

Fluvio-sozialer Metabolismus als Brückenkonzept mittlerer Reichweite.

Ein Vorschlag¹ zur Untersuchung der Fluvialen Anthroposphäre

Iris Nießen^a, Gerrit Jasper Schenk^b, Marcel Schön^c

- a) Universität Tübingen, Abteilung Archäologie des Mittelalters, iris.niessen@uni-tuebingen.de; Universität Leipzig, LeipzigLab AG „Historical Anthropospheres“, iris_ophelia.niessen@uni-leipzig.de
- b) Technische Universität Darmstadt, Institut für Geschichte, gerrit.schenk@tu-darmstadt.de
- c) Universität Tübingen, Institut für Geschichtliche Landeskunde und Historische Hilfswissenschaften, marcel.schoen@uni-tuebingen.de

(Preprint-Version Stand 5. April 2025; erscheint geringfügig überarbeitet in: Mensch und Umwelt im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit, hg. v. Matthias Hinderer, Sigrid Hirbodian und Peter Rückert (Oberschwaben – Forschungen zu Landschaft, Geschichte und Kultur, vorauss. Bd. 11), Stuttgart (Kohlhammer) i. Dr. 2025)

Abstract: *Societies have organized their relationship with nature in different ways, but have always been dependent on a material exchange with it. This social metabolism links society and nature and encompasses both socio-cultural and natural processes. An interdisciplinary approach is required to analyze these complex relationships. It therefore seems sensible to examine societal relationships with nature using a bridging concept that combines different disciplinary perspectives.*

In order to reduce the multitude of parameters, we have focused on a specific socio-natural site that already exhibited a close interweaving of socio-cultural and natural factors at an early stage: alluvial landscapes. These show a specific fluvio-social metabolism, which significantly shaped the “fluvial anthroposphere” and continues to have an effect today through path dependencies. The essay is divided into three parts: First, fluvio-social metabolism is located as a suitable bridging concept within the environmental sciences. Second, we discuss the possibilities and limitations of its analysis, illustrating specific resource complexes using a hypothetical example of a mill for tannery. In the third part, we discuss the concept's epistemological potential for the identification of “fluvial anthropospheres”.

The bridging concept of fluvio-social metabolism combines disciplines such as archaeology, history and geography. The concept is used to investigate how human-influenced material flows and cycles changed the shape and development of floodplains and their social structures over time. It takes into account the exchange of material resources (such as raw materials and energy) and immaterial aspects (such as cultural techniques and institutions) between nature and society. Both intended interventions and unintended consequences (e.g. environmental changes) as well as the intrinsic dynamics of materials are taken into account. These material flows run along resource complexes that comprise specific combinations of materials, technologies, practices and social structures and shape the dynamics of riverine landscapes. The concept of fluvio-social metabolism can be integrated into existing models such as the human ecosystem or the socio-natural site and captures the changes in river landscapes and social structures over time as a transformative process.

Keywords: *fluvio-social metabolism; fluvial anthroposphere; environmental history; regional history; archaeology; geography; resource complexes; social ecology; socio-natural site; floodplain landscapes*

¹ Der von den Verf. gemeinsam entwickelte Vorschlag geht zurück auf Diskussionen im Rahmen des Schwerpunktprogramms 2361 „On the Way to the Fluvial Anthroposphere“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, auch im projektbezogenen Austausch mit weiteren Kolleginnen und Kollegen aus Geschichtswissenschaft, Archäologie, Geographie, Biologie, Ökotoxikologie und Geowissenschaften auf Tagungen und Workshops, verdankt also Vielen Vieles, wofür herzlich gedankt sei. Der Schwerpunkt hier liegt auf der historischen und archäologischen Dimension des Konzepts und stellt den Stand der gemeinsamen Überlegungen der Autor*innen dar.

Zusammenfassung: *Gesellschaften haben ihr Verhältnis zur Natur unterschiedlich organisiert, waren jedoch immer auf einen materiellen Austausch mit ihr angewiesen. Dieser gesellschaftliche Stoffwechsel verbindet Gesellschaft und Natur und umfasst sowohl soziokulturelle als auch natürliche Prozesse. Zur Analyse dieser komplexen Zusammenhänge ist ein interdisziplinärer Ansatz erforderlich. Daher erscheint es sinnvoll, gesellschaftliche Naturverhältnisse mit einem Brückenkonzept zu untersuchen, das verschiedene disziplinäre Perspektiven vereint.*

Um die Vielzahl an Parametern zu reduzieren, haben wir den Fokus auf einen spezifischen sozio-naturalen Schauplatz gelegt, der bereits früh eine enge Verschränkung soziokultureller und natürlicher Faktoren zeigt: Auenlandschaften. Diese weisen einen spezifischen Fluvio-sozialen Metabolismus auf, der maßgeblich die „Fluviale Anthroposphäre“ prägte und bis heute durch Pfadabhängigkeiten fortwirkt. Der Aufsatz gliedert sich in drei Teile: Erstens wird der Fluvio-soziale Metabolismus als geeignetes Brückenkonzept innerhalb der Umweltwissenschaften verortet. Zweitens werden die Möglichkeiten und Grenzen seiner Analyse behandelt, wobei wir spezifische Ressourcenkomplexe anhand eines hypothetischen Beispiels einer Lohmühle für die Rotgerberei erläutern. Im dritten Teil diskutieren wir das Erkenntnispotential des Konzepts für die Bestimmung „Fluvialer Anthroposphären“.

Das Brückenkonzept des Fluvio-sozialen Metabolismus verbindet Disziplinen wie Archäologie, Geschichte und Geografie. Mittels des Konzeptes wird untersucht, wie menschlich beeinflusste Stoffströme und -kreisläufe die Form und Entwicklung von Flussauen sowie deren soziale Strukturen im Laufe der Zeit veränderten. Es berücksichtigt den Austausch materieller Ressourcen (wie Rohstoffe und Energie) und immaterieller Aspekte (wie kulturelle Techniken und Institutionen) zwischen Natur und Gesellschaft. Dabei werden sowohl beabsichtigte Eingriffe als auch unbeabsichtigte Folgen (z. B. Umweltveränderungen) sowie die Eigendynamik von Stoffen berücksichtigt. Diese Stoffströme verlaufen entlang von Ressourcenkomplexen, die spezifische Kombinationen von Materialien, Technologien, Praktiken und sozialen Strukturen umfassen und die Dynamik von Flusslandschaften prägen. Das Konzept des Fluvio-sozialen Metabolismus lässt sich in bestehende Modelle wie das Humanökosystem oder den sozio-naturalen Schauplatz integrieren und erfasst die Veränderungen von Flusslandschaften und sozialen Strukturen im Verlauf der Zeit als transformativen Prozess.

Schlagerwörter: *Fluvio-Sozialer Metabolismus; Fluviale Anthroposphäre; Umweltgeschichte; Landesgeschichte; Archäologie; Geografie; Ressourcenkomplexe; Sozialökologie; Sozio-naturaler Schauplatz; Auenlandschaften*

Anfang März 2024 lehnte eine Unterkommission der „International Commission on Stratigraphy“ den Vorschlag ab, ein neues Erdzeitalter namens Anthropozän als Nachfolger des bisher andauernden Holozäns auszurufen.² Dieser Vorschlag ging prominent auf den Nobelpreisträger für Chemie Paul J. Crutzen zurück, der 2002 in der renommierten Zeitschrift „Nature“ argumentiert hatte, dass der Einfluss des Menschen auf die globale Umwelt in den letzten drei Jahrhunderten auch in einer geologisch signifikanten Weise zugenommen habe. Es sei daher gerechtfertigt, von einem neuen Erdzeitalter zu sprechen, in welchem die Aktivitäten der Gattung Mensch ein geologisch nachweisbar prägendes Merkmal der Erdgeschichte seien. Crutzen war, wie er selbst schrieb, nicht der erste, der über die Rolle des Menschen als geologisch wirksame Kraft nachgedacht hatte und die Frage, seit wann der Mensch einen wie auch immer zu beschreibenden, bemessenden und bewertenden Einfluss auf die „Welt“ (zu der dieser selbst auch gehört) ausübt, wurde in vielen wissenschaftlichen Disziplinen schon seit langem erörtert.³ Das von Crutzen nur grob skizzierte geochronologische Konzept wurde

² Raymond ZHONG: Are We in the ‘Anthropocene,’ the Human Age? Nope, Scientists Say, in: The New York Times, 5. 3. 2024, <https://www.nytimes.com/2024/03/05/climate/anthropocene-epoch-vote-rejected.html> (aufgerufen am 16.10.2024).

³ Paul J. CRUTZEN, Geology of mankind, in: Nature 415 (2002), S. 23; diskutiert wurden in den (geo-)archäologischen Disziplinen beispielsweise schon früh das Sesshaftwerden des Menschen mit allen seinen naturräumlichen Auswirkungen, Olaf BUBENZER/Hans GEBHARDT/Frank KEPLER, Das Zeitalter des Anthropozäns, in: Ruperto

vielfach aufgegriffen und kontrovers diskutiert, auch in der an Periodisierungsfragen professionell interessierten Geschichtswissenschaft.⁴ Mittlerweile scheint es, als bestünde trotz der Ablehnung seitens der Geowissenschaftler, ein neues Erdzeitalter auszurufen, eine gewisse multidisziplinäre Einigkeit darüber, dass damit im Sinne der Selbstaufklärung und Selbstbewusstwerdung der Spezies Homo (und Mulier) sapiens die Debatte eigentlich erst richtig begonnen hat, ob und inwiefern der Mensch als wesentlicher Akteur der Naturgeschichte betrachtet werden muss.⁵

Wollte man diese Beobachtung ihrerseits wiederum in den älteren wissenschaftlichen Diskurs über die „ökologische Kommunikation“ einordnen, könnte man mit dem Systemtheoretiker Niklas Luhmann argumentieren, dass mittlerweile die ökologische Differenz, also nach Luhmann die „Letztdifferenz von System und Umwelt“, immer mehr „Resonanz“ in der Gesellschaftsstruktur erzeugt.⁶ Luhmann merkte an, dass die Diskussion der ökologischen Gefährdung der modernen Gesellschaft durch ihre globale Dimension und moralische Aufladung schwer rational zu diskutieren sei.⁷ Auch wenn aus normativer Sicht ein rationaler Diskurs wünschenswert wäre, verläuft und verlief er empirisch feststellbar nicht rational, sondern folgt häufig den sich überlagernden und sich wechselseitig beeinflussenden Mustern in gesellschaftlichen Teilsystemen. Mit anderen Worten: In der Kommunikation der Gesellschaften der Welt und ihrer Teilsysteme spielen ökologische Fragen eine immer stärkere Rolle, überwinden (Disziplinen-)Grenzen und führen offenbar zu einer neuen Periodisierung der Geschichte von Natur und Mensch. Es scheint uns notwendig, diese Diskussion so rational wie möglich zu führen und die große Frage nach einer neuen Periodisierung der Geschichte so zu formulieren, dass ein pragmatisches, in konkrete Forschung übersetzbare Konzept erkennbar wird, um in unterschiedlichen Disziplinen die Frage untersuchen zu können, ob, seit wann und vor allem wie genau der Mensch als maßgeblich prägender Faktor die Welt formt. Unser Beitrag entwickelt deswegen im Folgenden einen Vorschlag, diese großen, zwischen Natur- und Menschheitsgeschichte oszillierenden Fragen mit Hilfe eines Brückenkonzepts mittlerer Reichweite für ein begrenztes Untersuchungsobjekt einer Antwort näher zu bringen.

Carola 15 (2019), S. 25-33, hier S. 28; zur sogenannten neolithischen Revolution als potentieller Beginn des Anthropozäns ablehnend schon Will STEFFEN u.a., *The Anthropocene: conceptual and historical perspectives*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369 (2011), S. 842–867, hier S. 847-848; Antony G. BROWN u.a., *The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications*, in: *Earth Surface Process and Landforms* 42 (2017), S. 71-90; Antonio CENDRERO u. a., *Denudation and geomorphic change in the Anthropocene; a global overview*, in: *Earth-Science Reviews* 233 (2022), S. 104186.

⁴ Beispielsweise Dipesh CHAKRABARTY, *The Climate of History: Four Theses*, in: *Critical Inquiry* 35 (2009), S. 197-222, hier S. 209-220; Peter REINKEMEIER, *Die moralische Herausforderung des Anthropozän. Ein umweltgeschichtlicher Problemaufriss*, in: *Natur und Gesellschaft. Perspektiven der interdisziplinären Umweltgeschichte*, hg. von Manfred JAKUBOWSKI-TIESSEN/Jana SPRENGER, Göttingen 2014, S. 83-101. Hingegen nicht thematisiert in Barbara MITTLER/Thomas MAISSEN/Pierre MONNET (Hg.), *Chronologies. Periodisation in a Global Context*, Heidelberg 2022.

⁵ Helmuth TRISCHLER/Fabienne WILD, *Provocations to Environmental History and History of Technology: The Anthropocene*, in: *Environment and Infrastructure. Challenges, Knowledge and Innovation from the Early Modern Period to the Present (Studies in Early Modern and Contemporary European History 6)*, hg. von Giacomo BONAN/Katia OCCHI, Berlin/Boston 2023, S. 13-32, hier S. 24-29; Franz MAUELSHAGEN, *Historical Assessment of the „Anthropogenic“ Factor*, in: *Anthropogenic Markers: Stratigraphy and Context (Anthropocene Curriculum)*. Max Planck Institute for the History of Science, hg. von Christoph ROSOL/Giulia RISPOLI, Berlin 2022: o. S.

⁶ Die auf einen Vortrag aus dem Jahr 1985 zurückgehenden Überlegungen finden sich erweitert in Niklas LUHMANN, *Ökologische Kommunikation. Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?*, Wiesbaden 2004, hier S. 249-258, S. 258 (Zitat), 269 (Zitat).

⁷ LUHMANN, *Ökologische Kommunikation (wie Anm. 6)*, S. 259-265.

In einem ersten Schritt (1) wird die zentrale Fragestellung im Kontext der großen Theorien, Modelle und Konzepte der älteren und jüngeren Forschung entwickelt. Welches Konzept erlaubt eine Verbindung zwischen den unterschiedlichen, beteiligten Disziplinen und ist Erfolg versprechend, um ein konkretes Forschungsdesign zu entwickeln? Als sowohl räumlich als auch zeitlich besser handhabbares Untersuchungsobjekt schlagen wir an Stelle der Analyse des Weltsystems einen begrenzten Ausschnitt vor und begründen zu diesem Zweck unsere Begriffsbildung ‚Fluviale Anthroposphäre‘. Darauf (2) folgt ein Überblick über bereits existierende Modelle und Konzepte, in die wir unser Brückenkonzept, den ‚Fluvio-sozialen Metabolismus‘, einbetten. Schließlich (3) erläutern wir unser Konzept und zeigen Perspektiven auf, wie ein konkretes Untersuchungsdesign aussehen kann, das auf den vorgestellten Überlegungen beruht. Dabei stellt sich übergreifend die Frage, ob sich auf dieser Grundlage ein Modell entwickeln lässt, das überprüfbare Aussagen über die Fluviale Anthroposphäre zulässt.

1. Begriffe, Konzepte, Theorien, Probleme und Fragestellung

Den bekanntesten frühen Versuch, ein „Weltsystem“ als „Weltmodell“ mit Hilfe von Algorithmen nachzubauen, um ein „Verständnis dieses komplexen Systems zu erwerben“, unternahm der „Club of Rome“ im Jahr 1972, um die nachmalig sprichwörtlich gewordenen „Grenzen des Wachstums“ von Gesellschaft und Wirtschaft zu ermitteln.⁸ Trotz der Kritik an diesem Modellierungsversuch, dessen unterschiedliche Szenarien mit messbaren Größen vielfach als präzise Voraussagen missverstanden wurden und werden,⁹ hat sich dieser methodologische Ansatz auch dank des Einsatzes immer leistungsstärkerer Datenverarbeitung von der Klima- über die Umwelt- und Wirtschaftsforschung bis in die Sozialwissenschaften zur Entwicklung von Simulationen der Wirklichkeit und (unterschiedlich) möglicher Szenarien der Zukunft verbreitet.¹⁰ Der zwischen Analyse und Prognose stehende Forschungsansatz wird dadurch begünstigt, dass er für viele der untersuchten Prozesse auf naturwissenschaftliche Erkenntnisse und mathematisch formulierbare Relationen von (Steuerungs-)Größen zurückgreifen kann, man denke beispielsweise in der Klimaforschung an den schon 1896 von Svante August Arrhenius erkannten Zusammenhang des Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre mit der Temperatur an der Erdoberfläche.¹¹ Methodologisch und für Disziplinen, die sich mit Gesellschaft und Kultur beschäftigen, vor allem in historischer Perspektive, ergeben sich allerdings mehrere Probleme. So wurde seit den Anfängen der Soziologie als eigenes Fach debattiert, ob soziale Tatsachen überhaupt aus anderen als allein sozialen Tatsachen folgen

⁸ Zuerst auf Englisch 1972 erschienen, hier zitiert nach Dennis MEADOWS u. a. (Hg.), Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Reinbek bei Hamburg 1973, S. 76, 88-91 zum Weltmodell.

⁹ Dagegen verwahrten sich Donella MEADOWS/Jørgen RANDERS/Dennis MEADOWS, Grenzen des Wachstums. Das 30-Jahre-update. Signal zum Kurswechsel, Stuttgart, 2., erg. Aufl. 2007, S. XXII mit ihrem Weltmodell „World3“ erneut: „Wir glauben nicht, dass die verfügbaren Daten und Theorien jemals exakte Vorhersagen erlauben werden [...]“

¹⁰ Beispiele: Andrew T. RIDDICK/Holger KESSLER/Jeremy R.A. GILES (Hg.), Integrated Environmental Modelling to Solve Real World Problems: Methods, Vision and Challenges (Geological Society Special Publication 408), London 2017; Flaminio SQUAZZONI (Hg.), Advances in Social Simulation. Proceedings of the 17th Social Simulation Conference, European Social Simulation Association, Cham 2023.

¹¹ Svante ARRHENIUS, On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature on the Ground, in: The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science 41/1 (1896), S. 237-276.

könnten.¹² Ebenso klassisch ist die Frage, ob es analog zu den Naturgesetzen auch Gesetzmäßigkeiten in der Geschichte der Menschen gibt, die weitgehend verneint werden muss, weil Geschichte kein regelhaftes Handlungswissen liefert (aber immerhin abstraktes Orientierungswissen).¹³ Noch schwieriger wird die Problematik, wenn man berücksichtigt, dass ein Weltmodell zwingend die sozialen und die natürlichen Systeme zusammendenken muss, weil aus (idealtypisch gesprochen) natürlichen Tatsachen in komplexer Weise eben doch soziale Tatsachen folgen (und umgekehrt).¹⁴ Natürliche Evolution und soziokulturelle Dynamik greifen so eng ineinander, dass eine Modellierung der sozionaturalen Welt extrem schwierig wird.

