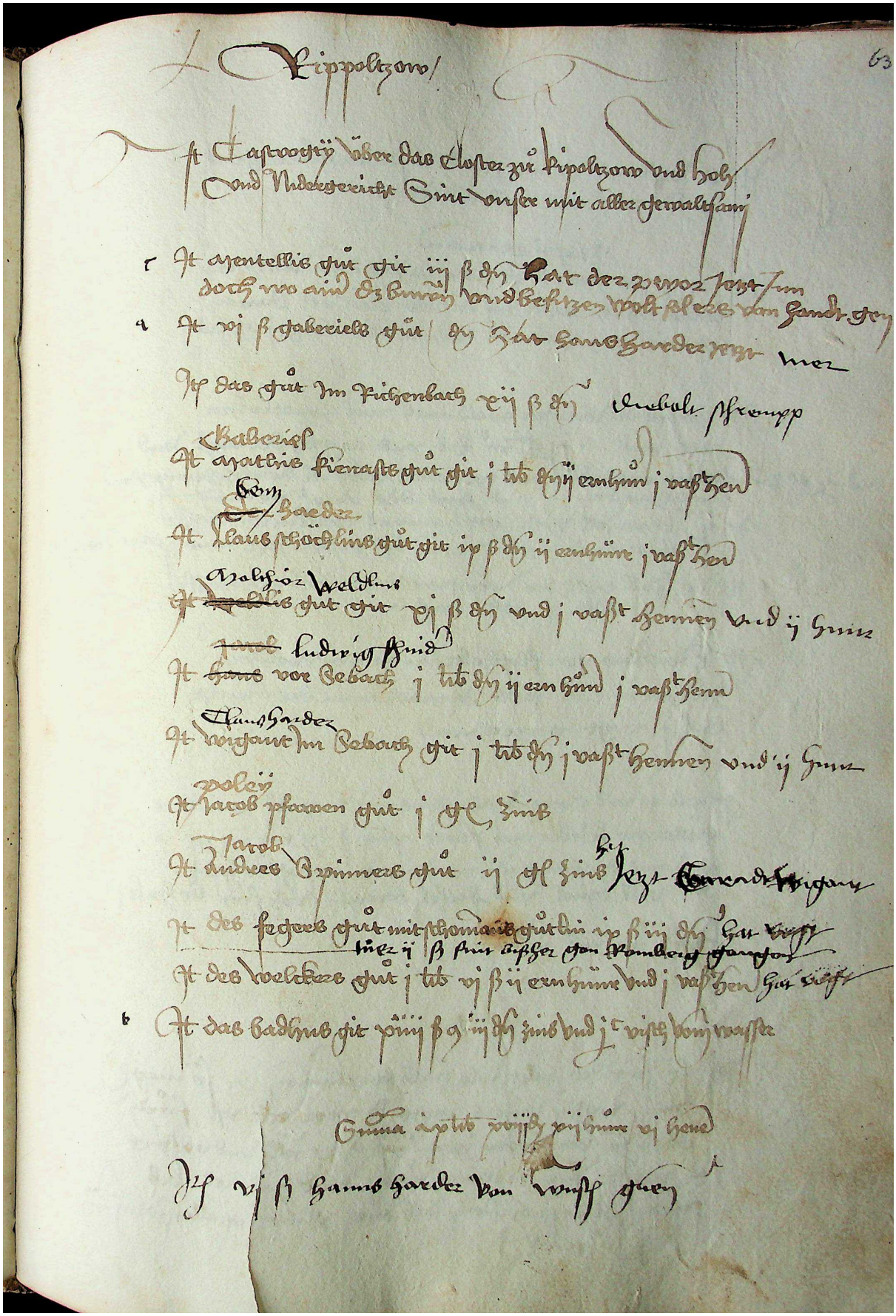


Abb. 2: Erste Seite der landesherrlichen Ansprüche im Stab Rippoldsau 1493-1500. Urheber: Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1b, S. 63, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

18.2 Quellenpräsentation

Präsentiert werden die Aufzeichnungen zu fürstenbergischen Zinsgütern im Tal der Wolf aus dem Kinzigtäler Urbar von 1491-1500.[2] Die Auswahl beschränkt sich auf Einträge mit Bedeutung für die Flussaue. Der Haupttext stammt, wo nicht anders vermerkt, von der Anlagehand H1, während die Zusätze, wo nicht anders vermerkt, von der Nachfolgehand H2 herrühren. Die Transkription und Bearbeitung erfolgt nach den geschichtswissenschaftlichen Editionsrichtlinien für deutschsprachige Quellen von ca. 1400 bis 1700 von Johannes Schultze, überarbeitet durch Walter Heinemeyer (Schultze / Heinemeyer, 2000). Zusätzlich sind Trema gemäß Original übernommen. Nachträge sind in spitze Klammern gesetzt und die damit einhergehenden Streichungen direkt wiedergegeben. Seitenumbrüche sind mit einem doppelten senkrechten Strich gekennzeichnet. Währungseinheiten sind vereinheitlicht als fl. = florentini = Gulden, lb. = librae = Pfund, s. = solidi = Schilling, d. = denarii = Pfennig.

[S. 63]

Rippoltzow[3]

[...]

Item[4] *des Welckers gůt 1 lb. 6 s., 2 ernhůnr und 1 vaß[nach]then[ne]. <Hat vogt>.*

Item das badhus git 14 s. cum[5] *3 d. zins vnd 50 visch vo[n]n wasser.*

[...]

<Item 6 s. Hanns Harder von wůschgrien[6]*.>* ||

[S. 64]

[...]

Item, so sint die vberigen weld ouch wol zu uerlÿhen jars vmb <2,5 fl.>[7] *zů erb und aigen der agst*[8] *und <und [!] 2,5 fl. zoll>*[9] *lotbom*[10] *onschadlich Jacob vor Seebach, Gabriel*

[2]Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1b, S. 63-87; Fürstlich Fürstenbergisches Urkundenbuch 7, S. 282-285.
[3]Bad Rippoldsau, Gemeinde Bad Rippoldsau-Schapbach.
[4]Lateinisch für ‚ebenso', hier als stilistische Einleitung für die einzelnen Ansprüche.
[5]Lateinisch für ‚mit'.
[6]Kiesbank, Kiesufer oder Kiesinsel, die dem Anbau von Schnittgras, Flachs oder Weiden dienen konnte, Schweizerisches Idiotikon 16, 2118-2120, 2152 (‚Wisch' und ‚Wusch').
[7]Nachtrag durch H1 in die im ersten Schreibgang offengelassene Lücke.
[8]D. h. als erbliches Schlagrecht für die Hofgutsbesitzer*innen.
[9]H1.
[10]Schleifgeschirr, das dem Transport von Langhölzern durch Zugtiere diente, Kruenitz 1786, 299 und Fig. 774 (‚Flößholz').

Diebolt Schrempp und Hans Harder und sond des brief nem[m]en[11]*. Item 150 durer zollvÿsch*[12] *git Hainrich Weldlin vo[n]n wasser. Hat der vogt vm[e] 200 visch pro jar an[n]o [14]97 <oder 2 fl.>. Item 60 zollvisch der Wÿgant vom Seebachwasse[r] <oder 1 fl. dafur>.*

Item stocklow[13] *von floßholtz inn herrenwelden zuo hoẅen tůt jars, darnach man die brucht, sol 1 vogt verrechnen.*

[…]

Item, sÿ[14] *sint des hartzzols halb vberkom[m]en, dz sÿ mag[en] mit wissen vnsers vogts dz ůber eck ußfuoren, sollen sÿ von jedem zentner 4 d. r[appen] zǒll. Vnd ob sÿ es dz wasser fůr Wolfach, Husen und Haßlach abfůren, sǒllen sÿ bÿ dem zoll ouch pliben, an allen zoll[e]n nu[n?]n 4 d. zů gebe[n]n.*[15]||

[…]

[S. 71]

Zins und gůlt im tal zů Oberwolfach

Item die wÿgermatten[16] *nutzet ain herr selb.*

Item der wÿgergrund wirt etwa verlÿhen um[e] 6 s.

Item die brůgelmat ist ouch vnser, gilt 5 fl. jars. <Ist Rechtlaw[e]n verschriben worden die brůgelmat[17]*>.*

Item die mǔllin under der burg[18] *zinst jars von ir und iren zůgehorden gůtter[e]n 5 s. d. str[assburgisch] vnd 2 cappon[en].*

[…]

[S. 72]

Fronbach

[…]

[S. 73]

[11]Wohl zu übersetzen als ‚und weitere im Brief genannte Namen'.
[12]Getrocknete kleine Maränen (coregonus albula), Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm 32, 57 (‚Zollfisch').
[13]S. Abschnitt ‚Quellendiskussion'.
[14]Claus und Conradt Schöchlin und Bechtold Wunderer, die für ihre Hofgüter dem Prior des Klosters Rippoldsau zinspflichtig sind.
[15]H2.
[16]Mähwiese bei einem Weiher.
[17]S. Abschnitt ‚Quellendiskussion'.
[18]Burg Wolfach in der Gemeinde Oberwolfach.

Item Hanns Burgbach git von sim gůt im Fronbach 1 lb. d., 2 f[ierzel][19] *habern*[20]*, 3 hůnr, 1 vaßs[nach]thennen. Git dann mer vom gůt zů endt Fronbach, das im gegůndt und gelihen ist mit allen rechten vnder sin tach zů niessen, 1 lb. d., 2 f[ierzel] habern, 2 hůnr, 1 vaß[nach]thennen und gantzen zehenden und 2 vůll*[21]*. Git mer 1 s. von der můllin zins <vnd git 2 schult[hüh]n[er]>.*

[…]

[S. 75]

Item Berenbachs gůt am grien git 1 lb. 5 s. d., 2 f[ierzel] habern, 2 ernhůner, 1 vaß[nach]thenn[e], gantz zehend[en].

Item Claus Heim am grien git 1 lb. 6 s. d., 2 f[ierzel] habern, 2 huner, 1 henn[e] und gantz zehend[en].

[…]

Item Tob Hansen gůt git jar 1 lb. 6 s. d., 2 f[ierzel] hab[er]n, 2 ernhůnr, 1 vas[nach]then[ne] und gantz zehend[en]. Mer 1 zinse von siner můllin, tůt 1 s. d. <Vf gnad, mag der her ander[e]n>[22]*.*

[…]

Inn Gelbach ||

[S. 76]

[…]

Item Claus Brůders zů end Gelbach gůtt[er] gend jars 1 lb. 7 s. d., 2 ernhůnr, 1 vaß[nach]thenn[e] und gantz[en] zehend[en]. Git mer von der můllin zinß 1 s. d. <Hervß wid[er]>[23]*.*

[…] ||

Item Henslin Komming git jars 1 lb. 6 s. d., 2 f[ierzel] habern, 2 schult[hüh]n[er], 2 ernhůnr, 1 vaß[nach]thenne vnd halben zehenden. Git mer von aim lehengůt, genant Stollenlehen, 1 lb. 6 s. d., 2 f[ierzel] habern, 2 ernhůnr, 1 vaß[nach]thenne und gantzen zehenden von dem gůt und 2 fůll.

[…]

[S. 78]

[19] Viertel, ein Hohlmaß für Getreide.
[20] Hafer.
[21] Fällige Abgabe, die hier offenbar eindeutig definiert ist, allerdings ohne sie näher zu erklären.
[22] H1.
[23] H1. Möglicherweise zu interpretieren als ‚ausgesetzt'.

[...]

Item Henslin Rober, gena[nn]t Henslin Muller, git von sin gůter 1 lb. 7 s. d., 2 f[ierzel] habern, 2 ernhunr, 1 vaß[nach]thenne und gantz zehend[en]. Mer von der mů̈llin, so er abgon lassen hat, 1 s. oder 1 kappon.

Item Adem Barho git von sinen gůttern 1 lb. 15 s. 9 d., 2 f[ierzel] habern, 2 ernhůnr, 1 vaß[nach]thenne und gantz zehenden. Git mer von der mů̈llin 1 s. d.

[...]

[S. 80]

[...]

Item 1 s. git die Friderichin[24] *vff der grůb*[25] *von aim ackern zuo zinß jars.*

[...]

18.3 Quellendiskussion

Zuletzt sollen die Informationen aus dem Urbar hinsichtlich ihres Werts für die historische Auenforschung diskutiert werden. Die Urbare unterrichten uns über die herrschaftlichen Beziehungen der Grafen von Fürstenberg zu ihren Subjekten. Die Abgabepflichten waren vielschichtig. Für Gutshöfe setzen sie sich allgemein aus Zehnt und Lehnzinsen, bestehend aus definierten Zuchthühnern, Roggen, Hafer und Geld, zusammen. Letzteres ist zumeist in Pfund Pfennigen angegeben, was einer virtuellen Währung für die Finanzbuchhaltung entspricht. Die Wertangaben in Gulden und Hellern verweisen auf Realwährungen und die Monetarisierung dieses ländlichen Raums um 1500. Die Naturalabgaben versorgten die lokalen Vogteisitze, in diesem Fall das Schloss Wolfach.

Flussauen und ihre Nutzung bildet das Urbar durch direkte Informationen zur Umwelt und zur Landnutzung am Fluss topografisch ab. Trotz ihrer Gebirgslage bildete die Wolf Auen aus, die bewirtschaftet wurden. Darauf verweisen Toponyme wie Rippoldsau und die Erwähnung kiesiger, hydrologisch veränderlicher Auflandungszonen (*grien*) (zu diesem Quellentyp in diesem Band: Voigt u. a., Geographische Namen). Die in keinem Wörterbuch erklärte ‚Stöcklau' ist anhand ihrer mehrfachen Verwendung im Urbar als Gehölz in der Flussaue zu interpretieren, das für den Gewinn von Brennholz als Niederwald bewirtschaftet wurde. Weiter werden in den vorgestellten Quellenausschnitten sieben Mühlen genannt, wovon eine 1493 bereits abgegangen war. Die meisten von ihnen waren Teil des bäuerlichen

[24] Wahrscheinlich die Witwe des weiter oben genannten Lentz Friderich.
[25] Wahrscheinlich am Tiefenbach, wo sich auch die direkt vorangehenden Zinsgüter befinden, und nicht am Gelbach.

Gutsbetriebs und mahlten sicher Korn, denn andere Zwecke des Wasserantriebs wie die Sägerei werden explizit ausgewiesen. Weiter erfahren wir von verliehenen Fischereirechten in Bad Rippoldsau und im Seebach unterhalb des Glaswaldsees. Dass die Anzahl abzuliefernder Fische absolut definiert war, lässt auf eine zuverlässige Fischmigration und eine entsprechende Durchlässigkeit der Flussgerinne schließen, was nicht selbstverständlich ist. Denn jene wurde durch die Flößerei aufgrund der dafür erforderlichen Stauwerke tendenziell eingeschränkt. Ein solcher Schwallweiher ist zusammen mit einer ‚Prügelmatte', die womöglich zur Holzlagerung diente, bei Oberwolfach ausgewiesen.

Aufgrund der knapp gehaltenen und relativ standardisierten Ausdrucksweise der hier präsentierten Einträge unterliegt der Informationsgehalt der Urbare gewissen Einschränkungen. So werden Abgabenpflichtige wie der *Welcker* öfter gemäß einer Berufsbezeichnung benannt, von der aber nicht gewiss ist, ob sie einer aktuellen Landnutzung entspricht oder auf frühere Generationen zurückgeht. Mühlzinsen verweisen nur bei größeren Anlagen auf Standorte in der Flussaue. Kleinere Bauernmühlen wurden hingegen auch oberschlächtig und an Steillagen betrieben, was in den Urbaren schwierig zu unterscheiden ist. Die Informationen in den Urbaren sind also eher oberflächlich, topografisch und quantitativ. Qualitative Tiefe kann jedoch zu einem gewissen Grad über den Kontext weiterer Einträge und die zusätzlich beigefügten Dokumente gewonnen werden.

Hinsichtlich der Fluvialen Anthroposphäre bieten die Urbare aufgrund ihrer periodischen Fortführung bis zur Industrialisierung die Möglichkeit für Langzeitvergleiche. Veränderungen in der Anzahl und Zusammensetzung der Landnutzungen mit Bedeutung für die Flussauen können so ermittelt werden. Sogar kleine Bergbauaktivitäten auf Bauerngütern wie jenem von Henslin Komming und der Friderichin werden erfasst, obwohl sie im Vergleich zu den größeren Minen einen geringen Beitrag zur Schwermetalleinlagerung in den Auensedimenten lieferten. Hingegen dürften die der Flößerei zugrundeliegenden Rodungsaktivitäten, die in den Zinsen zur Waldnutzung und den Holzzöllen zum Ausdruck kommen, aufgrund erhöhten Oberflächenabtrags auch in tieferliegenden Auen ihren Niederschlag gefunden haben. Dies bietet die Möglichkeit zum Vergleich geomorphologischer mit geschichtswissenschaftlichen Befunden.

18.4 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1a.

Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1b.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die ersten beiden fürstenbergischen Urbare der Vogtei Kinzigtal für die Jahre 1447-1500, wahrscheinlich mit einer späteren Bindung. Urheber: Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1a und 1b, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Erste Seite der landesherrlichen Ansprüche im Stab Rippoldsau 1493-1500. Urheber: Donaueschingen, Fürstlich Fürstenbergisches Archiv, Renovationen XIV, A, 1b, S. 63, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Literaturverzeichnis

Bünz, Enno (2002): Urbare und verwandte Quellen zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, in: Michael Maurer (Hg.): Aufriss der historischen Wissenschaften, Bd. 4: Quellen, Stuttgart, S. 168-189.

Fossier, Robert (1978): Polyptiques et censiers (Typologie des sources du moyen âge occidental 28), Turnhout.

Fürstenbergisches Urkundenbuch. Sammlung der Quellen zur Geschichte des Hauses Fürstenberg und seiner Lande in Schwaben, Bd. 7: Quellen zur Geschichte der Fürstenbergischen Lande in Schwaben vom Jahre 1470 - 1509 (1891), hg. von Franz Ludwig Baumann, Tübingen.

Grimm, Jacob / Grimm, Wilhelm (1985): Deutsches Wörterbuch, 32 Bände, Leipzig ND (1854-1971), URL: `https://www.woerterbuchnetz.de/DWB` (10.04.2025).

Keyler, Regina (2005): Lagerbücher, in: Christian Keitel / Regina Keyler (Hg.): Serielle Quellen in südwestdeutschen Archiven, Stuttgart, S. 55-62.

Krünitz, Johann Georg (1773-1858): Oekonomische Encyklopädie oder allgemeines System der Staats- Stadt- Haus- und Landwirthschaft, 242 Bände, Berlin, URL: `http://www.kruenitz.uni-trier.de` (22.12.2024).

Richter, Gregor (1979): Lagerbücher- oder Urbarlehre. Hilfswissenschaftliche Grundzüge nach württembergischen Quellen (Veröffentlichungen der staatlichen Archivverwaltung Baden-Württemberg 36), Stuttgart.

Rückert, Peter (2018): Urbare, Version vom 20.07.2018, in: Landesarchiv Baden-Württemberg (Hg.): leobw. Landeskunde entdecken online, URL: `https://www.leo-bw.de/themenmodul\/sudwestdeutsche-archivalienkunde/archivaliengattungen/amtsbucher/urbare` (16.12.2024).

Sablonier, Roger (2002): Verschriftlichung und Herrschaftspraxis. Urbariales Schriftgut im spätmittelalterlichen Gebrauch, in: Christel Meier u. a. (Hg.): Pragmatische Dimensionen mittelalterlicher Schriftkultur (Akten des Internationalen Kolloquiums 26.-29. Mai 1999) (Münstersche Mittelalter-Schriften 79), München, S. 91-120.

Schweizerisches Idiotikon, 16 Bände (1881-2012), Basel u. a., URL: `https://idiotikon.ch` (22.12.2024).

Schultze, Johannes / Heinemeyer, Walter (2000): Richtlinien für die Edition von Quellen zur neueren deutschen Geschichte, in: Walter Heinemeyer (Hg.): Richtlinien für die Edition landesgeschichtlicher Quellen, 2. Aufl., Marburg u. a., S. 27-39.

Fischers Moritz.

Urbane Flussauen im Spiegel einer Nördlinger Stadtrechnung (1496/97)

Gerrit Jasper Schenk

19.1 Einleitung: Rechnungen als Quellen

Rechnungen gehören zur sogenannten pragmatischen Schriftlichkeit, also zum großen Bereich derjenigen Texte, die vor allem in pragmatischen Zusammenhängen (Alltag, Beruf, Verwaltung) entstehen, einem Zweck dienen, eine Handlung begleiten, dokumentieren oder Wissen bereitstellen (Keller, 1992, 1). In diesem Beitrag wird danach gefragt, wie aus Rechnungen Wissen über historische Flussauen und die Gesellschaften, die in ihnen lebten, sowie den Interaktionen zwischen Fluss und Gesellschaft gewonnen werden kann. Dafür ist Quellenkritik in mehreren Schritten erforderlich. Zum einen muss die übliche historische Quellenkritik unter Beachtung der Quellengattung befolgt werden (vgl. Wozniak, 2024; in diesem Band: Schenk u. a., Einleitung). Zum anderen ist eine besondere Sensibilität für die speziellen Aspekte erforderlich, die sich aus der spezifischen Fragerichtung ergeben. In besonderem Maß relevant ist eine mehrschrittige Quellenkritik für Texte, die auf den ersten Blick ein nüchternes Abbild der Wirklichkeit wiederzugeben scheinen, wie vor allem Rechnungslegungen (Quittungen, Rechnungen, Rechnungsbücher usw.). Diese Quellengattung ist Gegenstand einer hoch spezialisierten Forschung (z.B. Flachenecker / Tandecki, 2010; Gleba / Petersen, 2015; Pätzold / Stumpf, 2016; Sarnowsky, 2016), die jedoch bisher kaum den in diesem Beitrag thematisierten Fragestellungen nachgegangen ist. In der Archäologie des Mittelalters ist generell bekannt, dass mittelalterliche Rechnungen zur Erschließung der materiellen Alltagskultur herangezogen werden können (Kühn, 2016). Prinzipiell wird der Quellengattung in der umwelthistorischen Forschung ein Erkenntniswert beispielsweise für die Rekonstruktion von Veränderungen des historischen Fischbestandes in Langzeit-

Schenk, Gerrit Jasper (2025): Fischers Moritz. Urbane Flussauen im Spiegel einer Nördlinger Stadtrechnung (1496/97), in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 233-267, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030119, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

perspektive (Haidvogl u. a., 2014, 500, 504f.) oder von Ernährungsgewohnheiten mit Fisch (Kevrić u. a., 2023, 7-9) zugeschrieben. Wie dies im Einzelnen erfolgen kann, wird am Beispiel eines Abschnitts aus den Stadtrechnungen der Reichsstadt Nördlingen 1496/97 über Einnahmen und Ausgaben im Zusammenhang mit Fischfang erläutert. Zentrale Fragen lauten: Welche quellenkundlichen Überlegungen sind dafür wichtig, was muss die erforderliche Quellenkritik beachten, wie kann eine kritische Edition und Interpretation einer Rechnung aussehen? Welche Probleme sind dabei zu berücksichtigen und welche Reichweite haben die erzielten Erkenntnisse?

