



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Umwelt
Bundesamt



Hintergrundpapier zum Fachgespräch “Schnittstelle Wasser- Energie“

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Arbeitsgruppe WR I 1, 53175 Bonn

E-Mail: Wasserdialoge@bmu.bund.de

Redaktion

BMU, Arbeitsgruppe WR I 1
UBA, Fachgebiet II 2 1

Fachliche Bearbeitung / Beratung

Fresh Thoughts Consulting GmbH, Wien
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig
team ewen GbR, Darmstadt

Gestaltung

3f design, Darmstadt

Bildnachweise

Titelseite: © Barabanschikov – fotolia.com

Stand

Juni 2020

1. Auflage

Hinweis

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und aktueller Stand	4
1.1	Das Fachgespräch im Rahmen des Nationalen Wasserdialogs	4
1.2	Die Schnittstelle Wasser-Energie	4
2	Einfluss zukünftiger Entwicklungen	7
3	Relevanz der Schnittstellenbereiche für das Fachgespräch	10
4	Herangehensweise an die Thematik im bisherigen Nationalen Wasserdialog	11
4.1	Relevante strategische und operative Ziele	11
4.2	Handlungserfordernisse	12
5	Anhang	12
5.1	Vision und Mission (Stand: Januar 2020)	12
5.2	Relevante strategische und operative Ziele aus dem Wasserdialog (Stand: Januar 2020)	14
5.3	Gesammelte Handlungserfordernisse (Stand: Januar 2020)	16

1 Hintergrund und aktueller Stand

1.1 Das Fachgespräch im Rahmen des Nationalen Wasserdialogs

Mit dem **Nationalen Wasserdialog**¹ geht das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) die Herausforderungen an, die sich im Bereich eines nachhaltigen Umgangs mit den Wasserressourcen stellen. Klimawandel, demografische Entwicklungen, Landnutzungsänderungen, technologische Neuerungen und verändertes Konsumverhalten bringen umfassende Veränderungen bezüglich der Qualität und der Quantität von Wasser und Gewässern mit sich, die nicht allein durch sektorale oder lokale Maßnahmen bewältigt werden können. Im Nationalen Wasserdialog sollen die wesentlichen zukünftigen Entwicklungen der Wasserwirtschaft und der angrenzenden Wirtschaftsbereiche diskutiert und Handlungsoptionen entwickelt werden.²

Im Fachgespräch wurden Fragen vertieft, die in den Wasserdialogen aufgrund der Zusammensetzung des Teilnehmerkreises bzw. der dort zur Verfügung stehenden Zeit kaum detailliert behandelt werden konnten. Die Diskussionsergebnisse der Fachgespräche werden in die Gesamtdokumentation des Nationalen Wasserdialogs eingebunden und – wie andere Diskussionsergebnisse des Nationalen Wasserdialogs auch – in die Wasserstrategie des BMU einfließen.³

1.2 Die Schnittstelle Wasser-Energie

„Wasser und Energie sind eng miteinander verbunden und in hohem Maße voneinander abhängig. In einer Domäne getroffene Entscheidungen und ergriffene Maßnahmen können sich positiv oder negativ auf die andere Domäne auswirken. Kompromisse müssen eingegangen werden, um negative Auswirkungen zu begrenzen und Synergienmöglichkeiten zu fördern.“⁴

Es gibt keine formale **Definition** für die Schnittstelle⁵ Wasser-Energie; konventionell beinhaltet das Konzept die Beziehung zwischen dem für die Energieerzeugung verwendeten Wasser und der für die Gewinnung des Wassers genutzten Energie.⁶ Inzwischen werden auch innovative Ansätze zur Nutzung der Synergien durch Sektorkopplung integriert.

