

Stadt, Land, Fluss

Transformative Netzwerke und schwierige Triaden in hydrosozialen Transformationsprozessen an der Rur

Tim Franke

Zusammenfassung: Oberflächengewässer als hydrosoziale Strukturen sind bisher soziologisch untersucht! Der Beitrag zielt darauf, anhand der *Watergovernance* der Rur in NRW die Komplexität, Regionalität und Relationalität eines hydrosozialen Netzwerks im Transformationsprozess zu beschreiben und zu entwirren. Mit der integrativen Netzwerktheorie lassen sich sozial-ökologische Flussnetzwerke aufzeigen und analysieren. Der Beitrag verfolgt drei Fragen im Kontext sozial-ökologischer Transformationsprozesse an der Rur: (a) Welche sozial-ökologischen Konstellationen sind in Transformationsprozessen involviert? (b) Welche Beziehungen lassen sich mit Blick auf Transformationsdynamiken identifizieren? (c) Welche Rollen kommen ökologischen Konstellationen zu? Mit einem *Mixed-Method Ansatz der sozialen Netzwerkforschung* wurden quantitative und qualitative Daten verwendet, um transformations-blockierende „schwierige Triaden“ und resistente Wasserregime, ebenso wie transformationsfördernde, *transformative Netzwerke* zu identifizieren. Es zeigt sich, dass einige Netzwerke deutlich stärker institutionalisiert sind, als andere, und, dass ökologische Entitäten wichtige Rollen in transformativen Prozessen einnehmen.

Abstract: Surface waters as hydro-social structures have so far been underexplored sociologically! This article aims to describe and disentangle the complexity, regionality and relationality of a hydrosocial network in the transformation process by analysing the water governance of the Rur in NRW. Integrative network theory offers the potential to identify and analyse local, hydrosocial river networks and their dynamics. The article pursues three questions regarding socio-ecological transformation processes along the river Rur: (a) Which socio-ecological constellations are involved in transformation processes? (b) Which relationships can be identified regarding transformation dynamics? (c) What roles do ecological constellations play? Using a mixed-method approach based on social network research, quantitative and qualitative data were used to identify transformation-blocking "difficult triads" and resistant water regimes as well as transformation-promoting, transformative networks. It turns out that some network compositions are much more institutionalised and materialized than others, and that ecological entities play important roles in transformative processes.

Einleitung

Gesellschaftliche Naturverhältnisse kriseln. Das zeigen die Diskussionen zum Anthropozän-Begriff (Crutzen/Stoermer 2000) ebenso wie anschließende Debatten in der Soziologie (z. B. Laux/Henkel 2018; Adloff/Neckel 2020).¹ Entscheidende Krisendimensionen betreffen soziometabolische Prozesse an der Grenze zwischen der „sozialen“ Gesellschaft und der „natürlichen“ Umwelt. Witte et al. (2017) diagnostizieren einen Aufschwung relationaler Theorien, die schon länger an der Überwindung von unvermindert reproduzierten Natur|Kultur-Dualismen (Schroer 2022: 25) arbeiten. „The point, however, is not to determine where social constructions end and materialities begin, but to see how complexly they are intertwined.“ (Orlove/Caton 2010: 403) Mit den neueren, ontologisch flachen und weniger anthropozentrischen Netzwerktheorien werden folgend hydrosoziale Netzwerke betrachtet, die jene Grenzen überschreiten.

Die soziologische Relevanz hydrosozialer Stoffwechselprozesse ist hingegen umstritten: Während Schroer (2022: 87) schreibt: „Das »Haus der Soziologie« ist nicht nah am Wasser errichtet worden“, fordern Orlove/Caton (2010: 402) Wasser als „totales soziales Phänomen“ zu verstehen.² Im vorliegenden Beitrag wird daher *erstens* eine dynamische, netzwerkanalytische Perspektive auf hydrosoziale Netzwerke als eine spezifische Form sozial-ökologischer Netzwerke entwickelt, um soziometabolische Prozesse und die Dynamiken von Transformationsprozessen in den Blick zu nehmen. Transformationsprozesse sind genuin komplex. Um transformierende, hydrosoziale Netzwerke empirisch abzubilden, wird *zweitens* ein netzwerkanalytisches *mixed-method*-Verfahren vorgestellt, mit dem *drittens* ein Flussnetzwerk an

der Rur untersucht wird. Denn an der Rur zeigen sich nicht nur vielschichtige Interdependenzen und Institutionalisierungen sozial-ökologischer Netzwerke, sondern auch transformationsrelevante Mikrokonstellationen.

Der Beitrag schließt mit dem Vorschlag, sich der Analyse sozial-ökologischer Netzwerke zu widmen, um *transformative Netzwerke* und *schwierige Triaden* zu identifizieren. Transformative Netzwerke sind temporäre, lokale und heterogene Mikrokonstellationen innerhalb komplexer Netzwerke aus Infrastrukturen und institutioneller Arrangements, die die Weichen für Transformationen stellen können, sie beschleunigen. Schwierige Triaden hingegen sind dynamisch stabilisierte, oft institutionalisierte und materialisierte Mikrokonstellationen, die Transformationsprozesse verlangsamen, erschweren oder auch verhindern können.

1. Zur Komposition und Eigendynamik hydrosozialer Netzwerke

Wasser wird oft als „gesichtslose“ Substanz verstanden, die „außerhalb von gesellschaftlichen Verhältnissen gerahmt wird“ (Schmitt 2022: 288).³ Dabei ist Wasser seit jeher aufs Engste mit gesellschaftlicher Entwicklung verknüpft (Blackbourn 2007). Crutzens (2002: 23) Anthropozän-Begriff verwies auf menschliche Eingriffe in aquatische Strukturen – etwa in Form von Dämmen, Flussbegradigungen, Wasserverbrauch oder der Fischerei. Weder die absehbaren Grenzen des Frischwasserverbrauchs noch die beobachtbare Be- und Überlastung aquatischer Ökosysteme sind neu (Meadows et al. 1972: 53 f.), weshalb Jouffray et al. (2020) von einer historischen „Blue Acceleration“ sprechen. Wasserkreisläufe sind nicht rein hydrologisch, sondern gesellschaftlich gestaltet

1 Die Rede ist von einer *vernetzten „global polycrisis“* (Lawrence et al. 2024: 5 f.), weil gegenwärtige Krisen (z.B. Klimakrise und Krise des Kapitalismus) interdependent und selbstverstärkend sind.

2 „There is hardly any other natural resource as inherently complex as water.“ (Fischer/Ingold 2020: 1)

3 Gründe ihrer Marginalisierung sind die gesellschaftstheoretische und wissenschaftshistorische „Bereinigung der Soziologie von ihren geographischen Grundlagen“ (Schroer 2022: 87). Posthumanist*innen wie Barad (2023: 7) attestieren der soziologischen Debatte eine Priorisierung sprachlich-narrativer Bedeutungsfragen.

bzw. gestaltend und somit *hydrosocial* (Linton/Budds 2014; Schulz/Gros 2024). Hydrosoziale Netzwerke werden hier als spezifische Form weitläufigerer, sozial-ökologischer Netzwerke verstanden. Die Interdependenzen sozialer und hydrologischer Prozesse von Interventionen in Wasserläufe bis hin zu alltäglichen Wassernutzungspraktiken sind im Prinzip offenkundig (McHale 1976: 29 f.). Was sich ändert sind die Dynamiken hydrosozialer Prozesse, wie die steigende Intensität und Frequenz von Extremwetterereignissen und Dürrephasen, in denen Wassermangel selbst im wasserreichen Europa ein Risiko wird.⁴ Entscheidend ist und wird daher die gesellschaftliche Gestaltung komplexer, hydrosozialer Netzwerke, die neben Flüssen auch Artefakte (Leitungen, Brunnen), institutionelle Arrangements (Wassergesetze, Besitzverhältnisse) und Diskurse umfasst (Schmitt 2022: 290). In soziometabolischen Stoffwechselprozessen sind Institutionen, Artefakte, Praktiken und Narrative eng miteinander verwoben, sodass ontologische Natur|Kultur-Dualismen sich nicht aufrechterhalten lassen. Mit Hilfe eines *nicht-reduktiven, tiefen Relationismus* und einer *flachen Ontologie* lassen sich komplexe Netzwerke aus natürlichen und sozialen Entitäten analytisch dekonstruieren (Witte et al. 2017: 368, Härpfer/Franke 2024). Nicht (nur) Subjekte sind hier assoziations- und damit erklärendstiftend, sondern Beziehungen in Form von mal materialisierten und manifesten und mal latenteren oder narrativen Relationen. In den dynamischen Netzwerken sind Prozesse sozialen Wandels die Norm und temporäre Stabilisierungen erklärendbedürftig. Daher schlägt Laux (2014: 60 ff.) eine *integrative Netzwerktheorie*⁵ vor, die

die Problemlösungskompetenz bestehender Netzwerktheorien in den Vordergrund stellt, Gemeinsamkeiten fokussiert und Unterschiede vernachlässigt. Mit vier Phasen der Strukturbildung werden Mechanismen sozialer Ordnungsbildung als erste Differenzierungsebene in den Blick genommen, die auf den Aggregatzustand zu betrachtender Netzwerke abhebt.⁶ Sie erlauben es, zu differenzieren, wie institutionalisiert und robust Netzwerke sind, unabhängig davon, ob es sich um soziale oder ökologische Netzwerke handelt.

Mechanismen der Ordnungsbildung in der integrativen Netzwerktheorie

In der Phase der *Kollision* entwickeln sich Netze aus einem Zusammenprall (bei Laux: Urknall) heterogener Elemente und Prozesse. Gekennzeichnet ist sie durch die Abwesenheit von Strukturen und durch „temporäre Relationierung und Hybridisierung frei flottierender Elemente“, sodass sich kollidierende Entitäten in einem „relationalen Gemenge“ wiederfinden (Laux 2014: 161). Charakteristisch für die *Kompositionphase* sind vorsichtige und vorläufige Assoziationsbildungen, das Etablieren geteilter Narrative und ein experimentelles Erweitern der Netze. „Der konturlose Urschleim des Gemenges verwandelt sich nun in eine immer noch flüssige, aber überschaubare Assoziation, in der es zu einer experimentellen und konfliktgeladenen Programmierung der Struktur kommt.“ (Laux 2014: 163) In der *Institutionalisierung* werden Unsicherheiten minimiert, Routinen und Regelmäßigkeiten hingegen etabliert. Eindeutige Grenzziehungen etwa in Form von Codes, Automatismen und Standards werden erkennbar. Die Entitäten kennen sich (Sozialdimension), ihre Aufgabe (Sachdimension) und wissen um vorhergehende sowie

4 Der Dürremonitor dokumentiert die Trockenheit des Oberbodens Deutschlands. Seit 1952 gab es nur selten trockene Phasen (z.B. 1959/60; 1976/77 und 1991-1993). Eine längere Trockenphase ist erstmalig 2017-2023 zu verzeichnen (UFZ, o.J.).

5 Voraussetzung sind: (1) Ein *methodologischer Relationismus*, der mikro- und makroskopische Phänomene in Beziehungen und Prozesse auflöst. „[W]ir haben es jetzt mit einem Kontinuum unterschiedlich weitreichender und stabiler Netzwerke zu tun.“ (Laux 2014: 154). (2) Ein *methodologischer Prozessualismus*, dem zufolge Beziehungen und Strukturen aufgrund kontinuierlicher Reproduktion erhalten bleiben. (3) Ein *methodologisches Symmetrieprinzip*, das Entitäten aller Art impliziert (Laux

2014: 154 f.).