Die zunächst naheliegende Annahme, dass die Quellengattung ‚Rechnungslegung' wegen ihrer quantitativen, vermeintlich statistisch auswertbaren und ‚objektiven' Angaben einen privilegierten Zugriff auf die vergangene Wirklichkeit bietet, trifft nicht zu (Bruch, 2015, 14f.; Butt, 2015, 81f.). Auch hier wirkten sich Faktoren wie die einer spezifisch perspektivierenden Auswahl aus der jeweiligen Lebenswirklichkeit der Zeitgenossen aus, wenn auch anders als beispielsweise in erzählenden Quellen wie Regionalchroniken, Annalen oder Reiseberichten (vgl. in diesem Band: Schenk u. a., Einleitung). Die Zeitgenossen determinieren durch die Auswahl dessen, was sie in den Rechnungslegungen notierten und wie sie es taten, die Möglichkeiten einer Rekonstruktion der vergangenen Wirklichkeit durch die untersuchenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. So notierten sie nur bestimmte Einzelheiten quantifizierend und diese möglicherweise auch generell oder nicht immer vollständig, beispielsweise bei Einnahmen und Ausgaben durch wechselnde Kriterien der Aufzeichnung (z.B. Stückzahl, Gewicht, Geldwert einer Naturaleinnahme, Dauer einer geleisteten Arbeit). Die Gründe dafür sind im Einzelfall so vielfältig wie schwer zu bestimmen und daher auch nur schwer in Umfang und Bedeutung einzuschätzen. So geht aus den Aufzeichnungen selbst nur selten hervor, ob es sich im konkreten Fall einer lückenhaften, ungenauen oder fehlerhaften Aufzeichnung um einen intentionalen Betrug handelt (z.B. durch Unterschlagung, Begünstigung usw.) oder ob diese Art der Aufzeichnung aus guten Gründen, Unvermögen, aus Nachlässigkeit oder schlicht und einfach ohne jede bewusste Absicht erfolgte (zum Problem schon Mersiowsky, 2000, 306-314). Umgekehrt lässt die Art und Weise der Aufzeichnung auch Schlüsse über beispielsweise die Wahrnehmung von explizit gemachten oder impliziten Wertigkeiten und Rangordnungen zu. Dies wird etwa dann erkennbar, wenn in einem Fall eine geleistete Arbeit ohne Unterschied in Münzgeld oder Gütern entlohnt wird, man aber in einem anderen Fall, systematisch nach Personengruppen unterscheidbar, eine Gruppe mit Münzgeld und die andere Gruppe durch die Gabe von beispielsweise symbolisch zu verstehenden Gütern bezahlt (siehe unten Abschnitt 19.5 zu Tagelöhnen und der Verteilung von Fischen als Geschenk).

Hinzu treten weitere Eigenarten der Quellengattung, die man kennen muss, um überhaupt semiquantitative oder quantitative Angaben machen zu können. Manchmal bieten Rechnungslegungen im Spätmittelalter und der Frühen Neuzeit nämlich eine serielle Überlieferung. Das bedeutet, dass den einzelnen Rechnungen eine sich wiederholende Struktur der Aufzeichnung zugrunde liegt, sie fortlaufend geführt wurden und die Rechnungen als Rechnungshefte oder Rechnungsbücher in langen, manchmal über Jahrhunderte laufenden Reihen ohne oder mit nur wenigen Lücken vorliegen. Die günstigenfalls digitale Edition und Auswertung einer serienweise vorliegenden Überlieferung weist allerdings wiederum besondere Schwierigkeiten auf, zumal dann, wenn sie für eine statistische Analyse mit Hilfe einer Datenbank aufbereitet werden soll (Bünz, 2020, 234-237; am Beispiel der von Jörg Rogge und anderen digital erschlossenen Augsburger Baumeisterbücher Würz, 2016; Voigt, 2017, 185-196). Dazu gehört zum einen die Lösung ganz einfacher Probleme, die aber für eine auf normierten Daten beruhenden statistischen Auswertung zentral sind: Die Datierung von Rechnungsposten oder zumindest die Zuordnung einzelner Rechnungsabschnitte zu Abrechnungszeiträumen; die Kategorisierung von Rechnungsposten und ihre Zuordnung zu einem einheitlichen Kategorienschema (z.B. Schulden, Kredite, Bauausgaben, Amtsentlohnung); die Berücksichtigung unterschiedlicher Maße, Gewichte, Hohlmaße und anderer Mengenangaben mit nötigenfalls der Umrechnung von je Zeit und Raum unterschiedlichen Einheiten; die Berücksichtigung unterschiedlicher Währungssysteme, Recheneinheiten und Abrechnungssysteme, etwa die Differenzierung zwischen Münzgeld und Rechengeld mit dem Problem schwankender Wechselkurse und unter Berücksichtigung der Preisentwicklung und Geldentwertung (dazu schon Fouquet, 1999, 122-133; Voigt, 2017, 144-179). Dafür ist eine intime Kenntnis der Wirtschafts- und Verwaltungsgeschichte, des Rechnungswesens und der Haushaltführung der jeweils rechnungsführenden Institution und des historischen Kontextes erforderlich. Nur so können beispielsweise Veränderungen und Sonderposten erkannt werden und gegebenenfalls Nebenkassen, Sonder- und Nebenhaushalte, Dotierungen und Stiftungen (für Kriegszüge, kommunale Betriebe, Hospitäler), die oft nur indirekt nachweisbare Amtsentlohnung durch Naturalien und Abgabeleistungen in Naturalien oder Arbeit entdeckt und kalkulatorisch berücksichtigt werden (Fouquet, 2010, 73-77).

Ob man wegen all dieser methodologischen, kategoriellen und analytischen Schwierigkeiten gleich so weit gehen muss, die Angaben in vormodernen Rechnungslegungen generell als „Datenmüll“ zu bezeichnen (so Malte Prietzel in Bruch, 2015, 15 Anm. 14), sei dahingestellt, denn in aller Regel wurden sie eben wegen des Bedürfnisses der Nachvollziehbarkeit und der Kontrolle von Ausgaben und Einnahmen schriftlich festgehalten und dienten den Verantwortlichen der Rechtfertigung von Ausgaben und Einnahmen gegenüber Personen(gruppen) und Institutionen. Die Systematik mittelalterlicher öffentlicher Rechnungsführung hat mit dem heutigen Verständnis von (territorialer oder städtischer) Rechnungslegung und

Haushalt zwar wenig zu tun und ist insofern schwer mit gegenwärtigen Verhältnissen in Vergleich oder Abgleich zu bringen, eben weil z.B. das Amt auch die Amtsperson ernähren musste und dies auch durfte, also in der Wahrnehmung der Zeitgenossen keine Unterschlagung oder Begünstigung darstellt. Weite Teile dessen, was heute als steuer- oder abgabenfinanzierte Aufgabe des Staates angesehen wird, wurde zudem von Stiftungen, Genossenschaften und Bruderschaften übernommen (Fouquet, 2000, 104f., 126f.). Es gab aber durchaus Kontrollen und präventive Maßnahmen, um Fehler und Unterschlagungen (im Verständnis der Zeitgenossen) zu unterbinden und zu verhindern (Mersiowsky, 2000, 314-336). Ein gewisser Realitätsbezug ist den Angaben im zeitgenössischen Kontext also schon allein wegen der wie auch immer gearteten grundsätzlichen Denkbarkeit einer Überprüfung keinesfalls abzusprechen (Butt, 2015, 99-101) und daher ist es eine wichtige Aufgabe der Quellenkritik, die Art und Weise dieses Realitätsbezugs möglichst präzise zu bestimmen. So wurde am Beispiel der durch einen Notar kontrollierten Rechnungen des Bürgerspitals Würzburg vom Ende des 15. Jahrhunderts nachgewiesen, dass das Jahresergebnis 1495 zwar wegen des Einbeziehens von einmaligen Zahlungen, des Ausgleichs von Rückständen und anderen Elementen nicht den heutigen kaufmännischen Methoden entsprach und unter anderem deswegen nicht geeignet war, die jährliche Unterdeckung (d.h. zu hohe laufende Kosten) auch nur annähernd zu erfassen, aber über mehrere Jahre hinweg die wirtschaftliche Entwicklung doch so weit zu erkennen erlaubte, dass der verantwortliche Spitalmeister die finanzielle Verwaltung durchaus im Sinne einer Erhaltung der wirtschaftlichen Grundlagen zu steuern vermochte (Braun, 2010, 86f.).

Dieser Aspekt einer Herrschaft mit Zahlen unter den Bedingungen der Vormoderne und in Räumen begrenzter ‚Staatlichkeit' hat in letzter Zeit verstärkt die Aufmerksamkeit der Forschung gefunden und wird als eine Form vormoderner ‚Governance' thematisiert (Wüst, 2010, 228-232). Im Mittelpunkt steht die Beobachtung, dass in noch genauer zu bestimmender Analogie zum eigentlich postmodernen Governance-Konzept in der Vormoderne überwiegend weiche Formen der Regierung und gesellschaftlichen (Selbst-)Steuerung durch Kooperation von ‚staatlichen' und ‚nichtstaatlichen Akteuren' existierten. Übertragen auf die Verhältnisse der Vormoderne, in der sich unterschiedliche Formen von ‚Staatlichkeit' erst ausbildeten, ist darunter beispielsweise in Städten ein Zusammen- und manchmal auch Gegeneinander Wirken des Stadtrats, der Zünfte, Brunnengemeinschaften, Klöster, Stifte und Spitäler zu verstehen, die in ihrer Gesamtheit Aufgaben übernahmen und finanzierten, die im öffentlichen Interesse lagen (wie z.B. Gewerbeaufsicht, Bau und Unterhalt von Brunnen, religiöse Dienstleistungen, Sozialfürsorge). Es muss also berücksichtigt werden, dass in den Rechnungslegungen, die unter der Aufsicht des Stadtrates entstanden, nicht immer oder nicht regelmäßig auch die Ausgaben und Einnahmen dieser anderen Akteure erfasst wurden.

Ein weiterer, jüngerer Ansatz zur Analyse vormoderner Rechnungslegungen folgt weniger einer quantifizierenden Methodik, die auf Erkenntnisse der Wirtschaftswissenschaft zurückgreift (so noch Rosen, 1977, 50), sondern vielmehr einer qualitativen oder semiquantitativen sozial- und kulturwissenschaftlichen Herangehensweise (Bruch, 2015, 13-15). Wer weniger nach Bilanzen, Quantitäten und ökonomischen Trends fragt, sondern mehr nach den Bedeutungen und Bedeutungszuschreibungen einzelner oder gruppenweise kategorisierbarer Einnahme- und Ausgabeposten, nach einzelnen Personen und Personengruppen, nach der Anordnung von Posten, aber auch danach, welcher zeitlichen und systematischen Logik die Verzeichnung der einzelnen Posten folgt (Gleba, 2016), schließlich auch, was verbessert, ausgestrichen oder alles nicht von der Rechnungslegung erfasst wird (aber durch andere, z. B. auf den Methoden der Naturwissenschaften beruhenden Nachweisen bekannt ist), dem erschließen sich soziokulturelle und sozioökonomische Zusammenhänge, Strukturen und Entwicklungen. Auf diese Weise lassen sich Rechnungslegungen etwa auch hinsichtlich alltagsgeschichtlicher Fragen analysieren. So wurden beispielsweise gruppenbezogene Ernährungsgewohnheiten am Beispiel eines Frauenkonvents untersucht und dadurch Einblick in die Bedeutung von Fisch für die Ernährung gewonnen, die Rhythmen des Fischkonsums (in der Fastenzeit mehr), die verzehrten Fischarten, ihre Herkunft und im günstigsten Fall auch quantitative Aussagen über Mengen, Preise und Trends festgestellt (Kevrić u. a., 2023, 7-9). Diesen jüngeren Ansätzen folgend kann eine umweltgeschichtliche Analyse von Rechnungslegungen dazu beitragen, wertvolle Erkenntnisse über die Entwicklung der fluvialen Anthroposphäre (zum Konzept vgl. in diesem Band: Schenk u. a., Einleitung) sowohl durch qualitative Aussagen zu erzielen als auch, unter Berücksichtigung der eben erläuterten Grenzen, quantitative Aussagen zu machen.

19.2 Quellenkritik: Die Stadtkammerrechenbücher Nördlingens – Genese, Struktur und Wirklichkeitsbezug

Die Reichsstadt Nördlingen war im Spätmittelalter eine Stadt mittlerer Größe, deren Einwohnerzahl von 1450 bis 1550 zwischen etwa 5000 und 7500 schwankte. Sie hatte für das Umland eine zentralörtliche Funktion und besaß dank einer zu Pfingsten gehaltenen Messe auch eine überregionale wirtschaftliche Bedeutung (Fumasoli, 2017, 66, 86-92; Kießling, 1989, 24-265). Seit wann der Rat die städtische Haushaltsführung mit Hilfe von Rechenbüchern unter Kontrolle zu halten versuchte, ist nicht bekannt. Seit 1399 haben sich jedenfalls Stadtkammerrechenbücher in einer Reihe mit wenigen Lücken (1400, 1402-1405, 1414, 1460) bis zum Ende der Reichsstadt zu Beginn des 19. Jahrhunderts erhalten. Als serielle Quelle bieten sie umfassende Einblicke in die städtische Haushaltführung in der *longue durée*, allerdings mit den oben genannten Einschränkungen hinsichtlich der

Erfassung aller Einnahmen und Ausgaben, weil beispielsweise die Wirtschaftstätigkeit des Spitals und einiger städtischer Ämter wie der städtischen Waage separat verzeichnet wurde (Darmann, 2009, 85).

Seit 1348/49 besaß Nördlingen eine Verfassung, in der die Ratsmitglieder zu einer Hälfte aus den Zünften gestellt wurden, zur anderen aus der Reihe der alteingesessenen Ratsfamilien (Voges, 1988, 20f.). Die Ratsordnung von 1450/55 sah vor, dass aus der Reihe dieser Stadträte zwei Rechner mit einer Amtszeit von zwei Jahren gewählt wurden, wobei jeweils einer jährlich neu zu wählen war (Oberrechner: Alter Rat; Unterrechner: Zunftmitglied). Sie standen den anderen Amtleuten der städtischen Finanzverwaltung (Zoll-, Ladenmieten- und Wachgeldeinnehmern, Baumeistern, Ungeltern[1] usw.) vor, beaufsichtigten sie hinsichtlich der korrekten Amtsführung und waren ihrerseits dem Kleinen Rat rechenschaftspflichtig, wie unter anderem aus ihrem Amtseid hervorgeht (Müller, 1933, 84, 162-164, 167, 413f., 442f.). Seit 1433 schrieb der Stadtschreiber die Eintragungen in das Rechenbuch (Müller, 1933, 394 Z. 28), seit 1468 übernahm mit dem Nördlinger Bürger Claus Meyer ein eigener Rechenamtsschreiber diesen Dienst, den er auch noch 1496 gegen einen Jahreslohn von 24 Gulden ausübte (Darmann, 2009, 86; Nördlingen, StA, I/ R6 F3–4#1 Stadtkammerrechnung 1496, fol. 93v). Die Rechner verfügten ferner seit etwa 1484 über einen Rechenknecht (Müller, 1933, 467 Z. 10-15). Da die Rechner gemeinsam mit dem Rat zu St. Georgi (24. April)[2] ins Amt gewählt wurden, lief ihre Amtszeit und mit ihr das Rechenjahr jeweils vom 24. April bis zum 23. April des nächsten Jahres (Voges, 1988, 24; Darmann, 2009, 85f. Anm. 346).

Entsprechend diesem Ämterrhythmus entstanden jahrweise gebundene Stadtkammerrechenbücher, auf Papier geschrieben und in einen Pergamenteinband gebunden (bisweilen in alte Urkunden, manchmal rot eingefärbtes Leder), auf dem meistens neben der Aufschrift *Rechenbuch* die Namen der Rechner und die Jahreszahl stehen und manchmal weitere Zeichnungen (Wappen) zu finden sind. Anfangs scheinen sie aus zunächst einzeln verwendeten Lagen zusammengestellt und erst am Jahresende zusammengebunden worden zu sein. Später waren die Lagen (ohne Pergamentumschlag) wohl bereits gebunden und lagen (seit 1416) mit möglicherweise vorweg notierten Rubriken vor. Im ersten Viertel des 16. Jahrhunderts kam nach Rechnungsabschluss noch ein vorgeschaltetes, alphabetisches Register mit Stichworten zum Inhalt dazu, weshalb vermutet werden kann, dass die Bände erst danach endgültig in ihren Einband gebunden wurden. 1475 wurden Kosten für neue Rechnungsbücher verzeichnet (Darmann, 2009, 85 Anm. 356). Allerdings scheinen manchmal einzelne Lagen mit Sonderabrechnungen wie den Schenkungslisten anlässlich des Besuchs Kaiser Maximilians I. vom 2. Dezember 1495 bis zum 7. Januar 1496 dem Stadtkammerrechenbuch entnommen und andernorts aufbewahrt worden zu sein (hier im

[1] Ungelter: Für die Einnahme von Ungeld, einer Verbrauchssteuer, zuständig.
[2] Vgl. Grotefend, 1991, 60, der auch im Folgenden für alle Datumsberechnungen herangezogen wird.

sogenannten Kaiserempfangsbuch, Schenk, 2003, 568f.). An den erhaltenen Bänden seit 1399 lässt sich grob die Entwicklung einer inneren Struktur des Stadtkammerrechenbuches ablesen. Während bis 1415 die Einträge in Einnahmen in der vorderen und Ausgaben in der hinteren Hälfte eingeteilt, die einzelnen Posten aber keinen weiteren Unterkategorien zugeordnet wurden, bildete sich seit 1416 eine innere Struktur, gegliedert nach Einnahmen, Ausgaben und Schulden aus, die sich mit ihren rubrizierten Unterkategorien bis ins erste Drittel des 16. Jahrhundert in den Grundzügen wiederholt und daher eine serielle Untersuchung erleichtert (Darmann, 2009, 86f.).

Hier tauchen mit einigen Unterbrechungen und Inkonsistenzen zwei im Zeitverlauf zunehmend deutlicher von den anderen Posten unterscheidbare Gruppierungen von Einträgen zu den städtischen Gewässern (Stadtgraben, Kornlach, Eger, Bürgerweiher, Bleichgraben, siehe Abb. 2) und der Fischerei in ihnen auf: Zuerst begegnen schon seit 1399, zunächst aber unregelmäßig, unter den Ausgaben im zweiten Drittel der Stadtkammerrechenbücher Posten für Fischsetzlinge im Stadtgraben (Nördlingen, StA, I/ R6 F1-1#1 Stadtkammerrechnung 1399, fol. 14v, 16r), die dann seit 1417 zusehends regelmäßiger und thematisch zusammengefasst eingetragen werden. In der Regel erhält der städtische Fischer, über den gleich noch Genaueres zu sagen ist, eine Entlohnung dafür, dass er den Stadtgraben und andere Gewässer in städtischem Besitz mit Fischrogen oder Setzlingen versieht. Ferner werden hier auch Ausgabeposten gelistet, die allgemein mit der Pflege und dem Unterhalt des Stadtgrabens und der städtischen Gewässer zusammenhängen. Außerdem werden auch Ausgaben für die traditionellen Fischgeschenke an hochstehende Gäste der Stadt angeführt (dazu Schenk, 2003, 393-395, 565f., 603, 644), die zum Teil offenbar vom Stadtfischer und aus den städtischen Gewässern stammten (Nördlingen, StA, I/ R6 F2-1#1 Stadtkammerrechnung 1436, fol. 38r: Fischgeschenk für *graf Hansen von Otingen*[3]), aber zum Teil auch von anderen Fischern gefangen wurden und die daher nicht immer zwingend auch aus den städtischen Gewässern stammen müssen. Diese Ausgabenposten verfestigen sich zusehends und werden seit 1462 in einer eigens hervorgehobenen Rubrik ‚Fischwasser' zusammengefasst (Nördlingen, StA, I/ R6 F2-4#8 Stadtkammerrechnung 1462, fol. 58r: *Was vff vnser vischwasser gat*). Zweitens finden sich unter den Einnahmen im ersten Drittel der Stadtkammerrechenbücher seit 1417 mit zunehmender Regelmäßigkeit Erlöse aus dem Verkauf von Fischen, die aus meist benannten städtischen Gewässern stammten und unter der einleitenden Zeile *[. . .] us vischen geloset* (Nördlingen, StA, I/ R6 F1-1#13 Stadtkammerrechnung 1417, fol. 6v) oder *Ynnemen von vischen us der stat graben* (Nördlingen, StA, I/ R6 F1-2#6 Stadtkammerrechnung 1423, fol. 8r) oder ähnlichen Formulierungen verzeichnet wurden. Diese Eintragungen verfestigen sich seit den 1430er Jahren zusehends

[3]Wohl Graf Johann I. von Oettingen-Wallerstein, vgl. Kudorfer, Dieter (2012): Oettingen, Grafen/Fürsten von, publiziert am 23.04.2012; in: Historisches Lexikon Bayerns, URL: `http://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Oettingen,_Grafen/FÃijrsten_von` (24.05.2025).

zu einer regelmäßig wiederkehrenden Rubrik unter einer einheitlichen Zeile, jedoch ohne besondere Hervorhebung (etwa Nördlingen, StA, I/ R6 F2-4#5 Stadtkammerrechnung 1459, fol. 18v: *Uß vischen gelo̊ßt*).

Ein besoldeter städtischer Fischer lässt sich bereits 1401 und fortan nicht ganz regelmäßig bis ins 16. Jahrhundert unter der Rubrik *Amptlůte* fassen (Nördlingen, StA, I/ R6 F1-1#2 Stadtkammerrechnung 1401, fol. 30r). Einige Eintragungen sprechen dafür, dass für dieses Amt vorwiegend ein Zunftmeister in Frage kam, der zugleich als Zunftvertreter im Stadtrat saß (zum Beispiel Nördlingen, StA, I/ R6 F1-3#3 Stadtkammerrechnung 1428, fol. 39v, 81v), und dass seine in der Regel jahrweise immer wieder verlängerte Amtszeit analog zu derjenigen der oben erwähnten Stadtrechner von St. Georg bis St. Georg lief.[4] Den Abrechnungen zufolge waren seine Aufgaben vielfältig und umfassten vor allem die Bewirtschaftung der wasserführenden Teile des Stadtgrabens, der städtischen Fischwasser (Besatz mit Fischen, Fischfang, Sauberhalten usw.), die sich in der urbanen Flussaue befanden, aber auch weiter entfernt auf dem Territorium der Stadt lagen[5] oder im Besitz des Hospitals waren (Überblick ohne Belege über die Fischwasser bei Rasch, 1967, 225-228, 231-234 mit Tafeln 21-28). Ferner gehörten dazu beispielsweise die Reinigung des Stadtgrabens, das Graben von Rinnen und Gräben, ihre Wartung, das Bereitstellen von Fischfangausrüstung, das Ablassen und Auffüllen von Fischteichen und des Egerkanals, die Wartung von Mühlkanälen und Wehren und nicht zuletzt die Lieferung von Fischen und Krebsen bei Festmahlen, als Entlohnung und für Ehrengeschenke (Nördlingen, StA, I/ R6 F2–5#4 Stadtkammerrechnung 1468 fol. 85r; I/ R6 F2–5#4 Stadtkammerrechnung 1469, fol. 37r, 86r; I/ R6 F2–6#1 Stadtkammerrechnung 1472, fol. 72r). Zu diesen speziellen Aufgaben kamen noch die berufsspezifischen Aufgaben hinzu, die alle Fischer als Bürger der Stadt zu leisten hatten, etwa das Bereitstellen von Löschwassergefäßen und tätige Hilfe im Brandfall (Müller, 1933, 572 Z. 22-28).

