



**University of
Zurich**^{UZH}

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

GEO 511 Master's Thesis

Author

Cristina Stocker
12-054-763

Supervised by

Dr. Marco Pütz (marco.puetz@wsl.ch)

Faculty representative

Prof. Dr. Christian Berndt

01.08.2020

Department of Geography, University of Zurich



**University of
Zurich** ^{UZH}

Department of Geography

Geographisches Institut der Universität Zürich,
Abteilung Wirtschaftsgeographie

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

**GEO 511 Masterarbeit
Juli 2020**

**Cristina Stocker
12-054-763**

Betreut durch:

Dr. oec. Publ., Dipl.-Geogr. Marco Pütz

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

Fakultätsvertretung:

Prof. Dr. Christian Berndt

Abgabetermin: 31. Juli 2020

Vorwort

Mit dem Ansatz der Governance und dem Umgang mit den Folgen des Klimawandels kam ich während meines Studiums in Geografie und Wirtschaft an der Universität Basel und Universität Zürich mehrfach in Kontakt. Beides interessierte mich auf Anhieb sehr, weshalb ich mich bald dafür entschied, eine Fallstudie zur Governance der Klimaanpassung als Masterarbeit durchzuführen. Erfreulicherweise erklärte sich Dr. Marco Pütz gerne bereit dazu, eine Masterarbeit in diesem Themengebiet zu betreuen.

Exakt nach dem ersten Treffen mit ihm, als ich das Thema genauer am Definieren war, bekam ich die Herausforderungen der Schifffahrt durch das Niedrigwasser des Rheins im Sommer bis Mitte Herbst 2018 vor allem aus den Medien mit. Überdies war mir in dieser Zeit auf einem Spaziergang durch die Stadt Basel eine Infotafel beim Basler Münster zur Vertiefung der Schifffahrtsrinne durch die Stadtdurchfahrt als Anpassung an den Klimawandel aufgefallen. Damit war für mich der Entscheid gefallen, dass ich das Thema Niedrigwasser ins Zentrum der Arbeit stellen würde.

Überdies bestätigten mir Christiane Widmer und Christian Lienhard, die Leiter des Spalento Verlags in Basel und Herausgeber der BwieBasel-Edition „Basel und der Rhein“, in einem frühen Gespräch, dass Niedrigwasser für die Schifffahrt aufgrund des Klimawandels ein zunehmendes Problem darstellen würde. Letztlich entschied ich mich dann aber für einen bereichsübergreifenden Ansatz, da das Rheinwasser in Basel für verschiedenste Nutzungen verwendet wird.

Mein Dank gilt in erster Linie Dr. Marco Pütz, Leiter der Forschungsgruppe Regionalökonomie und -entwicklung der Organisationseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) und Dozent am Geographischen Institut der Universität Zürich, für die Betreuung der Masterarbeit und Prof. Dr. Christian Berndt, Professor am Geographischen Institut der Universität Zürich, für die Fakultätsvertretung. Sie gaben mir im Laufe des Entstehungsprozesses dieser Masterarbeit überaus wertvolle Inputs und standen mir für Fragen und Gespräche jederzeit hilfsbereit zur Verfügung.

Nicht weniger möchte ich mich bei allen meinen Interviewpartnerinnen und -partner bedanken, welche diese Untersuchung erst ermöglicht haben. Ihre Offenheit und Hilfsbereitschaft beeindruckten mich sehr.

Ein besonderer Dank gilt auch Christian Lienhard, Christiane Widmer sowie Claire Geyer für die anregenden Gespräche rund um die Thematik sowie ihre tatkräftige Unterstützung. Ebenfalls möchte ich mich herzlich bei meiner Schwester und meinen Eltern für das Korrekturlesen der Arbeit bedanken. Überdies gilt meinen Eltern und meinem Grossvater der grosse Dank, dass sie mir diesen Ausbildungsweg ermöglichten und mich dabei jederzeit unterstützen.

Cristina Stocker
Basel, 31.Juli 2020

Zusammenfassung

Der Rhein führte ab Juni 2018 während Monaten Niedrigwasser. Dies wirkte sich fatal sowohl auf den Güter- und Personenverkehr als auch auf die lokal ansässigen Hafenfirmer in den Schweizerischen Rheinhäfen (SRH) in Basel aus. Durch das Voranschreiten des Klimawandels werden Niedrigwasserperioden zukünftig vermehrt und auch intensiver auftreten. Davon werden zunehmend weitere lokale Wassernutzungen, die Wasserqualität und die Ökologie betroffen sein.

Die vorliegende Masterarbeit hat die Klimaanpassung bezüglich Niedrigwasser anhand einer Fallstudie zum Rhein in Basel zum Thema. Einerseits werden ausführlich bereichsinterne sowie bereichsübergreifende Strukturen und Prozesse der Multilevel Governance behandelt. Andererseits werden in diesem Zusammenhang Implikationen der Grenzüberschreitung des Rheins und der Grenzlage von Basel diskutiert. Dabei werden die Bereiche Wasserkraft, Schifffahrt und Logistik, Trinkwasser, Basler Fähren sowie Fischerei und Ökologie miteinbezogen. Zur Datenerhebung wurden leitfadengestützte Experteninterviews mit staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft geführt. Zusätzlich zu den Experteninterviews wurden verfügbare Dokumente integriert. Die Datenauswertung erfolgte computergestützt durch die qualitative Inhaltsanalyse.

Niedrigwasser wirkt sich sehr individuell auf die untersuchten Bereiche und Nutzungen aus. Während beim Kraftwerk Birsfelden die Stromproduktion zurückgeht, liegt die Hauptproblematik für die Basler Fähren in der geringen Strömung, weil diese dann nur langsam fahren können. Beim Bereich Fischerei und Ökologie hingegen überwiegt im Zusammenhang mit Niedrigwasser die erhöhte Wassertemperatur, welche sich direkt und indirekt, beispielsweise über einen verminderten Sauerstoffgehalt, auf die Lebewesen auswirkt. Der Bereich Trinkwasser ist vor allem durch die qualitative Beeinträchtigung des Rheinwassers betroffen, welche die Versorgungssicherheit gefährden kann. Niedrigwasser reduziert über eine geringere Abladetiefe die Tragfähigkeit eines Schiffes. Dies führt bei den Hafenfirmer sowohl kurzfristig als auch langfristig zu vielfältigen betrieblichen Auswirkungen und wirkt der Wettbewerbsfähigkeit der SRH entgegen.

Dementsprechend haben sich in Basel verschiedene Formen der bereichsinternen und bereichsübergreifenden Zusammenarbeit zur Anpassung an Niedrigwasser des Rheins etabliert. Daran beteiligt sind staatliche Akteure aus unterschiedlichen politisch-administrativen Ebenen und nicht-staatliche Akteure aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft sowie Wissenschaft. Auf kantonaler Ebene ist vor allem das Amt für Umwelt und Energie des Kantons BS (AUE) und auf nationaler Ebene das Bundesamt für Umwelt (BAFU) involviert. Unter Federführung der Koordinationsstelle Umweltschutz des AUE wurde der Klimafolgenbericht in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Fachstellen erarbeitet. Beim BAFU nehmen die Abteilung Klima sowie die Sektion hydrologische Vorhersagen der Abteilung Hydrologie, welche die Abfluss- und Pegelprognosen für die nächsten paar Tage erstellt, Schlüsselfunktionen ein.

Bereichsintern sind Kommunikationsstrukturen entscheidend, um auf die Niedrigwassersituation zu reagieren. Langfristig ist die Vernetzung für den Wissens- und Erfahrungsaustausch wichtig. Massnahmen werden insbesondere gemeinsam über Fachverbände erarbeitet.

Über die Bereiche hinweg sind die lokalen Akteure, darunter sowohl staatliche als auch nicht-staatliche Akteure, in vielfältige Netzwerke involviert, in welchen sie gleichrangig und auch grenzüberschreitend interagieren. Ein Beispiel ist das Netzwerk zur Feststellung und Zurückverfolgung von Verunreinigungen des Rheins des AUE mit dem Betrieb der binationalen Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS), der Industriellen Werke Basel (IWB) mit ihren eigenen Probeentnahmen sowie, flexibel bei grenzüberschreitenden Herausforderungen, auch des lokal organisierten Behördenkreises der Kantone BS, BL, AG und dem Bundesland Baden-Württemberg. Bei der Korrektur der Schiffahrtsrinne als Anpassung an den Klimawandel der SRH wurde der Kies für Uferschüttungen als Revitalisierungs- und Ausgleichsmassnahme in einem zweiten Projekt wiederverwendet. Dies kann als ein Beispiel für ein projektbezogenes Netzwerk angesehen werden, bei welchem sich eine Win-Win-Lösung für Schifffahrt und Ökologie realisieren liessen.

Informelle Instrumente sind zur Beteiligung und Bewusstseinsbildung von entscheidender Bedeutung: Arbeits- und Koordinationsgruppen auf kantonaler, nationaler und trinationaler Ebene sowie die Bereisung des Rheins sind für den regelmässigen Fach- und Erfahrungsaustausch über die verschiedenen Bereiche und politisch-administrativen Grenzen hinweg insbesondere zur Entwicklung neuer Instrumente und Massnahmen wichtig. So erarbeitete eine Arbeitsgruppe auf Stufe Bund die „Warnung oder Information zur Trockenheit“. Die Sensibilisierung für die Verschärfung der Niedrigwasserproblematik durch anthropogene Einflüsse (Einleiten von Kühlwasser und Verunreinigungen, Wasserentnahmen) gehen von lokalen Akteuren aus. So führt die IWB Veranstaltungen mit Akteuren aus der Industrie sowie den Kläranlagebetreibern durch und erläutert ihnen dabei, was Verunreinigungen des Rheinwassers für die eigenen Prozesse der Trinkwasseraufbereitung bedeutet. Auch soziale Regeln, wie der Verzicht aufs Fischen während Trockenperioden, um die Fische nicht noch zusätzlichem Stress auszusetzen, gehen vom Kantonalen Fischerei Verband BS (KFVBS) aus.

Die erfolgreiche Klimaanpassung wird jedoch erst durch ein Zusammenwirken zwischen formellen und informellen Instrumenten, Netzwerken sowie sozialen Regeln erreicht, welche sich dabei gegenseitig unterstützen. So kann der Rhein trotz des Klimawandels alle seine Nutzungs- und ökologischen Funktionen aufrechterhalten.

Die Grenzüberschreitung des Rheins wirkt effizienten Anpassungen an Niedrigwasser entgegen. Unterschiedliche Rahmenbedingungen in den Rheinanliegerstaaten erschweren eine gemeinsame Strategie. Jedoch verlangen effiziente Anpassungsmassnahmen ein Zusammenspannen über die Grenzen hinweg. Der Erfolg einer lokalen Anpassungsmassnahme hängt von der Durchführung ähnlicher Massnahmen der Nachbarn ab. Die Grenzlage von Basel fördert gemeinsame Instrumente und Netzwerke der Multilevel Governance (z.B. die Bereisung des Rheins), was Chancen zur gemeinsamen Strategie der Anpassung an Niedrigwasser über die Landesgrenzen hinweg eröffnet.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	viii
Abkürzungsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
2 Stand der Anpassung an Niedrigwasser	4
2.1 Niedrigwasser	4
2.2 Policy-Ansätze der Anpassung	7
2.2.1 <i>Klimaanpassung</i>	7
2.2.2 <i>Wassersektor</i>	8
2.2.3 <i>Niedrigwasser</i>	11
3 Theoretische Grundlagen	15
3.1 Multilevel Governance	16
3.2 Governance der Klimaanpassung	19
3.2.1 <i>Politikfeld</i>	19
3.2.2 <i>Merkmale</i>	19
3.3 Governance der Klimaanpassung im Wassersektor	23
3.3.1 <i>Ansätze der Wassergovernance</i>	23
3.3.2 <i>Grenzüberschreitende Wassergovernance</i>	26
3.3.3 <i>Niedrigwasser</i>	27
4 Methodik	29
4.1 Einzelfallstudie: Der Rhein in Basel	30
4.2 Datenerhebung: Leitfadengestützte Experteninterviews	34
4.3 Datenauswertung: Qualitative Inhaltsanalyse	37
5 Ergebnisse	38
5.1 Einordnung des Niedrigwasserereignisses im Jahr 2018	38
5.2 Betroffenheit und Anpassungen der untersuchten Bereiche	40
5.2.1 <i>Kraftwerk Birsfelden</i>	40
5.2.2 <i>Basler Fähren</i>	41
5.2.3 <i>Fischerei und Ökologie</i>	42
5.2.4 <i>Trinkwasser</i>	43
5.2.5 <i>Schifffahrt und Logistik</i>	45
5.3 Bereichsübergreifende Governance	50
5.3.1 <i>Bereisung des Rheins</i>	50
5.3.2 <i>Klimafolgenbericht des Kantons Basel-Stadt</i>	50
5.3.3 <i>Abfluss- und Pegelprognosen</i>	51
5.3.4 <i>Warnung oder Information vor Trockenheit</i>	52
5.3.5 <i>Wasserbauliche Massnahmen</i>	53

5.3.6 Arbeits- und Koordinationsgruppen	55
5.3.7 Grundlagenerarbeitung des Bundes	56
5.3.8 Kurzfristiger Austausch	57
5.3.9 Verringerung anthropogener Einflüsse	57
5.3.10 Sensibilisierung, Öffentlichkeitsarbeit und politisches Engagement	58
5.3.11 Niedrigwasserstatistik	59
5.3.12 Probeentnahmen zur Qualitätssicherung des Rheinwassers	59
5.4 Grenzüberschreitende Governance	61
6 Diskussion	63
6.1 Strukturen und Prozesse der Governance zur Anpassung an Niedrigwasser des Rheins in Basel	63
6.1.1 Rollen der Akteure	63
6.1.2 Formen der Zusammenarbeit, Netzwerke, soziale Regeln und Instrumente	66
6.2 Die Bedeutung der Grenzüberschreitung des Rheins und der Grenzlage von Basel	69
6.2.1 Grenzüberschreitung des Rheins	69
6.2.2 Grenzlage von Basel	70
7 Schlussfolgerungen	71
Referenzen	74
Anhang	88
A Übersicht Interviews	88
B Interviewleitfaden	89
C Kategoriensystem	90
Persönliche Erklärung	94

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Vereinfachte Wirkbeziehungen von Niedrigwasser auf die verschiedenen Wassernutzungen, die Wasserqualität und die Ökologie
(Arbeitskreis KLIWA 2020a; IKSr 2018: 21)

Abb. 2: Gewässerfunktionen und das Gesamtbild der integralen Wasserwirtschaft
(BAFU 2012c: 17)

Abb. 3: Konzeptioneller Ansatz der Adaptiven Wassergovernance
(eigene Darstellung nach Herrfahrdt-Pähle 2012)

Abb. 4: Zyklus des Niedrigwassermanagements und zusammenhängende Handlungsfelder
(IKSR 2018: 26)

Abb. 5: Basel am Rhein
(nach Wikipedia Commons 2013)

Abb. 6: Station Rhein - Basel: Vergleich der Abflusswerte 2018 mit den Jahren 2003 und 2015
(BAFU 2020c)

Abb. 7: Abfluss: Rhein-Basel 2070
(Volken 2018: 27 nach Zappa et al. 2012)

Abb. 8: Planung und Durchführung der Interviews
(eigene Darstellung)

Abb. 9: Auswertung und Interpretation der Interviews
(eigene Darstellung)

Abb. 10: Monatliche Stromproduktion des Kraftwerks Birsfelden im Jahr 2018
(Kraftwerk Birsfelden 2018)

Abb. 11: Zusammenhang zwischen maximalen Beladungsgraden und Frachtraten in der Tankschifffahrt
(ZKR 2018)

Abb. 12: Kostensteigerung durch Kleinwasser
(Contargo AG 2017: 8)

Abb. 13: Korrektur Schifffahrtsrinne
(Röthlingshöfer 2019: 23)

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Typologie der Multilevel Governance
(eigene Darstellung nach Marks & Hooghe 2004: 17)

Tab. 2: Vergleich zwischen einem traditionellen und einem integrierten adaptiven Wassermanagement Regime
(eigene Darstellung nach Pahl-Wostl 2007: 54–56)

Abkürzungsverzeichnis

AUE	Amt für Umwelt und Energie Kanton BS
AWBR	Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamtes für Verkehr
BFE	Bundesamt für Energie
CCHydro	(Forschungsprojekt) Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz
Elvis	Elektronischer Wasserstrassen-Informationsservice
GWP	Generelle Wasserversorgungsplanung
IAWR	Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IWB	Industrielle Werke Basel
IWRM	Integriertes Wasserressourcenmanagement
KFVBS	Kantonaler Fischerei Verband BS
KLIWA	Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
MeteoSchweiz	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
NCCS	National Centre for Climate Services
NFP	Nationales Forschungsprogramm „Nachhaltige Wassernutzung“
RÜS	Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein
SFV	Schweizerischer Fischerei-Verband
SRH	Schweizerische Rheinhäfen
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
SVS	Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft
VTN	Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen
WSL	Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

1 Einleitung

Die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 dauert von Juni bis kurz vor Weihnachten. Sie bringt der Rheinschifffahrt „ein rabenschwarzes Jahr“ (BAZ 2019a) und wirkt sich überdies auf die am Rhein angesiedelte Industrie aus.

Tank- und Trockengüterschiffe können nur noch einen Bruchteil ihrer Ladung transportieren (ZKR 2018). Als Folge davon melden mehrere Logistikunternehmen in den SRH Kurzarbeit an (SVS 2018a).

Neben der verminderten Ladekapazität von Güterschiffen führt Niedrigwasser bereits heute zu Handlungsbedarf in weiteren Bereichen (AUE 2017; BAFU 2012a: 23–25; Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011). Als ein Beispiel wird in den Langen Erlen aktiv Rheinwasser zur Trinkwassergewinnung ins Grundwasser versickert. Eine geringe Wasserführung des Rheins erhöht die Schadstoffbelastung, wodurch die Versickerung nicht aufrechterhalten werden kann (Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011).

Infolge des Klimawandels wird sich das Abflussregime des Rheins weiter verändern. Basel wird vermutlich im Spätsommer des Öfteren von ausgeprägtem Niedrigwasser betroffen sein (BAFU 2012b: 60). Die verschiedenen Nutzungen des Rheins wirken sich als anthropogene Faktoren zusätzlich auf das Abflussregime aus und vermögen die Auswirkungen des Klimawandels noch zu verstärken. Dies ist insbesondere relevant, da der Klimawandel den Nutzungsdruck auf die Wasserressourcen zukünftig weiter erhöht: Abnehmende sommerliche Niederschläge bedingen eine Bewässerung mit Rheinwasser, um Ertragseinbussen in der Landwirtschaft zu verhindern. Zudem steigt infolge der Klimaerwärmung der Wasserbedarf zur Kühlung oder als Trinkwasser. Neben der Wasserentnahme beeinflusst insbesondere die Wasserkraftnutzung als anthropogener Faktor das Abflussregime (Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011).

Die Lage im Zentrum Mitteleuropas sowie die Lauflänge von 1'320 km machen den Rhein zu einem der grössten und bedeutendsten Ströme Europas: Neben der Entnahme des Wassers als Trink-, Brauch-, und Bewässerungswasser ist der Rhein die am meisten benutzte Binnenwasserstrasse und nimmt wichtige ökologische Funktionen ein. Das Einzugsgebiet von rund 197'000 km² teilen sich neun verschiedene Staaten (Belz 2005). Der Rhein ist die „Lebensader“ der Stadt Basel (BS) im Nordwesten der Schweiz (Widmer & Lienhard 2018: 3) und macht einen hohen Anteil der Lebensqualität der Stadt aus (Basel Tourismus 2020). Basel ist mit 178'689 Einwohnerinnen und Einwohner per Ende Juni 2020 (Statistisches Amt Basel-Stadt 2020) Kernstadt der trinationalen Agglomeration Basel (Statistisches Amt Basel-Stadt 2018: 83).

In der Schweiz wird die Governance der Klimaanpassung gemeinsam von den drei politisch-administrativen Ebenen (Bund, Kanton, Gemeinde), von Privaten, von der Zivilgesellschaft sowie von der Wissenschaft wahrgenommen. Die Akteure sind dabei sowohl ins nationale als auch ins internationale Forschungsnetzwerk involviert (Brönnimann et al. 2014). Da Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel laufend komplexer werden, wird eine Koordination der Akteure immer wichtiger (Knieling & Rossnagel 2015: 18). Nach Artikel 8

obliegt dem Bund der Auftrag, Massnahmen zu koordinieren und notwendige Grundlagen zur Anpassung zu schaffen. Der Bund erfüllt diesen Auftrag durch eine zweiteilige Anpassungsstrategie (BAFU 2012a; BAFU 2014a).

Mehrere Städte, Kantone und Gemeinden haben zudem bereits regionale und lokale Anpassungsstrategien entwickelt (BAFU 2020a). Im Kanton BS verfolgt der Regierungsrat eine Doppelstrategie aus Klimaschutz und -anpassung (AUE 2017; Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011; Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2019).

Dabei sind Klimaanpassungen bei grenzüberschreitenden Flüssen mit grossen Herausforderungen verbunden. Einerseits können negative Effekte von einseitigen Anpassungsmassnahmen auftreten und andererseits die Effizienz der Massnahmen erschwert sein (Timmerman et al. 2011). Grundsätzlich wird die bereichsübergreifende und grenzüberschreitende Bewirtschaftung der Wasserressourcen in der Schweiz durch die Integrale Wasserwirtschaft beziehungsweise das Einzugsgebietsmanagement vorangetrieben (BAFU 2012c: 16–17; Wasseragenda 21 et al. 2011). Diese Stossrichtungen gelten auch als wichtige Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel im Wassersektor (BAFU 2014a: 14).

Seit einigen Jahren ist Niedrigwasser ein wichtiges Thema der Politik, der Verwaltung, der Fachverbände und der Wissenschaft (z.B. BAFU 2012a; BAFU 2012b; BAFU 2014a; BAFU 2020b; Belz 2005). Die Schweiz betreibt auch bereits ein nationales Niedrigwassermanagement, welches sowohl vorsorgliche als auch operative Massnahmen umfasst (IKSR 2018: 26–30). Auch im Klimafolgenbericht des Kantons BS sowie im Bericht über den Umsetzungsstand der Massnahmen wird Niedrigwasser in unterschiedlichen Handlungsfeldern thematisiert (AUE 2017; Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011). Die Untersuchung von Zappa et al. (2012 in BAFU 2012b: 60) zeigt für den Rhein bei Basel die Tendenz zu Niedrigwasserereignissen in der nahe Zukunft um 2035 und in der fernen Zukunft um 2085. War die Neigung zu Niedrigwasser bis anhin nur im Winter gegeben, so wird zukünftig auch der Spätsommer davon betroffen sein. Dabei könnten insbesondere in der fernen Zukunft die 10%-Quantile im Herbst um einiges tiefer ausfallen. Dementsprechend wird sich der Handlungsbedarf verschärfen und Niedrigwasser des Rheins bei Basel weiterhin ein interessantes Forschungsgebiet innerhalb der Governance darstellen.

Aus Sicht der Sozialwissenschaften ist Governance „die Gesamtheit der vielfältigen kollektiven Regelungsformen gesellschaftlicher Sachverhalte in einer Stadt/ Region/ Nation“ (Gebhardt 2008: 751). Der Ansatz der Multilevel Governance, welcher auf Gary Marks (1993) zurückgeht, hebt die netzwerkartige Zusammenarbeit zwischen staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren unterschiedlicher Funktion hervor und bezieht Interaktionen auf bzw. zwischen verschiedenen politisch-administrativen Ebenen sowie innerhalb bzw. zwischen verschiedenen Sektoren mit ein (Bache & Flinders 2004). Das Konzept wird oftmals bei der Regulierung von Umwelt und Ressourcen verwendet (z.B. Bulkeley & Betsill 2005; Selin 2010) und auch in der Klimagovernance herangezogen (z.B. Bache & Flinders 2015a; Betsill & Bulkeley 2006). Die Multilevel Governance dient als theoretisches Konzept der Masterarbeit.

Das Oberziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, Strukturen und Prozesse der Governance der Klimaanpassung in Basel zur Aufrechterhaltung der verschiedenen Nutzungs- und ökologischen Funktionen des Rheins auch bei Niedrigwasser zu untersuchen.

Dabei fokussiert die Arbeit auf die Bereiche Wasserkraft, Schifffahrt und Logistik, Trinkwasser, Basler Fähren sowie Fischerei und Ökologie. Ein weiteres Ziel ist es, in diesem Zusammenhang Implikationen der Grenzlage von Basel sowie des Rheins als grenzüberschreitender Fluss zu untersuchen. Daraus ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

- (1) Mit welchen Strukturen und Prozessen der Governance passt sich Basel an Niedrigwasser an, um die verschiedenen Nutzungs- sowie ökologischen Funktionen des Rheins aufrechtzuerhalten?
- (2) Inwiefern fördern oder behindern die Grenzlage von Basel sowie der die nationale Zuständigkeit überschreitende Rhein Anpassungen an Niedrigwasser?

Die vorliegende Masterarbeit umfasst sieben Kapitel. Folgend auf die Einleitung gibt Kapitel 2 einen Überblick über den Stand der Anpassung an Niedrigwasser: Zunächst wird das Phänomen Niedrigwasser genauer beschrieben und erläutert, wie der Klimawandel Niedrigwasser mitbestimmt (vgl. Kapitel 2.1). Das nächste Unterkapitel thematisiert verschiedene Policy-Ansätze der Anpassung: Zunächst generell zur Anpassung an den Klimawandel, dann zur Klimaanpassung im Wassersektor und zuletzt speziell zur Anpassung an Niedrigwasser (vgl. Kapitel 2.2). Kapitel 3 führt in die theoretischen Grundlagen der Arbeit ein. Zunächst wird die Multilevel Governance als theoretisches Konzept vorgestellt (vgl. Kapitel 3.1), darauffolgend die Governance der Klimaanpassung (vgl. Kapitel 3.2) sowie die Governance der Klimaanpassung im Wassersektor (vgl. Kapitel 3.3) diskutiert. Kapitel 4 erläutert die Methodik der empirischen Analyse: In einem ersten Schritt wird die Fallstudie über den Rhein in Basel erläutert (vgl. Kapitel 4.1). Dann wird beschrieben, wie die Daten mittels leitfadengestützten Experteninterviews erhoben (vgl. Kapitel 4.2) und anschliessend durch die qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet wurden (vgl. Kapitel 4.3). Kapitel 5 legt die Resultate der empirischen Analyse dar: Zunächst wird aufgezeigt, wie die Akteure das Niedrigwasserereignis im Jahr 2018 einordnen (vgl. Kapitel 5.1). Danach wird für ausgewählte Bereiche erläutert, wie die Akteure von Niedrigwasser betroffen sind und welche Anpassungen sie vornehmen (vgl. Kapitel 5.2). Anschliessend werden die bereichsübergreifende Governance anhand mehrerer Anpassungsinstrumente und -massnahmen erläutert (vgl. Kapitel 5.3) und abschliessend Ansätze zur grenzüberschreitenden Governance aufgezeigt (vgl. Kapitel 5.4). In Kapitel 6 werden die zwei Forschungsfragen beantwortet und in Kapitel 7 aus der empirischen Analyse Handlungsempfehlungen sowie der weitere Forschungsbedarf abgeleitet.

2 Stand der Anpassung an Niedrigwasser

In diesem Kapitel wird ein Überblick zur Anpassung an Niedrigwasser gegeben. Der Klimawandel beeinflusst zunehmend das Abflussregime des Rheins und erhöht die Wahrscheinlichkeit für sommerliche Niedrigwasserereignisse mit erhöhten Wassertemperaturen von über 25°C vor allem ab der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts. Diese können sich negativ auf verschiedene Nutzungen, die Wasserqualität und die Ökologie auswirken. Die Klimaanpassung sowie die Bewirtschaftung der Wasserressourcen erfolgen nach dem Subsidiaritätsprinzip. Die Integrale Wasserwirtschaft sowie das Einzugsgebietsmanagement als Ansätze fördern ein Zusammenspannen über die Sektoren hinweg respektive im Einzugsgebiet. Die Schweiz betreibt bereits ein Niedrigwassermanagement mit kurzfristigen und vorsorglichen Massnahmen. Auch bei wasserabhängigen Sektoren sind schon Instrumente zur Anpassung an Niedrigwasser etabliert oder in Erarbeitung.

Zunächst wird erläutert, wie der Klimawandel Niedrigwasserereignisse in der Schweiz mitbestimmt und welche Auswirkungen möglich sind (vgl. Kapitel 2.1). Danach werden verschiedene Policy-Ansätze zur Anpassung dargelegt (vgl. Kapitel 2.2): Zunächst allgemein zur Anpassung an den Klimawandel (vgl. Kapitel 2.2.1), dann zur Klimaanpassung im Wassersektor (vgl. Kapitel 2.2.2) und zuletzt speziell zur Anpassung an Niedrigwasser (vgl. Kapitel 2.2.3). Bei der Anpassung an Niedrigwasser werden zudem Ansätze der Bereiche beschrieben, welche die Masterarbeit miteinbezieht.

2.1 Niedrigwasser

Niedrigwasser meint das Unterschreiten eines bestimmten Schwellenwertes beim Wasserstand oder Abfluss (IKSR 2018: 6). Dabei ist insbesondere die Unterschreitungsdauer zur Beurteilung von Auswirkungen auf das Ökosystem und Beeinträchtigungen der Wassernutzungen von Bedeutung. In der Schweiz ist die gesetzlich festgelegte Grundlage für die Bestimmung der Restwassermengen das 95%-Quantil (Q_{347}). Dieser Abflusswert wird bei einem bestimmten Gewässer im Mittel an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten (BAFU 2012b: 62).

Bei Niedrigwasser handelt es sich in erster Linie um ein natürliches Phänomen, welches durch eine Überlagerung von **hydrologischen** und **meteorologischen** Ereignissen verursacht wird (Probst 2015). Der Rhein bei Basel weist noch ein nivales (schneebeeinflusstes) Regime auf und wird durch relativ hohe Niederschläge im Sommer geprägt. Dadurch treten Niedrigwasserereignisse prinzipiell im Winter und Hochwasserereignisse im Sommer auf (IKSR 2018: 16). Zusätzlich wird das natürliche Abflussgeschehen von **anthropogenen** Faktoren mitbeeinflusst (Probst 2015). Neben Nutzungsänderungen im Einzugsgebiet, sind vor allem Ein- und Ableitungen sowie die Speicherbewirtschaftung von Bedeutung (IKSR 2018).

Das Voranschreiten des **Klimawandels** (CH2018 2018) beeinflusst das Abflussregime, „die durchschnittlichen innerjährlichen Abflussverhältnisse“ (Belz 2005: 118), von Fließgewässern in beinahe der ganzen Schweiz und erhöht auch die Wahrscheinlichkeit für Niedrigwasserereignisse (BAFU 2012b: 64; CH2014-Impacts 2014: 62).

Dabei sind insbesondere Veränderungen der Niederschläge, der Verdunstung und der zwei Speicher Schneedecke und Gletscher bedeutend:

Erstens nehmen die **Niederschläge** im Sommer ab und im Winter zu. Zweitens steigt die **Schneefallgrenze** aufgrund der Erhöhung der Lufttemperatur. Dadurch fällt der Niederschlag in Höhenlagen zunehmend als unmittelbar abflusswirksamer Regen anstatt Schnee. Der Beitrag der **Schneeschnmelze** beim Abfluss geht dadurch vor allem gegen Ende des 21. Jahrhunderts stark zurück. Weil weniger Schneebedeckung vorhanden ist, ist die Schneeschnmelze im Frühling früher abgeschlossen und es folgt eine längere wasserarme Folgezeit. Drittens steigt die **Verdunstung** aufgrund des Temperaturanstiegs und abnehmenden Schnee- und Eisvorkommen. Dies führt dazu, dass weniger Niederschlag in den Boden und in die Flüsse geht. Viertens nehmen die **Gletscher** aufgrund der Klimaerwärmung ab. Dadurch steigt in der nahen Zukunft und reduziert sich in der fernen Zukunft der Abflussbeitrag durch Gletscherschnmelze. Pro Jahr nimmt die Fläche der Gletscher in der Schweiz gegenwärtig um etwa 40km² ab. Sogar grosse Gletscher werden bis Ende des 21. Jahrhunderts fast ganz verschwinden (Björnsen Gurung & Stähli 2014).

Dies sind auch die Faktoren, welche das Abflussregime des Rheins zunehmend beeinflussen werden. So leistet Gletscherschnmelzwasser gegenwärtig einen grossen Beitrag zum Abfluss des Rheins im Spätsommer, wenn durch die hohe Verdunstung der Niederschlag nur geringe Beiträge leistet und auch die Schneeschnmelze bereits abgeschlossen ist. Bei **Basel** liegt dieser Anteil im August gewöhnlich bei 9% Gletscherwasser. In der nahen Zukunft (2020–2040) wird sich dieser bis auf 12% erhöhen, bis Ende des Jahrhunderts allerdings bis auf 2% zurückgehen (Huss 2011). Ab der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts wird beim Rhein in Basel mit zunehmenden sommerlichen Niedrigwasserereignissen gerechnet (vgl. Kapitel 4.1).

Niedrigwasser wirkt sich auf verschiedene Nutzungen, die Wasserqualität und die Ökologie aus. Einerseits sind qualitative und andererseits quantitative Beeinflussungen möglich (vgl. Abb.1). Im Gegensatz zu Hochwasserereignissen sind die Folgen von Niedrigwasserereignissen weniger offensichtlich. Die wirtschaftlichen Folgen können jedoch relativ gross sein und auch längerfristig bestehen bleiben (BY-LfU 2016: 102). Negative Auswirkungen auf das Ökosystem sind vor allem möglich, wenn Niedrigwasser von einer erhöhten Wassertemperatur begleitet wird, da die Löslichkeit für Sauerstoff mit zunehmender Wassertemperatur abnimmt. Dabei gilt eine Wassertemperatur von 25°C als ökologisch kritischer Wert (IKSR 2018).

Die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (IKSR: 2018) stellt bei der Bestandsaufnahme zu den Niedrigwasserverhältnissen am Rhein fest, dass sich die Niedrigwasserereignisse in den letzten 100 Jahren einerseits nicht verstärkt haben, andererseits jedoch Nutzungen zunehmend beeinträchtigen. Davon sind insbesondere die Binnenschiffahrt sowie die von ihr abhängigen Wirtschaftszweige betroffen.

Auch die Wasserkraftwerke können weniger Strom produzieren. Auch werden sich Niedrigwasserereignisse im Sommerhalbjahr, kombiniert mit hohen Wassertemperaturen, zunehmend negativ auf die Ökologie auswirken. Bereits für die nahe Zukunft (2021–2050) wird mit einer Verdoppelung der Tage mit Wassertemperaturen über 25°C gerechnet.



Abb.1: Vereinfachte Wirkbeziehungen von Niedrigwasser auf die verschiedenen Wassernutzungen, die Wasserqualität und die Ökologie
(Arbeitskreis KLIWA 2020a; IKS 2018: 21)

2.2 Policy-Ansätze der Anpassung

2.2.1 Klimaanpassung

In die **Klimagovernance** in der Schweiz sind sowohl staatliche Akteure der drei politisch-administrativen Ebenen (Bund, Kanton, Gemeinde), als auch Akteure aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft involviert. Zudem arbeiten diese in einem Netzwerk grenzüberschreitend mit weiteren Akteuren zusammen. Diese Governancestrukturen haben sich seit den 1990er Jahren entwickelt, als das Thema Klimawandel laufend bedeutender wurde (Brönnimann et al. 2014). Im Herbst 2018 wurden aktualisierte Klimaprojektionen, die **Klimaszenarien CH2018**, als Resultat einer Zusammenarbeit im Netzwerk des National Centre for Climate Services (NCCS) publiziert. Diese machten erstmals quantitative Aussagen zur Trockenheit anhand der Bodenfeuchtigkeit sowie einem Niederschlagsdefizit (CH2018 2018: 132–137). In der Schweiz bilden die jeweils aktuellsten nationalen Klimaprojektionen die Grundlage für Impaktstudien sowie politische Empfehlungen (Brönnimann et al. 2014: 468).

Der **Anpassung an den Klimawandel** kommt in der Schweiz eine besonders wichtige Rolle zu: Einerseits wird die Schweiz überdurchschnittlich vom globalen Mittel vom Klimawandel betroffen sein und andererseits wird sich der Klimawandel aufgrund der Alpen besonders stark auf einzelne Sektoren, wie beispielsweise die Wasserkraft, auswirken (Brönnimann et al. 2014). Die Anpassung an den Klimawandel ist als eine komplementäre zweite Säule neben der Reduktion von Treibhausgasemissionen im revidierten CO₂-Gesetz verankert (Schweizerische Eidgenossenschaft 2011). Nach Artikel 8 obliegt dem Bund der Auftrag, Massnahmen zu koordinieren und notwendige Grundlagen zur Anpassung zu schaffen. Der Bund erfüllt diesen Auftrag durch eine zweiteilige Anpassungsstrategie, welche in Federführung des BAFU erarbeitet wurde. Der erste Teil beinhaltet Ziele und Prinzipien der Anpassung auf nationaler Ebene, die Handlungsfelder der am stärksten betroffenen Sektoren und sektorübergreifende Herausforderungen (BAFU 2012a). Der zweite Teil baut als Aktionsplan für die Jahre 2014–2019 darauf auf und nennt konkrete Anpassungsmassnahmen (BAFU 2014a). Die nationale Anpassungsstrategie deckt vor allem qualitative Aspekte ab. Um auch quantitative Aspekte miteinbeziehen zu können, wurde vom BAFU eine schweizweite Analyse zu Chancen und Risiken aufgrund des Klimawandels geleitet (Brönnimann et al. 2014: 473). In diesem Zusammenhang wurde im Kanton BS im Jahr 2015 eine Fallstudie zum städtischen Wärmeinsel-Effekt durchgeführt, um daran die Methodik aufzuzeigen, wie sich der Wärmeinsel-Effekt quantitativ in Abschätzungen von Klimafolgen miteinbeziehen lässt (BAFU 2015a).