6 „Netzwerktheorien können und wollen keine detailgetreue Karte der Gesellschaft entwerfen, sondern bemühen sich um eine prozessorientierte Betrachtung, bei der die Herstellung, Veränderung und Reproduktion von Assoziationen in den Blick gerät.“ (Laux 2014: 110)

prospektive Narrative. Mechanismen der Exklusionen sind wesentlich, weil sie durch äußerliche *und* innerliche Rhythmen, Praktiken, Narrative die bestehende Struktur gegenüber der Umwelt stabilisieren. „Singuläre *Skripte* entwickeln sich zu kollektiv geteilten *Inskriptionen*, die dem Fremden oder Abweichler als *Präskriptionen* gegenübertreten“ (Laux 2014: 168). Wie auch Repohl (2024) betont, entwickeln institutionalisierte Netze eine „Eigendynamik“: „The actions of these multiple agents thus come to march to the same drum, in a kind of synchronized dance.“ (Urry 2011: 129) Einmal institutionalisiert bzw. materialisiert treten die Kompositionen gegenüber ihrer Umwelt als eigendynamische *black boxes* auf, die – je nach Größe und Heterogenität – Eigenschaften komplexer Systeme aufweisen: Sie stabilisieren sich dynamisch und (re)produzieren ihre Beziehungen unentwegt, sofern keine Irritationen auftreten. Sie etablieren *lock-ins*, d.h. sie bilden und prägen kaum zu irritierende Pfadabhängigkeiten und Trajektorien. Zuletzt tritt ein „Unordnungsmechanismus“ (Laux 2014: 170) auf. *Dekonstruktionen* zeichnet das Verwischen bestehender Grenzen und Dualismen, das Infragestellen vorherrschender Routinen und Praktiken ebenso wie Autoritäten und Positionen im Gefüge aus: „Die Dekonstruktion zeitigt befreiende Effekte, sie zerbricht eingeschriebene Routinen und Gewissheiten und ermöglicht dadurch Transgressionen, Innovationen, Kreativität und abweichendes Verhalten.“ (Laux 2014: 171) Dekonstruktionsprozesse können das Netzwerk (als exogene shocks) von außen irritieren, immanente Unsicherheiten triggern, oder in Mischformen auftreten. Bereits kleine, ggf. unwahrscheinliche Ereignisse (sog. *black swans*) können etablierte Netze an operationskritische Grenzen (sog. *tipping points*) führen, deren Überschreiten radikalen Wandel nach sich zieht (Urry 2011: 42).

Die vorgeschlagenen „Mechanismen der Ordnungsbildung“ (Laux 2014: 158 ff.) sind – relativ zu anderen Phasenmodellen⁷ – minimalistisch, also z.B. nicht

evolutionär und hierarchisch angelegt, und deshalb empirisch besonders anschlussfähig. Zugleich sind sie zyklisch und symmetrisch, monistisch und kommensurabel, sodass materielle, soziale und narrative Prozesse in der *Komposition* eines Netzwerks impliziert werden. Soziales und Natürliches tritt hier in phasenweise institutionalisierten, heterogenen Netzwerken auf, die Kompositionähnlichkeiten aufweisen, sich aber vor allem anhand ihrer Eigenzeiten unterscheiden lassen.

Eigenzeiten sozial-ökologischer Kompositionen

Nichtmenschliche Entitäten sind wesentlich im Kompositionenprozess, da sie zur Stabilisierung entstehender Kompositionen beitragen.⁸ Außerdem sind die „Eigenzeiten“ (Repohl 2024) bzw. Eigendynamiken oder auch die *temporalities* (Irvine 2014) der Kompositionen entscheidend. Sie geben Aufschluss darüber, wo ein Netzwerk beginnt und wo es endet: Nämlich dort, wo Unterschiede in der Operationsgeschwindigkeit festzustellen sind, unabhängig davon, um welche Form von Netzwerk (hydrosozial, sozial-ökologisch...) es sich handelt. Eigenzeiten sind dabei stets relativ zur Netzwerkumgebung.

Geels (2014) unterscheidet etwa relativ instabile Netzwerke soziotechnischer *Innovationen*, die auf neue Assoziationen mit umliegenden Netzwerken angewiesen sind. Vergleichsweise stabile, institutionalisierte und komplexe Netzwerke bezeichnet er als *Regime*, also etablierte Praktiken, Regeln und soziale Institutionen. *Regime* sind zwar recht robust, jedoch nicht *passiv*; ihre Stabilität resultiert aus aktiver Resistenz gegenüber (z.B. klimatischem) Adoptionsdruck der Netzwerkökologie (Geels 2014: 26). Den Kontext bildet die *Landscape*. Hier sind komplexe Prozesse und Netzwerke verortet, die meist konstantere Eigenzei-

7 Weitere Phasenmodelle finden sich in den Science and Technology-Studies (STS) sowie der Innovationsforschung (z.B. Callon 1984, Geels/Schot 2007, Hughes 1986).

8 „Erst die Zusammenbindung von menschlichen und nichtmenschlichen Wesen ermöglicht die Genese, Stabilisierung und Erweiterung der Struktur. Wenn es während der Kompositionssphase also nicht gelingt, die flüchtigen Beziehungen durch den Beitrag von nicht-menschlichen Wesen zu härten, dann wird es aller Voraussicht nach auch nicht zur Herausbildung einer strukturierten Praxis kommen.“ (Laux 2014: 166)

ten aufweisen und somit der übrigen Netzwerkökologie relativ stabile Bedingungen schaffen (wie etwa Infrastruktursysteme oder die Biosphäre).

Die Eigenzeiten⁹ betrachteter Netzwerke bestimmen ihre *time horizons* (Irvine 2014: 161), denn je stabiler und materialisierter ein Netzwerk ist, desto beständiger – stets in Relation zur Umwelt – ist sein Zeithorizont. Primär soziale oder primär natürlich-materielle Prozesse können daher differenziert werden; klimatische Entwicklungen, also höchstkomplexe und weitreichende biosphärische Netzwerke, zeichnen eine weitläufige, vergleichsweise konstante *deep-time* (Irvine 2014: 162-164) aus, der gegenüber soziale Prozesse schnelllebig wirken. Besonders deutlich werden Unterschiede in den Eigenzeiten soziometabolischer Prozesse:

„What is striking here, is that the time horizons of economic activity in the present lack sufficient depth to understand the very environment on which that economic activity depends. Fixed into the expectations and needs of the present, we lack an awareness of the processes of transformation that are shaping and reshaping the landforms in which we live and on which we rely.“ (Irvine 2014: 169 f.)

Zuerst Stadien der Strukturgeneese sozial-ökologischer Netzwerke zu identifizieren und sie anschließend gegenüber ihrer Umwelt anhand spezifischer Eigenzeiten, Zeitentiefen und -horizonten zu differenzieren, erlaubt es, Natur|Kultur-Dualismen prozessual aufzulösen und eine nicht-anthropozentrische Perspektive einzunehmen. Zwei Ergänzungen sind notwendig: (1) Eigenzeiten von Netzwerken sind nicht determiniert, sondern können sich durch Interaktionen mit umliegenden Netzen beschleunigen oder verlangsamen. (2) Materielle und soziale Entitäten bringen unterschiedliche Eigenschaften in die Netzwerke ein. Die relative Resistenz soziotechni-

scher, z.B. fossiler Regime ist – neben den materialisierten Infrastruktursystemen – auch das Resultat machtvoller, z. T. diskursiver Prozesse sozialer Interaktionen (Geels 2014). Gegenüber Extremwetterereignissen und steigenden Meeresspiegeln sind aber selbst resistenter Regime vulnerabel und flüchtig.

Spezielle Kompositionen: „Transformative Netzwerke“ und „schwierige Triaden“

Mit Blick auf soziometabolische Prozesse im Anthroponären werden zwei besondere Kompositionen definiert: „Transformative Netzwerke“ als Katalysatoren und „Schwierige Triaden“ als Inhibitor von Transformationen. In beiden Fällen handelt es sich um mehr oder weniger institutionalisierte, heterogene *building blocks*¹⁰, d. h. theoretisch relevante Kompositionen, die sich lokal stabilisieren, eine überschaubare Zahl an Entitäten aufweisen und ihr Umfeld beeinflussen. Als theoretische Relevanz im Netz wird der Einfluss auf erdsystemische Prozesse des Klimawandels und des globalen Temperaturanstiegs festgelegt, wobei insbesondere der Status Quo soziometabolischer Prozesse, der bestehende (und lebensnotwendige) Dynamiken der Biosphäre massiv irritiert, als problematisch betrachtet wird (Folke et al. 2021). Dieser empirisch-normative Fokus im Sinne der „transformativen Forschung“ (WBGU 2011) sowie der „Soziologie der Nicht-Nachhaltigkeit“ (Blühdorn 2024: 360) verfolgt das Ziel, transformationsresistente und -fördernde Kompositionen, ihre Präsens und ihre Genese aufzuzeigen.

Bei *schwierigen Triaden* handelt es sich um komplexe, oft weit verzweigte Netzwerke, die aufgrund ihrer Assoziationen (mit Institutionen, Artefakten, Infrastrukturen etc.) als Regime und *historical blocs*¹¹ (Ge-

9 Repohl präzisiert Eigenzeiten am Beispiel eines Plastik-Joghurtbechers, der aufgrund seiner Persistenz und Verweildauer seine Umwelt prägt: „Das Plastik wird so nicht einfach durch die Lebenswelt metabolisiert beziehungsweise hindurch geschleust, sondern verweilt durch die Änderung seiner Zustände – mit Morton gesprochen ist es quasi ein „Hyperobjekt“ [...]“ (Repohl 2024: 222).

10 „A social-ecological building block represent a minimal set of actors and ecological components, and their different types of interdependencies (links), that describes a theoretically important configuration of actors and ecological resources.“ (Bodin 2017)

11 „Gramsci used the term historical bloc to refer to the alliances among various social groupings and also to the specific alignment of material, organizational, and discursive formations

els 2014: 27, Levy und Newell 2002) vergleichsweise stabil und transformationsresistent sind. Ihr Ziel ist die Aufrechterhaltung des Status Quo, wofür sie verschiedene Strategien einsetzen. Geels (2014: 28-35) unterscheidet *instrumentellen Einfluss* auf umliegende Netze (z.B. durch Autorität, Geld, rechtliche Mittel, Besitzstrukturen oder Zugang zu Medien) und *diskursive Strategien*. Diskursive Strategien bestehen im Vorgeben von Problemdefinitionen (*diagnostic framing*) und skizzieren in prospektiven Lösungsansätzen, Strategiepapieren und Technologieversprechen, inkrementelle Transformationspfade im Regimeinteresse (*prognostic framing*). (De-)Mobilisierungspotenzial besteht im *motivational framing*, also der Beeinflussung von Diskursen zur Schwächung oder Stärkung politischer Ambitionen und Narrativen. *Material strategies* betreffen soziometabolische Prozesse, etwa den Einsatz alternativer Energielieferanten oder der Speicherung von CO₂. Aufgrund ihrer Materialität, Heterogenität und Komplexität erschweren regimeassoziierte Infrastrukturen ein Abweichen vom Status Quo. Die *broader institutional power* verweist auf institutionelle Verflechtungen, die der Regimeresistenz Vorschub leisten. Schwierige Triaden befinden sich in der *Institutionalisierungsphase* und weisen relativ *stabile Eigenzeiten* auf.

*Transformative Netzwerke*¹² sind heterogene Kompositionen und Prozesse, die an der „Großen Transformation“ des gesellschaftlichen Soziometabolismus und der Klimaneutralität ausgerichtet und somit transformationsrelevant sind. Aufgrund ihrer Komposition und Eigendynamik tragen sie dazu bei, Prozesse des Wandels zu einer nachhaltigen Gesellschaft in ihrer Umwelt zu begünstigen. Sie sind damit eine analytische Figur, die Dynamiken im Umfeld aufzeigt und

which stabilize and reproduce relations of production and meaning.“ (Levy/Newell 2002: 87)

12 Transformative Netze sind angelehnt an die „transformative Forschung“ (WBGU 2011: 23 f.; 374; Schneidewind 2013: 83-85). Sie befördern aktiv Transformationsprozesse z.B. durch die Entwicklung, Verbreitung und Beschleunigung von technologischen, klimaverträglichen (ggf. sozial-ökologischen) Innovationen und beziehen dabei kulturelle, ökonomische und institutionelle Dimensionen ein.

beeinträchtigt. Transformative Netzwerke können als starke soziale „transformative Allianzen“ (Saxer 2021: 118-121) auftreten, die über narrative Strategien verfügen, um Regime und den Status Quo zu irritieren. Auch sie sind heterogene Kompositionen: Schaupp (2024: 49-54; 249) spricht etwa von „transformativem ökologischen Eigensinn“, wenn Akteure bewusst ihr Umweltwissen einsetzen oder das Netz strategisch um teilautonome natürliche Entitäten erweitern, um bestehende Strukturen herauszufordern. Zynischerweise sind es auch Extremwetter, die bestehende Regime und Infrastrukturen so stark beeinträchtigen können, dass Transformationen alternativlos werden. Exogene Krisen können transformative Netzwerke initiieren, sobald sie die Möglichkeit für „Bifurkationspunkte“ (Rosa 2020) in bestehenden, regimebedingten Pfadabhängigkeiten öffnen.