Die Genese der Einträge im Stadtkammerrechenbuch, die spätestens seit dem ersten Viertel des 15. Jahrhunderts erkennbar zusammenfassende Reinschriften aus einer vorgängigen Rechnungsführung in anderen Aufzeichnungen sind, lässt sich nur begrenzt nachvollziehen. Für das Rechenjahr 1485 lassen sich nicht erhaltene Wochenrechnungen nachweisen (Darmann, 2009, 87). Außerdem muss quellenkritisch berücksichtigt werden, dass Ausgaben und Einnahmen fortlaufend mit Hilfe einer offenbar verbreiteten ‚Zettelwirtschaft', aber auch in kleineren Papierheftchen oder Büchlein notiert wurden, die später nach der

[4]Vgl. Nördlingen, StA, I/ R6 F2-1#3 Stadtkammerrechnung 1438, fol. 95v: *Mertin vischers jar ist angangen Georii anno XXXVIII^o* (24. April 1438); I/ R6 F2-1#4 Stadtkammerrechnung 1439, fol. 82v: *Martin vischer ist bestellt von Georii anno XXXIX^o uber ein jar* (24. April 1439); wiederholte Bestellung bis zu seinem Tod 1458, vgl. I/ R6 F2-4#4 Stadtkammerrechnung 1458, fol. 52r, der zufolge *Martin vischer seligen frawn (. . .) für ein viertel jars irs mans sold* erhält und *Lienhart Vorchaymer an das Martins vischers stat bestelt* und ihm *seim jarlon sabato post Simon und Jude* (4. November 1458) ausgezahlt wird; vgl. auch Anm. 5.

[5]Siehe die Aufgabenbeschreibung im Diener- und Amtleutebuch über den nach Georgii 1452 bestellten Fischer Martin *(. . .) ist wider bestelt über der stat weier und graben*, Müller, 1933, 421 Z. 11f.

zusammenfassenden und ordnenden Reinschrift im Stadtkammerrechenbuch vernichtet wurden oder verloren gingen (Schenk, 2003, 566-569, 591 am Beispiel der Schenkungslisten). In seltenen Fällen haben sich Notizzettel, etwa als Einlage im Stadtkammerrechenbuch, erhalten und können, wenn sie dem finalen Eintrag im Stadtkammerrechenbuch zugeordnet werden können, wertvollen Aufschluss über ansonsten nicht überlieferte Details liefern (siehe unten 19.3-5).

Die zunehmende Komplexität, Differenzierung und Professionalisierung des städtischen Rechnungswesens (allgemein: Hartmann / Kloosterhuis, 2003, 63-73) führte andererseits dazu, dass im 16. Jahrhundert die Rechnungslegung des städtischen Fischers separat erfolgte und in einem umfangreichen Fischerbüchlein verzeichnet wurde, wie aus entsprechenden Querverweisen im Stadtkammerrechenbuch deutlich wird: *Auff die visch unnd wasser. Item man hat mit dem Hanns vischer abgerechent (. . .) laut seiner rechning im vischer buchlin ain 23/24/25/26 unnd 27 blatth betzollt (. . .)* (Nördlingen, StA, I/ R6 F5-1#1 Stadtkammerrechnung 1523, fol. 134r). Leider haben sie sich, anders als einige Schenkbüchlein mit der Verzeichnung von Fischgeschenken an Ehrengäste (Schenk, 2003, 569f.), nicht erhalten, so dass wegen der im Stadtkammerrechenbuch stark kondensierten Angaben eine Auswertung erschwert wird. Eine statistisch valide Auswertung der quantitativen Angaben im Stadtkammerrechenbuch ist auch deswegen schwierig, weil nicht nur die oben erwähnten Probleme mit sich ändernden Angaben (Entlohung in Naturalien, Verrechnung in Rechengeld oder Münzgeld) berücksichtigt werden müssen, sondern weil sich auch die Datengrundlage im Untersuchungszeitraum mehrfach ändert. So experimentierte die Stadt offenbar zeitweise mit der Verpachtung der stadtnahen Fischwasser für drei Jahre an Bürger der Stadt, wodurch die Abrechnung der durch den städtischen Fischer Martin dafür erbrachten Leistungen von 1443 bis 1445 entfiel (Nördlingen, StA, I/ R6 F2-2#2 Stadtkammerrechnung 1443, fol. 5v, 82v; I/ R6 F2-2#3 Stadtkammerrechnung 1444, fol. 5v; I/ R6 F2-2#4 Stadtkammerrechnung 1445, fol. 6v, 32r).

Aus den geschilderten allgemeinen Besonderheiten mittelalterlich-frühneuzeitlicher Rechnungslegung (siehe oben unter 19.1) und der speziellen Struktur und Entwicklung der wasserbau- und fischfangbezogenen Rechnungslegung der Reichsstadt Nördlingen ergeben sich für jede Auswertung einige quellenkritisch zwingend zu beachtende Umstände. Zum einen werden mit den hier vorgestellten Rechnungen nur ausschnittsweise wasserbauliche Arbeiten in und um die Stadt erfasst. Für eine vollständige Berücksichtigung wären etwa auch die Arbeiten im Zusammenhang mit dem Bau und Unterhalt der Mühlen, des Stadtgrabens mit angrenzender Stadtmauer und den Toranlagen samt Brücken über den Stadtgraben einzubeziehen, die – wenn überhaupt – unter anderen Rubriken im Stadtkammerrechenbuch abgerechnet wurden. Sämtliche private Bauinitiativen und die Bautätigkeit der Stiftungen (Hospital), der Klöster und Kirchen geraten gar nicht erst in den Blick. Lücken in der Reihe der Stadtkammerrechenbücher, Verpachtungen von Fischwassern und

sich ändernde materielle Grundlagen (z.B. neu hinzukommende Fischgruben) verändern die Datengrundlage und machen auch einfache statistische Analysen nahezu unmöglich. Kaum zu bemessen sind sich wandelnde Einstellungen der Zeitgenossen mit Einfluss auf die Auswahl der Rechnungsposten, beispielsweise gegenüber der Fischwelt. Ein Beispiel dafür sind sich ändernde Ernährungsvorlieben, die einen Einfluss auf die Auswahl der Fischarten haben wird, die gefangen und gezüchtet wurden. Mit anderen Worten: Einer allein statistisch vorgehenden, auf quantitativen Daten beruhender Analyse stehen nahezu unlösbare Probleme entgegen und die Reichweite der erzielten Aussagen ist begrenzt. Immerhin können quantitative Aussagen über einfache Sachverhalte wie z.B. Lohnhöhen und Tagelöhne oder den Wert von einzelnen Fischsorten im Vergleich untereinander oder im Verlauf der Zeit gemacht werden. Etwas aufwendiger sind Aussagen über die Relation von einzelnen Ausgaben und Einnahmenposten untereinander, etwa Verschiebungen von Anteilen, Wachstums- und Schrumpfungstrends, aber auch Aussagen über die Relation der spezifischen Ausgabe- und Einnahmeposten gegenüber den dokumentierten städtischen Gesamteinnahmen und -ausgaben.

Quellenkritisch etwas sicherere Möglichkeiten bietet eine qualitative Analyse der Stadtkammerrechenbücher. Hier kann zum Beispiel nach den erfassten Fischarten im Lauf der Zeit oder nach den Mengen der gefangenen oder zur Zucht ausgesetzten Fischarten in Relation zueinander gefragt werden. Ähnlich aussagekräftig ist die Korrelation der Jahreszeiten, zu denen gefischt wird oder Fischwasser mit Setzlingen besetzt werden, mit soziokulturellen Phänomenen (wie Ernährungsvorschriften im Jahresablauf) im Vergleich mit biologischen Daten (Laichzeiten). Geschenklisten können hinsichtlich einer Rangliste der Wertschätzung von Fischarten und hinsichtlich einer gesellschaftlichen Hierarchie der Beschenkten analysiert werden, je nach Genauigkeit der prosopographischen (d.h. personenbezogenen) Angaben mit einem Nachweis von soziokulturellen Netzwerken. Manchmal erlauben die Rechnungen auch Aussagen über den Einsatz spezifischer Arbeitsgeräte und Techniken sowie Erkenntnisse über die Ausbildung einer Fachsprache und das Anlegen eines Glossars von Fachbegriffen. Wenn Rechnungen, wie im Falle Nördlingens, seriell vorliegen, kann nach typischen und wiederkehrenden Tätigkeiten im Jahresablauf, nach der Lokalisierung oder Verlagerung bestimmter Vorgänge, nach Akteursgruppen und Experten, Zuständigkeiten, Konkurrenzen, Konflikten und Kooperationen zwischen und unter ihnen gefragt werden. Zu berücksichtigen sind aber auch hier die Perspektivierungen, die sich durch die Auswahlkriterien, die expliziten oder impliziten Intentionen der Aufzeichnungen aus der Sicht der Akteure (Fischer), der städtischen Führungsschicht und Verwaltung ergeben. Nicht zuletzt könnten sich in der Summe der Beobachtungen auch Erkenntnisse über den Wandel der Naturwahrnehmung und den Umgang mit der Aue und ihren Ressourcen auf dem Weg in die Anthroposphäre abzeichnen.

19.3 Quellenbeschreibung: Stadtkammerrechenbuch 1496 mit eingelegten Zetteln

Stadtkammerrechenbuch 1496: Das 120 Blätter zählende, in ein Pergament, wohl aus Kalbsleder, eingebundene Rechenbuch im Folioformat, was ungefähr der Größe DIN-A4 entspricht (Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496), trägt die Aufschrift *Rechenbuch bey Mattis Reytzen*[6]*/ und Jörgen Grebel*[7] *anno LXXXXVI*[8]. Auf fol. 29r finden sich Angaben zum Erlös aus den Fischwassern der Stadt (siehe Abb. 2) unter der Rubrik *Auß vischen gelöst* mit dem Eintrag *Item alls man den Burgerweyer*[9] *ditz vassten*[10] *gefischet hat/ haben die rechner uber das ußschicken bener*[11] *gehabt und ~~man~~*[12] *freytags vor dem palmtag*[13] *ußgewegen 241 lb karpfen zu 8 d tüt LXIIII lb VIII d.* Beigelegt ist ein wohl zu diesem Jahrgang und dieser Rubrik gehöriger loser Zettel mit der Notiz (recto): *Visch ist ~~mer tut~~*[14] *minder tut das dy rechner ferd*[15] *Moritzen*[16] *zu kauffen gaben hecht und karpfen uß dem Burgerweyer gefangen fur 19 fl.* Auf fol. 102v und 103v findet sich die oben (siehe 19.2) geschilderte Rubrik *Uff dy vischwasser* in Auszeichnungsschrift, d.h. durch etwas fettere und größere Schreibweise hervorgehobene Schrift.

Zettel A: Ein zwischen fol. 93v und 94r eingelegter, unfoliierter Zettel (A) in halbem, der Länge nach geteiltem Folioformat, in der Mitte doppelt quer gefaltet, trägt in derselben Handschrift wie der des Stadtkammerrechenbuchs 1496 recto in der mittleren Kolumne Notizen in einer Tintenfarbe über die Verteilung von Fischen und schwer lesbare Ergänzun-

[6]Mathis Reytz, nach dem Eintrag in Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtrechnung 1496, fol. 93v Oberrechner, lässt sich 1495 als Ratsmitglied (Alter Rat) nachweisen, Schenk, 2003, 627 Z. 42; er ist vielleicht mit dem Seidenmacher Mathis Reitz von Ersingen, der 1464 als Paktbürger in Nördlingen aufgenommen wurde, zu identifizieren, Kießling, 1989, 84 Anm. 436.

[7]Georg Grebel oder Jerg / Jörg Gröbel, nach dem Eintrag in Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtrechnung 1496, fol. 93v Unterrechner, war nach Beyschlag, 1800, 76 von 1478 bis 1483 Münzmeister der Reichserbkämmerer von Weinsberg in Nördlingen und wurde 1483 als Bürger aufgenommen. Er lässt sich 1495 als Ratsmitglied (Zunftmeister) nachweisen, Schenk, 2003, 627 Z. 47; seit etwa 1500 bis 1513 ist er auch Spitalmeister, Müller, 1933, 170 Z. 14; Beyschlag, 1800, 76.

[8]1496.

[9]Vgl. Abb. 2 Nr. 4; Rasch, 1967, Tafel XXVII Nr. 139; Kessler, 1982, 36-38.

[10]Zeit vor Ostern; gemeint ist die Fastenzeit vom Aschermittwoch (8. Februar 1497) bis zum Samstag vor Ostersonntag (25. März 1497) vor Ende des Rechenjahres (23. April 1497), vgl. unten Zettel B bei Anm. 31 mit weiteren Angaben zum Fang (Datum 10. März 1497, Anzahl und Art der gefangenen Fische) und die Ausgaben unten bei Anm. 49.

[11]Geflochtene Fischreuse: „benne, f.“, Grimm, Jacob / Grimm, Wilhelm (2025): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trier Center for Digital Humanities, Version 01/25, URL: `https://www.woerterbuchnetz.de/DWB?lemid=B03913` (03.05.2025).

[12]Durch Durchstreichen getilgt *man*.

[13]17. März 1497.

[14]Durch Durchstreichen getilgt *mer tut*.

[15]D.h. „vor kurzem“.

[16]Moritz Hagen, 1489-1492 Zunftmeister der Fischer, 1495 im Steuerbuch auf Rang 30, 1507 auf Rang 52 stehend, vgl. Kießling, 1989, 203, 207.

gen in schwachem Rötelstift (Stift mit einer rötlichen Mineralfarbe) in der linken Kolumne und vereinzelt in der rechten Kolumne; in der Überschrift der mittleren Kolumne datiert auf den 19. September 1496. Der Zettel zeigt verso unter der Überschrift *Statschreiber* zwei Kolumnen im oberen Abschnitt, in der Mitte in Tinte, links in der oberen Hälfte in schwachem Rötel, unten nur zwei kurze Absätze.

Zettel B: Ein zwischen fol. 102v und 103r eingelegter Zettel (B), etwa in Oktavformat, was ungefähr der Größe DIN-A5 entspricht, beschrieben recto mit Tinte in derselben Handschrift wie der des Stadtkammerrechenbuchs 1496, in der Überschrift datiert auf den 10. März 1497.

Zettel C: Kleiner rechteckiger Papierschnipsel, eingelegt zwischen fol. 102v und 103r, beschrieben in derselben Handschrift wie der des Stadtkammerrechenbuchs 1496.

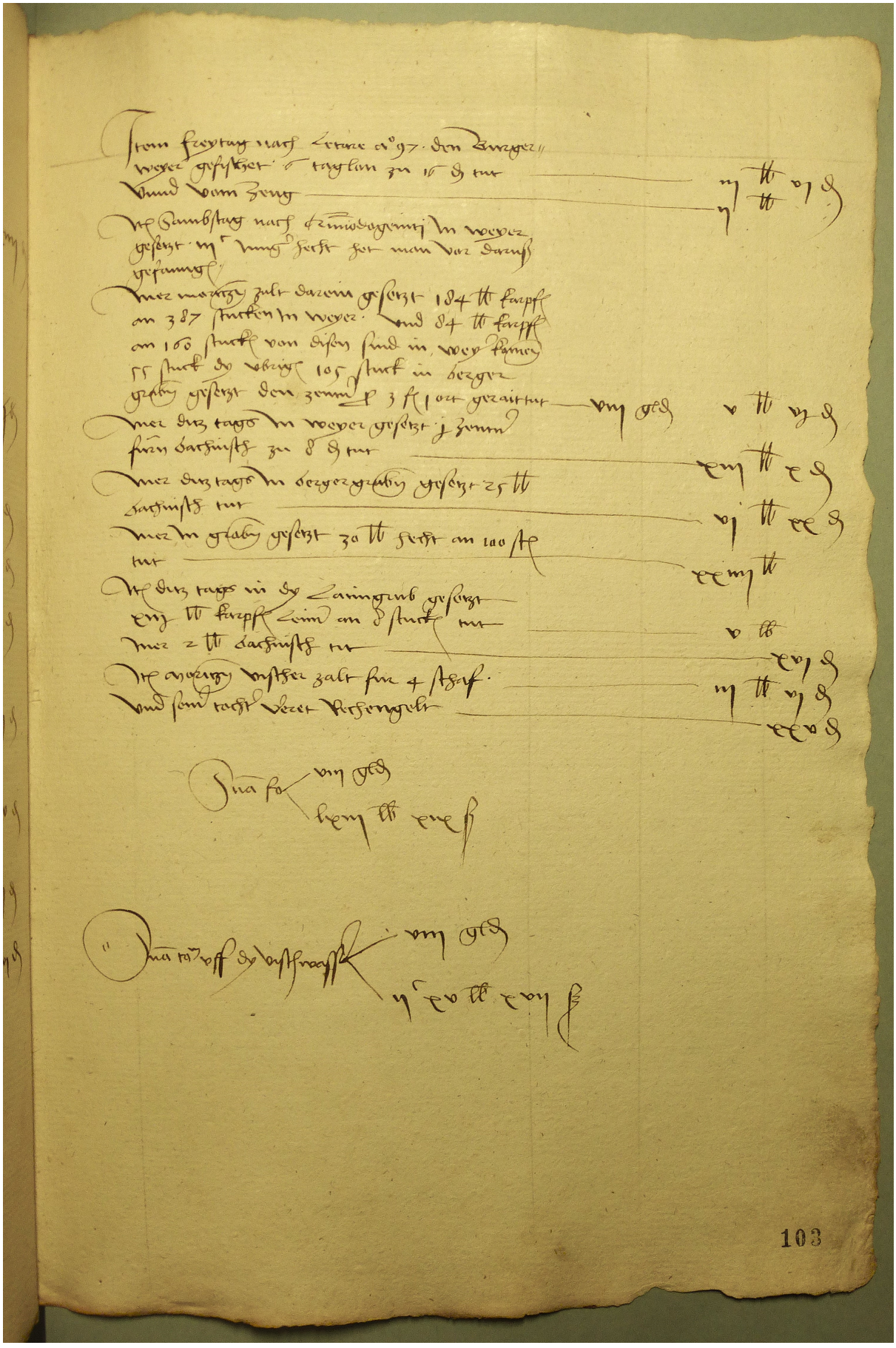


Abb. 1: Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496, fol. 103r. Urheber: StA Nördlingen, Foto: Stadtarchiv Nördlingen 2025, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

19.4 Quellenpräsentation, Editionsrichtlinien, Abkürzungen

Um einer guten Lesbarkeit willen erfolgt die Transkription nach den „Regeln für die Transkription deutscher Texte in der Bayerischen Archivschule“[17], die weitgehend den zuletzt von Walter Heinemeyer überarbeiteten geschichtswissenschaftlichen Editionsrichtlinien für deutschsprachige Quellen von ca. 1400 bis 1700 von Johannes Schultze entspricht (Schultze / Heinemeyer, 2000). Der Zeilenwechsel wird bei der Edition aus Raumgründen und zugunsten einer besseren Lesbarkeit in der Regel nicht vorlagengetreu berücksichtigt und nicht gekennzeichnet, die Abstände zwischen dem Texteintrag (jeweils am linken Seitenrand beginnend) und den summierten Kostenangaben (jeweils am rechten Seitenrand stehend) werden nur durch größere Abstände verdeutlicht (siehe Abb. 1 für das Layout einer typischen Seite). Die textkritischen Anmerkungen und die sachlich-inhaltlichen Anmerkungen werden nicht differenziert und fortlaufend mit arabischen Ziffern versehen.

Folgende Klammern werden verwendet: Runde Klammern () zur Auflösung von nicht sicheren Abkürzungen im Quellentext, eckige Klammern [] für Zusätze, Ergänzungen und überlieferungsbezogene Kommentare, spitze Klammern <> für Emendationen (Verbesserungen) des Editors.

Folgende Abkürzungen von Währungseinheiten im Quellentext wurden vereinheitlicht: d = denarius, Denare/ Pfennig; fl / gld = florenus, Gulden; hlr = Heller; lb / lib = libra, Pfund; ort / ortt = Ort (Viertel einer Münzeinheit); ß = Schilling. Zu Umrechnung und Wert vgl. die Angaben bei Dorner, 1905, 5f., 104.

Weitere verwendete Abkürzungen: fol. = folium (Seite); r = recto (Vorderseite); StA = Stadtarchiv, v = verso (Rückseite), Z. = Zeile.

Archivsignatur: Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496[18]

[17] Vgl. `https://www.gda.bayern.de/fileadmin/user_upload/Medien_fuer_Unterseiten/Bayerische_Archivschule_-_Transkriptionsregeln_deutsch_-_Stand_2011.pdf` (2025-03-28). Ich danke Sophie März für diesen Vorschlag, eine kritische Durchsicht meiner Transkription und der Bereitstellung weiterer Transkriptionen (alle von mir überprüft).

[18] Rechenjahr: 24. April bis zum 23. April des nächsten Jahres, Erläuterung oben im Text unter 19.2.

[Zettel A recto, eingelegt zwischen fol. 93v und 94r, in der Handschrift des Haupttextes geschrieben]

Kornlach gefischet montag post crucis exaltationis anno [14]96[19] ußgeschickt

mo magt[20]	Gabriel Eringer[21]	Burgermaister
mo magt	Wilhalm Protzer	
mo bub	Martin Vorner	
Hochsteter	Caspar Funck	
Symon maister[22]	Ulrich Beringer	
Precht	Hanns Rayser	
Vhalt(er)	Mattis Reytz	Rechner
mo bub	Blasy Wembdinger	
bey Moritzen gelassen	Claus Hel	
~~Symon~~[23]	Mattis Claus	unser her medicus[24]
Symon	Hanns Sporer	
Precht	Ulrich Strauß	
Ußschlager	und Ott Vetter	
alt magt	Conrat Warbeck	
Symon ma(g)d	Hainrich Welsch	
mo magt	Hanns Wanner	
Symon	Symon Hanns Schnitzer	Burgermaister
Ußschmed(er)	Caspar Degenhart	
mo bub	Hanns Haller	
Hochsteter	Hanns Hoflich	
Prugls	Caspar Riesser	medicus[25]
mo bub	Lienhart Hartman	
mo magt	Jorg Grebl	Rechner
Hochsteter	Hanns Hertz	
Symeder	Jorg Bautenbacher	
[~~Jorg. . . . . .~~] wast[26]	Endris Degen	
Melcher	Hainrich Stigler	
Hochsteter	Hanns Kantz	
alt magt	Hanns Kleyer	
Precht	Wilhalm Storck	
Prungh w[.]	Peter Liesch	
Ameg[27] Michls	Hanns Schmid	tochterkind[28]

[19] 19. September 1496.

[Zettel A verso]

Symon	Statschreiber
—[29]	Rechenschreiber
Jung magt	Statamman
—	Moritz vischer
mo bub	Maister Jorg
Melcher	Bawmaister
—	Pfennder

Item ditz montags[30] hat man in Berger Graben ain zwe<i>g getan und daruß gefangen 86 karpfen und 26 hecht.

Uß der Kornlach gefanngen uber das hingeben ist hecht 21, karpfen 18.

[Zettel B recto, eingelegt zwischen fol. 102v und 103r, in der Handschrift des Haupttextes geschrieben; Versoseite unbeschrieben]

Freytag nach Letare a^{o} [14]97[31]

Den weyer[32] gefischet unnd gefanngen uber das so hingeb(e)n ist:

karpfen III^{C} LXX

hacht LXXXXII

vnd etweuil bachvisch[33]

Mer gefanngen bey III^{C} junger hecht sind ditz tags wider in weyer gesetzt.