Die Arbeitshilfe für kantonale Fachpersonen soll die Klimaanpassung auf kantonaler Ebene erleichtern sowie die diesbezügliche Koordination zwischen Bund und Kantonen verbessern. Sie wurde vom BAFU in enger Kooperation mit den Kantonen erstellt (BAFU 2015b). Mehrere Städte, Kantone und Gemeinden haben bereits regionale und lokale Anpassungsstrategien entwickelt (BAFU 2020a; z.B. AWEL & IBK 2007). Der Kanton BS verfolgt eine Doppelstrategie aus Klimaschutz und -anpassung (AUE 2017; Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011).

2.2.2 Wassersektor

Die Bewirtschaftung der Wasserressourcen erfolgt nach dem **Subsidiaritätsprinzip**: Der Bund hat die Oberaufsicht und legt die Grundsätze für die Wasserwirtschaft fest. Die Hoheit über die Wasservorkommen und der Vollzug der für die Wasserwirtschaft bedeutenden Gesetzgebung liegen überwiegend bei den Kantonen. Die wasserwirtschaftlichen Tätigkeiten sowie die Verfügungshoheiten können die Kantone an Gemeinden delegieren. Die Gemeinden sind normalerweise für die Wasserversorgung sowie die Abwasserentsorgung verantwortlich. Sie können diese Aufgaben aber an Dritte, beispielsweise Gemeinde- und Zweckverbände oder kommunale Betriebe, delegieren. Diese föderalistische Kompetenzordnung kann jedoch übergeordneten und koordinierten Strategien entgegenwirken (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 79).

Überdies herrschen noch zumeist **sektorale Strategien** vor (Björnsen Gurung & Stähli 2014: 30), obwohl Gewässer im Spannungsfeld zwischen verschiedenen Schutz- und Nutzungsinteressen stehen (BAFU 2012c: 16–17). Ein bereichsübergreifender Ansatz wird laufend wichtiger infolge steigender Interessenskonflikte zwischen Schutz und Nutzung oder zwischen verschiedenen Nutzungsarten sowie einem zunehmenden Druck auf die Wasserressourcen. Auch der Klimawandel leistet dabei seinen Beitrag (z.B. BAFU 2012c).

Das BAFU definiert als Stossrichtung den Ansatz der **Integralen Wasserwirtschaft**, in welcher alle wasserabhängigen Sektoren involviert sind. Sie umfasst alle menschlichen Tätigkeiten zur Nutzung und zum

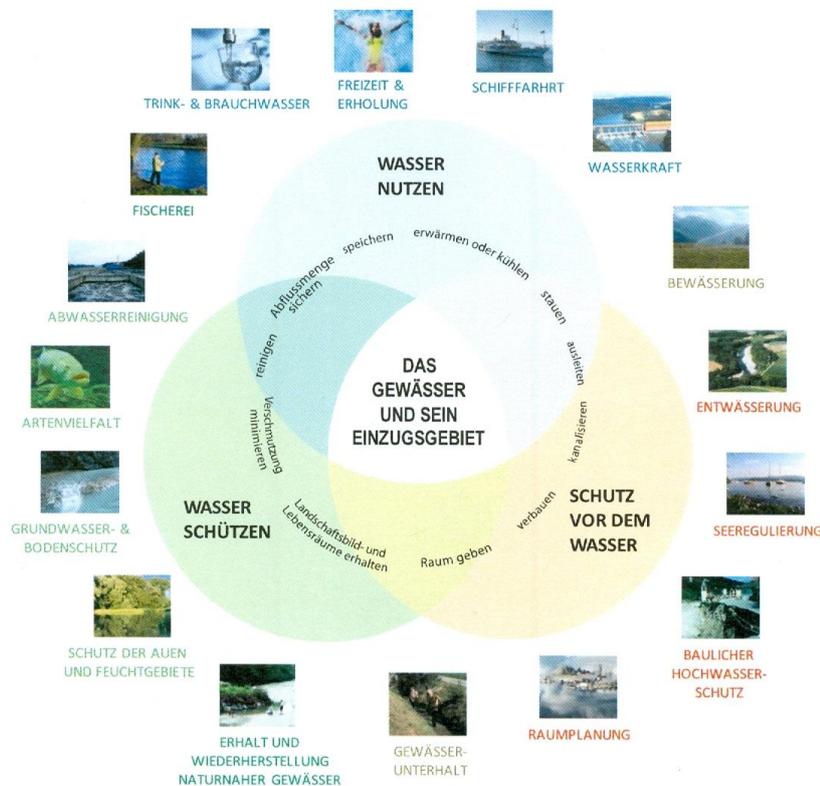


Abb. 2: Gewässerfunktionen und das Gesamtbild der integralen Wasserwirtschaft (BAFU 2012c: 17)

Schutz des Wassers sowie zum Schutz vor der Gefährdung durch das Wasser. Diese soll es ermöglichen, Interessenskonflikte durch geeignete Vorgehensweisen und Verfahren zu verringern (BAFU 2012c: 16–17) (vgl. Abb. 2).

Der partizipative Ansatz des **Einzugsgebietsmanagement** als Forderung der Wasseragenda 21, eines als Verein organisierten Netzwerkes von Akteuren der Schweizer Wasserwirtschaft (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 87), setzt bei der Koordination zwischen Sektoren/Bereichen und der Regionalisierung an und definiert das Einzugsgebiet als Bezugsraum. Die vermehrte Umsetzung des Einzugsgebietsmanagement ist auch ein strategisches Ziel der Klimaanpassungsstrategie im Sektor Wasserwirtschaft (BAFU 2014a: 14).

Im Leitbild des Einzugsgebietsmanagements (Wasseragenda 21 et al. 2011: 5) wird der Ansatz folgendermassen definiert:

Die integrale Bewirtschaftung des Wassers im Einzugsgebiet – kurz Einzugsgebietsmanagement – ist ein Ansatz zur sektorübergreifenden Bewirtschaftung der Wasserressourcen, Gewässer und Wasserinfrastrukturen. Sie ist an langfristigen Zielen orientiert und erfolgt in einem kontinuierlichen Zyklus von Planungs-, Umsetzungs-, und Überwachungsprozessen. Als Bezugsraum dient das Einzugsgebiet.

In diesem Sinne stellt das Einzugsgebietsmanagement die Forderung, dass Massnahmen Effekte auf alle wasserwirtschaftlichen Bereiche miteinbeziehen und Lösungsansätze die Ansprüche aller dieser Bereiche integrieren. Überdies soll berücksichtigt werden, dass lokale Massnahmen auch Bedingungen flussabwärts prägen und Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und Oberflächengewässer bestehen. Massnahmen sind auch mit weiteren Bereichen mit raumwirksamen Tätigkeiten (z.B. Raumplanung, Natur- und Landschaftsschutz) zu koordinieren. Es sollen in den Sektoren strategische Ziele entwickelt sowie geeignete Planungs- und Managementprozesse definiert werden zur effizienten, systematischen und koordinierten Zielerreichung. Das Einzugsgebietsmanagement sollte jedoch nicht flächendeckend umgesetzt werden, sondern nur, falls zur effektiven und effizienten Zielerreichung ein koordiniertes Vorgehen notwendig ist aufgrund von Abstimmungsbedarf, Konflikten, Synergien oder starken Abhängigkeiten (BAFU 2012d).

Bis anhin sind die Gemeinden und Kantone nicht gesetzlich zu einem integrierten Wassermanagement verpflichtet. Entsprechend fördert die Wasseragenda 21 eine eigenverantwortliche Umsetzung der Grundsätze (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 81). Diese leiten sich jedoch aus den Vorgaben der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (BV, SR 101) nach einer haushälterischen Nutzung des Wassers, dem Schutz der Wasservorkommen und der Abwehr schädigender Einwirkungen auf das Wasser (Art. 76 BV) sowie einem langfristig ausgewogenen Verhältnis zwischen den Ansprüchen der Natur und des Menschen (Art. 73 BV) ab. Es gibt jedoch auch Ausnahmen. Beispielsweise wurden mit der Revision des

Gewässerschutzgesetzes sowie der Gewässerschutzverordnung im Jahr 2011 einige neue Bestimmungen eingeführt, welche eine Abstimmung über die Sektoren und im Einzugsgebiet implizit erfordern (BAFU 2012d).

IWAGO – Integrated Water Governance with Adaptive Capacity in Switzerland, als ein Projekt des Nationalen Forschungsprogramms „Nachhaltige Wassernutzung“ (NFP 61), untersuchte, welche Regulationsstrukturen und Prozesse eine ganzheitlichere und partnerschaftlichere Bewirtschaftung der Wasserressourcen fördern sowie die Anpassungskapazität der Wasserwirtschaft in der Schweiz erhöhen. Dazu wurden aus verschiedenen Regionen und Kantonen ausgewählte Fallbeispiele des integrierten Wassermanagements im Einzugsgebiet analysiert. Die Ergebnisse zeigen auf, dass es für ein integriertes Wassermanagement im Einzugsgebiet keine erfolgsversprechende Standardlösung gibt, sondern dieses auf den jeweiligen Kontext (Zielsetzungen und Region) abzustimmen ist. Die Untersuchung legt zudem dar, dass die Änderung von Normen und Rechtsgrundlagen (= normative Vorreiter), geeignete Strategien und Leitbilder (= strategische Vorreiter) und die Umsetzung einzelner Projekte (=operative Vorreiter) Erfolgsfaktoren sind. Oftmals geben Koordinationsplattformen und kantonale Arbeitsgruppen Impulse. Beispielsweise gibt es im Kanton Bern eine Arbeitsgruppe zum Thema Naturgefahren und Trockenheit und im Kanton Freiburg eine Koordinationsgruppe Gewässer. Das Projekt empfiehlt den Kantonen einen Mix aus verschiedenen formellen, informellen und ökonomischen Instrumenten zu entwickeln und aufeinander abzustimmen (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 88–89).

Es gibt auch Initiativen zur **länderübergreifenden Gewässerbewirtschaftung** im Einzugsgebiet, welche darüber hinaus auch den internationalen Fachaustausch ermöglichen (Björnsen Gurung & Stähli 2014: 32). Die Schweiz ist seit einigen Jahrzehnten in internationalen Gewässerkommissionen vertreten, welche zu diesem Zweck geschaffen wurden (BAFU 2012d). Ein bedeutendes Gremium in Bezug auf die grenzüberschreitende Bewirtschaftung des Rheins ist die IKSR. Sie ist seit 1963 völkerrechtlich verankert. Die Rheinanliegerstaaten betreiben im Zusammenhang mit der Mitgliedschaft Messstationen auf der gesamten Länge des Rheins und sind am internationalen Warn- und Alarmsystem beteiligt (Björnsen Gurung & Stähli 2014: 32).

Auch in den Ländern der Europäischen Union wird ein integriertes Wassermanagement nach Einzugsgebieten betrieben. Die **EU-Wasserrahmenrichtlinie**, welche seit 2002 in Kraft ist, gibt den Anstoss dazu. Sie beinhaltet Grundsätze zu einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung und verpflichtet die EU-Mitgliedstaaten unter anderem dazu, sich auf einen gemeinsamen Bewirtschaftungsplan für ein Einzugsgebiet zu einigen. Dies gilt auch für Gewässer, welche zu Teilen in einem Nichtmitglied der EU liegen. So verlangt die Bewirtschaftung des Rheins eine Abstimmung mit der Schweiz (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 81).

2.2.3 Niedrigwasser

Die Schweiz betreibt wie alle Rheinanliegerstaaten ein **nationales Niedrigwassermanagement**, das sowohl operative Massnahmen, welche in der konkreten Niedrigwassersituation umgesetzt werden, als auch Vorsorgemassnahmen umfasst. Einige wichtige Punkte sind die folgenden (IKSR 2018: 26–30):

- Die *Niedrigwasserüberwachung* erfolgt kontinuierlich über ein Netz von Messstationen, welche das BAFU auf dem ganzen Flusssystem der Schweiz betreibt.
- *Abflussvorhersagen* publiziert das BAFU regelmässig auf der eigenen Webseite.
- Die *Warnung* auf nationaler Ebene ist zurzeit in Entwicklung. Jedoch wird im hydrologischen Bulletin des BAFU, welches zweimal wöchentlich veröffentlicht wird, auf mögliche Niedrigwassersituationen hingewiesen. Informationen werden auch über Webseiten der Kantone und die nationale Informations- und Frühwarnplattform zur Trockenheit www.drought.ch weitergegeben. Sie entstand ebenfalls als Bestandteil eines NFP-Projektes (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 39–47). Seit dem Ende des NFP-Projektes wird die Internetplattform durch die WSL weitergeführt (Drought 2020).
- Für *Planung und Entscheidung von Niedrigwassermanagement-Massnahmen* sind die Kantone zuständig. Dazu zählt auch die Erstellung von Wasserversorgungsplänen.
- Als *operative Wassermanagement-Massnahmen* sind in allen Rheinanliegerstaaten unter anderem die Information und Sensibilisierung der Bevölkerung sowie der Wassernutzer zum sparsamen Umgang mit der Ressource Wasser, Nutzungseinschränkungen, die (Trink)Wasserverteilung sowie die Abflussunterstützung wichtig.
- Weitere nationale Werkzeuge zur *Analyse und Bewertung von vergangenen und zukünftigen Niedrigwasserereignissen und/ oder Wasserknappheit* sind die folgenden:
 - Das vom BAFU geleitete Forschungsprojekt *Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz* (CCHydro), bestehend aus sieben Modulen, welche zwischen 2009–2011 von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten bearbeitet wurden, schuf die hydrologischen Grundlagen zur Erarbeitung der nationalen Anpassungsstrategie (BAFU 2012b: 16). Modul 4 widmete sich explizit dem Thema Niedrigwasser im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Die Dissertation *Auswirkungen der projizierten Klimaänderung auf Sommerniedrigwasser im Schweizer Mittelland basierend auf einer multi-variablen Kalibrierung des hydrologischen Modellsystems PREVAH* lieferte die Niedrigwasserprojektionen und deren Analyse. Überdies leistete die Dissertation einen methodischen Beitrag, indem ein Modell zur Untersuchung von Niedrigwasserverhältnissen unter veränderten Klimabedingungen entwickelt wurde, welches sich insbesondere für Impaktstudien eignet (Meyer 2012).
 - Zum Thema Wasserknappheit hat der Bundesrat den Bericht *Umgang mit lokaler Wasserknappheit in der Schweiz* herausgegeben, um das Postulat 10.3533 „Wasser und Landwirtschaft. Zukünftige Herausforderungen“ von Nationalrat Hansjörg Walter zu erfüllen. Der Bericht thematisiert den

„Umgang mit Wasserknappheit und Trockenheit und die entsprechenden Konflikte, Versorgungsprobleme und Lösungsansätze“ (BAFU 2012c: 4).

- Zu den Auswirkungen der Hitze, Trockenheit und lokalen Wasserknappheit vom Sommer bis Herbst 2018 auf die Wasserwirtschaft hat die Abteilung Wasser des BAFU eine Umfrage bei den Kantonen durchgeführt und in einem Bericht veröffentlicht (BAFU 2019a).

Auch auf **internationaler Ebene** wird Niedrigwasser zunehmend thematisiert. Herausforderungen infolge des Niedrigwassers sowie die Erarbeitung von Anpassungsmassnahmen werden in Süddeutschland beispielsweise durch den Arbeitskreis *Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft* (KLIWA) der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst aufgegriffen (Arbeitskreis KLIWA 2020b). In den Jahren 2015 und 2016 wurden dazu Fallstudien in den drei KLIWA-Partnerländern durchgeführt (Arbeitskreis KLIWA 2020a).

Auch in den **Bereichen**, welche die Masterarbeit miteinbezieht, sind bereits Massnahmen und Werkzeuge zur Anpassung an Niedrigwasser etabliert oder in Erarbeitung:

Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die **Wasserkraftnutzung** wurden auf nationaler Ebene als Bestandteil des Klimaaktionsplans des BAFU Studien durchgeführt. Dabei wurden die Ziele verfolgt, einerseits auf dem neuesten Wissensstand zu sein und andererseits die Betroffenen (Gesetzgeber, Konzessionsbehörden, Kraftwerksbetreiber) zu sensibilisieren, Erkenntnisse bei Entscheidungen miteinzubeziehen (BAFU 2014a: 79).

Als ein Beispiel untersuchte das Forschungsprojekt *Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung*, von Swisselectric Research und dem Bundesamt für Energie (BFE) gemeinsam lanciert, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Produktion und den Umsatz von Wasserkraftwerken anhand mehrerer Fallstudien.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass die Jahresproduktion von Laufkraftwerken durch die Abflussänderungen infolge eines ausgeglicheneren Regimes in den nächsten Jahrzehnten ansteigen wird, da diese das anfallende Wasser nicht speichern können, sondern dieses unmittelbar turbinieren müssen. Allerdings ist die vorhandene Wassermenge, die mögliche Stromproduktion und der Umsatz nicht unbedingt linear miteinander verknüpft (SGHL & CHy 2011: 22–23).

Überdies ist die schweizweite Wasserkraftproduktion diversifiziert durch Standorte an Flüssen mit unterschiedlichen Abflussregimes. In heissen Sommern kann die hohe Stromproduktion alpiner Wasserkraftwerke infolge Gletscherschmelze die verminderte Produktion der Laufkraftwerke aufgrund zurückgehender Wasserführung in anderen Regionen ausgleichen (Probst 2015). Im Hitzesommer 2003 wurde zudem Strom importiert (Björnsen Gurung & Stähli 2014: 13).

Der Schweizerische Fischerei-Verband (SFV) sowie lokale Akteure innerhalb der Fischerei nehmen bei kurzfristigen und vorsorglichen Massnahmen zur Verringerung **ökologischer Risiken** von sommerlichen Niedrigwasserereignissen Schlüsselrollen ein. Dies geht aus einem Dossier des SFV zum „Äschesterben“ im

Sommer 2018 heraus, als die Rheinwassertemperatur zwischen Schaffhausen und dem Rheinfall auf über 25°C kletterte und dadurch einen kritischen Temperaturbereich für Salmoniden (z.B. Äschen und Forellen) erreichte: Darin wird berichtet, dass infolge der Erfahrungen des Hitzesommers 2003 ein Notfallkonzept erarbeitet und bauliche Massnahmen umgesetzt wurden. Es wurden nämlich von den Fischern Kaltwasserzonen lanciert und zusammen mit der kantonalen Fischereiaufsicht realisiert sowie Grundwasseraufstösse den Fischen zur Abkühlung zugänglich gemacht. In der kritischen Situation im Sommer 2018 wurden zusätzliche Kaltwasserzonen durch Baggermassnahmen geschaffen, der Zugang zu Seitengewässern freigelegt, Belüftungsanlagen zur Sauerstoffsättigung in kritischen Bereichen eingebaut und Fische evakuiert. Zudem wurde sensibilisiert sowie Öffentlichkeitsarbeit betrieben, damit die Badenden und Bootsfahrer auf die Fische, welche sich in Kaltwasserzonen sammelten, genügend Rücksicht nahmen. Die Fischer haben auch in ehrenamtlicher Tätigkeit tote Fische eingesammelt, damit die Hygiene aufrechterhalten werden konnte.

Allgemein fordert der SFV die Aufhebung wasserkraftbedingter Hindernisse an Bächen und Flüssen. So können Fische in kritischen Situationen kühlere Gebiete aufsuchen. Dies würde durch die strikte Umsetzung des Gewässerschutzgesetzes erreicht, welches vorschreibt, dass bis 2030 die Kraftwerksanlagen saniert werden müssen, damit die Fische ungehindert flussauf und -abwärts schwimmen können (SFV 2018).

Auf nationaler Ebene wurde durch das Projekt *Wasserversorgung 2025* der aktuelle und zukünftige Handlungsbedarf der **Wasserversorgung** durch eine Umfrage bei den Kantonen und eine Expertengruppe analysiert. Im Zentrum der Studie standen unter anderem Herausforderungen infolge des Klimawandels sowie der Umgang mit Wassernutzungskonflikten. Die Studie empfiehlt verschiedene Massnahmen zu unterschiedlichen Zielen und Bedürfnissen der Wasserversorgung: Zur Versorgungssicherheit dient die Massnahme „Zweites Standbein“, bei welcher die Wasserversorger das Wasser aus mindestens zwei unabhängigen Ressourcen beziehen sowie „das Erstellen von Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositiven“, um Probleme frühzeitig zu identifizieren und Entschlüsse richtig zu fassen. Zur Werterhaltung und zur Optimierung der Infrastruktur wird ein Infrastrukturmanagement vorgeschlagen. Teilstrategien sind zudem die „Effizienz/ Wirtschaftlichkeit“ unter anderem durch eine regionale Wasserversorgungsplanung, der „Ressourcenschutz“ sowie die Verbesserung der „Organisation“, Letzteres durch eine geeignete Datenerhebung und -bewirtschaftung sowie eine bessere Koordination unter den Bundesämtern (BAFU 2014b).

Prinzipiell sind in der **Schifffahrt** bereits Instrumente entwickelt worden, welche auch während gegenwärtigen und zukünftigen Niedrigwasserperioden genutzt werden können. Dies gilt insbesondere für Informationssysteme, welche beispielsweise über aktuelle Wasserstände und Wasserstandsvorhersagen informieren. Allerdings besteht ein zunehmender Bedarf an sichereren Wasserstandsvorhersagen über mehrere Tage im Voraus, um die Beladung optimieren zu können. Aus diesem Grund war eine der Massnahmen aus der Klimaanpassungsstrategie des Bundes die „Verbesserung der 4–5 Tages-Wasserstands-Vorhersagen“ vom BAFU bis ins Jahr 2018.

Um die Transportkapazität während des Niedrigwassers erhöhen zu können, fordert die Klimaanpassungsstrategie des Bundes, dass lokale Hindernisse beseitigt, die Fahrrinne vertieft sowie der Schiffsbau vorangetrieben wird. Diese Massnahmen sollen laufend von den Kantonen, unter Mitwirkung des Bundesamtes für Verkehr (BAV), des Bundesamtes für Energie (BFE), der Nachbarstaaten sowie der Schiffsbauindustrie umgesetzt werden. Allgemein sollen für den Bau neuer Infrastrukturen die Auswirkungen des Klimawandels als „No-Regret-Measures“ mitberücksichtigt werden. Dies sind Massnahmen, welche nicht in erster Linie zur Anpassung an den Klimawandel durchgeführt werden, sondern unter anderem auch der Klimaanpassung dienlich sind, weshalb sie unabhängig des Klimawandels und seiner Folgen später nicht zu bereuen sind (BAFU 2012c: 78–79).

Dem *Bericht über die Schifffahrtspolitik der Schweiz* vom 14. Oktober 2009 zur Erfüllung des Postulats 06.3541 Fetz vom 5. Oktober 2006 ist zu entnehmen, dass sich der Bund für die Entwicklung der Schifffahrt „bedürfnisgerecht“ einsetzt. Der Bundesrat möchte „die zielgerichtete Schifffahrtspolitik fortführen und dort mit punktuellen Massnahmen ergänzen, wo sich Handlungsbedarf abzeichnet“ (Schweizerische Eidgenossenschaft 2009: 7684). Er fördert insbesondere die SRH als „Häfen von nationaler Bedeutung“ (Schweizerische Eidgenossenschaft 2009: 7686). Wichtige Beweggründe sind die Bedeutung der SRH zur Landesversorgung sowie die Umsetzung der Schweizer Verlagerungspolitik. Als Instrument zur Umsetzung politischer Vorgaben dient der *Sachplan Verkehr*, welcher einen spezifischen Teil zur Schifffahrt enthält (UVEK 2015).

Auf internationaler Ebene trägt die **Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR)** die Hauptverantwortung für die verordnungsrechtliche Tätigkeit im Hinblick auf die Rheinschifffahrt (ZKR 2018), bei welcher auch die Schweiz Mitglied ist (Schweizerische Eidgenossenschaft 2009: 7685). Zunehmend gehören auch Herausforderungen der Schifffahrt infolge des Klimawandels zu ihren Tätigkeitsbereichen (ZKR 2018).

3 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die theoretischen Grundlagen der Masterarbeit. Die Governance untersucht Kooperationsformen zwischen öffentlichen, privaten sowie zivilgesellschaftlichen Akteuren und die dafür eingesetzten Instrumente. Das Konzept der Multilevel Governance hebt die horizontale und vertikale Politikintegration hervor. Die Governance und die Multilevel Governance sind wichtige Ansätze bei der Klimaanpassung. Das integrierte Wasserressourcenmanagement (IWRM) und zunehmend adaptive Ansätze gelten als Grundsätze der Governance der Klimaanpassung im Wassersektor. In diesem Sinne wird ein ganzheitlicher Ansatz fokussiert, welcher einerseits die verschiedenen Ansprüche an Gewässer miteinbezieht und andererseits auch nicht stationäre Bedingungen anerkennt. Die Multilevel Governance stellt eine wichtige Eigenschaft der adaptiven Ansätze in der Wassergovernance respektive im Wassermanagement dar. Die grenzüberschreitende Wassergovernance ist mit zusätzlichen Herausforderungen verbunden. Verschiedene Faktoren vermögen eine Kooperation im grenzüberschreitenden Wassermanagement zwischen Ländern zu fördern respektive zu verhindern. Ein Niedrigwassermanagement dient zur Bewirtschaftung der Wasserressourcen bei stark zurückgehender Wasserführung. Es beinhaltet sowohl vorsorgliche als auch operative Massnahmen.

In diesem Kapitel wird in einem ersten Schritt in die Multilevel Governance als theoretisches Konzept der Arbeit eingeführt (vgl. Kapitel 3.1). In einem nächsten Schritt wird die Governance der Klimaanpassung (vgl. Kapitel 3.2) diskutiert. Dabei wird zunächst das Politikfeld der Klimaanpassung beschrieben (vgl. Kapitel 3.2.1) und anschliessend werden wichtige Merkmale der Governance der Klimaanpassung herausgearbeitet (vgl. Kapitel 3.2.2). Das darauffolgende Kapitel widmet sich der Governance der Klimaanpassung im Wassersektor (vgl. Kapitel 3.3): Zunächst werden das IWRM und adaptive Ansätze als wichtige Konzepte vorgestellt sowie die Bedeutung der Multilevel Governance im Wassersektor aufgezeigt (vgl. Kapitel 3.3.1). Anschliessend werden einzelne Aspekte der grenzüberschreitenden Wassergovernance diskutiert (vgl. Kapitel 3.3.2) und abschliessend das Niedrigwassermanagement als Ansatz vorgestellt (vgl. Kapitel 3.3.3).

3.1 Multilevel Governance

Gemäss der **These der Governance-Forschung** wird Regieren nicht mehr ausschliesslich nur durch die autoritative Regulierung des hierarchischen Staates („Government“ (Bröchler & Lauth 2014: 4)), sondern zunehmend zusammen mit weiteren relevanten Akteuren aus der Wirtschaft und Zivilgesellschaft vollzogen (Palumbo 2010: XIV). Diese Transformation von „Government zu Governance“ (Palumbo 2010: XI) zeichnet sich infolge neoliberaler Reformen und der Globalisierung in verschiedenen Politikfeldern ab (Palumbo 2010; vgl. dazu die Diskussion im Wasserbereich von Godden 2016). Dadurch wird die Rolle der Akteure neu definiert und es findet ein Wechsel der Steuerungsformen statt (z.B. Palumbo 2010). Während Akteure der Wirtschaft und Zivilgesellschaft zunehmend ermächtigt werden (z.B. Bröchler & Lauth 2014), hat sich das Selbstverständnis des Staates in den vergangenen Jahrzehnten vom „Ordnungsstaat“ hin zu einem „aktivierenden Staat“ verändert (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 426). In Bezug auf die Governance der Klimaanpassung kommt der Verwaltung insbesondere die Aufgabe zu, die Zusammenarbeit über verschiedenste Akteure zu motivieren und zu koordinieren (Hafner 2015: 174). Sie setzt dabei vor allem auf informatorische und ökonomische Instrumente (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 426).

Der weitere **Governance-Begriff** umfasst alle Formen der Steuerung, während nach dem engeren Begriffsverständnis hoheitlich regulatives Handeln staatlicher und kommunaler Akteure als „Government“ zur „Governance“ abzugrenzen ist (Bröchler & Lauth 2014: 4). Die Masterarbeit bezieht sich mit Benz & Dose (2010) auf das weitere Verständnis von Governance. Demnach bezeichnet Governance eine Art Politik, welche verschiedene institutionelle (und informelle) Regelungsformen des Staates, der kommunalen Selbstverwaltung, des Marktes, der Netzwerke und der Bürgerbeteiligung kombiniert. Die Regelungen zielen darauf ab, das Verhalten der Adressaten zu beeinflussen. Mit ihnen sind in der Praxis verschiedenste Instrumente verbunden, an deren Einsatz öffentliche und private Akteure beteiligt sind. Es wird zwischen formellen, informellen und ökonomischen Instrumenten unterschieden (z.B. Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 426–429), wobei die Governance-Literatur insbesondere die Bedeutung informeller Instrumente hervorhebt (z.B. Bröchler & Lauth 2014).

Hauptuntersuchungsfeld der **empirischen Governance-Forschung** sind demnach „Kooperationsformen zwischen öffentlichen und privaten Akteuren sowie Formen privater Selbstregulierung“ (Hafner 2015: 161). Dabei werden insbesondere die Effektivität von Formen der Zusammenarbeit (Bröchler & Lauth 2014: 4) sowie das Zusammenwirken verschiedener Kooperationsformen (Instrumentenmix) betrachtet (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 431), da formelle Instrumente in der Praxis noch immer eine wichtige Bedeutung einnehmen (Knieling & Rossnagel 2015: 13).

Für James Evans (2012: 15) stellt Governance ein Analyse-Framework dar, um die „collective action“ zu untersuchen, wobei er die Aufmerksamkeit auf Regeln und Institutionen richtet:

Governance constitutes a framework for analysis, rather than a theory per se (...). As a framework for collective action, governance in its strictest sense concerns the study of institutions, as containers that group different actors together, and rules, which set the parameters within which they interact and act.

Politische Institutionen sind die sozialen Regeln (Gupta et al. 2010: 468), welche politische Aktivitäten ermöglichen, gestalten und beschränken (Oberlack 2017; Olmstead 2014; Wolf & Pfohl 2014: 264).

Die Governance ermöglicht durch ihren interdisziplinären Charakter Ansätze und Methoden aus verschiedenen Disziplinen zusammenzubringen und dadurch neues Wissen bereitzustellen (z.B. Bache & Flinders 2015b). Sie eignet sich insbesondere zur Beschreibung netzwerkartiger oder gemeinschaftlicher Handlungskoordination (Knieling & Rossnagel 2015: 12). Überdies argumentieren Befürworter, dass sich die zunehmende Komplexität der Gesellschaft durch Governance-Perspektiven gut aufgreifen liesse (Hafner 2015: 162). Kritikerinnen und Kritiker des Governance-Ansatzes merken jedoch an, dass sich Governance fast ausschliesslich mit Lösungsstrategien öffentlicher Probleme beschäftigen und dabei Aspekte der Dominanz und Macht vernachlässigen würde. Die Legitimation nicht-staatlicher Akteure sowie deren notwendige Ressourcen zur Partizipation an Governance-Prozessen würden zu wenig betrachtet (Wolf & Pfohl 2014: 265).

Das Konzept der **Multilevel Governance** betont einerseits die vertikalen Interaktionen zwischen verschiedenen politisch-administrativen Ebenen sowie andererseits die horizontalen Beziehungsstrukturen der staatlichen Akteure mit Akteuren der Zivilgesellschaft, Privatwirtschaft sowie weiteren Akteuren (z.B. Bache & Flinders 2015a; Bache & Flinders 2015b).

Den Begriff Multilevel Governance entwickelte Gary Marks im Kontext der Studien zur Europäischen Union. Er und weitere Befürworter des Konzeptes argumentierten, dass sich die Souveränität der Nationalstaaten laufend verringerte, indem der regionalen Ebene der Europäischen Union einerseits, sowie den staatlich, regionalen und kommunalen Regierungen der Mitgliedsländer andererseits, zunehmend mehr Macht übertragen wurde (vgl. Palumbo 2010). Das Konzept wurde danach auf verschiedenste geographische Regionen und Politikfelder angewendet (vgl. Bache & Flinders 2015a; Bache & Flinders 2015b; Wolf & Pfohl 2014), um die „diffusion of power“ der Nationalstaaten hin zu über- und untergeordneten politisch-administrativen Ebenen zu beschreiben (Harmes 2006: 725–726).

Gemäss Gary Marks und Lisbet Hooghe (2004) ist das Hauptargument für die Multilevel Governance die Internalisierung von Externalitäten, welche bei der Bereitstellung von Öffentlichen Gütern entstehen. Die Reichweite von Externalitäten variiert mit der Art des Öffentlichen Guts. Nur eine Multilevel Governance kann diese Unterschiede mitberücksichtigen (Marks & Hooghe 2004: 16).

Marks und Hooghe (2004: 29) argumentieren, dass sich zur „collective decision making“ zwei komplementäre Ansätze der Multilevel Governance etablierten. Typ I Multilevel Governance bezeichnet die Regierungsstruktur im

Föderalismus, welche sich aus einer beschränkten Anzahl politisch-administrativer Ebenen (z.B. supranational, national und subnational) zusammensetzt. Diese Ebenen haben zugleich mehrere Funktionen und keine miteinander überschneidenden Mitgliedschaften. Untergeordnete Ebenen sind vollständig in der übergeordneten Ebene enthalten. Neben der Regierungsstruktur co-existieren Gremien mit Netzwerkcharakter (Typ II), welche eine spezifische Funktion erfüllen. Sie sind flexibel in der Struktur, existieren auf einer unbestimmten Anzahl an politisch-administrativen Ebenen und besitzen wegen ihrer Zweckgebundenheit einerseits Zuständigkeitsbereiche und andererseits Mitgliedschaften, welche sich mit denen weiterer Gremien überschneiden können (vgl. Tab.1). Typ II Multilevel Governance fokussiert sich auf die Effizienz der Problemlösung und bildet ein untergeordnetes System von Typ I Multilevel Governance (Marks & Hooghe 2004).

Typ I	Typ II
Mehrzweck-Gremien	Zweckgebundene Gremien
Nicht überschneidende Mitgliedschaften	Überschneidende Zuständigkeitsbereiche und Mitgliedschaften
Beschränkte Anzahl politisch-administrativer Ebenen	Unbeschränkte Anzahl politisch-administrativer Ebenen
Systemweite und dauerhafte Struktur	Flexibles Design

Tab.1: Typologie der Multilevel Governance
(eigene Darstellung nach Marks & Hooghe 2004: 17)

In der Schweiz sind auf lokaler Ebene typischerweise Zweckverbände der Typ II Multilevel Governance für die Lösung spezifischer Governance-Probleme zuständig (Marks & Hooghe 2004: 20). In Grenzregionen in Nordamerika und Westeuropa haben sich transnationale Gremien der Typ II Multilevel Governance etabliert (Marks & Hooghe 2004: 25). Im lokalen Umweltbereich ist die Typ II Multilevel Governance überdies entscheidend, um der Übernutzung von Allmendegütern, welche sich durch Rivalität und Nichtausschliessbarkeit auszeichnen, entgegenzuwirken. Zu den Allmendegütern zählen knappe erneuerbare Ressourcen (Marks & Hooghe 2004: 27) wie beispielsweise nicht regulierte Wasserressourcen eines Fließgewässers.

Das Konzept der Multilevel Governance ist in der Environmental Governance bedeutend (z.B. Betsill & Bulkeley 2006; Bulkeley & Betsill 2005; Selin 2010) und insbesondere in der Klimagovernance von grossem Nutzen (Bache & Flinders 2015a; Betsill & Bulkeley 2006). Bulkeley & Betsill (2005) argumentieren, dass durch die Multilevel Governance und insbesondere die Typologie nach Marks und Hooghe (2004) die Nachhaltigkeitspolitik im städtischen Raum besser erfasst werden kann, welche durch eine Vielzahl an vertikalen und horizontalen Beziehungsstrukturen gekennzeichnet ist, wodurch beide Typen in der Praxis repräsentiert werden. Betsill & Bulkeley (2006) legen dar, dass aufgrund der Bedeutung der subnationalen Ebene innerhalb der globalen

Umweltgovernance zu deren besseren Verständnis eine Multilevel Governance Perspektive notwendig ist. Sie erläutern am Beispiel des Cities for Climate Protection Programm den hohen Stellenwert, welche transnationale Netzwerke kommunaler Regierungen beim Klimaschutz haben.