2. Net-Maps als Instrument zur Analyse sozial-ökologischer Netzwerke

Für die Analyse der Kompositionen und Dynamiken von hydrosozialen Flussnetzwerken an der Rur werden gruppenbasierte *Net-Maps* (Schiffer/Hauck 2010) mit multiplen Probanden (*Egos*) durchgeführt, die ihr Umfeld als (z.T. gemeinsame) *Alteri* beschreiben. Net-Maps sind ein wenig standardisiertes, mehrschrittiges und interviewbasiertes „low-tech and low-cost“ Werkzeug der Netzwerkkartierung mit dem Ziel einer „quick ethnography“ (Schiffer/Hauck 2010: 233 f.).¹³ Als *mixed-method*-Verfahren sind sie zwar weniger erschlossen als formale Verfahren, für die Analyse von (Dynamiken in) sozial-ökologischen Netzwerken bieten sie sich jedoch an: Erstens setzen sie Kategorien wie „Sozial“ und „Natürlich“ nicht voraus,

13 Weder für „Mixed Method Social Network Analyses“ noch für Net-Maps bestehen standardisierte Analyseverfahren (Domínguez/Hollstein 2014; Fröhlich 2020). Net-Maps wurden kritisiert, etwa weil die Interviewsituation bei gleichzeitigem Zeichnen der Netzwerkkarten für Probanden herausfordernd ist, oder, weil Net-Maps komplexe Beziehungen simplifiziert darstellen (Hansen-Ampah 2022: 98 f.). In jüngeren Net-Map-Studien finden sich abweichende Verfahren, in denen Gesamtnetzwerke aus Egonetzwerken aggregiert werden (Ball et al. 2022).

sondern sind gestaltungsoffener (Laux 2014: 271). Sie erheben zweitens Strukturmerkmale (quantitativ) und Narrative (qualitativ). Drittens sind sie explorativ und erfassen Dynamiken, Interventionen und Beziehungstypen im Netz. Viertens, werden sie der prozessualen Natur des (Nicht-) Verknüpfens und Aufrechterhaltens von Beziehungen eher gerecht (Hollstein 2006: 21). Mit der transdisziplinären Kartierung galt es die strukturellen Kompositionen hydrosozialer Netzwerke zu erfassen, und diese durch qualitative Beschreibungen von Netzwerkdynamiken zu ergänzen. Übergeordnete sozial-ökologische Netzwerke werden bewusst offen definiert: Sie bestehen aus sozialen und ökologischen Entitäten (sog. Knoten) und Beziehungen (sog. Kanten) und sind fallabhängig zu konkretisieren (Bodin 2017, Bodin 2023).¹⁴

In den Net-Map-Erhebungen wurde nach Akteuren, Entitäten und Institutionen des lokalen Wassermanagements gefragt.¹⁵ Zur Identifikation hydrosozialer Netzwerke wurden folgende Schritte durchgeführt: (1) *Recherche*: Anhand bestehender Beteiligungsprozesse (z.B. Runde Tische, Beiräte etc.) bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden potenzielle Probanden recherchiert. (2) *Vorbereitung*: Einladungen zum Workshop (ca. 2 Stunden) wurden individuell versendet und mit Datenschutzerklärungen versehen (Rücklaufquote ca. 50%). (3) *Durchführung des Workshops*: Befragt wurden stellvertretend der lokale Wasserverband (WV) und Fischverein (FV), das Forschungszentrum Jülich sowie die RWTH. Es wurde eine Videokonferenz via Zoom (Yuan 2023) durchgeführt und Netzwerke im Kollaborationstool *Miro* (Khusid 2024) gezeichnet. Akteurs- und Relationskategorien wurden vorgeschlagen und ggf. ergänzt. Strukturiert wurde das Verfahren durch fünf Variab-

len bzw. Leitfragen (s. Tab. 1). Um *thick descriptions* (Hollstein 2014) zu erhalten, wurden Diskussionen während des Workshops aufgezeichnet. (5) *Evaluation und Dynamik*: Zum Festhalten von Veränderungen und zur Evaluation des erhobenen Netzwerks wurde eine zweite Workshoprunde durchgeführt. Netzwerkanalytische *mixed-method*-Verfahren stehen generell vor der Herausforderung der integrativen Betrachtung der Struktur und qualitativ-relevanten Relationierungen: „The challenge [...] is thus generally that of adopting an analytical approach inspired by structural analysis with a conceptual rather than predefined character [...]“ (Herz et al. 2015: 13). (6) *Auswertung und Analyse*: Für die (6a) strukturelle Analyse wurden die Netzwerkkarten via *Gephi* (Bastian 2022) aufbereitet und via *Force-Atlas* Algorithmus sortiert. Erste Analysen erfolgten entlang gängiger Parameter der strukturellen Netzwerkanalyse (Zentralität, Zugehörigkeit der Akteure). Sie dienen der Orientierung im Netz (Welche Entitäten sind zentral? Mit wie vielen Verbindungen?) und strukturieren die qualitative Auswertung. Wurden Entitäten oder Relationen in den Diskussionen beschrieben, jedoch nicht eingezeichnet, wurden sie nachträglich ergänzt. Ebenso wurden Beziehungen für Akteure ergänzt, die als Cluster, d.h. als eine Gruppe von Entitäten, eingezeichnet wurden. (6b) Für die *qualitative Auswertung* wurden die Audiodaten der Diskussionen im Workshop transkribiert und in MAXQDA übertragen. Die Inhaltsanalyse diente dazu, theoretisch relevante Mikrokonstellationen und Triaden zu identifizieren. Sie erfolgte als explizierenden Kontextanalyse (Mayring 2022: 89 f.): *Enge Kontexte* bildet das qualitative Material der Diskussionen. *Weite Kontexte* wurden über zusätzliche Informationen (Gesetzestextes, Webseiten der Institutionen etc.) vorwiegend text- und literaturbasiert erfasst. Die vorliegende Analyse bezieht sich auf die Erhebung, die an der Rur am 16. Juni 2023 durchgeführt wurde.

14 „There is no such thing as the “right” way to represent the socio-ecological network of a given system, just useful and not so useful ones.“ (Janssen et al. 2006: o.A.)

15 Hier analysierte Net-Maps wurden im BMBF-geförderten Projekt »DRYRIVERS – Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsfähiges Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM)« im Juni 2023 erhoben. Netzwerkkarten wurden an der Selke im Osthartz, an der Rur in Nordrhein-Westfalen sowie an der Elbe erhoben.

Erhobene Variablen	Erklärung
Entitäten	Welche Entitäten sind für das Netzwerk relevant?
Entitätskategorien	Welcher gesellschaftlichen Sphäre (Administration, Politik, Wirtschaft, sozial/ökologisch...) sind die Entitäten zuzuordnen?
Beziehungen	Welche Entitäten stehen miteinander (nicht) in einer Beziehung?
Art der Beziehung	In welcher Beziehung (z.B. Hierarchie, Kooperation...) stehen sie zueinander?
Einfluss	Wie groß ist der Einfluss (1-3) der Entitäten im Flussnetzwerk?

Tab. 1: Variablen und Forschungsfragen, die in den gruppenbasierten, digitalen Net-Maps erhoben wurden.

Zur Strukturierung der Auswertung der hydrosozialen Netzwerke ist es sinnvoll, eine zweite analytische Differenzierungsebene einzuziehen. Hierzu wurden, Häußling (2006: 126 ff.) folgend, drei Ebenen festgelegt und theoriegeleitet angepasst (s. Tab. 2).¹⁶ Unterscheidungsmerkmal sind die jeweils dominanten Prozessgeschwindigkeiten der Ebenen. Die (1) *Ebene des sozial-ökologischen Kontextes* beschreibt historisch gewachsene, „sozialgebildespezifische“ Rahmenbedingungen (z.B. Rollenmuster, Verhaltensstandards etc.) aber auch „übergeordnete“, figurations- und raumabhängige soziale und ökologische Muster, wie etwa, rechtliche Rahmen, Moralvorstellungen, kulturelle Symbole sowie Lokalität und klimawandelbedingte, erdsystemische Dynamiken. Kompositionen dieser Ebene weisen meist relativ konstante Eigenzeiten auf. Auf der (2) *Ebene der Interaktionsbeziehungen* wurden die Positionen und Restriktionen der Institutionen und Entitäten in ihren Beziehungsgeflechten anhand der Netzwerkarten betrachtet. Eigenzeiten sind auf dieser Ebene relativ konstant, allerdings dynamischer als auf der des sozial-ökologischen Kontextes.

¹⁶ Um (nicht nur semantische, sondern) sozial-ökologische Kontexte zu inkludieren, wurde Häußlings Ebene des „semantischen Kontextes“ zum „sozial-ökologischen Kontext“ erweitert. Häußlings vierte Ebene der „Zugehörigkeitsbekundungen“ wird nicht betrachtet, weil sie teilnehmende und beobachtende Verfahren voraussetzt.

logischen Kontextes. Die (3) *Ebene der Interventionen* dokumentierte „mikropolitische Kalküle“; solche Interventionsbestrebungen bringen (meist spontan) Dynamik ins Netzwerk, sind aber eingebettet in übergeordnete Kontexte und Interaktionsbeziehungen. Sie sind dabei nicht nur menschlichen Entitäten vorbehalten. Zur Erfassung der Interventionen bieten sich konstellationssensitive qualitative Verfahren an, wie die Erfassung der Diskussionen im Rahmen der Net-Map-Erhebungen.

Ebene des soz.-ökolog. Kontextes	Ebene des Interaktionsnetzwerks	Ebene der Intervention
...beschreibt situationsspezifische Bedingungen (d.h. Rollenmuster, Machtmittel, Routinen etc.) und Rahmenbedingungen (d.h. rechtliche, moralische, klimatische, aber auch lokale und temporale Prämissen).	...beschreibt die strukturelle Dimension des Netzwerks, d.h. Netzwerkpositionen, die sich kollektiv und dynamisch ergeben (z.B. Machtverhältnisse, Kooperationsmuster, Informationskanäle).	.. sind das Resultat „mikropolitischer Kalküle“ und „Ausdruck des Versuchs, sich [...] mit einem eigenen Beitrag einzubringen.“ (Häußling 2006: 128)
Ziel: Identifikation von Dynamiken der Netzwerkökologie und der Landschafts-Ebene	Ziel: Identifikation der Kompositionen und Eigenzeiten dominanter Regime	Ziel: Identifikation von Kompositionen und Eigenzeiten relevanter Mikrokonstellationen

Tab. 2: Darstellung untersuchter Dimensionen des Netzwerks angelehnt an das netzwerkanalytische Vierebenenkonzept (Häußling 2006).

3. Die Rur im Flusseinzugsgebiet Maas-Süd in Nordrhein-Westfalen¹⁷

Zunächst ist die Rur als Fließgewässer Teil eines sozial-ökologischen Kontextes, der das vorliegende hydrosoziale Netzwerk prägt. Sie liegt im Flusseinzugsgebiet Maas Süd in Nordrhein-Westfalen (NRW). Sie entspringt im Hohen Venn in der Eifel, verfügt entlang des circa 165 km langen Fließwegs über zahlreiche Nebengewässer und wird in drei Planungs-

¹⁷ Die folgenden Daten sind den „Steckbriefen der Planungseinheiten“ entnommen, die das Umweltministerium im Rahmen der WRRL für die Bewirtschaftungsphase 2022-2027 erstellt. Sie sind online abrufbar (MULNV 2021). Das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV) wurde 2022 umbenannt in Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV).

einheiten (PLE) unterteilt: Von der Quelle in Belgien bis zum Stausee Obermaubach (PLE Obere Rur), von dort via Düren und Jülich bis nach Linnich (PLE Mittlere Rur) und schließlich von Linnich durch die Heinsberger Region (PLE Untere Rur), bis sie auf niederländischer Seite in die Maas mündet. Die zuständige Obere Wasserbehörde ist die Bezirksregierung Köln. Sie entscheidet mit der Obersten Wasserbehörde, dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRWs (MUNV), über Maßnahmen vom Talsperrenbau und -betrieb, über Wasserkraftanlagen und Renaturierungen bis hin zu Wasserentnahmen und -einleitungen. Je nach PLE durchfließt die Rur verschiedene Zuständigkeitsbereiche Unterer Wasserbehörden (UWBs), etwa die der Städte Euskirchen, Aachen, Düren und Heinsberg. Prozentuale Flächenanteile der Städte und Kommunen entlang der Rur variieren. Für die Mittlere Rur zwischen Obermaubach und Linnich ist etwa die UWB Düren verantwortlich. Ebenso unterschiedlich ist die anthropogene Nutzung umliegender Flächen sowie die Einwohnerdichte (Einwohner/km²) (s. Abb. 1). Die *Obere Rur* ist der naturbelassener Flussabschnitt; anliegende Flächen werden oft forstwirtschaftlich (ca. 50%) und als Grünland (ca. 31%) genutzt. Die Einwohnerdichte beträgt 119 Einwohner*innen (EW) pro km². Etwa ein Viertel des Gewässers wird als erheblich verändert eingestuft, wobei die Talsperren den größten Einfluss auf die Gewässerökologie und den Fischbestand haben. Nördlich des Nationalparks Eifel befindet sich ein Talsperren- und Stauanlagenetz, also die der Rurtalsperre Schwammenauel – die den zweitgrößten Stausee Deutschlands staut (Deutsches Talsperrenkommitee e.V. 2013: 295) – sowie die Staustufen Heimbach und Obermaubach. Im oberen Verlauf der Rur wird auch die Urft als einer der größten Zuflüsse neben Inde und Wurm gestaut. Flussabwärts, hinter der Talsperre Obermaubach, fließt die Rur durch Kreuzau und Düren.