Dies gilt jedoch nicht im gleichen Maße für die Zukunft wie für die Vergangenheit. Das Beispiel der historischen Wetter- und Klimaforschung inklusive der jungen Disziplin der historischen Hydrologie¹⁵ macht deutlich, warum: Die historische Klimaforschung hat in den letzten Jahrzehnten versucht, eine Rekonstruktion der klimatischen und hydrologischen Entwicklung des letzten Jahrtausends für Europa zu erstellen, zum Teil sogar in jahreszeitlicher Auflösung.¹⁶ Dies erfolgte durch die Auswertung von indexikalischen historischen Daten (z.B. aus chronikalischen Berichten, Wetterjournalen, Logbüchern) und Proxydaten, in Kombination mit naturwissenschaftlich gewonnenen Daten (z.B. aus Eisbohrkernen) und in Kenntnis von naturwissenschaftlich untersuchten klimatischen Trends wie der Kleinen Eiszeit.¹⁷ Mit Regressionsanalysen und Kalibrierung mit Daten aus dem Instrumentenzeitalter wurden sogar Rekonstruktionen vergangener Großwetterlagen versucht.¹⁸

Die aus den Schriftquellen gewonnenen, manchmal recht vagen Angaben über Hitze und Kälte, Niederschläge, Feuchtigkeit und Trockenheit werden in einem von Subjektivität nicht ganz freien Verfahren in sogenannten ungewichteten oder gewichteten Indices quantifiziert, ergänzt

¹² Émile DURKHEIM, *Les règles de la méthode sociologique*, Paris 1895, S. 135.

¹³ Gerrit Jasper SCHENK, *Aus der Geschichte lernen? Chancen, Probleme und Grenzen des Lernens aus der Geschichte von ‚Natur‘-Katastrophen*, in: *Mensch – Natur – Wechselwirkungen in der Vormoderne. Beiträge zur mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Umweltgeschichte*, hg. von Margit MERSCH, Göttingen 2016, S. 39-72; Markus DOTTERWEICH/Rainer SCHREG, *Archaeonics - (Geo)archaeological studies in Anthropogenic Dark Earths (ADE) as an example for future-oriented studies of the past*. *Quaternary International* 502/B (2019), S. 309-318.

¹⁴ Dazu Martin BAUCH/Gerrit Jasper SCHENK, *Teleconnections, Correlations, Causalities between Nature and Society? An Introductory Comment on the “Crisis of the 14th Century”*, in: *The Crisis of the 14th Century. Teleconnections between Environmental and Societal Change? (Das Mittelalter. Perspektiven mediävistischer Forschung, Beihefte 13)*, hg. von Martin BAUCH/Gerrit Jasper SCHENK, Berlin/Boston 2020, S. 1-22, hier S. 3-7. Zur Problematik von Klimamodellierungen z.B. Solvejg NITZKE, *Das große Unsichtbare. Die Modellierung von Klima zwischen Wissenschaft und Literatur*, in: *Forum Interdisziplinäre Begriffsgeschichte. E-Journal* 5/1 (2016), S. 90-101, hier S. 92-95.

¹⁵ Rudolf BRÁZDIL (Hg.), *Special Issue: Historical Hydrology*, in: *Hydrological Sciences Journal* 51/5 (2006), S. 733-985.

¹⁶ Ausführlich zu diesem Abschnitt Franz MAUELSHAGEN, *Klimageschichte der Neuzeit 1500-1900*, Darmstadt 2010, S. 36-59; ferner Kapitel 2-13 des Handbuchs Sam WHITE/Christian PFISTER/Franz MAUELSHAGEN (Hg.), *The Palgrave Handbook of Climate History*, London 2018.

¹⁷ Indices bereits bei Christian PFISTER, *Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft Bd. 1 (Academica helvetica 6.1)*, Bern/Stuttgart 1984, S. 112-114; Analyse von Schriftquellen mit digitalen Mitteln Rüdiger GLASER u. a., *Texte als Bausteine der Umweltforschung. Von der analogen Analyse über Datenbanken und virtuelle Forschungsumgebungen zum Crowdsourcing und Maschinellen Lernen*, in: *Siedlungsforschung. Archäologie – Geschichte – Geographie* 39 (2022), S. 541-565; Niederschlagsrekonstruktion z.B. Thomas PLIEMON u.a., *Precipitation reconstructions for Paris based on the observations by Louis Morin, 1665-1713 CE*, in: *Climate of the Past* 19 (2023), S. 2237-2256.

¹⁸ Beispiele für historische Winterwetterlagen bei MAUELSHAGEN, *Klimageschichte* (wie Anm. 16), S. 69-72.

um und abgeglichen mit den erwähnten Proxydaten. Dies sind Daten, bei denen von physikalischen und biologischen Angaben in den Quellen, etwa über die Vereisung von Flüssen und dem Einsetzen phänologischer Phasen (wie z.B. Blüte), mittels paraphänologischer Angaben wie Zehntsteigerungen oder önologischer Angaben wie Weinlesedaten, auf Wetter und klimatische Bedingungen zurückgeschlossen wird.¹⁹ Auch hier ist systematisch methodische Kritik erforderlich, denn die Forschung streitet sich seit langem um den Kausalnexus bei erschlossenen Daten: So sind z.B. Rückschlüsse von Getreidepreissteigerungen auf vorangegangene Missernten aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse, gar ein Rückschluss auf einen langfristigen klimatischen Wandel riskant, da z.B. Marktgeschehen, Transaktionskosten, Verteilungsregeln und Konsumgewohnheiten erheblichen Einfluss auf den Preisverlauf haben, ganz zu schweigen von Kriegen, Handelssperren und Regulierungsbemühungen der einzelnen Städte und Staaten.²⁰

Der Wert aller dieser Daten hängt damit von einem kritischen und methodenbewussten Vorgehen in vielfacher Hinsicht ab, so z.B. von einer (im Einzelfall oft schwierigen) korrekten Datierung und Lokalisierung der Quellenangaben, einer seriösen Quellenkritik, dem methodisch äußerst schwierigem korrekten Verständnis der individuellen Wahrnehmungs- und Deutungsmuster der Quellenautoren, dem Erkennen sprachlicher Muster, verwendeter Topoi, Erzählstrategien und Erzählabsichten in den Quellentexten.²¹ Um erkennen und in jedem Einzelfall bestimmen zu können, inwiefern und inwieweit die Wahrnehmung und Darstellung von Wetter und Klima von vorgängigen Theorien, Mentalitäten und Verhaltensmustern abhängig sind, müssen also zwingend weitere Quellentypen zur Kontextualisierung herangezogen werden.

¹⁹ Zur Quellenkritik schon Pierre ALEXANDRE, *Le climat en Europe au Moyen Âge. Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale* (Recherches d'histoire et de sciences sociales; Studies in History and the Social Sciences 24), Paris 1987, S. 24.

²⁰ Christian PFISTER, *Weeping in the Snow. The Second Period of Little Ice Age-type Impacts, 1570-1630*, in: *Kulturelle Konsequenzen der „Kleinen Eiszeit“*. Cultural Consequences of the „Little Ice Age“ (Veröffentlichungen des Max-Planck-Instituts für Geschichte 212), hg. von Wolfgang BEHRINGER/Hartmut LEHMANN/Christian PFISTER, Göttingen 2005, S. 31-86, hier S. 71-74; Erich LANDSTEINER, *Wenig Brot und saurer Wein. Kontinuität und Wandel in der zentraleuropäischen Ernährungskultur im letzten Drittel des 16. Jahrhunderts*, in: *Kulturelle Konsequenzen* (wie Anm. 20), S. 87-147, hier S. 96-104, 142-146.

²¹ Zu den unkritischen frühen Katalogen und der Notwendigkeit quellenkritischer und methodologischer Strenge Thomas WOZNIAK, *Naturereignisse im frühen Mittelalter. Das Zeugnis der Geschichtsschreibung vom 6. bis 11. Jahrhundert* (Europa im Mittelalter. Abhandlungen und Beiträge zur historischen Komparatistik 31), Berlin/Boston 2020, S. 11-26, 34-71, zur Wahrnehmungsforschung Hans-Werner GOETZ, *Wahrnehmungs- und Deutungsmuster als methodisches Problem der Geschichtswissenschaft*, in: *Wahrnehmungs- und Deutungsmuster in der Kultur des europäischen Mittelalters* (Das Mittelalter. Perspektiven mediävistischer Forschung 8/2) hg. von Hartmut BLEUMER/Steffen PATZOLD, Berlin 2004, S. 23-33 und Stephan F. EBERT, *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), Stuttgart 2021, S. 65-69; zur Wetter- und Klimawahrnehmung Rüdiger GLASER/Enrico VINCELLI/Stefan MILITZER, *Klima-, Witterungs- und Wettervorstellungen als Ideen- und Naturwissenschaftshistorie. Ein Beitrag zum Problem der historischen Klimawahrnehmung*, in: *Geowissenschaftliche Beiträge zu Forschung, Lehre und Praxis. Festschrift für Horst Hagedorn* (Würzburger Geographische Arbeiten. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg 87) hg. von Rüdiger GLASER/Barbara SPONHOLZ, Würzburg 1993, S. 465-490; Milène WEGMANN, *Naturwahrnehmung im Mittelalter im Spiegel der lateinischen Historiographie des 12. und 13. Jahrhunderts* (Lateinische Sprache und Literatur des Mittelalters 40), Bern u. a. 2005, S. 51-71, 100-120, 126-130, 167-179.

Trotz dieser im Einzelnen erheblichen methodischen Probleme könnte die historische Klimatologie auf diese Weise auch einen Beitrag zu aktuellen Klimamodellierungen des ‚Intergovernmental Panel on Climate Change‘ leisten, wenn die rein historisch gewonnenen Daten für einen Test der naturwissenschaftlichen Klimamodelle für vergangene Klimaphänomene herangezogen werden, indem die aus den rein naturwissenschaftlichen Daten errechneten Klimaschwankungen mit den historisch rekonstruierten Phänomenen abgeglichen werden.²² Ein eventueller anthropogener Einfluss auf Klimaschwankungen könnte auf diese Weise leichter identifizierbar und eventuell sogar quantifizierbar werden, etwa Zusammenhänge zwischen einem demographischen Einbruch nach Pandemien wie der Pest seit 1348 oder dem Dreißigjährigen Krieg (1618-1648), daraus folgenden veränderten Landnutzungspraktiken, die zu einer Veränderung des Albedo, der hydrologischen Verhältnisse und der Temperaturverteilungsmuster führen könnten.²³ Durch eine Kombination von naturwissenschaftlichen mit geisteswissenschaftlichen Methoden werden Aussagen über die Vergangenheit also epistemisch valider als beim Einsatz nur einer (naturwissenschaftlichen oder geisteswissenschaftlichen) Methode.²⁴ Für Aussagen über die Zukunft gilt dies jedoch nicht im gleichen Maße, weil mit naturwissenschaftlichen Methoden soziokulturelle Entwicklungen wie Kriege oder großtechnischer Wandel durch Erfindungen samt ihren Folgen nicht extrapoliert oder vorausgesagt werden können, auch wenn (bei entsprechenden Annahmen) mögliche Szenarien in einem Modell darstellbar sind. Das bedeutet immerhin, dass die Entwicklung eines Modells, das retrospektiv Dynamiken der Vergangenheit erklären kann, nicht so aussichtslos erscheint wie Modelle mit prognostischer Valenz zu entwerfen.

Es hat schon früh Versuche gegeben, die Entwicklung der sozialen Welt in ein Welt- oder sogar Kosmos-Modell zu integrieren. Der Wirtschaftswissenschaftler Kenneth Ewart Boulding (1910-1993) entwickelte Ende der 1970er Jahre eine Theorie sozialer Evolution im Rahmen einer übergreifenden Evolutionstheorie, die er „Ecodynamics“ nannte.²⁵ Sie verbinde die physikalische, biologische und soziale Evolution, angetrieben von „know-how, energy, and materials“ in einem dynamischen Ineinandewirken, in dem die klassische Trennlinie zwischen ‚Natur‘ und ‚Kultur‘ oder ‚Gesellschaft‘ keinen Platz mehr habe.²⁶ Boulding versteht in der sozialen Welt „know-how“ sowohl im Sinne von bewusstem, reflektiertem Wissen als auch ‚knowing‘ und damit Formen von Wissen, die als implizites Wissen (oder ‚tacit knowledge‘) bezeichnet werden.²⁷ Er geht aber noch über diese in der Technikgeschichte kritisch diskutierte

²² Sam WHITE/Christian PFISTER/Franz MAUELSHAGEN, General Introduction: Weather, Climate, and Human History, in: WHITE/PFISTER/MAUELSHAGEN, Palgrave Handbook (wie Anm. 16), S. 1-17, hier S. 12-13. Zu vermeiden sind zirkelschlüssige Verfahren, d.h. die Überprüfung ausschließlich naturwissenschaftlich rekonstruierter Klimaverläufe in historischer Zeit muss abgeglichen werden mit Klimaverläufen, die ausschließlich mit historisch-kritischen Methoden belegbar sind und viceversa.

²³ Rainer SCHREG, Plague and Desertion – A Consequence of Anthropogenic Landscape Change? Archaeological Studies in Southern Germany, in: The Crisis of the 14th Century (wie Anm. 14), S. 221-246.

²⁴ Zu diesem „consilience“-Ansatz vgl. bereits BAUCH/SCHENK, Teleconnections (wie Anm. 14), S. 6-7.

²⁵ Kenneth E. BOULDING, Ecodynamics. A New Theory of Social Evolution, Beverly Hills/London 1981 (ursprünglich 1978), hier S. 18 zu seinem Anspruch: „...I think I have achieved an important synthesis in this volume. I hope it is at least an approximation of a general system of the universe based on a synthesis of the contributions of many different sciences.“

²⁶ BOULDING, Ecodynamics (wie Anm. 25), S. 13-15 (Zitat).

²⁷ Jens LOENHOFF, Einleitung, in: Implizites Wissen. Epistemologische und handlungstheoretische Perspektiven, hg. von Jens LOENHOFF, Weilerswist 2012, S. 7-30; zur konzeptionellen Spannweite vgl. die Beiträge in Bengt

begriffliche Erweiterung²⁸ hinaus und überträgt sie auf die physikalische und biologische Welt: Auch einzelne Atome oder Moleküle hätten demnach ein ‚know-how‘ hinsichtlich ihrer Eigenschaften (z.B. Bindungsfähigkeiten, Gitterstrukturen) und dies gelte in erheblich höherem Maße für komplexere Stoffe oder gar (menschliche) Artefakte. Dieser von Boulding leider nur sehr vage umschriebene Begriff²⁹ geht also über das ursprünglich für einen ökologischen Kontext entwickelte, in jüngster Zeit für Fragestellungen der Archäologie und Kulturwissenschaften adaptierte Konzept der „Affordanz“ hinaus.³⁰ Dieses bezeichnet den Aufforderungs- oder Angebotscharakter von Materialien, Stoffen und Artefakten für Mensch und Tier und kann – wie im Folgenden zu sehen sein wird – auch auf geomorphologische Strukturen übertragen werden. Dieser Affordanzcharakter ist mit dem von dem Techniksoziologen Bruno Latour entwickelten Gedanken vergleichbar, dass technische Artefakte ein „Skript“ haben, das dem Gegenstand eingeschrieben ist und seine Verwendung in einem gewissen Rahmen vorschreibt.³¹ Latour wählt dafür das plastische Beispiel einer Schusswaffe, deren Aufforderungscharakter auf bestimmte Aktionen beschränkt ist. Tatsächlich leuchtet es ein, dass eine Schusswaffe, beispielsweise, nicht zum Zähneputzen verleitet. Man muss den sehr abstrakten Ideen Bouldings (oder auch Latours) nicht in allen Details folgen, etwa hinsichtlich Vorstellungen von einer wie auch immer gearteten Handlungsmacht unbelebter Dinge. Doch wir übernehmen von ihnen die Beobachtung, dass unbelebte Elemente der Lebenswelt (wie etwa auch geomorphologische Strukturen), aber auch Artefakte und Lebewesen, wie zum Beispiel bestimmte Pflanzen- und Tierarten, die durch Züchtung wesentlich für die menschliche Ernährung und Arbeitswelt wurden, für menschliche Akteure einen Angebotscharakter haben können. Er bewegt sich innerhalb eines Rahmens, der die damit und dadurch möglichen Aktivitäten begrenzt. Wir folgen also nicht den noch wesentlich umfassenderen Vorschlägen im Sinne von Bruno Latours Akteur-Netzwerk-Theorie, erweitern aber den Suchraum für Faktoren, die in der gemeinsamen, ineinandergreifenden Entwicklung der nur idealtypisch getrennt gedachten natürlichen und soziokulturellen Lebenswelt eine formative Rolle spielen.³²

Analog zur beobachtbaren (physikalischen, biologischen, sozialen) Evolution spricht Boulding von „physical systems“, der „biosphere“ und der „sociosphere“, wobei er die begrifflichen Unterscheidungen nur aus analytischen Gründen vornimmt, diese Sphären jedoch konzeptionell in permanent wechselwirkender Co-Evolution stehen sieht.³³ Unser Konzept einer „Fluvialen

MOLANDER/Thomas NETLAND/Mattias SOLLI (Hg.), *Knowing Our Ways About in the World. Philosophical perspectives on practical knowledge*, o.O. 2023.

²⁸ Sonja PETERSEN, *Vom „Schwachstarkastenkasten“ und seinen Fabrikanten. Wissensräume im Klavierbau 1830-1930* (Cottbuser Studien zur Geschichte von Arbeit, Technik und Umwelt 37), Münster 2011, S. 14-20.

²⁹ Das „know-how“ geht laut BOULDING, *Ecodynamics* (wie Anm. 25), S. 13-14 auch über die „information“ der Informationstheorie hinaus.

³⁰ Richard FOX/Diamantis PANAGIOTOPOULOS/Christina TSOUVAROPOULOU, „Affordanz“, in: *Materiale Textkulturen: Konzepte - Materialien - Praktiken*, hg. von Thomas MEIER/Michael R. OTT/Rebecca SAUER, Berlin u. a. 2015, S. 63-70.

³¹ Im Folgenden nach Bruno LATOUR, *Über technische Vermittlung: Philosophie, Soziologie und Genealogie*, in: *ANTHology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, hg. von Andréa BELLIGER/David J. KRIEGER, Bielefeld 2006, S. 483-528, hier S. 484-491.

³² Bruno LATOUR, *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*, Frankfurt a. M. 2007; DERS., *Das Parlament der Dinge. Für eine politische Ökologie*, Frankfurt a. M. 2001.