3.2 Governance der Klimaanpassung

3.2.1 Politikfeld

Die Gesellschaft muss Klimafolgen antizipieren und proaktive Anpassungen durchführen respektive reaktive Massnahmen implementieren. Im fünften Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird Klimaanpassung als Anpassung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Systeme an aktuelle und erwartete Klimaveränderungen sowie deren Folgen definiert. Klimaanpassungen zielen darauf ab, die grössten Risiken des Klimawandels lokal abzufedern respektive zu verhindern sowie von den Möglichkeiten des Klimawandels zu profitieren (IPCC 2014: 5).

Im Kern geht es darum, die Klimavulnerabilität der Gesellschaft durch veränderte Prozesse und Strukturen zu verringern. Einerseits sind damit Anpassungen der Infrastruktur und andererseits auch gesellschaftliche Veränderungsprozesse wie beispielsweise eine effizientere Ressourcennutzung gemeint (vgl. IPCC 2014). Dazu ist es notwendig, die Stärken verschiedenster Akteure zu bündeln und die Entwicklung von geeigneten Instrumenten zur Klimaanpassung voranzutreiben (Hafner 2015). Zielkriterien umfassen die „Legitimität, „Effektivität“ und „Resilienz“ von Governance-Prozessen (Termeer et al. 2011: 178), wobei es keine ‚one-fits all‘ Anpassungspolitik gibt, sondern diese vielmehr auf vorhandene institutionelle Gegebenheiten abzustimmen ist (Weiland 2017).

Seit den 2000er Jahren werden in Europa von vielen Staaten nationale Strategien zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt. Diese Strategiepapiere betonen die Notwendigkeit zur Zusammenarbeit, Abstimmung und Koordination im Mehrebenensystem. Miteinbezogen sollten verschiedenste staatliche und nichtstaatliche Akteure aus der Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft (Weiland 2017). Dieser normative Ansatz der politischen Steuerung befindet sich in der Nähe zur Governance-Forschung und insbesondere zur Multilevel Governance (vgl. Termeer et al. 2011).

3.2.2 Merkmale

Klimafolgen sind grenzen-, ebenen-, und sektorübergreifend sowie durch eine Langfristigkeit und Unsicherheit geprägt. Zudem sind diese lokal und regional spezifisch (z.B. Evans 2012). Um diese Charakteristika miteinzubeziehen, werden in der Literatur einige Merkmale der Governance der Klimaanpassung betont, welche in der Folge kurz zusammengefasst werden.

Die Klimaanpassungspolitik verfolgt **integrierte Ansätze** (Weiland 2017). Vertikal stehen vor allem in föderalistischen Staaten die verschiedenen politisch-administrativen Ebenen miteinander in Wechselwirkung.

Typischerweise werden Institutionen und Instrumente auf höherer Ebene entwickelt und dann auf regionaler und lokaler Ebene den Gegebenheiten angepasst und angewendet (Termeer et al. 2011; Weiland 2017). Die horizontale Politikintegration meint den gemeinsamen Ansatz bei Klimaanpassungen über verschiedene Sektoren hinweg. Es sollen Synergien genutzt und Interessenkonflikte zwischen den Bereichen reduziert werden. Überdies soll die Thematik der Klimaanpassung auch in weitere Querschnittpolitiken, wie beispielsweise den Klimaschutz oder die Nachhaltigkeitspolitik, miteinfließen (Weiland 2017).

Typischerweise wird in der Klimaanpassungspolitik ein **Bottom-up Ansatz** verfolgt (vgl. Weiland 2017). So hebt die Forschung die Bedeutung der lokalen und regionalen Handlungsebene hervor (vgl. Betsill & Bulkeley 2006; Bulkeley & Betsill 2005; Olmstead 2014; Termeer et al. 2011; Weiland 2017). Ein wichtiger Grund dafür ist der oftmals lokale oder regionale Handlungsbedarf. Zudem ist die regionale Handlungsebene entscheidend, um die „endogenen Potenziale“ der Region nutzen zu können (Knieling & Rossnagel 2015: 14). Auf der regionalen Handlungsebene ist eine netzwerkartige Zusammenarbeit relevanter Akteure zur Implementierung von Anpassungen möglich (Knieling & Rossnagel 2015: 14).

In die Klimaanpassung sind neben **staatlichen auch nicht-staatliche Akteure** aus der Wissenschaft, Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Verwaltung und Politik involviert. Diese verschiedenen Akteure haben unterschiedliche Rollen und Aufgaben (vgl. Evans 2012). Auf kommunaler Ebene ist die Klimaanpassung Aufgabe der kommunalen Umweltämter, welche die ressortübergreifende Koordination übernehmen. Dies ist als eine ungewohnte Aufgabe für die Umweltämter zu betrachten, da nicht rein umweltrechtliche Kriterien von Bedeutung sind (Liesenfeld, Schneider & Weingärtner 2015: 233). Die Raumplanung nimmt eine wichtige Rolle auch in der Klimaanpassung ein aufgrund ihrer generellen „Integrations- und Koordinationsfunktion“ (195). Zudem ist sie insbesondere auch für Bewusstseinsbildungsprozesse respektive die Sensibilisierung der Akteure bedeutsam (Winges et al. 2015). Die Rolle der Wissenschaft liegt insbesondere in der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 432). Sie ist neutral, kann zwischen gegensätzlichen Meinungen vermitteln sowie fachliches Wissen und experimentelle Lösungen beisteuern (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 423).

Wichtige Funktionen nehmen zivilgesellschaftliche Akteure ein, wobei ihre Bereitschaft zur Partizipation zumindest teilweise auch von der persönlichen Betroffenheit mitbestimmt wird (Hohberg 2015). Beispielsweise erläutert Fellmer (2015) die Wichtigkeit der zivilgesellschaftlichen Eigen- und Mitverantwortung bei der Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzmassnahmen in Hamburg, wo die Sturmflutgefahr infolge des Klimawandels steigen wird. Durch Flutschutz- und Poldergemeinschaften sind zwei zivilgesellschaftliche Organisationsformen entstanden, welche Gebiete abdecken, welche nicht durch die öffentliche Hochwasserschutzlinie geschützt werden können.

Zur Umsetzung von Klimaanpassungen sind formelle, informelle und ökonomische **Instrumente** sowie **Netzwerke** bedeutsam (Knieling & Rossnagel 2015). Formelle Instrumente, zu denen beispielsweise Gesetze,

Verordnungen und Verwaltungsakte zählen (Knieling & Rossnagel 2015: 12), geben den Akteuren durch gesetzliche Zwänge eine „Rechts- und Planungssicherheit“ an die Hand (Knieling & Rossnagel 2015: 18).

Informelle Instrumente zielen insbesondere darauf ab, relevante Akteure aus der Wirtschaft und Zivilgesellschaft durch den Mechanismus der „Selbstbindung“ miteinzubeziehen. Dabei sind die treibenden Faktoren der Wissensaustausch und die Einflussnahme auf Prozesse (Knieling & Rossnagel 2015: 13–14). Fröhlich, Knieling und Kraft (2014) unterscheiden diverse Formen und Verfahren der Information, Beteiligung und Kooperation. Zur Klimaanpassung sind informelle Instrumente von entscheidender Bedeutung, denn ordnungsrechtliche Instrumente sind nur bedingt anwendbar: Die Klimafolgen betreffen viele verschiedene Akteure auf eine individuelle Art und Weise. Überdies sollten sich Klimaanpassungen an der geographisch relevanten Region (z.B. ein Flussgebiet) orientieren. Dies führt zu einem hohen Aufwand bezüglich Koordination und Kommunikation und macht einen integrierten Ansatz notwendig. Ebenfalls infolge der Langfristigkeit und Unsicherheit von Klimafolgen sind informelle Instrumente zur Legitimation von Entscheidungen besonders bedeutsam (Knieling & Krekeler 2015: 48). Inwiefern das Potenzial eines informellen Instrumentes ausgeschöpft wird, hängt aber auch von weiteren Faktoren, insbesondere von der „kommunikativen Interaktion“ zwischen den Akteuren, ab (Knieling & Krekeler 2015: 47).

Ökonomische Instrumente sind direkte finanzielle Förderungen nach dem Gemeinlastprinzip sowie Abgaben und handelbare Zertifikate nach dem Verursacherprinzip (Schempp & Ossenbrügge 2015). Diese können ihre Ziele jedoch auch verfehlen oder mit Nebenwirkungen verbunden sein (Knieling & Rossnagel 2015: 21).

Netzwerke in Bezug auf die Governance bestehen aus „operativ autonomer“ aber „inhaltlich wechselseitig abhängiger“ Organisationen, welche „im öffentlichen Interesse gemeinsame Ziele verfolgen und Entscheidungen treffen“ (Hutter et al. 2015: 303–304). Netzwerke spielen in der Governance der Klimaanpassung eine entscheidende Rolle durch ihre Möglichkeit der Neuvernetzung von Akteuren (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 424) und der dadurch möglichen Verknüpfung praktischen und wissenschaftlichen Wissens (Hutter et al. 2015: 303–304).

Am Beispiel der Modellregion Nordhessen zeigen Bauriedl, Baasch und Görg (2015: 30) auf, dass je nach Phase des Politikzyklus unterschiedliche informelle Instrumente erfolgsversprechender sind. Überdies ist die isolierte Betrachtung eines Instrumentes wenig aussagekräftig, das Interesse sollte eher auf das Zusammenwirken von verschiedenen Instrumenten gerichtet sein (Knieling & Krekeler 2015).

Zukünftige Unsicherheiten und unvorhergesehene Ereignisse verlangen nach **flexiblen und adaptiven Vorgehensweisen** (vgl. Timmerman et al. 2011). Der Ansatz der *Adaptive Governance* widmet sich explizit dem Umgang mit Unsicherheiten des globalen Wandels. Governance-Prozesse werden dynamisch an diesbezügliche neue Erfahrungen und Erkenntnisse angepasst. Zudem fokussiert der Ansatz den kontinuierlichen Lern- und Verbesserungsprozess in der Steuerung, wenn aus den Konsequenzen von implementierten Strategien gelernt wird (Hill 2012; Pahl-Wostl 2007).

Die Adaptive Governance zielt darauf ab, die Anpassungskapazität, „das gesellschaftliche Potenzial zur Anpassung“, zu erhöhen (Knieling & Krekeler 2015: 52). Die Anpassungskapazität wird in der Literatur als ein

Schlüsselkonzept beschrieben (vgl. Hill 2012; Pahl-Wostl 2007). Diese lässt sich auf die Forschung zur Resilienz zurückführen (Knieling & Krekler 2015: 52). Resilienz meint dabei die „capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity and feedbacks“ (Folke et al. 2005: 443). Mit anderen Worten ist ein System resilient, wenn es seine Dienstleistungen auch in Stresssituationen weiterhin erbringen kann. Neben der Exposition sowie der Sensibilität ist die Anpassungskapazität eine der Determinanten der Verwundbarkeit (Gupta et al. 2010).

Die Adaptive Governance erfüllt die wichtige Anforderung, **proaktive Anpassungen** zu unterstützen im Vergleich zu reaktiven Massnahmen, welche erst folgend auf vergangene Ereignisse umgesetzt werden (Pahl-Wostl 2007: 52).

Die Adaptive Governance legt die Basis mittels adäquaten Institutionen und Governance-Strukturen für das Adaptive Management. Dieses ist darauf ausgelegt, Unsicherheiten im alltäglichen Geschäft miteinzukalkulieren, um damit die Entscheidungsfähigkeit zu unterstützen (Herrfahrdt-Pähle 2012: 83).

3.3 Governance der Klimaanpassung im Wassersektor

3.3.1 Ansätze der Wassergovernance

Das IWRM gilt als allgemein anerkannte Basis für ein Wassermanagement Regime (z.B. Timmerman et al. 2011). Die Prinzipien entsprechen einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressource Wasser (vgl. UNECE 2009). Miteinbezogen sind auch weitere Bereiche, welche mit dem Wassersektor verknüpft sind wie beispielsweise das Landmanagement (Grambow 2009). Das IWRM orientiert sich an naturräumlichen Gegebenheiten anstatt an administrativen Grenzen (Godden 2016: 33). In die Umsetzung sind sowohl staatliche als auch Akteure aus der Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft involviert (Grambow 2009). Die Global Water Partnership (GWP 2000: 22) definieren das IWRM als einen Prozess,

which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximize the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems.

Ansätze des IWRM, wie beispielsweise die *collaborative governance* oder das *demand management*, schaffen Synergien zwischen der Governance der Klimaanpassung und weiteren Handlungsbereichen des Wassermanagements. In diesem Zusammenhang wird argumentiert, dass die Klimaanpassung im Wassersektor nicht für sich alleine betrachtet, sondern einen integralen Bestandteil des IWRM darstellen sollte (Timmerman et al. 2011: 538–539).

Am IWRM wird jedoch in der Forschung zunehmend die geringe Flexibilität und Orientierung an stabilen Umweltbedingungen kritisiert. Autorinnen und Autoren schlagen adaptive Ansätze vor, um mit Unsicherheiten und Herausforderungen infolge des globalen Wandels im Allgemeinen und des Klimawandels im Speziellen umzugehen sowie die Voraussetzungen zu einer hohen Anpassungskapazität zu schaffen (Herrfahrdt-Pähle 2012; Hill 2012; Pahl-Wostl 2007). Das Adaptive Wassermanagement (vgl. Pahl-Wostl 2007) respektive die Adaptive Wassergovernance (vgl. Herrfahrdt-Pähle 2012) erweitern das IWRM um die adaptive Komponente (z.B. Pahl-Wostl 2007). In Bezug auf Flüsse gibt Claudia Pahl-Wostl (2007: 54–55) einen vergleichenden Überblick zu typischen Eigenschaften des traditionellen sowie des integrierten und adaptiven Wassermanagement Regimes anhand der strukturellen Dimensionen (Management-Paradigma, Governance, Sektorale Integration, Analyse- und Handlungsebene, Informationsmanagement, Infrastruktur, Finanzen & Risiken und Umweltkriterien) (vgl. Tab.2).

Strukturelle Dimension	Traditionelles Wassermanagement Regime	Integriertes und adaptives Wassermanagement Regime
Management Paradigma	"Prediction and control"-Regime: systemisches Verhalten und regulatorische Instrumente → verhindert Lernprozesse	Komplexes Systemverständnis → ermöglicht Lernprozesse und Selbstorganisation
Governance	Zentralisiert, hierarchisch, geringe Partizipation → Inflexibel	Polyzentrisch, horizontal, breite Partizipation → Flexibel
Sektorale Integration	Sektorintern, geringe Interaktion zwischen Bereichen → erlaubt eine hohe Spezialisierung auf die Problemstellung	Sektorübergreifende Analyse → Integrierte Implementierung
Analyse- und Handlungsebene	Teileinzugsgebiet → grenzüberschreitende Herausforderungen beim Management	Verschiedene Ebenen bei grenzüberschreitenden Problemen
Informationsmanagement	Mangelhafte oder nicht geteilte Informationen → fragmentiertes Wissen	Öffentliche und geteilte Informationen → Umfassendes Wissen
Infrastruktur	Gross und zentralisiert → hohe versunkene Kosten und erschwerte Anpassungsprozesse	Angepasst bezüglich Grösse und dezentralisiert
Finanzen & Risiken	Konzentriert	Diversifiziert
Umweltkriterien	Quantifizierbar und einfach messbare Variablen	Qualitative und quantitative Indikatoren des Zustandes und der Dienstleistungen ganzer Ökosysteme

Tab. 2: Vergleich zwischen einem traditionellen und einem integrierten adaptiven Wassermanagement Regime

(eigene Darstellung nach Pahl-Wostl 2007: 54–56)

Es fällt auf, dass die Multilevel Governance Charakteristiken mit denen des integrierten adaptiven Wassermanagements teilt oder sich die Multilevel Governance auch als eine Eigenschaft des integrierten adaptiven Wassermanagements betrachten liesse: Dies zeigt sich deutlich bei den Dimensionen Governance, Sektorale Integration und Analyse- und Handlungsebene. Der Anspruch an Mehrebenengovernance-Strukturen im Wassersektor kommt von der Perspektive her, dass die Governance verschiedene Ebenen des Gewässers widerspiegeln sowie Kooperations- und Koordinationsformen über verschiedene Ebenen und verschiedene Akteure ermöglichen soll. Zudem soll sich die Governance auch an den Grenzen des Gewässers anstatt an den administrativen Grenzen orientieren (Low et al. 2001).

Auch gemäss weiteren Autorinnen und Autoren sind im Wassersektor eine effektive Governance und institutionelle Komponenten als Schlüsselfaktoren der Anpassungskapazität zu betrachten (Herrfahrdt-Pähle 2012; Hill 2012; Nelson, Adger & Brown 2007). Margot Hill (2012) schlägt eine Reihe von Indikatoren der Anpassungskapazität im Wassersektor in Bezug auf Institutionen und Governance vor, welche im Anschluss empirisch auf ihre Robustheit getestet werden. Es sind dies die Indikatoren Wissen, Netzwerke, Ebenen der Entscheidungsfindung, Integration, Flexibilität versus Starrheit, Ressourcen, Erfahrung und Führungspraxis. Elke Herrfahrdt-Pähle (2012) entwickelt einen konzeptionellen Ansatz der Adaptiven Wassergovernance, mit welchem sich der institutionelle Rahmen von Regimes der Wassergovernance untersuchen lässt (Herrfahrdt-Pähle 2012: 85). Die folgenden Elemente der Adaptiven Wassergovernance werden aus den Konzepten der *Good Governance*, *Wassergovernance* und der *Adaptive Governance* abgeleitet: Die Multi-Level und Horizontal Governance spiegeln die Anforderungen an Prozesse in Mehrebenengovernance-Strukturen wider. Polyzentrische, flexible und redundante Governancestrukturen kommen der Anforderung nach Prozessen in

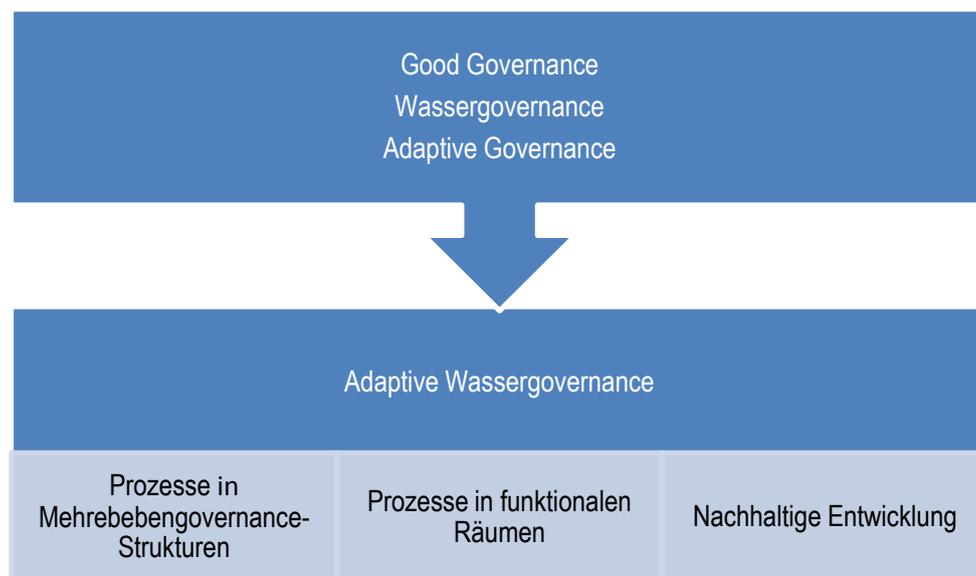


Abb. 3: Konzeptioneller Ansatz der Adaptiven Wassergovernance
(eigene Darstellung nach Herrfahrdt-Pähle 2012)

funktionalen Räumen nach. Die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung erfüllen die folgenden Elemente: Die Gerechtigkeit, Integration und Partizipation unterstützen die soziale Nachhaltigkeit, die Effizienz und Kohärenz dagegen die ökonomische Nachhaltigkeit und die gesetzliche und demokratische Verankerung sowie Transparenz die politische Nachhaltigkeit (Herrfahrdt-Pähle 2012) (vgl. Abb.3).

Die Elemente sind jedoch stark miteinander vernetzt und können daher nicht isoliert betrachtet werden. Zudem existieren Synergien und Trade-offs zwischen Elementen der Adaptiven Wassergovernance. Ein Beispiel ist der Trade-Off zwischen Partizipation und der demokratischen Verankerung und die Synergie zwischen Partizipation und Transparenz. Das Ziel soll deshalb darin bestehen, durch partizipative Prozesse das Erreichen von Zielen in einem Bereich und negativen Effekten in einem anderen Bereich gegeneinander abzuwägen und dabei auch die lokalen Bedürfnisse zu berücksichtigen (Herrfahrdt-Pähle 2012: 91).

3.3.2 Grenzüberschreitende Wassergovernance

Bei der Wassergovernance betont die Literatur zusätzliche Herausforderungen in einem **grenzüberschreitenden Rahmen** (Dombrowsky 2007; Gray, Holley & Rayfuse 2016; Olmstead 2014; Schiff 2017; Timmerman et al. 2011). Dafür gibt es unterschiedliche Ursachen: Das Wassermanagement Regime unterscheidet sich zwischen zwei Ländern stärker, wie dies in einem einzelnen Land der Fall ist. Ein grenzüberschreitendes Wassermanagement verlangt jedoch eine grenzüberschreitende Koordination in „political, legal, and institutional settings as well as over different information management approaches and financial arrangements“ (Timmerman et al. 2011: 523). Gemäss der ökonomischen Perspektive können Nutzungen des Oberanrainers mit grenzüberschreitenden positiven und negativen externen Effekten auf den Unteranrainer einhergehen. Die Bereitstellung von Infrastruktur des Oberanrainers ist ein Beispiel für einen positiven externen Effekt, während die Abwassereinleitung und die Wasserentnahme des Oberanrainers Beispiele für negative externe Effekte auf den Unteranrainer sind. In letzterem Fall bedingt eine Kooperation die Verteilung von Wassernutzungsrechten, was ein relativ hohes Konfliktpotenzial mit sich bringt (Dombrowsky 2007).

In Bezug auf die Governance der Klimaanpassung können bei grenzüberschreitenden Flüssen negative Effekte von einseitigen Anpassungsmassnahmen auftreten und die Effizienz der Massnahmen erschwert sein (Timmerman et al. 2011).

Folgende Aspekte können einer Kooperation im grenzüberschreitenden Wassermanagement entgegenwirken. Den nationalen Regierungen kann es an politischem Durchsetzungswille mangeln, die Wassergovernance als ein internationales Politikfeld zu betrachten. Die Souveränität der Nationalstaaten wirkt überdies der effektiven grenzüberschreitenden Governance entgegen und verlangsamt die Governance-Prozesse. Auf nationaler Ebene können insbesondere in föderalistischen Staaten Konflikte zwischen subnationalen Einheiten auftreten sowohl aus ökonomischen oder politischen Gründen als auch aus Autonomiebestrebungen einer subnationalen Einheit. Die Massnahmen in der grenzüberschreitenden Wassergovernance sind oftmals gesetzlich nicht erzwingbar und haben auf freiwilliger Basis nur eine geringe Wirkung. Der Koordinationsaufwand in der grenzüberschreitenden

Wassergovernance bedingt die Aktivierung hoher finanzieller Ressourcen (Gray, Holley & Rayfuse 2016: 306–309). Auch die Bedingungen auf nationaler Ebene können dem grenzüberschreitenden Wassermanagement auf internationaler Ebene entgegenwirken: Schlechte soziale und institutionelle Bedingungen, schwache politische und gesetzliche Rahmenbedingungen und eine mangelhafte Führungspraxis sind dabei wichtige Aspekte (Timmerman et al. 2011: 526).

Folgende Faktoren vermögen eine Kooperation im grenzüberschreitenden Wassermanagement zwischen Ländern zu fördern: Eine symmetrische Verteilung von Kooperationsanreizen und eine hohe Dringlichkeit zur Problemlösung machen eine Kooperation wahrscheinlich. Besteht bereits eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit in technischen Bereichen, wie beispielsweise bei der Datenerhebung oder bei Projekten, kommt auch eher eine politische Zusammenarbeit zustande aufgrund des etablierten gegenseitigen Vertrauens. Überdies fördert die Kooperation ein institutioneller Rahmen, welcher problemorientiert und flexibel ist sowie gemeinsame Gremien umfasst (Timmerman et al. 2011: 525). Auf internationaler Ebene sind vorhandene bilaterale Beziehungen, welche auf gegenseitigem Vertrauen aufbauen, eine Chance für ein grenzüberschreitendes Wassermanagement (Lindemann 2006). Übergeordnete politische und wirtschaftliche Interessen sind wichtige Faktoren bezüglich des Kooperationspotenzials an grenzüberschreitenden Flüssen (Dombrowsky 2007).

Ansätze wie das IWRM oder das Adaptive Wassermanagement gelten auch als Schlüsselkonzepte für eine grenzüberschreitende Wassergovernance (Gray, Holley & Rayfuse 2016). Schiff (2017) kommt zum Schluss, dass eine historisch gewachsene Wassergovernance einen Erfolgsfaktor darstellt. In diesem Falle bestehen bereits institutionelle Mechanismen, welche eine intensivere Koordination ermöglichen und dadurch neue Herausforderungen des grenzüberschreitenden Wassermanagements besser angegangen werden können.

3.3.3 *Niedrigwasser*

Ein **Niedrigwassermanagement** ist der Ansatz zur Bewirtschaftung der Wasserressourcen bei stark zurückgehender Wasserführung. Ein ganzheitliches Niedrigwassermanagement umfasst sowohl vorsorgliche als auch operative Massnahmen. Die Niedrigwasservorsorge zielt darauf ab, langfristig und im Vorfeld die Entstehung von Niedrigwasserereignissen und deren Konsequenzen zu reduzieren. Auf Basis der Analyse vergangener Niedrigwasserereignisse und Auswirkungen des Klimawandels werden Niedrigwasserrisiken eingeschätzt und Massnahmen eingeleitet sowie Regelungen angepasst. Das operative Niedrigwassermanagement umfasst Massnahmen, welche in einer akuten Niedrigwassersituation durchgeführt werden, um die Auswirkungen auf Nutzungen und die Gewässerökologie zu reduzieren respektive zu verhindern. Möglichkeiten bieten technische, organisatorische, informative und administrative Massnahmen, welche in der Regel Bestandteil von Warn- und Notfallplänen sind. In der Akutsituation sind die Hauptakteure die Wassernutzer und die staatlichen Akteure, jedoch wird auch die Bevölkerung beteiligt und informiert. Monitoring- und

Informationssysteme unterstützen die Entscheidungsfindung bezüglich geeigneter Massnahmen (BY-LfU 2016: 104).

Insgesamt werden vier Bereiche eines Niedrigwassermanagements unterschieden: Analyse von vergangenen und zukünftigen Niedrigwasserereignissen, Bewertung ihrer Auswirkungen auf die Wassernutzungen und die Gewässerökologie, Vorsorge / Schutz gegenüber künftigen Ereignissen mittels verschiedenen Instrumenten, Akutmassnahmen sowie der Umgang mit dem gegenwärtigen Niedrigwasserereignis (vgl. Abb. 4).

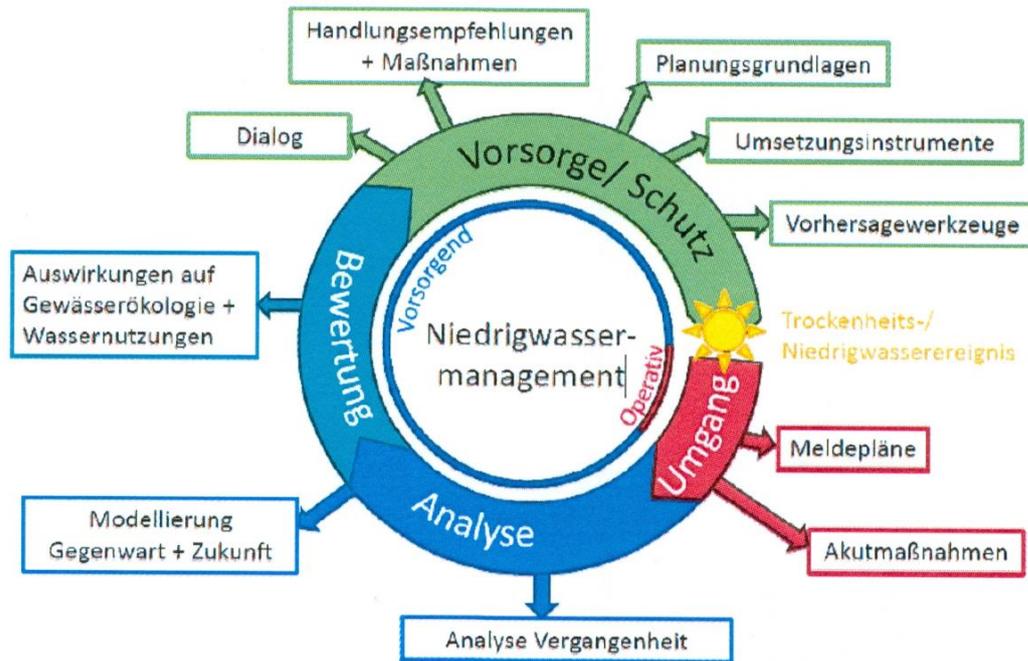


Abb.4: Zyklus des Niedrigwassermanagements und zusammenhängende Handlungsfelder (IKSR 2018: 26)

4 Methodik

Ziel der Arbeit ist die Erforschung von Strukturen und Prozessen der Governance der Klimaanpassung in Basel, welche es ermöglichen, die verschiedenen Nutzungs- und ökologischen Funktionen des Rheins auch bei Niedrigwasser aufrechtzuerhalten. Überdies ist in diesem Zusammenhang das Vorhaben, Implikationen der Grenzlage von Basel sowie des Rheins als grenzüberschreitender Fluss zu untersuchen.

Die methodische Vorgehensweise ist eine Einzelfallstudie zum Rhein in Basel. Die Fallstudie zielt darauf ab, zu einem aktuellen Phänomen ein möglichst umfassendes Wissen zu ergründen und dieses in seinem realen Kontext nachzuvollziehen (Borchardt & Göthlich 2009; Muno 2009; Yin 2014: 16). Sie kommt insbesondere dann zum Einsatz, wenn sich Phänomen und Kontext nicht klar voneinander abtrennen lassen (Yin 2014: 16). Die Wahl fiel auf die Fallstudie, um ein ganzheitliches Verständnis der Formen der Zusammenarbeit und Koordination staatlicher und nicht-staatlicher Akteure zur Klimaanpassung schaffen zu können. Bei der Anpassung an den Klimawandel und speziell der Anpassung an Niedrigwasser handelt es sich um sehr aktuelle und dynamische Forschungsfelder (vgl. Kapitel 2 und Kapitel 3).

Weil vor der Durchführung der Interviews bereits präzise und in die Theorie eingebettete Forschungsfragen vorlagen, wurden leitfaden-gestützte Experteninterviews als Datenerhebungsmethode gewählt. Dieses Vorgehen erlaubte zudem, sowohl gegenwärtige als auch geplante Anpassungsmassnahmen in die Arbeit aufzunehmen, anstelle einer Momentaufnahme zu geben. Die Experteninterviews sollten in erster Linie das *Deutungswissen* (Bogner & Menz 2002: 43–44), die subjektiven Einschätzungen der Experten zur Niedrigwasser-Problematik, sowie informelle Instrumente zur Anpassung erfassen. Darauf wurde auch bei der Durchführung der Interviews geachtet. Die Fragen des Leitfadens wurden bewusst offen (vgl. Misoch 2015: 66) und neutral (vgl. Misoch 2015: 222) gestellt, um eine gute Interviewatmosphäre herzustellen und die Gesprächspartner zum freien Erzählen ihrer eigenen Erfahrungen zu animieren.

Zusätzlich zu den Experteninterviews, als hauptsächliches Verfahren der Datenerhebung, wurden Dokumente als ergänzende und unterstützende Datenquelle genutzt. Die Dokumente dienten in erster Linie zur „Erweiterung der Datenbasis“ (vgl. Kaiser 2014: 110–111; vgl. Kapitel 4.2) der Experteninterviews. Auch liessen sich durch die Dokumente im Forschungsbericht Interessenkonflikte und gegensätzliche Meinungen zu Massnahmen abbilden. Zudem konnten durch die Analyse der Dokumente relevante Experten für die Interviews identifiziert werden.

Als Auswertungsmethode wurde eine qualitative Inhaltsanalyse mittels Haupt- und Subkategorien gewählt, da die Aussagen der Experten inhaltlich miteinander verglichen und in einen Zusammenhang gebracht werden sollten, um die Strukturen und Prozesse der Governance analysieren zu können.

Im Folgenden wird zunächst die Einzelfallstudie zum Rhein in Basel vorgestellt (vgl. Kapitel 4.1). Dann werden die einzelnen Schritte der Datenerhebung mittels leitfadengestützten Experteninterviews erläutert (vgl. Kapitel 4.2) und darauffolgend wird dargelegt, wie die Daten durch die qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet wurden

(vgl. Kapitel 4.3). Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in diesem Kapitel bei Personenbezeichnungen die männliche Form gewählt, es ist jedoch immer die weibliche Form mitgemeint.

4.1 Einzelfallstudie: Der Rhein in Basel

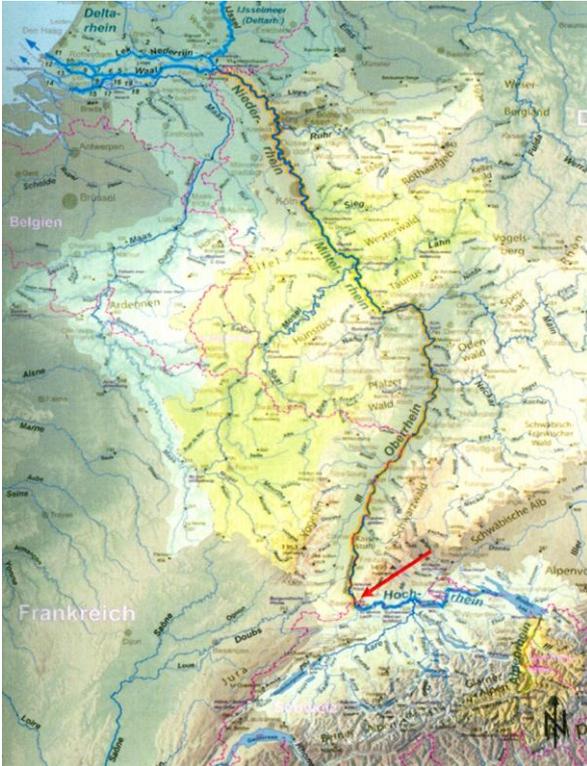


Abb. 5: Basel am Rhein
(nach Wikipedia Commons 2013)

Basel ist eine der dynamischsten Wirtschaftsregionen weltweit, zentraler Verkehrsknotenpunkt, Kultur- und Messestadt, wichtiger Forschungs- und Bildungsstandort, weist über eine sehr hohe Lebensqualität auf und ist speziell für die ansässige Life-Science-Industrie bekannt. Beim Dreiländereck in Basel treffen die Grenzen der drei Länder Schweiz, Deutschland und Frankreich aufeinander. Diese besondere geographische Lage führte zu einer frühen Zusammenarbeit von Basel mit den deutschen und französischen Nachbarn in den Bereichen Verkehr, Umwelt, Bildung und Kultur (Kanton Basel-Stadt 2020). Basel liegt am „Rheinknie“, dort wo die Fliessrichtung des Rheins sich von Ost-West in Richtung Norden ändert. Die mittlere Brücke in Basel bildet die Grenze vom Hoch- zum Oberrhein (Widmer & Lienhard 2018: 5) (vgl. Abb. 5).

Der Rhein als „Lebensader“ der Stadt (SonntagsZeitung 2020) nimmt wichtige **Nutzungs- und ökologische Funktionen** für Basel ein: Die Schifffahrtsrinne des Rheins dient als **Transportweg** für Fracht-, Personen- und Hotelschiffe. Die Basler Personenschiffahrt AG macht Rundfahrten durch die Stadtdurchfahrt in Basel und auch die Flusskreuzfahrt, bei welcher die Schweiz in Europa führend ist, hat eine wichtige Nutzung (Widmer & Lienhard 2018). Die SRH, welche seit dem 1. Januar 2008 vereint (Widmer & Lienhard 2018: 130–131) als einem der wichtigsten europäischen Binnenhäfen (Kanton Basel-Stadt 2020) auftreten, bieten Dienstleistungen für den Transport, die Lagerung und Bearbeitung von Waren an drei Hafenstandorten: Kleinhüningen im Kanton BS, Birsfelden und dem Auhafen in Muttenz, beide im Kanton BL gelegen. Etwa achtzig Logistikunternehmen arbeiten in den Häfen, darunter sowohl grosse internationale Logistikunternehmen, als auch hoch-spezialisierte Unternehmen (Widmer & Lienhard 2018: 130–131). Insgesamt werden in den vereinten Häfen jährlich sechs Millionen Tonnen Güter und über 100'000 Container umgeschlagen. Dies kommt in etwa 10 Prozent aller Schweizer Importe gleich (SRH 2020a).