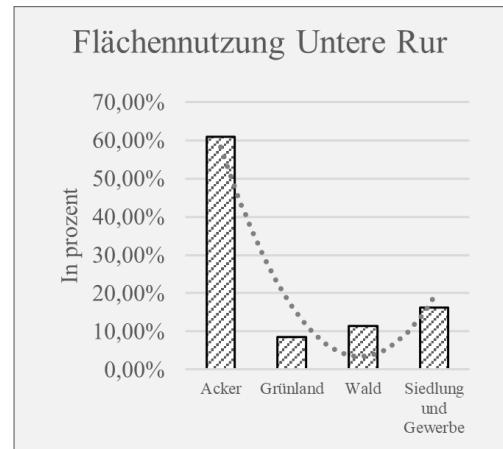
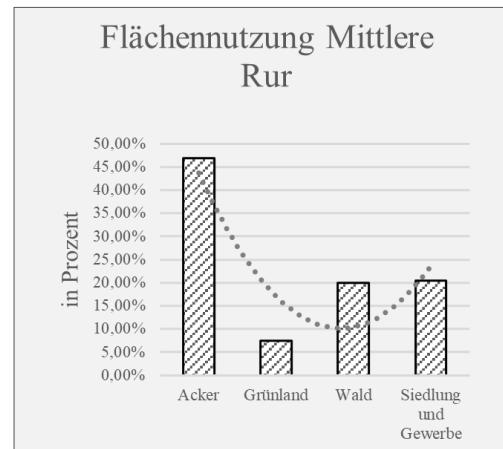
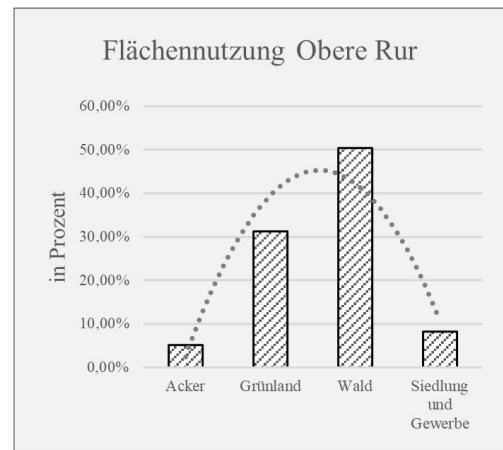


Abb. 1: Flächennutzungen entlang der Planungseinheiten der Oberen, Mittleren und Unteren Rur.

Die Flächennutzung um den *Mittleren Rurabschnitt* ist stärker durch besiedelte Gebiete geprägt (567 EW/km²). Anliegende Flächen bestehen nicht mehr primär aus Wald (20%) und Grünland (7,5%), sondern aus Ackerbau (46,9%) sowie Siedlungen und Gewerbe (20,4%). Markante Eingriffe sind hier weitreichende Flächenversiegelungen sowie zum Teil jahrhundertealte Mühlenteiche, also künstliche Nebenarme der Rur. Landwirtschaftliche Einflüsse zeigen sich in der Phosphorbelastung der Mittleren Rur (oft als Folge eingesetzter Düngemittel). Außerdem prägen zahlreiche Wehre und Staubauwerke den Rurabschnitt. Noch stärker ist die *Untere Rur* von landwirtschaftlicher Nutzung (ca. 61% umliegender Flächen) geprägt, was sich auch hier in den Phosphor- und Nitratwerten widerspiegelt. Rund 90% der Gewässer des Flussabschnitts gelten als erheblich verändert bzw. künstlich. Mit etwa 392 EW/km² ist er etwas weniger dicht besiedelt. Über Nebengewässer werden außerdem Sümpfungsgewässer in die Untere Rur geleitet, d.h. Grundwasservorkommen, die etwa seit den 1950er Jahren aus dem rheinischen Braunkohlerevier abgepumpt werden, um die Böden für den Kohleabbau zu präparieren.

4. Das Flussnetzwerk der Rur

Strukturelle Netzwerkkarten geben einen Überblick über relationale Beziehungsgeflechte und die Entitäten der Netzwerkkompositionen der Rur (s. Tab. 1). Gleichzeitig sind sie reduzierte Momentaufnahmen komplexerer und dynamischer Realitäten. Die Probanden hinterlegten insgesamt 39 Knoten/Entitäten, die mit 36 Kanten/Beziehungen verbunden wurden. Für die Aufbereitung wurden fünf doppelte Kanten entfernt sowie 20 Kanten für Entitäten ergänzt, die in Clustern abgebildet wurden.¹⁸ Anschließend wurden die aufgezeichneten Diskussionen mit den Netzwerkkarten verglichen: Erwähnte Akteure (n=5) und

Beziehungen (n=28), die nicht eingezeichnet wurden, wurden seitens der Forschenden ergänzt. Insgesamt ergibt sich ein Netzwerk aus 45 Knoten und 74 Kanten. Es wurden sowohl abstrakte (z.B. „Papierindustrie“) als auch konkretere Entitäten (z.B. „RWE“) benannt. Neben Organisationen und administrativen Einheiten (z.B. „Schifffahrtsunternehmen“; „Obere Fischereibehörde“), wurden auch Prozesse („Bewässerung“), Personengruppen („Landbesitzer“) und Bauwerke („Wehre & Querbauwerke“) benannt.

¹⁸ Ein Cluster enthielt z.B. „RWE“, „Sümpfungswassereinleitung (Inde)“, „Tagebau“, „Entnahme für KW-Weisweiler“, „Grundwasserabsenkung“, „Tagebauseeflutung ab 2030“. In der Dokumentation werden ergänzte Kanten unterschieden.

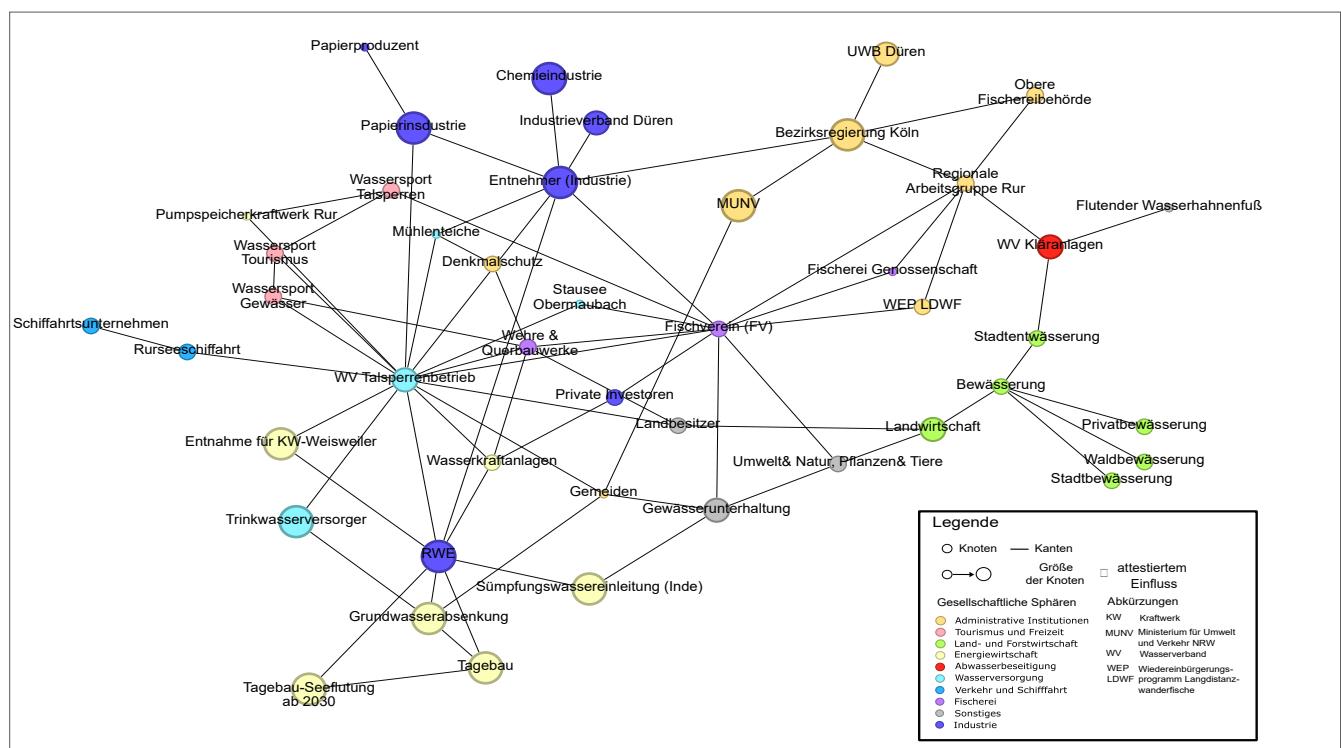


Abb. 2: Struktur des Flussnetzwerks an der Rur. Die Größe der Knoten entspricht dem attestierten Einfluss im Netzwerk.

Dargestellt wird das *wahrgenommene* Flussnetzwerk der Rur. Es fällt auf, dass die Probanden viele Entitäten in komplexen Beziehungsverhältnissen identifizieren. Das Netzwerk ist polyzentrisch aufgebaut. Die *Degree-Zentralität*¹⁹ (CD) weist als Positionsmaß die Zentralität von Entitäten anhand der Zahl zugewiesener Verbindungen aus. Die meisten Verbindungen weist der „WV Talsperrenbetrieb“ (CD=16), sowie der „Fischverein (FV)“ (CD=11) und die „industriellen Entnehmer“ (CD=8) bzw. RWE (CD=8) auf. Eher peripher werden etwa das „Schiffahrtsunternehmen“ (CD=1) sowie die „Waldbewässerung“ (CD=1) eingeordnet.

Bezeichnung der Entität	Degree-Zentralität (CD)	Betweenness-Zentralität (CB)	Einfluss (E)
WV Talsperrenbetrieb	16	0,433	2
Fischverein	11	0,286	1
Entnehmer (Industrie)	8	0,197	3
RWE	8	0,131	3
Regionale Arbeitsgruppe Rur	6	0,153	1

Tab. 3: Beispiele für die Zentralitätsmaße und den Einfluss der fünf Entitäten mit den meisten Verbindungen

Gatekeeper-Positionen lassen sich anhand standardisierter *Betweenness-Zentralitäten*²⁰ (CB) identifizieren. Diese weist Knoten aus, die andernfalls unverbundene Knoten miteinander verbinden. Analog zur *Degree-Zentralität* weisen der WV (CD=16; CB=0,433) sowie der FV (CD=11; CB=0,286) die höchste *Between-*

19 „Degree-Zentralität CD(i) misst die Zahl der direkten Nachbarn eines Knotens i anhand der Zahl der Kanten a_{ij} , die mit i mit anderen Knoten j verbindet: $CD(i) = \sum_j a_{ij}$.“ (Mutschke 2010: 367)

20 „Betweenness misst das Ausmaß, in dem ein Knoten auf kürzestem Weg zwischen anderen Knoten im Graph positioniert ist.“ (Mutschke 2010: 370)

ness auf. Hohe *Betweenness-Zentralität* bei wenigen Verbindungen wird etwa der ‚Landwirtschaft‘ (CD=3; CB=0,146), den ‚Landbesitzern‘ (CD=3; CB=0,117) sowie den ‚WV Kläranlagen‘ (CD=3; CB=0,096) zugeschrieben, was auf Gatekeeper-Positionen hinweist. Im Vergleich dazu werden der ‚Bezirksregierung‘ (CD=5; CB=0,095) sowie den ‚Gemeinden‘ (CD=4; CB=0,048) zwar mehr Verbindungen zugewiesen, sie werden jedoch weniger als brückenbauende Institutionen wahrgenommen. Klassisch-hierarchische Zuständigkeiten, die qua Gesetz bei den Wasserbehörden liegen, werden in der Peripherie des Netzes verortet. Ein anderes Bild zeichnet sich beim Einfluss²¹ (E): Auf einer Skala von 1 bis 3 werden dem Wirtschaftssektor, z.B. ‚industrielle Entnehmer‘ (E=3), RWE (E=3) inklusive assoziierter Prozesse wie der ‚Grundwasserabsenkung‘ (E=3) sowie der ‚Papierindustrie‘ (E=3), hohe Einflüsse attestiert. Auch administrative Institutionen und Infrastrukturverwaltungen finden sich hier, z.B. ‚Bezirksregierung Köln‘ (E=3), das MUNV (E=3) sowie der ‚WV Talsperrenbetrieb‘ (E=3) und die ‚Trinkwasserversorger‘ (E=3). Geringen Einfluss attestieren die Befragten etwa der ‚Rurseeschifffahrt‘ (E=1) sowie der ‚Oberen Fischereibehörde‘ (E=1).