³³ BOULDING, *Ecodynamics* (wie Anm. 25), S. 29-37. Zu den unterschiedlichen Konzepten, soziale bzw. kulturelle Evolution zu denken, kritisch bereits Cornel ZWIERLEIN, *Diachrone Diskontinuitäten in der frühneuzeitlichen*

Anthroposphäre“ teilt mit Boulding die Annahme, dass ‚Natur‘ oder ‚Umwelt‘ schon seit der Vorgeschichte eine bestenfalls romantische Illusion darstellen und jede Analyse zwingend von einem permanent, dynamisch und komplex verwobenen Ineinander der physikalischen, biologischen und sozialen Sphäre ausgehen muss.³⁴ Unsere Begriffsbildung der „Anthroposphäre“ bezieht sich zwar auf Bouldings „siosphere“, grenzt sich aber von Peter Sloterdijks Sphärenphilosophie oder simpel gestrickten Annahmen einer sozialdarwinistischen Regeln folgenden soziokulturellen (Co-)Evolution ab.³⁵ Wir greifen nur die schlichte Beobachtung auf, dass soziokulturelle Entwicklungen und biogeophysikalische Evolution ineinandergreifen und fokussieren auf den menschlichen beziehungsweise gesellschaftlichen Faktor im systemischen Geschehen, sowohl in der Zeit als auch im Raum. Ob hier übergreifende, erst noch zu entdeckende evolutionäre Regeln herrschen oder – vermutlich eher – ein komplexes Ineinandergreifen von naturwissenschaftlich (in Regeln) erfassbarer Evolution und soziokultureller Entwicklung (die mit menschlicher Kreativität, Destruktivität und den Effekten großtechnischer Systeme zu rechnen hat), ist ein Untersuchungsauftrag und nicht eine Prämisse des Ansatzes.³⁶

Neben Bouldings Modell gibt es noch eine Reihe weiterer interessanter Ansätze und Ideen für die Entwicklung eines systemischen Weltverständnisses, zum Teil mit Modellcharakter. Ebenfalls in die 1970er Jahre datiert das aus der Biologie stammende Konzept, dass die (physikalische) Erde und ihre Biosphäre als seine Art Superorganismus betrachtet werden können, der sich selbst organisiert und reguliert (sogenannte „Gaia-Hypothese“).³⁷ Vielfach als zwar verführerische, aber unüberprüfbar Metapher kritisiert³⁸, wurde diese Hypothese jüngst von Bruno Latour aufgegriffen.³⁹ Ein jüngerer und im Kern systemtheoretischer Ansatz ist die sogenannte „Panarchy“, ein skalierbares heterarchisches Netzwerkmodell, das von einer

Informationskommunikation und das Problem von Modellen ‚kultureller Evolution‘, in: Information in der Frühen Neuzeit. Statur, Bestände, Strategien (Pluralisierung und Autorität 16), hg. von Arndt BRENDECKE/Markus FRIEDRICH/Susanne FRIEDRICH, Münster 2008, S. 423-454; ferner Hendrik WORTMANN, Zum Desiderat einer Evolutionstheorie des Sozialen. Darwinistische Konzepte in den Sozialwissenschaften, Konstanz 2010, S. 174-197; Stephan S.W. MÜLLER, Theorien sozialer Evolution. Zur Plausibilität darwinistischer Erklärungen sozialen Wandels, Bielefeld 2010, S. 196-262.

³⁴ BOULDING, Ecodynamics (wie Anm. 25), S. 19, 31-32.

³⁵ Der assoziationsreiche Begriff der ‚Sphäre‘ wird von dem Philosophen Peter Sloterdijk für seine Sphären-Philosophie verwendet, die uns aber eher von literarischer Valenz als von theoretischer Konsistenz geprägt zu sein scheint und zu der wir nur wenig systematischen Bezugspunkte sehen; vgl. Peter SLOTERDIJK, Sphären Bd. 1-3, Frankfurt a. M. 1998, 1999, 2004.

³⁶ Vgl. neben den Angaben in Anm. 33 zu den unterschiedlichen Ansätzen aus der jüngeren Forschung beispielsweise Bernd BALDUS, What is it Like to Evolve? Cultural Evolution as a Lived Experience, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 76 (2024), S. 391-413 mit der Annahme übergreifend geltender (einfacher) Regeln; für den Bereich der Landschaftsentwicklung Lucina CARAVAGGI, Co-evolution, in: Ri-Vista. Research for Landscape Architecture 20/2 (2023), S. 5-25; zum Zusammenhang früher Kulturen und Biodiversität Shumon T. HUSSAIN/Chris BAUMANN, The human side of biodiversity: coevolution of the human niche, palaeo-synanthropy and ecosystem complexity in the deep human past, in: Philosophical Transactions of the Royal Society 379/B (2024), S. 20230021; zu Ansätzen einer Modellierung co-evolvierender sozioökologischer Systeme in der *longue durée* Fabio SILVA u.a., Developing Transdisciplinary Approaches to Sustainability Challenges: The Need to Model Socio-Environmental Systems in the ‘Longue Durée’, in: sustainability MDPI 14 (2022), 10234.

³⁷ James E. LOVELOCK/Lynn MARGULIS, Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis, in: Tellus. A bi-monthly journal of geographics 26/1-2 (1974), S. 1-10; James E. LOVELOCK, Gaia. A new look at life on Earth, Oxford u. a. 1979.

³⁸ Dazu ausführlich BAUCH/SCHENK, Teleconnections (wie Anm. 14), S. 12-13.

³⁹ Bruno LATOUR, Kampf um Gaia. Acht Vorträge über das neue Klimaregime, Berlin 2017, S. 148-149, 152-154 (zum antisystemischen Charakter der Gaia-Hypothese), S. 484-486.

interdisziplinären Arbeitsgruppe um die Umweltbiologen Lance H. Gunderson und Crawford S. Holling entwickelt wurde und vor allem die Dynamiken und Transformationen sozioökologischer Systeme modellhaft beschreiben soll.⁴⁰ Das Verdienst dieser Konzepte, Modelle sowie Theorien ist unseres Erachtens die Intention, die systemhafte Komplexität der natürlichen sowie soziokulturelle Elemente und Faktoren verschränkenden Untersuchungssphären rational beschreiben und dadurch dem analytischen Zugriff zugänglich machen zu wollen.

Daher sprechen wir in Analogie zum Begriff des Anthropozäns von der Anthroposphäre. Die Anthroposphäre ist derjenige Bereich in Raum und Zeit, in dem die Aktivitäten des Menschen als gesellschaftlichem Wesen der wesentlichen Steuerungsfaktor der Co-Evolution von Natur und Gesellschaft sind. Damit wird der Begriff des Anthropozäns verräumlicht und verzeitlicht. Diese Historisierung fordert zur (Re-)Konstruktion einer Entwicklungsgeschichte auf dem Weg zum Anthropozän heraus, das zunächst in einzelnen Räumen einsetzte, um erst in einer noch zu bestimmenden Epoche globale und geologisch feststellbare Dimension zu erreichen. Die vorgängigen Anthroposphären sind einer historischen, raumorientierten und sowohl die materielle als auch die immaterielle Welt umfassenden Analyse zugänglich. Erreicht wird dies durch ihren Vorteil der Eingrenzbarkeit und damit Beschränkung der zu analysierenden Elemente und Faktoren auf eine kontrollierbare Anzahl von Parametern. Wenn in unserem konkreten Fall die fluviale Anthroposphäre untersucht werden soll, geht es nicht gleich um (water) „planetary boundaries“⁴¹, sondern um die Frage, in welchen konkret begrenzten Räumen soziokulturelle Aktivitäten erkennbar, beschreibbar und möglichst auch messbar werden, die Veränderungen in der biogeophysikalischen Sphäre bewirkten (und viceversa). Wann und wie werden diese zu maßgeblich formenden Steuerungsgrößen für Veränderungen?

Unser Ansatz konkretisiert also die Frage nach dem sich sukzessiv steigernden Einfluss des Menschen auf seine Welt,⁴² indem wir zunächst nach seiner Rolle in den biogeophysikalisch und soziokulturell besonders dynamischen Zonen an Flüssen fragen. Als fluvial geprägte Räume umfassen Flussauen (engl. floodplains⁴³) das jeweils aktive Flussbett, aber auch die alten Flussbetten und die Zonen episodischer oder periodischer Überschwemmungen bei Hochwasser und können geomorphologisch grob mit dem holozänen Überflutungshorizont identifiziert werden.⁴⁴ Historisch haben sich bekanntlich in diesen sowohl besondere Chancen als auch Risiken bietenden Zonen, namentlich an Euphrat und Tigris (Mesopotamien), Nil

⁴⁰ Lance H. GUNDERSON/C. S. HOLLING (Hg.), *Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Washington/Covelo u. a. 2002.

⁴¹ Vgl. Will STEFFEN u. a., *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, *Science* 347/6223 (2015), 736-747.

⁴² Damit stellt sich zugleich die Frage, ob die seit Christian PFISTER (Hg.), *Das 1950er Syndrom. Der Weg in die Konsumgesellschaft*, Bern/Stuttgart u. a. 1995 auf die 1950er Jahre datierte und von den Umwelthistorikern John MCNEILL/Peter ENGELKE, *The Great Acceleration. An Environmental History of the Anthropocene since 1945*, Cambridge/London 2014 als Beschleunigung charakterisierte Transformation des Erdsystems bereits auf schon länger eingeübte Verhaltensmuster, Einstellungen und sozioökologische Konfigurationen zurückgeht.

⁴³ Stephen K. HAMILTON, *Flood Plains*, in: *Encyclopedia of Inland Waters Bd. 3*, hg. von Gene E. LIKENS, Amsterdam 2009, S. 378-386. Auf die leichten semantischen Unterschiede zwischen dem englischen und deutschen Begriff kann hier nicht eingegangen werden.

⁴⁴ Zu den im Einzelnen komplexen definitorischen Fragen vgl. Markus EDER u. a., *How Can We Identify Active, Former, and Potential Floodplains? Methods and Lessons Learned from the Danube River*, in: *Water MDPI* 14 (2022), S. 2295.

(Ägypten), Indus und Gelbem Fluss (Huáng Hé), die menschheitsgeschichtlich frühesten komplexen Gesellschaften mit einem erheblichen Einfluss auf ihre Umgebung gebildet. Diese Beobachtung spricht dafür, dass der besonders dynamische und sensible Bereich entlang der Flüsse eine Art Indikatorfunktion für spezifische biogeophysikalische Arrangements und soziokulturelle Praktiken an einem spezifischen sozionaturalen Schauplatz⁴⁵ haben könnte, welche Homo (und Mulier) sapiens auf einen Weg brachte, der ihn mutatis mutandis und über Jahrtausende hinweg nicht nur in den fluvialen Zonen, sondern weltweit zu einem Faktor im Sinne des Anthropozän-Konzepts machte. Wenn diese Annahme zutrifft, dann sollte eine Analyse von Flussauen nicht nur interessante Aufschlüsse über den Weg in die fluviale Anthroposphäre geben, sondern auch Muster und Modelle liefern, die weitere Wege in das Anthropozän prägten.

Diese Wege, die möglicherweise bereits in der Vormoderne eingeschlagen wurden, könnten Pfadabhängigkeiten ausgelöst haben, die alternative Entwicklungen verhinderten und als Richtungsvorgaben noch die Gegenwart prägen. Das ursprünglich aus der Technikgeschichte stammende Konzept der Pfadabhängigkeit ist besonders für materielle Strukturen, technische Systeme und soziokulturelle Institutionen wichtig, weil beispielsweise gebaute Infrastrukturen, komplexe technische Systeme und Institutionen einen hohen Aufwand von der Planung über den Bau bis zum Betrieb (ggf. durch Spezialisten) erforderlich machen und daher ein Phänomen der *longue durée* darstellen.⁴⁶ Dies gilt auch für Wasserbauten.⁴⁷ Unentrinnbar deterministisch dürfen Pfadabhängigkeiten jedoch nicht gedacht werden. Auch Korrelationen zwischen untersuchten Faktoren oder ein zeitliches Nacheinander von Ereignissen allein sprechen noch nicht für kausale Zusammenhänge, die im Einzelnen nachzuweisen sind.⁴⁸ Die Geschichte des Anthropozäns als Entwicklungsgeschichte zu konzeptionalisieren bedeutet auch nicht, nur lineare Entwicklungen anzunehmen und Fernwirkungen, disruptive Ereignisse, Schwellenwerte und Kippunkte von (Teil-)Systemen auszuschließen.⁴⁹ Mit unserer Suchbewegung, die unter anderem soziokulturelle Faktoren in den Blick nimmt, wenden wir uns deswegen gegen interessante, aber simplifizierende Annahmen wie die des amerikanischen Mediävisten Lynn White jr., der in einem umstrittenen Aufsatz als wesentlichen tieferen Grund

⁴⁵ Dazu Theodore R. SCHATZKI, *Nature and technology in history*, in: *History and Theory* 42 (2003), S. 82-93; zum Konzept des sozionaturalen Schauplatzes knapp Verena WINIWARTER/Martin SCHMID, *Socio-Natural Sites*, in: *Concepts of Urban-Environmental History*, *Environmental and Climate History* Bd. 1, hg. von Sebastian HAUMANN/Martin KNOLL/Detlev MARES, Bielefeld 2020, S. 33-50; ausführlich unten Abschnitt 2: Einordnung des Fluvio-sozialen Metabolismus in bestehende Konzepte.

⁴⁶ Zum Konzept Christoph BERNHARDT, *Path-Dependency and Trajectories*, in: *Concepts of Urban-Environmental History* (wie Anm. 45), S. 65-77; Raymund WERLE, *Pfadabhängigkeit*, in: *Handbuch Governance. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder*, hg. von Arthur BENZ u. a., Wiesbaden 2007, S. 119-131; Gerrit Jasper SCHENK/Stephanie EIFERT, „Kritische Infrastrukturen“ als Ergebnisse individueller und kollektiver Kritikalitätszumessungen – ein Ansatz für die Mediävistik?, in: *Was ist Kritikalität? Zu einem Schlüsselbegriff der Debatte um Kritische Infrastrukturen*, hg. von Jens Ivo ENGELS/Alfred NORDMANN, Bielefeld 2018, S. 47-96, hier S. 50-51.

⁴⁷ Cornelis DISCO, *Dividing the waters: Urban growth, city life and water management in Amsterdam*, in: *Urban water trajectories*, hg. von Sarah BELL u.a., Heidelberg 2017, S. 5-20; SCHENK/EIFERT, „Kritische Infrastrukturen“ (wie Anm. 46) S. 47-96, hier S. 50-51.

⁴⁸ BAUCH/SCHENK, *Teleconnections* (wie Anm. 14), S. 15-19.

⁴⁹ Zum bisher nur vage definierten Begriff des „tipping points“ in sozioökologischen Studien mit einem neuen Vorschlag vgl. jetzt die Überlegungen von Manjana MILKOREIT u.a., *Defining tipping points for socio-ecological systems scholarship – an interdisciplinary literature review*, in: *Environmental Research Letters* 13 (2028), S. 033005.

der „Historical Roots of Our Ecologic Crisis“ eine naturausbeutende und -zerstörende westliche Mentalität als Folge einer anthropozentrischen Ausrichtung im (mittelalterlichen) Christentum dingfest machen wollte.⁵⁰

Es ist unübersehbar, dass die raumzeitliche Ein- und Abgrenzung der Flussaue definitorische Probleme aufwirft, weil sich hier naturwissenschaftlich begründete Raumkonzepte mit einem kulturwissenschaftlichen Verständnis der Kategorie ‚Raum‘ überlagern und zu neuen Fragen führen. Viele neuere Raumtheorien unterscheiden ein ‚Container-Modell‘ des Raums vom ‚relationalen Raum‘ in Wahrnehmung und Handlung.⁵¹ Während nach der ersten Theorie, der ein euklidisches Raumverständnis zugrunde liegt, Raum als ein Behälter verstanden werde, innerhalb dessen Objekte eine feste Position einnehmen, werde in der zweiten, wahrnehmungs- und praxistheoretisch gefärbten Auffassung ein Raum erst durch die relationale Anordnung von Objekten und ggf. Handlungen konstituiert, weil Objekte, Handlungen und Raum in der Wahrnehmung aufeinander bezogen seien.⁵² Analog unserer Konzeption, soziokulturelle Entwicklungen und biogeophysikalische Evolution systemisch zusammen zu denken, müssen unserer Beschreibung des Untersuchungsraums beide Sichtweisen zugrunde gelegt werden. Zum einen geht es nämlich um den physikalischen Raum in der Flussaue, der durch das Bodenrelief, natürliche Gesetze usw. geprägt ist (so fließt Wasser der Schwerkraft folgend vom räumlichen Oben nach unten), zum anderen um den sozialen Raum, der erst durch soziales Handeln und Denken geschaffen wird, etwa durch den Bau von Dämmen, Kanälen und Wasserleitungen, die beispielsweise Wasser aus anderen Einzugsgebieten, als durch Relief und Schwerkraft natürlich vorgegeben, zuleiten. An ein und demselben (physikalischen) Ort können sich mehrere (naturwissenschaftlich und sozial konstruierte) Räume überlagern, auch in zeitlicher Abfolge, so dass aus analytischer Sicht kein Weg daran vorbeiführt, beschreibungssprachlich ein relationales Raumverständnis zugrunde zu legen. Das heißt nicht, den physikalischen (euklidischen) Raum gegen mannigfaltig sozial konstruierte Räume ausspielen zu wollen, im Gegenteil: Alle diese Räume überlagern sich am jeweiligen sozionaturalen Schauplatz und können je nach Fragestellung und Untersuchungsperspektive angemessen untersucht werden. Die Überlagerungen sind von besonderem Interesse, denn gerade dann, wenn sie sich wechselseitig beeinflussen, kommt der Vorteil einer multiperspektivischen Analyse zum Tragen. Das bedeutet aber zugleich, dass eine räumlich und zeitlich präzise Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes ‚Flussaue‘ (floodplain) nicht

⁵⁰ Lynn WHITE JR., Die historischen Ursachen unserer ökologischen Krise, in: Gefährdete Zukunft. Prognosen angloamerikanischer Wissenschaftler, hg. von Michael LOHMANN, München 1973, S. 20-28, zuerst 1967 auf Englisch erschienen (Ebd., S. 175). Zur Kritik Simone RAPPEL, „Macht euch die Erde untertan“. Die ökologische Krise als Folge des Christentums? (Abhandlungen zur Sozialethik 39), Paderborn u. a. 1996; Günter BAYERL, Bodo VON BORRIES, Geschichte und Umweltsystem, in: Handbuch der Umweltwissenschaften: Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung, 16. Ergänzungslieferung 3/06, hg. von Otto FRÄNZLE/Felix MÜLLER/Winfried SCHRÖDER, Landsberg am Lech 2006, S. 3-18, hier: S. 8-9.

⁵¹ Markus SCHROER, „Bringing space back in“ – Zur Relevanz des Raums als soziologischer Kategorie, in: Spatial Turn. Das Raumparadigma in den Kultur- und Sozialwissenschaften, hg. von Jörg DÖRING/Tristan THIELMANN, Bielefeld 2009, S. 125-148, hier S. 135-137; zu diesem Abschnitt ausführlicher Gerrit Jasper SCHENK, Religion und Politik. Die westeuropäische Stadt als ‚sakraler Handlungsraum‘ in Spätmittelalter und Früher Neuzeit – eine Skizze, in: Städte im lateinischen Westen und im griechischen Osten zwischen Spätantike und Früher Neuzeit. Topographie – Recht – Religion (Veröffentlichungen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung 66), hg. von Elisabeth GRUBER u. a., Wien/ Köln u. a. 2016, S. 273-298, hier S. 286-292.