Die IWB reichern das Grundwasser in den Langen Erlen und die Hardwasser AG im Hardwald mit Rheinwasser zur **Trinkwasseraufbereitung** an (IWB 2020a). Das natürlich vorkommende Grundwasser würde für die

Trinkwasserversorgung der Stadt nicht ausreichen (Widmer & Lienhard 2018: 110). Das IWB Wasserlabor ist für die regelmässige und kontinuierliche Qualitätsüberwachung des angereicherten Grundwassers respektive Trinkwassers zuständig (IWB 2020b).

Bezüglich **Energieerzeugung** produziert das Kraftwerk Birsfelden als grösstes Wasserkraftwerk der Schweiz in etwa 17% des gesamten Stromverbrauchs der Region Basel (Kraftwerk Birsfelden 2020). Der Strom wird je zur Hälfte vom Kanton BS und Kanton BL verbraucht (Widmer & Lienhard 2018: 106).

Die **Basler Fähren** prägen seit dem Mittelalter das Stadtbild von Basel. Dazumal wurden sie bei Hochwasser benutzt, wenn die Mittlere Brücke nicht überquert werden durfte (Widmer & Lienhard 2018: 30). Heute gibt es vier Fähren, welche alle im Besitz der Stiftung Basler Fähren sind. Die Stiftung verpachtet die Fähren an die Pächter, welche ihre Fähre leiten. Der Fähri-Verein Basel treibt die finanziellen Mittel für den Betrieb der nicht-subventionierten Fähren auf (Fähri-Verein Basel 2020).

In Basel und Umgebung gibt es zwanzig verschiedene **Vereine des Wassersports**, wobei insbesondere das Weidlingsfahren eine wichtige Tradition ist. Auch das **Rheinschwimmen** hat in Basel eine lange Geschichte (Widmer & Lienhard 2018). Die **Rheinpromenade** ist vor allem im Sommer für die Bevölkerung „Flaniermeile, Erholungs- und Strand zugleich“ (Sonntagszeitung 2020: 82).

Der Rhein und dessen Uferböschungen dienen als wichtige **Lebensräume** für Pflanzen und Tiere. Es wird vermutet, dass es im Rhein bei Basel in etwa dreissig verschiedene Fischarten gibt (Widmer & Lienhard 2018: 70). Auch wird der Rhein **fischereilich bewirtschaftet**. Gegen Vorlage des Sachkundenachweises können beim AUE Fischereikarten oder Tageskarten für den Rhein in Basel bezogen werden (KFVBS 2016).

Im Jahr 2018 kam es im Sommer bis in den Oktober hinein schweizweit in vielen Fliessgewässern zu **langanhaltendem Niedrigwasser und hohen Wassertemperaturen**. Grund dafür waren geringe Niederschläge in Kombination mit hohen Temperaturen (BAFU 2019a). Dies wirkte sich auch auf die Nutzungen des Rheins bei **Basel** aus: So mussten während der Niedrigwasserperiode der Güter- und Personenverkehr bis Basel zu grossen Teilen eingestellt werden. Die Frachtschiffe fuhren viel weniger beladen, falls sie überhaupt noch fahren konnten. Problematisch war vor allem die Strecke am Mittelrhein ab Köln bis zur Kanalstrecke bei Iffezheim. Auch die Flusskreuzfahrt war stark beeinträchtigt. Die Schiffe konnten nur noch die Strecke zwischen Amsterdam und Köln befahren (Widmer & Lienhard 2018: 131). Die Schiffe der Basler Personenschiffahrt AG konnten zum ersten Mal Rheinfelden nicht mehr anfahren, was sich auch auf den Tourismus ausgewirkt hat (Widmer & Lienhard 2018: 62). Aus diesen Gründen mussten viele Firmen in den SRH Kurzarbeit anmelden. Auch die Bahn und Transitstrassen als Alternativen waren zu stark begrenzt, um die Verkehre problemlos zu übernehmen (Widmer & Lienhard 2018: 131).

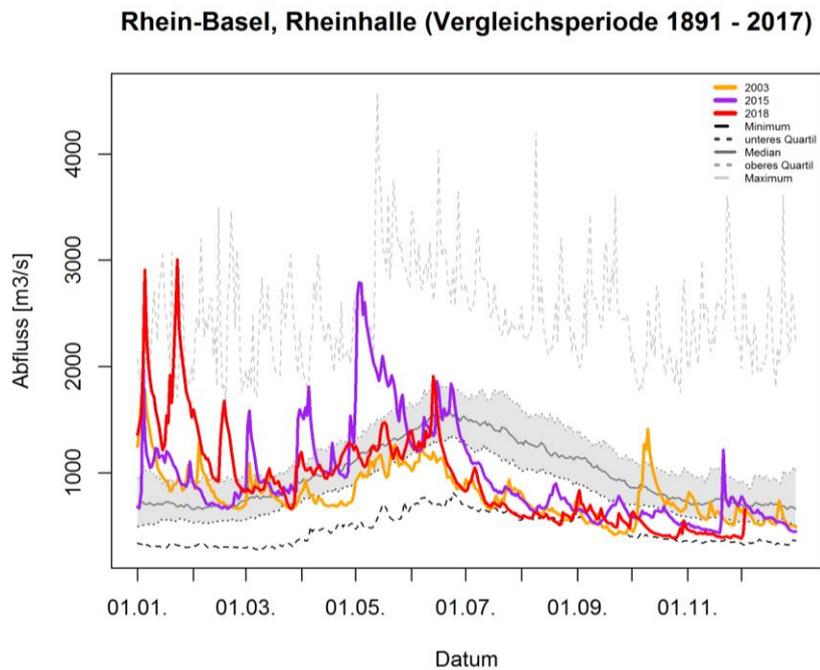


Abb. 6: Station Rhein - Basel: Vergleich der Abflusswerte 2018 mit den Jahren 2003 und 2015 (BAFU 2020c)

Die Abflussstatistik des BAFU zeigt den Abfluss des Rheins bei Basel während der ausgeprägten Niedrigwassersituation im Sommer 2018 sowie in den Trockenjahren 2003 und 2015 auf. Die Abflüsse kommen im Spätsommer in allen drei Jahren an die langjährigen saisonalen Tiefststände heran (vgl. Abb.6).

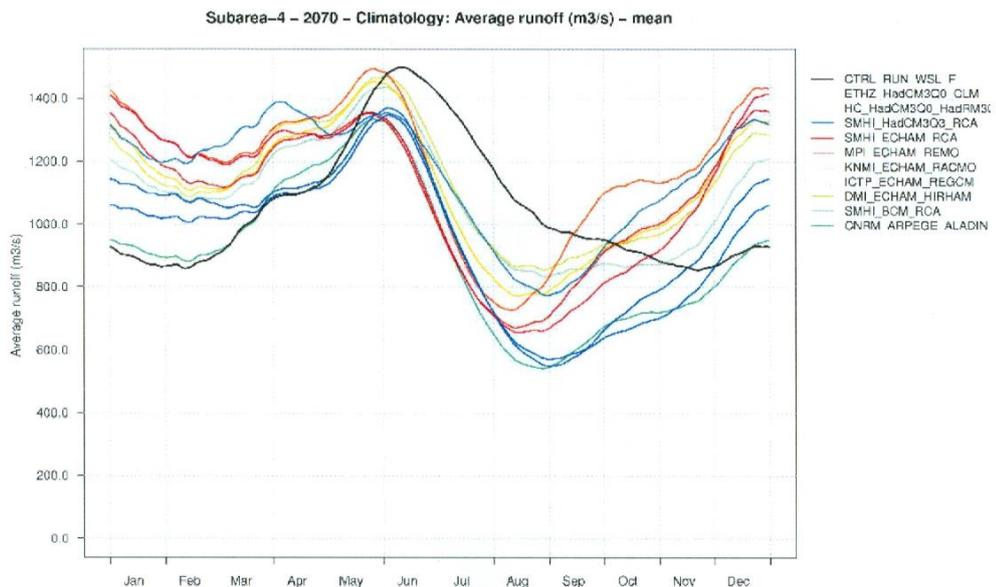


Abb. 7: Abfluss: Rhein- Basel 2070 (Volken 2018: 27 nach Zappa et al. 2012)

Infolge des Klimawandels ist insbesondere ab der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts mit niedrigen Abflüssen zu rechnen. Abbildung 6 zeigt die prognostizierte Abflussganglinie (Durchschnittswert) für den Rhein bei Basel für das Jahr 2070 für 10 verschiedene Klimaszenarien auf. Die schwarze Kurve ist der Durchschnittswert der Kontrollperiode (1980–2010). Daraus ist ersichtlich, dass der Abfluss im Winter zunimmt. Der Abflusspik lagert sich vor. Im Sommer und insbesondere im Spätsommer kommt es zu einem starken Rückgang beim Abfluss (August, September) (vgl. Abb. 7).

Auch die IKSR kommt zu einem ähnlichen Ergebnis: Die Bandbreite der prozentualen Veränderung des Niedrigwasserabflusses (NM7Q) für das hydrologische Sommerhalbjahr (Mai–Oktober) zeigt für Basel in der nahen Zukunft (2021–2050) keine eindeutige Tendenz (-10% bis +10%) und für die ferne Zukunft (2071–2100) eine abnehmende Tendenz (-20% bis -10%) gegenüber dem Referenzzeitraum von 1961–1990 (IKSR 2011: 19). NM7Q als Kenngrösse für Extremsituationen bezeichnet das niedrigste arithmetische Mittel des Abflusses an sieben aufeinanderfolgenden Tagen eines Bezugszeitraumes (IKSR 2018: 14).

4.2 Datenerhebung: Leitfadengestützte Experteninterviews

Das Experteninterview ist eine Form der persönlichen Interviews, welche „face-to-face“ geführt werden (Borchardt & Göthlich 2009: 38). Strukturiert durch einen Leitfaden, zählt das Experteninterview zu den „semi-strukturierten“ Erhebungsformen (Misoch 2015: 65), wodurch zum Untersuchungsgegenstand „spezifische“ Informationen erhoben werden (Kaiser 2014: 31). Das Experteninterview lässt sich von anderen Interviewformen dadurch abgrenzen, dass dieses darauf abzielt, die institutionellen oder organisatorischen Bestandteile des Erfahrungswissens des Experten zu erforschen, im Gegensatz zur Gesamtperson des Befragten (Meuser & Nagel 1991: 442–445).

Experteninterviews kommen insbesondere bei Fallstudien häufig zum Einsatz (Kaiser 2014: 3–4) und spielen in der qualitativen Politikforschung (Kaiser 2014: 23–28) eine immer bedeutendere Rolle aufgrund des besseren Zugangs zum Untersuchungsfeld: Eine zunehmend grenzüberschreitende Zusammenarbeit und Koordination entzieht sich alternativen Quellen mit nationalem Bezug. Governance-Strukturen, welche auch private und zivilgesellschaftliche Akteure involvieren, lassen sich nur unvollständig aus öffentlich zugänglichen Quellen erforschen, weil diese Akteure einer geringeren Informationspflicht unterliegen und ihnen gegenüber weniger demokratische Kontrollmöglichkeiten bestehen. Die zunehmend informellen Politikprozesse lassen sich aus der Analyse formaler Dokumente nur schwerlich erfassen.

Gemäss Kaiser (2014: 6–9) gibt es für qualitative Experteninterviews vor allem drei Gütekriterien. Die *theoriegeleitete* Vorgehensweise impliziert, dass die Untersuchung an bestehende Theorien anschliesst und die Ergebnisse nach deren Dokumentation auf die theoretischen Konzepte zurückbezogen werden. Unter dem *systematischen* Vorgehen ist zu verstehen, dass die einzelnen Schritte des Vorgehens präzise dargelegt werden,

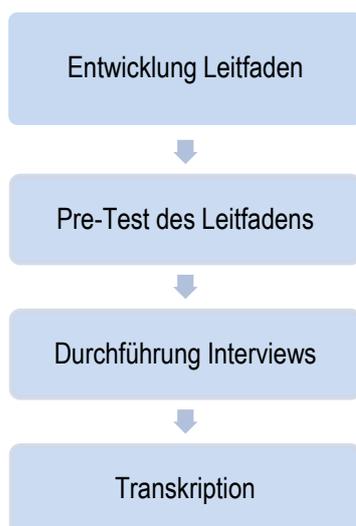


Abb. 8: Planung und Durchführung der Interviews
(eigene Darstellung)

was die „intersubjektive Nachvollziehbarkeit“ (Kaiser 2014: 6) der Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung erlaubt. Als ein drittes Kriterium soll der Forscher *offen* und *neutral* gegenüber dem Gesprächspartner und seinen Auffassungen sowie neuen Erkenntnissen im Forschungsprozess sein.

Die Vorgehensweise bei der **Planung und Durchführung der Experteninterviews** orientierte sich stark an Kaisers Ansatz (2014). Mit Hilfe eines **Leitfadens** wurden die Forschungsfragen in Interviewfragen übersetzt (Kaiser 2014: 52–68). Dabei wurden die Forschungsfragen „operationalisiert“ (Kaiser 2014: 55), sodass die aus den Interviews gewonnenen Informationen im Anschluss wieder auf die theoretischen Konzepte der Arbeit zurückbezogen werden konnten (vgl. Kaiser 2014: 55–63). Der Leitfaden enthielt Fragen zu den Themen Arbeitsbereiche der Interviewpartner, Zusammenarbeit

bei der Klimaanpassung, Anpassungsmassnahmen in Bezug auf Niedrigwasser, Bedeutung der Grenzüberschreitung des Rheins sowie Koordination mit weiteren lokalen Nutzern des Rheins (vgl. Anhang). Dieser Leitfaden diente als Vorlage und wurde jeweils auf den Gesprächspartner angepasst (vgl. Misoch 2015: 67). Weder die Reihenfolge noch der Wortlaut der Interviewfragen waren festgelegt (vgl. Meuser & Nagel 1991: 449), hingegen wurde darauf geachtet, dass alle im Leitfaden festgehaltenen Themen im Laufe des Gesprächs aufgegriffen wurden (vgl. Misoch 2015: 67). Einerseits wurde dadurch eine offene und flexible Interviewsituation herbeigeführt (vgl. Borchardt & Göthlich: 39; Meuser & Nagel 1991: 449) und andererseits konnten so die Gespräche im Hinblick auf die spätere kategorienbasierte Auswertung thematisch fokussiert werden (Misoch 2015: 66).

Vor den eigentlichen Interviews wurde ein **Pre-Test** des Leitfadens durchgeführt, um die Interviewfragen auf deren Verständlichkeit und wissenschaftlichen Ertrags zu überprüfen (vgl. Kaiser 2014: 69–70).

Parallel zur Erarbeitung des Leitfadens wurden die **Experten ausgewählt und kontaktiert** (vgl. Kaiser 2014: 70–78). Auswahlkriterium war, dass diese als Schlüsselakteure in die Governance der Klimaanpassung bezüglich Niedrigwasser beim Rhein in Basel involviert sind. Es wurde das Ziel verfolgt, sowohl relevante Akteure auf der Bundes- und Kantonebene als auch wichtige nicht-staatliche Akteure befragen zu können, um die Strukturen und Prozesse der Multilevel Governance möglichst umfassend analysieren zu können. Dabei wurde auf einzelne Bereiche (Wasserkraft, Schifffahrt und Logistik, Fischerei und Ökologie, Trinkwasser sowie Basler Fähren) fokussiert. Innerhalb dieser Bereiche wurde dann aber darauf geachtet, Akteure mit möglichst unterschiedlichen Perspektiven zu befragen, um den Untersuchungsgegenstand möglichst facettenreich erforschen zu können.

Die meisten Akteure wurden durch die Analyse von Dokumenten identifiziert, in einigen Interviews wurden mir weitere wichtige Akteure empfohlen, mit welchen dann zusätzlich ein Interviewtermin vereinbart wurde. Überdies gaben mir Christiane Widmer und Christian Lienhard, die Leiter des Spalentor Verlags in Basel und Herausgeber der BwieBasel-Edition „Basel und der Rhein“, in einem frühen Gespräch überaus wertvolle Hinweise darauf, welche Akteure ich sinnvollerweise interviewen sollte. Folglich wurden fünfzehn persönliche Interviews mit Vertretern verschiedener staatlicher und nicht-staatlicher Institutionen geführt (vgl. Anhang).

Die Experten wurden per Email kontaktiert. Die Interviewanfrage informierte sie über das Vorhaben der Masterarbeit und begründete, weshalb sie als Experte ausgewählt wurden. Zusätzlich wurde ihnen die anonyme Behandlung der Daten zugesichert und einige personenbezogene Informationen zur Forscherin gegeben, da sich der wissenschaftliche Ertrag aus Experteninterviews durch eine gewisse Offenlegung in der Regel steigern lässt (vgl. Bogner & Menz 2002: 64–65). Einigen Experten wurde auf Anfrage der Leitfaden vorab zugeschickt, da sie sich für die ungefähren Interviewfragen interessierten und sich auf diese vorbereiten wollten.

Die **Durchführung der Interviews** (Kaiser 2014: 79–86) fand von Angesicht zu Angesicht zwischen Ende Januar und Anfang Mai 2019 vor Ort in den betreffenden Institutionen statt. Ausnahme bildete das Gespräch mit der Stiftung Basler Fähren, das auf einer Fähre stattfand. Bei einem Experten bekam ich an einem Zusatztermin eine Führung durch das Unternehmen. Im Anschluss wurde ein Protokoll verfasst, welches ebenfalls in die Dokumentation der empirischen Ergebnisse miteinflusste. Bei zwei Interviews war eine dritte Person anwesend, welche ebenfalls in der Institution tätig war. Dies ist entscheidend, da eine Drittperson unabhängig davon, ob diese sich selber ins Gespräch miteinbringt oder lediglich daran anwesend ist, Einfluss auf die Interviewsituation hat und dadurch die Ergebnisse mitbestimmt (Misoch 2015: 209–210). Da bei diesen Interviews beide Gesprächspartner Experten waren, wurden auch die Informationen beider verwertet, wobei ihre Antworten im Forschungsbericht strikte auseinandergehalten wurden.

Die Interviews dauerten alle zwischen 39 und 72 Minuten und wurden auf Schweizerdeutsch oder Schriftdeutsch geführt. Nach Zustimmung wurden die Interviews mit einem Diktiergerät aufgezeichnet, um sie im Anschluss wörtlich und vollständig zu **transkribieren**. Die Daten wurden direkt in *MAXQDA*, einer Software zur qualitativen Daten- und Textanalyse, eingegeben. Dabei wurden die Interviews, welche auf Schweizerdeutsch geführt wurden, ins Schriftdeutsche übersetzt und die Sprache sowie die Interpunktion geglättet (vgl. Kuckartz 2018: 167).

Zusätzlich zu den Experteninterviews wurden für den Forschungsbericht **verfügbare Dokumente** genutzt. Diese wurden vor der Durchführung der Interviews und parallel dazu recherchiert. Auf die Gespräche folgend haben mir einige Experten zudem Dokumente zur Verfügung gestellt, auf welche sie sich im Interview bezogen hatten. Wichtige Dokumente waren lokale und regionale Presseartikel, Medienmitteilungen, Internetseiten, Protokolle, Geschäftsberichte, Präsentationen sowie Gesetze und Verordnungen. Es wird dabei kein Anspruch auf Repräsentativität erhoben.

4.3 Datenauswertung: Qualitative Inhaltsanalyse

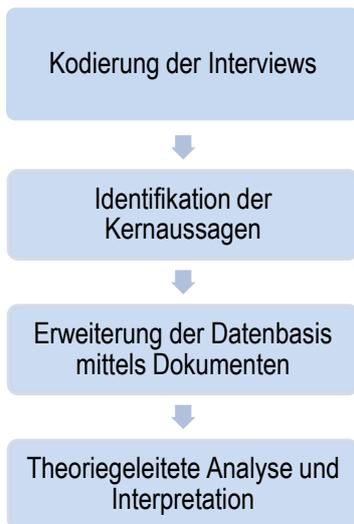


Abb. 9: Auswertung und Interpretation der Interviews
(eigene Darstellung)

Die inhaltsanalytische Auswertung der Interviews erfolgte computergestützt durch die qualitative Inhaltsanalyse. Diese lässt sich zu anderen Formen der Textanalyse durch ihre „Kategoriengeleitetheit“ abgrenzen (Mayring & Fenzl 2019: 634).

Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Experteninterviews mittels **Haupt- und Subkategorien kodiert** (vgl. Kaiser 2014: 99–105). Einzelne Hauptkategorien wurden deduktiv aus den Forschungsfragen und den Interviewfragen des Leitfadens abgeleitet, weitere Hauptkategorien sowie die Subkategorien wurden induktiv direkt am Material bestimmt. Dies, um einerseits offen für unerwartete Erkenntnisse zu sein und andererseits die Hauptkategorien weiter präzisieren und ausdifferenzieren zu können. Bei der Kategorienbildung wurde vor allem auch darauf geachtet, dass die Kategorien sich für die Struktur des späteren Forschungsberichtes

eigneten (vgl. Kuckartz 2018: 103). Textstellen wurden so ausgewählt, dass der Sinn der Aussage auch noch ohne den umgebenden Text verständlich war, in der Regel entsprach dies einem Absatz der Transkription. In diesem Sinne wurde das Kategoriensystem laufend erweitert. Als alle Interviews kodiert waren, wurden Kategorien, welche sich auf einen ähnlichen Gegenstand bezogen, zu einer gemeinsamen Kategorie zusammengefasst. So ergab sich schliesslich ein hierarchisches Kategoriensystem mit drei Ebenen (vgl. Kuckartz 2018: 38–39) (vgl. Anhang). Die QDA-Software erlaubte, die Textstellen aller Interviews, Kategorie für Kategorie, zusammenzuführen, ohne die Herkunftsangabe in den Interviews zu verlieren. So konnte dann entlang der Hauptkategorien und teilweise auch entlang der Subkategorien ausgewertet werden, um die Kategorien im Einzelnen inhaltlich zu systematisieren (vgl. Kuckartz 2018: 118–119) und die **Kernaussagen zu identifizieren** (vgl. Kaiser 2014: 108).

Teilweise wurde im Anschluss an die eigentliche inhaltsanalytische Auswertung die **Datenbasis** der Interviews durch Informationen aus Dokumenten **erweitert** (vgl. Kaiser 2014: 110–111), um die in Interviews angesprochenen Themen weiter zu vertiefen und zu ergänzen.

In einem letzten Schritt wurde eine **theoriegeleitete Analyse und Interpretation** (vgl. Kaiser 2014: 114–123) durchgeführt. Dabei wurden die Informationen aus den Interviews sowie den ergänzenden Dokumenten in Bezug zu den theoretischen Grundlagen der Arbeit (vgl. Kapitel 3) gesetzt, um die Ergebnisse auf die theoretischen Konzepte zurückzubeziehen. Dadurch liessen sich in der Diskussion die Forschungsfragen theoriegeleitet beantworten (vgl. Kapitel 6).

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der empirischen Analyse vorgestellt. Kapitel 5.1 zeigt auf, wie die Akteure das Niedrigwasserereignis im Jahr 2018 einordnen. Darauffolgend thematisiert Kapitel 5.2 die bereichsinterne Governance: Nach Bereichen geordnet wird beschrieben, inwiefern die Akteure von Niedrigwasser betroffen sind und welche Anpassungen sie vornehmen. Kapitel 5.3 stellt die bereichsübergreifende Governance vor: Einerseits werden Anpassungsinstrumente erläutert, welche für die Akteure aus unterschiedlichen Bereichen zur Anpassung bedeutend sind und andererseits werden Anpassungen vorgestellt, welche der Niedrigwasserproblematik entgegenwirken. In Kapitel 5.4 werden bereits etablierte Formen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und Koordination dargelegt, welche zur Anpassung an Niedrigwasser beitragen.

5.1 Einordnung des Niedrigwasserereignisses im Jahr 2018

Die Akteure sind sich einig, dass die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 extrem in ihrer Länge und Intensität war. Auch die Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft (SVS) benennt die Situation in der Medienmitteilung vom 24.10.2018 als ein „ausserordentliches Wetterphänomen“ (SVS 2018a), welches jedoch auch mehrfach in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts auftrat. Sie schreibt in ihrer regelmässig erscheinenden Zeitschrift ‚SVS aktuell‘, dass Niedrigwasser in der Schifffahrt „ein Dauerthema“ darstellen würde (SVS 2018b: 7–9). Die interviewten Akteure betonen ebenfalls, dass Niedrigwasser prinzipiell kein neues Phänomen darstellt. Nach A2 (Position 59) belegen wissenschaftliche Studien, dass es „immer mal wieder schlechte Jahre gab“.

Einzelne Akteure beschreiben es allerdings als ihr „subjektiver Eindruck“ (A4, Position 4) oder „eine Gefühlssache“ (A5, Position 23), dass Niedrigwasserereignisse immer bedeutsamer werden. Einige Akteure sind sich unklar darüber, wie sie die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 einzuordnen haben beziehungsweise mit welcher Wiederkehrperiode sie rechnen sollen. So erläutert A5:

Das ist ganz schwierig zu sagen. (...) Niedrigwasser hat es immer gegeben, wie es auch immer Hochwasserperioden gibt. Die Frage ist nur, wie intensiv sie sind und wie lange sie gehen. Ich bin mir nicht sicher, ob es richtig wäre, wenn man das Jahr 2018 als Referenzwert nehmen würde. Das war die Extremität überhaupt. Es gab noch nie so tiefe Pegelstände und es war auch noch nie Niedrigwasser über diesen langen Zeitraum. (...) Dieser Pegel (Kaub: 80cm) wurde noch nie so lange unterschritten in der ganzen Aufzeichnung der Pegelstände. Dieser war gleich oder leicht länger unterschritten im letzten Jahr (2018) wie in 10 Jahren zusammen. Wir hatten im Prinzip im letzten Jahr eine Situation wie 10 Jahre Kleinwasser zusammen. Und das ist sehr krass. Aber ich bin mir nicht sicher, ob dies wirklich ein Referenzwert ist. Die Meinungen gehen ein bisschen auseinander. Was wir feststellen ist, dass wenn es einmal eintritt, es dann länger geht wie auch

schon. Aber wer weiss, was das Wetter macht (...). Das ist so das einzige, was man ein bisschen wahrnehmen kann (A5, Position 22–23).

A1 erklärt, dass die Abflussverhältnisse im Jahr 2018 typisch für die zukünftigen Abflussprognosen waren. Jedoch war die Niedrigwassersituation im Jahr 2018, dem wärmsten Jahr seit 1864, sogar noch ausgeprägter, denn es wurden tiefere Abflüsse gemessen wie die tiefsten Szenarien für das Jahr 2070 zeigen. Über Monate hinweg entsprach der Abfluss dem Minimum für die Jahreszeit über die Jahre 1935–2017. Weiter betont A1, dass auch zukünftig so tiefe Abflüsse möglich sind, da sich die Prognosen immer auf einen Durchschnittswert beziehen würden.

Nach A1 (Position 41) sieht man eine „klare Tendenz“ der Veränderung der Abflüsse infolge des Klimawandels. Den Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und zunehmenden sommerlichen Niedrigwasserereignissen beschreibt er folgendermassen:

Die Flüsse werden in Zukunft zurückgehen, dies zeigen eigentlich alle Szenarien aus den bekannten Gründen: Weil die Schneeschmelze weniger ergiebig sein wird in Zukunft und im Sommer vor allem die Niederschläge zurückgehen werden. Die Verdunstung wird zunehmen und es wird weniger Gletscherabfluss aus den Alpen geben, weil diese immer kleiner werden. Dies sind die Hauptpunkte, welche dazu führen, dass die Abflüsse im Sommer markant zurückgehen werden (A1, Position 57).

Die Akteure sind sich darüber einig, dass sie sich zukünftig vermehrt mit dem Thema Niedrigwasser auseinandersetzen werden und ihre Schlussfolgerungen aus dem Niedrigwasserereignis ziehen müssen. A3 erläutert aber, dass das Thema Niedrigwasser bereits in den letzten Jahren seit dem Hitzesommer 2003 aufgekommen sei:

Seit 2003 schaut man es genauer an. Im Jahr 2003 ist man eigentlich auf allen Stufen in die Problematik hineingerannt (...). Man merkt seit dann, dass wir das beobachten müssen und Tendenzen versuchen festzustellen, nicht dass wir plötzlich dastehen und fragen, wieso haben wir kein Wasser? Oder wieso ist das Wasser so heiss? Und da hat man natürlich auf Schweizer Ebene festgestellt, dass sie wirklich zusammenarbeiten müssen und zwar nicht nur bezüglich Hochwasser, was sie schon lange machen, sondern eben auch bezüglich Niedrigwasser. Bis jetzt hat man sich auf das obere Extrem fokussiert und das untere Extrem war auf Bundesebene untergeordnet (...). Bei gewissen Kantonen war dies auch so (A3, Position 35–40).

5.2 Betroffenheit und Anpassungen der untersuchten Bereiche

5.2.1 Kraftwerk Birsfelden

Betroffenheit. Das Kraftwerk Birsfelden ist ein Laufkraftwerk, wodurch die **Stromproduktion** direkt **von der Wasserführung** des Rheins **abhängig** ist. Dementsprechend hat sich das Niedrigwasserereignis vom Jahr 2018 in einer geringen Stromproduktion im Spätsommer und Herbst niedergeschlagen (A4). Bis Juli 2018 lag die kumulierte Stromproduktion durchgehend über der kumulierten Produktion im 10-Jahresmittel. Danach kehrte sich diese Beziehung um (vgl. Abb.10).

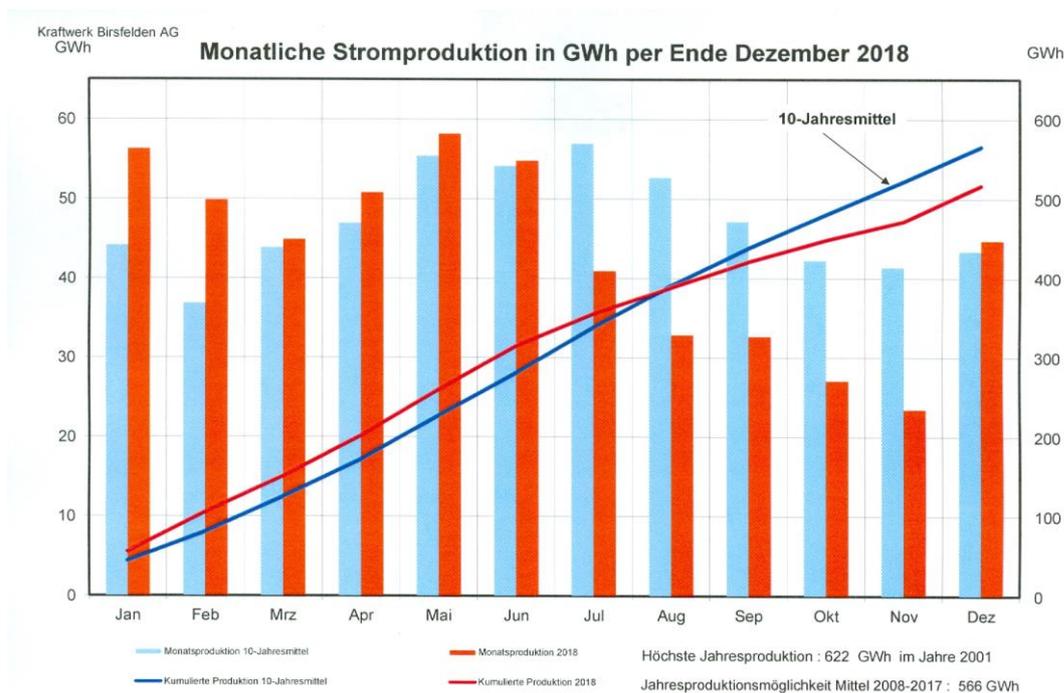


Abb. 10: Monatliche Stromproduktion des Kraftwerks Birsfelden im Jahr 2018
(Kraftwerk Birsfelden 2018)

Für diese Ausfälle werden die Wasserkraftwerke nicht kompensiert, da die jährlichen Wasserzinsen als Abgaben an die Öffentlichkeit zur Benutzung des Wassers nur von der installierten Leistung der Kraftwerke und nicht etwa von der Wasserführung des Rheins abhängen.

A4 erläutert aber, dass der Klimawandel für Kraftwerke sowohl Risiken als auch Chancen bietet: Infolge der abschmelzenden Gletscher erhöht sich der Abfluss und dadurch die Stromproduktion über einige Jahrzehnte. Als Risiko geht jedoch nachher der Abfluss zurück, wenn der Beitrag der Gletscher am Abfluss abnehmen und schliesslich fast ganz versiegen wird. Hinzu kommt, dass falls das Gletscherwasser alles zur gleichen Zeit abfließt, dieses vom Kraftwerk nur zum Teil in Strom umgewandelt werden kann.

Anpassungen. Unabhängig von den Einflüssen des Klimawandels wird Niedrigwasser folgendermassen **ins Management miteinkalkuliert**: Wird Niedrigwasser prognostiziert, wird beim Kraftwerk Birsfelden vorsorglich ein oder zwei der **Generatoren ausgeschaltet**, um die Restlichen in einem optimalen Wirkungsgrad betreiben zu können (vgl. Kraftwerk Birsfelden 2017: 6). A4 sieht sich dafür mehrmals täglich die laufend aktualisierten Abflussprognosen des BAFU auf der Homepage des Bundesamtes an (vgl. Kapitel 5.3.3), um zwei bis drei Tage im Voraus darüber in Kenntnis zu sein. Auch werden die Generatoren in Niedrigwasserperioden revidiert, wenn einzelne ohnehin still stehen. A4 nennt in diesem Zusammenhang das Ziel, die **Flexibilität** beispielsweise beim Personal **beizubehalten** und wenn nötig weiter zu erhöhen, um die Maschinen rechtzeitig An- und Ausschalten sowie Revidieren zu können. Durch diese Massnahmen wird eine optimale Nutzung der zur Verfügung stehenden Maschinen erreicht.

Eine weitere mögliche Massnahme zur Erhöhung der Stromproduktion bei tiefem Wasserstand wäre das **Gefälle zu erhöhen**. Dabei würde das Unterwasser, der Fluss durch die Stadt Basel, durch eine Ausbaggerung des Flussbettes abgesenkt. Früher wollte man dieses Projekt umsetzen, durch Einsparungen und vielfältige Kompensationsmassnahmen wurde es aber unwirtschaftlich, weshalb es schliesslich fallengelassen wurde (A4).

5.2.2 Basler Fähren

Betroffenheit. A7a zufolge stellt Niedrigwasser ein zunehmendes Problem für den Fährbetrieb dar, allerdings seien die Fähren „nicht ganz so direkt und nicht ganz so fest“ (Position 53) wie die Grossschiffahrt betroffen. Bei Niedrigwasser bestimmt der „Fährmann“, ob und unter welchen Bedingungen dennoch gefahren wird. Im Jahr 2018 musste der Fährbetrieb an einigen Tagen über mehrere Stunden eingestellt werden (A7a).

Die **geringe Strömung** bei Niedrigwasser stellt das Hauptproblem dar, da die Fähren dann nur sehr langsam fahren können. Dies betrifft insbesondere die Münsterfähre im Bogen des Rheins, weil die Strömung dort nach aussen geht. Eine **anthropogene Ursache** verschärft das Problem der geringen Strömung bei Niedrigwasser. Ausbauten am Kleinbasler Rheinbord auf der Höhe der St. Alban-Fähre führen dazu, dass die Strömung hinter den Befestigungen weiter abnimmt und dadurch die Fähre unter Umständen gar nicht mehr bis ans Ufer gelangt. Die **Sicherheitsproblematik** verschärft sich bei Niedrigwasser ebenfalls. Da die Fähren dann nur langsam vorwärts kommen, muss der „Fährmann“ früh einschätzen, ob er noch vor einem auf ihn zukommendes Schiff hindurchfahren kann. Dies verlangt vor allem nach einer guten Kommunikation zwischen Frachtschiffen und Fähren, da die Personenschiffe nach einem festen Fahrplan verkehren (A7a). Dies stellt nach A7a ein sehr aktuelles Thema dar, weil es einerseits immer wie mehr und andererseits auch immer wie grössere Frachtschiffe auf dem Rhein gibt.

Durch Niedrigwasser erhöht sich auch der **Unterschied beim Wasserstand**. Der „Fährmann“ muss den Steg am Kleinbasler Ufer der St. Alban-Fähre, welcher auf einem Tritt der Treppe festgemacht ist, dem aktuellen Wasserstand anpassen. Beim Steg auf der Grossbaslerseite hingegen ist dies nicht nötig, da dieser schwimmt (A7b).

Anpassungen. Anpassungen zielen darauf ab, den Fährbetrieb möglichst lange aufrechterhalten zu können (A7a). Dies ist insbesondere wichtig, da die Pächter als eigenständige Unternehmer (Fähri-Verein Basel 2020) in der Regel von diesem Einkommen leben (A7a).