5. Transformative Netzwerke und schwierige Triaden

Die Struktur des Netzwerks zeigt Tendenzen, ist jedoch aus zwei Gründen nur begrenzt aussagekräftig. Erstens ist sie durch die (Selbst-)Wahrnehmung der Probanden geprägt, was sich in den Zentralitätsmaßen widerspiegelt. Zweitens werden nicht alle Beziehungen eingezeichnet oder erwähnt, etwa weil sie als selbstverständlich gelten. Einen detaillierten Einblick geben die analysierten Diskussionen unter den Probanden.

²¹ Der Einfluss wurde in die Analyse einbezogen, wenn er von Probanden hinterlegt wurde. Von der Betrachtung des Einflusses sind die ergänzten Entitäten ausgeschlossen.

Transformative Komposition: Das Wanderfischprogramm

Der Fischerverband rekonstruiert die Komposition eines besonderen hydrosozialen Netzwerks. Die Angler*innen pflegen intensive, langjährige Verbindungen zur Rur, zu deren Flora und Fauna. Sie verfügen über besondere (Orts-)Kenntnisse und entsprechendes Umweltwissen, wie der WV bestätigt [WV; #00:51:09-9#]. Veränderungen des Flusses dokumentieren sie anhand eigenständiger, halbjährlicher Untersuchungen [FV; #00:20:15-7#]. Durchgeführte, chemische Untersuchungen zeigen momentane Wasserqualitäten, wohingegen biologischen Faktoren (z.B. Anzahl der Insekten und Pflanzenwuchs) langfristigere Prozesse abbilden. Anhand des Bestandes des ‚flutenden Hahnenfußes‘ deuten die Angler*innen etwa die Wasserqualität der Rur, was eine strategische Allianz mit ökologischen Entitäten darstellt [FV; #00:53:21-8#]. Seit 1996, deutlich vor der WRRL, besteht eine zweite sozial-ökologische Allianz: Der FV setzt sich seither für die ‚Wiedereinbürgerung der Langdistanzwanderfische‘ (WEP LDWF) ein, um ‚aus der Rur wieder einen Lachsfluss zu machen‘ [FV; #00:55:40-7#] und die Querbauwerke zu reduzieren. Für Langdistanzwanderfische wie den Lachs²² stellen Querbauwerke und Stauanlagen an der Rur unüberwindbare Hindernisse dar. Daher wurde eine regionale AG gegründet, die neben Fischverein und dem Wasserverband weitere wichtige Entitäten²³ versammelt:

„Wir haben durch dieses Lachsprogramm, [...] haben wir eine [...] regionale Arbeitsgruppe Rur. Da ist die

²² „[...] da gehört auch der Aal dazu, und da gehören am Rhein noch viele/ Maifisch, Meerforellen gehören dazu. Alle, die Fische, die zwischen Süß- und Salzwasser pendeln.“ [FV; #01:06:35-7#]

²³ „[W]ir als ja Initiator [...], dann der Wasserverband, [der] [...] für die Unterhaltungsmaßnahmen zuständig ist, dann die Obere Fischereibehörde, die Obere Wasserbehörde, also Bezirksregierung Köln, [...] mit ihren Fachgremien. [...] Die Obere Fischereibehörde ist auch der Veranstalter, der Einlader, die führen die Protokolle [...].“ [FV; #01:08:30-1#] Die AG vertritt die Rur im landesweiten Wanderfischprogramm NRW, das vom MUNV unterstützt wird.

Obere Fischereibehörde beteiligt, also die Bezirksregierung [...]. Das sind also die wichtigen Leute, die mit der Rur zu tun haben. Da geht es auch [...] um die weiteren Umbaumaßnahmen, die eigentlich durch die Wasserrahmenrichtlinie gefordert sind, die aber halt schwer durchzubringen sind, manchmal auch gegenüber der Landwirtschaft und so weiter.“ [FV; #01:05:28-3#]

Der Fischverein richtete 1998 ein eigenes Lachsbruthaus ein und setzt seither Lachse aus, um deren Wanderwege zu prüfen [FV; #01:08:30-1#]. Querbauwerke und Staustufen stehen auch der Renaturierung der Rur im Weg, die die WRRL eingefordert. Mit der AG findet der FV neben den Fischen selbst neue Verbündete gegen die Querbauwerke:

„Mir ging es nicht darum, in die Rur den Lachs zu bekommen, sondern der Lachs war für mich damals schon ein *politisches Zugpferd*. Ich wollte mit dem Lachs das erreichen, was heute diese Wasserrahmenrichtlinie erreichen soll. Dass diese komischen Wehre verschwinden. Aber da gab's die Wasserrahmenrichtlinie noch nicht. Die Querbauwerke stehen da zum Teil auch schon unter Denkmalschutz. Da kommen sie nicht ran, da sind so viele! Das ist das Problem.“ [FV; #00:55:40-7#, Herv. T.F.]

Das transformative Netzwerk aus Fischer*innen, der AG und den Lachsen ist eine Komposition „ökologischen Eigensinns“ (Schaupp 2024: 49 ff.): Die Fischer*innen nutzen lokales Erfahrungswissen und binden Wanderfische ein, um transformative Prozesse anzustoßen. Querbauwerke wie auch die Mühlenteiche stehen an der Rur unter Denkmalschutz. Sie zu entfernen ist kompliziert: Zunächst aufgrund ihrer Materialität: „Die können sie nicht so einfach wieder weg machen. Man könnte da ja vielleicht natürliche Bachläufe Nebenflüsse der Rur daraus machen. Aber die sind ja auch einbetoniert [...].“ [FV; #00:56:50-1#] Die vergleichsweise jungen Allianzen rund um die Wanderfische intervenieren als transformative Netzwerke in die bestehenden und vor allem materialisierten Regime der Querbauwerke und Mühlenteiche, die historisch gewachsen sind und langfristige, rechtlich geschützte Eigenzeiten aufweisen. Möglichkeiten zur Entfernung der Querbauwer-

ke, können sich kriseninduziert ergeben, etwa wenn die Rur selbst die Querbauwerke umgeht, da diese dann ihre Funktion verlieren.

„[B]ei uns in der Strecke sind zwei [...] Wehre und da hat die Rur sich das einfach erlaubt und hat sich nicht aufhalten lassen. [...] Über das Wehr lief gar nichts mehr und die Rur hat daneben ihr eigenes Bett gesucht. Und dieses Wehr hat man dann ganz entfernt. Wasserverband zuständig, muss ich auch sagen, sehr gut! Die haben [...] da eine sogenannte Gleitzone, Solgleite, [...] so einen beschränkten Abschnitt [installiert], wo aber die Fische auf- und absteigen können auch.“ [FV; #00:58:17-4#]

Der Wasserverband tritt hier als Verbündeter des Wanderfischprogramms auf und bemüht sich, Flächen im Umfeld der Querbauwerke von Landwirt*innen und häufig auch -eigentümer*innen zu erstehen, um „[...] dort ein seitliches Gerinne zu machen, wo die Fische vorbeikommen, auf- und absteigen können.“ [FV; #01:09:44-4#] Aber „[...] da gibt keiner was her. Das ist schwer, daran zu kommen.“ [FV; #01:09:44-4#] Institutionalisierte Eigentumsverhältnisse sind hier entscheidend, die ebenfalls rechtlichen Schutzstatus genießen, somit langfristig angelegt sind und Transformationsprozesse erschweren (können). Darüber hinaus werden Querbauwerke mancherorts mit Wasserkraftanlagen versehen, die eine Bedrohung für die Fische darstellen, denn „[...] wenn unsere abwandernden kleinen Lachse denn da unten geschnetzt rauskommen, haben wir auch nichts gewonnen.“ [FV; #01:28:59-5#] Die Wiedereinbürgerung des Lachses trübt die Aussichten für Wasserkraftanlagenbetreiber*innen, da das Installieren an Flüssen des Programms entweder verboten oder mit zusätzlichen (auch finanziellen) Auflagen, wie dem Einrichten von Fischtreppen, verbunden wird [FV; #01:28:59-5#]. Zusätzlich forciert die WRRL den Schutz der Gewässer.

Ein transformatives Netzwerk bildet der lokale Fischverein als Institution, der den ökologischen Eigensinn der Wanderfische aufgreift [Interventionsebene], sich früh für fischfreundliche Transformationen und Renaturierungen an der Rur einsetzt und die AG Rur initiiert, die zentrale Akteure versammelt [Interakti-

onsebene]. Unterstützt wird die Initiative durch den Druck der WRRL zum Schutz der Fließgewässer. Dort sind auch transformationsbremsende Regime verortet, etwa in Flächeneigentumsverhältnissen sowie dem historischen Schutz von Mühlenteichen und Querbauwerken [Ebene des sozial-ökologischen Kontextes]. Zielkonflikte auf der Interventionsebene zeichnen sich zwischen zwei potentiell transformativen Netzwerken ab; tendenziell CO2-arme Wasserkraftanlagen an Querbauwerken stehen dem Schutz der Wandoberfische entgegen.

Schwieriges Rurregime

Die Zentralitäten des Fischvereins sowie des Wasserverbands strukturieren das Netzwerk. Ihre Positionen sind aufgrund ihrer *Institutionalisierung* und ihren Beziehungen zu flussnahen Akteuren plausibel. Der Fischverein gibt an, wie lange er sich bereits im Feld bewegt, „[j]etzt, wo ich mich auch schon 30, 40 Jahre mit der Rur da auskenne.“ [FV; #00:09:25-7#] Pegelstände der Rur werden erinnert: „[...] 1996, ein ganz heißer Sommer, ein ganz trockenes Jahr. Da sind im Schnitt 5,5 Kubik gelaufen.“ [FV; #01:32:27-2#] Das Verhältnis zur „Chefin der Gewässerunterhaltung“ des Wasserverbands ist freundschaftlich und auf „Du-Ebene“ [FV; #01:11:39-6#]. Die personelle Stabilität im Fischverein kann sogar größer als die innerhalb des Wasserverbands sein, da „[...] die Alten langsam in Rente gehen, und wir überleben das Ganze“ (FV; #01:14:03-4#), was zeigt, dass es sich sowohl bei dem Fischverein als auch dem Wasserverband um langfristige Institutionen handelt.