Zu den ersten **Studien** zur Bewertung des Wasser- und Energieverhältnisses gehörte eine Lebenszyklusanalyse von Peter Gleick aus dem Jahr 1994, in der die gegenseitige Abhängigkeit hervorgehoben und die gemeinsame Studie zu Wasser und Energie eingeleitet wurde.⁷ 2014 veröffentlichte das US-Energieministerium (DOE) seinen Bericht über den Zusammenhang zwischen Wasser und Energie, in dem das hybride Sankey-Diagramm die Wasser- und Energieflüsse nach Sektoren zusammenfasst und die gegenseitige Abhängigkeit sowie die Heraushebung der thermoelektrischen Leistung als größtem Wassernutzer, der hauptsächlich zur Kühlung eingesetzt wird, aufzeigt.⁸ Bereits 2011 hatte die Bonn2011-Conference "*The Water, Energy and Food Security Nexus - Solutions for a Green Economy*"⁹ auf die Interdependenzen und Wechselwirkungen zwischen den drei Bereichen und deren gemeinsame systemische Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung hingewiesen. Diese Sichtweise hat auch in die 2030 Agenda für Nachhaltige Entwicklung Eingang gefunden, in der die Verknüpfungen zwischen den Nachhaltigkeitszielen explizit angesprochen werden. Entsprechend hat das Betrachten der Schnittstelle

¹ <https://www.bmu.de/wasserdialog/>

² https://www.fresh-thoughts.eu/userfiles/file/Grundsaeetze_der_Zusammenarbeit.pdf

³ https://www.fresh-thoughts.eu/userfiles/file/Grundsaeetze_der_Zusammenarbeit.pdf

⁴ World Water Development Report 2014, Water and Energy. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2014-water-and-energy/>

⁵ Auch „Nexus“ genannt, oder als „Zusammenhang“ beschrieben.

⁶ Siehe https://en.wikipedia.org/wiki/Water-energy_nexus.

⁷ Gleick, P. H. (1994). "Water and Energy." Annual Review of Energy and the Environment, 19(1), 267–299.

⁸ Bauer, D., Philbrick, M., and Vallario, B. (2014). "The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities." U.S. Department of Energy.

⁹ www.water-energy-food.org/bout/bonn2011-conference

Wasser-Energie in den letzten Jahren – auch im Rahmen der Umsetzung der Ziele für die nachhaltige Entwicklung¹⁰- an Komplexität gewonnen, da zunehmend auch indirekte Beziehungen über die Ressourcen Land, Lebensmittel, Biodiversität, Gesundheit oder unter Betrachtung des Klimawandels modelliert, analysiert und berücksichtigt werden.¹¹

Die direkten Schnittstellen zwischen Wasser und Energie finden sich in den folgenden Bereichen¹²:

1. Nutzung von Energie, um Wassermanagementsysteme¹³ zu bewirtschaften:

- Verteilung des Wassers;
- Wasserentnahme und -aufbereitung;
- Abwasserableitung und -behandlung¹⁴;
- Neuschaffung und Nutzung alternativer (Wasser)ressourcen (Entsalzung, Re-Use);
- Pumpleistung für Speicherwasserkraftwerke;
- Steuerung der Wassermanagementsysteme (einschließlich Monitoring)

2. Nutzung von Energie bei der Verwendung von Wasser (Endnutzer):

- Erwärmen von Wasser;
- Waschen, z. B. Maschinen in Industrie und Haushalt;
- Landwirtschaftliche Bewässerung (Pumpenergie zur Verteilung und Druckverhältnisse).
- Industrieprozesse (z.B. bei chemischen Prozessen)

3. Nutzung von Wasser zur Energiegewinnung:

- Entnahme und Verarbeitungsprozesse der fossilen Brennstoffe;
- Anbau und Verarbeitung von Biokraftstoff;
- Produktion von Wasserstoff;
- Elektrizitätsgewinnung (Wärme- und Wasserkraftwerke, Speicherwasserkraftwerke, erneuerbare Energien).