⁵² Martina LÖW, Raumsoziologie. Frankfurt a. M. 2012, S. 152-230; Susanne RAU, Räume. Konzepte, Wahrnehmungen, Nutzungen, Frankfurt a. M./New York 2013, S. 49-50, 61-70.

möglich ist, weil sich je nach Fragestellung und Untersuchungsperspektive unterschiedliche Grenzen ergeben. So wird eine geomorphologische Untersuchungsperspektive andere Kriterien anlegen als eine rechtsgeschichtliche Untersuchung und beide analytischen Zugriffe werden je untersuchter Epoche unterschiedliche Räume thematisieren müssen, wenn etwa durch den Bau von Staudämmen und Kanälen das ursprüngliche Einzugsgebiet eines Wasserlaufs verändert oder durch einen Krieg ein Flusslauf zur Grenze wird und als Folge dessen zwei unterschiedliche Rechtssysteme den Raum prägen. Das in der Umweltgeschichte etablierte, bereits erwähnte Konzept des sozionaturalen Schauplatzes geht von eben solchen Überlagerungen der beiden bei uns als Sphären bezeichneten Bereiche aus und daher kann die Fluviale Anthroposphäre auch als spezifischer sozio-naturaler Schauplatz bezeichnet werden (siehe im Folgenden Abschnitt 2).

Die Konkretion des Untersuchungsraums verringert die zu untersuchenden systemischen Elemente und Faktoren im Vergleich mit Weltmodellen erheblich, zugleich bleibt durch die Einbindung aller fluvialen Zonen in die weitere Welt allein schon durch das grenzüberschreitende Klima und Wetter die Grenzziehung gegenüber dem System ‚Welt‘ eingeschränkt. Wir schlagen daher vor, die Untersuchung der Fluvialen Anthroposphäre durch eine weitere Fokussierung der Untersuchungsperspektive zu präzisieren. Dies erfolgt durch eine Adaption des unter anderem in der sogenannten ‚Wiener Schule‘ der ‚Sozialen Ökologie‘ um Marina Fischer-Kowalski und Verena Winiwarter⁵³ entwickelten Konzepts des ‚sozialen Metabolismus‘. Es handelt sich zwar um ein modernes, beschreibungssprachliches Konzept, das nur indirekt mit dem aus der Biologie bekannten Metabolismus (Stoffwechsel) in Verbindung zu bringen ist, doch kann es sich auf eine lange Tradition des Nachdenkens und des Umgangs des Menschen mit der Natur seit der Antike stützen.⁵⁴ Die ‚Wiener Schule‘ bezieht sich unter anderem auf das schon von Karl Marx im Kontext seiner ökonomisch auf die Materialität fokussierten Untersuchung von Arbeit als Austauschbeziehung zwischen Natur und Mensch verwendete Konzept des Stoffwechsels,⁵⁵ geht aber weit darüber hinaus, indem die immateriellen Dimensionen (Vorstellungen, Einstellungen, Institutionen) des sozialen Lebens einbezogen werden.⁵⁶ Es geht also bei dem Austausch zwischen ‚Natur‘ und ‚Gesellschaft‘ nicht nur um einen Stoffwechsel im materiellen Sinne, der allein durch die Analyse von Stoffströmen (etwa Input von Rohstoffen und Energie, Output von Produkten und Abfall) erfasst werden kann, sondern auch um die dem Austausch zugrunde liegenden und sie

⁵³ Dazu Marina FISCHER-KOWALSKI/Helga WEISZ, *The Archipelago of Social Ecology and the Island of the Vienna School*, in: *Social Ecology. Society-Nature Relations across Time and Space (Human-Environment Interactions 5)*, hg. von Helmut HABERL u.a., Cham 2016, S. 3-28.

⁵⁴ Vgl. zu bereits auf antike Theorien zurückgehende Vorstellungen der mittelalterlichen Diätetik zu Verdauungsvorgängen des Menschen, die ein grundlegendes Verständnis von Stoffwechsel vermuten lassen, Dorothee RIPPMANN, *Der Körper im Gleichgewicht. Ernährung und Gesundheit im Mittelalter*, in: *Medium Aevum Quotidianum 52* (2005), S. 20-45, hier S. 34; ferner z.B. zu alchemischen Theorien der Stoffumwandlung und ihrer Praxis im Hüttenwesen Claus PRIESNER, *Chemische Technik bei Handwerkern und Alchemisten im Mittelalter*, in: *Europäische Technik im Mittelalter 800 bis 1400. Tradition und Innovation. Ein Handbuch*, hg. von Uta LINDGREN, Berlin 2001, S. 277-286.

⁵⁵ Karl MARX, *Das Kapital. Kritik der politischen Oekonomie Bd. 1: Der Produktionsprozess des Kapitals*, Hamburg 1867, S. 9 (Zitat): „Als Bildnerin von Gebrauchswerthen, als nützliche Arbeit, ist die Arbeit daher von allen Gesellschaftsformen unabhängige Existenzbedingung des Menschen, ewige Naturnothwendigkeit, um den Stoffwechsel zwischen Mensch und Natur, also das menschliche Leben zu vermitteln.“

⁵⁶ Dazu FISCHER-KOWALSKI/WEISZ, *Archipelago* (wie Anm. 53), S. 11-12, 19-23.

steuernden Ideen und Vorstellungen, Institutionen, Regeln für kollektive Entscheidungen und natürlich auch Techniken.⁵⁷

Die Fokussierung auf Stoffströme und Stoffbilanzen⁵⁸ hat vor allem im Zusammenhang mit der aktuellen Ressourcendebatte,⁵⁹ dem Klimawandel (CO₂-Anstieg in der Atmosphäre), Ansätzen für eine Kreislaufwirtschaft⁶⁰ und (mehr oder weniger nachhaltigem) Stoffstrommanagement viele praktische Anwendungsfelder gefunden.⁶¹ Diese beruhen in aller Regel auf der Möglichkeit einer quantitativ präzisen Erfassung von Stoffen, die allein schon wegen des Überlieferungszufalls⁶² von schriftlichen und archäologischen Befunden für vormoderne und vorstatistische Zeiten nur sehr eingeschränkt möglich ist. Im dritten Abschnitt ziehen wir einige moderne Modelle hinsichtlich einer partiellen Übertragbarkeit ihrer Untersuchungsprinzipien auf historische Verhältnisse heran. Dies ist auch deswegen sinnvoll, weil sich beispielsweise mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden aus Flusssedimenten Angaben über den unterschiedlichen Gehalt von Schwermetallen (mit deren geochemischen Hintergründen) in günstigenfalls datierbaren Schichten gewinnen lassen, aus denen sich durch den Abgleich von Befunden, die sich proximal und distal zur nachweislichen Eintragsstelle der Schwermetalle befinden, Aussagen über Verteilungsmuster und -trends ableiten lassen sollten.⁶³

Tatsächlich hat es schon eine Reihe von Versuchen gegeben, das Konzept des sozialen Metabolismus auf historische Fallbeispiele anzuwenden, jedoch meist begrenzt auf bestimmte Zeitabschnitte, Stoffe (z.B. Stickstoff, Holz) und Räume („urbaner Metabolismus“ von Städten) beziehungsweise Wirtschaftsbereiche (Landwirtschaft).⁶⁴ In diesem Zusammenhang sind zwei mit diesem Konzept in Verbindung stehende, zu modellartigen Überlegungen führende Forschungsansätze von besonderem Interesse. Zum einen geht es um den schwierigen Versuch, den in der Umweltpolitik eingeführten (und methodologisch umstrittenen) „ökologischen Fußabdruck“ zu berechnen, den zum Beispiel Städte in der vormodernen Vergangenheit

⁵⁷ Ebd., S. 22; Marina FISCHER-KOWALSKI/ Karl-Heinz ERB, Core Concepts and Heuristics, in: Social Ecology (wie Anm. 53), S. 29-61, hier S. 36-40.

⁵⁸ Nina MÖLLERS, Art. „25. Stoffbilanzen“, in: Handbuch Materielle Kultur. Bedeutungen, Konzepte, Disziplinen, hg. von Stefanie SAMIDA/Manfred K. H. EGGERT/Hans Peter HAHN, Stuttgart/Weimar 2014, S. 256-259

⁵⁹ Vgl. Franz MAUELSHAGEN, Die Große Stoffwechselanomalie, in: Transformationsgesellschaften. Zum Wandel gesellschaftlicher Naturverhältnisse (Ökonomie und Gesellschaft 30), hg. von Michaela CHRIST/Bernd SOMMER/Klara STUMPF, Marburg 2019, S. 17-46.

⁶⁰ Heike WEBER, Material Flows and Circular Thinking, in: Concepts of Urban-Environmental History (wie Anm. 45), S. 125-143, die S. 137-138 die wissenschaftliche Fruchtbarkeit der Frage nach Stoffkreisläufen betont, aber auf den metaphorischen Charakter des Begriffs Kreislaufwirtschaft und angesichts der Entropie auf ihren illusionären Charakter hinweist.

⁶¹ Beispiele in Helmut HABERL u. a. (Hg.), Social Ecology (wie Anm. 53) und unten Anm. 103.

⁶² Vgl. zu diesem Bias historischer Forschung schon Arnold ESCH, Überlieferungschance und Überlieferungszufall als methodisches Problem des Historikers, in: Historische Zeitschrift 240 (1985), S. 529-570.

⁶³ Exemplarisch: André-Marie DENDIEVEL u. a., Metal pollution trajectories and mixture risk assessed by combining dated cores and subsurface sediments along a major European river (Rhône River, France), in: Environment International 144 (2020), S. 106032.

⁶⁴ Beispiele: Sabine BARLES, Urban metabolism and river systems: an historical perspective – Paris and the Seine, 1790–1970, in: Hydrology and Earth System Sciences Discussions 4 (2007), S. 1845-1878; Christoph SONNLECHNER, Wald der Wiener? Der mittelalterliche und frühneuzeitliche Wienerwald als Biomasse-Lieferant und Jagdrevier, in: Umwelt Stadt. Geschichte des Natur- und Lebensraumes Wien (Wiener Umweltstudien 1), hg. von Karl BRUNNER/Petra SCHNEIDER, Wien/Köln u. a. 2005, S. 165-169; Verena WINIWARTER/Christoph SONNLECHNER, Der soziale Metabolismus der vorindustriellen Landwirtschaft in Europa (Der Europäische Sonderweg 2), Stuttgart 2001.

hinterließen, und damit die Folgen metabolischer Prozesse zu erfassen.⁶⁵ Zum anderen sind historische Praktiken intentionaler Steuerung von Stoffwechselprozessen unter dem Begriff der ‚Kolonisierung‘ von Natur durch menschliche Aktivitäten diskutiert worden. In der ‚Wiener Schule‘ der ‚Sozialen Ökologie‘ wird damit der Versuch von sozialen Systemen (Gesellschaften) bezeichnet, ausgewählte natürliche Prozesse soweit nutzbar zu machen und zu kontrollieren, dass durch spezielle Kulturtechniken eine Entnahme von Energie und Stoffen aus dem Stoffkreislauf eines Ökosystems möglich wird, ohne dass dieses kollabiert, sondern längere Zeit in seinem neuen Zustand erhalten werden kann.⁶⁶

Unser Vorschlag zielt darauf, deswegen den ‚Fluvio-sozialen Metabolismus‘ zu untersuchen, um die Frage nach dem anthropogenen Einfluss in der Flussaue qualitativ und, soweit möglich, auch (semi)quantitativ in chronologisch und räumlich differenzierter Weise beantworten zu können. Wir fokussieren damit auf den konkreten Raum der Flussaue und diejenigen materiellen und immateriellen Elemente und Faktoren, die zu intendierten und nichtintendierten Veränderungen in der Flussaue und der dort lebenden Gesellschaft führen. Dafür müssen multidisziplinär sowohl die Archive der Natur (beispielsweise Sedimente, dendrochronologische Daten, archäobotanische Funde) als auch die Archive der Gesellschaft (beispielsweise Texte, Bilder, Karten, Gebäude, Artefakte, Bodenfunde) genutzt werden.⁶⁷ Als Brückenkonzept mittlerer Reichweite ist der Fluvio-soziale Metabolismus unseres Erachtens in der Lage, die Fragestellungen, Problemlagen und Wissensstände der beteiligten geistes- und naturwissenschaftlichen Disziplinen trotz unterschiedlicher Begriffe, Konzepte, Methoden und Fachtraditionen zu verbinden,⁶⁸ um einen Beitrag für eine differenzierte Antwort auf unsere

⁶⁵ Überlegungen und Berechnungen am Beispiel mittelalterlicher Städte bei Richard C. HOFFMANN, *Footprint Metaphor and Metabolic Realities. Environmental Impacts of Medieval European Cities*, in: *Natures Past. The Environment and Human History*, hg. von Paolo SQUATRITI, Ann Arbor 2007, S. 288-325; Christoph SONNLECHNER, *Der „ökologische Fußabdruck“ Wiens im Spätmittelalter – eine Annäherung*, in: *Europäische Städte im Mittelalter (Forschungen und Beiträge zur Wiener Stadtgeschichte 52; Veröffentlichungen des Wiener Stadt- und Landesarchivs Reihe C: Sonderpublikationen 14)*, hg. von Ferdinand OPPL/Christoph SONNLECHNER, Innsbruck/Wien u. a. 2010, S. 351-364. Zur Kritik z.B. Nathan FIALA, *Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science*, in: *Ecological Economics* 67/4 (2008), S. 519-525. Der Ansatz blendet Strukturen der sozialen Welt wie soziale und politische Ungleichheit und ihre Folgen für den Stoffwechselprozess völlig aus.

⁶⁶ Zum Konzept der Kolonialisierung von Natur grundlegend Marina FISCHER-KOWALSKI/Helmut HABERL, *Stoffwechsel und Kolonisierung. Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur*, in: *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie*, hg. von Marina FISCHER-KOWALSKI u. a., Amsterdam 1997, S. 3-12, hier S. 10-11. Zur Kritik am Konzept vgl. bereits Gerrit Jasper SCHENK, *‚Erlesener‘ Gartenbau? Überlegungen zum Wandel von Landwirtschaft und Gartenbau im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis (ca. 1350-1570)*, in: *Gewissheiten im Wandel. Wissensformierung und Handlungsorientierung von 1350-1600 (Kulturgeschichtliche Beiträge zum Mittelalter und zur frühen Neuzeit 9)*, hg. von Christa BERTELSMEIER-KIERST, Berlin u. a. 2020, S. 13-80, hier S. 27-28.

⁶⁷ Dazu bereits Lukas WERTHER u. a., *On the Way to the Fluvial Anthroposphere – Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research*, in: *Water MDPI* 13 (2021), S. 2188, hier Abschnitt 1.5 „Research Perspectives within a Multidisciplinary Framework“.

⁶⁸ Zur Funktion von Brückenkonzepten vgl. Adelheid BIESECKER u. a., *Blockierter Wandel? Brückenkonzepte. Entwurf einer Systematik für die Sozial-ökologische Forschung und die Konkretisierung für den Forschungsverbund „Blockierter Wandel?“*, Dessau 2004, https://www.vorsorgendeswirtschaften.de/blockierter-wandel/download/brueckenkonzept_blockierter_wandel.pdf (aufgerufen am 13.12.2023). Ähnliche Funktionen werden dem Vulnerabilitätskonzept in der Hungerforschung zugeschrieben, vgl. Dominik COLLET, *„Vulnerabilität“ als Brückenkonzept der Hungerforschung*, in: *Handeln in Hungerkrisen. Neue Perspektiven auf soziale und klimatische Vulnerabilität*, hg. von Dominik COLLET/Thore LASSEN/Ansgar SCHANBACHER, Göttingen 2012, S. 13-25.

Frage nach dem Wann, Warum und Wie des Weges in die fluviale Anthroposphäre leisten zu können.

2. Einordnung des Fluvio-sozialen Metabolismus in bestehende Konzepte

Der Fluvio-soziale Metabolismus kann als konzeptioneller Link in verschiedenste Modelle und Konzepte, wie beispielsweise dem sozio-naturalen Schauplatz und der Fluvialen Anthroposphäre, eingebunden werden. Wir verstehen den Metabolismus als ein verbindendes Element, das nicht in Widerspruch zu bestehenden Analyseansätzen und Weltmodellen steht, sondern vielmehr in diese integriert werden kann. So steht der Metabolismus im Sphärenmodell (oben diskutiert) als verstoffwechselnder Prozess zwischen der sozio-kulturellen sowie ökologischen Sphäre auf der einen Seite und der soziokulturell-ökologischen Sphäre auf der anderen (Abb. 1.1). Die Veränderung wird durch Stoffströme und -kreisläufe angetrieben, deren einzelne Stoffe sowohl sozio-kulturell ausgewählt und bewertet werden als auch durch den Angebotscharakter der ökologischen Sphäre geprägt sind. Dennoch möchten wir den Metabolismus nicht, wie beispielsweise im sozio-ökologischen Modell nach Fischer-Kowalski⁶⁹, allein als Stoffaustausch zwischen der ökologischen und gemischten Sphäre verstehen. Vielmehr möchten wir die Auswahl und Bewertung der in den Metabolismus transportierten Stoffe, die aus der sozio-kulturellen Sphäre heraus getroffen werden, besonders betonen. Dies trägt der speziellen Fragerichtung nach den gesellschaftlich induzierten Steuerungsfaktoren für die Veränderungen in dem fluvial definierten Raum Rechnung.

Übergeordnete Ebene (Weltmodelle)	Sphärenmodell (SLOTERDIJK 1998, 1999, 2004)	Evolutionsmodelle (z.B. BOULDING 1981) Gaia (LOVELOCK 1979)	
	Humanökosystem (WINIWARDER/WILFING 2002)		
	Sozialökologie (FISCHER-KOWALSKI et al. 2011; HABERL et al. 2016)		
Regionale und lokale Ebene Site-Ebene (Raumbezug und Fragerichtung)	Sozio-naturaler Schauplatz (WINIWARDER/SCHMID 2020)	Mikroregion (PIRSON et al. 2023)	
	Fluviale Anthroposphäre (WERTHER et al. 2021)	RessourcenKomplexe (HARDENBERG et al. 2017)	
Transformationsprozess (Fragerichtung)	Metabolismus		
	Sozialer Metabolismus (,Wiener Schule‘)	Urbaner Metabolismus (BARLES 2020)	Stoffgeschichte (HAUMANN et al. 2023)
	Fluvio-sozialer Metabolismus		

Tabelle 1 Hierarchie der im Text genannten ordnenden Konzepte.

⁶⁹ Marina FISCHER-KOWALSKI/Andreas MAYER/Anke SCHAFFARTZIK, Zur sozialmetabolischen Transformation von Gesellschaft und Soziologie, in: Handbuch Umweltsoziologie, hg. von Matthias GROß, Wiesbaden 2011, S. 97-120.