[20]Erste Spalte durchgehend mit Rötel geschrieben, stellenweise schwer lesbar.
[21]Die gelisteten Personen der mittleren Kolumne auf Zettel A recto sind nach einer Aufstellung vom 2. Dezember 1495 im Nördlinger Kaiserempfangsbuch, ediert von Schenk, 2003, 627, als Stadträte (Alte Räte und Zunftmeister) nachweisbar bis auf Wilhalm Storck, der 1474 zur Krämerzunft zählte (ebd., 605 Z. 174) und Hanns Kleyer, der 1475 Torwächter am Deininger Tor war (Müller, 1933, 434 Z. 18); zu Hanns Hoflich und Peter Liesch ließ sich nichts ermitteln.
[22]Lesung unsicher: *maister*.
[23]Durch Durchstreichen getilgt; in der Zeile darüber geschrieben: *bey Moritz gelassen*.
[24]In Rötel.
[25]In Rötel.
[26]Durch Durchstreichen getilgt, dahinter geschrieben *wast*; Lesung unsicher.
[27]Lesung unsicher: *Ameg*.
[28]In Rötel: *tochterkind*.
[29]Hier und im Folgenden in zwei Zeilen steht ein langer Strich in Rötel vermutlich für die Wiederholung der jeweils in der vorangegangenen Zeile stehenden Bezeichnung.
[30]Wohl ebenfalls am 19. September 1496, siehe oben Anm. 19.
[31]10. März 1497. Siehe oben unter 19.3 bei Anm. 10 die Angaben zum Gewicht und den beigelegten Zettel mit Einnahmen aus dem Fischzug und unten die Ausgaben bei Anm. 49.
[32]Bürgerweiher, siehe oben Anm. 9.
[33]Unbestimmte Fischarten.

[Zettel C recto, eingelegt zwischen fol. 102v und 103r, in der Handschrift des Haupttextes geschrieben; Versoseite unbeschrieben]

Item ist mer tut Lepsinger, Baldinger und Berger Graben auch den weyer besetzt.

[Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtrechnung 1496, fol. 102v]

Uff dy vischwasser[34]

Item Moritz vischern[35] zalt III^{C} stuck junger hecht /[36] zu ostern[37] in Lepsinger[38] und Baldinger Graben[39] auch in dy Kornlach[40] in yedes I^{C} stuck gesetzt wegend all 36 lb tut zu 24 d XXVIII lb XXIIII d

Mer im zalt sambstag nach Galli[41] in Berger Graben[42] gesetzt 94 jung(er) hecht wegen 15 lb tut

XII lb

Mer ditz sambstags darein gesetzt 51 stuck hecht zu 3 d tut V lb

~~Mer ditz sambstags in dy Kornlach uff ain news gesetzt 50 junge hechtlach darfür XVL d~~[43]

Item montag nach exaltation(i)s cruc(is)[44] dy Kornlach gefischet Moritzen zalt 2 tag X taglon zu 16 d tůt V lb X d

Und vom zeug dy 2 tag IIII lb

Und I nacht zu wachen XII d

Mer im zalt am herbst dy Eger[45] zů fischen selbfunft tut II lb XX d

Unnd vom zeug II lb

Mer zalt Moritz vischern fur cost und wein den gesellen zum vischen vorgenannt VI lb IIII d

---

[34] In Auszeichnungsschrift *Uff dy vischwasser*.
[35] Siehe oben Anm. 16.
[36] Von rechts oben nach links unten verlaufender Strich nach *hecht*.
[37] Wohl um den 3. April 1496 (Ostersonntag), auch wenn erst der 26. März 1497 (Ostersonntag) in das Rechenjahr 1496 fällt, siehe dazu oben Anm. 18 und unten unter 5 die Hinweise zur Quellenauswertung.
[38] Siehe Abb. 2 bei Nr. 3; zum Stadtgraben und zum Löpsinger Torturm Kessler, 1982, 21, 40, 133.
[39] Siehe Abb. 2 bei Nr. 2; zum Stadtgraben und zum Wasserbau vor der Baldinger Toranlage Wulz, 1939, 73f.; Kessler, 1982, 21, 29-31, 128-130; Voges, 1988, 106.
[40] Siehe Abb. 2 und zur Kornlach, deren Fischrechte Nördlingen 1476 von Kaiser Friedrich III. erhalten hatte, Wulz, 1939, 65, 68, ferner Kessler, 1982, 29f., 36-38.
[41] 22. Oktober 1496.
[42] Siehe Abb. 2 Nr. 1; zum Ausbau des Berger Grabens 1486/87 und dem Bau der Brücke über den Graben zum Berger Torturm 1497 Wulz, 1939, 72f. und Kessler, 1982, 32, 125f.
[43] Zwei gestrichene Zeilen, mit Kreuzen getilgt.
[44] 19. September 1496. Vgl. auch den eingelegten Zettel A mit dem Ertrag von 21 Hechten und 18 Karpfen aus der Kornlach und 26 Hechte und 86 Karpfen aus dem Berger Graben, oben Anm. 19 und 30.
[45] Siehe Abb. 2 und Kessler, 1982, 36-38.

Mer im entricht sein jarsold von den vischwassern erst in den vassten[46] verfallen XX lb

Und seiner tochter verert rechengelt XXV d

Item sambstag nach Galli[47] uff ain news in dy Kornlach gesetzt 50 junge hechtlach darfur XVI d

[Tintenwechsel] Mer sambstag nach quasimodogeniti[48] aber in dy Kornlach gesetzt 30 lb $\frac{1}{4}$ hecht an 63 stuck tut zu 24 d XXIIII lb VI d

Mer ditz tags darein I zentner karpf(en) an 125 stucken zu 12 d tut XL lb

[am Seitenende] Summa summarum I^{C}LI lb XVIII ß

[fol. 103r]

Item freytag nach Letare a^{o} [14]97[49] den Burgerweyer[50] gefischet 6 taglon zu 16 d tut III lb VI d

Unnd vom zeug II lb

Item sambstag nach quasimodogeniti[51] in weyer gesetzt III^{C} junng(er) hecht het man vor daruß gefanngen.

Mer Moritzen zalt darein gesetzt 184 lb karpfen an 387 stucken in weyer und 84 lb karpfen an 160 stucken von disen sind in weyer kommen 55 stuck dy ubrigen 105 stuck in Berger Graben gesetzt den zentner p(er) 4 fl I ort gerait[52] tut VIII gld V lb V$\frac{1}{2}$ d

Mer ditz tags in weyer gesetzt $\frac{1}{2}$ zentner fur(e)n bachvisch zu 8 d tut XIII lb X d

Mer ditz tags in Berger Graben gesetzt 25 lb bachfisch tut VI lb XX d

Mer in graben gesetzt 30 lb hecht an 100 stuck(en) tut XXIIII lb

[46]Zeit vor Ostern; hier ist vermutlich die Fastenzeit vom Aschermittwoch (8. Februar 1497) bis zum Samstag vor Ostersonntag (25. März 1497) vor Ende des Rechenjahres (23. April 1497) gemeint.
[47]22. Oktober 1496.
[48]Wohl 16. April 1496, siehe oben Anm. 37.
[49]10. März 1497. Zum Ertrag siehe den eingelegten Zettel B bei Anm. 31 mit 370 Karpfen, 92 Hechten und Bachfischen (wurden verteilt) sowie 300 jungen Hechten, die wieder eingesetzt wurden, und die Einnahmen oben bei Anm. 10.
[50]Siehe oben Anm. 9.
[51]8. April 1497; vgl. Zettel B recto.
[52]Bares Geld, also Münzgeld, vgl. „gereit, adj. und adv.“, Grimm, Jacob / Grimm, Wilhelm (2025): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trier Center for Digital Humanities, Version 01/25, URL: `https://www.woerterbuchnetz.de/DWB?lemid=G08591` (30.05.2025).

Jtem ditz tags in dy Laimgrub[53] gesetzt XII $\frac{1}{2}$ lb karpfen leimer[54] an 8 stucken tut V lb

Mer 2 lb bachvisch tut XVI d

Item Moritzen vischer zalt fur 4 schaf[55] III lb VI d

Und seiner tochter vereret rechengelt XXV d

[am Seitenende] Summa summarum VIII gld LXIII lb XIX ß

Summa totum vff dy vischwasser VIII gld II^C XV lb XVII ß

19.5 Hinweise zur Quellenauswertung

Um die Abschnitte im Nördlinger Stadtkammerrechenbuch des Jahres 1496 und die losen Einlagen (Zettel A, B, C), die sich explizit auf die Fischwasser der Stadt und den Fischfang beziehen, zu analysieren und zu interpretieren, wäre eigentlich eine vergleichende Betrachtung der entsprechenden Einträge in allen Stadtkammerrechenbüchern nötig. Nur so können beispielsweise Kontinuitäten, Entwicklungen und Trends klar erkannt werden. Ferner müsste für eine umfassende geschichtswissenschaftliche Interpretation auch der weitere Kontext herangezogen werden, soweit er aus Bildern, Karten, Gegenständen, Sachverhalten, edierten und nicht edierten Texten rekonstruiert werden kann (einführend Goetz, 2014, 271-278). Beides ist hier nur andeutungsweise und überwiegend auf Grundlage der älteren Forschung (Kießling, 1989, 203-207) möglich. Immerhin kann der Quellentext auch so, wie er in der kritischen Edition (oben 19.4) vorliegt, schon zur Analyse einzelner Probleme und zur Interpretation mit Gewinn herangezogen werden.

Zur Lokalisierung der Orte wird der Ausschnitt einer Altkarte von Daniel Meyer aus dem Jahr 1697 verwendet (Abb. 2), die heute im Stadtarchiv Nördlingen (Benutzerzimmer) aufbewahrt wird (vgl. in diesem Band: Lindemann, Altkarten; Lohse, Augenscheinkarten). Es handelt sich um eine rechteckige, handgezeichnete und polychrome Karte (206,5 x 125 cm[56]) auf Papier mit einigen restaurierten Rissen, Löchern und leichten Schäden. Sie zeigt abstrahierend den Stadtplan der Reichsstadt Nördlingen (Grundrisse der Gebäude entlang der Wege- und Straßenführung, Gewässerverlauf), eingebettet in eine detaillierte Flurkarte

[53] Bisher nicht identifizierter, künstlich ausgehobener Teich, vielleicht in einer ehemals zum Lehmabbau genutzten Grube, oder im Rahmen der Karpfenzucht das letzte Zuchtbecken vor der Entnahme der Karpfen zum Verzehr.

[54] Karpfen, deren Geschlecht man nicht bestimmen kann, vgl. „leimer, m.“, Grimm, Jacob / Grimm, Wilhelm (2025): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trier Center for Digital Humanities, Version 01/25 , URL: `https://www.woerterbuchnetz.de/DWB?lemid=L04404` (30.05.2025).

[55] Schaff, d.h. Gefäß, Zuber, Wanne.

[56] Andere Angaben: im Benutzerzimmer unter der gerahmten, hinter Glas befindlichen Karte: 243 x 146 cm, durch Georeferenzierung ermittelte 245 cm x 150 cm im Maßstab 1:2 700.

der näheren Umgebung. Eine Skalentafel mit Nördlinger Schuhen als Einheit nennt den Urheber der Karte: „Daniel Meyer, Ing(enieur) von Basel“. Ein Inschriftenband über einer farbigen Stadtansicht Nördlingens gibt die Entstehungszeit der Karte an: „16 Die Stat Nordlingen Wie Solche Von Abend Gegen Morgen Anzusehen 97“. Daniel Meyer (geboren 1671 als Daniel Oser, gestorben nach 1710) erhielt seine Ausbildung als Geometer und Kartograph bei seinem Onkel Georg Friedrich Meyer, der neben seiner Autorentätigkeit als Pionier der ersten Produktionskatasterpläne Mitteleuropas bekannt ist (Grenacher, 1960, 8-11, 15; Burckhardt, 1906, 306-351). Seit 1695/96 für die Reichsstadt Schwäbisch-Hall tätig, fertigte er vor allem zum Zweck der Zehnteinschätzung und Eigentumsgerichtsbarkeit Katasterpläne an, die sorgfältig eingemessen sind. Die bislang kaum bekannte Katasterkarte Nördlingens (sie fehlt bei Grenacher, 1960, 13) gibt neben einigen anderen Details durch Farbgebung die Nutzungsart der einzelnen Flurstücke an, den oder die Besitzer*in (schwarze Nummer), die Fläche (rote Zahl) sowie deren Zehntpflichtigkeit oder -freiheit. Auch wenn die Karte den Zustand vom Ende des 17. Jahrhunderts wiedergibt, ist sie wegen der relativ großen Kontinuität von Grundstücksgrenzen über lange Zeiträume aussagekräftig für z. B. den Verlauf alter Arme der Eger, wie er sich an charakteristisch gewundenen Grundstücksgrenzen abzeichnet, und kann für die Verhältnisse um 1500 herangezogen werden. Unsere Karte (Abb. 2) zeigt einen durch Iris Nießen und Michael Scholz georeferenzierten und bearbeiteten Ausschnitt mit den in der Rechnung genannten Lokalitäten.

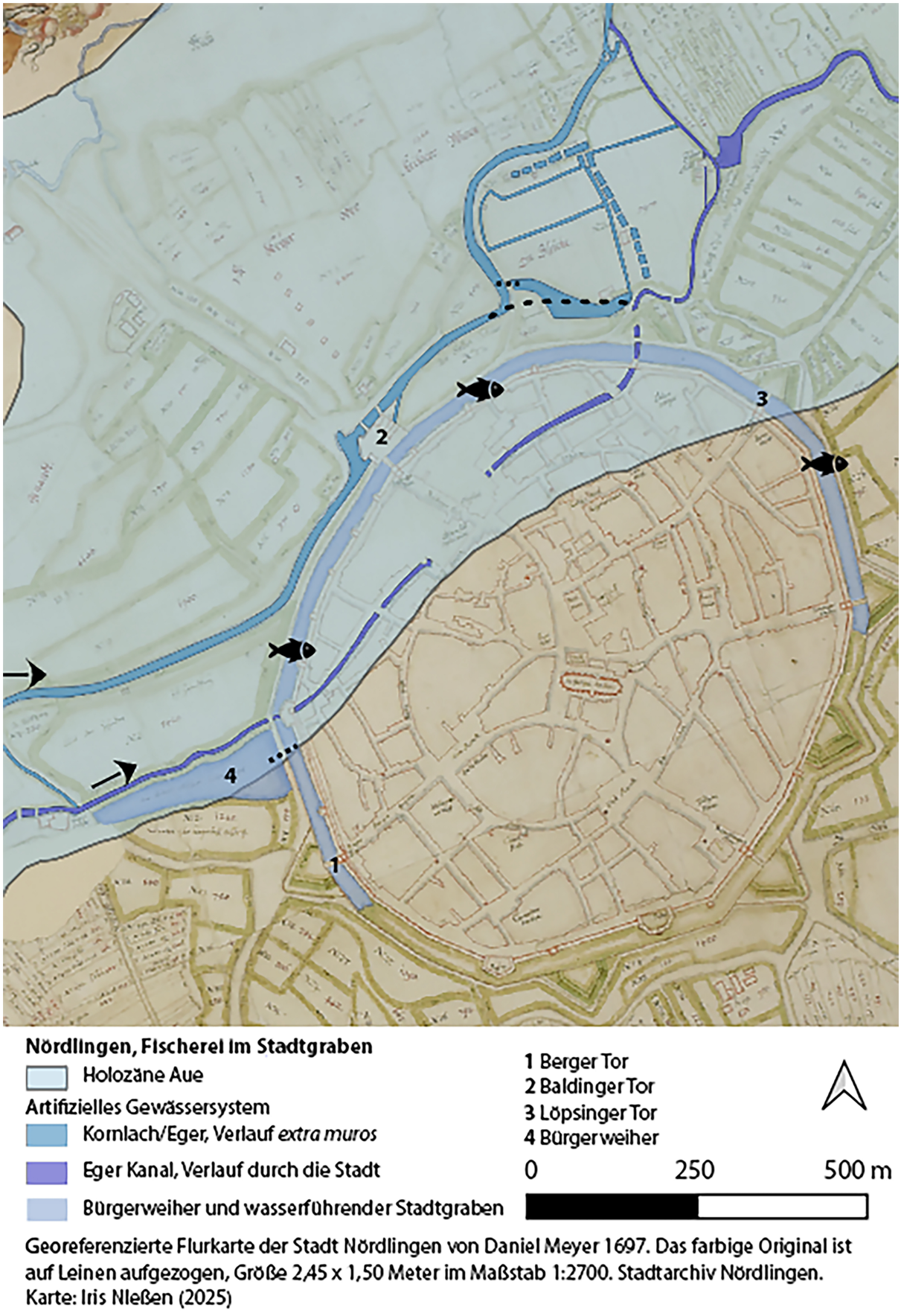


Abb. 2: Georeferenzierte Flurkarte von Daniel Meyer 1697. Urheber: Nördlingen, StA, Benutzerzimmer, Foto: Gerrit J. Schenk, 2024, Bearbeitung: Iris Nießen 2025, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Zwar verzichtet die oben gegebene Edition des Stadtkammerrechenbucheintrags mit ihrer leichten Normierung und Vereinheitlichung zugunsten besserer Lesbarkeit auf eine exakt abbildende Wiedergabe des Textes mit allen Details wie Zeilenwechsel, Abständen, Interpunktion, Verwendung von Klammern und Zeichen (zu dieser Methode Moulin, 2012), doch müssen hier einige dieser Details zur Rekonstruktion des Verhältnisses der Reinschrift zu den Notizen auf den Zetteln herangezogen werden. Die Überlieferung zur Rechnungslegung für die städtischen Fischwasser im Stadtkammerrechenbuch 1496 erlaubt nämlich dank der Textgestaltung und der beiliegenden Zettel (A, B, begrenzt auch C) Rückschlüsse auf die Genese der Reinschrift. Dies wiederum ermöglicht plausible Annahmen über die Datierung einzelner Abschnitte und damit ein besseres Verständnis des generellen Aufbaus der Einträge.

Ein erstes Problem ergibt sich hinsichtlich der Datierung der einzelnen Abschnitte des Eintrags von Ausgaben *Uff die vischwasser* im Stadtkammerrechenbuch 1496. Gleich zu Beginn der ersten Seite (fol. 102 verso) werden Zahlungen an Fischer Moritz verzeichnet, offenbar der Zunftmeister und zum Stadtfischer bestellte Moritz Hagen[57], die er für dreihundert Hecht-Setzlinge in den Stadtgraben beim Löpsinger und Baldinger Tor sowie der Kornlach (siehe Abb. 2) *zu ostern* erhielt. Die Frage ist einerseits, ob er die Zahlung zu Ostern erhielt oder die Fische zu Ostern eingesetzt wurden oder beides. Ein Indiz dafür, dass die zweideutige Formulierung schon dem Schreiber aufgefallen sein könnte, ist ein schmaler Strich im Satz, der den Satz in zwei Teile teilt (Edition bei Anm. 36), im Folgenden zur Verdeutlichung mit einem im Original nicht vorhandenem Zeilenumbruch nach dem Strich wiedergegeben:

> Item Moritz vischern zalt III^{C} stuck junger hecht /
> zu ostern in Lepsinger und Baldinger Graben auch in dy Kornlach in yedes I^{C}
> stuck gesetzt wegend all 36 lb tut zu 24d XXVIII lb XXIIII d

Der auf den ersten Blick leicht zu übersehende Strich, der vielleicht nachträglich gezogen wurde, vereindeutigt die Formulierung, der zufolge angenommen werden darf, dass Fischer Moritz die Hechtsetzlinge zu Ostern einsetzte und dafür bezahlt wurde, aber nicht notwendig zu Ostern das Geld erhielt. Andererseits bleibt die Frage offen, welches Osterfest gemeint ist: 1496 fiel Ostern auf den 3. April, 1497 auf den 26. März. Nur der Ostertermin 1497 fällt noch in das Rechenjahr 1496 (siehe oben 19.2), aber es darf wegen des semantisch so bedeutenden Strichs vermutet werden, dass sich, vielleicht wegen einer später erfolgten Auszahlung im Rechenjahr 1496, der Eintrag auf einen Fischbesatz in der Zeit um den 3. April 1496 bezieht. Ein weiteres Indiz für diese Datierung ergibt sich aus der Beobachtung, dass ein Nachtrag am Ende der Eintragung dieser Seite – erkennbar am Tintenwechsel – davon berichtet, dass erneut oder zusätzlich (*. . . aber. . .*) rund 63

[57] Oben Anm. 4-5, 16.

Hechte und etwa 125 Karpfen in die Kornlach gesetzt wurden, datiert auf den Samstag nach Quasimodogeniti, also wahlweise am 16. April 1496 (vor Beginn des Rechenjahres 1496) oder am 8. April 1497 (noch im Rechenjahr 1496).[58]

Zwischen diesen beiden Einträgen auf fol. 102 verso stehen Einträge, die sich auf den 22. Oktober (Edition: Bergergraben mit Hecht besetzt), 19. September (Edition: Kosten für Ausfischen der Kornlach), den Herbst (Edition: Kosten für Ausfischen der Eger) und erneut den 22. Oktober 1496 (Edition: Besatz der Kornlach mit Hecht) datieren lassen, auch wenn die Jahreszahl nicht angegeben wird. Die Datierung lässt sich aber aus dem eingelegten Zettel A folgern, denn hier wird explizit auf den 19. September 1496 datiert und angegeben, dass in der Kornlach gefischt wurde, was hervorragend zum Eintrag vom 19. September in der Reinschrift passt. Weil die Einträge dieser Seite bis auf den ersten und die beiden letzten Einträge gut begründbar ins Jahr 1496 datierbar sind, ist folglich die Annahme plausibel, dass auch der erste und die beiden letzten Einträge der Seite auf das Jahr 1496 zu datieren sind, und zwar eingangs auf den 3. April und ausgangs auf den 16. April 1496, so dass der Tintenwechsel der beiden letzten Einträge plausibel durch einen späteren Nachtrag erklärbar wird. Dass alle Einträge dieser Seite (fol. 102 verso) ins Jahr 1496 datieren, passt auch hervorragend zur Beobachtung, dass die Einträge der nächsten Seite offenkundig alle in das Jahr 1497 zu legen sind.

Der erste Eintrag der Folgeseite (fol. 103 recto; siehe Abb. 1) über Kosten für das Fischen im Bürgerweiher (siehe Abb. 2) ist auf den 10. März 1497 datiert und lässt sich als Reinschrift der Notizen auf Zettel B interpretieren. Der folgende Eintrag gibt zwar keine Jahreszahl an, gehört aber sicher ebenfalls in das Jahr 1497 und lässt sich der letzten Notiz auf Zettel B über dreihundert junge Hechte zuordnen, die im Bürgerweiher erst gefangen und dann dort wieder ausgesetzt wurden, so dass sich alle Ausgabeposten bis zum Rechnungsende am Fuß der Seite dem 8. April 1497 zuordnen lassen. Sollten diese Beobachtungen zutreffen, muss generell damit gerechnet werden, dass die Eintragungen der Rubrik Fischwasser im Stadtkammerrechenbuch nicht immer strikt nach Rechenjahren erfolgten und zudem mit Nachträgen in der immerhin grob chronologischen Reihenfolge der Rechnungsposten gerechnet werden muss. Ferner zeigt sich, dass in den Stadtkammerrechenbüchern Informationen, die sich ursprünglich auf den Zetteln der Rechner oder ihrer Gehilfen, womöglich auch in verloren gegangenen Fischbüchlein befanden, durch die Art der zusammenfassenden Reinschrift entweder stark verkürzt wiedergegeben oder sogar gar nicht überliefert werden. Dennoch lassen sich aus den Angaben erstaunlich viele

[58] Die Addition der beiden vermutlich nachgetragenen Posten wurde nicht korrekt vorgenommen.

quantitative Aussagen gewinnen.[59] Stellt man die Ausgaben für die städtischen Fischwasser den erzielten Einnahmen gegenüber, soweit sie im Stadtkammerrechenbuch verzeichnet sind, wird deutlich, dass sie im Rechenjahr 1496/97 defizitär bewirtschaftet wurden. Hier stehen nämlich Einnahmen von 64 Pfund 8 Pfennigen in Rechnungsmünzen (entspricht 1 928 Pfennigen) Ausgaben von insgesamt 8 Gulden in Goldwährung (entspricht 2 016 Pfennig) und 215 Pfund 17 Schilling (entspricht rund 6 476 Pfennig) in Rechnungsmünzen gegenüber. Selbst wenn man die Einnahme von 19 Gulden (4 788 Pfennigen) durch Verkauf von Hecht und Karpfen aus dem Fang vom 10. März 1497 an Fischer Moritz dazurechnet, der nur dank des oben (unter 19.3) erwähnten beiliegenden losen Zettels bekannt ist und nicht in die Rubrik (fol. 29r) *Auß vischen gelöst* übertragen wurde, bleibt ein geringes Defizit. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass viele Fischgeschenke recht großzügig an die Nördlinger politische und administrative Elite verteilt wurden, die trotz erhaltener Verteilungszettel (Zettel A und B) und vereinzelter Angaben zur Anzahl der verteilten Fische nicht genau quantifiziert werden können (siehe im Folgenden). Es könnte also sein, dass sich Ausgaben und Einnahmen die Waage hielten oder der Betrieb der Fischwasser sich sogar schwach rentierte, wenn man die monetär im Stadtkammerrechenbuch nicht erfassten Erträge in Naturalien dazurechnete.