4. Auswirkungen der Energiegewinnung auf Gewässer:

- Chemisch-physikalische Auswirkungen auf die Wasserqualität (Oberflächen- und Grundwasser), z.B. durch Reinigungsstoffe aus Kühltürmen, Erwärmen des Wassers, Bergbau-Prozesse, landwirtschaftliche Biokraftstoffproduktion;
- Hydromorphologische Veränderungen der Oberflächengewässer, z.B. Aufstau, durch Wasserentnahmen, Beeinträchtigung der Abflüsse, Veränderung des Sedimenttransports oder Nutzung der Sedimente.¹⁵

5. Energiegewinnung in Wassermanagementsystemen:

- Faulgas, Abwärmenutzung, Energiespeicher, Energiewandler (z.B. als virtuelles Kraftwerk am Regelleistungsmarkt sowie am Spotmarkt)
- Nutzung des Wärmepotenzial des Grundwassers

Im Rahmen des Nationalen Wasserdialogs wurde die Schnittstelle Wasser-Energie vor allem im Cluster „Vernetzte Infrastrukturen“ behandelt. Die folgenden Aspekte wurden dort beschrieben und teilweise diskutiert, und sind im Rahmen des Fachgespräches ergänzt worden:

¹⁰ <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>

¹¹ Lapidou, C. et al. (2017): Scientific inventory of the Nexus. SIM4NEXUS Deliverable 1.1 (www.sim4nexus.eu).

¹² Nach Lapidou, C. et al. (2017): Scientific inventory of the Nexus. SIM4NEXUS Deliverable 1.1 (www.sim4nexus.eu).

¹³ Funktionelle Einheiten des Wassermanagements

¹⁴ Siehe dazu auch Pinnekamp, J.; Schröder, M.; Bolle, F.-W.; Gramlich, E.; Gredigk-Hoffmann, S.; Koenen, S.; Loderhose, M.; Miethig, S.; Ooms, K.; Riße, H.; Seibert-Erling, G.; Schmitz, M.; Wöffen, B. (2017): Energie und Abwasser Handbuch NRW; Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein Westfalen (Hrsg.), Düsseldorf. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/energie_abwasseranlagen.pdf

¹⁵ Durch die chemisch-physikalischen und hydromorphologischen Veränderungen können sich indirekt auch biologische Veränderungen ergeben