Über vernetzte Talsperren und Staustufen (Schwammenauel, Obermaubach, Heimbach) reguliert der Wasserverband den Wasserstand der Rur, der u.a. für den Fischbestand entscheidend ist. Er ist auch in Trockenphasen dazu verpflichtet, eine Mindestabgabemenge von 5m³/s Wasser aus den Talsperren nicht zu unterschreiten. „Es ist aber selbst in den trockenen Jahren, als die [der WV, T.F] 15, 16 Meter unter Stauziel waren, sind bei uns immer diese fünf Kubikmeter gelaufen.“ [FV; #00:08:55-8#] Die Mindestwasserabgabe moderiert den Wasserhaushalt; ein

Niedrigwasser oder Trockenfallen der Rur ist nahezu ausgeschlossen, solange sich Wasser in den Talsperren befindet. Die gesetzlichen Verpflichtungen zur Abgabe ergeben sich u.a. seitens der Industrie: „Das sind die der Industrie gegenüber verpflichtet, das heißt, niedriger als fünf Kubikmeter kann es bei uns nicht gehen.“ [FV; #00:07:18-9#] Flussabwärts zeigen sich die Abhängigkeiten, denn im Dürener Bereich der Mittleren Rur entnehmen etwa die Papier- und die Chemieindustrie über die Mühlenteiche Wasser aus der Rur (das bestätigt auch der WV), was – zum Leid der Fischer*innen – den Wasserstand im Hauptarm der Rur reduziert:

„Wir haben das Problem gerade im Raum Düren; dort ist halt die Industrie, und die hat neben der Rur noch Versorgungssteiche, die die separat mit Wasser versorgen. Und dieses Wasser wird von der Rur abgezweigt. Das heißt, von den fünf Kubikmetern, die in Maubach runterkommen, gehen nochmal drei Kubikmeter an die Industrie. In dem eigentlichen Rurlauf bleiben nur zwei Kubikmeter, und das sieht bei uns dann manchmal schon ein bisschen/ ja Rinnslal ist übertrieben, aber es geht dann doch um einiges runter.“ [FV; #00:08:55-8#]

Die Rur wird nicht allein aus der Talsperre gespeist, sondern von Wassernutzer*innen und Anliegern auch „aufgefüllt“. Die Unternehmen führen flussabwärts z.B. über die Mühlenteiche, oder über Kläranlagen Wasser zurück. „Es gibt natürlich gewissen Verlust durch die Industrie.“ [WV; #00:10:31-1#] Doch auch die Industrie bereitet Brauchwasser auf und reduziert Entnahmemengen; „Obwohl die Industrie [...], die haben sehr viel gemacht, die arbeiten sehr viel mit internen Kreislaufsystemen, die entnehmen gar nicht mehr so viel Wasser aus diesen Teichen, vor allen Dingen leiten nichts mehr ab in die Teiche. Früher wurden Schmutzwasser in die Teiche zurückgeleitet, und das ist alles nicht mehr da.“ [FV; #00:20:15-7#] Neben der Wassermengenregulation gewährleisten die Talsperren auch den Hochwasserschutz.²⁴ Die Angelnden arrangieren sich mit der

²⁴ „Das hat man [...] bis in die siebziger Jahre gemacht, dass man die Gewässer so ausgebaut hat, dass sie entsprechend Hoch-

(ganzjährig) kontrollierten Abgabe, denn bei zu hohem Wasserstand lässt es sich nicht Fliegenfischen. Industrielle Wasserentnahmen an der Rur materialisieren sich in den Mühlenteichen, an denen sich seit jeher industrielle Entnehmer versammeln. Zum Teil manifestieren sehr alte Wasserrechte ihre Ansprüche:

„[B]ei uns sind wir das gewohnt, dass die Industrie dieses Wasser braucht. Dafür wurden vor über 200, 300 Jahren fast/ sind diese Mühlenteiche alt. Die wurden immer für die Papierindustrie gebraucht und auch Stoffindustrie, und das sind noch ganz alte Wasserrechte, die die haben, die dann das Wasser, was in die Mühle und Teiche abgeht. Ob man jetzt da mal nachrechnen kann [...]: "Kommen wir mit etwas weniger zurecht?", das wäre dann eine zweite Schiene. Aber ich glaube nicht, dass einer an seine Wasserrechte rangeht und die so ohne Weiteres einschränkt.“ [FV; #00:20:15-7#]

Wie viel einzelne Unternehmen entnehmen, ist zwar in Wasserbüchern vermerkt, jedoch intransparent.²⁵ Wasserentnahmen sowie andere Wassernutzungen (Wasserkraftanlagen, Eingriffe in den Gewässerlauf etc.) müssen durch die Bezirksregierung Köln respektive die UWB Düren, nach §8 bis §10 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) genehmigt werden. Das Recht auf Wasserentnahmen kann je nach Nutzung zwar befristet werden, ist allerdings eher auf langfristige Arrangements ausgelegt.²⁶ Sog. „alte Wasserrech-

wasser unschädlich abführen, und bloß nicht ausufern. [...] [U]nd selbst die Rur zwischen Heimbach und Obermaubach, die eigentlich sehr natürlich erscheint, hat aber nur sehr wenige wirklich natürliche Strecken. [...] Und das ist auch nicht schön für die Fische, weil natürlich da unterschiedliche Habitate nicht angeboten werden, unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten, auch Bereiche und man sich verstecken kann und so weiter.“ [WV; #00:34:29-3#]

25 Industrielle Wasserentnahmen in NRW veröffentlichte Correctiv: 2019 waren die Tagebaue der RWE Power AG Hambach (310.219.390 m³/a), Garzweiler (113.404.135 m³/a) und Inden (66.344.074 m³/a) die größten Entnehmer (Joeres et al. 2022). Der Kreis Düren ist einer der Kreise, indem der BUND (2025: 23) akuten Grundwasserstresses aufgrund nicht-öffentlicher Entnahmen identifiziert.

26 WHG (Abs. 2 §14, 2009): „Die Bewilligung wird für eine be-

te“ bilden nach WHG Abs. 2 §20 eine Ausnahme. Sie wurden vor 1957 ausgestellt, aufrechterhalten und übernommen (Schoster 2023). „Traditionsreiche“ Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe berufen sich auf solche Rechte, die ihnen z.T. sehr günstige Entnahmekonditionen sichern.²⁷ Das sich verändernde Wasserdargebot findet dabei bisher kaum Berücksichtigung.

An der Rur übernimmt einer von neun sondergesetzlichen Wasserverbänden in NRW zentrale Aufgaben der Gewässerunterhaltung, der Brauch- und Trinkwasserversorgung sowie des Hochwasserschutzes. Wasserkraft und touristische Nutzungen haben eine niedrigere Priorität. Die Aufgaben des Wasserverbandes weisen zum Teil konkurrierende Ziele auf; etwa den Hochwasserschutz durch niedrige Talsperren-Füllstände zu gewährleisten und Trockenphasen mit hohen Füllständen auszugleichen. Das Talsperrenmanagement muss daher neben den gesetzlichen Aufgaben heterogene Ansprüche (Industrie, Trinkwasserversorgung, Tourismus bis zu Fischvereinen) bei sich wandelnden meteorologischen und hydrologischen Bedingungen moderieren. Das ist keine triviale Aufgabe, denn „[d]as ist keine Badewanne, in der man mal kurz den Stöpsel zieht und wieder reinsteckt. Das sind immerhin ein paar Millionen Kubikmeter [...].“ [FV; #00:38:01-3#]

Hydrologisch relevant sind außerdem große Entnehmer (RWE, Papier-, Chemieindustrie). Für den sicheren Tagebaubetrieb wird das Grundwasser in der Region künstlich abgesenkt. Geförderte Sümpfungsgewässer werden dann über die Inde in die Rur

stimmte angemessene Frist erteilt, die in besonderen Fällen 30 Jahre überschreiten darf.“

27 Die Rechte auf Wasserentnahme regeln die Landeswassergesetze, das WHG sowie die WRRL. An der Rur werden gewerbliche Wasserentnahmerechte kleinerer Mengen bei der UWB Düren beantragt. Die Bezirksregierung Köln ist für Entnahmen „von mehr als 600.000 m³/a“ zuständig, wobei ab 5.000 m³/a eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wird. Wasserentnahmen im Zusammenhang mit dem Bergbau prüft die Bezirksregierung Arnsberg (Bezirksregierung Köln o.A.). Die WRRL sieht grundsätzlich eine zeitliche Begrenzung und regelmäßige Überprüfung der Entnahmerechte vor (EU-Richtlinie 2000/60/EG, 2000L0060, Art. 11 Abs. 3e, 2020).

geleitet (ca. 300 l/s; WV; #01:25:34-0#), was zwar den Abfluss der Rur erhöht und die chemische Belastung reduziert, allerdings auch neue stoffliche Belastungen aus dem Tagebau mit sich bringt [WV; #01:22:39-0#]. Bleiben Einleitungen aus, wird sich das im Wasserstand der Rur bemerkbar machen. RWE nutzt Wasserentnahmen u.a. zur Kühlung des Kohlekraftwerks Weißweiler. Für die Stabilität des Rurabflusses, an dem Energieversorgungsinfrastrukturen und Arbeitsplätze hängen, sorgt der Wasserverband mittels Talsperre:

„[E]s ist auch so, dass die Ausfallsicherheit sehr, sehr hoch ist von diesen fünf Kubikmetern Abfluss die Sekunde, weil natürlich da ne ganze Menge Industrie da ist. Also, sobald wir nicht mehr genug Wasser liefern, kriegt die Industrie Probleme, und da hängen viele Arbeitskräfte dran, und das [...] ist schon eine sehr, sehr hohe Priorität.“ [WV, #00:34:29-3#]

Aufgrund seiner sondergesetzlichen Struktur sind Wasserentnehmer (wie auch Kommunen) im Wasserverband stimmberechtigt und können relativ zum ökonomischen Kapital unmittelbaren Einfluss auf das Wassermanagement nehmen:

„Die Trinkwasserversorger, die Entnehmer, und auch [...] die Entnehmer [...] für das Kraftwerk in Weißweiler, hier da haben wir RWE. [...] Und eben alle, die Vorteil haben von dem, was der Wasserverband [...] macht, die müssen auch zahlen, dürfen aber gleichzeitig bestimmen, wie wir das tun. [...] Es gibt einmal pro Jahr die Verbandsversammlung, wo die wichtigen Sachen bestimmt werden, und [...] ein Aufsichtsrat, der sogenannte Verbandsrat, [...] und jeder, jedes Mitglied, hat so viel Mitspracherecht, wie es zahlt. Es hängt eigentlich wirklich an den Euros, weil je mehr man zahlt, desto mehr hat man auch Vorteil, ne? So sind die Verbandsregeln [...] ausgelegt, und genauso wird das auch gewichtet. Das heißt, große Entnehmer haben mehr Rechte, also mehr Mitspracherecht, als kleine Entnehmer und bei großen Entnehmern, das ist hauptsächlich die Papierindustrie und RWE mit der Kraftwerksentnahme, [...], und halt die Trinkwasserversorger, [...] in Sachen Wasserrecht sind das die großen Player. Es gibt natürlich auch so kleine [...] Fischereibetriebe, die ein Entnahmerecht haben,

oder irgendwelche Gartenbaubetriebe, die auch mal Wasser entnehmen, auch wir haben noch keine landwirtschaftlichen Betriebe bei uns als Mitglied, weil da die Entnahmen sporadisch, die sind sehr klein, und dann lohnt es sich nicht, da äh diejenigen als Mitglied zu führen, weil das mehr Verwaltungsaufwand ist, als nachher nutzen hat, und der Bauer muss ja dann auch zahlen.“ [WV, #00:43:29-0#; #00:46:45-0#]

Industrielle Entnehmer (inklusive der Energie- und Trinkwasserversorgung), der Wasserverband und die Wasserrechte vergebenden Behörden bilden somit eine institutionalisierte *schwierige Triade*, die als „*water regime*“ (Orlove/Caton 2010: 407) das Wassermanagement der Rur maßgeblich gestalten. Die Komposition ist eindeutig langfristig angelegt und in den vernetzten Abhängigkeiten (z.B. der Mindestabgabemengen, die für Energieversorgung und Industrie unabdingbar sind), zeigen sich die institutionellen *lock-ins*. Zwar kommt dem Wasserverband mit der Gewässerunterhaltungspflicht und den Mindestabgaben die Rolle des regionalen, hydrologischen Taktgebers zu. Er wird aber (zumindest partiell) von industriellen Entnehmern finanziert und beeinflusst [*instrumenteller Einfluss*], die wiederum Wasserentnahmerechte bei administrativen Behörden beantragen, die ebenfalls den Wasserverband beaufsichtigen. Administrationen und Politik, sei es auf kommunaler, Stadt- oder Landesebene streben wiederum den Erhalt des industriellen Gewerbes inklusive Arbeitsplätze und Wirtschaftsleistung an [*broader institutional power*]. Das institutionelle Arrangement ist aber auch für die Rur konstitutiv, da die Talsperre Hochwasserereignisse sowie ein Trockenfallen der Rur verhindern [*material strategy*]. Es wird deutlich, dass es sich hierbei um einen „*historical bloc*“ (Geels 2014) handelt, der die interdependenten, institutionellen Erwartungshaltungen und Abhängigkeiten im Sinne der „*broader institutional power*“ moderiert. Auffällige diskursive Strategien – prognostisch oder diagnostisch – sind meist obsolet, denn Infrastruktursysteme verbleiben „unterhalb [der Schwelle] unserer Aufmerksamkeit und werden nur problematisiert, wenn die fraglosen Erwartungen an einen reibungslosen Ablauf enttäuscht werden“ (Kropp

2018: 190). Aufgrund der weitreichenden, komplexen Vernetzung und Materialisierung der Komposition bestehen Risiken für Kaskadeneffekte: Etwa, wenn mangelnde Wasserverfügbarkeiten die Industrie oder die Energiesicherheit beeinflussen, oder für den (noch) unwahrscheinlichen Fall einer Überlastung der Rurtalsperre [Interaktionsebene]. Talsperren, Flussinfrastrukturen, Mühlenteichen und die Grundwasserabsenkung zeigen, wie tief und langfristig das Netzwerk in die Landschaft inskribiert ist. Langlebige und z. T. alte Wasserrechte illustrieren außerdem den Grad der legislativen Institutionalisierung [Ebene des sozial-ökologischen Kontextes].