Im Humanökosystem⁷⁰ stehen sich das Sozial- und Ökosystem gegenüber. Diese Einzelbestandteile werden gesamtsystemisch⁷¹ gedacht und sind stark miteinander verschränkt. Beide prägen das jeweils andere System über das menschliche Handeln und die Ökosystemleistungen und sind verbunden über Information, Beobachtung und Handlungsfähigkeit.⁷² Sozial- und Ökosystem stellen gleichermaßen Stoffe und Materialität zu Verfügung. Den Veränderungsprozess zwischen den Systemen möchten wir hier wiederum als Metabolismus beschreiben und analysieren (Abb. 1.2). Das Humanökosystem stellt den Menschen in den Mittelpunkt, der elementarer Bestandteil beider Systeme ist. Dies findet sich im sozio-ökologischen Modell wieder, in dem sich Natur und Kultur gegenüberstehen und der Überlappungsbereich die menschliche Population umfasst.⁷³ Die Konzepte des Humanökosystems und der Sozio-Ökologie haben in der archäologischen⁷⁴ Forschung große Resonanz gefunden, sowohl zur Untersuchung sozialarchäologischer Aspekte⁷⁵ als auch in der Umweltarchäologie.⁷⁶ Letztere bezieht sich zur Untersuchung der komplexen Wechselbeziehung von Menschen und Umwelt verstärkt auf diese Ansätze, nachdem sie forschungsgeschichtlich dem Umweltdeterminismus der Siedlungsarchäologie und dem Fokus auf den *human impact* der Landschaftsarchäologie entwachsen ist.⁷⁷ Umweltarchäologie ist ein fester Bestandteil der interdisziplinären Umweltgeschichte⁷⁸ geworden. Diese Entwicklung spiegelt sich in aktuellen Forschungen wider. So diene das sozio-ökologische Modell als grundlegendes Vorbild für das Forschungsdesign im TransPergMicro Projekt des Deutschen Archäologischen Instituts.⁷⁹ In diesem Konzept mit einem lokalen und regionalen Fokus findet eine Gleichsetzung von der materiellen Welt mit der ökologischen Sphäre und der immateriellen Welt mit der sozio-kulturellen Sphäre statt. Dementsprechend herrschen im Überlappungsbereich der Sphären „natürliche und soziale Ursache-Wirkungs-

⁷⁰ Wolfgang NENTWIG, Humanökologie. Fakten – Argumente – Ausblicke, Heidelberg 2005.

⁷¹ Weiterführend dazu Peter MEUSBURGER/Thomas SCHWAN (Hg.), Humanökologie: Ansätze zur Überwindung der Natur-Kultur-Dichotomie, Stuttgart 2003.

⁷² Barbara SCHOLKMANN/Hauke KENZLER/Rainer SCHREG (Hg.), Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Grundwissen, Darmstadt 2016, S. 125.

⁷³ FISCHER-KOWALSKI u. a., Zur sozialmetabolischen Transformation (wie Anm. 69), S. 97-120.

⁷⁴ Karl W. BUTZER, Archaeology as human ecology, Cambridge 1982; Daniel KNITTER/Wolfram SCHIER/Brigitta SCHÜTT (Hg.), Spatial Environment and Conceptual Design: The Concept of Social Ecology as a Means to Integrate Humanities and Science in Landscape Archaeological Research (Berlin Studies of the Ancient World 74), Berlin 2021.

⁷⁵ Rainer SCHREG, Interaktion und Kommunikation im Raum Methoden und Modelle der Sozialarchäologie, in: Grenzen, Räume und Identitäten (Archäologie und Geschichte 22), hg. von Sebastian BRATHER/Jürgen DENDORFER, Ostfildern 2017, S. 455-492.

⁷⁶ Rainer SCHREG, Ecological Approaches in Medieval Rural Archaeology, European Journal of Archaeology 17/1 (2014), S. 83-119; Thomas MEIER, Potenziale und Risiken der Umweltarchäologie, in: Grenzen, Räume und Identitäten (wie Anm. 75), S. 13-21.

⁷⁷ SCHOLKMANN u. a., Archäologie Grundwissen (wie Anm. 72), S. 124-126, 183-184; Thomas MEIER, Umweltarchäologie – Landschaftsarchäologie, in: Historia archaeologica, RGA-E 70 (2009), S. 697-734.

⁷⁸ Sebastian BRATHER, Historische Umweltforschung und Archäologie. Perspektiven von Landschafts- und Umweltarchäologie, in: Über die Grenzen und zwischen den Disziplinen Fächerübergreifende Zusammenarbeit im Forschungsfeld historischer Mensch-Umwelt-Beziehungen, hg. von Thomas MEIER/Petra TILLESSEN, Budapest 2011, S. 447-466.

⁷⁹ Felix PIRSON/Britta SCHÜTT/Thekla SCHULZ (Hg.), Micro-Regions as Spaces of Socio-Ecological Interaction. 1st Milestone Workshop of the Project »The Transformation of the Pergamon Micro-Region between the Hellenistic and the Roman Imperial Period« Istanbul, 11–12 March 2022 (Deutsches Archäologisches Institut, Tagungen und Kongresse 3), Wiesbaden 2023.

Beziehungen“ vor, die die Population, die Landschaft und die materielle Kultur gestalten.⁸⁰ Die schriftshistorische Umweltgeschichte⁸¹ ist stark durch die Wiener Forschungen geprägt, so ebenfalls durch das bereits thematisierte sozio-ökologische Modell nach Fischer-Kowalski⁸² und dessen Anwendung für die Agrargesellschaft nach Winiwarter.⁸³ Mit dem sozio-naturalen Schauplatz⁸⁴ entwickelte die Arbeitsgruppe von Winiwarter am Beispiel der Stadt Wien ein Konzept, um die Verflechtungen von Stadt und Fluss zu untersuchen.⁸⁵ Die an Theodore Schatzki angelehnten Kategorien Praktiken und Arrangements als „sozio-natürliche Hybride“⁸⁶ ersetzen hier den Dualismus von Natur und Kultur. In einer „hybriden Welt“, in der es keine „natürliche“, das heißt nicht von Menschen beeinflusste Sphäre gibt, kann ein entsprechendes Konzept nicht darauf ausgerichtet sein die Interaktion von Natur und Kultur zu untersuchen. Vielmehr können Praktiken und Arrangements in ihrem co-evolutionären Wandel analysiert werden. Menschliche Praktiken sind ohne Materialität nicht denkbar und formen damit Arrangements in der materiellen Welt. Praktiken und Arrangements sind eng verknüpft und das eine Element kann sich nicht wandeln, ohne das andere ebenfalls zu verändern.⁸⁷ Sozio-naturale Schauplätze sind demnach die Knotenpunkte von Praktiken und Arrangements und Orte ihrer Veränderung. Das Konzept bietet sich an, um transformative Prozesse wie den Fluvio-sozialen Metabolismus zu untersuchen und erscheint uns besonders zielführend. Die Verknüpfung von Praktiken und Arrangements findet über materiellen Stoffaustausch statt, weshalb wir den Veränderungsprozess nicht nur als co-evolutionären Wandel beschreiben möchten, sondern als ein Stoffwechsel, in dem viele Eigendynamiken herrschen. Dieser Metabolismus führt schließlich zur Transformation des sozio-naturalen Schauplatz bzw. in unserem Fall zu Veränderungen im fluvial definierten Raum (Abb. 1.3).

⁸⁰ Felix PIRSON/Britta SCHÜTT/Thekla SCHULZ/Güler ATEŞ/Daniel KNITTER/Ulrich MAINA, Introduction: Micro-Region an Social Ecology, in: PIRSON u.a., *TransPergMikro* (wie Anm. 79), S. 1-10, hier S. 6.

⁸¹ Verena WINIWARTER/Martin KNOLL (Hg.), *Umweltgeschichte. Eine Einführung*, Köln 2007; Verena WINIWARTER/Harald WILFING (Hg.), *Historische Humanökologie. Interdisziplinäre Zugänge zu Menschen und ihrer Umwelt*, Wien 2002.

⁸² FISCHER-KOWALSKI/WEISZ, *Archipelago* (wie Anm. 53), S. 3-28.

⁸³ Verena WINIWARTER/Christoph SONNENLECHNER, *Der soziale Metabolismus der vorindustriellen Landwirtschaft (Der europäische Sonderweg 2)*, Stuttgart 2001.

⁸⁴ Verena WINIWARTER/Martin SCHMID, *Socio-Natural Sites*, in: *Concepts of Urban-Environmental History* (wie Anm. 45), S. 33-50.

⁸⁵ Verena WINIWARTER/Martin SCHMID/Gert DRESSEL, *Looking at half a millennium of co-existence: the Danube in Vienna as a socio-natural site*, *Waster Hist.* 5 (2013), S. 101-119.

⁸⁶ Marina FISCHER-KOWALSKI/Helga WEISZ, *Society as hybrid between material and symbolic realms: toward a theoretical framework of society-nature interaction (Advances in human ecology 8)*, Greenwich 1999, S. 215-251; zu SCHATZKI, *Nature and technology* (wie Anm. 45), S. 82-93.

⁸⁷ WINIWARTER u. a. *Danube in Vienna as a socio-natural site* (wie Anm. 85), S. 101-119.

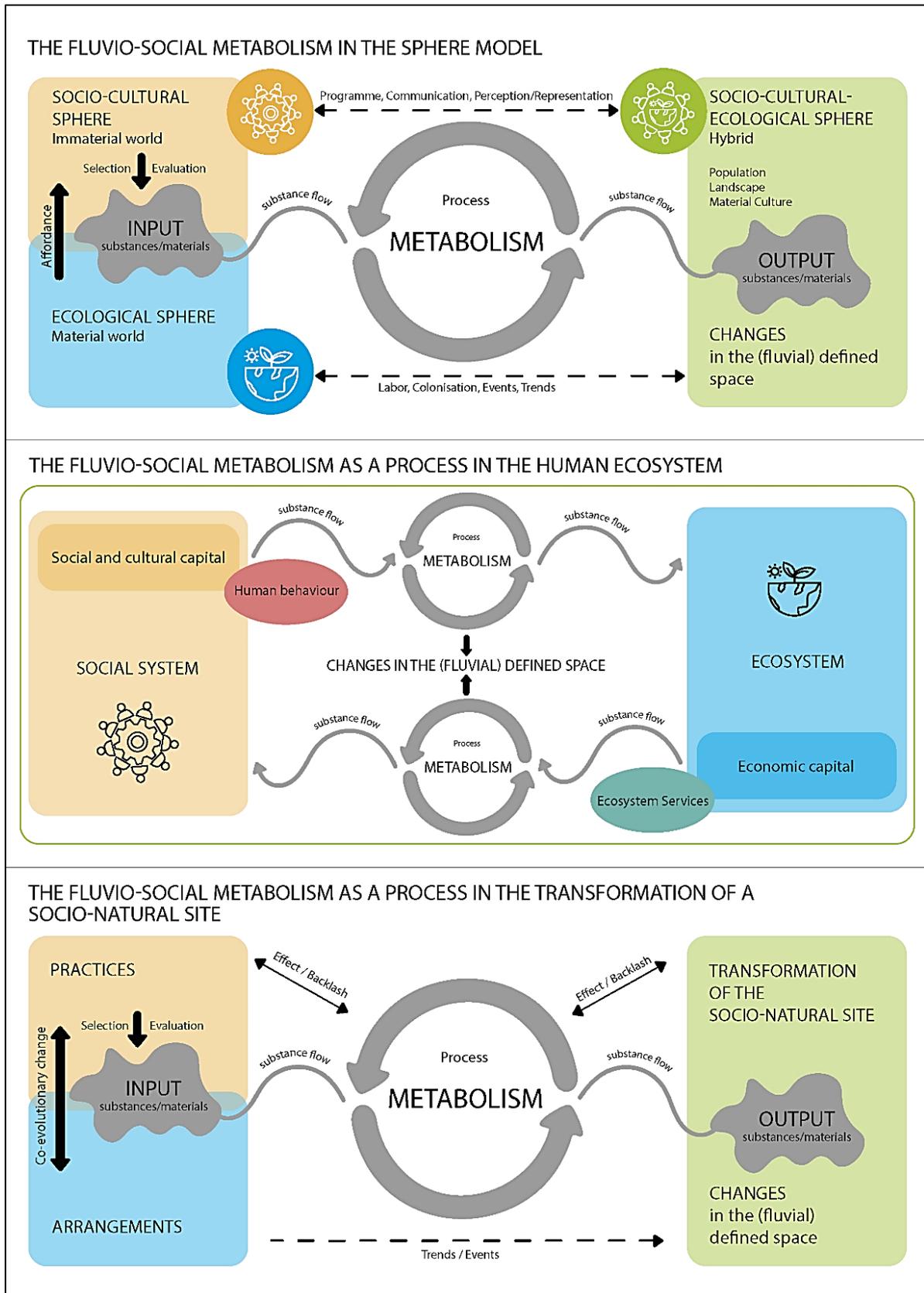


Abb. 1: Positionierung des Fluvio-sozialen Metabolismus innerhalb verschiedener Konzepte. Umgearbeitet nach FISCHER-KOWALSKI et al. 2011 / PIRSON et al. 2023 (oben), nach SCHOLKMANN et al. 2016 (mitte) und nach WINIWARTER et al. 2013 (unten). Grafik: Larissa Kurz.

Der Metabolismus untersucht allerdings nicht nur die Veränderungen der Natur durch den Menschen im Sinne einer Kolonisierung⁸⁸ (intendierte Veränderung) oder eines ökologischen Fußabdrucks⁸⁹ (Folgen), sondern nimmt darüber hinaus die nicht intendierte Folgen und die Eigendynamiken der Stoffe verstärkt in den Blick. Auf diese Eigendynamiken zielen auch die „Perspektiven auf Stoffgeschichte“ von Sebastian Haumann.⁹⁰ Hier wird „Stoff als dynamische Kategorie“ beschrieben, deren „Wahrnehmung, Beschreibung und Verwendung [...] ebenso einem historischen Wandel [unterliegen; Ergänzung Verf.] wie ihre Merkmale und diejenigen Prozesse, die auf die Eigenaktivität von Stoffen zurückzuführen sind. Die geschichtswissenschaftliche Auseinandersetzung mit Stoffen bedeutet daher, den Wandel und die selbstaktive Wandelbarkeit von Stoffen mitzudenken und in die Analyse mit aufzunehmen.“ Darüber hinaus hebt die „Materialität [...] auf das wechselseitige Verhältnis zwischen Stoffen und menschlichen Akteuren ab“, da die „Stoffe erst in diesen Kontexten Bedeutung und Konfliktpotential erlangen, die sich in den verfügbaren [schrifthistorischen; Ergänzung Verf.] Quellen niederschlagen.“⁹¹ Der von uns vorgeschlagene Metabolismus zielt auf eben diese Dynamik der Stoffe und auf die Wandlungsprozesse ab, blickt allerdings mit dem interdisziplinären Ansatz über die schrifthistorischen Quellen hinaus.

Die Komplexität des Metabolismus wird dadurch gesteigert, dass Stoffentnahmen nicht nur aus der ‚Natur‘ erfolgen können, sondern auch aus anderen sozialen Systemen möglich sind. Sehr augenscheinlich wird dies gegenwärtig hinsichtlich des Imports und Exports zwischen den Volkswirtschaften.⁹² Aber auch in vormodernen Gesellschaften finden Austauschprozesse beispielsweise zwischen verschiedenen Territorien und Akteuren sowohl auf Informations- und Rohmaterialebene, aber auch durch den Handel von Produkten statt. Ebenso können Abfallstoffe in andere soziale Systeme exportiert werden, beispielsweise im Rahmen einer Stadt-Umland-Hinterland-Beziehung.⁹³ Der zu untersuchende sozio-naturale Schauplatz darf daher keinesfalls als ein geschlossenes System betrachtet werden. Vielmehr sind die Ressourcenkomplexe zu bestimmen, die gleichsam wie Knoten eines Netzwerkes für den Stoffwechsel relevant sind. Die Ressourcenkomplexe sind damit Teil einer Netzwerkstruktur, wie sie aktuell beispielsweise zur Beschreibung des urbanen Metabolismus bestehen. Der urbane Metabolismus hat sich konzeptionell von der Idee eines linearen Input-Output Stoffstromes, über Stoffkreisläufe hin zu komplexen Netzwerkstrukturen entwickelt, die

⁸⁸ Siehe oben Anm. 66.

⁸⁹ Mathis WACKERNAGEL/William REES, Unser ökologischer Fußabdruck. Wie der Mensch Einfluss auf die Umwelt nimmt, Basel 1997 und oben Anm. 65.

⁹⁰ Sebastian HAUMANN u.a. (Hg.), Perspektiven auf Stoffgeschichte. Materialität, Praktiken, Wissen, Bielefeld 2023.

⁹¹ Sebastian HAUMANN u.a.L, Perspektiven auf die Stoffgeschichte: Eine Einleitung, in: Perspektiven auf Stoffgeschichte (wie Anm. 90), S. 7-26, hier S. 11 (Zitat).

⁹² Marina FISCHER-KOWALSKI u.a., Stoffwechsel industrieller Gesellschaften, in: Gesellschaftlicher Stoffwechsel (wie Anm. 66), S. 57-128, hier S. 59-60.

⁹³ Zum Stoffstrom zwischen Stadt, Umland und Hinterland als klassischem Thema der Stadtgeschichte vgl. Dieter SCHOTT, Europäische Urbanisierung (1000-2000). Eine umwelthistorische Einführung, Köln/Weimar u. a. 2014, S. 65-87; als Beispiel Niels PETERSEN, Die Stadt vor den Toren. Lüneburg und sein Umland im Spätmittelalter (Veröffentlichungen der historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen 280), Göttingen ²2016, S. 175-204.

innerhalb des Prozesses wirken.⁹⁴ Diese Netzwerkstruktur möchten wir in Form von Ressourcenkomplexen erfassen und beschreiben.⁹⁵

Das Konzept der Ressourcenkomplexe bezieht sich auf die historisch gewachsene Kombination von Dingen, Objekten, Orten, Menschen, Technologien, Praktiken und sozialen Konstruktionen. Damit zielen wir auf sozial relevante Beziehungen zwischen einzelnen Teilen des Ressourcenkomplexes ab. Bei diesen handelt es sich um keine statischen Gebilde. Stattdessen bewirken Wechselwirkungen mit der Gesellschaft, die aus Bewertungsprozessen, Konfigurationen und Reaktionen bestehen, fortlaufende Veränderungen der Geflechte und ihrer tatsächlichen Bedeutung.⁹⁶

Wir stützen uns hier auf die Annahme, dass eine auf Rohstoffe oder Informationen beschränkte Definition von Ressourcen diese Güter ausschließlich als Grundlagen wirtschaftlichen Wachstums versteht. Dabei wird jedoch die soziokulturelle Dynamik übersehen, die mit ihrer Nutzung verbunden ist. Vor dem Hintergrund ihrer Bedeutung kann Ressourcen besondere Wertschätzung seitens der Gesellschaft zukommen, die durch kulturelle Faktoren und Bedürfnisse bestimmt wird.⁹⁷ Sie kann sich auf verschiedene Arten und Weisen äußern, etwa in Form von Privilegien, Regulierungen oder Konflikten. Eine herausragende sozioökonomische Bedeutung in einem bestimmten Untersuchungsraum und damit einhergehende Entwicklungen und Praktiken lassen es zu, beispielsweise ein Gewerbe als Ressourcenkomplex zu begreifen. Damit sind nicht nur produzierte oder verarbeitete Rohstoffe angesprochen, sondern, mit Blick auf das Beispiel Wasserkraft, der Betrieb von Mühlen als solcher.