Seit zwei Jahren wird in der Stiftung Basler Fähren darüber diskutiert, ob die Fähren mit **Elektromotoren** ausgerüstet werden sollten, sodass die Fähren auch bei einer geringen Strömung normal fahren könnten. Jedoch sollten die Basler Fähren als „Energievorbild“ (A7a, Position 37) dienen, was gegen Elektromotoren spricht. Um mit der St. Alban-Fähre auch bei Niedrigwasser bis ans Kleinbasler Ufer zu gelangen, wird möglicherweise der Kleinbasler **Steg verlängert**. Der Bau eines **schwimmenden Stegs** auch auf der Kleinbaslerseite würde zudem weniger Arbeit für die „Fährmänner“ bei einem stark schwankenden Wasserstand bedeuten (A7a).

Die Fähren werden laufend mit **technischen Hilfsmitteln ausgerüstet**, unter anderem um die Sicherheitsprobleme zu bewältigen, welche sich durch Niedrigwasser verschärfen. Zur Zeit der Interviewdurchführung werden die Fähren mit einem Radargerät ausgerüstet, sodass die „Fährmänner“ die Schiffe trotz des Rheinbogens früh sehen. Dieses Radargerät sendet auch Funksignale aus, damit die Schiffsführer darüber Bescheid wissen, wo sich die Fähren befinden und in welche Richtung sie fahren. Auch wurde mit den Lotsen der SRH vereinbart, dass diese per Funk den „Fährmännern“ melden sollten, wenn sie mit einem Schiff von der Schleuse in Birsfelden kommen (A7a). A7b erläutert jedoch, dass manchmal nicht rechtzeitig oder gar nicht gefunkt würde. In sicherheitsrelevanten Situationen **kommunizieren** jedoch auch die „Fährmänner“ per Funkgerät oder Telefon miteinander. Zudem **schulen** die Pächter der Fähren ihre acht bis neun Mitarbeiter, wie diese sich in einer Niedrigwassersituation zu verhalten haben (A7a).

5.2.3 Fischerei und Ökologie

Betroffenheit. Die **Wassertemperatur** ist aus ökologischer Sicht die grösste Herausforderung im Zusammenhang mit Niedrigwasser beim Rhein (A9, A10). Wenn der Rhein wenig Wasser führt, kann sich das Wasser wegen der geringeren Tiefe stärker erwärmen. In der Folge sinkt der Sauerstoffgehalt, da sich in warmem Wasser weniger Sauerstoff lösen kann. Algen als Hauptpflanzen im Gewässer vermindern den Sauerstoffgehalt zusätzlich, weil sie beim Absterben Sauerstoff verbrauchen. Bei höheren Wassertemperaturen und genügend Licht wachsen diese zudem schneller. Bei einem geringen Sauerstoffgehalt können Fische mit einem hohen Sauerstoffverbrauch einen Sauerstoffmangel erleiden und eventuell nicht überleben, wenn sie keine Orte auffinden können, wo es kühler ist (A9) wie beispielsweise bei Grundwasseraufstössen (A10). Die typischen Fische von Fliessgewässern in der Region Basel reagieren relativ sensibel auf Temperaturerhöhungen. 26°C ist der Grenzwert, ab welchem es für die Nasen und Äschen gefährlich wird. Dies kann soweit führen, dass Fischarten im Rhein komplett aussterben (A9). A10 weist in diesem Zusammenhang auf das Fischsterben im Jahr 2007 in Schaffhausen hin, bei welchem es zu einem massiven Einbruch der Äsche kam. A10 schätzt insbesondere ein Rückgang der biologischen Vielfalt als problematisch ein, da eine hohe Biodiversität ein System flexibler und resilienter machen würde.

Eine weitere Schwierigkeit stellt die **Belastung des Rheins mit Abwasser** dar: Je geringer die Wasserführung, desto eine höhere Konzentration an Restfrachten des gereinigten und wieder eingeleiteten Abwassers ist

vorhanden. Dies kann zu einer starken Belastung der Lebewesen führen (A9). Überdies können bei tiefem Wasserstand **einzelne Lebensräume oder Teillebensräume am Ufer nicht mehr erreicht werden** (A10). Aus ökologischer Sicht ist der Rhein jedoch nicht so stark von Niedrigwasser betroffen wie weitere Fließgewässer der Region, aufgrund des im Vergleich hohen Abflusses auch während Trockenperioden (A9, A10).

Anpassungen. Eine **Beschattung** kann der Erhöhung der Wassertemperatur entgegenwirken (vgl. Kap. 5.3.5). Andere Massnahmen zielen darauf ab, die Fische während Trockenperioden nicht noch zusätzlichem Stress auszusetzen und es den Fischen zu ermöglichen, dass diese sich in den tieferen und noch ein wenig kühleren Zonen zurückziehen können (A11): Der KfvBS nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein: Mitgliederinnen und Mitglieder des Verbandes haben während der Hitzeperiode im Jahr 2018 auf das **Fischen verzichtet**. Der Verband leitet auch die Fischerkurse zur Erlangung des Sachkundenachweises, an welchen die angehenden Fischer dafür sensibilisiert werden, bei Wassermangel nicht dort angeln zu gehen, wo sich die Fische im etwas kühleren Wasser konzentrieren (A12). Ein **Fangverbot** auszusprechen ist eine weitere Massnahme in diesem Zusammenhang. Bis September 2019 galt am ganzen Hoch- und Oberrhein ein Äschefangverbot (vgl. Limmattalerzeitung 2018). Einen An Schub dazu gab die internationale Messe in Offenburg, bei welcher auch das Elsass und das Bundesland Baden-Württemberg mit dabei sind. Der KfvBS vertritt dort die Schweiz (A12). Nach A12 war dies das erste Mal, dass bezüglich Fangverböten grenzüberschreitend so eng zusammengearbeitet wurde. Bei der Wiese wurde im Sommer 2018 ein **Bade- und Hundebegehverbot** vom AUE ausgesprochen. Bei der Birs wurde dasselbe zusammen mit dem Kanton BL unternommen, weil die Birs auf der einen Uferseite zum Kanton BL und auf der anderen zum Kanton BS gehört. Dabei wurden die Ufer der beiden Gewässer abgesperrt. Beim Rhein war dies jedoch aufgrund der noch genügend hohen Abflussmenge nicht nötig (A11).

5.2.4 Trinkwasser

Betroffenheit. Zur Trinkwasserförderung entnehmen die IWB und die Hardwasser AG Rheinwasser, filtrieren es und speisen es in den Untergrund als künstliche Grundwasseranreicherung ein. Fehlendes Grundwasser in Trockenperioden können die beiden Wasserversorgungsunternehmen somit weitgehend durch Rheinwasser substituieren. Deswegen hatten die IWB in den letzten Jahrzehnten in den Sommermonaten im Gegensatz zu Unternehmungen in der Umgebung von Basel nie Engpässe bei der Trinkwasserförderung. Dies wird laut A13 auch zukünftig bei zurückgehenden Abflüssen so bleiben, da die zwei Wasserversorgungen zusammen nur einen vernachlässigbar grossen Anteil des Abflusses des Rheins nutzen. Jedoch befürchtet A13 qualitative Herausforderungen beim Trinkwasser während Niedrigwasserperioden infolge der **geringen Verdünnung der Schadstoffe** im Rheinwasser. Dabei sind Resistenzgene und die radioaktive Verseuchung wichtige Themen.

Anpassungen. Das Hauptziel der Massnahmen ist die Versorgungssicherheit während Niedrigwasser zu gewährleisten (A13). Wichtige Instrumente sind das **Notwasserkonzept** sowie die **Generelle Wasserversorgungsplanung (GWP)**. Im Rahmen der „Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen“ (VTN) (Schweizerische Eidgenossenschaft 1991) werden die Gemeinden oder die Wasserversorgungsunternehmen, welche dazu benannt wurden, dazu verpflichtet, ein **Notwasserkonzept** zu erstellen und regelmässig zu aktualisieren. Diese Notfalldokumentation regelt, wie in verschiedenen Notlagen, wie beispielsweise auch bei Niedrigwasser, vorgegangen wird, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Der Kanton ist für den Vollzug zuständig. Die **GWP** hat den Hauptzweck, die notwendigen Anlagen für die gegenwärtige und zukünftige Wasserversorgung ab öffentlichem Netz festzulegen (AUE BL 2012). Die IWB ist in ihrem Versorgungsgebiet für die Erstellung und fortlaufende Aktualisierung dieser zwei Instrumente zuständig. Hat die IWB eine GWP durchgeführt, gibt sie diese an die Umweltbehörden weiter (A13).

Bei höheren Schadstoffkonzentrationen wird die **Rheinwasserentnahme der IWB ausgeschaltet und das fehlende Trinkwasser durch die Hardwasser AG kompensiert**. Da die grössten Industrien unterhalb der Wasserentnahme der Hardwasser AG liegen, gab es bis anhin immer diese Möglichkeit. Allgemein ist die **Vernetzung von Wasserversorgungen** ein wichtiges Thema der Anpassung: Mittels einer Transitleitung kann das ganze Birstal in den heissen Sommermonaten mit Trinkwasser versorgt werden, welches im Hardwald gefördert wird. Durch die Transitleitung können die Gemeinden im Bedarfsfall das Wasser auch in die Stadt liefern.

Eine weitere Massnahme ist die **Einspeisung von Wiesewasser**, wenn die Schadstoffkonzentration des Rheins zu hoch ist. Seit 2018 ist es möglich, Wiesewasser über die Filteranlage aufzubereiten und einzuspeisen (A13). Dieses zweite Standbein zum Rhein geht auf das Szenario eines Kernkraftwerkunfalls, ähnlich dem in Fukushima zurück. Der Branchenverband Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) ist bezüglich möglicher Unfallszenarien auf die Kernkraftwerksbetreiber zugegangen. In der Folge wurde untersucht, wie lange die Trinkwasserversorgung aufrechterhalten werden könnte, wenn der Rhein aufgrund der Verseuchung nicht mehr zur Verfügung stünde. Dabei kam heraus, dass das Notwasser der Wiese zusammen mit dem Wasser der Gemeinden, welches durch die Transitleitung nach Basel transportiert werden kann, in etwa den Tagesbedarf an Trinkwasser sicherzustellen vermag (A13).

Eine andere Überlegung bei erhöhten Schadstoffkonzentrationen ist die **weitergehende Aufbereitung**. A13 weist in diesem Zusammenhang auf das EU geförderte Forschungsprojekt AquaNES unter Leitung der Fachhochschule Nordwestschweiz hin, bei welchem die Langen Erlen eine der dreizehn Versuchsstandorte ist. In den Langen Erlen wird ein Verfahren entwickelt, welches per Oxidation Schadstoffe (Röntgenkontrastmittel und Antibiotika) entfernen soll, welche der Waldboden alleine nicht zu entfernen vermag (St. Galler Tagblatt 2018). Im Zentrum von AquaNES stehen Innovationen zur Sicherung von Trink- und Brauchwasser (AquaNES 2016). Beim Projekt wird untersucht, wie sich ein naturnaher Prozess, wie beispielsweise die Aufbereitung im Waldboden der Langen Erlen, mit einem modernen Verfahren für eine weitergehende Behandlung kombinieren lässt (A13).

Eine Reduktion der Wasserabgabe und ein Aufruf an die Bevölkerung zum Wassersparen ist eine letzte Möglichkeit, wenn der Rhein aus qualitativen Gründen nicht mehr zur Verfügung steht und der Verbrauch der Bevölkerung hoch ist. In einem solchen Fall wird der Druck reduziert und die Häuser bekommen automatisch weniger Wasser. A13 weist darauf hin, dass dies in den 1940er Jahren gemacht wurde, als die Wiese über zwei bis drei Monate ausgetrocknet war. Es können dann Empfehlungen abgegeben oder Verbote gemacht werden. Beispielsweise, dass das Auto nicht mehr mit Trinkwasser gewaschen werden darf (A10). Jedoch hat die Verwendung von Trinkwasser zur Trinkwasserversorgung ohnehin Priorität (A13).

Der **Gewässerschutz** ist auch ein grosses Anliegen der Wasserversorger am Rhein und prägt die IWB auch stark mit, sodass keine übermässigen Aufbereitungsschritte zur Trinkwasserproduktion notwendig sind (vgl. 5.3.12).

5.2.5 Schifffahrt und Logistik

Betroffenheit. Der tiefe Wasserstand bei Niedrigwasser reduziert die **Abladetiefe** und dadurch die Tragfähigkeit eines Schiffes (A14), um die Kielfreiheit von ca. 20 cm auf der ganzen Reise einhalten zu können (Contargo AG 2017: 6) beziehungsweise an den kritischen Stellen keine Grundberührung zu haben (A6). Unter 650 m³/s Abfluss ist der Rhein für die Schifffahrt nicht gesperrt, wie dies beim Hochwasser ab einer gewissen Marke der Fall ist, sondern stark eingeschränkt (A1). Der Schiffsführer entscheidet, ob er noch fahren kann (A15) und wieviel an Ladung er mitnimmt (A5). Dennoch wird Niedrigwasser von allen betroffenen Akteuren als problematischer eingeschätzt als Hochwasser.

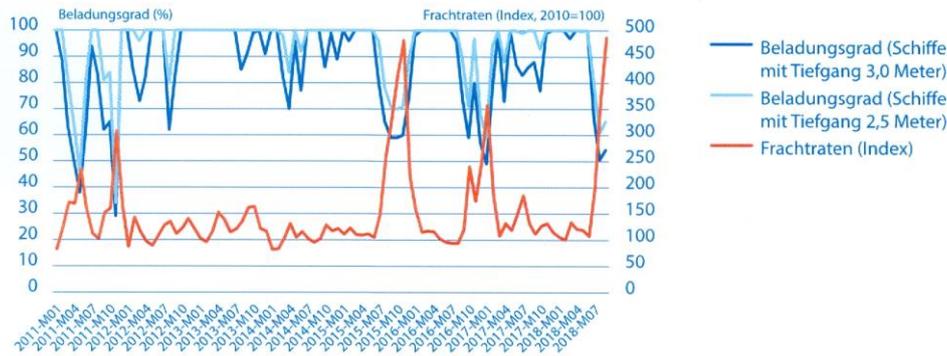
Kaub und Maxau sind bei Niedrigwasser nur schwer passierbare Stellen für Schiffe, welche von und in Richtung Basel unterwegs sind: Bei Kaub in Rheinland-Pfalz geht der Rhein durch felsigen Untergrund. Bei Maxau auf der Höhe Karlsruhe gibt es bei geringer Wasserführung aufgrund des vorhandenen Kieses Untiefen, bei welchen das Schiff auflaufen kann (A5). Deshalb sind Kaub und Maxau sogenannte „kritische Pegel“ (A5), wobei der Pegel Kaub die Bezugsgrösse für die Schifffahrt am Ober- und Mittelrhein darstellt (Contargo AG 2017: 5). Auch beim Niedrigwasser im Jahr 2018 wurde Kaub zum „Nadelöhr“ (BAZ 2019a). Die Lademenge wird ab einem Pegel Kaub von 1.80–2 Metern, was einer effektiven Wassertiefe von circa drei Metern entspricht, langsam eingeschränkt (A2). Ein Pegel Kaub von 80 Zentimetern ist die kritische Marke, ab welcher die Fahrt für alle Schiffe problematisch wird (A5).

Diese Betroffenheit ist von einer **lokalen Niedrigwassersituation in Basel** abzugrenzen, welche sich vor allem auf die südlichen Häfen, den Hafen Birsfelden und den Auhafen Muttenz, auswirkt. Diese Häfen können dann unter Umständen nicht mehr erreicht werden (A14), aufgrund der Schleuse in Birsfelden und der Stadtdurchfahrt, welche eine frei fliessende Strecke beinhaltet (A3). Um diese lokale Problematik anzugehen, wurde die Fahrinne durch die Stadtdurchfahrt in Basel vertieft (vgl. Kapitel 5.3.5).

Geringere Beladungsgrade lassen die **Frachtraten** bei Niedrigwasser **überproportional ansteigen** (vgl. Abb.11). Bei Niedrigwasser müssen die Fixkosten eines Schiffes, unter anderem die Kosten für die Besatzung und den Treibstoff, auf eine geringere Transportmenge verteilt werden. Zusätzlich führt die hohe Nachfrage nach

Schiffsraum zu dessen Verknappung. Aufgrund dieser beiden Effekte verlangen die Schiffsführer für den Transport relativ hohe Kosten (A5). Um die eigene Kostendeckung zu erreichen, reagieren die interviewten Logistikunternehmen im Containerbereich (A2, A15, A5) mit Kleinwasserzuschlägen auf tiefe Wasserpegel (Birsterminal AG 2020; Contargo AG 2017; Ultra-Brag AG 2019).

Maximaler Beladungsgrad für Schiffe bei Kaub/Mittelrhein und mittlere monatliche Beförderungspreise (Frachtraten) in der Tankschifffahrt auf dem Rhein



Quelle: Berechnung ZKR auf Basis von Daten von PJK International (Preise) und Wasserstands-Daten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Auf die beförderten Mengen wirken sich Niedrigwasserperioden negativ aus. Folgende Grafik zeigt dies für den traditionellen Rhein.

Abb.11: Zusammenhang zwischen maximalen Beladungsgraden und Frachtraten in der Tankschifffahrt
(ZKR 2018)

Dies führt jedoch zu **betrieblichen Auswirkungen auf die Logistikunternehmen**: In der Niedrigwassersituation warten die Kunden ab einem gewissen Zuschlag mit dem Schiffstransport ab oder wechseln auf die Bahn beziehungsweise den LKW, um Kosten einzusparen (A5). A5 und A15 weisen darauf hin, dass der Wert eines Transportgutes einen entscheidenden Einfluss darauf hat, ab welchem Pegelstand kein Schiffstransport mehr stattfindet: Bei steigenden Transportkosten erhöhen sich die Kosten für die Baufirma zur Entsorgung von Recyclinggütern zusätzlich, weshalb dies relativ bald nicht mehr durchgeführt wird (A15). Im Betrieb der Logistikfirmen verringert sich dadurch die Arbeitsauslastung (A2). Auch kann es zu Problemen in der Logistik kommen, weil sich die Lager füllen, da die Schiffe nicht mehr fahren können. Wenn die Lagerkapazitäten nicht mehr ausreichen, kann keine Ware mehr in Empfang genommen werden (A15).

Auch im Jahresbericht von 2017 der SRH wird der direkte Zusammenhang zwischen Niedrigwasser im 1. Quartal und tiefen Umschlagszahlen betont (SRH 2017: 4). Vom Niedrigwasser im Jahr 2018 waren die Basler Häfen ähnlich stark betroffen wie andere Rheinhäfen (vgl. BAZ 2019a).

Nach A15 besteht vor allem die Gefahr der langfristigen Verlagerung der Verkehre auf die Schiene oder die Strasse beispielsweise bei herstellenden Industrien. In Niedrigwasserperioden lernen die Kunden auch alternative Verkehrswege kennen oder gehen in dieser Situation sogar langfristige Verpflichtungen ein. Diese Verkehre kommen dann auch während normalen Wasserständen nicht automatisch wieder zurück. Aus der

Medienmitteilung vom 14.1.2019 der SVS geht hervor, dass im Export Mitte Januar 2019 noch immer eine schwache Nachfrage vorhanden war, obwohl sich die Wasserstände erholt hatten und die Schifffahrt wieder uneingeschränkt funktionierte. Dies unter anderem, weil in der Niedrigwasserperiode längerfristige Verträge mit Bahnanbietern eingegangen wurden, welche noch am Laufen waren (SVS 2019).

Anpassungen. Das Thema Niedrigwasser ist Teil der **Geschäftsbedingungen** der Logistikunternehmen im Containerbereich (Birsterminal AG 2020; Contargo AG 2017; Ultra-Brag AG 2019). Die Kostensteigerung infolge Niedrigwasser sowie das Risiko, dass der Transport dann nicht durchgeführt werden kann, werden dadurch an die Kunden weitergegeben: Die *Kleinwasserzuschläge* geben die Logistikunternehmen jeweils Anfang Jahr bekannt. Je nach Pegelstand gibt es verschiedene Zuschlagsbereiche. Der Markt führt dazu, dass die Zuschläge bei allen Unternehmen in etwa gleich hoch sind. Ab einem Pegel Kaub von 80 Zentimetern entfällt am Markt bei den meisten Logistikunternehmen die *Transportverpflichtung*. Das Unternehmen kann dann den Auftrag entgegennehmen, gibt aber keine Garantie an den Kunden ab, dass auch transportiert wird (A6) (vgl. Abb.12).

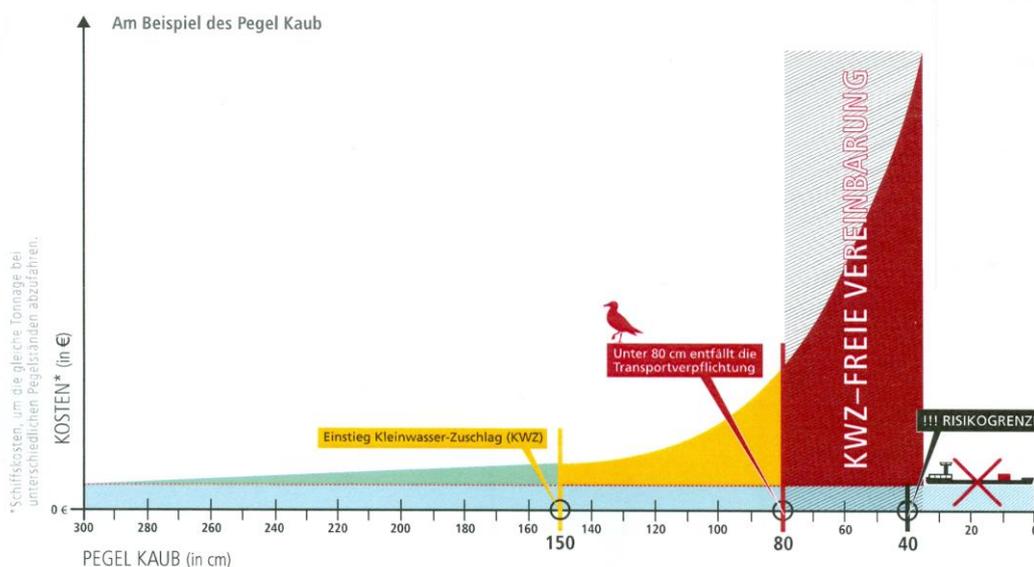


Abb.12: Kostensteigerung durch Kleinwasser
(Contargo AG 2017: 8)

Während der Niedrigwassersituation werden **kurzfristige Anpassungen** vorgenommen. Eine wichtige Überlegung ist, ob kurzfristig auf die Bahn gewechselt werden kann (A5). Dies kann jedoch mit Kapazitätsengpässen verbunden sein. Die Züge von A2 waren in der Niedrigwassersituation im Jahr 2018 über mehrere Wochen bei der Hin- und Rückfahrt komplett ausgebucht. In dieser Situation versuchte A2 mehr Rundläufe zu machen, um zusätzliche Züge auf dem Markt anbieten zu können. Dies ist nach A2 jedoch sehr herausfordernd, da die Trassen in Europa sehr stark belegt sind und der Personenverkehr vorrangig behandelt wird.

Bei einem geringen Arbeitsaufkommen bauen die Hafenfirmer Überzeit und Ferienguthaben ab (SVS 2018b) oder gehen zu Kurzarbeit über. Im Jahr 2018 gab es gewisse Firmen, bei welchen 60% weniger gearbeitet wurde (A2). A2 hat seine Schiffe unterhalb von einem Pegel Kaub von 40 Zentimetern in anderen Fahrgebieten eingesetzt, in welchen keine Niedrigwasserprobleme vorhanden waren.

In der Niedrigwassersituation führt A5 *Gespräche mit allen Marktplayern*: Mit den Kunden wird eine Lösung auch ausserhalb von gängigen Verträgen gesucht. Mit den Befrachtern, den „Maklern“ der Schiffsräume, wird intensiver Kontakt gepflegt, um zusätzlichen Schiffsraum kurzfristig zur Verfügung gestellt zu bekommen, weil für die gleiche Tonnage nun mehr Schiffsraum benötigt werden. Wegen möglichen Verzögerungen, da die Schiffe hintereinander im Stau stehen können, wird mit den Empfängern stark kommuniziert. Zudem sprechen sich die Logistikunternehmen mit den SRH, der Hafenbehörde, ab und suchen nach Möglichkeiten, wie durch den SVS die Probleme ein wenig gelindert werden könnten. Auch wird in dieser Situation unter den eigentlich konkurrierenden Hafenfirmer geschaut, wo noch ein wenig Schiffsraum oder Lagerplatz zur Verfügung steht. A15 musste im Jahr 2018 seine Kunden informieren, dass bei ihm noch freie Kapazitäten beim Schifftransport vorhanden waren. Die Presse hatte fälschlicherweise gemeldet, dass die gesamte Containerschiffahrt eingestellt worden war, obwohl seine Schiffe noch gefahren sind und in der Folge wollten die Kunden alles über die Bahn und den LKW transportieren.

Alle interviewten Logistikunternehmen sind bereits im Bahnbetrieb tätig und machen sich weitere strategische Überlegungen zur **Bahn als alternativen Verkehrsträger**, um weniger von der Schifffahrt abhängig zu sein (A2, A5, A15). A15 nennt in diesem Zusammenhang das Vorgehen, Verkehre über die Südhäfen (z.B. Italien) abzuwickeln anstatt über die Nordhäfen. Der Bahntransport durch den Gotthard Tunnel wäre zudem attraktiv, denn die Transportzeit beispielsweise von einem Import aus China würde sich dadurch um fünf Tage verkürzen. Gemäss A2 haben sich bereits einige Verkehre durch die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 dorthin verlagert. Dabei entstehen jedoch hohe Fixkosten, welche als problematisch einzustufen sind: Sollten dann doch gute Wasserstände vorhanden sein, kommt der Zug teurer wie das Schiff und fährt deswegen weniger ausgelastet. Folglich bleiben die Unternehmen auf diesen Fixkosten sitzen (A15).

Bei der **Schiffstechnik** oder **Fahrweise** kann angesetzt werden, um die Tragfähigkeit bei Niedrigwasser zu erhöhen (Contargo AG 2017: 6). In der Schiffstechnik wird ein *geringerer Tiefgang* angestrebt: Der Partner von A15 achtet bei seinen Neubauten auf einen möglichst geringen Tiefgang aufgrund der Erfahrungen mit der Niedrigwasserproblematik im Hitzesommer 2003. Durch diese Schiffstechnik würde die Tragfähigkeit im Prinzip vermindert. Zur Kompensation weisen die Schiffe jedoch durch ihren nur geringen Stahlanteil ein tiefes Eigengewicht auf. Aus diesem Grund können die Schiffe auch bei Niedrigwasser noch relativ gut beladen fahren (Schifffahrt Hafen Bahn und Technik 2018: 8). Auch die Muttergesellschaft von A2 hat im Jahr 2018 eine universitäre Studie zur Entwicklung neuer Schiffsmodelle mit einem geringen Tiefgang in Auftrag gegeben.

Nach A5 entwickeln sich Schiffe vor allem danach, welche Güter nachgefragt und transportiert werden sollen. In den letzten Jahrzehnten hätte es immer wie mehr Containerschiffe gegeben und dies würde auch zukünftig ein

stark ansteigender Bereich darstellen (vgl. SRH 2017: 5). Dies würde automatisch dazu führen, dass die Schiffe breiter und deswegen weniger in den Tiefgang gehen würden (A5).

Die Containerschiffe des Partners von A15 fahren in einem *Vierer-Koppelverband*, welcher relativ stark aufliegt. Dadurch konnte A15 den Betrieb im letzten Jahr aufrechterhalten und immer noch 2'200 Tonnen transportieren bei einem Pegel Kaub von 27 Zentimetern. A15 nennt zusätzlich die Kostenersparnisse beim Schiffpersonal und Gasölverbrauch im Vergleich zu einem klassischen Koppelverband. Bei sehr niedrigen Wasserständen kann jedoch unabhängig von der Bau- und Fahrweise des Schiffes nicht mehr zu bezahlbaren Preisen transportiert werden (A5).

Die SVS fordert einen „**Krisenmechanismus**“, welcher bei schlechten Wetterbedingungen zum Tragen kommt, um die wirtschaftlichen Einbussen abmildern zu können. Diesbezüglich wird sie in der kommenden Zeit auf die inländischen Behörden und nationale Politik zugehen (SVS 2018b). Auch von A5 wird der Gedanke mitgetragen, dass der Bund die Schifffahrt zukünftig durch Überbrückungsmöglichkeiten in Niedrigwassersituationen subventionieren könnte. Allerdings ist A5 zufolge bis anhin auf nationaler Ebene nur bedingt das Bewusstsein vorhanden, was die Rheinschifffahrt durch den Anschluss an die Weltmeere für die Landesversorgung der Schweiz bedeutet. Ein möglicher Grund dafür ist, dass in der Schweiz nur circa 15 Kilometer des Rheins schiffbar sind (BAZ 2019b).

5.3 Bereichsübergreifende Governance

5.3.1 *Bereisung des Rheins*

Regelmässig findet auf einem Rheinschiff länderübergreifend ein Fachaustausch über die verschiedenen Nutzungsinteressen hinweg statt (A4). Die Fahrt dauert jeweils von Kembs bis Rheinfelden (A14) und wird abwechselungsweise von den SRH oder dem Bundesland Baden-Württemberg organisiert. Mit dabei sind sowohl staatliche als auch private Akteure aus der Schweiz und dem grenznahen Ausland, welche in die Rheinschiffahrt involviert sind (A4). Auf nationaler Ebene sind das BAFU, das BAV sowie das BFE mit dabei (A1). Auch die betroffenen Kantone BS, BL und AG sind vertreten. Lokale Akteure sind das Tiefbauamt BS, die SRH, das Kraftwerk Birsfelden, die Kantonspolizei BS sowie die Schifffahrtspolizei der SRH. Inhaltlich werden verschiedene projektbezogene Aufgaben wie beispielsweise Reparaturen an Schleusen diskutiert. Das Thema der Klimaanpassung, beziehungsweise der Anpassung an Niedrigwasser, wurde mit der Korrektur der Schifffahrtsrinne (vgl. Kapitel 5.3.5) bereits aufgegriffen (A4). Gemäss A4 fördert dieser Austausch vor allem das gegenseitige Verständnis für bereichsinterne Probleme und Herausforderungen. Zudem liessen sich durch diesen Austausch manchmal auch gemeinsame Lösungsstrategien entwerfen.

5.3.2 *Klimafolgenbericht des Kantons Basel-Stadt*

Unter Federführung des AUE und in Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen wurde der Klimafolgenbericht für den Kanton BS erarbeitet. Dieser informiert nach Handlungsfeldern geordnet über den Handlungsbedarf für die prognostizierte Klimaänderung bis 2050 sowie mögliche Anpassungsmassnahmen (vgl. Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2011). Mit dem Bericht wurde das Ziel verfolgt, eine Gesamtübersicht bezogen auf den Kanton BS zu erstellen (A8), um sich auf die Klimaerwärmung vorbereiten zu können (A11). Nach A8 ermöglichte der Bericht zudem eine Sensibilisierung der Fachstellen für den Klimawandel, damit sich diese vermehrt mit der Anpassung auseinandersetzen. Einige Involvierte verknüpften Probleme und Herausforderungen in ihrem Fachbereich ursprünglich nicht mit dem Klimawandel. Auch den SRH konnte der Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und zunehmenden Niedrigwasserereignissen von Seiten des AUE bewusst gemacht werden. Auch bot er den Fachstellen die Möglichkeit, ihren Handlungsbedarf zu kommunizieren, wodurch teilweise finanzielle Mittel für ein Projekt oder ein Folgeprojekt legitimiert werden konnten (A8). Der Klimafolgenbericht war für die SRH ein „praktisches Trittbrett“ (A8, Position 62–65), um die Korrektur der Schifffahrtsrinne (vgl. Kapitel 5.3.5) als Klimaanpassung zu legitimieren. Die SRH konnten kommunizieren, dass die geringe Abladetiefe direkt auf die Folgen des Klimawandels zurückzuführen ist und deswegen ein zunehmendes Problem darstellt. Schliesslich konnte so erreicht werden, dass die Korrektur der Schifffahrtsrinne als Massnahme in den Klimaaktionsplan 2014–2019 des BAFU aufgenommen wurde (A11) (vgl. Kapitel 5.3.7). Jedoch gab es zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Berichtes für die Region Basel noch keine sehr präzisen Klimaszenarien, weshalb relativ einfache Annahmen zur Klimaänderung getroffen werden mussten.

Im Jahr 2017 wurde der dazugehörige **Umsetzungsbericht** als Folgedokument veröffentlicht (vgl. AUE 2017). Den Dienststellen wurde der politische Auftrag erteilt zu dokumentieren, welche Massnahmen geplant und welche sie bereits umgesetzt hatten (A13). Unter anderem wird mit dem Folgedokument der Bundesauftrag (CO₂-Verordnung, Art. 15) erfüllt: Die Kantone sind dazu verpflichtet, dem BAFU periodisch (alle vier bis fünf Jahre) über kantonale Massnahmen zur Klimaanpassung zu berichten (vgl. Schweizerische Eidgenossenschaft 2012). Das Folgedokument informiert allerdings viel ausführlicher, wie dies der gesetzliche Auftrag verlangen würde. Möglicherweise wird dieser Bericht in einigen Jahren aktualisiert (A8).

5.3.3 Abfluss- und Pegelprognosen

Die Sektion Hydrologische Vorhersagen der Abteilung Hydrologie des BAFU erstellen Abfluss- und Pegelprognosen für die nächsten paar Tage unter anderem für den Rhein bei Basel. Dazu betreibt das BAFU auf dem ganzen Flusssystem der Schweiz Messstationen, an welchen die Pegelstände kontinuierlich gemessen werden. Mit Hilfe der Pegelstand/Abfluss-Beziehungskurve, welche aus mehreren Messungen eruiert wurde, rechnet das Programm die Pegelmesswerte in Abflussmengen um. Mittels verschiedener Wettermodelle wird eine Prognose berechnet (A1). Die Prognosen werden täglich zwischen 7:30 Uhr und 8:30 Uhr auf der **Gemeinsamen Informationsplattform Naturgefahren (GIN)** für Fachleute der Gemeinden, Kantone und des Bundes zur Verfügung gestellt (A1). Die Prognosen der Abflüsse sind zusätzlich auf der **Homepage des BAFU** öffentlich einsehbar. Diese werden laufend aktualisiert (vgl. BAFU 2020d).

Verantwortliche der Wasserkraftwerke schauen sich mehrmals täglich die Abflussprognosen an, um ihr Tagesgeschäft danach ausrichten zu können (A4) (vgl. Kapitel 5.2.1). Die Prognosen beeinflussen auch das Tagesgeschehen in der Schifffahrt, weil die maximal mögliche Lademenge vom Pegelstand abhängig ist (vgl. Kapitel 5.2.5). Dies ist Alltag und trifft nicht nur auf die Niedrigwassersituation zu. Auf der Startseite der Homepage der SRH ist der aktuelle Pegelstand von der Messstation Basel-Rheinhalle öffentlich einsehbar, welcher in besonderen Situationen für die Schifffahrt abladebestimmend ist. Zudem ist die Prognose des BAFU aufgeschaltet (SRH 2020b). Auch in den anderen Rheinanliegerstaaten werden von den Hafenbehörden die aktuellen Pegelstände und zusätzlich Prognosen publiziert (A14). Da zumeist andere Pegel für die europäische Binnenschifffahrt des Rheins abladebestimmend sind (A14), nutzen die Schiffsführer der **elektronische Wasserstraßen-Informationsservice** der Wasserstrassen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (**Elvis**), um sich über die Pegelstände zu informieren (A15). Diese Plattform gibt einen Überblick über alle aktuellen Messwerte und Prognosen der schifffahrtsrelevanten Messstationen des Rheins. Die Daten werden von den jeweiligen Organisationen oder Einrichtungen der betroffenen Länder zur Verfügung gestellt (vgl. WSV 2020).

Pegelvorschauen reichen bis heute jedoch nur einige wenige Tage in die Zukunft. Mehrere Akteure sind sich einig, dass dies zu kurzfristig ist, um bei Niedrigwasser effektiv darauf reagieren zu können: Die Fahrzeit von Holland bis nach Basel beträgt in etwa fünf Tage, weshalb die Schiffsführer bereits fünf Tage im Voraus die Pegelstände auf der ganzen Fahrt kennen müssten, um die maximal mögliche Lademenge bestimmen zu können. Über diesen Zeitraum weisen die Pegelprognosen jedoch noch einen relativ grossen

Unsicherheitsbereich auf, welcher ein paar Hundert Tonnen an Ladung ausmacht. Auch auf Kurzarbeit umzustellen, wie dies viele Hafenfirmer während der Niedrigwassersituation im Jahr 2018 vorhatten, ist ein Prozess, welcher über mehrere Wochen hinweg dauert (A5) (vgl. Kapitel 5.2.5).