Zur Dekonstruktion eines Regimes

Das mit der Bezirksregierung abgestimmte Talsperrenmanagement der Rur richtete sich an relativ konstanten saisonalen Niederschlägen der Vergangenheit aus. Für den Hochwasserschutz im Winter wurde der Stauraum zu dieser Zeit niedrig gehalten. Im Frühjahr hingegen, wenn Starkregenereignisse eher seltener auftraten, konnten die Talsperren gefüllt werden, um trockene Sommer zu überbrücken [WV; #00:31:38-0#]. Durch den Klimawandel verändern sich saisonale Niederschlagsintensitäten, was eine Adaption des Talsperrenmanagements erfordert: „Und es ist wirklich so, dass sommerliche Hochwasserereignisse, wenn sie heftig sind, sind sie sehr stark, aber sie sind auch sehr, sehr selten, so [...] dass man wirklich 100 Jahre gucken muss [...]. Dieses Jahr war es ganz außergewöhnlich. Da haben wir bis Mitte Mai riesen Zuflüsse gehabt. [...] Darum waren die Abgaben hoch [...] und das ist halt sehr, sehr ungewöhnlich. Durch den Klimawandel erwarten wir schon, dass [sich] diese Frühlingssaison schon verändert. Aber es ist noch nicht ganz eindeutig, in welche Richtung. Da können die Klimaprojektionen auch noch nichts Eindeutiges ergeben. Da muss man halt ein bisschen wachsam bleiben.“ [WV; #00:31:38-0#] Einen klimawandelbedingten Anpassungsdruck lässt sich nach Geels (2014: 23) als „landscape pressure“ verstehen, der Regime unter Druck setzt und *Phasen der Dekonstruktion* einleiten kann. Wenn radikale

Änderungen des Wasserdargebots bestehende Infrastrukturen wie Talsperren an operationskritische Grenzen bringen, dann handelt es sich zeitsoziologisch nicht (mehr) um unwahrscheinliche Ereignisse mit großem Effekt („black swans“), sondern um erdsystemische Eigendynamiken, die infrastrukturelle und institutionalisierte Arrangements überholen. Die Wechselwirkungen zwischen der eigentlich langsameren Ebene des sozial-ökologischen Kontextes und der stabilisierter Regimekompositionen werden für letztere zur Herausforderung.

An der Rur zeichnet sich außerdem eine Dekonstruktion bzw. Neukonstitution ab, weil die durch RWE betriebene Kohleförderung circa 2030 enden soll. Mit dem Tagebaustop ist ein Ende der Entnahmen für die Kohlestromproduktion in Sicht, sobald die vorhandene Restkohle verbraucht ist. Die Zukunftsplanung von RWE sieht die Flutung des Tagebaus Hambach vor. Das Wasser der Rur könnte dann zur Tagebauflutung genutzt werden. Ein kleiner Teil (ca. 0,5 m³) könnte ein geplantes Wasserstoffkraftwerk versorgen, für das bereits Wasserrechte beantragt wurden. Die Grundwasserabsenkung würde allerdings vorerst aufrechterhalten, aufbereitet und in den Tagebaussee – nicht mehr über die Inde in die Rur – geleitet, damit das Grundwasser nicht durch den umliegenden Abraum versauert [WV; #01:25:34-0#].

6. Unbekannte Gewässer?

Ausgangspunkt des Beitrags war die Frage nach relevanten Netzwerkkompositionen an der Rur, mit dem Ziel, Mikrokonstellationen zu identifizieren, die Transformationsprozesse beschleunigen oder auch verlangsamen. Mit der *integrativen Netzwerktheorie* (Laux 2014) wurde ein relational-dynamisches Theorieangebot adaptiert, das nicht-reduktiv angelegt ist und Materialität integriert. Von besonderem Interesse waren transformationsrelevante Kompositionen: „Transformative Netzwerke“ und „schwierige Triaden“ (Kap. 1). Die Konzepte, die auf die „Eigenzeiten“ (Rephol 2024) und assoziierte Zeithorizonte der Netzwerkkompositionen scharfstellen, ermöglichen es, Dynamiken im Netzwerk hervorzuheben. Anschlie-

ßend wurden digitale, gruppenbasierte Net-Maps (Schiffer/Hauck 2010) als *mixed-methods* Analyseinstrument (Kap. 2) und die Rur als Untersuchungsgebiet vorgestellt (Kap. 3). Eine Übersicht über das Flussnetzwerk wurde mittels einer strukturellen Analyse des Netzwerks entwickelt (Kap. 4). Auf Basis qualitativer Daten und entlang der Ebenen des sozial-ökologischen Kontextes, der institutionellen Arrangements und sozial-ökologischer Interventionen (s. Tab. 2) wurden dann transformative Netzwerke und komplexe „Regime“ (Geels 2014) als schwierige Triaden im Flussnetzwerk aufgezeigt und Wechselwirkungen zwischen den Ebenen des sozial-ökologischen Kontextes und der Interaktionsebene skizziert (Kap. 5).

Für die Suche nach relevanten Entitäten, deren Relationen sowie entscheidenden Mikrokonstellation an der Rur (s. Tab. 1) erwiesen sich Net-Maps als pragmatisches Instrument der Netzwerkanalyse, welches den Probanden erlaubte, schnell eine geteilte, relationale Perspektive zu entwickeln. Sie schufen sowohl einen Überblick (strukturelle Analyse) als auch detaillierte Einblicke (qualitative Analyse). Sie eigneten sich daher, um via „quick ethnography“ (Schiffer/Hauck 2010) zu „thick descriptions“ (Hollstein 2014) zu gelangen und die *black box* des lokalen Wassermanagements zu öffnen. Dennoch bleiben die Netze probandengeprägt: Ökologische Entitäten (wie Pflanzen, Fische und Flüsse) werden zwar eingebunden, aber Natur|Kultur-Dichotomien und ressourcenfokussierte Kontrollperspektiven dominieren, sodass sie eher selten auftreten und einseitig assoziiert sind. Net-Maps bieten einen „best account“ (Rosa 2020: 206) mit Optimierungsspielräumen; etwa das Aufzeigen von Wandel und Transformationen durch wiederholte Erhebungen oder die stärkere Integration komplexer, materialisierter Infrastrukturen und multiplexer Beziehungen.

Für die Analyse des *hydrosozialen* (Schulz/Gros 2024) Flussnetzwerks und dessen heterogenen Entitäten (z.B. Bauwerke, Gesetzestexte, Fische, Administration, Energieversorgung, Talsperren) wurden im Kontext der Transformationsdebatte zwei Mikrokompositionen besonderen Typs theoretisch entwickelt und empirisch expliziert: das „transformative Netzwerk“

und die „schwierige Triade“. Sie verknüpfen zeitsoziologische und netzwerkanalytische Elemente und zeigen Kompositionen mit individueller Eigenzeit auf, die unterschiedlich institutionalisiert und materialisiert sind. Lokale Mikrokonstellationen und Beziehungsformen variieren stark, wobei manche Verhältnisse deutlich weitreicher, institutionalisierter und langfristiger angelegt sind, als andere. Als ein transformatives Netzwerk wurde die Mikrokonstellation rund um das Wanderfischprogramm herausgearbeitet, in der sich der Fischverein und andere den „ökologischen Eigensinn“ (Schaupp 2024) der Wanderfische zu Nutze machen. Sie bilden relativ zur Netzwerkökologie eine dynamische Komposition des Flussnetzwerks, die „langsamere“, historische Konstellationen, allen voran die Querbauwerke, zu dekonstruieren versucht. Sie bündeln Transformationsbestrebungen im Netzwerk, erhalten legislativen Rückenwind seitens der WRRL und synchronisierten Anliegen der Fischer*innen sowie des Wasserverbands. Einflussreicher erscheint hingegen das „schwierige Rurregime“, dass via Talsperre den Wasserhaushalt der Rur moderiert und in ein komplexes Netzwerk aus Mühlenteichen, Wasservergaberechten, industriellem Gewerbe und (Energie-) Infrastrukturen eingebettet ist. Die Materialisierung in Infrastrukturen, Artefakten, Rechten und die institutionellen Arrangements zwischen Stadt, Land, Energieversorgung, Industrie und dem Fluss erschweren aufgrund ihrer komplexen Interdependenzen sozial-ökologische Transformationsvorhaben.

Großen Transformationen betreffen soziometabolische Prozesse an der Grenze zwischen Natur und Gesellschaft, die sich in oft undurchsichtigen, materialisierten Infrastrukturen und hinter komplexen institutionellen Arrangements verbergen. Der Beitrag zeigt, wie die Komplexität eines hydrosozialen Netzwerks im Kontext flussnaher Transformationsprozesse entschlüsselt werden kann. Es wird deutlich, dass es sich bei dem Flussnetzwerk nicht nur um historische, materialisierte und daher unabänderliche „Strukturen“ handelt, sondern um mal stabilere, mal lockerere, mal komplexe, mal triviale Kompositionen mit je eigenen Rhythmen. Net-Maps eröffnen

einen pragmatischen, kontingenzöffnenden Einblick in oft undurchsichtige Flussnetzwerke. Konzepte, wie die transformativen Netzwerke, die schwierigen Triaden, ökologischer Eigensinn und Regime bilden das Vokabular, um anschließend zu erklären, wie (Mikro-)Kompositionen in dynamischen und sozial-ökologischen Netzwerken Transformationsprozesse beeinflussen.

Acknowledgements

Die diesem Artikel zugrundeliegenden Daten und Forschungsarbeit wurde im Kontext des BMBF geförderten Forschungsprojektes »DRYRIVERS – Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsähiges Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM)«. Ich bedanke mich insbesondere bei den Befragten sowie für wertvolle Diskussionen mit dem Team des Lehrstuhls für Technik- und Organisationssoziologie der RWTH Aachen University.

Disclosure Statement

Die Forschungsarbeit ist in Abwesenheit jeglicher kommerziellen oder finanziellen Beziehungen entstanden, die potenzielle Interessenkonflikte mit sich könnten.