Der Begriff wird von uns auf einen bestimmten Betrachtungsgegenstand, einen fluvialen Raum und die vor Ort vorhandenen Formen der Gewässernutzung angewandt und entsprechend ausgeformt. Letztere stehen über ihre Gewinnung, ihren Betrieb oder ihre Einflüsse in einem Zusammenhang mit dem Flusslauf. Innerhalb des Fluvio-sozialen Metabolismus zeichnen sie sich durch den Umsatz und die Umwandlung von Stoffen als Bestandteil der Wertschöpfungskette aus, stehen also neben ihrer Verbindung mit kulturellen Praktiken auch in materiellen Zusammenhängen. Um beides gemeinsam denken sowie angemessen nach inneren Wechselwirkungen und Abhängigkeiten fragen zu können, bedarf es eines Vorgehens, das uns die Untersuchung dieser Nutzungsarten aus unterschiedlichen Perspektiven ermöglicht.

⁹⁴ Yan ZHANG, Urban metabolism: a review of research methodologies. In: Environmental pollution 178 (2013), S. 463-473.

⁹⁵ Vgl. nach dem Tübinger SFB 1070 RessourcenKulturen Martin BARTELHEIM/Roland HARDENBERG/Thomas SCHOLTEN, Ressourcen – RessourcenKomplexe – RessourcenGefüge – RessourcenKulturen, in: Exploring Resources. On Cultural, Spatial and Temporal Dimensions of ResourceCultures (Ressourcenkulturen 13), hg. von Tobias SCHADE u. a., Tübingen 2021, S. 9-22.

⁹⁶ Vgl. Ebd., S. 13f.

⁹⁷ Vgl. Roland HARDENBERG/Martin BARTELHEIM/Jörn STAECKER, The 'Resource Turn'. A Sociocultural Perspective on Resources, in: ResourceCultures. Sociocultural Dynamics and the Use of Resources. Theories, Methods, Perspectives (Ressourcenkulturen 5), hrsg. von Anke K. SCHOLZ u.a., Tübingen 2017, S. 13-24, hier S. 14.

Die Untersuchung des flussbezogenen Gewerbes als Ressourcenkomplexe dient uns daher als „analytisches Werkzeug“⁹⁸ um die vielfältigen Praktiken und Entwicklungen, die mit Veränderungen der Auenlandschaft einhergehen, zu beleuchten. Als Kriterium für die Auswahl einzelner Ressourcenkomplexe kann neben der Invasivität, also dem Ausmaß der Eingriffe in die Auenlandschaft, die jeweilige historische Bedeutung vor Ort dienen. Das schließt die Untersuchung solcher ohne wirtschaftlichen Wert oder mit schlechter Quellenlage allerdings nicht aus, weil Zusammenhänge zu anderen bestehen können. So üben beispielsweise weitere Nutzungsformen, welche die Fließgeschwindigkeit eines Flusses verändern, potenziell auch einen Einfluss auf den Betrieb von Mühlen aus.

Unsere Aufmerksamkeit gilt besonders Stoffströmen im Fluvio-sozialen Metabolismus, die sich entlang und innerhalb von Ressourcenkomplexen abspielen und in unseren unterschiedlichen Archiven nachweisen lassen. Diese laufen nicht zufällig ab oder folgen allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, sondern werden in ihrer Ausprägung maßgeblich von den Interessen der beteiligten Akteure bestimmt. Daraus folgt, dass über eine gesellschaftliche Steuerung der Stoffströme auch soziale oder politische Ereignisse und Entwicklungen Einfluss auf Veränderungen einer Auenlandschaft nehmen können. Eine möglichst umfassende Analyse der historischen Rahmenbedingungen im Untersuchungsraum, etwa unter den Gesichtspunkten von Glaubensvorstellungen und religiösen Praktiken, Besitz- und Nutzungsrechten, Herrschaftsstrukturen, territorialen Grenzen und wirtschaftlichen sowie politischen Beziehungen, ist daher unerlässlich. Unser Ansatz erlaubt eine umfassende Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen der Auenlandschaft und der flussnahen Gesellschaft und trägt dem Gedanken einer interdisziplinären Vernetzung Rechnung, indem Bestandteile von miteinander verflochtenen Ressourcenkomplexen aus der Perspektive unterschiedlicher Disziplinen analysiert werden.⁹⁹

3. Erste Schritte: Untersuchungsdesign, Perspektiven und neue Fragen

Unser Konzept des Fluvio-sozialen Metabolismus steht auf zwei Grundpfeilern, den Stoffströmen und -kreisläufen sowie den Ressourcenkomplexen, in die diese eingebettet sind. Die Analyse fokussiert auf die Identifikation relevanter Stoffe, auf Stoffflussrichtungen und Kreisläufen sowie deren Relationen zueinander.

Ausgehend von unserer Frage nach dem menschlichen Einfluss auf den fluvialen Raum und wann dieser für die Prozesse in Fluss und Aue maßgeblich wird, steht in unserem Konzept die Gesellschaft im Mittelpunkt und weniger ‚natürliche‘ Trends und Ereignisse wie Klimaschwankungen, Starkregen und Ähnliches, es sei denn diese sind menschlich beeinflusst.

⁹⁸ Sandra TEUBER/Beat SCHWEIZER, Redefined. Resources and ResourceComplexes, in: Waters. Conference Proceedings for ‘Water as a Resource’ of the SFB 1070 ResourceCultures and DEGUWA (Ressourcenkulturen 11), hrsg. von Sandra TEUBER/Beat SCHWEIZER, Tübingen 2020, S. 9-19, hier S. 12.

⁹⁹ Vgl. TEUBER/SCHWEIZER (wie Anm. 98), S. 14f.; Gerrit J. SCHENK, Lorsch and the Weschnitz Floodplain. Questions about the long History of Resource Use and Conflicts of Use on the Way to a “Fluvial Anthroposphere” (8th – 18th century), in: Conflicts over Water Management and Water Rights from the End of Antiquity to Industrialisation. 2nd international conference at Lorsch monastery, UNESCO World Heritage, 2–4 September 2019 (Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Beiheft 260), hg. von Michele CAMPOPIANO/Gerrit J. SCHENK, Stuttgart 2024, S. 159-187, hier S. 166f.

Die Gesellschaft spielt die entscheidende Rolle bei der Auswahl und Bewertung von Stoffen sowie für die Art und Weise ihrer Nutzung. Hierbei ist das Vorhandensein und die Eigenschaften der Stoffe zwar eine Voraussetzung (Affordanz), aber auch die kulturelle Zuschreibung ist entscheidend. Dies wird beispielsweise am Fischfang deutlich. So ist die kulturelle Einordnung der unterschiedlichen Fischarten maßgeblich für die Auswahl der konsumierten Arten, weshalb archäozoologisch untersuchte Fischknochen aus Speiseabfällen nur bedingt Informationen über die Biodiversität eines Flusses liefern (von Teichwirtschaft ganz abgesehen), sondern vielmehr Konsumverhalten widerspiegeln.¹⁰⁰ Die Entnahme bestimmter Fischarten hat wiederum (i.d.R. nicht intendierte) Folgen für das Gesamtsystem. Die Gesellschaft trifft die Entscheidung zur Auswahl und Bewertung von Stoffen auf Grundlage komplexer Prozesse zwischen Akteuren, Praktiken, Konsum, Regeln, Technik, Wahrnehmungen, Mustern, Deutungen, Recht, Religion und Politik (...). Diese sind keinesfalls statisch, sondern selbst fortwährend in einem Transformationsprozess befindlich und zwar jeweils mit Rückwirkungen aus dem und auf den Metabolismus selbst. Die innerhalb des Stoffwechsels umgewandelten Stoffe führen wiederum zu Veränderungen im fluvialen Raum. Die in das System eingebrachten Stoffe müssen hierbei nicht zwangsläufig ihre Stoffeigenschaften verändern, sie können auch in ihrer Zuschreibung und Nutzung umgewandelt werden. Ein Beispiel sind Fluss- und Wasserbauwerke. Hier wird das ausgewählte Holz als Bauholz definiert, gewinnt durch den Einsatz beim Bau eines Mühlkanals eine neue Bedeutung und verändert damit massiv den fluvialen Raum mit vielfältigen Folgen. Einmal ausgewählt und in den Metabolismus eingebracht, entwickeln die Stoffe allerdings auch Eigendynamiken, die teils nicht intendiert sind. So führt beispielsweise die Anreicherung des Bodens mit Phosphor und Nitrat (Umwandlung in Nitrit) durch Fäkalien zu einer Belastung des Grundwassers und der Verbreitung von Krankheitserregern.¹⁰¹ Darüber hinaus gibt es Stoffe, die ohne menschlichen Einfluss in das fluviale System transportiert werden. Hierzu zählen beispielsweise Sauerstoff, Wasser und Sedimente, wobei auch diese durch menschliche Aktivität gesteuert sein können. So werden die fluvialen Sedimente zwar nicht direkt vom Menschen ausgewählt, aber doch durch die Landnutzung sowie den Fluss- und Wasserbau massiv beeinflusst.¹⁰² Durch den Abbau von Kies, Kalk und Lehmen in der Aue werden diese Sedimente als Stoffe wiederum bewusst dem Fluvio-sozialen Metabolismus zugeführt. Für unsere Betrachtung untergliedern wir grundsätzlich in organische Stoffe, die auf Kohlenstoffverbindungen basieren (Nahrung, Speisereste, Mist, Fäkalien...), in anorganische Stoffe, wie Salze, Metalle, Säuren und Basen (Sedimente, Steine, Keramik, Gewerbeabwässer...), in Schwermetalle, die aufgrund ihrer starken Umweltwirksamkeit

¹⁰⁰ Zur umwelthistorischen Perspektive auf Diätetik und Konsummuster beim Fischverzehr zuletzt Richard HOFFMANN, *The Catch. An Environmental History of Medieval European Fisheries*, Cambridge u.a. 2023, S. 55-88. Weiterführende Studie zu Fischknochen: Simone HÄBERLE u.a., *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 (2015), S. 417-437.

¹⁰¹ Röber RALPH, *Die Belastung von Wasser und Boden in der mittelalterlichen Stadt – Einzelfall oder Paradigma?* in: *Ressourcen. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit* 29 (2016), S. 21-36.

¹⁰² Markus DOTTERWEICH, *The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation - A global synopsis*, in: *Geomorphology* 201(2013), S. 1-34; Severin HOHENSINNER u.a., *Long-term deposition of fine sediments in Vienna's Danube floodplain before and after channelization*, in: *Geomorphology* 398 (2022), S. 108038.

wichtig sind (z.B. durch Bergbau ins System eingeführt) sowie allgemein in Energie (in unterschiedlichen Formen: Sonne, Wasserkraft Arbeitskraft...). Für die industrielle Zeit kämen noch weitere Stoffe (Chrom, Plastik...) hinzu. Dies liegt jedoch außerhalb unseres vormodernen Betrachtungszeitraumes, der sich aus der Grundfragestellung nach dem Weg zur Fluvialen Anthroposphäre ergibt. Grundsätzlich ist das Konzept des Fluvio-sozialen Metabolismus allerdings auf alle Zeiten anwendbar.

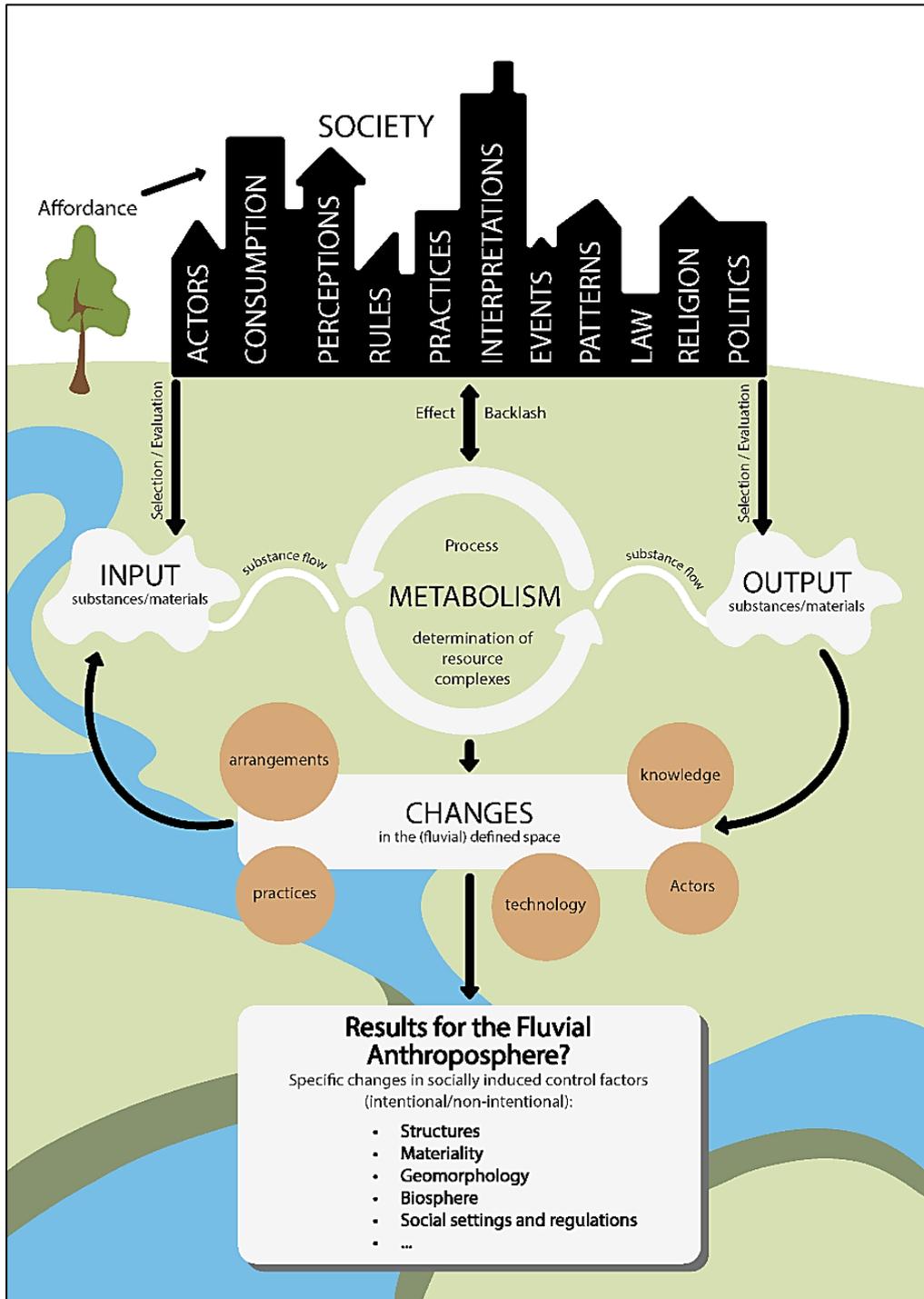


Abb. 2: Der Fluvio-soziale Metabolismus und sein Beitrag zur Analyse von Fluvialen Anthroposphären. Grafik: Larissa Kurz.

Die konkreten Forschungsdesigns, die sich aus unserem Brückenkonzept ergeben, können vielfältig gestaltet sein. Dennoch erscheint es uns sinnvoll, die Analyse des Fluvio-sozialen Metabolismus in seinen Grundzügen¹⁰³ zu systematisieren. An erster Stelle steht die Identifikation relevanter Stoffe und die Auswahl des zu untersuchenden Stoffstromes (1). Darauf folgt eine Klärung der Rahmenbedingungen und der Quellenlage (2). Welche Disziplinen, Methode und, Quellen sind aussagekräftig und stehen zur Verfügung? Wichtig ist darüber hinaus die Grenzen des Untersuchungsraumes und das System des Stoffstromes so klar wie möglich zu definieren (3). Die Bestimmung der relevanten Ressourcenkomplexe (4) ist ein komplexer und wichtiger Teil der Analyse. Es wird danach gefragt, welche Ressourcenkomplexe für den ausgewählten Stoffstrom relevant sind. Diese können durchaus teils außerhalb des Untersuchungsraumes liegen. Die Schwierigkeit besteht hier in der raumzeitlichen Korrelation, das heißt der Klärung der Frage, ob räumlich verteilte Elemente des Ressourcenkomplexes in einem gegebenen Zeitraum miteinander in Verbindung standen, was mitunter ein eigener Forschungsauftrag sein kann. Daran schließen sich Fragen an, beispielsweise auf welcher Grundlage die Entscheidungen zur Stoffauswahl getroffen wurden, welche gesellschaftlichen Strukturen und Entwicklungen diese bedingen und auch, welche Affordanzen wirksam sind. Das zweite Kernstück ist die Analyse von Stoffflussrichtungen und -kreisläufen (5). Diese funktioniert rein qualitativ im Sinne einer Input-Output-Analyse. Es werden die Stoffströme der relevanten Stoffe nachvollzogen und auf deren Wechselwirkungen und Eigendynamiken untersucht. Ebenso stehen die Produkte und Abfallstoffe im Fokus, vor allem ihre Bewertung, Nutzung und eventuelle Wiederaufbereitung zum analysierten Stoffkreislauf durch die Gesellschaft sowie die nicht intendierten Folgen. Im nächsten Schritt werden Mengen, Relationen und Trends (6) im Metabolismus identifiziert. Aufgrund der in der Regel fragmentierten Quellenlage sind Mengen von Stoffen oder deren Relationen zueinander meist nur punktuell fassbar (beispielsweise Daten zu Sedimentationsprozessen, Schwermetallablagerungen, serielle Schriftquellen zu Einzelaspekten...). Möglicherweise können in der Zusammenschau semiquantitative Trends herausgearbeitet werden, das heißt grundsätzliche Entwicklungslinien ohne absoluten Größenbezug nachvollzogen werden. Abschließend steht die Analyse der transformativen Wirkung (7) des untersuchten Stoffstromes im Kontext der dazugehörigen Ressourcenkomplexe. Wie verändern die Stoffe den fluvial definierten Raum? Wie wirkt der veränderte Raum auf die Ressourcenkomplexe zurück? Diese theoretische Analyseanleitung lässt sich auf beliebige Stoffströme und -kreisläufe anwenden. Das hypothetische Beispiel einer Lohmühle zur Zerkleinerung von Eichenrinden als Lohe für die Rotgerberei¹⁰⁴ mag dieses Verfahren verdeutlichen.

¹⁰³ Modifiziert nach den Bedürfnissen der historischen Forschung, aber teils angelehnt an modernes Stoffstrommanagement: Gerold HAFNER/Dominik LEVERENZ/Nicolas ESCALANT, Stoffstrommanagement und Ökobilanzen, in: Einführung in die Kreislaufwirtschaft. Planung, Recht, Verfahren, hg. von Martin KRANERT, Wiesbaden 2024, S. 833.