Für A1 ist die Verbesserung der Prognosen eine wichtige Anpassungsmassnahme, welche jedoch schwierig umzusetzen ist. Die Abflussprognosen sind so kurzfristig, weil die Wetterprognosen nur zehn Tage in die Zukunft gehen und deren Vorhersagegüte nach zwei bis drei Tagen bereits stark abnimmt (A1). Für A5 ist deshalb vor allem die **Erfahrung der Schiffsführer** wichtig. Aus Niedrigwassersituationen wie im Jahr 2018 können die Schiffsführer lernen, wieviel genau abgeladen werden kann, um eine bestimmte Stelle bei Niedrigwasser noch passieren zu können (A15).

5.3.4 Warnung oder Information vor Trockenheit

Die Sektion Hydrologische Vorhersagen des BAFU ist auch für die Warnung vor Hochwassern zuständig. Zudem möchte sie zukünftig die kantonalen Behörden und die Bevölkerung vorbereitend vor Trockenheit warnen oder informieren. Zur konkreten Ausgestaltung der Information oder Warnung macht sich bereits eine Arbeitsgruppe auf Stufe Bund Gedanken (vgl. Kapitel 5.3.6). Zudem waren für den Sommer 2019 Workshops in den Kantonen vorgesehen, um die diesbezüglichen Bedürfnisse der verschiedenen Anspruchsgruppen festzustellen. Eine wichtige Frage betrifft, was genau kommuniziert werden soll, wobei Möglichkeiten ein bevorstehendes Niederschlagsdefizit oder eine Bodentrockenheit sind (A1). A1 weist darauf hin, dass Trockenheit ein anderes Phänomen wie Hochwasser darstellt: Trockenheit ist ein schleichender Prozess, sie bleibt länger bestehen und es benötigt dann auch eine längere Zeitdauer, bis sich einzelne Systeme, wie beispielsweise das Grundwasser, wieder von ihr erholt haben. Folglich lässt sich die Art und Weise, wie vor Hochwasser gewarnt wird, nicht direkt auf die Trockenheit übertragen. Heute wird durch eine Kaskade folgendermassen vor **Hochwassern** gewarnt: Das BAFU gibt die Warnung an die **Nationale Alarmzentrale NAZ** weiter, welche die Feinverteilung in die betroffenen Kantone macht. Beim Rhein bekommt neben weiteren Kantonen der Kanton BS die Warnung. Im Kanton BS ist die Kantonspolizei für die Verteilung im Kanton zuständig, wodurch beispielsweise die SRH informiert werden, dass die Schifffahrt gesperrt ist. Die SRH geben die Warnung dann weiter an die betroffenen Akteure. Die Warnungen sind zusätzlich auf der BAFU-Homepage aktiv und näher beschrieben im **Naturgefahren-Bulletin**. Das BAFU arbeitet dann auch eng mit dem Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) und SRF Meteo, beispielsweise durch Life-Interviews oder Meteo-Sendungen, zusammen. So wird ab einer höheren Warnstufe auch die Bevölkerung zum richtigen Zeitpunkt informiert beziehungsweise gewarnt (A1).

5.3.5 Wasserbauliche Massnahmen

Um die „Erreichbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit der südlichen Häfen Birsfelden und Auhafen Muttenz“ zu erhöhen (SVS 2018b: 1), wurde im Gebiet zwischen der Dreirosenbrücke und der Birmündung von Juli 2018 bis Februar 2019 die **Schiffahrtsrinne** vertieft. Bei der Korrektur wurde unregelmässiger Untergrund ausgeglichen, sodass keine Bereiche mehr vorhanden sind, welche die Abladetiefe limitieren. Dadurch wird eine durchgehend um 30 Zentimeter tiefere Fahrrinne durch die Stadtdurchfahrt gewährleistet, um bei Niedrigwasser ein pro Schiff 300–300 Tonnen höheres Ladevolumen zu ermöglichen (SVS 2018b)(vgl. Abb. 13).

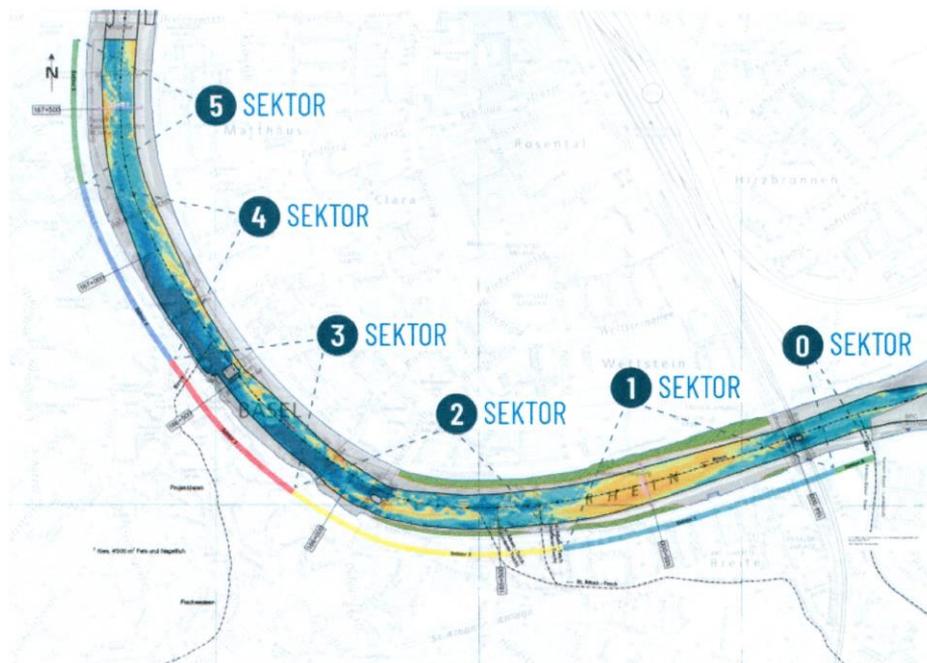


Abb. 13: Korrektur Schiffahrtsrinne
(Röthlingshöfer 2019: 23)

Das Projektziel bestand darin, dass der Pegel Basel-Rheinhalle an möglichst wenigen Tagen im Jahr abladebestimmend ist. Eine Studie der Universität Duisburg-Essen schuf die Grundlage dafür, wie stark die Fahrrinne vertieft werden muss, um welche Anzahl abladebestimmende Tage im Jahr zu erreichen (A14; vgl. Röthlingshöfer 2019: 25–26). Die „Korrektur Schiffahrtsrinne“ ist auch eine Massnahme aus dem Klimaaktionsplan des BAFU für die Jahre 2014–2019 (vgl. Kapitel 5.3.7).

Die Arbeit wurde nach internationaler Ausschreibung an ein deutsches Wasserbauunternehmen, die Firma Hülskens Wasserbau, vergeben. Dieses hat dann sektorweise mit den Baugeräten vorhandenes Material (Kies, gemischte Sedimente und Fels) bewegt. Bei der Gross- und Kleinschiffahrt führten die Arbeiten zu zeitweiligen Sperrungen. Die Rheinschwimmerinnen und Rheinschwimmer wurden mittels Warntafeln gewarnt und zu einem grösseren Abstand vom Arbeitsort aufgefordert. Zudem klärten Informationstafeln am Ufer über die Arbeiten auf (SVS 2018a).

Der Kies wurde anschliessend in einem zweiten Projekt für **ökologische Uferschüttungen** am Rhein zwischen der Schwarzwald- und Wettsteinbrücke vom Tiefbauamt BS zwischen September 2018 und März 2019 auf der Gross- und Kleinbasler Seite wiederverwendet (Tiefbauamt Basel-Stadt 2020). Dabei wurde das Ufer für Mensch und Natur attraktiver gestaltet. Insbesondere unterhalb des Schaffhauserrheinwegs wurde die Kiesfläche verbreitert, um einerseits Laichplätze für Fische, und andererseits einen breiteren Kiesstrand für den Menschen zu schaffen (bz Basel 2018). Zudem entstanden kleine Buchten und begrünte Inselchen als Rückzugsorte für Wassertiere (Tiefbauamt Basel-Stadt 2020).

Die zwei Projekte kamen durch eine Zusammenarbeit verschiedenster Akteure zustande: Finanziert wurde die Vertiefung der Schifffahrtsrinne über den **Aktionsplan Schifffahrt** der SVS. Die Bau- und Projektleitung lag beim Tiefbauamt BS (A14). Zur Entwicklung der Projekte fanden von Seiten des Tiefbauamtes mehrere Sitzungen mit rund 30 Parteien statt, um die verschiedenen Anliegen der Parteien aufnehmen und eine Kompromisslösung ausarbeiten zu können. Die Fragestellung war vor allem, inwiefern die Schifffahrt eingeschränkt werden kann oder ob eine Korrektur gemacht werden soll und inwiefern dies ökologisch noch tragbar ist. Unter anderem waren alle relevanten Nutzer des Rheins und auch Akteure des Naturschutzes involviert (A3). Die Life-Science AG, als lokales „Ökobüro“ (A10, Position 1–8), begleitete die Massnahme im Auftrag des Tiefbauamtes ökologisch. Sie war für die Erfolgskontrolle der Kiesschüttungen zuständig. Dabei untersuchte sie, welchen Nutzen diese für die Lebensgemeinschaften und insbesondere die Kleintiere stiften. Ein weiteres Büro schaute sich die Auswirkungen auf die Fischfauna an (A10).

Die Zusammenarbeit fand auch in einem grenzüberschreitenden Rahmen statt: Im Vorfeld der Ausbaggerungen wurden Stellungnahmen von der französischen und deutschen Seite eingeholt (A14). Überdies trafen sich im Januar 2019 Vertreter der SRH, des BAFU sowie deutsche Schifffahrtsverantwortliche für eine Sitzung in Basel. Der Auslöser war die Warnschwellen für Hochwasser zu aktualisieren. Anschliessend wurden den Anwesenden die Ausbaggerungen vor Ort gezeigt und sie darüber in Kenntnis gesetzt, welche Maschinen und Techniken angewendet wurden. Dies war vor allem wichtig, weil am Rhein und an der Donau ähnliche Projekte in Planung waren (A1).

Die Korrektur der Schifffahrtsrinne und die Uferschüttungen werden kontrovers unter den Akteuren diskutiert: A15 zufolge gibt die Korrektur der Schifffahrtsrinne den Hafenfirmer in Birsfelden und Muttenz Fahrsicherheit. Allerdings müsse die Massnahme in einigen Jahren wiederholt werden aufgrund von Sand und Sedimenten, welche sich mit der Zeit in der Fahr Rinne absetzen würden. Hingegen weist A14 darauf hin, dass die Massnahme als eine einmalige Investition zu betrachten ist, da sich die Fahr Rinne längerfristig nur gering verändern würde, jedoch müsse sie vom Kanton unterhalten und überwacht werden. Für A5 ist die Vertiefung nur sehr bedingt effektiv und lohnend, da bei starkem Niedrigwasser ohnehin nicht mehr wirtschaftlich gefahren werden kann. Überdies bestimmen in der Regel andere kritische Stellen, wie beispielsweise Kaub, die maximale mögliche Lademenge eines Schiffes auf der Fahrt nach Basel (vgl. Kapitel 5.2.5). Dort eine ähnliche Vertiefung zu machen, sei jedoch sehr schwierig aufgrund der anstehenden Felsen (A5) und weil dort kilometerweit vertieft werden

müsse. Zudem sei unklar, ob in Deutschland auch die finanziellen Mittel für ein ähnliches Projekt gesprochen würden (A2). Gemäss A15 war es ein relativ langwieriger Prozess, bis das Projekt zustande kam: Die Vertiefung musste zweimal verschoben werden und während der Laichzeiten war das Baggern verboten. Zudem war die Massnahme mit vorangeschlagenen Kosten von 4.2 Millionen Schweizerfranken (SRH & SVS 2016: 12) relativ teuer (A11). Laut Röthlingshöfer (2019: 28–29) stiftet die Korrektur jedoch auch Zusatznutzen: Die erhöhte Lademenge reduziert den benötigten Kraftstoff pro Ladeinheit, wodurch weniger Schadstoffe pro Ladeinheit emittiert werden. Zudem nimmt die Gefahr einer Grundberührung infolge der Vertiefung ab.

Die Uferschüttungen als eigentliche Revitalisierungsmassnahme wirken der Erhöhung der *Wassertemperatur* entgegen. Die begrünten Inselchen und gepflanzten Sträucher schaffen eine hohe Heterogenität bezüglich Sonneneinstrahlung und Schatten insbesondere zur Mittagszeit. In den kühleren Bereichen können sich die Fische zurückziehen (A3). A9 argumentiert jedoch, dass die Entnahme von Untergrund aus einem Gewässer immer eine Belastung für das Ökosystem darstellen würde, da dieser Bereich Wasserkontakt bekommen würde und daher sehr wichtig für die Kleinlebewesen sei. Infolge der Uferschüttungen als eine Ausgleichsmassnahme war das Projekt jedoch im Gesamten „ökologisch vertretbar“. Ein wichtiger Vorteil dieser Projekte sei, dass diese öffentlich aufgelegt würden, Möglichkeiten zur Einsprache bestünden sowie gesetzlich verbindliche Ausgleichsmassnahmen durchgeführt werden müssten (A9, Position 61–70).

5.3.6 Arbeits- und Koordinationsgruppen

Arbeits- und Koordinationsgruppen sind sehr bedeutend, um geeignete Strategien in der Klimagovernance zu entwickeln. Das AUE ist in einer **trinationalen Arbeitsgruppe** „Städtenetz Oberrhein“ vertreten, in welcher auch Klimaschutz und -anpassung thematisiert werden. Die Klimaanalyse BS ist aus diesem Austausch hervorgegangen. Auch gibt es wichtige **Arbeitsgruppen auf Stufe Bund** in verschiedenen Abteilungen des BAFU: Beispielsweise wurde die nationale Anpassungsstrategie (vgl. Kapitel 5.3.7) durch eine Arbeitsgruppe erarbeitet, in welcher auch Verantwortliche des Klimafolgenberichts des Kantons BS (vgl. Kapitel 5.3.2) involviert waren. Nach A8 war dies beidseitig ein guter Erfahrungsaustausch, insbesondere weil beide Strategien in etwa parallel zueinander entstanden sind. Naturereignisse führen dazu, dass man sich auf nationaler Ebene mittels Arbeitsgruppen vermehrt Überlegungen zu Klimaanpassungen macht. Aufgrund der zunehmend trockenen Sommer macht sich gesamtschweizerisch eine Arbeitsgruppe Gedanken dazu, wie eine Trockenheit am besten kommuniziert werden soll. Darin vertreten sind das BAFU, MeteoSchweiz und die WSL, welche als Institutionen Modellierungen zur Trockenheit durchführen (A1) (vgl. Kapitel 5.3.4).

Auf **kantonomer Ebene** werden innerhalb der Raumplanung Teilplanungen mittels Arbeitsgruppen entwickelt und der kantonale Richtplan durch Arbeitsgruppen angepasst. Oftmals werden auch externe Personen von Umweltgruppen wie Pro Natura bei den Arbeitsgruppen miteinbezogen, um Spezialwissen mit hineinnehmen zu können. Zurzeit der Interviewdurchführung ist eine Anpassung Umwelt am Richtplan vorgesehen, bei welcher unter anderem auch die Klimathematik wichtig ist. Eine wichtige Grundlage dafür ist die gemeinsam erarbeitete Klimaanalyse des Kantons (A17).

Überdies gibt es eine **Koordinationsgruppe Fließgewässer** des Kantons BS, welche sich vier Mal pro Jahr trifft. Darin vertreten sind die Akteure, welche auch sonst bei Wasserprojekten im Kanton mit dabei sind. Dies sind unter anderem das AUE, das Tiefbauamt BS, das Planungsamt BS und die IWB. In der Koordinationsgruppe werden Projekte miteinander besprochen und Schnittstellen identifiziert. Der Umgang mit Wasserknappheit war auch bereits ein Thema. A3 zufolge ist dies eine produktive Zusammenarbeit, um bereits in der Entwicklungsphase eines Projektes eine Rückmeldung zu bekommen, sodass möglichst bald darauf reagiert werden kann.

5.3.7 Grundlagenerarbeitung des Bundes

Die **Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel** wurde unter Federführung des BAFU entwickelt. Der erste Teil nennt die Ziele und Grundsätze zur Anpassung auf Bundesebene (BAFU 2012a). Der zweite Teil baut als Klimaaktionsplan für die Jahre 2014–2019 darauf auf und legt dar, wie die Anpassungsziele erreicht werden sollen (BAFU 2014a). Das BAFU machte einen Aufruf an die Kantone, dass diese Massnahmen von Stakeholdern eingeben können, um diese anschliessend beurteilen, einzelne in den Klimaaktionsplan aufnehmen und teilweise auch mitfinanzieren zu können. Dafür war insbesondere die Abteilung Klima des BAFU verantwortlich. Eine Massnahme aus dem Klimaaktionsplan ist die „Korrektur Schifffahrtsrinne“ (vgl. Kapitel 5.3.5). Unter Umständen wird es nach dem Auslaufen dieses Aktionsplans wieder ein ähnliches Folgeprojekt geben (A1).

Das Forschungsprojekt **CCHydro** (vgl. 2.2.3), bestehend aus sieben Modulen, welche zwischen 2009–2011 von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten bearbeitet wurden, stellte die hydrologischen Grundlagen zur Entwicklung der nationalen Anpassungsstrategie bereit. Das Projekt gibt überdies einen Anstoss zur Erarbeitung von Anpassungsstrategien im Bereich Wasser. Gleichzeitig zeigt es auf, wie das diesbezügliche notwendige Wissen bereitgestellt werden kann (BAFU 2012b). Das Projektziel bestand darin, auf Basis der neuesten nationalen Klimaszenarien, damals der CH2011-Klimaszenarien, „für die verschiedenen Klimaregionen und Höhenstufen in der Schweiz zeitlich und räumlich hochaufgelöste Szenarien des Wasserkreislaufs und der Abflüsse für die Zeitperioden um 2035 und 2085 zur Verfügung zu stellen. Darauf aufbauend sollten Analysen der Veränderung der Abfluss-Extremwerte (Hoch- und Niedrigwasser), der Wasserressourcen und ihrer jahreszeitlichen Verteilung (Regimes) sowie der Wassertemperatur durchgeführt werden“ (BAFU 2012b: 16). Gemäss A1 konnten mit diesem Projekt erstmals quantitative Aussagen dazu gemacht werden, wie sich der Wasserhaushalt bis Ende des Jahrhunderts verändern wird, indem man es an einem Modell durchgerechnet hat. Der Synthesebericht wurde an einer Tagung im Jahr 2012 Vertretern der Wirtschaft, der Wissenschaft und der Politik vorgestellt. Durch eine anschliessende Pressekonferenz wurden die Abflussprognosen auch der breiten Bevölkerung zugänglich gemacht (A1). Die Abflussprognosen des Syntheseberichts wurden überdies an einer Fachtagung der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete zum Thema „75 Jahre Berggebietsentwicklung. Auf dem Weg zum integrierten Wassermanagement in den Alpen“ in Chur am 26. Oktober 2018 präsentiert (vgl. Volken 2018).

5.3.8 Kurzfristiger Austausch

Der kurzfristige Austausch auch in der Niedrigwassersituation funktioniert zumeist auf informeller Basis. Nach A5 haben sich im Sommer 2018 Logistikunternehmen in den Basler Häfen kurzfristig Lagerplatz zur Verfügung gestellt. Bei den Basler Fähren findet die allgemeine Zusammenarbeit zumeist auf einer kurzfristigen und freundschaftlichen Ebene statt. Niedrigwasser vermindert die Fahrgeschwindigkeit der Fähren und erhöht dadurch die Sicherheitsproblematik. Wenn ein „Fährmann“ sieht, dass ein Schiff vorbeifahren möchte, dann meldet er dies in sicherheitsrelevanten Situationen dem betroffenen „Fährmann“ per Telefon oder Funkgerät (vgl. Kap. 5.2.2). Auch die Kraftwerksleiter verschiedener Wasserkraftwerke am Rhein setzen sich bei einem akuten Niedrigwasserereignis zusammen, um sich über die Herausforderungen auf der Informationsebene auszutauschen (A4).

5.3.9 Verringerung anthropogener Einflüsse

Menschliche Einflüsse vermögen die Niedrigwasserproblematik zusätzlich zu verschärfen. Deshalb kann auch bei den anthropogenen Einflüssen angesetzt werden, um Niedrigwasserprobleme zu reduzieren. Dazu müssen insbesondere vorbeugend Massnahmen getroffen und Regelungen eingeführt werden, sodass der Rhein in der Niedrigwassersituation nicht noch zusätzlich belastet wird:

Bezüglich Kühlwassernutzung ist die **Gewässerschutzverordnung des Bundes** bedeutend, welche vorschreibt, dass ab 25°C Wassertemperatur keine Wärme mehr eingeleitet werden darf, um das Wasser nicht noch zusätzlich zu erwärmen (Schweizerische Eidgenossenschaft 1998). Die Gewässerschutzverordnung gibt das BAFU heraus, welche von den kantonalen Behörden, im Kanton BS vom AUE, überwacht wird. Seit einigen Jahren können die kantonalen Behörden allerdings Ausnahmegewilligungen erteilen, falls die Erwärmung der Wassertemperatur maximal 0,01°C pro Einleitung beträgt oder die Einleitung von einem bereits bestehenden Wärmekraftwerk stammt. Da der Rhein im Sommer 2018 über mehrere Wochen über 25°C warm war, hat das AUE bei den drei Grossverbrauchern (Roche, Novartis und das Universitätsspital Basel) von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Dies war möglich, weil diese zusammen weniger als 0,02°C zur Erwärmung beigetragen haben (A11). Dieser geringe Beitrag sei A11 zufolge auch vernachlässigbar, da ein einzelnes Kraftwerk das Rheinwasser um 1°C erwärmt. Ansonsten hätten dem Universitätsspital das Kühlsystem ausgeschalten werden müssen und die Pharmaindustrie hätte ihre Produktion einstellen müssen. Im Gegenzug haben die drei Grossverbraucher genau dokumentiert, wie viel Wasser entnommen und zurückgespeist wurde beziehungsweise auch zu welchen Temperaturen. Jedoch ist dies in Deutschland und der Schweiz gesetzlich unterschiedlich festgelegt. In Deutschland ist die Kühlwassernutzung erst ab einer Wassertemperatur von 27°C verboten (A11).

Eine verbesserte **Abwasserverdünnung oder -reinigung** kann der erhöhten Konzentration an Schadstoffen infolge Niedrigwasser entgegenwirken, um das Gewässersystem zu entlasten. Bezüglich der Reduktion von Schadstoffen weist A9 allerdings darauf hin, dass viele verschiedene Akteure ihren eigenen Beitrag dazu leisten müssten, damit ein Gewässer schliesslich in einem besseren Zustand ist. Jedoch nimmt der Rhein immer mehr Funktionen insbesondere durch den Klimawandel ein. So wird das Rheinufer vermehrt zum Erlebnis-, Erholungs-

und Naturraum. Diese Mediteranisierung erhöht den Freizeitdruck im öffentlichen Raum und führt auch zu mehr Littering (A17), was die Rheinwasserqualität zusätzlich zu beeinträchtigen vermag (A11).

Die Wasserentnahme aus dem Rhein lässt sich reduzieren, indem **Trinkwasser zur Bewässerung** verwendet wird. Eine zweite Alternative wäre, einen **Regenwasserspeicher** für Trockenperioden anzulegen. Beide Massnahmen sind jedoch mit relativ hohen Kosten verbunden. Gemäss A9 ist die grösste Herausforderung zur Umsetzung dieser Massnahmen, dass bis anhin das Bewusstsein dafür fehlt, dass die Sommertrockenheit auch ein schweizerisches Problem darstellt. Die vorherrschende Meinung sei nach wie vor, dass in der Schweiz unendlich viel Wasser zur Verfügung steht, weshalb nicht haushälterisch damit umgegangen werden muss. Deswegen wären in der Schweiz im Vergleich zu südlichen Ländern noch keine adäquaten Strategien entwickelt worden.

Im weiteren Zusammenhang mit der Verringerung anthropogener Einflüsse weisen einige Akteure darauf hin, dass das Ziel der **Klimaschutz** anstelle der Klimaanpassung sein sollte. Könnten die Klimaziele erreicht werden, würde auch der sommerliche Abfluss nicht so stark zurückgehen, weil die Gletscher und die Schneeschmelze auch zukünftig mehr zum sommerlichen Abfluss des Rheins beitragen könnten. In der Folge gäbe es weniger Bedarf zur Anpassung an Niedrigwasser.

5.3.10 Sensibilisierung, Öffentlichkeitsarbeit und politisches Engagement

Die Akteure kommunizieren, sensibilisieren und engagieren sich politisch auch im Zusammenhang mit Wasserknappheit und Niedrigwasser vor allem in Bezug auf den Gewässerschutz: Der KfvBS hat im Sommer 2018 die Leute darauf **sensibilisiert**, dass sie nicht in der Wiese baden gehen sollten, um die Fische nicht noch zusätzlichem Stress während der Trockenperiode auszusetzen. Er führt auch die Kurse zur Erlangung des Sachkundenachweises durch, an welchen die angehenden Fischer dafür sensibilisiert werden, dass die Fische während Wasserknappheit eines zusätzlichen Schutzes bedürfen (A12) (vgl. Kapitel 5.2.3).

Die IWB versuchen auch die Sensibilisierung bei Kläranlagebetreibern und Akteuren aus dem Industriebereich zu erreichen, was Einleitungen von Verunreinigungen für die Prozesse in der Trinkwasseraufbereitung bedeuten können. Sie laden die Betroffenen zu Veranstaltungen bei sich ein, um ihnen ihre Anlagen zu zeigen und sie darüber aufzuklären, wie wichtig für sie saubere Ressourcen sind. Nach A13 ist es auch viel befruchtender, wenn sich die Wasserversorger regelmässig mit den Betroffenen zusammensetzen und einen Austausch gepflegt wird, anstatt dass in den Medien ein Missstand aufgezeigt wird.

Die Life-Science AG arbeitete bereits im Zusammenhang mit einer **Tagung** zum Lachs und **Ausstellungen** mit dem KfvBS zusammen. Die Life-Science AG bringt dabei das notwendige Fachwissen mit ein, indem sie berät und mithilft, die Ausstellungen zu konzipieren sowie Broschüren erstellt. Im Gegenzug **engagiert** sich der KfvBS **politisch** für ökologische Belange wie die Aufwertung oder Revitalisierung von Gewässern, denn die Fischer sind auch an einer reichhaltigen Fischfauna interessiert, welche vielfältige Lebensräume voraussetzen. Auch die Life-Science verfolgt dieses Ziel, denn sie setzt sich vor allem für das Nutzungsinteresse Biodiversität ein, welches ihrer Meinung nach vom Gesetz her als eine gleichgestellte Nutzung angeschaut werden soll (A10).

Pro Natura als Umweltgruppe versucht zu verstehen, was Niedrigwasser für das Ökosystem des Rheins bedeutet. Daraus ergeben sich Anliegen an Politik und Gesellschaft, um die Rahmenbedingungen zugunsten der Ökologie zu verbessern. Bezüglich Niedrigwasser des Rheins hat Pro Natura das Anliegen, dass weniger Wärme eingeleitet werden soll, damit es in der Trockenperiode nicht noch zu einer anthropogenen Verstärkung der Erwärmung des Wassers kommt. Die Sektionen von Pro Natura schauen sich dafür immer grössere Projekte an Gewässern an, um zu beurteilen, was diese für einen Einfluss auf die Ökologie haben. Falls entscheidende Einflüsse vorhanden sind, wird Einsprache gemacht beziehungsweise werden auch zusätzliche Massnahmen verlangt (A9).

5.3.11 Niedrigwasserstatistik

Die Niedrigwasserstatistik ist ein Instrument zur Abstimmung der Nutzungsinteressen untereinander und mit dem quantitativen Gewässerschutz, indem Schlüsse aus Niedrigwasserwahrscheinlichkeiten und –kenngrossen gezogen werden können (BAFU 2019b). Von der Abteilung Hydrologie des BAFU werden die Niedrigwasserabflüsse von allen Abflussmessstationen in der Schweiz statistisch ausgewertet und anhand von **Resultatblättern** auf der Homepage (bafu.admin.ch) verfügbar gemacht (A1). Für jedes Jahr der Beobachtungsperiode wird der tiefste 7-Tages-Mittelwert (**NM7Q**) als Säulendiagramm dargestellt. Die Kenngrösse NMxQ, der niedrigste mittlere Abfluss über eine bestimmte Anzahl Tage x, ist entscheidend für geplante Entnahmen oder Einleitungen und basiert auf den Empfehlungen des Deutschen Verbands für Wasserwirtschaft und Kulturbau (BAFU 2019b). Da der Abfluss über mehrere Tage gemittelt wird, sind die Resultate weniger anfällig auf Messfehler und anthropogene Faktoren (BAFU 2019c: 39). Zudem werden die Niedrigwasserwahrscheinlichkeiten anhand von Wiederkehrwerten ausgedrückt, welche über die Allgemeine Extremwertverteilung berechnet wurden. In Zukunft möchte das BAFU ausführlichere Stationsberichte online zur Verfügung stellen, welche weitere Niedrigwasserkenngrossen umfassen wie beispielsweise die Niedrigwasserdauer oder das Defizitvolumen (BAFU 2019b). Die Messungen bei der Station Rhein-Basel werden seit 1869 durchgeführt. Laut A1 ist eine lange Messreihe sehr wichtig, um Vergleiche zur Vergangenheit anstellen und Trends ablesen zu können sowie eine Einordnung eines bestimmten Ereignisses machen zu können (vgl. BAFU 2020e).

5.3.12 Probeentnahmen zur Qualitätssicherung des Rheinwassers

Da bei Niedrigwasser die Konzentration von Schadstoffen tendenziell erhöht ist, sind Probeentnahmen zur Qualitätssicherung des Rheinwassers als Instrument bedeutend. Die **Überwachung der Wasserqualität und Alarmierung bei Grenzüberschreitungen** wird von den Akteuren folgendermassen durchgeführt: Einerseits entnehmen die IWB und die Hardwasser AG als lokale Wasserversorger Proben. Falls die IWB trinkwasserrelevante Substanzen im mit Rheinwasser angereicherten Grundwasser misst, wird dies gemeinsam mit dem AUE analysiert. Bei grenzüberschreitenden Herausforderungen kommen auch der lokal organisierte Behördenkreis der Kantone BS, BL und AG sowie Verantwortliche aus Baden-Württemberg zusammen. Gemeinsam werden die Schadstoffe zurückverfolgt und der Verursacher versucht zu identifizieren (A13).

Andererseits betreibt das AUE die binationale **Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS)**, bei welcher die Qualität des Wassers, welche die Schweiz verlässt, untersucht und dokumentiert wird. Dazu hat sich die Schweiz durch die Mitgliedschaft bei der IKSr verpflichtet (vgl. 2.2.2). Einerseits werden die wichtigsten Schadstoffe und andererseits die wichtigsten Parameter gemessen. Wenn die Rheinüberwachungsstation Grenzwertüberschreitungen von Konzentrationen bestimmter Substanzen misst, startet das AUE einen internationalen Alarm nach dem **Warn- und Alarmplan** der IKSr. Dann wird die internationale Hauptwarnzentrale (IHWZ1) alarmiert, welche im Auftrag vom BAFU ebenfalls vom AUE betrieben wird. Mit weiteren sechs internationalen Hauptwarnzentralen werden dann entlang des Rheins Informationen ausgetauscht (vgl. AUE 2020a) beziehungsweise alle Unterlieger gewarnt, dass Konzentrationen von bestimmten Substanzen überschritten wurden (A11). Ebenfalls wird dann die IWB als lokale Wasserversorgung gewarnt (vgl. AUE 2020b).

Auch wird die **langfristige Entwicklung** der Wasserbeschaffenheit entlang des Rheins beobachtet. Dazu ist ein Messprogramm bedeutend, welche alle Wasserwerke am Rhein durch ihre Mitgliedschaft bei der Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IAWR) führen (A13). Die RÜS dokumentiert ebenfalls langfristige Entwicklungen, wodurch Grundlagen für Gesetze geschaffen werden und deren Erfolgskontrolle möglich ist (vgl. AUE 2020b).

5.4 Grenzüberschreitende Governance

Es haben sich bereits diverse Formen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und Koordination etabliert:

Erstens werden bei wasserbaulichen Anpassungsmassnahmen die **Behörden grenzüberschreitend miteinbezogen** (A13) (vgl. Kapitel 5.3.5). Zweitens trifft dies in Bezug auf **bestehende Anpassungen** und **Anpassungsinstrumente** zu. Als ein Beispiel wurde die Korrektur der Schifffahrtsrinne als Projekt den deutschen Schifffahrtsverantwortlichen vorgestellt (vgl. Kapitel 5.3.5). Zudem gibt es über Elvis eine internationale Vernetzung in Bezug auf die aktuellen Pegelstände und –vorhersagen, damit die Schiffsführer ihre maximal mögliche Lademenge auf der ganzen Strecke besser einschätzen können (vgl. Kapitel 5.3.3). Auch besteht eine kontinuierliche und wichtige Zusammenarbeit in Bezug auf die Überwachung der Qualität des Rheinwassers und den internationalen Alarm bei Grenzüberschreitungen von bestimmten Substanzen. Dabei wird auch die langfristige Entwicklung der Wasserbeschaffenheit beobachtet (vgl. Kapitel 5.3.12). A10 nennt die *EU-Wasserrahmenrichtlinie* als gesetzliches Instrument, um einzugsgebietsbezogen Massnahmen umzusetzen und die Gewässer grenzüberschreitend zu entwickeln. An dieser beteiligt sich auch die Schweiz (A3).

Drittens gibt es einen grenzüberschreitenden Austausch auch zur **Entwicklung von Anpassungen**. Dieser findet insbesondere institutionell und über regelmässige Treffen statt. Innerhalb der Schifffahrt ist die ZKR wichtig, worin die SVS und die SRH vertreten sind. Dadurch ist ein permanenter internationaler Austausch innerhalb der Schifffahrt gegeben (A15). A15 zufolge kann durch diese Institution ein beschränkter Einfluss auf die Durchsetzung von Baggermassnahmen in Deutschland gemacht werden. Im Bereich Fischerei und Ökologie wurde auf die internationale Messe in Offenburg hingewiesen, welche die Umsetzung eines grenzüberschreitenden Äschefangverbots am ganzen Hoch- und Oberrhein bis September 2019 förderte (vgl. Kapitel 5.2.3). Beim Bereich Trinkwasser arbeiten durch die IAWR als Dachorganisation rund 120 Wasserversorgungen der Anrainerstaaten vor allem in Bezug auf den Gewässer- und Ressourcenschutz zusammen. Im Bereich Basel ist dies die AWBR (Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein), bei welcher die IWB involviert ist. In der IAWR werden auch gemeinsame Messprogramme durchgeführt, um die Flusswasserqualität entlang des Rheins zu kontrollieren (vgl. Kapitel 5.3.12). Durch diesen nationalen und internationalen Austausch kann die IWB Ergebnisse von eigens durchgeführten Studien weitergeben und andererseits auch vom Wissen weiterer Wasserwerke profitieren (A13).

Bereichsübergreifend ist vor allem die **IKSR** bedeutend, in welcher alle Rheinanliegerstaaten vertreten sind (A3). Gemäss A11 ist die IKSR sehr fachspezifisch und Beschlüsse werden dann in der Folge auch von den Rheinanliegerstaaten vollzogen. Es werden vor allem Themen zur Schifffahrt und zu ökologischen Rahmenbedingungen diskutiert (A3), wobei auch Klimafragen thematisiert werden (A11). Von den lokalen Akteuren am Rhein sind darin das AUE und die SRH vertreten. Das AUE ist mit dem Betrieb der RÜS sowie der internationalen Hauptwarnzentrale in den internationalen Alarm nach dem Warn- und Alarmplan der IKSR involviert (vgl. Kapitel 5.3.12). Auch das Tiefbauamt BS muss bei Projekten die geforderten Richtlinien der IKSR mitberücksichtigen (A3).

Die lokalen Akteure sind in trinationalen Arbeitsgruppen involviert, welche sich regelmässig treffen und sehr bedeutend sind, um Anpassungen zu entwickeln (A11) (vgl. Kapitel 5.3.7). Auch die Bereisung des Rheins (vgl. Kapitel 5.3.1) als **länderübergreifenden Fachaustausch** ermöglicht gemeinsame Lösungsstrategien zu erarbeiten.

Viertens gibt es auch eine **problembezogene Zusammenarbeit** zum Thema Niedrigwasser über die Landesgrenzen hinweg. So tauschen sich Verantwortliche des Kraftwerks Birsfelden auf der Informationsebene mit den Ober- und Unterliegern über Herausforderungen im Zusammenhang mit Niedrigwasser aus (A4). Auch die SRH pflegen einen Austausch mit den Behörden und Häfen in Frankreich oder Deutschland unter anderem zur Niedrigwasserproblematik (A14).