Ein Vergleich mit den Jahreseinnahmen und -ausgaben des Rechenjahres 1496 insgesamt macht jedenfalls deutlich, dass der Fischfang in den städtischen Gewässern für den Stadthaushalt eine wirtschaftlich absolut marginale Rolle spielte. Demnach betrug die Summe aller städtischen Einnahmen *ann gold XIII^{M} I^{C} LII gulden I$\frac{1}{2}$ ort, <ann> muntz LVIII^{M} V^{C} XV lb IX ß* (Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496, fol. 36r), die Summe aller Ausgaben *ann gold IX^{M} VIII^{C} LXXXIII gld III $\frac{1}{2}$ ort, <ann> muntz XVIIM IIIIC LXXXXV lb I ß II hlr* (Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496, fol. 119r). Mit anderen Worten: Die Einnahmen (siehe oben unter 19.3) aus den städtischen Fischwassern betrugen gerade einmal rund 1,7 Promille der kommunalen Gesamteinnahmen, die entsprechenden Ausgaben rund 2,8 Promille der kommunalen Gesamtausgaben. Die wirtschaftlich unbedeutende Rolle der städtischen Fischwasser wird auch im Vergleich mit den von Friedrich Dorner jahrweise erhobenen Steuereinnahmen auf alkoholhaltige Getränke (Bier, Wein, Obstwein, Branntwein) deutlich. Die Gesamteinnahmen aus den Getränkesteuern beliefen sich 1496 auf 26 326 Pfund, 10 Schilling und 2 Heller (Dorner, 1905, 111), die Einnahmen aus den Fischwassern betrugen also lediglich rund 1 Prozent dieses Steueraufkommens.

Kritisch zu berücksichtigen ist, dass mit den Angaben des Stadtkammerrechenbuchs nur die Tätigkeit des Fischers Moritz und seiner Gehilfen fassbar wird und nicht der zweifellos viel größere privatwirtschaftliche Sektor der Fischerei durch die Zunftmitglieder, die eine

[59] Im Folgenden umgerechnet nach den Angaben von Dorner, 1905, 5, 105: Ein (rheinischer) Gulden wird zu 252 Pfennig gerechnet.

offenbar steigende Nachfrage nach Fisch bedienten. Hier wäre auch ein Abgleich der realen Preise im Stadtkammerrechenbuch für die einzelnen Fischarten mit den normativen Preisen in den erhaltenen Fischordnungen von 1503 und 1508/09 möglich (Müller, 1933, 289f., 295f.). Schon mit der Zunftordnung vom 9. Februar 1349 schützten die Fischer nämlich ihren Verkauf innerhalb der Stadt mit einer Bannmeile um die Stadt herum (Fürkaufverbot: Puchner / Wulz, 1952, 71 Nr. 206), bereits im Jahr 1443 lassen sich innerhalb der Stadt achtzehn Fischer namentlich nachweisen (Müller, 1933, 118f.). Im ausgehenden 15. Jahrhundert nahm die Fischzucht in Wasserläufen, Teichen und Fischgruben stark zu (Kießling, 1989, 206f.), so dass städtische Fischordnungen 1503/04 und 1509 wegen der Erschöpfung der Fischwasser Mindestfanggrößen vorschrieben und zu enge Netze und das Abfischen von Laich verboten (Müller, 1933, 289 Z. 7-12, 297 Z. 16-29). In diesem Zusammenhang könnten die aus den Rechnungen erschließbaren Fischgewichte und ihre Veränderung im Jahresverlauf Indizien für Veränderungen der Fischfauna liefern, wenn sich längere Reihen erstellen lassen (wohl 1462-1523 möglich). Rechnerisch ergeben sich 1496/97 folgende Durchschnittsgewichte für die Setzlinge (aufsteigend sortiert):[60]

- Junger Hecht: 57 Gramm (3. April 1496)[61], 76 Gramm (22. Oktober 1496)
- Hecht: 143 Gramm (8. April 1497), 228 Gramm (16. April 1496)
- Karpfen: 238 Gramm (8. April 1497), 380 Gramm (16. April 1496), 489 Gramm (10. März 1497)
- Karpfen Leimer[62]: 742 Gramm (8. April 1497)
- Bachfisch: 475 Gramm (8. April 1497)

Aus der Praxis eines offenbar gezielten Besatzes mit Fischlaich (belegt für *hechtlach* am 22. Oktober 1496) und Jungfischen in unterschiedlicher Größe lässt sich auf eine professionalisierte Fischzucht schließen, wie sie vor allem für Karpfen (Cyprinus carpio) bereits seit dem Hochmittelalter gut bekannt ist (Hoffmann, 2023, 268-315). Die Zucht von Hecht (Esox lucius) gilt hingegen auch heute noch als schwieriger und der Besatz mit Hechtbrut wird vor allem in Gewässern, die „von starken Reproduktionsdefiziten betroffen sind“, für sinnvoll gehalten (Arlinghaus u. a., 2016, 24). Vor diesem Hintergrund ist der gleichzeitige Besatz der Kornlach mit leicht unterschiedlich großen Setzlingen von Hecht und Karpfen in einem Zahlenverhältnis von etwa 1 zu 2 aufschlussreich (16. April

[60] Nördlingen besaß ein eigenes Gewichtsmaß, dessen Gewicht mir nicht bekannt ist; ich orientiere mich deswegen am Augsburger Pfund Kramgewicht (472,38 Gramm) und am verbreiteten Nürnberger Pfund (475-480 Gramm) und rechne das Pfund zu 475 Gramm, vgl. Dirlmeier, 1978, 570, 572 mit Anm. 4, 36.

[61] Beispielrechnung: 300 Junghechte wogen 36 Pfund (17 100 Gramm), d.h. rechnerisch wog ein Junghecht rund 57 Gramm.

[62] Siehe oben Anm. 54.

1496). Von der mittelalterlichen Praxis der Karpfenzucht ist bekannt, dass ausgewachsene Hechte in Karpfenbecken gesetzt wurden, jedoch nur wenige Hechte auf Tausende Karpfen, damit die Hechte alle Jungfische fraßen, die als Futterkonkurrenten den Aufwuchs der Karpfen zur Erntereife zu verlangsamen drohten (Hoffmann, 2023, 210, 282f., 305). Als eine zeitgenössische, offenbar auf Erfahrungswissen beruhende Fischfangtechnik ist auch das Versenken eines Zweigs in den Berger Graben zu verstehen, mit dessen Hilfe Karpfen und Hechte leichter gefangen werden konnten (Zettel A verso). Insgesamt fällt auf, dass fast alle genannten städtischen Fischwasser künstlich angelegt, geformt und hinsichtlich Wasserzulauf und -ablauf reguliert wurden (Abb. 2): Stadtgraben (Löpsinger, Berger und Baldinger Graben), Kornlach, Bürgerweiher, Eger, eine räumlich nicht zuzuordnende Fischgrube (Lehm- oder Leimergrube für die Karpfenzucht, siehe unten). Ob es sich bei letzterer um eine der Fischgruben in der Nähe von oder auf der Bleiche handelt, die nachweislich bereits 1414 künstlich angelegt wurden (Vock / Wulz, 1965, 118f. Nr. 1243) und die 1481 eine Größe von etwa 27,3 Metern Länge und 15,8 Metern Breite erreichten, muss offenbleiben.[63]

Die Ausgaben für die Arbeiten, mit denen die urbane Flussaue durch Fischer Moritz und seine Gehilfen 1496 bewirtschaftet wurden, lassen das Ausmaß der Umformung jedoch nur erahnen, denn der größere Anteil der Bauarbeiten fiel in den Aufgabenbereich anderer städtischer Amtsleute (z. B. Baumeister, Grabenmeister, Bleichmeister; siehe oben unter 19.2) und wurde unter anderen Rubriken verzeichnet. Insofern sind die Ausgaben für Tagelohn, ohnehin oft nur für das Fischen, zwar als Vergleichsgröße für jahreszeitlich variierende Lohnhöhen interessant (dazu schon Mayer, 1876, 139 Anm. 3), aber letztlich nur ein Indikator und kein Maßstab für den Umfang von (baulichen) Eingriffen in die Gewässerstruktur.

Aufschlussreicher sind qualitative Erkenntnisse über das Ineinandergreifen gesellschaftlicher und natürlicher Faktoren bei der Transformation der Fluvialen Anthroposphäre. Darunter zählen die Arbeitsrhythmen beziehungsweise Zeiten, zu denen die Fischwasser mit Setzlingen versehen und abgefischt wurden. Dabei muss beachtet werden, dass das spätmittelalterliche Kalenderdatum gegenüber dem astronomischen Jahr und damit auch gegenüber den natürlichen, von der Sonneneinstrahlung abhängigen Bedingungen in den Gewässern um zehn Tage zurückliegt (Grotefend, 1991, 24f.). Zunächst fällt auf, dass der Besatz mit Setzlingen (unterschiedlicher Art und Größe) in der Regel im Frühjahr erfolgte, und zwar Mitte bis Ende April (hier bereits gerechnet unter Berücksichtigung der Kalenderkorrektur: 13. April, 18. April, 26. April). Allein der Besatz mit Hechtlaich und Junghecht (Durchschnittsgewicht 76 Gramm) erfolgte auch im Herbst (mit Datums-

[63] Nördlingen, StA, I/ R6 F3-1#3, Stadtkammerrechnung 1481, fol. 27v: *Item geben dem maister Conrat weyermaister von den zway newen fisch grieben uff der plaich, die noch der lenngen bi LXXXX schůchen lang und nach der zwerch LII schůch weit ist ze machen (…)*; zur Umrechnung wurde ein Mittelwert des verbreiteten Nürnberger Schuhs zu Grunde gelegt (30,38 Zentimeter), vgl. Wesely, 1995, 92f.

korrektur: 1. November). Moderne Versuche zeigen (Arlinghaus u. a., 2016, 25-29), dass ein Besatz mit einsömmrigen Hechten, entsprechend dem Gewicht von etwa 76 Gramm (Milardi, 2014), im Herbst durchaus möglich ist und im folgenden Frühjahr zwar zu einer Steigerung des Bestands führt, aber hinsichtlich der Überlebensrate im Folgejahr keine höheren und schwereren Bestände im Vergleich zu nicht bewirtschafteten Gewässern bringt. Ähnliches gilt für den Besatz im Frühling, und zwar sowohl mit kleineren als auch mit größeren Hechten vor der Geschlechtsreife.

Vor diesem Hintergrund ist der Besatz der Kornlach mit Karpfen ausschließlich im Frühling (mit Datumskorrektur: 18. und 26. April) aufschlussreich. Die Karpfensetzlinge waren mit ihrem Durchschnittsgewicht von 238 und 380 Gramm bereits so schwer, dass sie wohl schon zwei Sommer alt waren, trotz der Unsicherheit, der dieser Rückschluss von modernen Daten auf Verhältnisse der Vergangenheit unterliegen könnte (Mildner u. a., 2007, 55f.). Die bereits oben erwähnte Praxis, zeitgleich leichtere Hechte (228 Gramm) einzusetzen, entspricht im Prinzip modernen Methoden, um Nahrungskonkurrenten des Karpfens durch den Hechtbesatz klein zu halten (Füllner u. a., 2007, 28f.). Die schwersten Karpfen (*Leimer* oder *Laimer*: 742 Gramm) wurden am 8. April (mit Datumskorrektur: 18. April) 1497 offenbar ganz bewusst nicht mehr der Kornlach oder dem Bürgerweiher, die durch Zuflüsse und Größe schwerer zu kontrollieren waren, sondern einer Fischgrube (*Laimgrub*) anvertraut, vielleicht auf der Bleiche, die wohl der ungestörten Mast von ausschließlich gleichalten Karpfen bis zur endgültigen Entnahme diente. Vielleicht zeichnet sich mit dieser Aufteilung der Übergang von einem Femelbetrieb (Aufzucht unterschiedlich alter Fische vom Laichstadium bis zur marktfähigen Größe in einem einzigen Fischwasser) zur mehrstufigen Zucht in getrennten Teichen ab, wie sie vom Mutterweiher (mit Elterntieren und Laich) über den Streckweiher mit Heuerlingen (Einjährigen) bis zum Setzweiher für die erwachsenen Tiere zum Erscheinungsbild der Teichwirtschaft des 16. Jahrhunderts gehört (Hoffmann, 2023, 277-284).

In gleich mehrfacher Hinsicht aufschlussreich sind auch die Daten des dokumentierten Fischens in der Kornlach und im Bergergraben am 19. September 1496 (Zettel A, mit Datumskorrektur: 29. September) sowie im Bürgerweiher am 10. März 1497[64] (mit Datumskorrektur: 18. März). Gefangen wurden im Frühjahr Karpfen, Hecht und Bachfische, im Herbst nur Karpfen und Hecht. Während der Herbsttermin außerhalb der Laichzeit von Karpfen und Hecht liegt, ist dies beim Frühjahrstermin in Abhängigkeit von der Temperatur nicht zwingend der Fall. Jüngere Untersuchungen von Fischereiordnungen am Hochrhein konnten zeigen, dass sich die Schonzeiten in diesen normativen Texten gerade eben nicht an den Laichzeiten der Fischarten, sondern unabhängig von den biologischen Reproduktionszyklen „an den Bedürfnissen der Menschen, namentlich dem Kirchenjahr“ orientierten (Sigg / Sutter, 2023, 125 mit Abb. 4). Tatsächlich fällt der Termin Mitte März

[64] Vgl. oben bei Anm. 10, 31, 49.

1496 und Mitte März 1497 in die Laichzeit von Hecht (bei warmem Wetter eventuell auch des Karpfens) und in die vierzigtägige Fastenzeit vor den Ostersonntagen am 3. April 1496 und 26. März 1497 (Grotefend, 1990, 168). In der Fastenzeit auf Fisch zurückgreifen zu können, war offenkundig ein Motiv für den Fischfangtermin im Frühjahr. Mit anderen Worten: Der Eingriff der Nördlinger in die urbane Flussaue war auch hinsichtlich der Flussfauna beträchtlich und zeigt sowohl eine Anpassung der Akteursgruppen und ihrer Praktiken an biologische Gegebenheiten und Rhythmen als auch umgekehrt eine Anpassung letzterer an soziokulturelle Gegebenheiten und Rhythmen. Mit anderen Worten: In der Fluvialen Anthroposphäre waren Natur und Gesellschaft untrennbar verwoben.

Erhellende Aufschlüsse über die soziokulturelle Bedeutung der städtischen Fischwasser und der damit verbundenen Praktiken liefert schließlich die Verteilung der Fische, wie sie im beigelegten Zettel A beispielhaft deutlich wird. Die Liste führt in der mittleren Kolumne diejenigen 39 Personen[65] an, die aus dem Fang vom 19. September 1496 ein Fischgeschenk erhielten. Sie sind grob hierarchisch geordnet, zunächst werden die Alten Räte gelistet (von *Gabriel Eringer* bis *Hainrich Welsch*), dann die Räte aus den Zünften (von *Hanns Schnitzer* bis *Hanns Schmid*, wobei zwei Personen nicht zugeordnet werden konnten), gefolgt von städtischen Amtsbezeichnungen ohne Namensnennung bis auf *Moritz* (Hagen), den Fischer, und einen nicht identifizierten *Maister Jorg*. Die rechte Kolumne ordnet den namentlich aufgeführten Personen teilweise städtische Ämter zu (Bürgermeister, Rechner, Medicus). Die linke Kolumne gibt offenbar an, wer damit beauftragt wurde (*. . . ußgeschickt. . .*), die Fischgeschenke den Empfängern zu überbringen. Da in der ersten Zeile die Kornlach als das Fischwasser genannt wird, aus dem die verschenkten Fische stammten, und in der letzten Zeile insgesamt 39 aus der Kornlach gefangene Fische (21 Hechte, 18 Karpfen) als *hingeben* bezeichnet werden, liegt die Vermutung nahe, dass jedes Mitglied der gelisteten städtisch-administrative Elite jeweils einen Fisch erhielt. Die Kosten für den Fischfang in der Kornlach werden im Stadtkammerrechenbuch penibel unter dem Tagesdatum[66] verzeichnet, jedoch nicht diese Fisch-Geschenke der städtischen Elite an sich selbst. Eine ähnliche Beobachtung erlaubt die Notiz auf Zettel B über den Fischfang im Bürgerweiher am 10. März 1497. Die mit Zahlen versehene Aufstellung des Fangs wird durch die Zeile eingeleitet *(. . .) uber das so hingeb(e)n ist (. . .)*, also abzüglich der verschenkten Fische. Auch diese Fischgeschenke werden nicht im Stadtkammerrechenbuch verzeichnet.

Frischer Fisch galt im Mittelalter als Herrenspeise (Lampen, 2002, 370-377). Ende des 15. Jahrhunderts war Karpfen in Franken zwar deutlich teurer als Fleisch und kann als „Luxusnahrung“ bezeichnet werden (Götz, 2009, 72-78), aber noch höher ist sein symbolischer Wert einzuschätzen. Dafür ist ganz bezeichnend, dass schon seit Beginn

[65] Siehe Nachweise oben Anm. 21.
[66] Siehe oben Anm. 44.

des 15. Jahrhunderts die Nördlinger Juden eine „Judenfisch“-Abgabe zu leisten hatten (Darmann, 2009, 139 Anm. 608). Auf diese Weise erklärt sich auch die Beobachtung, dass die städtischen Fischwasser 1496/97 bestenfalls kostendeckend betrieben wurden – in der Perspektive der Akteursgruppen und besonders der städtischen Elite lag der eigentliche Wert der Fischzucht nicht auf ökonomischem Gebiet, sondern beruhte auf der symbolischen Valenz demonstrativen Fischkonsums. Diesem Zweck hatte sich die Gestaltung der Fluvialen Anthroposphäre unterzuordnen, auch wirtschaftlich.

19.6 Verzeichnisse

Archivalienverzeichnis

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), Benutzerzimmer.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F1-1#1 Stadtkammerrechnung 1399.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F1-1#2 Stadtkammerrechnung 1401.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F1-1#13 Stadtkammerrechnung 1417.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F1-2#6 Stadtkammerrechnung 1423.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F1-3#3 Stadtkammerrechnung 1428

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-1#1 Stadtkammerrechnung 1436.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-1#3 Stadtkammerrechnung 1438.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-1#4, Stadtkammerrechnung 1439.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-2#2 Stadtkammerrechnung 1443.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-2#3 Stadtkammerrechnung 1444.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-2#4 Stadtkammerrechnung 1445.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-4#4, Stadtkammerrechnung 1458.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-4#5 Stadtkammerrechnung 1459.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2-4#8 Stadtkammerrechnung 1462.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2–5#4 Stadtkammerrechnung 1468.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2–5#4 Stadtkammerrechnung 1469.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F2–6#1 Stadtkammerrechnung 1472.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F3-1#3, Stadtkammerrechnung 1481.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F3–4#1 Stadtkammerrechnung 1496.

Nördlingen, Stadtarchiv (StA), I/ R6 F5-1#1, Stadtkammerrechnung 1523.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Nördlingen, StA, I/ R6 F3-4#1 Stadtkammerrechnung 1496, fol. 103r. Urheber: StA Nördlingen, Foto: Stadtarchiv Nördlingen 2025, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Abb. 2: Georeferenzierte Flurkarte von Daniel Meyer 1697. Urheber: Nördlingen, StA, Benutzerzimmer, Foto: Gerrit J. Schenk, 2024, Bearbeitung: Iris Nießen 2025, Lizenz: alle Rechte vorbehalten.

Literaturverzeichnis

Arlinghaus, Robert u. a. (2016): Hechtbestandmanagement in der Angelfischerei – Möglichkeiten und Grenzen der Hege über Besatz, Habitatmanagement und veränderte Fang- und Entnahmebestimmungen, in: Deutscher Angelfischerverband e.V. (Hg.): Der Hecht (Esox lucius). Fisch des Jahres 2016, Offenbach a.M., S. 19-98.

Beyschlag, Daniel Eberhardt (1800): Beyträge zur Kunstgeschichte der Reichsstadt Nördlingen Viertes und fünftes Stück: Von der Buchbinderey, dem Papier und dem Münzwesen, Nördlingen.

Braun, Rüdiger (2010): Die älteste Rechnung des Würzburger Bürgerspitals von 1495, in: Helmut Flachenecker / Janusz Tandecki (Hg.): Zahlen und Erinnerung von der Vielfalt der Rechnungsbücher und vergleichbarer Quellengattungen. Editionswissenschaftliche Kolloquien 2009 (Publikationen des Deutsch-Polnischen Gesprächskreises für Quellenedition 5), Torún, S. 79-88.

Bruch, Julia (2015): Die Kunst, Daten in Informationen umzuwandeln. Zur Auswertung eines zisterziensischen Rechnungsbuches aus dem 13. und 14. Jahrhundert und den Herausforderungen in der Analyse serieller Wirtschaftsquellen, in: Gudrun Gleba / Niels Petersen (Hg.): Wirtschafts- und Rechnungsbücher des Mittelalters und der Frühen Neuzeit: Formen und Methoden der Rechnungslegung: Städte, Klöster und Kaufleute (Reihe der Universitätsdrucke), Göttingen, S. 13-44.

Bünz, Enno (2020): Serielle Quellen des späten Mittelalters – Herausforderungen, Möglichkeiten und Grenzen der editorischen Arbeit angesichts beginnender Massenüberlieferung, in: Martina Hartmann u. a. (Hg.): Quellenforschung im 21. Jahrhundert.

Vorträge der Veranstaltungen zum 200-jährigen Bestehen der MGH vom 27. bis 29. Juli 2019 (Monumenta Germaniae historica, Schriften 75), Wiesbaden, S. 195-239.

Burckhardt, Fritz (1906): Über Pläne und Karten des Baselgebietes aus dem 17. Jahrhundert, in: Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde 5, S. 291-360.

Butt, Arne (2015): Systematik und Chancen städtischer Rechnungsführung am Beispiel der spätmittelalterlichen Göttinger Kämmereiregister, in: Gudrun Gleba / Niels Petersen (Hg.): Wirtschafts- und Rechnungsbücher des Mittelalters und der Frühen Neuzeit: Formen und Methoden der Rechnungslegung: Städte, Klöster und Kaufleute (Reihe der Universitätsdrucke), Göttingen, S. 79-101.