¹⁰⁴ Weiterführend zur Verfahrenstechnik der Lohgerberei: Klaus SCHLOTTAU, Von der handwerklichen Lohgerberei zur Lederfabrik des 19. Jahrhunderts. Zur Bedeutung nachwachsender Rohstoffe für die Geschichte der Industrialisierung (Sozialwissenschaftliche Studien 29), Opladen 1993; Ulrich MÜLLER, Gerberei im späten Mittelalter. Überlegungen zur Anwendung der Theorien sozialer Praktiken für die Erforschung handwerklicher Tätigkeiten, in: Craft production systems in a cross-cultural perspective (Studien zur Wirtschaftsarchäologie 1), hg. von Martin BENTZ/Tobias HELMS, Bonn 2018, S. 233-259.

Der Fluvio-soziale Metabolismus am hypothetischen Beispiel einer Lohmühle	
Analyse	Beispiel Lohmühle
(1) Identifikation der Stoffe und Auswahl des Stoffstromes	Untersuchung des fluvio-sozialen Metabolismus für die Herstellung von Lohe für die Gerbereien der Stadt x
(2) Rahmenbedingungen und Quellenlage	Beteiligte Disziplinen: Geschichte, Archäologie, Geografie ... Quellen: Zunftbücher, Stadtrechnungen (Geschichte); Ausgrabung von Mühlgebäude, Wehren, Kanäle (Archäologie); Prospektion, Bohrkerne, Analytik (Geografie)
(3) Untersuchungsraum	Bereich der Lohmühle sowie die angrenzenden Fluss- und Auenbereiche ober- und unterhalb
(4) Ressourcenkomplexe	Siehe Tabelle 3
(5) Stoffflussrichtungen und -kreisläufe	Siehe Tabelle 3
(6) Mengen, Relationen und Trends	(exemplarisch) Stofffluss Lohe: x Fläche Wald für die Lohgewinnung vorgesehen; x Rohmaterial = x Lohe; Gerberzunft mit x Mitgliedern und Betrieben = x Bedarf an Lohe, der durch die Mühle gedeckt wird
(7) Transformative Wirkung	(exemplarisch) x m ² überbaute Fläche in Fluss und Aue; x veränderte Flussmuster; x veränderte Sedimentationsrate durch Wasserbauwerke; x veränderte Fließgeschwindigkeit, Abfluss, Grundwasserbildung; x verminderte Konnektivität im Flusslauf ... neue Regelungen durch Nutzungskonflikte, bsp. Beschränkungen des Betriebes durch Stadtratsbeschluss → Nutzungserweiterung als Walkmühle → neue Stoffströme ...

Tabelle 2 Vorgehensweise und Arbeitsschritte zur Analyse des Fluvio-sozialen Metabolismus am hypothetischen Beispiel einer Lohmühle (x steht für eine zu bestimmende Variable).

Zur weiteren Konkretisierung sind in der folgenden Tabelle die qualitativen Stoffströme, die sich innerhalb von Ressourcenkomplexen abspielen, am Beispiel einer Lohmühle dargestellt. Dies entspricht den Arbeitsschritten 4 (Ressourcenkomplexe) und 5 (Stoffflussrichtungen und --kreisläufe) aus Tabelle 2.

Der Fluvio-soziale Metabolismus am hypothetischen Beispiel einer Lohmühle					
(Stoff-) Herkunft	Input	Sozio-naturale Schauplatz		Output	Niederschlag (Ziel- und Ablagerungsorte)
		Arrangement 	Praktik 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzugsgebiet des Flusses ▪ Aue ▪ Hänge ➤ Wald/Forst ➤ Institution (Gerberzunft) ▪ Gesellschaft ▪ Dorf/Stadt ▪ Nutztierhaltung ▪ Steinbruch (Baumaterial/ Mühlesteine) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sediment ▪ Energie (Wasser-, Arbeitskraft) ▪ Baumaterial ➤ Energie (Arbeitskraft) ➤ Eichenrinde ▪ Mühlesteine ▪ Baumaterial (Stein, Holz, Eisen, Lehm...) ▪ Werkzeuge ▪ Geld ▪ Baumaterial ▪ Energie (Zugtiere, Arbeitskraft) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fluss und Aue ▪ Kanäle und Wehre ▪ Aufschüttungen ▪ Landgewinnung ➤ Mühle (Gebäude, Rad und Mahl- oder Stampfwerk)  ▪ Verkehrsweg (Land und Wasser)  	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzungsrecht ▪ Konflikte ▪ Wasserbautechnik ▪ Instandhaltung ➤ Mahlvorgang ▪ Mühlrecht ▪ Nutzungsrecht ▪ Mühltechnik ▪ Instandhaltung ▪ Gefahrenabschätzung ▪ Volksglaube ▪ Transport ▪ Instandhaltung ▪ Technik ▪ Nutzungsrecht 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasser ▪ Sediment ▪ Bauschutt ▪ Ausgetauschtes Baumaterial ➤ Loh mit Gerbstoffen ▪ Mühlesteine (außer Nutzung) ▪ Ausgetauschtes Baumaterial ▪ Geld ▪ Produkttransport 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fluss/Aue stromabwärts ▪ Auensediment ▪ Konnektivität des Flusslaufes ▪ Folgen für Flora/Fauna ➤ Gerbereien ▪ Gesellschaft ▪ Dorf/Markt ▪ Stadt ▪ Institution (Gerberzunft) ▪ Boden (Verdichtung)

Tabelle 3 Ressourcenkomplexe entlang des Stoffstromes einer Lohmühle.

Die Ressourcenkomplexe, die sich entlang des Stoffstromes einer Lohmühle befinden, sind in Tabelle 3 aufgeführt. In der linken Spalte ist die Herkunft der Stoffe, also Herkunftsorte, Abbaugelände und Rohstoffquellen abgebildet. Neben dem Wald als Herkunft der Eichenrinden sind Inhaber und Verteiler von Rechten aufgeführt, sowie Akteure, hier die Gerberzunft. In der Spalte zum Input befinden sich im oberen Segment die nötigen Materialien und Arbeitskraft für Fluss- und Wasserbauwerke, im mittleren Segment die (Roh-)Stoffe und Materialien für den Betrieb der Mühle sowie im unteren Segment der Input, der für die Verkehrsinfrastruktur benötigt wird. Der sozio-naturale Schauplatz, bestehend aus Arrangements und Praktiken, steht im Zentrum der Analyse. Die Arrangements bestehen aus Fluss und Auenlandschaft, dem Mühlgebäude samt installierter Mahltechnik sowie den Verkehrswegen, an die der sozio-naturale Schauplatz angebunden ist und die eine notwendige Infrastruktur für den Transport von Rohmaterialien und Produkten bilden. Die Praktiken beinhalten auf das räumliche Umfeld und den Fluss bezogene Praktiken und Vorkehrungen, bauliche und handwerkliche Praktiken wie den eigentlichen Mahlvorgang ebenso wie Transporttechniken. Die Spalte zum Output zeigt im oberen Segment den materiellen Output, der bei der Errichtung der Mühle anfällt, sowie den direkten physischen Einfluss auf das Fließgewässer durch Wehre und Kanäle. Hier wird bereits ein Unterschied zum Input deutlich, so fließt das Wasser in veränderter Menge und Geschwindigkeit, was unter anderem zu veränderten Transportkapazitäten für Sedimente führt. Das zweite Segment listet den beim Betrieb der Mühle entstehenden Output auf, in Form von ausgetauschten Materialien sowie dem eigentlichen Produkt, der Gerberlohe. Im unteren Segment ist schließlich der Transport des Produktes an Abnehmer und Märkte in unterschiedlicher räumlicher Distanz aufgeführt. Die Auswirkung der Errichtung und des Betriebs findet in Form verschiedener Änderungen und Einflüsse auf Gewässer und die Aue sowie Flora und Fauna statt.

Über die Entsorgung von Abfällen wird das Um- und Hinterland einbezogen.¹⁰⁵ Das hergestellte Produkt, die Lohe, wird in den Gerbereien weiterverwendet, die ihrerseits wieder in vielfältigen Zusammenhängen in Form eines Ressourcenkomplexes stehen und von gesellschaftlichen Akteuren wie Zünften betrieben werden. Über den Handel produzierter Rohstoffe und Produkte auf Märkten sind Dörfer und Städte als weitere am Stoffwechsel beteiligte Akteure zu erwähnen. Es wird deutlich, dass sich entlang des Stoffstromes Wald – Eichenrinde – Lohmühle – Mahlvorgang – Lohe – Gerberei ein netzwerkartiger Ressourcenkomplex spannt, der durch den Stoffstrom dynamischen Veränderungen ausgesetzt ist. Die Präzision in der Untersuchung des Fluvio-sozialen Metabolismus hängt wesentlich von den beteiligten Disziplinen und den verwendeten Methoden ab. Die Analyse eines Stoffstromes ist demnach selten umfassend, sondern wird jeweils in unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Dimensionen untersucht werden können.

Perspektivisch kann diese Analyse ermöglichen qualitative und (semi-)quantitative Größen zu identifizieren, die zukünftig als Bemessungsgrundlagen für die Bestimmung einer Fluvialen Anthroposphäre herangezogen werden können. Da unser Konzept vor allem auf die Untersuchung der gesellschaftlich induzierten Veränderungen im fluvialen Raum abzielt, ist es besonders geeignet derartige Parameter zu identifizieren. Diese spezifischen Veränderungen finden hauptsächlich in folgenden Bereichen statt, deren Reihenfolge hier keine Wertigkeit suggerieren soll: 1. Bauten (bauliche Überprägungen, z.B. Brücken, Mühlen, Kanäle, Wehre, Fischfangeinrichtungen, Drainagen, Aufschüttungen...), 2. Stofflichkeit (Nährstoffflüsse, Schadstoffe...), 3. Geomorphologie (Hydro- und Morphodynamik, z.B. Flussmuster, Sedimentationsprozesse, Abfluss...), 4. Biosphäre (fluviale und auenspezifische Flora und Fauna, Mikroorganismen¹⁰⁶...), 5. Gesellschaftliche Regeln (von Gewohnheiten über spezielle Rechte und Gesetze bis zur Ausbildung spezialisierter Genossenschaften, sogar langfristige Entwicklungen wie Staatenbildung...).¹⁰⁷

¹⁰⁵ Die potenzielle Einbeziehung von Um- und Hinterland macht an dieser Stelle deutlich, dass die erforderliche Eingrenzung des Untersuchungsgebiets relativ sein kann, siehe zur Problematik oben bei Anm. 93. Daher sollte in solchen Fällen auch eine qualitative Aussage über die Stoffe gemacht werden, die von außerhalb des untersuchten Ressourcenkomplexes stammen oder dorthin verlagert werden (durch Stoffimport oder -export) und nach Möglichkeit auch quantitativ bestimmt oder als Trend skizziert werden. Wenn die Bedeutung und Menge dieses Stoffstroms sehr erheblich ist, muss gegebenenfalls das Untersuchungsgebiet ausgeweitet werden. Vgl. zur Frage, wie Verkehrswege die Gestalt derjenigen Zone verändern, aus denen sich eine Stadt mit Stoffen versorgt, bereits schematisch Johann Heinrich von THÜNEN, *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie* Erster Theil, Rostock 1842, S. 385-390 mit Tafel II.

¹⁰⁶ Weiterführend dazu exemplarisch die Verbreitung des Milzbranderreger über Fluss und Aue: Klaus SCHLOTTAU, *Umweltgeschichte und Altlasten: zur anhaltenden Relevanz gefährdender Stoffe*, in: *Umweltgeschichte und Umweltzukunft. Zur gesellschaftlichen Relevanz einer jungen Disziplin*, hg. von Patrick MASIUS/Ole SPARENBERG/Jana SPRENGER, Göttingen 2009, S. 87-159.

¹⁰⁷ Vgl. exemplarisch Lucien SITTLER, *Une association originale, les Illsassen*, in: *Annuaire de la Société des Amis de la bibliothèque de Sélestat* 1952, S. 135-147; Bernd SCHNEIDMÜLLER, *Städtische Umweltgesetzgebung im Spätmittelalter*, in: *Mensch und Umwelt in der Geschichte (Geschichtsdidaktik. Studien, Materialien Neue Folge 5)*, hg. von Jörg CALLIEB/Jörn RÜSEN/Meinfried STRIEGNITZ, Pfaffenweiler 1989, S. 119-138; Dolly JØRGENSEN, *Local government responses to urban river pollution in late medieval England*, in: *Water History* 2 (2010), S. 35-52; Gerrit Jasper SCHENK, *Managing natural hazards: Environment, society, and politics in Tuscany and the Upper Rhine Valley in the Renaissance (1270-1570)*, in: *Historical Disasters in Context: Science, Religion, and Politics (Routledge Studies in Cultural History 15)*, hg. von Andrea JANKU/Gerrit Jasper SCHENK/Franz MAUELSHAGEN, New York/London 2012, S. 31-53; Andras VADAS, *Who Stole the Water? The Control and Appropriation of Water Resources in Medieval Hungary*, Diss. Budapest 2020.

Aber welche Parameter aus diesen Bereichen können nun zur Bemessung einer Fluvialen Anthroposphäre herangezogen werden, um zu entscheiden, ab wann der Mensch zur maßgeblichen steuernden Kraft geworden ist? Als ein Vorbild könnte die Anleitung des Bundesamtes für Naturschutz für die Bewertung des Auenzustandes¹⁰⁸ an rezenten Flüsse dienen. Dort werden drei funktionale Einheiten von Auen unterschieden, die jeweils mit verschiedenen Einzelparametern bewertet werden: 1. Morphodynamik, Auenrelief und Auengewässer (Parameter: Auengewässer und -relief, Gewässerstrukturen und -formen, Besondere Belastungen); 2. Hydrodynamik, Abfluss und Überflutung (Parameter: Ausuferungsvermögen, Überflutungsfläche, Grundwasserstand/Grundwasserschwankung, Besondere Belastungen); 3. Vegetation und Flächennutzung (Parameter: Leitbildtypische Vegetation und Biotypen, Extensive Flächennutzung, Intensive Flächennutzung, Sonstiges).¹⁰⁹ Nach einem detaillierten Bewertungsverfahren werden insgesamt fünf Auenzustandsklassen¹¹⁰ unterschieden von sehr gering bis sehr stark verändert. Nach einem vergleichbaren Verfahren werden Gewässerstrukturklassen bestimmt.¹¹¹

Eine solch umfassende Bewertung ist für die Vormoderne aufgrund der fragmentierten Quellen natürlich nicht möglich. Altkarten hingegen bieten teils detaillierte historische Informationen zu den Veränderungen, wie Severin Hohensinner für die Donau bei Wien zeigen konnte.¹¹² Auf diesen Ansatz aufbauend werden derzeit an der Universität Leipzig¹¹³ auf der Grundlage von Altkarten¹¹⁴ die Veränderungen der Flusskonnektivität und der fluvialen Strukturen der letzten 200 Jahre am Fluss Mulde (Sachsen) untersucht. Der hier verwendete standardisierte Gitteransatz¹¹⁵, der das Arbeitsgebiet zur Untersuchung in ein regelmäßiges Raster gliedert, ermöglicht eine vereinfachte Analyse großer Arbeitsgebiete und eine semiquantitative Bewertung. Es wurden Parameter herausgearbeitet, die mittels Altkarten räumlich und zeitlich

¹⁰⁸ Siehe auch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (Hg.), Auenzustandsbericht 2021. Flussauen in Deutschland. Lohfelden 2021, S. 13-15; weiterführend zum aktuellen Zustand von Auen und Mooren: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. (Hg.), Stellungnahme. Klima – Wasserhaushalt – Biodiversität: für eine integrierende Nutzung von Mooren und Auen, Halle 2024.

¹⁰⁹ Uwe KOENZEN u.a., Anleitung für die Erfassung und Bewertung des Auenzustandes an Flüssen. Bd. 1: Grundlagen und Vorgehensweise (BfN-Skripten 548), Bonn 2020, S. 13-17.

¹¹⁰ Auenzustandsklassen nach Ernst BRUNOTTE u.a., Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes (Naturschutz und Biologische Vielfalt 87), Bonn/Bad Godesberg 2009.

¹¹¹ <https://www.bmu.de/themen/wasser-und-binnengewasser/fluesse-und-seen/schutzziele-und-bewertungsparameter/strukturguete> (aufgerufen am 23.11.2024).

¹¹² Severin HOHENSINNER u. a., Changes in water and land: the reconstructed Viennese riverscape from 1500 to the present, in: *Water History* 5/2 (2013), S. 145-172. Weiterführend: Antony G. BROWN u. a., Natural vs anthropogenic streams in Europe: History, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services, in: *Earth-Science Reviews* 180 (2018), S. 185-205.

¹¹³ Martin OFFERMANN u. a., Decrease in river connectivity and ecohydrological downturn at the Mulde River (Germany) since pre-industrial times. *E&G Quaternary Sci. J.*, Special issue "Floodplain architecture of fluvial anthropospheres" (Arbeitstitel/in Vorb.).

¹¹⁴ Johannes SCHMIDT u.a., Georeferencing and other strategies to spatialise information from old maps / Georeferenzierung und andere Strategien zur Verräumlichung von Informationen aus Altkarten [Data set]. DAI. 2024. <https://doi.org/10.34780/8XZW-GF31> (abgerufen am 28.11.2024).

¹¹⁵ Helen BALLASUS u. a., Overbank silt-clay deposition and intensive Neolithic land use in a Central European catchment – Coupled or decoupled?, in: *Science of The Total Environment* 806 (2022), 150858; Christoph ZIELHOFER u.a., The Lower Havel River Region (Brandenburg, Germany): A 230-Year-Long Historical Map Record Indicates a Decrease in Surface Water Areas and Groundwater Levels, in: *Water* 14/3 (2022), 480, S. 1-23. Zu ähnlichen Ansätzen bereits Laurence LESTEL u.a., The Evolution of the Seine Basin Water Bodies Through Historical Maps, in: Nicolas FLIPO/Pierre LABADIE/Laurence LESTEL (Hg.), *The Seine River Basin (The Handbook of Environmental Chemistry 90)*, Cham 2021, S. 29-57; Nicolas FLIPO u.a., Trajectories of the Seine River Basin, in: Nicolas FLIPO/Pierre LABADIE/Laurence LESTEL, *Seine River Basin* (wie Anm. 115), S. 1-28.

auswertbar sind. Dazu gehören unter anderem die Flussmuster¹¹⁶, die Beschaffenheit der Ufer, die Landnutzung¹¹⁷, die Variationen in den Flussbreiten¹¹⁸ sowie die Anzahl der Barrieren. Insbesondere die Beeinträchtigung der Konnektivität von Flüssen durch Wehre, Staudämme und Uferverbauung hat weitreichende Folgen. Für die österreichische Donau konnten als die wichtigsten hydromorphologischen Belastungen der veränderte Sedimenttransport, Aufstauungen und Flussregulierungen identifiziert werden.¹¹⁹ In einem Meta-Ökosystem-Ansatz fokussiert diese Studie auf die ökologische Konnektivität und die Verbindung zwischen dem Fluss und den angrenzenden Landschaften vom 19. Jahrhundert bis heute. Als Folgen der menschlichen Überprägung werden hier die Verluste der lateralen Konnektivität zwischen Fluss und Aue, der longitudinalen Konnektivität innerhalb des Flusses und mit Nebenflüssen sowie der vertikalen Konnektivität, die vor allen durch Aufstauung betroffen ist, untersucht.¹²⁰ Bei einer Übertragung der vorgestellten Parameter, die auf modernen Bewertungen von Auenzustand und Gewässerstruktur sowie auf Altkarten basieren, auf die Vormoderne bestehen die größten Herausforderungen in dem Fehlen von (aussagekräftigen) Altkarten, der Schwierigkeit einer Quantifizierung und der Frage nach der Bewertung der unterschiedlichen Quellengruppen. Gerade für Letzteres geben die erwähnten Studien allerdings wichtige Anhaltspunkte, da sie das Ausmaß der Folgen verschiedener menschlicher Eingriffe beleuchten. Damit können die Belastungen für Fluss und Aue auch für die Vormoderne in bessere Relationen zueinander gesetzt werden. Perspektivisch können „Besondere Belastungen“ (z.B. Stauwehre, Verlust von Schlüsselarten wie den Biber¹²¹) identifiziert werden, die einen größeren Einfluss auf die Veränderungen von Fluss und Aue hatten und in einer potentiellen Bewertung so einen höheren Stellenwert einnehmen. Vormoderne Textquellen und Bodenfunde können teilweise Aussagen zur überbauten Fläche in Fluss und Aue, zu anthropogen trocken gelegten Flächen, zu Barrieren im Fluss durch Wasser- und Flussbauwerke, zu anthropogen veränderten Flussmustern, zur Verschmutzung und zum Schwebstoffeintrag durch die Landnutzung sowie zu den rechtlichen Regelungen und Konflikten um die Nutzung von Ressourcenkomplexen zulassen.¹²²

¹¹⁶ Severin HOHENSINNER u.a., What remains today of pre-industrial Alpine rivers? Census of historical and current channel patterns in the Alps, in: *River Research & Apps* 37/2 (2021), S. 128–149; Karol WITKOWSKI, Man's impact on the transformation of channel patterns (the Skawa River, southern Poland), in: *River Research & Apps* 37/2 (2021), S. 150–162.