Überdies wurden von den Akteuren mehrere **Institutionen** genannt, welche sie **im Raum Basel** für die grenzüberschreitende Zusammenarbeit sehr bedeutsam empfinden. Es sind dies der Trinationale Eurodistrict Basel, das Agglomerationsprogramm, das Interreg-Programm sowie die Oberrheinkonferenz. Die **Internationale Bauausstellung IBA Basel 2020** ist ein Projekt des Trinationalen Eurodistrict Basel, welches über zehn Jahre läuft und spezifisch Projekte fördert, welche einen grenzüberschreitenden Mehrwert besitzen (A17). Es wurden mehrere Projekte eingereicht, welche mit dem Rhein in Verbindung stehen (A17). Diese verfolgen die Ziele der

„Rheinuferaufwertung, das Zugänglichmachen vom Rhein, (...) das Bewusstsein für den Rhein als Lebensraum, als verbindendes Element, die historische Bedeutung und die Bedeutung als Lebensader in der Region (...) zu fördern oder auch wieder hervorzuheben“ (A10, Position 9–12).

Als ein Beispiel wurde ein Rheinuferweg als eine Wegverbindung für Fahrradfahrer und Fussgänger geschaffen, um entlang des Rheins vom St. Johann in Basel nach Huningue gelangen zu können (A10) (vgl. IBA Basel 2020). Dies zeigt laut Akteur 17 auf, dass der Rhein immer mehr das Bindeglied des Dreilands ist und immer weniger die Bedeutung von Zerschneidung einnimmt.

6 Diskussion

In diesem Kapitel werden die empirischen Ergebnisse aus Kapitel 5 mit den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 3 konfrontiert, um die zwei Forschungsfragen aus Kapitel 1 zu beantworten: Kapitel 6.1 erläutert die Strukturen und Prozesse der Governance zur Anpassung an Niedrigwasser des Rheins in Basel: Zunächst werden die Rollen der staatlichen und nicht-staatlichen Akteure aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft in der Multilevel Governance aufgezeigt (vgl. Kapitel 6.1.1). Danach werden Formen der Zusammenarbeit, Netzwerke, soziale Regeln und Instrumente diskutiert, welche zur Anpassung wichtig sind (vgl. Kapitel 6.1.2). In Kapitel 6.2 wird dargelegt, inwiefern die Grenzüberschreitung des Rheins sowie die Grenzlage von Basel Anpassungen an Niedrigwasser fördern respektive behindern.

6.1 Strukturen und Prozesse der Governance zur Anpassung an Niedrigwasser des Rheins in Basel

Staatliche Akteure auf Bundes- und Kantonebene und nicht-staatliche Akteure aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft sowie Wissenschaft sind in die Governance involviert und interagieren in einer netzwerkartigen Struktur miteinander. Dabei wird einerseits kooperiert und koordiniert und andererseits werden Kompromisse ausgehandelt. Zur Durchführung von Massnahmen sind verschiedene Formen der Zusammenarbeit, Netzwerke sowie soziale Regeln bedeutend. Auch haben die Akteure verschiedene Anpassungsinstrumente entwickelt.

6.1.1 Rollen der Akteure

Akteure aus der Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft sowie der Wissenschaft sind neben staatlichen Akteuren in die Governance der Klimaanpassung in Bezug auf Niedrigwasser des Rheins in Basel miteingebunden. Dies vor allem auch über informelle Instrumente wie beispielsweise die Bereisung des Rheins als Fachaustausch über die Bereiche und Landesgrenzen hinweg (vgl. Kapitel 5.3.1). Daraus lässt sich schliessen, dass Merkmale einer „Governance“ im Vergleich zu „Government“ dominieren (Bröchler & Lauth 2014: 4). Auch Myint (2012) stellt fest, dass zunehmend lokale und nicht-staatliche Akteure aktiv in die Umweltgovernance des Rheins involviert sind.

Die **privaten Akteure** führen Anpassungen an Niedrigwasser in erster Linie aus betriebswirtschaftlichen Gründen durch. Zu ihnen können auch Privatfirmen gezählt werden, welche in kantonalem Besitz öffentliche Aufgaben wahrnehmen (IWB, Kraftwerk Birsfelden AG und SRH). Einerseits ergreifen sie selber Initiative und setzen Anpassungen um. Andererseits sind Fachverbände das Gefäss, um Anpassungsmassnahmen durchzuführen. Dies hängt mit der Bedingung zusammen, dass private Akteure über „relevante Informationen“, „Handlungsmöglichkeiten“ sowie „Ressourcen“ verfügen müssen, um die Aufgabe der Klimaanpassung auch übernehmen zu können (Hafner 2015: 169–170): Durch diese Institutionen findet ein Fachaustausch statt, es können wissenschaftliche Studien und Forschungsprojekte gemeinsam durchgeführt werden und Massnahmen aufeinander abgestimmt werden. Weitere Faktoren sind die grösseren finanziellen Spielräume und Machteinflüsse, um die eigenen Interessen besser durchsetzen zu können und etwas „ins Rollen zu bringen“.

Die SVS ist das Bindeglied zwischen der Hafenbehörde, den SRH, sowie den lokalen Hafenfirmlen in Basel, welche beidseitig voneinander abhängig sind. Durch die SVS konnten die Hafenfirmlen den Handlungsbedarf zur Vertiefung der Fahrinne den SRH aufzeigen und ein Verständnis dafür schaffen, um die Finanzierung über den Aktionsplan Schifffahrt der SVS letztlich auch zu ermöglichen.

Zivilgesellschaftliche Akteure nehmen wichtige Funktionen beim Schutzinteresse des Rheins ein. Sie sind dafür die politische Interessensvertretung sowie in der Öffentlichkeitsarbeit tätig. So beurteilt die regionale Sektion Pro Natura Basel lokale Anpassungsmassnahmen von weiteren Akteuren des Rheins und hebt wenn nötig Einspruch gegen diese. Auch nehmen diese Akteure wichtige Rollen bei der Umsetzung von Anpassungen an Niedrigwasser ein, welche der Ökologie und insbesondere den Fischen zugutekommen sollten. Sie setzen sich vor allem dafür ein, dass die Niedrigwasserproblematik nicht noch zusätzliche durch anthropogene Faktoren, wie beispielsweise die Einleitung von Schadstoffen, verschärft wird. In diesem Zusammenhang steht auch die Forderung, Anpassungsmassnahmen im Wassersektor nicht unabhängig, sondern als eine Komponente der nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressource Wasser, beziehungsweise des IWRMs, zu betrachten (vgl. Timmerman et al. 2011: 538–539; vgl. Kapitel 3.3).

Die **wissenschaftlichen Akteure**, darunter neben Universitäten, Fachhochschulen und weiteren Forschungseinrichtungen auch lokale Akteure wie die Life-Science AG, steuern bei Anpassungen vor allem das nötige Fachwissen bei.

Die Ergebnisse legen dar, dass nicht-staatliche Akteure vor allem über **Governance-Netzwerke**, in welche sie involviert sind, **weitere Funktionen** innerhalb der Anpassung an Niedrigwasser einnehmen, wie dies aus ihrer Rollenbezeichnung in der Arbeit hervorgeht (vgl. Anhang). Als ein Beispiel nehmen die Akteure aus der Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft auch wissenschaftliche Rollen ein. So ist die IWB als privates Unternehmen und Mitglied bei der AWBR, respektive bei IAWR als Dachorganisation, in internationale Studien und Forschungsprojekte über die Flusswasserqualität involviert, welche von diesen zivilgesellschaftlichen Akteuren ausgehen.

Die **staatlichen Akteure** nehmen bei der Governance der Klimaanpassung die Funktion ein, das Zusammenwirken über die verschiedenen Akteure zu fördern und zu koordinieren. Allgemein kommt dem „aktivierenden Staat“ zunehmend die „kooperierende, aktivierende und moderierende“ Rolle anstatt die der „Erfüllung“ zu (Hafner 2015: 174). Dies zeigen auch die empirischen Ergebnisse der Arbeit auf, wobei dem **Subsidiaritätsprinzip** folgend, die lokalen Akteure in direktem Austausch mit den Kantonen und in indirektem Austausch mit den Bundesämtern bei der Bewirtschaftung der Wasserressourcen und deren Anpassung an den Klimawandel stehen.

Das BAFU und das AUE nehmen eine übergeordnete Koordinations- und Kommunikationsfunktion auf nationaler beziehungsweise kantonaler Ebene in Bezug auf Klimaschutz und Klimaanpassung ein. Überdies beteiligt sich das BAFU auch an der Finanzierung von Klimaprojekten, was das Engagement nicht-staatlicher Akteure fördert.

Auf nationaler Ebene ist in diesem Zusammenhang in erster Linie die Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel (vgl. Kapitel 5.3.7) des BAFU bedeutend, welche die nationalen Grundlagen der Klimaanpassung definiert. Die lokalen Akteure wurden jeweils über den Kanton dazu motiviert, Projekte für den Klimaaktionsplan für die Jahre 2014–2019 einzugeben, welche dann teilweise auch finanziell von Bundesseite her unterstützt wurden.

In Bezug auf Niedrigwasser schaffen weitere thematisierte Instrumente nationale Grundlagen zur Anpassung: Wichtige Instrumente sind die Abfluss- und Pegelprognosen und die Warnung oder Information vor Trockenheit (zurzeit der Durchführung der Interviews in Erarbeitung) des BAFU, welche sich die Akteure des Rheins für kurzfristige Anpassungen (z.B. die Reduzierung der Lademenge von Schiffen oder das Ein- beziehungsweise Ausschalten eines Generators beim Kraftwerk Birsfelden) zunutze machen. Weiter können Forschungsprojekte, wie beispielsweise CCHydro, oder Arbeitsgruppen auch auf Stufe Bund einen Anstoss zu Anpassungsmassnahmen im Bereich Niedrigwasser geben (vgl. Kapitel 6.3).

Unter Federführung des AUE und in Zusammenarbeit mit den Fachstellen wurde der Klimafolgenbericht des Kantons BS sowie der dazugehörige Umsetzungsbericht erarbeitet. Die Kantone sind auch dazu verpflichtet, regelmässig dem BAFU über kantonale Anpassungen zu berichten.

Das AUE ist als kantonale Umweltbehörde auch für den Vollzug von nationalen Gesetzen und Verordnungen zuständig. Einige davon sind niedrigwasserrelevant und dadurch für die lokalen Akteure bedeutend, obwohl sie nicht in erster Instanz als Anpassungsinstrument an Niedrigwasser konzipiert wurden. Beispiele sind die Gewässerschutzverordnung des Bundes sowie die VTN. Das AUE beauftragt im Zusammenhang mit der VTN die IWB als Wasserversorgung zur Erstellung eines Notwasserkonzeptes, welches unter anderem auch die Niedrigwassersituation als Szenario mitaufnimmt. Das AUE ist aber auch selber im Gewässerschutz tätig und somit bei Anpassungsinstrumenten aktiv beteiligt. Dies unter anderem mit dem Betrieb der RÜS in Weil am Rhein.

Aber auch weitere lokale Ämter nehmen spezifische Aufgaben bei der Governance wahr: Das Tiefbauamt des Kantons BS ist bei wasserbaulichen Massnahmen in der Regel mitinvolviert. Das Amt nimmt dann die Funktion der Abstimmung über wirtschaftliche und ökologische Interessen und das Ausarbeiten einer Kompromisslösung gemeinsam mit den verschiedenen Akteuren ein. Dabei steht die Frage im Zentrum, inwiefern eine wirtschaftlich motivierte Anpassung ökologisch tragbar gemacht werden kann und umgekehrt. Andererseits werden Anforderungen an den Klimaschutz und an die Klimaanpassung beim Planungsamt des Kantons BS bei der Raumplanung mitberücksichtigt: Über die Klimaanalyse des Kantons lassen sich Strategien des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in den kantonalen Richtplan aufnehmen.

6.1.2 Formen der Zusammenarbeit, Netzwerke, soziale Regeln und Instrumente

Zur Durchführung von Massnahmen sind einerseits verschiedene Formen der Zusammenarbeit, Netzwerke sowie soziale Regeln bedeutend und andererseits haben die Akteure verschiedene Anpassungsinstrumente entwickelt. Bereichsintern wurde bereits auf die Wichtigkeit der Zusammenarbeit über die Fachverbände zur Entwicklung von Anpassungsmassnahmen hingewiesen. In den Bereichen findet auch eine problembezogene Zusammenarbeit in Bezug auf Niedrigwasser, beispielsweise über Sitzungen des Kraftwerks Birsfelden mit dem Ober- und Unterlieger, statt. Kurzfristig ist die **Kommunikation** und langfristig die **Vernetzung** wichtig: Ein gegenseitiger Austausch zwischen „Fährmännern“, beispielsweise über das Telefon, reduziert Sicherheitsprobleme in der Niedrigwassersituation. Durch die Vernetzung von Wasserversorgungen lassen sich zukünftige Engpässe infolge einer qualitativen Beeinträchtigung bei Niedrigwasserereignissen verringern. Neben der lokalen Vernetzung ist die IWB national und international mit weiteren Wasserversorgungen vor allem für den Wissens- und Erfahrungsaustausch vernetzt.

Bei der bereichsübergreifenden Zusammenarbeit zeigen die Resultate die grosse Bedeutung von **informellen Instrumenten** sowohl zur Beteiligung als auch zur Bewusstseinsbildung auf. Zur *Beteiligung* nehmen die regelmässige Bereisung des Rheins sowie die Arbeits- beziehungsweise Koordinationsgruppen auf kantonaler, nationaler und trinationaler Ebene für den regelmässigen Fach- und Erfahrungsaustausch über die verschiedenen Bereiche und politisch-administrativen Ebenen hinweg Schlüsselfunktionen ein. Dies scheint besonders bedeutend aufgrund der sehr individuellen Betroffenheit der Akteure von Niedrigwasser. An der Bereisung des Rheins werden neue Klimaprojekte diskutiert und es kann beim Gegenüber ein Verständnis für den eigenen Handlungsbedarf geschaffen werden. In den Arbeits- und Koordinationsgruppen können neue Instrumente und Massnahmen zur Klimaanpassung entwickelt werden. Die Arbeitsgruppe auf Stufe Bund zur Erarbeitung der „Warnung oder Information vor Trockenheit“ zeigt dies exemplarisch auf. Arbeitsgruppen stellen eine Alternative zu staatlich-regulativem Handeln auch in der Wassergovernance dar, um gemeinsam im Netzwerk zwischen staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren Lösungsstrategien zu erarbeiten (vgl. Liesenfeld, Schneider & Weingärtner 2015: 242). Auch Knieling & Krekeler (2015: 48) diskutieren die Wichtigkeit informeller Instrumente bei der Klimaanpassung aufgrund des hohen „Koordinations- und Kommunikationsbedarfs“. Dieser kommt von den Anforderungen zur Governance in funktionalen Räumen, wie beispielsweise dem Flussgebiet, über die Sektoren hinweg sowie davon, individuelle Auswirkungen der Klimafolgen auf die Akteure zu berücksichtigen.

Weiter unterstützen die Ergebnisse, dass die informellen Instrumente insbesondere aufgrund der Langfristigkeit und Unsicherheit von Klimafolgen bedeutend sind (vgl. Knieling & Krekeler 2015: 48): Der Austausch zwischen dem BAFU, dem AUE und den SRH über den Klimaaktionsplan beziehungsweise den Klimafolgenbericht des Kantons Basel-Stadt war bedeutend, die Vertiefung der Schifffahrtsrinne auch als Anpassung an den Klimawandel zu legitimieren und schliesslich über den Aktionsplan Schifffahrt der SVS zu finanzieren. Dies, obwohl Niedrigwasser vermutlich erst gegen Ende des Jahrhunderts zur regelmässigen Herausforderung für die Binnenschifffahrt werden wird und nach wie vor eine gewisse Unsicherheit in den Abflussprognosen mit drin ist.

Als ein informelles Instrument der *Bewusstseinsbildung* zielt die Sensibilisierung für die Verschärfung der Niedrigwasserproblematik durch menschliche Einflüsse auf gesellschaftliche Veränderungsprozesse ab. Diese sollen bewirken, dass vorbeugend Massnahmen getroffen werden, dass die Gewässer in der Extremsituation nicht noch zusätzlich durch anthropogene Faktoren (Einleiten von Kühlwasser und Verunreinigungen, Wasserentnahme vor allem zur Bewässerung in der Landwirtschaft) belastet werden. Als ein Beispiel führen die IWB bei sich Veranstaltungen durch, an welchen Akteuren aus der Industrie sowie den Kläranlagebetreibern aufgezeigt werden, was Verunreinigungen des Rheinwassers für die Trinkwasseraufbereitung der IWB bedeutet. Diese vorbeugenden Massnahmen können dann wiederum an Instrumente gekoppelt sein: In Bezug auf das Einleiten von Kühlwasser ist die Gewässerschutzverordnung des Bundes als ein formelles Instrument bedeutend, welche vorschreibt, dass ab 25°C Wassertemperatur kein Wasser mehr aus Kühlsystemen eingeleitet werden darf.

Bei gesellschaftlichen Veränderungsprozessen ist auch die Diskussion aufgetreten, dass der Klimaschutz anstelle der Klimaanpassung gefördert werden sollte. Um das Klima zu schützen, müsste jedes Individuum seinen eigenen Beitrag dazu leisten. Dies würde dann auch die Niedrigwasserproblematik verringern. Die empirischen Ergebnisse von Knoblauch (2015: 97) zum Klimawandel an der deutschen Ostseeküste gehen sogar noch weiter: Der Klimaschutz ist nicht nur anstelle der Klimaanpassung zu fördern, sondern insbesondere die Umweltverbände gehen davon aus, dass die Entwicklung von Klimaanpassungen dem Klimaschutz entgegenwirkt. Der Klimaschutz gilt auch als langfristig „effektivste Anpassungsstrategie“ und ist ein bereits entwickeltes Politikfeld (Bauriedl, Baasch & Görg 2015: 39).

Daneben gibt es freiwillige Massnahmen, welche über **soziale Regeln** funktionieren. So hat der KVFBBS bereits während der Trockenperiode im Jahr 2018 von sich aus aufs Fischen verzichtet, um die Fische nicht noch zusätzlichem Stress auszusetzen. Auch Wolf & Pfohl (2014) argumentieren für die grosse Bedeutung sozialer Regeln innerhalb der Bevölkerungsschutzpolitik in Deutschland, welche vor allem von nicht-staatlichen Akteuren ausgehen.

Die Resultate bestätigen die zentrale Rolle von **Netzwerken** bei der Klimaanpassung (Cormont & Frank 2015: 404) und zur Reaktion auf Extremereignisse im Wassersektor (Hill 2012: 359). Sowohl staatliche als auch lokale nicht-staatliche Akteure interagieren in Netzwerken gleichrangig. Sie sind dem Regierungssystem des Föderalismus mit dem Bund und den Kantonen untergeordnet, welche zugleich mehrere Funktionen mittels verschiedener Bundesämter beziehungsweise Departemente einnehmen (vgl. Marks & Hooghe 2004). Diese Netzwerke finden auch in einem grenzüberschreitenden Rahmen statt.

Ein Beispiel ist das Netzwerk, welches die *Feststellung und Zurückverfolgung von Verunreinigungen des Rheins* als eine gemeinsame Aufgabe hat und den Gewässerschutz als gemeinsames Ziel im öffentlichen Interesse verfolgt. Es besteht aus den „operativ unabhängigen“ aber „inhaltlich wechselseitig abhängigen“ (Hutter et al. 2015: 303–304) Organisationen AUE mit dem Betrieb der RÜS, den IWB mit ihren eigenen Probenentnahmen sowie, flexibel bei grenzüberschreitenden Herausforderungen, auch des lokal organisierten Behördenkreises der Kantone BS, BL, AG und dem Bundesland Baden-Württemberg. Dies ist ein Beispiel für ein Netzwerk zwischen

privaten und öffentlichen Akteuren, welche einerseits unterschiedliche Anreize zum Gewässerschutz haben (Trinkwasser vs. Gewässerökologie), andererseits jedoch davon profitieren, ihr Wissen über die Rheinwasserqualität miteinander zu verknüpfen (vgl. Hutter et al. 2015: 303–304) und dadurch das Problem effizienter zu lösen (Marks & Hooghe 2004). Dieses Beispiel erfüllt die Merkmale der Typ II Multilevel Governance von Marks & Hooghe (2004): Das Netzwerk ist zweckgebunden an die Feststellung und Zurückverfolgung von Verunreinigungen des Rheins. Seine Struktur ist flexibel, bei grenzüberschreitenden Herausforderungen ist auch der lokale Behördenkreis involviert. Die Zuständigkeitsbereiche und Mitgliedschaften überschneiden sich auch mit denen weiterer Gremien. So ist das AUE etwa auch bei der Koordinationsgruppe Fliessgewässer des Kantons BS als ein weiteres Netzwerk involviert. Auch haben weitere Netzwerke den Gewässerschutz in Basel und Umgebung als ihr Ziel.

Die *Korrektur der Schifffahrtsrinne* und die *Uferschüttungen als Revitalisierungs- und Ausgleichsmassnahme* ist ein Beispiel für ein projektbezogenes Netzwerk zwischen Praxis und Wissenschaft, welches verschiedene „Wissensinhalte“ und „Wissensarten“ (Hutter et al. 2015: 303) miteinander verknüpft und so die Akteure auch zur „gemeinsamen Problembewältigung“ (Knieling, Rossnagel & Schlipf 2015: 424) befähigt. Gemäss A14 liess sich sogar eine *Win-win-Massnahme* für die Schifffahrt und die Ökologie realisieren. Die SRH und Hafenfirmer brachten über den SVS das praktische Erfahrungswissen zur Betroffenheit und dem Handlungsbedarf in der Schifffahrt und Logistik bezüglich Niedrigwasser mit ein und stellten auch die finanziellen Mittel bereit. Das AUE konnte den Zusammenhang zwischen zunehmenden Niedrigwasserereignissen und dem Klimawandel herstellen, was dann auch half, die Massnahme zu legitimieren. Das BAFU hingegen war bedeutend für die Kenntnisse zum Klimawandel, zu Abflussprognosen beim Rhein in Basel und möglichen Anpassungsmassnahmen. Die Life-Science AG steuerte das Know-how zu den Auswirkungen der Uferschüttungen auf die Lebensgemeinschaften bei. Das Tiefbauamt BS, als kantonale Anlaufstelle für wasserbauliche Massnahmen, übernahm die Bau- und Projektleitung und nahm eine wichtige Rolle bei der Abstimmung über die verschiedenen Interessen und der Ausarbeitung einer Kompromisslösung ein. Die Universität Duisburg-Essen konnte das Fachwissen miteinbringen, indem sie den Nutzen der Massnahme (über die abladebestimmenden Tage pro Jahr des Pegels Basel-Rheinhalle mit und ohne Massnahme) berechnete. Da auch die Umsetzung ähnlicher Massnahmen ausserhalb von Basel im Interesse der lokalen Hafenfirmer und der SRH sind, wurden die deutschen Schifffahrtsverantwortlichen auch über die Maschinen und Techniken vor Ort an einer Sitzung informiert und so dann auch das Spezialwissen über Vertiefungen der Fahrrinne im Netzwerk weitergegeben.

Insgesamt verweisen die Ergebnisse jedoch vor allem darauf, dass die Steuerungswirkung zur erfolgreichen Klimaanpassung erst durch das **Zusammenwirken** zwischen formellen und informellen Instrumenten, Netzwerken sowie sozialen Regeln erreicht wird. Diese unterstützen sich dabei gegenseitig und führen zu einer hohen Anpassungskapazität an die Folgen des Klimawandels. Der Rhein kann so trotz des Klimawandels weiterhin alle seine Nutzungs- und ökologischen Funktionen erfüllen. Auch das NFP-Projekt IWAGO – „Integrated Water Governance with Adaptive Capacity in Switzerland“ empfiehlt den Kantonen eine Mischung

verschiedener Instrumente zu entwickeln und aufeinander abzustimmen für eine integriertes Wassermanagement, welches die Anpassungskapazität erhöht (Leitungsgruppe NFP 61 2015: 88–89).

6.2 Die Bedeutung der Grenzüberschreitung des Rheins und der Grenzlage von Basel

Dass der Rhein die nationalen Grenzen überwindet, wirkt effizienten Anpassungen an Niedrigwasser entgegen. Infolge der Grenzlage von Basel haben sich Formen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und Koordination etabliert, was effiziente Anpassungen an Niedrigwasser fördert.

6.2.1 Grenzüberschreitung des Rheins

Unterschiedliche Rahmenbedingungen in den Rheinanliegerstaaten wirken einer gemeinsamen Strategie zur Klimaanpassung über die nationalen Grenzen entgegen. Ein Beispiel ist die unterschiedliche Grenze der Wassertemperatur in Deutschland und der Schweiz, ab welcher das Zurückspeisen von Kühlwasser verboten ist. Auch Timmerman et al. (2011) weist darauf hin, dass ein Wassermanagement in einem grenzüberschreitenden Rahmen durch unterschiedliche Wassermanagement Regimes in den beiden Ländern komplizierter ist. Effiziente Anpassungsmassnahmen verlangen jedoch ein Zusammenspannen über die Grenzen hinweg, denn der **Erfolg** einer lokalen Anpassungsmassnahme **hängt von der Durchführung ähnlicher Massnahmen der Nachbarn ab**. Dies trifft insbesondere auf die Verringerung anthropogener Einflüsse sowie die Vertiefung der Schifffahrtsrinne zu: Die Einleitung von Kühlwasser, die Wasserentnahme und Einleitung von Schadstoffen entlang des Rheins wirken sich auf die Bedingungen, die Wassertemperatur und die Wasserführung, in Basel aus. Eine Verringerung anthropogener Einflüsse beim Rhein lediglich in Basel kann deswegen nur wenig bewirken. Die maximal mögliche Lademenge eines Schiffes hängt von allen kritischen Stellen auf der Fahrt bis nach Basel und zurück ab und nicht nur von der Durchfahrt durch die Stadt Basel. Eine Vertiefung der Fahrinne durch die Stadt Basel vermag somit die Tragfähigkeit eines Schiffes nur bedingt zu erhöhen. Timmerman et al. (2011) spricht in diesem Zusammenhang davon, dass bei grenzüberschreitenden Flüssen in Bezug auf Anpassungen an den Klimawandel negative Effekte von einseitigen Anpassungsmassnahmen auftreten können und die Effizienz der Massnahmen erschwert sein können. Dies verlangt nach einer Harmonisierung der Strategien oder zumindest eine Koordination zwischen den Ländern, um zu verhindern, dass Anstrengungen durch das Wassermanagement in Anrainerstaaten in einem Land neutralisiert oder sogar entgegengewirkt werden.

Somit werden effiziente Anpassungen an Niedrigwasser dadurch behindert, dass der Rhein die nationalen Grenzen überschreitet. Diese Ergebnisse fügen sich gut in die Literatur zur grenzüberschreitenden Wassergovernance ein, welche zusätzliche Herausforderungen infolge der Grenzüberschreitung identifiziert (Dombrowsky 2007; Gray, Holley & Rayfuse 2016; Olmstead 2014; Schiff 2017; Timmerman et al. 2011).

Hingegen kommt dem Rhein gemäss A17 immer mehr die Bedeutung des Bindeglieds der Dreiländerregion anstatt der der Zerschneidung zu (vgl. Kapitel 5.4). Der Rhein als grenzüberschreitendes Gewässer könnte somit zur gemeinsamen Identität beitragen. Dies fördert ein gegenseitiges Vertrauen und wird in diesem Sinne auch Anpassungen an den Klimawandel in einem grenzüberschreitenden Rahmen weiter vorantreiben. Bis anhin besteht kein Bericht über die Klimafolgen und möglichen Anpassungsmassnahmen in der Dreiländerregion. Der Klimafolgenbericht beschränkt sich auf den Kanton BS. Der Rhein als identitätsstiftender Fluss könnte somit einen wichtigen Anstoss zur gemeinsamen Anpassungsstrategie geben. Dies passt gut zur Feststellung, dass gemeinsame Wasserressourcen auch eine Quelle der Kooperation sein können (Dombrowsky 2007; Timmerman et al. 2011: 524). Dabei überträgt sich die Zusammenarbeit laufend auf neue Themen und Herausforderungen (Timmerman et al. 2011: 524).

6.2.2 Grenzlage von Basel

Einige Formen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und Koordination zur Anpassung an Niedrigwasser (vgl. Kapitel 5.4) sind direkt auf die Grenzlage von Basel zurückzuführen. Beispiele sind die trinationalen Arbeitsgruppen, die Bereisung des Rheins und dass die Behörden bei wasserbaulichen Massnahmen grenzüberschreitend miteinbezogen werden. Einerseits mag die Notwendigkeit zur grenzüberschreitenden Abstimmung in der Wassergovernance durch die Grenzlage grösser sein. Andererseits können dadurch in Bezug auf Anpassungen beim Rhein auch Vorteile resultieren. Durch diese Formen der Zusammenarbeit und Koordination können Ressourcen aktiviert werden und es kann einen Dialog geschaffen werden. Dadurch kann bei Anpassungen besser zusammengespant werden und Anpassungen lassen sich besser aufeinander abstimmen. Insgesamt lassen sich effiziente Anpassungsmassnahmen bei einem grenzüberschreitenden Fluss infolge der Grenzlage von Basel somit erfolgreicher umgesetzt werden.

Allgemein machte die Grenzlage von Basel eine frühe **regionale, nationale und internationale Vernetzung** notwendig (Frey 2012; Regio Basiliensis 2018). Heute bestehen zahlreiche grenzüberschreitende Kooperationen in der Basler Dreiländerregion (vgl. Kapitel 5.4; vgl. Frey 2012: 10). Timmerman et al. (2011) und Lindeman (2006) zufolge schaffen gemeinsame Gremien und vorhandene Netzwerke (beispielsweise infolge von gemeinsamen Projekten) das nötige Vertrauen, welches auch die Kooperation im grenzüberschreitenden Wassermanagement zwischen den Ländern fördert. In diesem Sinne kann davon ausgegangen werden, dass Basel von seiner historischen Vernetzung auch bezüglich der grenzüberschreitenden Wassergovernance profitierte, da das nötige Vertrauen bereits in anderen Bereichen aufgebaut wurde.

Entgegen der Ergebnisse von Hill (2013: 136–138) scheint die dezentrale Bewirtschaftung der Wasserressourcen in der Schweiz nicht einzugsgebietsbezogene Massnahmen zu behindern. Im Gegenteil, die Subsidiarität ermöglichte, dass sich spezifische Ansätze in der Region Basel entwickelt haben, welche der lokalen Situation angepasst sind. Diese erlauben einen grenzüberschreitenden Austausch mit relevanten Akteuren auch zur gemeinsamen Anpassung an zunehmende Niedrigwasserereignisse.

7 Schlussfolgerungen

Von Niedrigwasser des Rheins werden querschnittsmässig alle Akteure zukünftig auf eine individuelle Art und Weise betroffen sein. Das Niedrigwasserereignis von 2018 ist als Vorboten zu verstehen, wie zukünftige Niedrigwasserereignisse vor allem ab der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts vermehrt auftreten werden und die Nutzungen des Rheins in Basel beeinträchtigen können.

Bei der Anpassung an zukünftige Niedrigwasser müssen die lokalen Verhältnisse in Basel, die verschiedenen Nutzungen und Interessen sowie die ökologischen Auswirkungen miteinbezogen und aufeinander abgestimmt werden. Dies beinhaltet Entscheidungen auf lokaler Ebene, auf nationaler Ebene und auf internationaler Ebene und eine Zusammenarbeit über alle Bereiche und politisch-administrativen Ebenen hinweg. Insbesondere benötigt es einen Austausch zwischen Ober- und Unterrainern.

Die lokalen Rheinnutzer sollten die negativen Auswirkungen des Niedrigwasserereignisses im Jahr 2018 als Entscheidungsgrundlage zur Anpassung an Niedrigwasser nehmen. Da sich die lokalen Akteure nicht sicher waren, wie sie die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 einzuordnen haben, ist es wichtig, den Austausch zwischen dem BAFU und den lokalen Rheinnutzern beispielsweise über Sitzungen weiter zu intensivieren. Mit dem Bewusstsein für den Klimawandel und dessen Folgen werden auch Anpassungen vermehrt umgesetzt werden. Ein wichtiger Schritt dabei sind sichere und genaue Abflussprognosen für den Rhein bei Basel bis Ende des Jahrhunderts. Auch ist die Niedrigwasserstatistik ein sehr hilfreiches Instrument, welches weiterhin genutzt werden soll, damit Niedrigwasserereignisse eingeordnet und Trends besser abgelesen werden können.

Die Rheinnutzer sollten sich in Fachverbänden organisieren, um gemeinsam im Netzwerk das Wissen zur erfolgreichen Klimaanpassung zu erarbeiten. Diesbezüglich nimmt die IWB mit ihrer Mitgliedschaft bei der IAWR eine Vorreiterrolle ein.

Effiziente Massnahmen zur Anpassung an Niedrigwasser des Rheins verlangen ein Zusammenspannen über die Grenzen hinweg. Dies hebt die Bedeutung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit hervor. Die Grenzlage von Basel schafft jedoch gute Voraussetzungen zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit. Dies lässt sich auch auf die Anpassung an Niedrigwasser übertragen.

Die Bereisung des Rheins ist ein sehr nützliches Instrument, um mögliche Anpassungen nutzungsübergreifend und grenzüberschreitend miteinander zu besprechen. Dabei können Synergien genutzt und Konflikte aufgedeckt werden.

Der Rhein gilt als das Symbol der Stadt Basel. Deshalb bestimmten durchgeführte Projekte am Rhein auch mit, wie sich die Stadt als Ganzes langfristig entwickelt. Aus diesem Grund sollten bei der Bereisung des Rheins alle wichtigen Nutzungs- und Schutzinteressen vertreten sein. Dazu gehören vor allem auch die Basler Fähren und das Rheinschwimmen. Die traditionsreichen Basler Fähren und ein lebendiges Rheinufer schaffen Werte für Basel, welche sich nicht in Zahlen ausdrücken lassen.

Wären diese Akteure bei der Bereisung des Rheins mit dabei gewesen, dann wäre die Korrektur der Schifffahrtsrinne vermutlich nicht in den Klimaaktionsplan aufgenommen worden und in der Folge auch nicht von der SVS finanziert worden. Das BAFU hätte erkannt, dass es durch die Förderung der Binnenschifffahrt bei den Basler Fähren zu Sicherheitsproblemen kommt, die sich zukünftig durch Niedrigwasser überdies verschärfen werden. Andererseits hätte das BAFU realisiert, dass sich die Rheinschwimmer und auch die Bevölkerung nicht mit den Basler Häfen identifizieren. Dies zeigt auch der höchst umstrittene Bau des Hafenbeckens drei. Die SRH wettbewerbsfähig zu halten, kann somit der Attraktivität von Basel unter anderem als Wohn- und Touristenstadt entgegenwirken. Das BAFU sollte daraus allgemein die Lehre ziehen, vermehrt Ortsspezifika bei der Aufnahme von Anpassungen in den Klimaaktionsplan zu berücksichtigen.

Ein lebendiges Rheinufer und die Förderung des Betriebs der Basler Fähren haben aber auch Rückwirkungen auf die Anpassungen an Niedrigwasser in anderen Bereichen: Die IWB sollen aufgrund der möglich hohen Schadstoffkonzentrationen die Forschung zur weitergehenden Aufbereitung vorantreiben und der Gewässerschutz, beispielweise mithilfe der RÜS, gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Im Laufe des letzten Jahrhunderts haben sich die Abflussextrême abgemildert. Im gleichen Zeitraum sind die Herausforderungen infolge einer geringen Wasserführung des Rheins jedoch angestiegen, weil der Rhein immer intensiver genutzt wird. Bei der Wasserkraft und der Schifffahrt geht es um eine laufende Optimierung, so sind die Schiffe immer grösser geworden und gehen prinzipiell auch mehr in den Tiefgang. Deshalb drängt sich die Frage auf, ob sich die Verantwortlichen der Rheinanliegerstaaten nicht zusammensetzen sollten, um Überlegungen anzustellen, mit welchen Strategien die Intensität der Nutzung laufend zurückgefahren werden könnte. Dann macht es auf jeden Fall keinen Sinn, auf nationaler Ebene die Binnenschifffahrt und das Kraftwerk Birsfelden mit einem Mechanismus gegen Niedrigwasserausfälle abzusichern.

Um gemeinsam alternative Wege bei der Stromproduktion und beim Güterverkehr zu gehen, benötigt es jedoch eine längere Vorlaufzeit. Aus diesem Grund sollten diese Themen möglichst bald in Angriff genommen werden. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass es sich bei der Wasserkraft um eine Erneuerbare Energie und bei der Schifffahrt um einen klimafreundlichen Verkehrsträger handelt, welche den Klimawandel eigentlich verlangsamen würden. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, uns als Gesellschaft im Konsum und Stromverbrauch langfristig zurückzunehmen.

Aufgrund des Klimawandels wird Niedrigwasser ein zunehmendes Problem für die Akteure darstellen. In gleichem Masse steigt auch der **Bedarf an Forschung zur Multilevel Governance**, damit sich die Akteure an zunehmende Niedrigwasserereignisse anpassen können.