Darman, Ashkira (2009): „stewren, raisen, wachen, schenken". Steuern und Rechte jüdischer Bürger im Vergleich mit christlichen rechtlichen Gruppen und im Rahmen des städtischen Finanzhaushalts in Reichsstädten im Südwesten des Reiches (1350-1500), Diss. Zürich, DOI: https://doi.org/10.5167/uzh-163842.

Dirlmeier, Ulf (1978): Untersuchungen zu Einkommensverhältnissen und Lebenshaltungskosten in oberdeutschen Städten des Spätmittelalters (Mitte 14. bis Anfang 16. Jahrhundert) (Abhandlungen der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Jahrgang 1978, 1. Abhandlung), Heidelberg.

Dorner, Friedrich (1905): Die Steuern Nördlingens zu Ausgang des Mittelalters (Diss. München 1905), Nürnberg.

Helmut Flachenecker / Janusz Tandecki (Hg.) (2010): Editionswissenschaftliches Kolloquium 2009. Zahlen und Erinnerung. Von der Vielfalt der Rechnungsbücher und vergleichbarer Quellengattungen (Publikationen des Deutsch-Polnischen Gesprächskreises für Quellenedition 5), Torún.

Fouquet, Gerhard (1999): Bauen für die Stadt. Finanzen, Organisation und Arbeit in kommunalen Baubetrieben des Spätmittelalters. Eine vergleichende Studie vornehmlich zwischen den Städten Basel und Marburg (Städteforschung Reihe A, Darstellungen 48), Köln u. a.

Fouquet, Gerhard (2000): Zahlen und Menschen. Der städtische Haushalt der Königs- und Reichsstadt Frankfurt während der Jahre 1428/29, in: Archiv für Frankfurts Geschichte und Kunst 66, S. 95-131.

Fouquet, Gerhard (2010): Zur öffentlichen Finanzverwaltung im späten Mittelalter, in: Christian Hesse / Klaus Oschema (Hg.): Aufbruch im Mittelalter. Innovationen in Gesellschaften der Vormoderne. Studien zu Ehren von Rainer C. Schwinges, Ostfildern, S. 69-86.

Fumasoli, Beat (2017): Wirtschaftserfolg zwischen Zufall und Innovativität. Oberdeutsche Städte und ihre Exportwirtschaft im Vergleich (1350-1550) (Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Beiheft 241), Stuttgart.

Gudrun Gleba / Niels Petersen (Hg.) (2015): Wirtschafts- und Rechnungsbücher des Mittelalters und der Frühen Neuzeit. Formen und Methoden der Rechnungslegung: Städte, Klöster und Kaufleute, Göttingen, DOI: https://doi.org/10.17875/gup2015-825.

Gleba, Gudrun (2016): Die Ordnung im Kopf des Schreibers – Textbildgestalt als Teilaspekt der Edition mittelalterlicher Rechnungsbücher, in: Jürgen Sarnowsky (Hg.): Konzeptionelle Überlegungen zur Edition von Rechnungen und Amtsbüchern des späten Mittelalters (Nova Mediaevalia. Quellen und Studien zum europäischen Mittelalter 16), Göttingen, S. 57-72.

Goetz, Hans-Werner (2014): Proseminar Geschichte: Mittelalter (UTB Geschichte 1719), 4. Aufl., Stuttgart.

Götz, Patrick (2009): Karpfen in Franken im Mittelalter. Eine wirtschaftsgeschichtliche Untersuchung, Zulassungsarbeit Universität Erlangen-Nürnberg, URL:https://web.archive.org/web/20141204210744/http://www.stuarts-history.net/uploads/1/7/3/8/17386597/karpfen_patrick_goetz.pdf (01.06.2025).

Grenacher, Franz (1960): Daniel Meyer, ein unbekannter schweizerischer Kartograph und der Kataster seiner Zeit, in: Geographica Helvetia. Schweizerische Zeitschrift für Geographie 15, S. 8-16.

Grimm, Jacob / Grimm, Wilhelm (2025): Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trier Center for Digital Humanities, Version 01/25, URL: https://www.woerterbuchnetz.de/DWB?lemid=\B03913 (03.05.2025).

Grotefend, Hermann (1991): Taschenbuch der Zeitrechnung des deutschen Mittelalters und der Neuzeit, 13. Aufl., Hannover.

Haidvogl, Gertrud u. a. (2014): Typology of historical sources and the reconstruction of long-term historical changes of riverine fish: a case study of the Austrian Danube and northern Russian rivers, in: Ecology of Freshwater Fish 23 (4), S. 498-515, DOI: https://doi.org/10.1111/eff.12103.

Hartmann, Josef / Kloosterhuis, Jürgen (2003): Amtsbücher, in: Friedrich Beck / Eckart Henning (Hg.): Die archivalischen Quellen. Mit einer Einführung in die Historischen Hilfswissenschaften, 3. Aufl., Köln u. a.

Hoffmann, Richard C. (2023): The Catch. An Environmental History of Medieval European Fisheries, Cambridge u. a.

Keller, Hagen (1992): Pragmatische Schriftlichkeit im Mittelalter. Erscheinungsformen und Entwicklungsstufen. Einführung zum Kolloquium in Münster, 17.-19. Mai 1989, in: Hagen Keller u. a. (Hg.): Pragmatische Schriftlichkeit im Mittelalter. Erscheinungsformen und Entwicklungsstufen (Akten des Internationalen Kolloquiums 17.-19. Mai 1989), München, S. 1-7.

Kessler, Hermann (1982): Die Stadtmauer der freien Reichsstadt Nördlingen (Schwäbische Geschichtsquellen und Forschungen 12), Nördlingen.

Kevrić, Julia Petar u. a. (2023): Stockfisch, Honig, Gänsefleisch und Safran. Studie zur Ernährung der Kirchheimer Nonnen nach dem Rechnungsbuch der Barbara von Speyer (1481-85), in: Mannheim Working Papers on Premodern Economic History 3 (2), S. 1-19, DOI: https://doi.org/10.25521/mwppeh.2023.247.

Kießling, Rolf (1989): Die Stadt und ihr Land. Umlandpolitik, Bürgerbesitz und Wirtschaftsgefüge in Ostschwaben vom 14. bis ins 16. Jahrhundert (Städteforschung Reihe A, Darstellungen, 29), Köln u. a.

Kudorfer, Dieter (2012): Oettingen, Grafen/Fürsten von, publiziert am 23.04.2012; in: Historisches Lexikon Bayerns, URL: http://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Oettingen,_Grafen/FÃijrsten_von (24.05.2025).

Kühn, Hans-Joachim (2016): Mittelalterliche Rechnungen als Quelle für die materielle Alltagskultur, in: Michael Koch (Hg.): Archäologie in der Großregion. Beiträge des internationalen Symposiums zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen vom 19.-22. Februar 2015 (Archäologentage Otzenhausen 2), Nonnweiler, S. 257-264.

Lampen, Angelika (2002): Wirtschaftsformen und Repräsentationskultur. Zum Verhältnis von Adel und Teichwirtschaft im Spätmittelalter, in: Wilfried Ehbrecht u. a. (Hg.): Der weite Blick des Historikers. Einsichten in Kultur-, Landes- und Stadtgeschichte Peter Johanek zum 65. Geburtstag, Köln u. a., S. 367-386.

Mayer, Christian (1876): Die Stadt Nördlingen, ihr Leben und ihre Kunst im Lichte der Vorzeit, Nördlingen.

Mersiowsky, Mark (2000): Die Anfänge territorialer Rechnungslegung im deutschen Nordwesten. Spätmittelalterliche Rechnungen, Verwaltungspraxis, Hof und Territorium (Residenzenforschung 9), Stuttgart.

Milardi, Marco u. a. (2014): Variation in length, girth and weight of large northern pikes (Esox lucius) in Finland, in: Annales Zoologici Fennici 51 (3), S. 335-339, DOI: http://dx.doi.org/10.5735/086.051.0305.

Mildner, Uwe u. a. (2007): Einfluss der Bewirtschaftung sächsischer Teichwirtschaften auf die Ökonomik der Speisekarpfenproduktion (Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 30), Dresden.

Moulin, Claudine (2012): Zeichen und ihre Deutung. Zum handschriftennahen Edieren schriftlicher Quellen in interdisziplinärem Kontext. Text, Materialität und Edition in interdisziplinärem Zusammenhang, in: Claudine Moulin / Michel Pauly (Hg.): Die Rechnungsbücher der Stadt Luxemburg, Bd. 6: 1467-1473 (Schriftenreihe des Stadtarchivs Luxemburg 6 / Publications du CLUDEM 33), Luxemburg, S. 9-17.

Karl Otto Müller (Hg.) (1933): Nördlinger Stadtrechte des Mittelalters (Bayrische Rechtsquellen 2), München.

Karl Puchner / Gustav Wulz (Hg.) (1952): Die Urkunden der Stadt Nördlingen, Bd. 1: 1233-1349 (Schwäbische Forschungsgemeinschaft bei der Kommission für bayerische Landesgeschichte, Veröffentlichungen Reihe 2, Urkundenregesten 1), Augsburg.

Stefan Pätzold / Marcus Stumpf (Hg.) (2016): Mittelalterliche und frühneuzeitliche Rechnungen als Quellen der landesgeschichtlichen Forschung (Westfälische Quellen und Archivpublikationen 30), Münster, URL: https://www.lwl-archivamt.de/media/filer_public/99/df/99df3b1e-7df5-449e-bb2a-a8a57f64e44c/wqa_30.pdf (12.05.2025).

Rasch, Ernst (1967): Fische, Fischerei und Fischzucht im Ries, in: Fränkisch-Schwäbischer Heimatverlag (Hg.): Das Ries. Gestalt und Wesen einer Landschaft. Ein Heimatbuch, Bd. 3, Oettingen, S. 196-234.

Rosen, Josef (1977): Eine mittelalterliche Stadtrechnung – Einnahmen und Ausgaben in Basel 1360-1535, in: Erich Maschke / Jürgen Sydow (Hg.): Städtisches Haushalts- und Rechnungswesen. 12. Arbeitstagung in Überlingen 9.-11. November 1973 (Stadt in der Geschichte. Veröffentlichungen des Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung 12), Sigmaringen, S. 45-68.

Jürgen Sarnowsky (Hg.) (2016): Konzeptionelle Überlegungen zur Edition von Rechnungen und Amtsbüchern des späten Mittelalters (Nova Mediaevalia. Quellen und Studien zum europäischen Mittelalter 16), Göttingen.

Schenk, Gerrit Jasper (2003): Zeremoniell und Politik. Herrschereinzüge im spätmittelalterlichen Reich (Forschungen zur Kaiser- und Papstgeschichte des Mittelalters. Beihefte zu J.F. Böhmer, Regesta Imperii 21), Köln u. a.

Schultze, Johannes / Walter Heinemeyer (2000): Richtlinien für die Edition von Quellen zur neueren deutschen Geschichte, in: Walter Heinemeyer (Hg.): Richtlinien für die Edition landesgeschichtlicher Quellen, 2. Aufl., Marburg u. a., S. 27-39.

Sigg, Roman / Sutter, Claudia (2023): Gemeinschaftlicher Schutz von Fischen. Fischereiordnungen am Hochrhein zwischen 1480 und 1600, in: Lukas Schwend / Pascale Sutter (Hg.): Recht, Fischerei und Nachhaltigkeit im 15.-18. Jahrhundert. Droit, pêche et durabilité du XV^{e} au XVIII^{e} siècle (Europäische Rechts- und Regionalgeschichte 27), Zürich u. a., S. 93-131.

Walther E. Vock / Gustav Wulz (Hg.) (1965): Die Urkunden der Stadt Nördlingen, Bd. 3: 1400-1435 (Schwäbische Forschungsgemeinschaft bei der Kommission für bayerische Landesgeschichte, Veröffentlichungen Reihe 2a, Urkunden und Regesten 9), Augsburg.

Voges, Dietmar-H. (1988): Die Reichsstadt Nördlingen. 12 Kapitel aus ihrer Geschichte, München.

Voigt, Dieter (2017): Die Augsburger Baumeisterbücher des 14. Jahrhunderts, Bd. 1: Darstellung (Veröffentlichungen der Schwäbischen Forschungsgemeinschaft Reihe 1: Studien zur Geschichte des bayerischen Schwaben 43,1), Augsburg.

Wesely, Daniel (1995): Das Feldmaßsystem im Fürstentum Fürstenberg im 18. Jahrhundert, in: Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte der Baar in Donaueschingen 38, S. 91-99.

Thomas Wozniak (Hg.) (2024): Werkzeuge der Historiker:innen, Bd. 2: Mittelalter, Stuttgart.

Wulz, Gustav (1939): Bauchronik der Nördlinger Stadtbefestigung, in: Historischer Verein für Nördlingen und das Ries, Jahrbuch 21, S. 50-95.

Würz, Simone (2016): Methoden der Digital Humanities in der Bearbeitung und Erforschung mittelalterlicher Rechnungsbücher. Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel der digitalen Edition der Augsburger Stadtrechnungsbücher, in: Stefan Pätzold / Marcus Stumpf (Hg.) (2016): Mittelalterliche und frühneuzeitliche Rechnungen als Quellen der landesgeschichtlichen Forschung (Westfälische Quellen und Archivpublikationen 30), Münster, S. 101-113.

Wüst, Wolfgang (2010): Rechnungsbücher und ‚Governance': Zählen, Zahlen und Regieren in Spätmittelalter und Früher Neuzeit, in: Helmut Flachenecker / Janusz Tandecki (Hg.) (2010): Editionswissenschaftliches Kolloquium 2009. Zahlen und Erinnerung. Von der Vielfalt der Rechnungsbücher und vergleichbarer Quellengattungen (Publikationen des Deutsch-Polnischen Gesprächskreises für Quellenedition 5), Torún, S. 225-250.

Die umwelthistorische Interpretation archäologischer Quellen

Rainer Schreg

20.1 Einleitung

In der Regel denkt man bei archäologischen Methoden an Ausgrabung, Prospektion und zunehmend auch an Hightech-Analysen, die heute stark von den Naturwissenschaften dominiert sind (siehe in diesem Band: Nießen, Archäologische Quellengruppen). Tatsächlich müssen wir aber drei Ebenen der archäologischen Forschung differenzieren, die alle über ihre eigenen spezifischen Methoden verfügen, nämlich die Ebenen der Erschließung, der Analyse der Quellen und schließlich auch deren Interpretation.

Methoden der Interpretation setzen die archäologischen Quellen systematisch und kontrolliert, unter Beachtung von Formationsprozessen und Quellenkritik, in Bezug zu anderen Quellen, Forschungshypothesen und theoretischen Konzepten.

Nicht immer sind die Grenzen zwischen Analyse und Interpretation klar zu definieren, denn sie hängen nicht zuletzt von Ziel und Fragestellung ab. Diese haben sich in den vergangenen Jahren jedoch generell verschoben. An die Stelle einer klassischen Siedlungs- und Landschaftsarchäologie tritt verstärkt eine Umweltarchäologie.

Die Quellen der Archäologie sind die materiellen Hinterlassenschaften, die aus ihrem Nutzungskontext ausgeschieden und zumeist als Bodenfunde überliefert sind. Man differenziert Funde und Befunde. Das eine sind bewegliche Objekte, das andere meist bauliche ortsfeste Strukturen. In Bezug auf eine Archäologie der Aue wären Angel- oder Flößerhaken, aber auch Einbäume und Fischreusen als Funde, Uferbefestigungen, Kanäle, Brückenpfeiler oder Gebäudereste von Mühlen als Befunde zu nennen. Mehr aus Erwägungen der Denkmalpflege definiert man Fundstellen, an denen direkt menschliche Aktivitäten stattgefunden haben. Vieles, was für eine Auenarchäologie von Bedeutung ist, fällt jedoch durch das

Schreg, Rainer (2025): Die umwelthistorische Interpretation archäologischer Quellen, in: Gerrit Jasper Schenk / Nicolai Hillmus (Hg.): Flusslandschaften im Wandel. Kleine multidisziplinäre Quellenkunde der Fluvialen Anthroposphäre (Darmstädter Historische Studien 1), Darmstadt, S. 268-287, DOI: https://doi.org/10.26083/tuprints-00030120, Lizenz: CC BY-SA 4.0 International.

Raster solch traditioneller (und rechtlich bedingter) Vorstellungen. Strukturen von Wässerwiesen stehen meist nicht als archäologische Fundstelle unter Schutz, ebenso wenig wie einzelne Keramikfunde, die irgendwo aus dem Auensediment stammen – obgleich sie wichtige Quellen für die Kenntnis der Auenentwicklung sein können. Archäologie in der Aue findet häufig off-site, also abseits klar definierter ‚Fundstellen' statt.

20.2 Beispiel Kalktufflandschaften

Am konkreten Beispiel einer Kalktufflandschaft der Schwäbischen Alb lassen sich die Perspektiven und Methoden, aber auch einige Grundprinzipien der archäologischen Interpretation und Quellenkritik aufzeigen.

Als Karst bezeichnet man die besondere geologische Situation, in der durch Lösung und Auswaschung, aber auch Ablagerungen besondere Geländeformen entstehen. Regenwasser löst den Kalk aus dem anstehenden Kalkgestein, so dass ausgedehnte Höhlen und unterirdische Wasserläufe entstehen, die das Oberflächenwasser schnell schlucken oder versickern lassen. Dort, wo das stark kalkhaltige Wasser austritt, kommt es zur Bildung einer Art Travertin. Aus dem kalkhaltigen Wasser fällt der Kalk aus, der sich an Moosen, Algen und Sträuchern ablagert. In den Schriftquellen wird dieses Gestein als Tuff bezeichnet, weshalb im umwelthistorischen Kontext die Bezeichnung Kalktuff vorzuziehen ist. Ein wichtiger Faktor für die Kalkablagerung ist eine Sauerstoffanreicherung. Diese ist insbesondere dort gegeben, wo das Wasser über ein Hindernis plätschert, das dann im Lauf der Zeit zu einer Kalktuffbarre aufwächst. In den Tälern bilden sich dadurch Terrassen, Seen und Sümpfe, die das Tal schwer gangbar machen (Abb. 1).

Die Rohrach entspringt am nördlichen Rand der Schwäbischen Alb in einer kleinen Karstquelle südlich von Geislingen an der Steige und mündet nach etwa 7 km im Geislinger Talkessel in die Eyb, die nach weiteren etwa 2 km in die Fils fließt. Das Rohrachtal und der Geislinger Talkessel sind durch Kalktuffterrassen geprägt. Das Tal ist heute eine wichtige Verkehrsachse, dicht bebaut und daher für moderne geoarchäologische Untersuchungen wenig geeignet. Zahlreiche archäologische Beobachtungen erlauben es jedoch, das Siedlungsbild und die potentielle Landnutzung zu rekonstruieren (vgl. Schreg, 1999; Schreg, 2009).

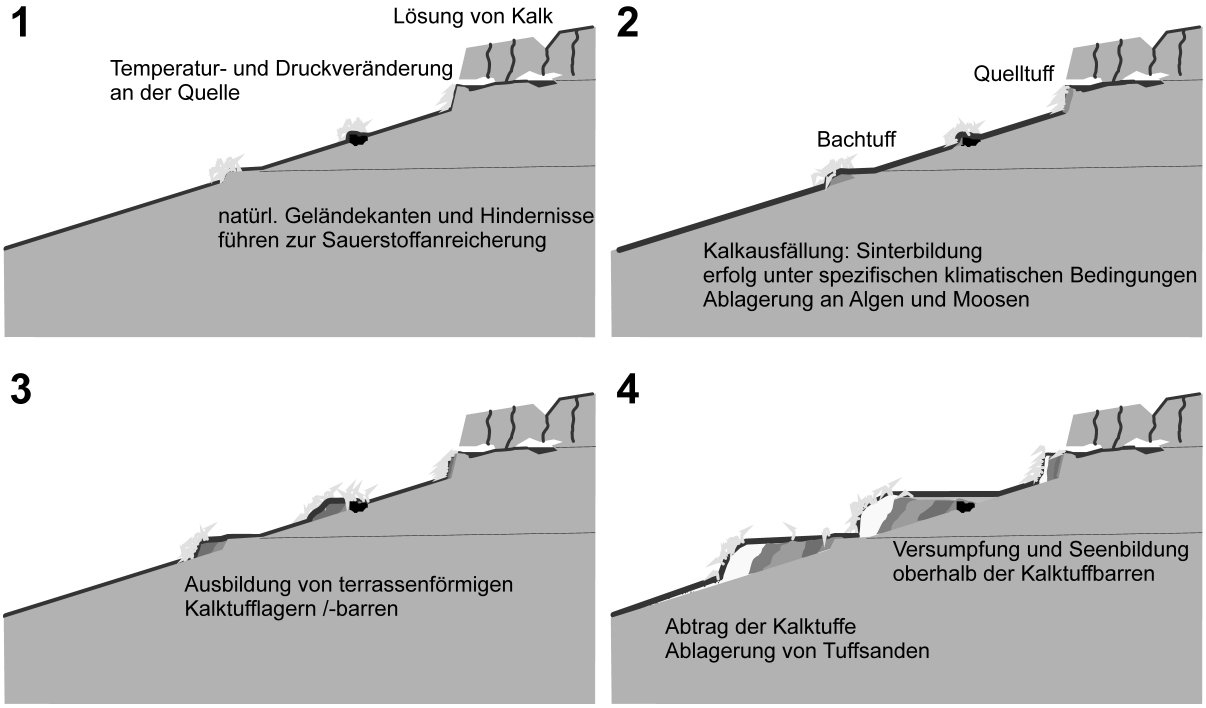


Abb. 1: Kalktuffbildung und das Aufwachsen von Kalktuffterrassen. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Der Talgrund war von Seen und Sümpfen geprägt, wie Sedimente, Flurnamen und schriftliche sowie mündliche Quellen übereinstimmend zeigen. Dies hat wichtige Auswirkungen auf die Siedlungslandschaft, denn einerseits gibt es dadurch Sümpfe und Seen, die das Gelände schwer gangbar machen, gleichzeitig aber Jagd und Fischfang erlauben, und andererseits trockene Kalktuffbarren, die ideale Mühlenstandorte darstellen und häufig Ansatzpunkte einer bereits prähistorischen Besiedlung sind. Nordöstlich von Altenstadt liegt am Zusammenfluss von Eyb und Rohrach auf einer solchen Kalktuffbarre eine frühmittelalterliche Siedlung samt benachbartem merowingerzeitlichem Gräberfeld. Insgesamt zeigen die archäologischen Quellen für das frühe Mittelalter eine lockere und auch von Siedlungsverlagerungen geprägte Besiedlung. Irgendwann im Verlauf des Hoch- und Spätmittelalters kam es zu einer Siedlungskonzentration in Altengiselingen / Altenstadt. Seit dem 12. Jahrhundert entwickelte sich zu Füßen der Burg Helfenstein die Stadt Geislingen, deren wirtschaftliche Grundlage ganz maßgeblich auf dem dortigen Zoll sowie den nötigen Vorspanndiensten für die Geislinger Steige basierte. Eine weitere bedeutende Siedlung, die bereits in die vorstädtische Zeit zurückreicht, war Rorgensteig, auf einer hohen Kalktuffbarre gelegen, die den Betrieb von mehreren Mühlen ermöglichte (Abb. 2).

Das bis hierher gezeichnete Bild gibt eine siedlungsarchäologische Perspektive wieder, indem die Siedlungen in einen Bezug zum Naturraum gesetzt wurden. Wesentlich ist hier die räumliche Verortung der Informationen aus verschiedenen Quellen, unter anderem die Identifikation von Siedlungs- und Flurnamen mit bestimmten Landschaftsbereichen.