¹¹⁷ Severin HOHENSINNER u.a., Land Use and Cover Change in the Industrial Era: A Spatial Analysis of Alpine River Catchments and Fluvial Corridors, in: *Frontiers of Environmental Science* 9 (2021), 647247.

¹¹⁸ Vittoria SCORPIO u.a., Channel changes over the last 200 years: A meta data analysis on European rivers, in: *Earth Surf Processes and Landforms* 49/9 (2024), S. 2651–2676.

¹¹⁹ Elisabeth BONDAR-KUNZE u. a., Der Meta-Ökosystem Ansatz in der Praxis – Integration von hydromorphologischen Veränderungen und menschlichen Eingriffen in die Meta-Ökosystem-Theorie zur Entwicklung eines nachhaltigen Flussmanagements an der österreichischen Donau, in: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 74 (2022), S. 501–509. Weiterführend zur Ökologie: Stefan SCHINDLER u. a., Multifunctional floodplain management and biodiversity effects: a knowledge synthesis for six European countries, in: *Biodiversity and Conservation* 25 (2016), S. 1349–1382.

¹²⁰ BONDAR-KUNZE u. a., Der Meta-Ökosystem Ansatz (wie Anm. 119), S. 501–509, hier S. 502.

¹²¹ Alan PUTTOCK u.a., Eurasian beaver activity increases water storage, attenuates flow and mitigates diffuse pollution from intensively-managed grasslands, in: *Science of The Total Environment* 576 (2017), S. 430–443.

¹²² Exemplarisch: Quintijn CLEVIS u.a., Geoarchaeological simulation of meandering river deposits and settlement distributions: A three-dimensional approach, in: *Geoarchaeology* 21/8 (2006), S. 843–874; Marieke van DINTER u.a., Late Holocene lowland fluvial archives and geoarchaeology: Utrecht's case study of Rhine river abandonment under Roman and Medieval settlement, in: *Quaternary Science Reviews* 166 (2017), S. 227–265; Edward W. HERRMANN, How Bedrock-Controlled Channel Migration Can Structure Selective Preservation of Archaeological

Die genannten Parameter haben unterschiedliche Eigenarten, was beispielhaft skizziert sei. Während überbaute Fläche bei günstiger Quellenlage sogar in Zahlen fassbar sein kann (etwa durch Flächenangaben), sind Barrieren im Fluss erheblich schwerer quantifizierbar. So lässt sich aus einer schlichten Angabe in Textquellen über Fischreusen oder Staueinrichtungen (z.B. für Mühlen) allein noch kein sicherer Rückschluss beispielsweise auf den Grad der Durchlässigkeit für Wanderfische oder Transportmittel (Nachen, Flöße) erzielen und selbst eine Kombination mit archäologischen Befunden ergibt keine sicheren Ergebnisse. Dies zeigt die lange Kontroverse über eine in der Forschung angenommene zunehmende Undurchlässigkeit der spätmittelalterlichen Wasserwege in England für Transportmittel, die durch eine Zunahme von Stauwehren für Mühlen und Fischfangeinrichtungen verursacht worden sei.¹²³ Durch die Auswertung auch archäologischer Befunde scheint sicher, dass durch variable Wehre und spezielle flachbodige Nachen trotz einer nachweislich zunehmenden Verbauung des Wasserlaufs die Durchlässigkeit des Wasserwegs in einem erheblichen Maß erhalten blieb.¹²⁴ Frühneuzeitliche Ordnungen für Wasserläufe im Oberrheingraben zeigen durch das regelmäßige Gebot einer Einrichtung von Fischdurchlässen (Wehrlöcher) eine ähnliche Strategie der Zeitgenossen für die Erhaltung der Aufstiegsmöglichkeit von Wanderfischen.¹²⁵ Dennoch sind Flussverbauungen dieser Art ein relevanter Faktor für die Veränderung der Flussaue und modifizieren nicht nur die Durchlässigkeit für Transportmittel und Wanderfische, sondern auch die Strömungsgeschwindigkeit, die Temperatur usw. und indirekt dadurch das Artenspektrum von Pflanzen und Tieren in und am Fluss. In diesen Fällen ist es also sinnvoll,

Sites: Implications for Modeling Paleoindian Settlement, in: *Geoarchaeology* 31/1 (2016), S. 58–74; Knut KAISER u.a., A large-scale medieval dam-lake cascade in central Europe: Water level dynamics of the Havel River, Berlin–Brandenburg region, Germany, in: *Geoarchaeology* 33/2 (2018), S. 237–259; Hans-Peter KUHNEN, Water Archaeology Indicating Changes in Landscapes: The Mid-Rhine Example, in: *Cultural heritage and landscapes in Europe. Proceedings of the international conference (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 161)*, hg. von Christoph BARTELS/Claudia KÜPPER-EICHAS, Bochum 2008, S. 355–367; David MONTGOMERY, Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Science* 104 (2007), 13268–13272; Iris NIEßEN, 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 2023; Harm Jan PIERIK u.a., Travelling through a river delta: a landscape-archaeological reconstruction of river development and long-distance connections in the Netherlands during the first millennium AD, in: *Medieval Settlement Research* 23 (2017), S. 35–39.

¹²³Vgl. James Frederick EDWARDS/Brian Paul HINDLE, The transportation system of medieval England and Wales, in: *Journal of historical geography* 17 (1991), S. 123-134; John LANGDON, Inland water transport in medieval England, in: *Journal of historical geography* 19 (1993), S. 1-11; James Frederick EDWARDS/ Brian Paul HINDLE, Comment. Inland water transportation in medieval England, in: *Journal of historical geography* 19 (1993), S. 12-14; Evan T. JONES, River navigation in medieval England, in: *Journal of historical geography* 26 (2000), S. 60-75; John LANGDON, Inland Water Transport in Medieval England – the View from the Mills. A Response to Jones, in: *Journal of Historical Geography* 26 (2000), S. 75-82.

¹²⁴ John BLAIR, Transport and Canal-Building on the Upper Thames, 1000-1300, in: John BLAIR (Hg.), *Waterways and Canal-Building in Medieval England*, Oxford/New York 2007, S. 254-294.

¹²⁵ Vgl. beispielhaft: Wasser Ordnung im Breyßgaw M.D.LXXXVI. Gedruckt zu Friburg im Breyßgaw durch Stefan Graff [Freiburg 1576], S. 11f. zur Mühle beim heutigen Teningen an der Elz: *Item auff der Mulin zu Theningen/ Sol der ab=laß sechs schuch weyt gemacht/ vnd von der hauptschwel l schwellen bis hinden in grundt verfutert/ vnd der vorkorb vnd rünsen des ends auch abgethon / vnd sollicher ablaß weder zu stig noch val nit verstielt/ wo aber der Muller mangel an wasser gewunne/ so mag er den ablaß mit eynem brett verstellen/ doch also wan(n) es die notturfft nit erfordert/ das es wider auffgethon werden.* Zur Wasserordnung, die im Kern auf Bestimmungen von 1492 zurückgeht, bereits Edgar HELLWIG, ‚Dem hechel man aber solle vom lb zue hechlen mehers nicht dan ein Creützer gegeben werden‘. Hanfanbau, -verarbeitung und -handel am Oberrhein in der frühen Neuzeit und ein Lohnkampf der Hanfhechler in Kenzingen nach dem Dreißigjährigen Krieg (Teil I), in: *Schau-ins-Land* 125 (2006), S. 73–102, hier S. 96-99.

die nachweislichen Flussverbauungen mit Hilfe eines Index zu erfassen, der semiquantitativ eine abgestufte Durchlässigkeit erfasst.¹²⁶ Zwar sind auch diese Befunde unscharf, denn eine frühneuzeitliche Ordnung muss als normativer Text nicht die Realität vor Ort widerspiegeln, doch kann eine Kombination mit weiteren Befunden (z.B. erzählende Textquellen, Fischreste in Sedimenten) dazu beitragen, die durch die Indexialisierung gewonnenen Trends zu überprüfen.

Diese Überlegungen zeigen, dass Unsicherheiten bei der Quantifizierung oder Indexialisierung vor allem diejenigen Faktoren auf sozio-naturalen Schauplätzen betreffen, die tendenziell in der Soziosphäre beobachtbar sind und jedenfalls von menschlichen Akteuren ausgehen, also beispielsweise rechtliche Regelungen.¹²⁷ Ein vordergründig probater Ausweg, um eine Zunahme der menschlichen Eingriffsintensität und -dichte in der Flussaue messbar und damit besser überprüfbar zu machen, ist die quantitative Erfassung von rechtlichen Regelungen mit angenommenen Auswirkungen auf die Flussaue im Untersuchungsgebiet in definierten Zeiträumen. Freilich sind auch hier im Wissen um den konstruierenden Charakter vieler, gerade normativer Quellentexte und jenseits der immer anzuwendenden Quellenkritik und Hermeneutik¹²⁸ zahlreiche weitere Probleme zu berücksichtigen. Beispielsweise kann die These, dass eine zunehmende Regelungsdichte mit einem zunehmenden menschlichen Einfluss auf die und in der Flussaue korreliert, durch andere Einflüsse verzerrt und überlagert werden. Zum einen hat der lokal und regional ganz unterschiedliche Überlieferungszufall¹²⁹ großen Einfluss auf die Überlieferungsdichte, zum anderen überlagert der allgemeine Trend einer Zunahme der Regelungsdichte als Folge von Territorialisierungsprozessen und der zunehmende Ausbau von Verwaltungsstrukturen und einer institutionellen Aufbewahrung von Gesetzen, Verordnungen und Akten den Befund.¹³⁰ Hinzu kommt im Einzelfall die Notwendigkeit, regionalspezifische Ungleichgewichte zu berücksichtigen, wenn zum Beispiel in einem Flussabschnitt ungeschriebene (aber wegen gesellschaftlicher Zwänge streng befolgte) Regeln den Fischfang regulieren und in einem anderen Flussabschnitt verschriftlichte (aber kaum befolgte) Ordnungen eines Territorialherren Auswirkungen auf den Fischbestand des Flusses haben.

Die jüngere historische Forschung hat einige dieser Aspekte einer spätmittelalterlich-frühneuzeitlichen Herrschaftsverdichtung, die mit unterschiedlichen Formen von Kommunikation und zunehmender Schriftlichkeit, aber nicht zwingend auch mit einer größeren Durchgriffsfähigkeit zentraler Institutionen vor Ort einherging, unter dem Begriff der

¹²⁶ Denkbar wäre etwa ein ggf. nach Spezies zu differenzierender Wanderfisch-Index von plus Fünf (vollständige Durchlässigkeit für Wanderfische) über Null (keine Veränderung) bis minus Fünf (Undurchlässigkeit für Wanderfische).

¹²⁷ Einen ersten Überblick gibt Bernd MARQUARD, *Umwelt und Recht in Mitteleuropa. Von den grossen Rodungen des Hochmittelalters bis ins 21. Jahrhundert* (Zürcher Studien zur Rechtsgeschichte 51), Zürich/Basel/Genf 2003.

¹²⁸ Vgl. allgemein Chris LORENZ, *Konstruktion der Vergangenheit. Eine Einführung in die Geschichtstheorie* (Beiträge zur Geschichtskultur 13), Köln/Weimar/Wien 1997, hier S. 127-187; Stefan JORDAN, *Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft*, Paderborn u.a. 2009, und spezifisch bereits oben Anm. 21.

¹²⁹ Vgl. oben Anm. 62.

¹³⁰ Vgl. zur spätmittelalterlichen „Verdichtung“ bereits Peter MORAW, *Von offener Verfassung zu gestalteter Verdichtung. Das Reich im späten Mittelalter 1250 bis 1490*, Frankfurt am Main/Berlin 1990, S. 188-194; ferner Hartmut BOOCKMANN/Heinrich DORMEIER, *Konzilien, Kirchen- und Reichsreform (1410-1495)* (Gebhardt. Handbuch der deutschen Geschichte. Zehnte, völlig neu bearbeitete Auflage Bd. 8), Stuttgart 2005, S. 155-162; Wolfgang REINHARD, *Probleme deutscher Geschichte 1495-1806. Reichsreform und Reformation 1495-1555* (Gebhardt. Handbuch der deutschen Geschichte. Zehnte, völlig neu bearbeitete Auflage Bd. 9), Stuttgart 2001, S. 88-95, 101-107.

„empowering interaction“ zwischen Anforderung der Untertanen vor Ort und der Reaktion von Obrigkeiten¹³¹ sowie Prozessen der „Triangulierung“ zwischen den Akteursgruppen zu erfassen gesucht.¹³² Diese und weitere Erkenntnisse müssen in geeigneter Weise in die Parametrisierung einfließen, um nicht rechnerischen Artefakten auf den Leim zu gehen und möglicherweise falsch von Korrelationen auf Kausalitäten zu schließen.

Welche Parameter verwendet werden können, hängt folglich stark von den jeweiligen spezifischen historischen Voraussetzungen und der Quellenlage im Arbeitsgebiet ab. Vor allem der ausschnittshafte Charakter der zur Verfügung stehenden Quellen stellt eine Bewertung, die neben der Einheitlichkeit auch eine Vollständigkeit bei der Erfassung der zugrunde gelegten Bemessungsparametern anstreben müsste, vor erhebliche Schwierigkeiten. Zugrunde gelegt werden kann daher nur eine Art gestaffelter Kriterienkatalog, der mehrere Parameter in Abhängigkeit vom konkreten Fallbeispiel und als nicht abgeschlossene Liste umfasst.¹³³ In Abhängigkeit vom Fallbeispiel, das heißt dem konkreten sozio-naturalen Schauplatz mit ausgesuchten Ressourcenkomplexen und spezifischem Fluvio-sozialem Metabolismus, kann dann beispielsweise eine zu begründende Auswahl an Kriterien getroffen werden, um das Mehr oder Weniger der Umformung der Flussaue zu bestimmen. Die Variabilität der Auswahl aus der gemeinsamen Kriterienliste hat trotz der dadurch bedingten Unterschiede in der Zuverlässigkeit und Tragweite der erzielten Erkenntnisse einen je Kriterium gemeinsamen Maßstab. Damit sind zwei Vorteile verbunden: Erstens kann durch die begründungspflichtige unterschiedliche Auswahl und (eventuell auch) Gewichtung der Kriterien eine spezifische Anpassung an Besonderheiten des Untersuchungsgebiets erfolgen, zweitens bereitet die Auswahl der Kriterien aus einer gemeinsamen Liste der grundsätzlichen Vergleichbarkeit der Fallbeispiele den Boden.

Die Identifikation der jeweiligen Kriterien und der zugrunde zu legenden Parameter ist eine Forschungsaufgabe. Ebenso ist die Interpretation der auf diese Weise erzielten Befunde nur ein erster Schritt, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf dem Weg in die Fluviale Anthroposphäre raumzeitlich differenziert zu erkennen. So sind beispielsweise (aggregierte?) Schwellenwerte, die den Menschen als dominanten Faktor im Geschehen zeigen können, erst noch kritisch zu bestimmen. Es ist zu hoffen, dass damit eine differenzierte Rekonstruktion dieses Weges und seiner einzelnen Etappen möglich wird.

Zitiervorschlag: *Iris Nießen; Gerrit Jasper Schenk; Marcel Schön (2025). Fluvio-sozialer Metabolismus als Brückenkonzept mittlerer Reichweite. Ein Vorschlag zur Untersuchung der Fluvialen Anthroposphäre (preprint). iDAI.repo. <https://doi.org/10.34780/dtuitqwl>*

¹³¹ André HOLENSTEIN, Introduction: Empowering Interactions. Looking at Statebuilding from Below, in: Empowering Interactions. Political Cultures and the Emergence of the State in Europe 1300-1900, hg. v. Wim BLOCKMANS/André HOLENSTEIN/Jon MATHIEU, Farnham 2009, S. 1-31; zu unterschiedlichen Mustern von Aushandlungsprozessen zwischen Akteursgruppen am Fluss Gerrit Jasper SCHENK, Politik der Katastrophe? Wechselwirkungen zwischen gesellschaftlichen Strukturen und dem Umgang mit Naturrisiken am Beispiel von Florenz und Straßburg in der Renaissance, in: Stadt und Stadtverderben. 47. Arbeitstagung in Würzburg, 21.-23. November 2008 (Stadt in der Geschichte. Veröffentlichungen des Südwestdeutschen Arbeitskreises für Stadtgeschichtsforschung 37), hg. v. Ulrich WAGNER, Ostfildern 2012, S. 33-76, hier S. 62-65.

¹³² Dazu Stefan BRAKENSIEK, Einleitung: Herrschaft und Verwaltung in der Frühen Neuzeit, in: Herrschaft und Verwaltung in der Frühen Neuzeit (Historische Forschungen 101), hg. von Stefan BRAKENSIEK/Corinna von BREDOW/Birgit NÄHER, Berlin 2014, S. 9-24, hier S. 12-13, 18-20.

¹³³ Zum methodischen Zugang über Fallstudien vgl. allgemein die Beiträge in Johannes SÜßMANN/Susanne SCHOLZ/Gisela ENGEL (Hg.), Fallstudien. Theorie – Geschichte – Methode (Frankfurter Kulturwissenschaftliche Beiträge 1), Berlin 2007.