Literatur

- Adloff, F./Neckel, S. (2020): *Gesellschaftstheorie im Anthropozän*. Frankfurt: Campus Verlag.
- Ball, J./Hauck, J./Holland, R. A./Lovegrove, A./Snaddon, J./Taylor, G./Peh, K. S.-H. (2022): Improving governance outcomes for water quality: Insights from participatory social network analysis for chalk stream catchments in England. In: *People and Nature*, Band 4, Heft 5, S. 1352-1368. <https://doi.org/10.1002/pan3.10390>
- Barad, K. (2023): *Agentieller Realismus* (5. Aufl.). Berlin: Suhrkamp.
- Bastian, M. (2015): *Gephi* (0.10.0) [Software]. Online: <https://gephi.org/> [Zugriff: 14.04.2025].
- Bezirksregierung Köln (o.A.): Genehmigung von Wasserentnahmen aus Grund- und Oberflächenwasser. Online: <https://www.bez-reg-koeln.nrw.de/themen/umwelt-und-natur/wasserwirtschaft/wasserversorgung/genehmigung-von-wasserentnahmen-aus-grund> [Zugriff: 26.08.2025].
- Blackbourn, D. (2007): *The conquest of nature: Water, landscape, and the making of modern Germany*. New York: W.W. Norton & Company.
- Blühdorn, I. (2024): *Unhaltbarkeit. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Berlin: Suhrkamp.
- Bodin, Ö. (2017): Collaborative Environmental Governance: Achieving Collective Action in Social-Ecological Systems. In: *Science*, Band 357, Heft 6352, S. 1-8. <https://doi.org/10.1126/science.aan1114>
- Bodin, Ö. (2023): Social-ecological networks: What are they, why are they useful, and how can I use them. In: McLevey, J./Scott, J./Carrington, P. J. [Hrsg.]: *The Sage Handbook of Social Network Analysis* (2. Aufl.). London: SAGE Publications Ltd.
- BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2025): Grundwasserstress in Deutschland. Institut für sozial-ökologische Forschung. Online: <https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/grundwasserstress-in-deutschland/> [Zugriff: 22.07.2025].
- Callon, M. (1984): Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. In: *The Sociological Review*, Band 32, Supplement 1, S. 196-233. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1984.tb00113.x>
- Crutzen, P. J. (2002): Geology of mankind. In: *Nature*, Band 415, Heft 6867, S. 23-23. <https://doi.org/10.1038/415023a>
- Crutzen, P. J./Stoermer, E. F. (2000): The 'Anthropocene'. In: *IGBP Newsletter*, Nummer 41, S. 17-18. Online: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf> [Zugriff: 14.04.2025].
- Deutsches Talsperrenkommitee e.V. (2013): *Talsper-*

- ren in Deutschland. Wiesbaden: Springer Vie- weg. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2107-2>
- Domínguez, S./Hollstein, B. (2014): Mixed Methods Social Networks Research: Design and Applications (1. Aufl.). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139227193>
- EU-Richtlinie 2000/60/EG (2000, 23. Oktober): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wassерpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1). Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=DE> [Zugriff: 14.04.2025].
- Fischer, M./Ingold, K. (2020): Networks in Water Governance. Basel: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46769-2>
- Folke, C./Polasky, S./Rockström, J./Galaz, V./Westley, F./Lamont, M./Scheffer, M./Österblom, H./Carpenter, S. R./Chapin III, S./Seto, K. C./Weber, E.U./Crona, B. I./Daily, G. C./Dasgupta, P./Gaffney, O./Gordon, L. J./Hoff, H./Levin, S. A./Lubchenco, J./Steffen, W./Walker, B. H. (2021): Our future in the Anthropocene biosphere. In: Ambio, 50. Jg., S. 834-869. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>
- Fröhlich, D. E. (2020): Mapping mixed method approaches to social network analysis in learning and education. In: Fröhlich, D. E./Rehm, M./Rienties, B. C. [Hrsg.]: Mixed Methods Social Network Analysis. Theories and Methodologies in Learning and Education. New York: Routledge, S. 13-25.
- Geels, F. W. (2014): Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. In: RWTH-2023-03546Theory, Culture & Society, 31. Jg., Heft 5, S. 21-40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>
- Geels, F. W./Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: Research Policy, 36. Jg., Heft 3, S. 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Hansen-Ampah, A. T. (2022): Gemeinsam scheitern: Entwicklung eines netzwerkbasierten Innovationsmodells zur prognostizierenden (Nachhaltigkeits-)Analyse soziotechnischer Neuerungen [RWTH Aachen University]. Dissertation: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2023-03546>
- Härpfer, C./Franke, T. (2024): Akteur-Netzwerk-Theorie und Post Akteur-Netzwerk-Theorie. In: Stegbauer, C./Häußling, R. [Hrsg.]: Handbuch Netzwerkforschung, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 1-14. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37507-2_29-1
- Häußling, R. (2006): Ein netzwerkanalytisches Vie- rebenenkonzept zur struktur- und akteursbe- zogenen Deutung sozialer Interaktionen. In: Hollstein, B./Straus, F. [Hrsg.]: Qualitative Netzwerkanalyse. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 125-151. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90074-2_5
- Herz, A./Peters, L./Truschkat, I. (2015): How to do qualitative strukturelle Analyse? Die qualita- tive Interpretation von Netzwerkkarten und erzählgenerierenden Interviews. In: Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitati- ve Social Research, 16. Jg., Heft 1. <https://doi.org/10.17169/FQS-16.1.2092>
- Hollstein, B. (2006): Qualitative Methoden und Netz- werkanalyse - Ein Widerspruch? In: Hollstein, B./Straus, F. [Hrsg.]: Qualitative Netzwerkanalyse. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissen- schaften, S. 11-35. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90074-2_1
- Hollstein, B. (2014): Mixed Methods Social Networks Research: An Introduction. In: Domínguez, S./Hollstein, B. [Hrsg.]: Mixed Methods Soci- al Networks Research (1. Aufl.), Cambridge: Cambridge University Press, S. 3-34. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139227193.003>
- Hughes, T. P. (1986): The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. In: Social Studies of Science, 16. Jg., Heft 2, S. 281-292. <https://doi.org/10.1177/0306861386016002003>

- doi.org/10.1177/0306312786016002004
- Irvine, R. (2014): Deep time: An anthropological problem. In: *Social Anthropology*, 22. Jg., Heft 2, S. 157–172. <https://doi.org/10.1111/1469-8676.12067>
- Janssen, M.A./Bodin, Ö./Anderies, J. M./Elmqvist, T./Ernstson, H./McAllister, E. R. J./Olsson, P./Ryan, P. (2006): Toward a Network Perspective of the Study of Resilience in Social-Ecological Systems. In: *Ecology and Society*, 11. Jg., Heft 1. Online: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art15/> [Zugriff: 14.04.2025].
- Joeres, A./Huth, K./Steeger, G. (2022, 22. November): Kampf um Wasser: Diese Unternehmen dürfen Wasser auf Jahrzehnte entnehmen. *Correctiv*. Online: <https://correctiv.org/aktuelles/kampf-um-wasser/2022/11/22/klimawandel-wasser-knapp-industrie-hat-jahrzehntelange-entnahmerechte/> [Zugriff: 14.04.2025].
- Jouffray, J.-B./Blasiak, R./Norström, A.V./Österblom, H./Nyström, M. (2020): The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean. In: *One Earth*, 2. Jg., Heft 1, S. 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.016>
- Kropp, C. (2018): Infrastrukturierung im Anthropozän. In: Laux, H./Henkel, H. [Hrsg.], *Sozialtheorie* (1. Aufl.), Bielefeld: transcript Verlag, S. 181–204. <https://doi.org/10.14361/9783839440421-010>
- Khusid, A. (2024): miro (0.8.28) [Software]. Online: <https://miro.com/> [Zugriff: 14.04.2025].
- Laux, H. (2014): Soziologie im Zeitalter der Komposition: Koordinaten einer integrativen Netzwerktheorie. Weilerswist: Velbrück.
- Laux, H./Henkel, A. (2018): Die Erde, der Mensch und das Soziale: Zur Transformation gesellschaftlicher Naturverhältnisse im Anthropozän. Bielefeld: transcript Verlag.
- Lawrence, M./Homer-Dixon, T./Janzwood, S./Rockstöm, J./Renn, O./Donges, J. F. (2024): Global polycrisis: The causal mechanisms of crisis entanglement. In: *Global Sustainability*, 7. Jg., e5, S. 1-16. <https://doi.org/10.1017/sus.2024.1>
- Levy, D. L./Newell, P. J. (2002): Business Strategy and International Environmental Governance: Toward a Neo-Gramscian Synthesis. In: *Global Environmental Politics*, 2. Jg., Heft 4, S. 84–101. <https://doi.org/10.1162/152638002320980632>
- Linton, J./Budds, J. (2014): The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. In: *Geoforum*, Band 57, S. 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008>
- Mayring, P. (2022): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- McHale, J. (1976): *Der ökologische Kontext*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Meadows, D./Meadows, D. L./Randers, J./Behrens, W. W. (1972): *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- MULNV NRW Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas. *Bewirtschaftungszeitraum 2022-2027*. MULNV NRW. Online: https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-steckbriefe_maassuednrw_2022-2027.pdf [Zugriff: 14.04.2024].
- Mutschke, P. (2010): Zentralitäts- und Prestigemaße. In: Stegbauer, C./Häußling, R. [Hrsg.]: *Handbuch Netzwerkforschung* (1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 365–378. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92575-2_33
- Orlove, B./Caton, S. C. (2010): Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects. In: *Annual Review of Anthropology*, 39. Jg., S. 401–415. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.012809.105045>
- Repolh, M. (2024): Die Beziehungsqualität der materiellen Welt: Perspektiven einer weltbeziehungssoziologischen Analyse von Materialität (1. Aufl.). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783748943464>

- Rosa, H. (2020): Pfadabhängigkeit, Bifurkationspunkte und die Rolle der Soziologie. Ein soziologischer Deutungsversuch der Corona-Krise. In: Berliner Journal für Soziologie, 30. Jg., Heft 2, S. 191-213. <https://doi.org/10.1007/s11609-020-00418-2>
- Saxer, M. (2021): Transformativer Realismus: Zur Überwindung der Systemkrise. Bonn: Dietz.
- Schaupp, S. (2024): Stoffwechselpolitik: Arbeit, Natur und die Zukunft des Planeten. Berlin: Suhrkamp.
- Schiffer, E./Hauck, J. (2010): Net-Map: Collecting Social Network Data and Facilitating Network Learning through Participatory Influence Network Mapping. In: Field Methods, 22. Jg., Heft 3, S. 231-249. <https://doi.org/10.1177/1525822X10374798>
- Schmitt, T. (2022): Umkämpfte(s) Wasser. In: Gottschlich, D./Hackfort, S./Schmitt, T./Winterfeld, U.V. [Hrsg.]: Handbuch Politische Ökologie. Theorien, Konflikte, Begriffe, Methoden. Reihe: Edition Politik, Band 110, Bielefeld: transcript Verlag, S. 287-298. <https://doi.org/10.14361/9783839456279-025>
- Schneidewind, U. (2013): Transformative Literacy. Understanding and Shaping Societal Transformations. In: GAIA, 22. Jg., Heft 2, S. 82-86.
- Schoster, J. (2023): Mindestwasseranordnungen gegenüber alten Wasserrechten. In: Natur und Recht, Band 45, Heft 12, S. 807-813. <https://doi.org/10.1007/s10357-023-4285-8>
- Schroer, M. (2022): Geosozialie: Die Erde als Raum des Lebens. Berlin: Suhrkamp.
- Schulz, P./Gros, A. (2024): Toward a Sociology of Water: Reconstructing the Missing "Big Picture" of Social Water Research. In: Water, 16. Jg., Heft 13, 1792, S. 1-19. <https://doi.org/10.3390/w16131792>
- UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (o.J.): Dürremonitor Deutschland. Leipzig: UFZ Helmholtz Zentrum für Umweltforschung. Online: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937> [Zugriff: 14.04.2025].
- Urry, J. (2011): Climate change and society. Cambridge: Polity Press.
- WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) (2009, 31. Juli): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts. Online: https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf [Zugriff: 14.04.2024].
- WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation (2., veränd. Aufl). Berlin: Wiss. Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU).
- Witte, D./Schmitz, A./Schmidt-Wellenburg, C. (2017): Geordnete Verhältnisse? Vielfalt und Einheit relationalen Denkens in der Soziologie. In: Berliner Journal für Soziologie, 27. Jg., Heft 3-4, S. 347-376. <https://doi.org/10.1007/s11609-018-0361-y>
- Yuan, E. S. (2022): Zoom (6.1.0) [Software]. Online: <https://zoom.us/de> [Zugriff: 14.04.2024].

Autor:

Tim Franke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Lehrstuhl für Technik- und Organisationssoziologie der RWTH Aachen University. Inhaltliche Schwerpunkte liegen in der Wassersoziologie, Transformationssoziologie, sowie der Netzwerk- und Zukunftsforschung.
tfranke@soziologie.rwth-aachen.de

Impressum

Soziologie und Nachhaltigkeit
Beiträge zur sozial-ökologischen Transformationsforschung

ISSN 2364-1282

Heft 2/2025, 11.Jahrgang, DOI: 10.17879/sun-2025-9182

Eingereicht 01.07.2024 – Peer-Review 11.02.2025 – Überarbeitet 15.04.2025 – Akzeptiert 20.08.2025

Lizenz CC-BY 4.0 (www.creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Herausgeber*innen: Matthias Grundmann, Anna Henkel, Melanie Jaeger-Erben, Bernd Sommer, Björn Wendt

Redaktion: Niklas Haarbusch, Andreas Huber, Jakob Kreß, Carsten Ohlrogge, Marcel Sebastian

Layout/Satz: Samanta Kaczykowski

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - Projektnummer 490954504

Anschrift: Universität Münster, Institut für Soziologie
Scharnhorststraße 121, 48151 Münster
Telefon: (0251) 83-25440
E-Mail: sun.redaktion@uni-muenster.de
Website: www.sun-journal.org