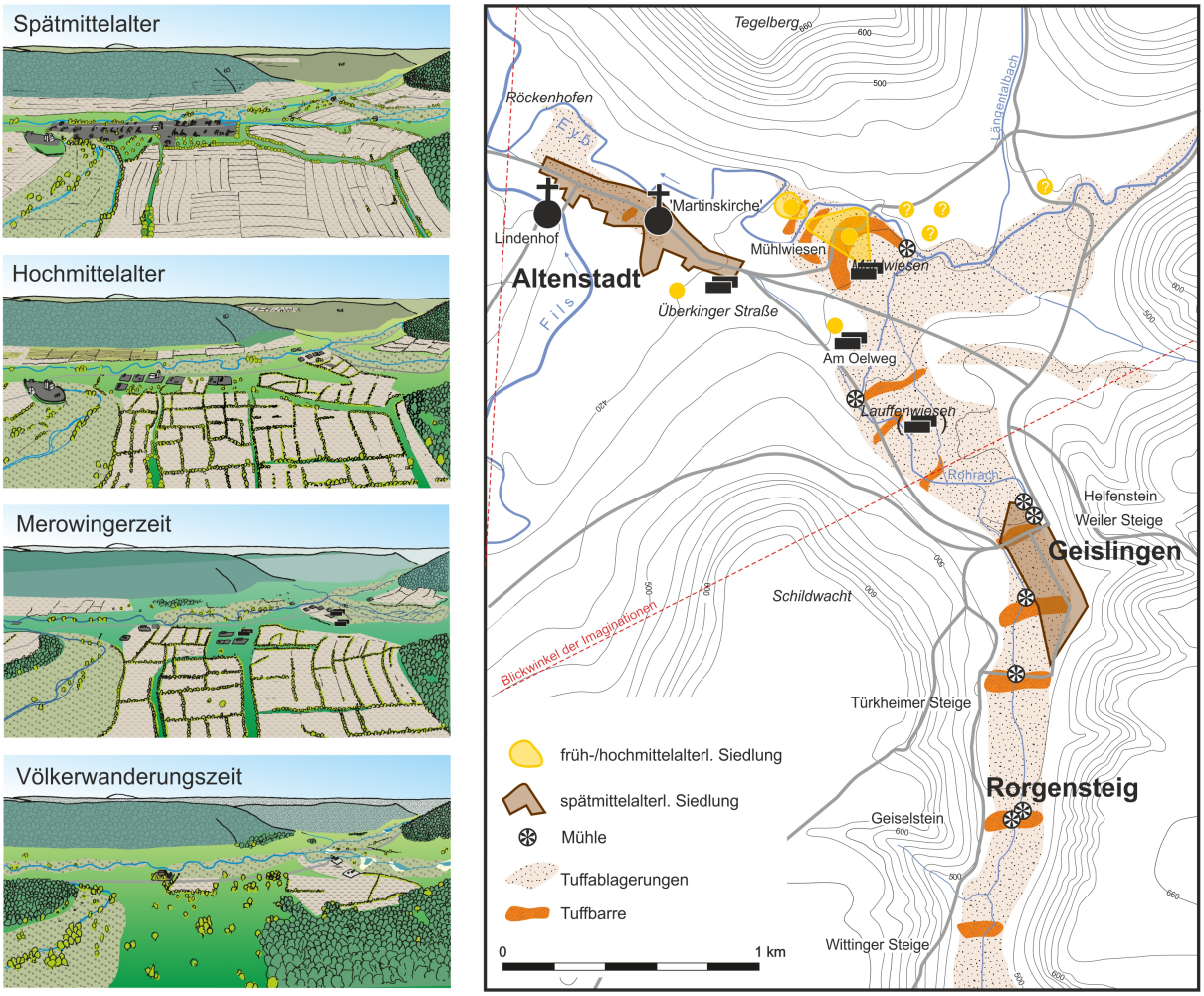


Abb. 2: Geislinger Talkessel: Skizzen der Kulturlandschaftsentwicklung im Bereich Altenstadt und Plan der Siedlungslandschaft. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Nachdem die ältere Forschung ein Ende der Kalktuffbildungen aus klimatischen Gründen bereits im Subatlantikum, also etwa der Bronzezeit (ca. 2. Jahrtausend v.Chr.), postuliert hat, wurde inzwischen durch eine Korrelation der Siedlungsentwicklung und der (im vorliegenden Fall leider nicht mit modernen naturwissenschaftlichen Methoden datierten) Tuffentwicklung deutlich, dass das Ende der Kalktuffbildung – die anderswo durchaus bis heute andauert – wohl eher dem regulierenden Eingriff des Menschen durch Mühlen und Wässerwiesen, aber auch durch Flöß-, Gewerbe- und Stadtgraben zuzuschreiben ist (vgl. Schreg, 2020). In dieser Perspektive wird der Mensch zum Gestalter der Landschaft, die nun als Anthroposphäre oder soziokultureller Schauplatz wahrgenommen wird. Es zeigt sich beispielsweise, dass das Rohrachtal seine Bedeutung als Verkehrsachse wohl erst durch die Eingriffe des Menschen erhalten hat. Dank des begrenzten Raums innerhalb des Talkessels kann man versuchen, die agrarische Tragfähigkeit des Talkessels abzuschätzen und den Bevölkerungszahlen gegenüber zu stellen, die sich aus den frühmittelalterlichen Gräberfeldern und aus den spätmittelalterlichen Schriftquellen gewinnen lassen. Eine solche Modellierung bleibt zwangsläufig vage, zeigt aber, dass der Produktionsdruck auf die Kalktufflandschaft

hoch gewesen sein muss (Schreg, 2020). Karst- und insbesondere Kalktufflandschaften zeigen einige charakteristische Ressourcen und Potentiale der Landnutzung und spezielle Umweltauswirkungen (Abb. 3). Dies ist eine landschaftsarchäologische Perspektive, in der der Mensch als Gestalter seiner Umwelt auftritt.

Ressourcen und Potential	**Nutzung**	**Umweltauswirkungen**
Topographie		
• Schnell fließende Gewässer/ Wasserfälle/Kaskaden • Kalktuffbarren • Sumpfgebiete/ Seen • Hochflächen	• Mühlen (Getreidemühlen, Ölmühle, Hammerwerk…) • Frühe Industriestandorte • Drainage, Bewässerung •Weidenutzung	• Industriefolgen • Veränderung der Hydrologie • Erosion • Entwaldung, Erosion
Wasser		
Häufig, perennierend, frisch • Karstquellen • Seen • Höhlen • Zahlreiche Wasserfälle	• Fisch (v. a. Forellen) • Quellen oft mit religiöser Bedeutung • Ansatzpunkt für Besiedlung • Regulierung	• Gering • Unbedeutend • Stark: Ende der Kalktuffbildung, rückschreitende Erosion der Kalktuffbarren
Auf Hochflächen • kaum zugänglich	• Trink- und Brauchwasser • Anlage von Speichern	• Schaffung künstlicher Biotope
Gestein		
Kalktuff • Tuffstein unterschiedlicher Härte • Tuffsand Lehme/Seeablagerungen	• Baustein • Bau von Höhlen (Vorratskeller, Eiskeller…) • Tonlager für Töpferei	• Steinbrüche • Zerstörung der Kalktuffbarren • Tongruben
Böden		
vernässt, moorig	• Vor der Trockenlegung: Sommerweide • Nach Trockenlegung und regulierter Bewässerung: Gartenland, Obstwiesen, Wässerwiesen	• Zerstörung von Mooren • Verlust von Biotopen
Vegetation		
• Röhricht • Wald	• Einöde/„Wildnis“ • Holznutzung • Baumaterial (z.B. Schilf, Weidenruten) •Wildpflanzen	• abhängig von der Nachhaltigkeit der Nutzung/ Bewirtschaftung • Veränderung von Biotopen

Abb. 3: Die landschafts- und umwelthistorische Perspektive auf Kalktufflandschaften, verändert nach Schreg, 2009 a. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Gerade in einer Kalktufflandschaft lässt sich jedoch zeigen, dass es falsch wäre, allein den Menschen als Macher und Gestalter zu begreifen. Vielmehr zeigen sich sehr komplexe Muster einer Interaktion. Einerseits haben die Menschen – etwa bezogen auf die Nutzung des Flößgrabens, der Weideflächen oder der Wässerwiesen – sehr unterschiedliche Interessen und Landschaftwahrnehmungen. Andererseits gibt es auch eine ganze Reihe ‚natürlicher' Faktoren und Akteure, die Regelsysteme bilden oder sich in einer Co-Evolution verändern. Die Kalktuffbildungen schaffen Mühlenstandorte, deren Wasserbau die Kalktuffbildung reduziert. In der Folge kommt es zu Trockenlegungen mit neuen Agrar-, Siedlungs- und Verkehrsflächen, die das Wasser immer mehr regulieren und die Kalktuffbildung immer mehr reduzieren. In den Schriftquellen wird dieser Prozess nicht beschrieben, denn er dauerte für die menschliche Wahrnehmung zu lange. Er hatte aber nicht nur Einfluss auf die Siedlungslandschaft, sondern zerstörte und schuf auch neue Biotope und veränderte ebenso das Risiko von Hochwassern. Das ist nun die umwelthistorische bzw. umweltarchäologische Perspektive, die einen hohen Theoriebedarf hat, denn während sich die Siedlungen, Ressourcen und ggf. auch Landnutzungspraktiken mit Quellenbegriffen bezeichnen lassen, spielen hier häufig abstrakte Kategorien eine Rolle, die sich erst aus einem wissenschaftlich-ökologischen Blick ergeben. Die Dynamik zwischen Mensch und Kalktuff war den Menschen der Vergangenheit nicht bewusst, da es kein Wissen über Lösungs- und Ausfällungsprozesse von Kalk gab. ‚Risiko' oder ‚Nachhaltigkeit' sind Beispiele für moderne Kategorien, die aber heuristisch dennoch zum Verständnis der Mensch-Umwelt-Interaktion in der Vergangenheit beitragen können.

20.3 Die Interpretation archäologischer Quellen

Im Folgenden blicken wir schwerpunktmäßig auf die Interpretation archäologischer Quellen, doch darf man hier im Hinterkopf behalten, dass wir interdisziplinär arbeiten und es hier nicht zuletzt darauf ankommt, verschiedene Quellen methodisch und nachvollziehbar zu einem umwelthistorischen Gesamtbild zusammenzufügen (vgl. Schreg, 2016).

20.3.1 Kontextualisierung

In einem ersten Schritt geht es darum, die vorliegenden Quellen untereinander in Bezug zu setzen. Hierbei sind drei verschiedene Dimensionen zu beachten:

1. chronologisch
2. räumlich
3. inhaltlich

Die chronologische Bestimmung sieht sich mit dem Problem konfrontiert, dass wir es quellenspezifisch mit sehr unterschiedlichen Methoden zu tun haben, die sich in ihrer Genauigkeit und ihrem Datierungsfixpunkt unterscheiden. Bei einem Gebäude beispielsweise kann die Bauinschrift den Zeitpunkt einer Renovierung wiedergeben, das dendrochronologische Datum sich auf eine frühere Bauphase beziehen, das ^{14}C-Datum die Bildung des Kernholzes datieren, während das archäologische Fundmaterial evtl. nur die letzte Nutzungsphase spiegelt. Dieses Problem stellt sich auch bei der Datierung von Auesedimenten, wo OSL (siehe in diesem Band: Grimm u. a., Stratigraphie und Datierung), ^{14}C-datierte Holzkohlen und Keramikfunde ganz unterschiedliche Zeitpunkte widerspiegeln.

Die räumliche Kontextualisierung ist sehr stark von der Fragestellung abhängig. Hier können Aspekte des Einzugsgebiets ebenso eine Rolle spielen wie Verkehrswege, historische Besitzverhältnisse oder Territorien, aus archäologischer Sicht aber beispielsweise auch ‚Kulturräume', wie sie sich in Verbreitungskarten widerspiegeln. Die Verbreitung archäologischer Artefakte in der Landschaft kann die Absatzgebiete von Werkstätten oder auch Handelswege widerspiegeln. So zeigt beispielsweise die Verbreitung rheinischer Keramik des frühen und hohen Mittelalters entlang des Mains dessen Bedeutung als Transportweg. Etwas abstrakter sind großräumigere Verbreitungsgebiete zu verstehen, die man immer wieder ethnisch gedeutet, also auf die Kategorien von Stämmen und Völkern bezogen hat. Diese ethnischen Deutungen sind außerordentlich problematisch, spiegeln aber oft auch Wirtschaftsstrukturen wider, die sich auch auf die Auenlandschaften auswirken könnten.

Während die Methoden der Datierung und der räumlichen Analyse, bei denen die Naturwissenschaften einen erheblichen Anteil haben, vergleichsweise gut reflektiert sind, sind die Methoden einer inhaltlichen Kontextualisierung schlechter ausformuliert und durchdacht.

Für diese inhaltliche Kontextualisierung ist auf die Methoden der Synthese von Texten und Artefakten zu verweisen, wie sie der schwedische Archäologe Anders Andrén (1998) dargestellt hat. Seine fünf Methoden einer Synthese lassen sich grundlegend unterscheiden in 1.) einfache und 2.) komplexe Synthesen. Wichtig ist, dass sich diese Methoden in ähnlicher Form auf andere Quellengattungen – wie Baubefunde und Kulturlandschaftselemente, aber auch Geoarchive – anwenden lassen. Außerdem benötigen wir – ergänzend zu Andrén – 3.) weitergehende Methoden der Interpretation, die über die synchrone Quellensynthese hinausgehen und sich auf historische wie rezente Analogien und Vergleiche stützen.

Methoden der einfachen Synthese

Eine einfache Möglichkeit der Synthese bildet die Einbettung, bei der Text und Objekt im archäologischen Befund verknüpft sind. Das kommt nicht allzu häufig vor. Ein Beispiel wäre etwa eine Bauinschrift oder übertragen auf die Geoarchive der archäologische Fund oder Befund im Bodenprofil.

Zu den einfachen Synthesen gehören weiterhin die Identifikation und die Klassifikation. Bei ersterem geht es um die Benennung einer Person, eines Ortes oder eines spezifischen Objektes mit in textlichen Quellen verwendeten Namen oder Bezeichnungen. Beispiele wären die nicht geklärte Identifikation des Gründungsanlage des Klosters Lorsch auf einer Insel, wohl in der Weschnitz (Platz, 2009). Lokalisierungsfragen lassen sich meistens als ein Problem der Identifikation begreifen. In Bezug auf eine Synthese von geomorphologischen und archäologischen Quellenaussagen bietet die Debatte um das Jahrtausendhochwasser der Magdalenenflut vom Juli 1342 ein anschauliches Beispiel (Bauch, 2019; Bork u. a., 2011). Dieses sommerliche Extremwetter erscheint in zahlreichen Schriftquellen, die erkennen lassen, dass weite Teile der deutschen Mittelgebirge betroffen waren. Die Zuweisung einzelner Erosionsrinnen zu diesem Ereignis ist aber nur mit Wahrscheinlichkeiten möglich.

Eine Klassifikation bezieht sich hingegen auf ganze Objektkategorien. Wässerwiesen beispielsweise sind ein Begriff, der sich auch in mittelalterlichen Quellen findet. Unsere Gleichsetzung mit dem, was sich geographisch oder auch archäologisch beobachten lässt, ist in den Begriffen der Logik allerdings nur eine so genannte operationale Definition, die mit allerhand Unschärfen verbunden ist. Nicht jede Wässerwiese muss sich durch Kanälchen auszeichnen, und Kanalsysteme können auch der Dränage gedient haben. In vielen Fällen ist dies aber nicht zu entscheiden.

Methoden der komplexen Synthese

Neben der Einbindung, Identifikation und Klassifikation nennt Andrén als weitere Synthesemöglichkeiten die Kontrastierung und die Korrelation. Auf die Kontrastierung wird noch zurückzukommen sein, da sie methodisch eine ganz besondere Rolle spielen kann.

Die wichtigste Methode einer komplexen Synthese ist die Korrelation, die v. a. in der chronologischen und in der räumlichen Dimension erfolgen kann (s. o.). Grundlegend für Korrelationen sind Datenreihen, die chronologisch und räumlich kohärent sein müssen und die sich idealerweise mit einer einfachen Synthese aufeinander beziehen lassen. Ein spezieller, aber auch einfacherer Fall ist es, wenn die Datenreihen nicht erst aus vielen einzelnen Quellen zusammengestellt werden müssen, sondern wenn sie bereits jeweils in einer Serie überliefert sind. Bezogen auf die Landschafts- und Talentwicklung stellen die naturwissenschaftlichen Daten aus Geoprofilen idealerweise solche seriellen Daten dar. In der Neuzeit sind beispielsweise statistische Daten zu Demographie oder Aufzeichnungen zum Wetter solche seriellen Daten. Für die vormoderne Zeit sind derartige Quellen jedoch selten. Serielle Daten aus der Archäologie sind noch schwieriger zu gewinnen, obwohl die üblichen Gräberfeldchronologien oder stratigraphische Abfolgen prinzipiell Möglichkeiten darstellen, an einem Ort Veränderungen über die Zeit – etwa in Bezug auf die Bewaffnung oder Fremdeinflüsse – zu gewinnen. Für die Zwecke der historischen Kontextualisierung

und Korrelation geoarchäologischer Daten decken derartige archäologische Serien aber meist einen viel zu kurzen Zeitraum ab und sind vielfach thematisch irrelevant. Sehr viel interessanter ist es, die geoarchäologisch fassbare Entwicklung mit der Siedlungsgeschichte zu korrelieren. Letztere ist aber ihrerseits bereits das interpretierte und vereinfachende Modell eines Prozesses.

Ein wesentlicher Teil der Korrelation ist daher die Definition von Prozessen und Entwicklungen. Dies kann seinerseits meist nur mittels Korrelationen erfolgen und ist nicht ohne Prämissen möglich.

Zwei Prozesse, die die Forschung schon lange beschäftigen, sind die Dorfgenese und die Urbanisierung. In vielen Regionen Europas entstanden die aus Altkarten bekannten Siedlungsstrukturen erst relativ spät. Archäologische Fallstudien an einzelnen Dörfern – z.B. im Geislinger Talkessel (Abb. 2) – zeigen, dass im frühen und hohen Mittelalter Siedlungsareale außerhalb der späteren Ortskerne bestanden. Aktuell können wir den Übergang von dieser frühen Siedlungsstruktur zu den Dörfern fast nur anhand der durch Keramikfunde rekonstruierbaren Auflassung der älteren Siedlungen erfassen. Das geschah mit regionalen Unterschieden zwischen dem 11. und 13. Jahrhundert.

Etwa im selben Zeitraum begann auch die Stadtentwicklung, deren Höhepunkt allerdings erst im 13. und 14. Jahrhundert war. Diese Entwicklungen müssen im größeren Kontext gesehen werden, etwa auch des Burgenbaus, der soziale Veränderungen anzeigt, und den Veränderungen im Bereich der Landwirtschaft. Zu nennen ist hier eine Intensivierung der Landnutzung in Folge eines Bevölkerungswachstums während des Hochmittelalters, wie sie sich in der Aufsiedlung der Mittelgebirge einerseits und der Etablierung der Dreizelgenwirtschaft im Altsiedelland andererseits widerspiegelt. Letzteres bezeichnete dabei eine Teilung der Wirtschaftsfläche eines Dorfes in drei Feldbereiche (“Zelgen”), die jeweils um ein Jahr versetzt mit Sommer- und Wintergetreide bebaut wurden, und danach jeweils über ein Jahr brach lagen. Die intensivierte Landnutzung dürfte sich in größeren Erosionsraten, aber auch in der Anlage der Wässerwiesen in den Auen widerspiegeln. Hier ist festzuhalten, dass eine plausible Korrelation allein keine Kausalitäten begründen kann. Hier sind weitergehende Interpretationsmethoden erforderlich.

Weitergehende Methoden der Interpretation

Die Quellen der Vergangenheit sind immer hochgradig selektiv. Schriftliche Quellen der Vormoderne, als man noch kein Verständnis von Energie, Nährstoffen, Mikroben oder Klima hatte, machen darüber selbstverständlich keine direkten Aussagen. Während wir heute Nährstoffe und Mikroben in geeigneten Proben nachweisen können, sind andere Kategorien wie Energie nur indirekt zu greifen. Wir benötigen eine operationale Definition, indem wir etwa die Mühlentechnologie, den Wiesenertrag oder die Effizienz von Kachelöfen

und deren Brennholzbedarf erforschen. In den Naturwissenschaften, insbesondere in der Klimaforschung, ist es üblich, mit sog. Proxies zu arbeiten, also mit Stellvertreterdaten, die zumindest ein qualitatives Bild ergeben. Dementsprechend hat man auch versucht, aus schriftlichen Daten Proxies für Wetter und Klima abzuleiten. Problematisch ist, dass die in den Schriftquellen enthaltenen Angaben in der Regel subjektiv und sehr häufig auch symbolisch aufzufassen sind.

Grundlegend für weitergehende Interpretationen sind Modelle, die heuristisch helfen, geeignete Proxies und operationale Definitionen zu finden. Modelle dienen auch dazu, Prozesse zu definieren und zu erklären. In Begriffen der Logik sind diese Modelle ein theoretisches Konstrukt und nehmen die Funktion von Hypothesen ein. Gewonnen werden sie auf der Basis von Analogien mit besser erforschten historischen Situationen, ethnographischen Daten oder auch rezenten Verhältnissen. Im Bereich der Umweltgeschichte folgen viele Prozesse Naturgesetzen, die ggf. auch quantitativ modelliert werden können (Kohler / van der Leeuw, 2007).

Für die Modellbildung spielen geisteswissenschaftliche Theorien und Konzepte eine ganz wesentliche Rolle, auch wenn das oft nicht bewusst und nicht explizit umgesetzt wird. Hier liegt in der interdisziplinären Zusammenarbeit zumeist der schwierigste Part, da Geistes- und Naturwissenschaften hierbei traditionell grundlegend andere Vorstellungen haben. Während Analogien sowohl in den Naturwissenschaften als auch in der Tradition der Cultural Anthropology gängige Argumentationen sind, wird ihnen in der deutschen Forschungstradition von Archäologie und Geschichte mit großer Skepsis begegnet. Im Hintergrund steht ein Geschichts- und Menschenbild, das den handelnden Personen und ihrer Entscheidungsfreiheit einen hohen Stellenwert zubilligt und daher wenig Gesetzmäßigkeiten erkennt und jede Zeit aus sich heraus verstehen möchte. Daher gibt es auch in der Archäologie eine Diskussion um Wert und Anwendung von Analogien (Ickerodt, 2010). Analogien und Modelle sind allerdings unvermeidlich und in der Forschung allgegenwärtig – auch bei jenen Autor*innen, die sie vordergründig ablehnen. Bestimmungen von fragmentierten Funden und Befunden beruhen fast immer auf Analogien. Wichtig ist dabei die Differenzierung von Interpretationen aus zeit-, raum- und kulturidenten Quellen oder chronologisch, räumlich oder kulturell distinkten Analogien.

Wissenschaftstheoretische Begriffe

Eine **operationale Definition** beschreibt ein theoretisches Konzept durch konkrete Messverfahren oder beobachtbare Indikatoren. Oft handelt es sich um provisorische oder hypothetische Interpretationen. Hier bestehen Ähnlichkeiten zu Proxies.

Ein **theoretisches Konstrukt** ist ein abstrahierter Begriff, der nicht direkt beobachtet werden kann, aber als Grundlage für wissenschaftliche Theorien dient und durch verschiedene Merkmale oder Indikatoren operationalisiert wird.

Heuristik bezeichnet in Mathematik und Informatik pragmatische, empirische Methoden, die oft nur näherungsweise Ergebnisse erzielen, in Philosophie und Wissenschaftstheorie hingegen Strategien zur Gewinnung neuer Erkenntnisse.