Die vorliegende Masterarbeit identifizierte in erster Linie Strukturen und Prozesse der Governance der Klimaanpassung und stellte fest, welche Rolle verschiedene staatliche und nicht-staatliche Akteure dabei

einnehmen. Weitere Untersuchungen könnten genauer auf die potentielle Wirkung der identifizierten Instrumente eingehen. Dies wäre beispielsweise möglich anhand des Kriterienkatalogs von Knieling & Krekeler (2015) zur Bewertung informeller Instrumente in Bezug auf ihren Beitrag zur lokalen Anpassungskapazität.

Leider konnte nur auf flussbauliche Anpassungsmassnahmen im städtischen Raum Basel eingegangen werden. Regulierungen des Abflusses im Rheineinzugsgebiet, wie etwa über das Zurückhalten und die Abgabe von Wasser natürlicher Seen beziehungsweise Speicherseen oder den Bau zusätzlicher Staustufen, konnten nicht miteinbezogen werden. Auch musste eine Auswahl an Nutzungen getroffen werden, denn alle relevanten Nutzungen in die Arbeit miteinzubeziehen, hätte den Rahmen der Arbeit gesprengt. Sicherlich wäre es aber interessant, mit einer ähnlichen Fragestellung Strukturen und Prozesse der Governance weiterer Nutzungen, wie beispielsweise der Pharmaindustrie in Basel, zu untersuchen. Neben Niedrigwasser des Rheins wäre es auch nicht minder interessant, die Erhöhung der Wassertemperatur als eine weitere Auswirkung des Klimawandels ins Zentrum einer Untersuchung zu stellen.

Zudem wäre es auch spannend, eine ähnliche Fallstudie zu einem späteren Zeitpunkt erneut durchzuführen, um Entwicklungen beobachten zu können, zumal es sich um ein sehr dynamisches Forschungsfeld handelt, welches erst am Anfang steht. Überdies wären auch weitere Fallstudien zur grenzüberschreitenden Wassergovernance interessant, um deren Ergebnisse mit den Resultaten der vorliegenden Arbeit vergleichen zu können. Dabei liesse sich feststellen, inwiefern die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auch auf andere Kontexte übertragen werden können. Die Arbeit hob die Grenzlage von Basel hervor, welche besondere Ausgangsbedingungen zur Governance schafft. Deswegen wäre es spannend, die Governance in Basel in einem anderen Politikfeld mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit zu vergleichen. Dafür würde sich beispielsweise die Masterarbeit von Fabian Keller (2019) eignen, welche die Siedlungsentwicklung nach innen in Basel anhand eines Governance-Ansatzes zum Thema hat.

Referenzen

AquaNES (2016). The AquaNES project.

<http://www.aquan.es.eu/Default.aspx?t=1593> [Stand: 27.7.2020]

Arbeitskreis KLIWA (2020a). Niedrigwasser. Anpassung.

<https://www.kliwa.de/hydrologie-niedrigwasser-anpassung.htm> [Stand: 1.7.2020]

Arbeitskreis KLIWA (2020b). Über Klima.

<https://www.kliwa.de/kliwa.htm> [Stand: 1.7.2020]

AUE Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (2017). Klimafolgenbericht des Kantons Basel-Stadt. Bericht über den Umsetzungsstand der Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel im Kanton Basel-Stadt.

AUE Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (2020a). Internationale Hauptwarnzentrale.

<https://www.aue.bs.ch/wasser/gewaesserverschmutzung/internationale-hauptwarnzentrale.html>[Stand: 12.7.2020]

AUE Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (2020b). Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS).

<https://www.aue.bs.ch/umweltanalytik/rheinueberwachungsstation-weil-am-rhein.html> [Stand: 12.7.2020]

AUE BL Amt für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft (2012). Wegleitung für Generelle

Wasserversorgungsprojekte „GWP-Wegleitung“.

AWEL Amt für Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich; IBK Internationale Bodenseekonferenz (2007).

Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien. Erste Standortbestimmung.

Bache, I.; Flinders, M. (Hrsg.) (2004). Multi-level governance. Oxford: Oxford University Press.

Bache, I.; Flinders, M. (Hrsg.) (2015a). Multi-level governance: essential readings II. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Bache, I.; Flinders, M. (Hrsg.) (2015b). Multi-level governance: essential readings I. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012a). Anpassungen an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele,

Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012b). Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt „Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz“ (CCHydro).

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012c). Umgang mit lokaler Wasserknappheit in der Schweiz. Bericht des Bundesrates zum Postulat „Wasser und Landwirtschaft. Zukünftige Herausforderungen“ (Postulat 10.353 von Nationalrat Hansjörg Walter vom 17. Juni 2010).

BAFU Bundesamt für Umwelt (2012d). Einzugsgebietsmanagement. Anleitung für die Praxis zur integralen Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz. Bern: Umwelt-Wissen Nr. 1204.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2014a). Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2014b). Grundlagen für die Wasserversorgung 2025. Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen. Bern: Umwelt-Wissen Nr. 1404.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2015a). Städtischer Wärmeinsel-Effekt. Grundlagenarbeit für die Klimarisikoanalysen 2060. Klimabedingte Risiken und Chancen: Fallstudien Kanton Basel-Stadt und Genf. Zürich: INFRAS

BAFU Bundesamt für Umwelt (2015b). Anpassung an den Klimawandel. Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone. Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1509.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2019a). Trockenheit im Sommer und Herbst 2018. Auswirkungen und deren Bewältigung in der Schweizer Wasserwirtschaft. Bericht vom 27. Februar 2019.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2019b). Niedrigwasserstatistik.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/daten/niedrigwasserstatistik.html>[Stand: 12.7.2020]

BAFU Bundesamt für Umwelt (2019c). Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2018. Abfluss, Wasserstand und Wasserqualität der Schweizer Gewässer. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1907.

BAFU Bundesamt für Umwelt (2020a). Anpassung an den Klimawandel in den Kantonen.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-an-den-klimawandel-in-den-kantonen.html> Stand: 1.7.2020]

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

- BAFU Bundesamt für Umwelt (2020b). Niedrigwasser und hohe Wassertemperaturen im Sommer 2018.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/niedrigwasser-sommer-2018.html> [Stand: 1.7.2020]
- BAFU Bundesamt für Umwelt (2020c). Ende des Niedrigwassers? Rückschau und Ausblick.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/ende-des-niedrigwassers-rueckschau-und-ausblick.html> [Stand: 1.7.2020]
- BAFU Bundesamt für Umwelt (2020d). Hydrologische Daten und Vorhersagen.
<https://www.hydrodaten.admin.ch/de> [Stand: 23.7.2020]
- BAFU Bundesamt für Umwelt (2020e). Hydrologische Daten und Vorhersagen. Aktuelle Situation und Vorhersage. Stationen. Rhein-Rheinfelden, Messstation. Niedrigwasserstatistik.
https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/nq_studien/nq_statistics/2289nq.pdf [Stand: 23.7.2020]
- Basel Tourismus (2020). Rhein & Sein.
<https://www.basel.com/de/Basel-inspiriert/Sommer-in-Basel/Rhein-Sein> [Stand: 1.7.2020]
- Bauriedl, S.; Baasch, S.; Görg, C. (2015). Anpassung im Interessenkonflikt. Klimawandel-Governance als Aushandlungsprozess vielfältiger Akteure. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 29–46.
- BAZ Basler Zeitung (2019a). Einbruch beim Güterumschlag. Das Niedrigwasser bescherte der Rheinschifffahrt ein rabenschwarzes Jahr. Zeitungsartikel vom 8. Februar 2019.
- BAZ Basler Zeitung (2019b). In Basel hat der Hafen eine zu schwache Lobby. Zeitungsartikel vom 17. April 2019.
- Belz, J. U. (2005). Niedrigwasser – Abflüsse im Rheingebiet im 20. Jahrhundert – Ursachen und Entwicklungen. In: Bundesanstalt für Gewässerkunde; Emschergenossenschaft und Lippeverband; Hydrologische Wissenschaften: Veranstaltungen. Erfahrung zu Niedrigwasserbewirtschaftung. Kolloquium am 14. und 15. September 2005 in Herne. Koblenz, S. 113–129.
- Benz, A.; Dose, N. (Hrsg.) (2010). Governance – Regieren in komplexen Regelsystemen. Eine Einführung. 2. Auflage., Wiesbaden: Springer VS.

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

Betsill, M. M.; Bulkeley, H. (2006). Cities and the multilevel governance of global climate change. *Global Governance* 12(2), S. 141–159.

Birsterminal AG (2020). Container.

<http://www.birsterminal.ch/container> [Stand: 2.7.2020]

Björnsen Gurung, A.; Stähli, M. (2014). Wasserressourcen der Schweiz: Dargebot und Nutzung – heute und morgen. Thematische Synthese 1 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 „Nachhaltige Wassernutzung“. Bern.

Bogner, A.; Menz, W. (2002). Das theoriegenerierende Experteninterview: Erkenntnisinteresse, Wissensformen, Interaktion. In: Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (Hrsg.): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. Opladen, S. 33–70.

Borchardt, A.; Göthlich, S. E. (2009). Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In: Albers, S. (Hrsg.): Methodik der empirischen Forschung. 3. Aufl., Wiesbaden, S. 33–48.

Bröchler, S.; Lauth, H.-J. (2014). Die Lokalisierung von Schneisen im Dickicht – Konzeptionelle Grundlagen und empirische Befunde informaler Governance. *Zeitschrift für vergleichende Politikwissenschaft, Sonderheft* 8(4), S. 1–33.

Brönnimann, S.; Appenzeller, C.; Croci-Maspoli, M.; Fuhrer, J.; Grosjean, M.; Hohmann, R.; Ingold, K. (2014). etc.: Climate change in Switzerland: a review of physical, institutional, and political aspects. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 5(4), S. 461–481.

Bulkeley, H.; Betsill, M. M. (2005). Rethinking sustainable cities: multilevel governance and the „urban“ politics of climate change. *Environmental Politics* 14(1), S. 42–63.

BY-LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2016). Niedrigwasser in Bayern – Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen.

bz Basel bz-Zeitung für die Region Basel (2018). Basel erhält einen neuen Stadtstrand – Doch davon profitieren vor allem die Fische. Online-Artikel vom 13. September 2018.

<https://www.bzbasel.ch/basel/basel-stadt/basel-erhaelt-einen-neuen-stadtstrand-doch-davon-profitieren-vor-allem-die-fische-133156581>

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

CH2014-Impacts (2014). Toward quantitative scenarios of climate change impacts in Switzerland. Bern.

Veröffentlicht von: OCCR, BAFU, MeteoSchweiz, C2SM, Agroscope, ProClim.

CH2018 (2018). CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland. Technical Report. Zürich: National Centre for Climate Services.

Contargo AG (2017). Kleinwasser. Infobroschüre. Gültig ab Juli 2017.

Cormont, P.; Frank, S. (2015). Netzwerk-Governance und Projektförderung. Widerstreitende Logiken und unterminierte Anpassungsziele. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, 403-417.

Dombrowsky, I. (2007). Konflikt und Kooperation an grenzüberschreitenden Flüssen. *WeltTrends* 57, S. 53–64.

Drought (2020).

<http://www.drought.ch/> [Stand: 5.7.2020]

Evans, J. P. (2012). Environmental governance. London: Routledge.

Fähri-Verein Basel (2020).

<https://www.faehri.ch/> [Stand: 28.6.2020]

Fellmer, M. (2015). Die Sturmflut im Vorgarten. Das Beispiel zivilgesellschaftlicher Verantwortung in den Flutschutz- und Poldergemeinschaften in Hamburg. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 125–140.

Folke, C.; Hahn, T.; Olsson, P.; Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resource* 30(1), S. 441–473.

Frey, R. L. (2012). Kooperation in Grenzregionen: am Beispiel der Basler Dreiländerregion. Basel: CREMA

Fröhlich, J.; Knieling, J.; Kraft, T. (2014). Informelle Klimawandel-Governance. Instrumente der Information, Beteiligung und Kooperation zur Anpassung an den Klimawandel. Neopolis working papers: urban and regional studies Nr. 5. Hamburg: HCU.

- Gebhardt, H. (2008). Formen von governance jenseits von Nationalstaaten. In: Gebhardt, H.; Meusburger, P.; Wastl-Walter, D. (Hrsg.): *Humangeographie*. 4. Aufl., Heidelberg, S. 751.
- Godden, L. (2016). Trans-jurisdictional water governance. Law's role at multiple levels. In: Gray, J.; Holley, C.; Rayfuse, R. (Hrsg.): *Trans-jurisdictional water law and governance*. London, S. 21–42.
- Grambow, M. (2009). Integriertes Wasser-Ressourcenmanagement als Antwort auf drängende Wasserfragen – die Nachhaltigkeit als Dreh- und Angelpunkt einer globalen zukunftsfähigen Entwicklung. *Umweltwirtschaftsforum* 17(3), S. 235–242.
- Gray, J.; Holley, C.; Rayfuse, R. (2016). The future of trans-jurisdictional water law and governance. In: Gray, J.; Holley, C.; Rayfuse, R. (Hrsg.): *Trans-jurisdictional water law and governance*. London, S. 303–315.
- Gupta, J.; Termeer, C.; Klostermann, J.; Meijerink, S.; van den Brink, M.; Jong, P.; Nootboom, S.; Bergsma, E. (2010). The adaptive capacity wheel: a method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society. *Environmental Science & Policy* 13(6), S. 459–471.
- GWP Global Water Partnership (2000). *Integrated water resources management. Technical Advisory Committee Background Papers No. 4*. Stockholm: Global Water Partnership.
- Hafner, S. (2015). Die Forderung einer Klimawandel-Governance und ihre Entsprechung im Recht. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): *Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6*. München, S. 161–176.
- Harmes, A. (2006). Neoliberalism and multilevel governance. *Review of International Political Economy* 13, S. 725–749.
- Herrfahrdt-Pähle, E. (2012). The South African water sector: On its way towards adaptive water governance? In: Leal Filho, W. (Hrsg.): *Climate change and the sustainable use of water resources, climate change management*. Berlin Heidelberg, S. 79–100.
- Hill, M. (2012). Characterizing adaptive capacity in water governance arrangements in the context of extreme events. In: Leal Filho, W. (Hrsg.): *Climate change and the sustainable use of water resources, climate change management*. Berlin Heidelberg, S. 339–365.
- Hill, M. (2013). *Climate change and water governance. Adaptive capacity in Chile and Switzerland*. Dordrecht: Springer.

Hohberg, B. (2015). „Was bedeutet HQ100?“ Dialogorientierte informelle Beteiligungsverfahren in der Klimaanpassung – Ergebnisse der Onlinediskussionen in KLIMZUG-NORD. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 247–263.

Huss, M. (2011). Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe. *Water Resources Research* 47(7).

Hutter, G.; Müller, B.; Olfert, A.; Rössler, S.; Bohnefeld, J.; Hilbrich, A. (2015). Governance-Netzwerke zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Städten und Regionen. Am Beispiel des Klimaanpassungsprogramms von REGKLAM. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 303–319.

IBA Basel (2020). Rheinuferweg St. Johann. Basel–Huningue. Fuss- und Veloweg mit Aufenthaltszonen und Restaurant.
<http://www.iba-basel.net/de/projects/projects-index/19/rheinuferweg-st-johann-basel-huningue>[Stand: 12.7.2020]

IKSR Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2011). Szenarienstudie für das Abflussregime des Rheins. IKSR-Fachbericht Nr. 188.

IKSR Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2018). Bestandsaufnahme zu den Niedrigwasserverhältnissen am Rhein. IKSR-Fachbericht Nr. 248.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IWB Industrielle Werke Basel (2020a). Trinkwasserversorgung.
<https://www.iwb.ch/Fuer-Zuhause/Wasser/Trinkwasser-Versorgung.html> [Stand: 5.7.2020]

IWB Industrielle Werke Basel (2020b). IWB Wasserlabor.
<https://www.iwb.ch/Fuer-Unternehmen/Wasser/IWB-Wasserlabor.html> [Stand: 5.7.2020]

Yin, R. K. (2014). Case study research: Design and methods. 5. Aufl., Los Angeles: Sage.

Kaiser, R. (2014). Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung.

Wiesbaden: Springer.

Kanton Basel-Stadt (2020). Basel – die kleine Weltstadt.

<https://www.bs.ch/Portrait/einleitung-weltstadt.html> [Stand: 28.6.2020]

Keller, F. (2019). Die Steuerung der Verdichtung und Siedlungsentwicklung nach innen in Basel: Akteure – Zusammenarbeit – Instrumente. Masterarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich.

KFVBS Kantonaler Fischerei Verband Basel-Stadt (2016). Der Rhein.

<https://www.basler-fischerei.ch/web7old/content/der-rhein> [Stand: 28.6.2020]

Knieling, J.; Krekeler, M. (2015). Wo, bitte, geht's zur Anpassung? Die Bewertung informeller Instrumente der Klimaanpassung. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 47–65.

Knieling, J.; Rossnagel, A. (2015). Welche Governance brauchen Städte und Regionen für die Anpassung an den Klimawandel? Fragestellungen und Zugänge aus der Forschungsinitiative „KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 9–25.

Knieling, J.; Rossnagel, A.; Schlipf, S. (2015). Visionäre Strategien, lernende Netzwerke, kreative Regelungsarrangements. Erkenntnisse zur Governance der Klimaanpassung aus der Forschungsinitiative KLIMZUG. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 419–434.

Knoblauch, D. (2015). Klimawandel an der deutschen Ostseeküste: Was relevante Akteure über Anpassungsmassnahmen denken. Ergebnisse einer Befragung in Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 87–106.

Kraftwerk Birsfelden (2017). Geschäftsbericht 2017.

Kraftwerk Birsfelden (2018). Statistik. Monatliche Stromproduktion in GWh.

https://www.kw-birsfelden.ch/fileadmin/kw-birsfelden/Statistik/Monatliche_Stromproduktion/Graphik_KWB_Q-P_2018_2017_E1218.pdf

Kraftwerk Birsfelden (2020). Die Kraftwerk Birsfelden AG.

<https://www.kw-birsfelden.ch/de/unternehmen/> [Stand: 28.6.2020]

Kuckartz, U. (2018). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 4. Aufl., Weinheim: Beltz Juventa.

Leitungsgruppe NFP 61 (2015). Nachhaltige Wassernutzung in der Schweiz –NFP 61 weist Wege in die Zukunft. Gesamtsynthese im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 „Nachhaltige Wassernutzung“. Bern: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich.

Liesenfeld, J.; Schneider, J.; Weingärtner, D. (2015). Regionale Klimaanpassung als kommunikativer und arbeitsteiliger Lernprozess. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 229–245.

Limmattalerzeitung (2018). Deutsche ziehen nun doch mit bei Fangverbot für Äsche. Online-Artikel vom 21. Oktober 2018.

<https://www.limmattalerzeitung.ch/limmattal/zuerich/deutsche-ziehen-nun-doch-mit-bei-fangverbot-fuer-aesche-133604681>

Lindemann, S. (2006). Water regime formation in Europe. A research framework with lessons from the Rhine and Elbe river basins. FFU Report 04-2006. Berlin.

Low, B.; Ostrom, E.; Simon, C.; Wilson, J. (2001). Redundancy and diversity: do they influence optimal management? In: Berkes, F.; Coldin, J.; Folke, C. (Hrsg.): Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge, S. 83–114.

Marks, G. (1993). Structural policy and multilevel governance in the EC. In: Cafruny, A.; Rosenthal, G. (Hrsg.): The state of the European community. Boulder, S. 391–410.

Marks, G.; Hooghe, L. (2004). Contrasting visions of multi-level governance. In: Bache, I.; Flinders, M. (Hrsg.): multi-level governance. Oxford, S. 15–30.

- Mayring, P.; Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. 2. Aufl., Wiesbaden, S. 633–648.
- Meuser, M.; Nagel, U. (1991). Experteninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Garz, D.; Kraimer, K. (Hrsg.): Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen. Wiesbaden, S. 441–471.
- Meyer, R. (2012). Die Auswirkungen der projizierten Klimaänderung auf Sommerniedrigwasser im Schweizer Mittelland basierend auf einer multi-variablen Kalibrierung des hydrologischen Modellsystems PREVAH. Inauguraldissertation an der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Misoch, S. (2015). Qualitative Interviews. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.
- Muno, W. (2009). Fallstudien und die vergleichende Methode. In: Pickel, S. (Hrsg.): Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft: Neue Entwicklungen und Anwendungen. Wiesbaden, S.113–131.
- Myint, T. (2012). Governing international rivers. Polycentric politics in the Mekong and the Rhine. Cheltenham: Edward Elgar.
- Nelson, D. R.; Adger, N. W.; Brown, K. (2007). Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environment and Resources* 32(1), S. 395–419.
- Oberlack, C. (2017). Diagnosing institutional barriers and opportunities for adaptation to climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 22(5), S. 807–838.
- Olmstead, S. M. (2014). Climate change adaptation and water resource management: A review of the literature. *Energy Economics* 46, S. 500–509.
- Pahl-Wostl, C. (2007). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management* 21(1), S. 49–62.
- Palumbo, A. (2010). Introduction governance: meanings, themes, narratives and questions. In: Palumbo, A.; Bellamy, R. (Hrsg.): From government to governance. Farnham, S. XI–XXX.
- Probst, M. (2015). Niedrigwasser. In: Hydrologischer Atlas der Schweiz. Hydrologische Extremereignisse. Wasser verstehen: Vol. 1. Bern: hep Verlag.

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt (2011). Bericht über die Folgen des Klimawandels im Kanton Basel-Stadt. Handlungsmöglichkeiten und Handlungsbedarf aufgrund der Klimaänderung in Basel-Stadt.

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt (2019). Klimaschutzbericht. Auf dem Weg in eine ressourcenschonende und CO₂-arme Zukunft.

Regio Basiliensis (2018). Kurzporträt.

<https://www.regbas.ch/de/ueber-uns/kurzportrait/> [Stand: 27.7.2020]

Röthlingshöfer, F. (2019). Korrektur Schifffahrtsrinne Basel – Birsfelden Erfahrungsaustausch. Präsentation vom 9. Januar 2019.

Schempp, S.; Ossenbrügge, J. (2015). Ökonomische Instrumente zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel in der Metropolregion Hamburg. Eine Situationsanalyse. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S. 323–339.

Schiff, J. S. (2017). The evolution of Rhine river governance: historical lessons for modern transboundary water management. *Water History* 9(3), S. 279–294.

Schifffahrt Hafen Bahn und Technik (2018). Bericht: Die Camaros fahren weiter.

Schweizerische Eidgenossenschaft (1991). Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (VTN) vom 20. November 1991 (Stand am 1. Juni 2017). SR 531.32

Schweizerische Eidgenossenschaft (1998). Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. April 2020). SR 814.201

Schweizerische Eidgenossenschaft (2009). Bericht über die Schifffahrtspolitik der Schweiz vom 14. Oktober 2009. BBI 2009 7683

Schweizerische Eidgenossenschaft (2011). Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) vom 23. Dezember 2011. BBI 2012 113

Schweizerische Eidgenossenschaft (2012). Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Verordnung) vom 30. November 2012 (Stand am 19. Februar 2019). SR 641.711

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

Selin, H. (2010). Global governance of hazardous chemicals. Challenges of multilevel management. Cambridge, Mass: MIT Press.

SFV Schweizerischer Fischerei-Verband (2018). Hintergrundinformationen zum Äschesterben am Hochrhein.
https://sfv-fsp.ch/fileadmin/user_upload/Herausforderungen/Klimaerwaermung/Dossiers/3_180806_DOSSIER_A__schessterben.pdf

SGHL Schweizerische Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie; CHy Hydrologische Kommission (Hrsg.) (2011). Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung – Synthesebericht.

SonntagsZeitung (2020). Alles im Fluss. Dolce far niente im sommerlichen Basel: Die Riviera am Rhein ist Flaniermeile, Erholungs- und Strand zugleich. Zeitungsartikel vom 28. Juni 2020.

SRH Schweizerische Rheinhäfen; SVS Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft (2016). Pressekonferenz Aktionsplan Schifffahrt zur Entwicklung der südlichen Rheinhäfen vom 2. Februar 2016.
<https://port-of-switzerland.ch/wp-content/uploads/2018/06/20160202-PK-Aktionsplan-Schifffahrt-Praesentation.pdf>

SRH Schweizerische Rheinhäfen (2017). Jahresbericht 2017.

SRH Schweizerische Rheinhäfen (2020a). Hafenfirmer.
<https://port-of-switzerland.ch/hafenfirmer/> [Stand: 28.6.2020]

SRH Schweizerische Rheinhäfen (2020b). Hafenservice. Pegel.
<https://port-of-switzerland.ch/hafenservice/pegel/> [Stand: 23.7.2020]

Statistisches Amt Basel-Stadt (2018). Dossier Basel. Raum & Umwelt. Kommentierte Zahlen und Analysen.Nr.83.

Statistisches Amt Basel-Stadt (2020). Aktueller Bevölkerungsstand. [Stand: 28.7.2020]

St. Galler Tagblatt (2018). Waldboden reinigt verschmutztes Trinkwasser. Online-Artikel vom 6. Dezember 2018.
<https://www.tagblatt.ch/leben/verschmutztes-trinkwasser-ld.1076049>

SVS Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft (2018a). Medienmitteilung vom 24.10. 2018: Niedrigwasser 2018: Entwicklung für die Branche dramatisch.

Governance der Klimaanpassung – Die Nutzung des Rheins bei Niedrigwasser am Beispiel von Basel

SVS Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft (2018b). SVS aktuell. Juli/ August 2018.

SVS Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft (2019). Medienmitteilung vom 14.1.2019:
Alles wieder auf „Normal“ – und gute Wasser-Aussichten.

Termeer, C.; Dewulf, A.; Rijswick, H.; Buuren, A.; Huitema, D.; Meijerink, S.; Rayner, T.; Wiering, M. (2011). The regional governance of climate adaptation: A framework for developing legitimate, effective, and resilient governance arrangements. *Climate Law* 2(2), S. 159–179.

Tiefbauamt Basel-Stadt (2020). Rhein – Kiesschüttungen.
https://www.tiefbauamt.bs.ch/baustellen-und-projekte/abgeschlossene-baustellen-projekte/rhein_kiesschuettungen.html [Stand: 12.7.2020]

Timmerman, J. G.; Koepfel, S.; Bernardini, F.; Buntsma, J. J. (2011). Adaptation to climate change: challenges for transboundary water management. In: Leal Filho, W. (Hrsg.): The economic, social and political elements of climate change. Berlin Heidelberg, S. 523–541.

Ultra-Brag AG (2019). Kleinwasserzuschläge. Gültig ab 1. Januar 2019.

UNECE United Nations Economic Commission for Europe (2009). Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Guidance on water and adaptation to climate change.

UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2015). Sachplan Verkehr, Teil Infrastruktur Schifffahrt. Bern

Volken, D. (2018). Zukünftige Veränderung des alpinen Wasserangebots und die Auswirkungen auf den Wassersektor. Präsentation SAB Tagung 75 Jahre Berggebietsentwicklung „Auf dem Weg zum integrierten Wassermanagement in den Alpen“ in Chur vom 16. Oktober 2018.

Wasseragenda 21; BAFU; BFE; BLW; ARE (2011). Einzugsgebietsmanagement – Leitbild für die integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz.

Weiland, S. (2017). Anpassung an den Klimawandel aus Governance-Sicht. In: Marx, A. (Hrsg.): Klimaanpassung in Forschung und Politik. Wiesbaden, S. 91–101.

Widmer, C.; Lienhard, C. (2018). Basel und der Rhein. BwieBasel Edition 03. Basel: Spalendor Verlag.

Wikipedia Commons (2013). Der Rhein und sein Flusssystem.

https://de.wikipedia.org/wiki/Flusssystem_des_Rheins#/media/File:Flusssystemkarte_Rhein_02.jpg%20https://www.msn.com/de-ch?checklang=1 [Stand: 30.7.2020]

Winges, M.; Grecksch, K.; Grothmann, T.; Siebenhüner, B. (2015). Die Anpassungskapazität der Regionalplanung in der Metropolregion Bremen-Oldenburg. In: Knieling, J.; Rossnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung. Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 6. München, S.195–212.

Wolf, F.; Pfohl, T. (2014). Protecting the population in a multilevel system: horizontal and vertical informal governance patterns in Germany. *Zeitschrift für vergleichende Politikwissenschaft, Sonderheft 8(4)*, S. 259–285.

WSV Wasserstrassen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2020). Elvis. Elektronischer Wasserstrassen-Informationsservice.

<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/gewaesserkunde/wasserstaende/index.php?target=1&pegellid=1d26e504-7f9e-480a-b52c-5932be6549ab> [Stand: 27.7.2020]

ZKR Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (2018). Medienmitteilung vom 30. Oktober 2018: Rheinschifffahrt vor erheblichen Herausforderungen durch historisches Niedrigwasser.

Anhang

A Übersicht Interviews

Interviewpartner	Akteur Governance	Bereich / Funktion	Dauer
Amt für Umwelt und Energie AUE	Kanton	Koordinationsfunktion	56 Minuten
Amt für Umwelt und Energie AUE Koordinationsstelle Umweltschutz	Kanton	Koordinationsfunktion	47 Minuten
Bundesamt für Umwelt BAFU Sektion Hydrologische Vorhersagen	Bund	Koordinationsfunktion	72 Minuten
Birsterminal AG	Privat	Schifffahrt und Logistik	47 Minuten
Contargo AG Terminal Basel	Privat	Schifffahrt und Logistik	48 Minuten
Industrielle Werke Basel IWB Wasserlabor	Privat (in kantonalem Besitz)	Trinkwasser	71 Minuten
Kantonaler Fischerei Verband BS KfvBS	Zivilgesellschaft	Fischerei	57 Minuten
Kraftwerk Birsfelden AG	Privat (in kantonalem Besitz)	Schifffahrt und Wasserkraft	47 Minuten
Life Science AG	Wissenschaft	Ökologie	47 Minuten
Planungsamt BS Raumentwicklung	Kanton	Koordinationsfunktion	56 Minuten
Pro Natura BS Abteilung Biotope und Arten	Zivilgesellschaft	Ökologie und Fischerei	54 Minuten
Schweizerische Rheinhäfen SRH Bereich Grossprojekte und Hafenbahn	Privat (in kantonalem Besitz)	Schifffahrt und Logistik	58 Minuten
Stiftung Basler Fähren	Zivilgesellschaft	Basler Fähren	39 Minuten
Tiefbauamt BS Wasserbau	Kanton	Koordinationsfunktion	55 Minuten
Ultra-Brag AG Kleinhüningen	Privat	Schifffahrt und Logistik	61 Minuten

B Interviewleitfaden

Arbeitsbereiche und Klimawandel

1. In welchen Arbeitsbereichen der Organisation sind Sie tätig?
2. Inwiefern ist das Thema Klimawandel in Ihren Arbeitsbereichen oder in der Organisation relevant?
3. Inwiefern werden Anpassungen an den Klimawandel in Ihren Arbeitsbereichen oder in der Organisation thematisiert?
4. Welche Ziele verfolgt Ihre Organisation bei der Anpassung an den Klimawandel in Bezug auf Niedrigwasser oder Wasserknappheit beim Rhein in Basel?

Zusammenarbeit

5. Mit welchen Akteuren arbeiten Sie resp. arbeitet Ihre Organisation bezüglich Anpassungen an den Klimawandel zusammen?
6. Wie funktioniert diese Zusammenarbeit?

Niedrigwasser und Wasserknappheit

7. Welche Anpassungsmassnahmen in Bezug auf Niedrigwasser oder Wasserknappheit wurden bereits getroffen?
8. Welche Massnahmen sind geplant oder zukünftig denkbar?
9. Was sind mögliche Herausforderungen dieser Massnahmen?

Grenzüberschreitende Dimension

10. Inwiefern ist die Grenzüberschreitung des Rheins bedeutsam bei Anpassungsmassnahmen?
11. Mit welchen Akteuren weiterer Städte, Kantone oder Staaten arbeiten Sie resp. arbeitet Ihre Organisation bei Anpassungen zusammen?
12. Welche Ziele verfolgen Sie resp. verfolgt Ihre Organisation mit dieser Zusammenarbeit?
13. Wie funktioniert diese Zusammenarbeit?

Verschiedene Nutzungsinteressen

14. Welche sind wichtige Nutzungsinteressen des Rheins in Basel?
15. Auf welche Art und Weise interagieren Sie resp. interagiert Ihre Organisation mit den betreffenden Nutzern bezüglich Niedrigwasser oder Wasserknappheit?

C Kategoriensystem

Hauptkategorie	Subkategorie 1. Ordnung	Subkategorie 2. Ordnung
Thema Klimawandel und Klimaanpassung	Chancen Klimawandel	
	vermehrte Nutzungskonflikte	
	Funktionen Rhein infolge Klimawandel	Trinkwasser
		Bewässerung
		Freizeit, Mediteranisierung
	Lösungsansätze	Übertragung auf Klimawandel
		Begleitmassnahmen und präventive Massnahmen
		Klimaschutz anstatt -anpassung
		Klimawandel mitberücksichtigen menschliche Einflussnahme vermindern
	Gesellschaftliche Werte und Wertewandel	
Akteure	Grenzüberschreitend	Frankreich
		Deutschland
		Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR
		Institutionen
	National	Bundesamt für Verkehr BAV
		Bundesamt für Umwelt BAFU
		Bundesamt für Energie BFE
	Kantonal	Tiefbauamt BS
		Planungsamt BS
		Amt für Umwelt und Energie AUE
	Privatwirtschaft	Internationale Logistikunternehmen
		Wasserversorgungen
		Kraftwerk Birsfelden AG
		Schweizerische Rheinhäfen
		Reedereien / Schiffahrtsgesellschaften
		Pächter der Fähren und Angestellte
	Zivilgesellschaft	NGO
		Kantonaler Fischerei Verband BS
		Stiftung Basler Fähren
		Schweizerische Vereinigung für Schiffahrt und Hafenwirtschaft SVS
		Fähri-Verein
		Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW
		Bevölkerung
	Wissenschaft	Life Science AG
		WSL
		MeteoSchweiz
		Universitäten und Fachhochschulen
Weitere Akteure		

Bereichsinterne Governance	Wasserkraft	Betroffenheit und Ziele von Anpassungen
		Flexibilität beibehalten
		Niedrigwasser ins Management miteinkalkulieren
		Generator ausschalten
		Gefälle erhöhen
	Basler Fähren	Betroffenheit und Ziele von Anpassungen
		Ausrüstung mit technischen Hilfsmitteln
		Elektromotor
		Kommunikation
		Schulung der Fährimänner
		Verlängerung Steg und schwimmender Steg
	Fischerei und Ökologie	Betroffenheit und Ziele von Anpassungen
		Vertiefung
		Beschattung
		Verzichten auf Fischen
		Fangverbot
		Bade- und Hundebegehverbot
	Trinkwasser	Betroffenheit und Ziele von Anpassungen
		Notwasserkonzept
		Generelle Wasserversorgungsplanung (GWP)
		Ausschalten Rheinwasserentnahme und Mehrbezug von der Hardwasser AG
		Vernetzung Wasserversorgungen
		Einspeisung Wiesewasser
		weitergehende Aufbereitung
Reduktion Wasserabgabe und Aufruf zum Wassersparen		
Schifffahrt und Logistik	Betroffenheit und Ziele von Anpassungen	
	Geschäftsbedingungen	
	Bahn als alternativen Verkehrsträger	
	Schiffstechnik und Fahrweise	
	kurzfristige Anpassungen	
	Krisenmechanismus	

Bereichsübergreifende Governance	Bereisung des Rheins
	Klimafolgenbericht BS
	Abfluss- und Pegelprognosen
	Warnung oder Information vor Trockenheit
	Wasserbauliche Massnahmen
	Arbeits- und Koordinationsgruppen
	Grundlagenerarbeitung des Bundes
	Kurzfristiger Austausch
	Sensibilisierung, Öffentlichkeitsarbeit und politisches Engagement
	Niedrigwasserstatistik
	Verringerung anthropogener Einflüsse
	Probeentnahmen zur Qualitätssicherung des Rheinwassers
	Grenzüberschreitende Governance
bestehende Anpassungen und Anpassungsinstrumente	
Entwicklung von Anpassungen	
Institutionen Raum Basel	
Problembezogene Zusammenarbeit	
Länderübergreifender Fachaustausch	
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR	
Thema Niedrigwasser	Abflussänderung
	Niedrigwasser 2018
	Unsicherheit Abfluss
	Verstärkung durch anthropogene Einflüsse

Herausforderungen Anpassungen	Unsicherheit, mangelnde wissenschaftliche Basis	
	fehlende Instrumente	
	Komplexität	
	Akzeptanz / Bewusstsein	
	mangelnde Kapazitäten	
	geringe Effektivität	
	geringe Wirtschaftlichkeit und hoher Aufwand	
	Nutzungskonflikte und gesellschaftliche Werte	
	grenzüberschreitende Zusammenarbeit	
	Zielkonflikte	
Chancen Anpassungen	Kommunikation	
	Win-win-Lösungen	
Bedeutung Grenzlage	Chance oder Herausforderung Klimaanpassung	
	Notwendigkeit Zusammenarbeit	
Bedeutung grenzüberschreitendes Gewässer	Erschwernisse der Anpassung	
	grenzüberschreitende Zusammenarbeit	
Rhein und Ufer	Lebensraum Rhein	
	Nutzungsfunktionen	
	ökologische Funktion	

Persönliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Basel, 31. Juli 2020

Cristina Stocker