20.3.2 Formationsprozesse

Nur kurz sei an dieser Stelle darauf verwiesen, wie wichtig es bei derartigen Methoden ist, sich darüber Rechenschaft abzulegen, wie unsere Datensätze zustande gekommen sind. Widersprüchlichkeiten (Kontrastierungen nach Andrén) sind hier ein wichtiger Ansatz, um Quellen kritisch zu überprüfen. In der Archäologie gibt es dazu das Konzept der Formationsprozesse (Abb. 4), das in mehreren Schritten nachvollziehen möchte, wie aus der vergangenen Lebensrealität die Daten entstanden sind, die uns heute zur Verfügung stehen. Dabei gibt es die primären Formationsprozesse, die von den Menschen der Vergangenheit zu verantworten sind – oft sind das die Aktivitäten, die uns interessieren –, aber auch solche, die beschreiben, wie Funde und Befunde die Zeiten überdauert haben (sekundäre Formation) und solche, die die moderne Gesellschaft und speziell auch wir als Wissenschaftler*innen zu verantworten haben. Dazu gehören unsere Methoden der Datenerschließung und -analyse als tertiäre und unsere Interpretationsansätze als quartäre Formation (Schreg, 2016 a).

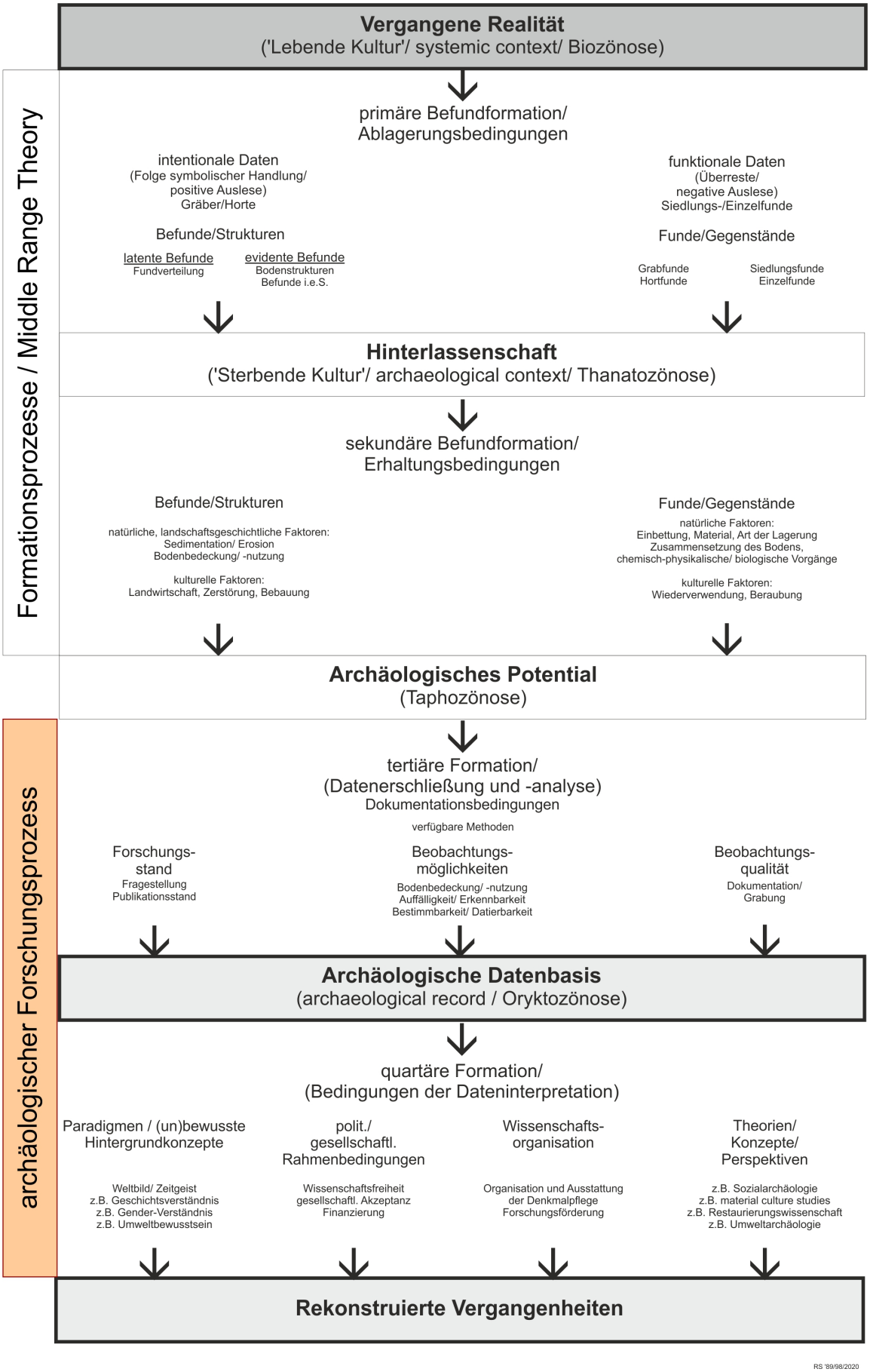


Abb. 4: Formationsprozesse materieller Quellen. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

In den Auen lassen sich diese Formationsprozesse besonders gut erfassen (Abb. 5). Wenn wir uns etwa für die Veränderungen der Kalktuffbildung im Rohrachtal oder für den Beginn der im Wiesenttal in der nördlichen fränkischen Schweiz zu beobachtenden Auelehme interessieren, sind beispielsweise der mittelalterliche Mühlenbau und die Anlage der Wässerwiesen primäre Formationen der Auenlandschaft. Diese Bauten sind funktionale Daten, während eine Hochwassermarke intentional ist, da sie konkret an einen Wasserstand erinnern möchten.

Sekundäre Formationsprozesse bestimmen die Bedingungen der Erhaltung und Auffindbarkeit. Einerseits mag das feuchte Milieu der Aue zu guten Bedingungen der organischen Erhaltung führen, andererseits sind diese Fundsituationen durch spätere Sedimente überdeckt, die es verhindern, dass wir sie gezielt lokalisieren und ausgraben können. Zu den sekundären Formationsprozessen in der Aue zählt neben der Sedimentation auch die Bioturbation, die die Durchmischung des Bodens durch Lebewesen bezeichnet. Diese erschwert es, Schichtungen oder Befunde der Wiesenwässerung zu erkennen.

Die tertiäre Formation betrifft unsere Prospektions- und Grabungsmethoden, während verschiedenen Perspektiven der Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie durch ihr unterschiedliches Menschenbild unseren Interpretationsrahmen bestimmen und daher zur quartären Formation rechnen. Beziehen wir diese beispielsweise auf die Wässerwiesen, so fallen diese durch das Raster der Interessen einer Siedlungsarchäologie, sind aber für eine Landschafts- und Umweltarchäologie von größter Bedeutung, im einen Fall als Kulturlandschaftselement, im anderen Fall als Teil des fluvialen Metabolismus (Nießen u. a., 2025) und des Dorfökosystems (Schreg, 2014).

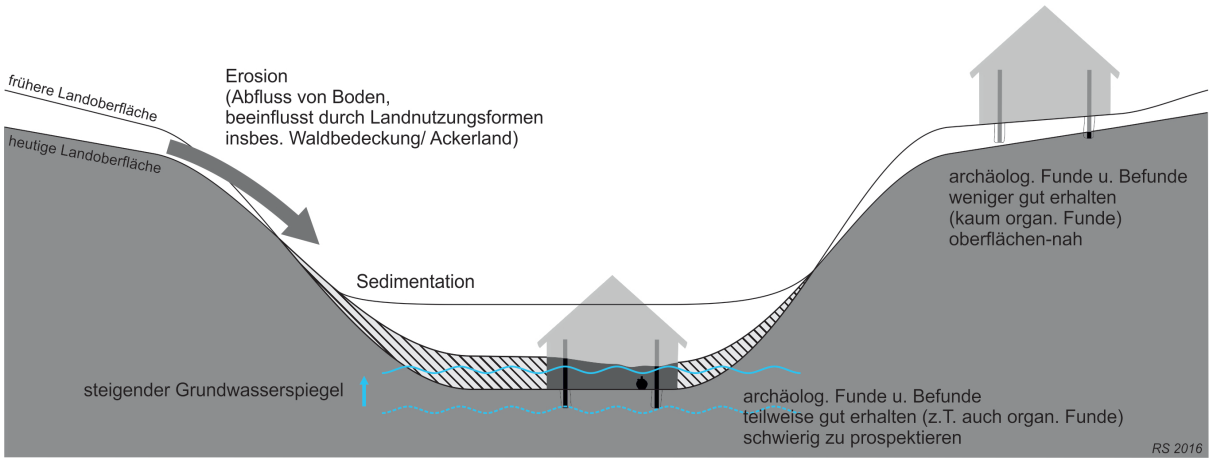


Abb. 5: Formationsprozesse in der Talaue. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

20.3.3 Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie

Auf der Interpretationsebene unterscheiden sich die Forschungsrichtungen der Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie, die forschungsgeschichtlich zwar aufeinander aufbauen, aber durch unterschiedliche Geschichts- und Menschenbilder unterschiedliche Perspektiven bieten (Abb. 6).

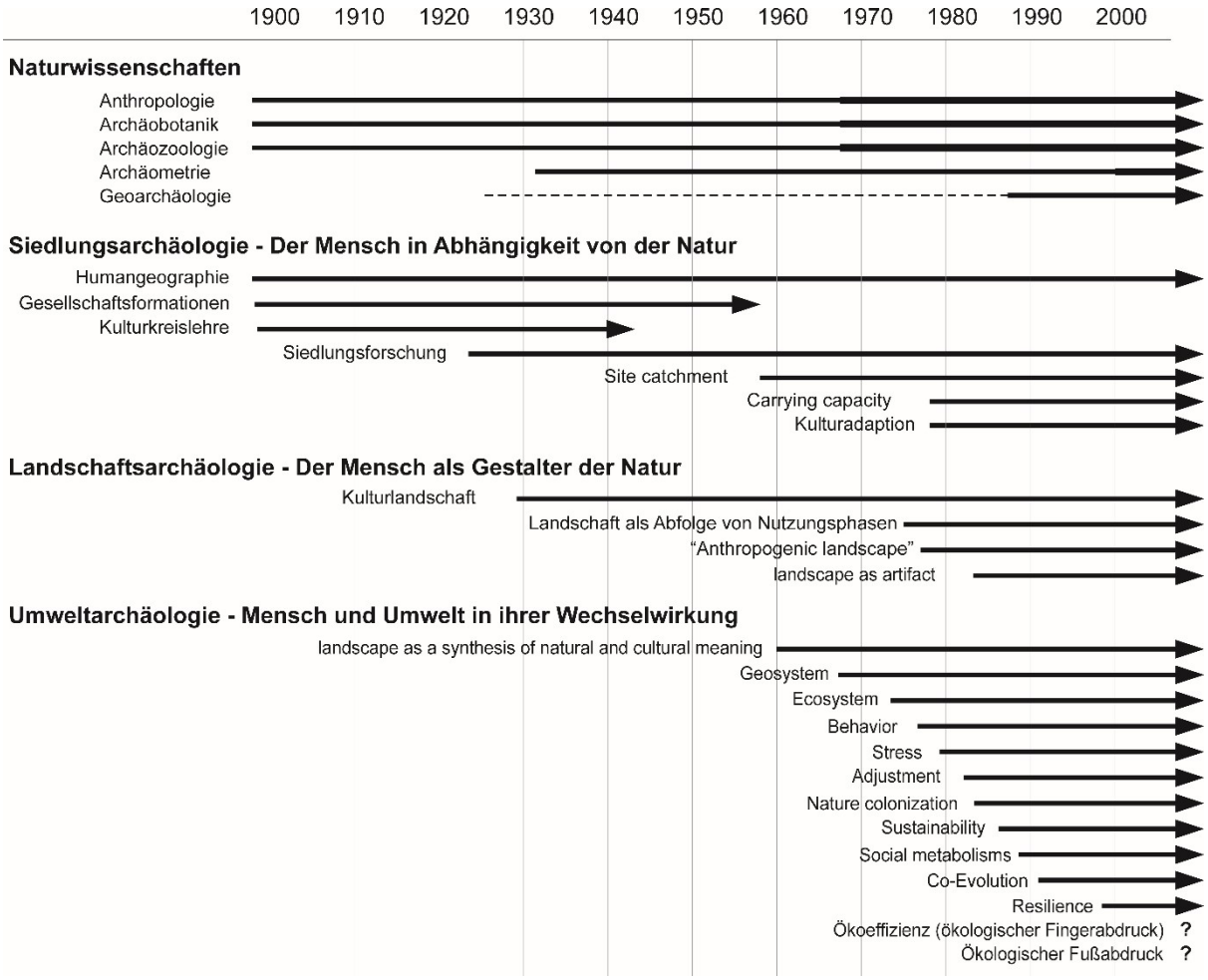


Abb. 6: Zeitliche Abfolge von Konzepten der Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Die klassische Siedlungsarchäologie, wie sie insbesondere von Herbert Jankuhn (1977) ausformuliert wurde, interessierte sich vor allem für die Siedlungen selbst, aber auch für deren Rolle in der historischen Topographie und die natürlichen Grundlagen der Besiedlung. Gefragt wurde beispielsweise nach dem Verhältnis der Siedlungsplätze zu Böden und Wasser. Fragen der wirtschaftlichen Grundlagen der Besiedlung wurden schon früh mit Hilfe der Archäozoologie und -botanik bearbeitet.

Mit der Landschaftsarchäologie rückte seit den 1980er Jahren auch der Einfluss des Menschen auf die Landschaft ins Blickfeld. Allmählich wurde man sich bewusst, dass

der Mensch seine Umwelt verändert, sowohl gestaltend als auch unbewusst. Prinzipiell vertrat die Landschaftsarchäologie einen umfassenden Anspruch, doch zeigt demgegenüber die Umweltarchäologie noch einmal ein anderes Verständnis für die Interaktion von Mensch und Umwelt. Der Mensch steht hier nicht mehr im Mittelpunkt, sondern wird als Teil eines Ökosystems gesehen, dessen Teile in vielfältiger Weise miteinander agieren. Methodisch-theoretisch integriert die Umweltarchäologie Ansätze der naturwissenschaftlichen Ökosystemforschung und der Umweltgeschichte.

Die Umweltgeschichte hat hier sehr unterschiedliche Konzepte erarbeitet, so die Idee des sozio-kulturellen Schauplatzes oder Ideen wie den Metabolismus, die Risikospirale, das Bodensyndrom oder – allerdings eher heuristisch zu verwenden – die Ideen von Risiko, Nachhaltigkeit oder Krise.

Umwelthistorische Konzepte

Umweltgeschichte hat einen hohen Theoriebedarf und dementsprechend wurden viele theoretische Konzepte erarbeitet (Winiwarter / Knoll, 2007). Exemplarisch genannt seien hier:

Ein **sozio-kultureller Schauplatz** bezieht sich auf die spezifischen sozialen, kulturellen und ökologischen Bedingungen, die das Handeln und die Ereignisse in einem bestimmten Raum und Kontext beeinflussen. Er betrachtet, wie menschliche Interaktionen und Umweltbedingungen miteinander verwoben sind.

Co-Evolution beschreibt den dynamischen Prozess, bei dem Mensch und Natur in einem kontinuierlichen Wechselspiel aufeinander reagieren und sich gegenseitig beeinflussen, wodurch sich sowohl soziale als auch natürliche Systeme weiterentwickeln.

Metabolismus bezieht sich im umwelthistorischen Kontext auf unterschiedliche Stoffkreisläufe und Energiesysteme.

Die **Risikospirale** bezeichnet den Prozess, in dem durch menschliches Handeln und technologische Entwicklungen neue Risiken geschaffen werden, die wiederum weitere Risiken und Vulnerabilität erzeugen, denen mit technischer Innovation begegnet wird – usw..

Agency bezeichnet die Fähigkeit von Individuen oder Gruppen, Entscheidungen zu treffen und zu handeln, um ihre Umwelt aktiv zu gestalten und zu beeinflussen, anstatt nur passiv auf äußere Bedingungen zu reagieren.

20.3.4 Fazit

Eine umwelthistorische Interpretation archäologischer Quellen zur fluvialen Anthroposphäre hat einen erhöhten Theoriebedarf. Denn es reicht nicht aus, zu beschreiben, welche Funde und Befunde sich in den Auen feststellen lassen. Deren räumlich-zeitliche Analyse mit den klassischen archäologischen Methoden ist nur ein Beginn. Das umwelthistorische Potential archäologischer Quellen ergibt sich erst, wenn diese interdisziplinär mit anderen Quellen kontextualisiert werden. Ihre Interpretation hängt von Fragestellungen, Konzepten und Hintergrundkonzepten wie dem Menschen- und Geschichtsbild oder auch unserem Umweltverständnis ab und war im Lauf der Forschungsgeschichte veränderlich. Relativ neu ist die Vorstellung, den Menschen und seine Umwelt, also auch die Auen, als Teil eines Humanökosystems zu denken.

Bezogen auf unser Beispiel der Kalktufftäler verweist die Siedlungsarchäologie auf die Siedlungsstandorte auf den Tuffbarren, die Landschaftsarchäologie auf die Bedeutung der Mühlen und Kanäle als human impact, während die Umweltarchäologie das Ökosystem mit all seinen Faktoren, Akteuren und deren Perspektiven und Agency betrachtet und dabei auf die dynamischen, sich verstärkenden Prozesse der Kolonisation der Natur verweist. Das Beispiel des Rohrachtals konnte diesen letzten Schritt nur bedingt demonstrieren, da es hier an modernen Forschungen fehlt und wir weder den chronologischen Rahmen verifizieren können noch Aussagen über die ökologischen Veränderungen treffen können.

20.4 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kalktuffbildung und das Aufwachsen von Kalktuffterrassen. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 2: Geislinger Talkessel: Skizzen der Kulturlandschaftsentwicklung im Bereich Altenstadt und Plan der Siedlungslandschaft. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 3: Die landschafts- und umwelthistorische Perspektive auf Kalktufflandschaften, verändert nach Schreg, 2009 a. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 4: Formationsprozesse materieller Quellen. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 5: Formationsprozesse in der Talaue. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Abb. 6: Zeitliche Abfolge von Konzepten der Siedlungs-, Landschafts- und Umweltarchäologie. Urheber: Rainer Schreg, Lizenz: CC BY 4.0.

Literaturverzeichnis

Andrén, Anders (1998): Between artifacts and texts. Historical archaeology in global perspective (Contributions to global Historical Archaeology), New York u. a.

Bauch, Martin (2019): Die Magdalenenflut 1342 am Schnittpunkt von Umwelt- und Infrastrukturgeschichte. Ein compound event als Taktgeber für mittelalterliche Infrastrukturentwicklung und Daseinsvorsorge, in: NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin 27 (3), S. 273-309, DOI: https://doi.org/10.1007/s00048-019-00221-y.

Bork, Hans-Rudolf u. a. (2011): Der 1000-jährige Niederschlag des Jahres 1342 und seine Folgen in Mitteleuropa, in: Falko Daim u. a. (Hg.): Strategien zum Überleben. Umweltkrisen und ihre Bewältigung, Tagung des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 19./20. September 2008 (RGZM-Tagungen 11), Mainz, S. 231-242.

Ickerodt, Ulf Ferdinand (2010): Einführung in das Grundproblem des archäologisch-kulturhistorischen Vergleichens und Deutens. Analogien-Bildung in der archäologischen Forschung, Frankfurt u. a.

Jankuhn, Herbert (1977): Einführung in die Siedlungsarchäologie (De Gruyter Studienbuch), Berlin u. a.

Timothy A. Kohler / Sander E. van der Leeuw (Hg.) (2007): The model-based archaeology of socionatural systems. A School Of Advanced Research Resident Scholar book, Santa Fe.

Nießen, Iris u.a. (2025): Fluvio-sozialer Metabolismus als Brückenkonzept mittlerer Reichweite. Ein Vorschlag zur Untersuchung der fluvialen Anthroposphäre, in: Matthias Hinderer u. a. (Hg.): Mensch und Umwelt im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit (Oberschwaben – Forschungen zu Landschaft, Geschichte und Kultur 11), Preprint (iDAI.repo) Stuttgart, DOI: https://doi.org/10.34780/dtuitqwl.

Platz, Maxi Maria (2009): Altenmünster - Seehof - Kreuzwiese. Neue Betrachtungen zum Siedlungsraum Lorsch von der Spätlatènezeit bis zum Ende des Hochmittelalters, Magisterarbeit Bamberg.

Schreg, Rainer (1999): Die alamannische Besiedlung des Geislinger Talkessels (Markungen Altenstadt und Geislingen, Stadt Geislingen a.d. Steige, Lkr. Göppingen), in: Fund-

berichte aus Baden-Württemberg 23, S. 385-617, DOI: https://doi.org/10.11588/\fbbw.1999.0.64722.

Schreg, Rainer (2009): Die mittelalterliche Siedlungslandschaft um Geislingen - eine umwelthistorische Perspektive, in: Hartmut Gruber (Hg.): "in oppido Giselingen..." 1108 - 2008. Acht Vorträge zum 900jährigen Jubiläum von Geislingen (Veröffentlichungen des Stadtarchivs Geislingen 26), Geislingen, S. 9-96.

Schreg, Rainer (2009 a): Wasser im Karst: Mittelalterlicher Wasserbau und die Interaktion von Mensch und Umwelt, in: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 21, S. 11-24, DOI: https://doi.org/\10.11588/dgamn.2009.1.17287.

Schreg, Rainer (2013): Archäologische Quellenkritik, URL: https://archaeologik.blogspot.com/2013/01/archaologische-quellenkritik.html (31.03.2025).

Schreg, Rainer (2014): Ecological approaches in medieval rural archaeology, in: European Journal of Archaeology 17 (1), S. 83-119, DOI: https://doi.org/10.1179/\1461957113Y.0000000045.

Schreg, Rainer (2016): Quelleninterpretation und Theorie, in: Barbara Scholkmann u. a. (Hg.): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt, S. 116-127.

Schreg, Rainer (2016 a): Quellenkritik, in: Barbara Scholkmann u. a. (Hg.): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt, S. 101-113.

Schreg, Rainer (2020): Die Kulturlandschaft der Ulmer Alb. Ein Produkt von Natur, Gesellschaft und Politik, in: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 33, S. 15-28, DOI: https://doi.org/10.20378/irb-49359.

Schreg, Rainer / Scholkmann, Barbara (2016): Das Netzwerk der Quellen, in: Barbara Scholkmann u. a. (Hg.): Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt, S. 130-140.

Winiwarter, Verena / Knoll, Martin (2007): Umweltgeschichte. Eine Einführung (UTB Geschichte, Naturwissenschaften 2521), Köln.

Weiterführende Lektüre

Brather, Sebastian (2006): Entwicklungen der Siedlungsarchäologie. Auf dem Weg zu einer umfassenden Umwelt- und Landschaftsarchäologie?, in: Siedlungsforschung. Archäologie, Geschichte, Geographie 24, S. 51-97.

Eggert, Markus K. H. (2006): Archäologie. Grundzüge einer historischen Kulturwissenschaft (UTB Archäologie 2728), Tübingen.

Jan Klápště (Hg.) (2005): Water management in medieval rural economy. Les usages de l'eau en milieu rural au Moyen Âge, Ruralia V, 27. septembre - 2. octobre 2003, Lyon / Villard-Sallet, Région Rhône-Alpes (Památky archeologické, Supplementum 17), Prague.

Zimmermann, Andreas u. a. (2009): Landscape Archaeology in Central Europe, in: Proceedings of the Prehistoric Society 75, S. 1-53,
DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S0079497X00000281.