- Der Wasserbedarf der Energieversorgung nimmt gegenwärtig mit über 50 % der gesamten Wasserentnahmen Deutschlands einen deutlich höheren Anteil ein als der Energiebedarf der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung mit 1,5 % am Gesamtprimärenergieverbrauch und verdeutlicht die Größenordnung der wechselseitigen Abhängigkeiten. Dieser rein **mengenmäßige Vergleich** macht allerdings keinerlei Aussagen hinsichtlich des Umfangs einer Vielzahl qualitativer Parameter, die die Intensität der Interaktion beider Bereiche charakterisieren.¹⁶ Eine detaillierte Beschreibung sowohl der Wasser- als auch der Energiewirtschaft, als auch ihrer Rahmenbedingungen, des Status Quo und aktueller Entwicklungen ist in anderen Dokumenten¹⁷ enthalten.
- **Energieeffiziente Wassergewinnung** kann im Bereich Pumpen, Brunnen und Brunnengalerien etwa durch neue Techniken¹⁸, andere Prozesse und Verfahren¹⁹, Wartung oder Veränderungen im Management erreicht werden.²⁰ Weiterhin können Solarkollektoren zur Wassererwärmung (und für andere Nutzen wie etwa Heizungsunterstützung) angewandt werden.
- Die Gesamtzahl aller **Wasserkraftanlagen** in Deutschland (2011) beträgt etwa 7.600, inkl. 31 Pumpspeicherkraftwerken. Laut BMU (2010) werden gegenwärtig von dem bestehenden Potenzial etwa 80 Prozent (20,9 TWh Regelarbeitsvermögen) genutzt. Ein weiterer Leistungszuwachs kann in erster Linie durch die Optimierung und Modernisierung oder die Reaktivierung von Wasserkraftanlagen an bereits bestehenden Stauhaltungen erreicht werden. Fluss-Strom-Anlagen²² können innovative Ansätze bieten, aber die Stromausbeute ist gering und es gibt nur wenige geeignete große Binnengewässer in Deutschland.²³ Von Gewässer- und Naturschutzseite wird hingegen kritisiert, dass die Wasserkraftanlagen entscheidende negative Auswirkungen²⁴ (z.B. Migration -Aufstieg und Abstieg - nicht nur von Fischen sondern auch anderen Arten, alle Lebensstadien sind betroffen, Geschiebe²⁵, Temperatur und Habitat)²⁶ auf den Status der Wasserökosysteme haben. Diese sollen zwar im Rahmen der Bewirtschaftungspläne nach EG-WRRRL reduziert werden, um einen guten ökologischen Zustand bzw. Potenzial der Gewässer zu erreichen, allerdings gibt es teilweise dafür noch keine „gute Praxis“ oder Lösungen. Ein weiteres Beispiel für die Schnittstelle Wasser-Energie ist der Naturstromspeicher Gaildorf, ein Energieprojekt bei Gaildorf, bei dem ein Windpark mit einem Pumpspeicherkraftwerk kombiniert wird.²⁷
- **Neue Energieträger** können die Wassernutzung verändern. **Blue Crude**, ein Treibstoff aus Kohlendioxid und Wasser wurde zum Beispiel im Rahmen einer Fördermaßnahme des Bundeswirtschaftsministeriums entwickelt.²⁸
- **Energiegewinnung aus Abwasser** kann auf zwei Wegen erfolgen: a) Nutzung der Wärme des städtischen und industriellen Abwassers²⁹; b) Energiegewinnung durch Vergärung des Klärschlammes und

¹⁶ Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel, S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld, Seite 43; mit Daten aus DESTATIS, 2018.

¹⁷ Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel, S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld

¹⁸ Z.B. Turbinen <https://www.ecodesign-beispiele.at/w154-turbine-fuer-trinkwasser.html>

¹⁹ Siehe dazu auch Pinnekamp, J.; Schröder, M.; Bolle, F.-W.; Gramlich, E.; Gredigk-Hoffmann, S.; Koenen, S.; Loderhose, M.; Miethig, S.; Ooms, K.; Riße, H.; Seibert-Erling, G.; Schmitz, M.; Wöffen, B. (2017): Energie und Abwasser Handbuch NRW; Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein Westfalen (Hrsg.), Düsseldorf. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/energie_abwasseranlagen.pdf

²⁰ Siehe auch <https://enerwa.org/energie-wasser-forschungsprojekt> zur energetische Optimierung von Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen, Steuerungskonzepten zur energieeffizienten Wasserverteilung und Grenzen bei der Rückgewinnung und temporären Speicherung von Energie in Trinkwasserspeichern und Transport-Speicher-Verteilungssystemen.

²² <http://www.flussstrom.de/innovationsforum/index.html>

²³ Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH (2019): Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II d: Wasserkraft Wissenschaftlicher Bericht. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmw.de/floecksmuehle-vorbereitung-begleitung-erstellung-eeg.pdf?__blob=publicationFile&v=7, Seite 18

²⁴ U.a. https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/migrated/content/uploads/Faltblatt_Wahrheit_Wasserkraft_2012_02.pdf; <https://www.alpenflusslandschaften.de/de/wasserkraft.html>;

²⁵ http://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/gek_mittlere_isar/forum/pdf/3_zustand_gewaessermorphologie.pdf; LAWA (Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2017): Klassifizierung des Wasserhaushaltes von Einzugsgebieten in Wasserkörpern -Verfahrensempfehlung; LAWA (Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2019): Bewertung der Durchgängigkeit für Sedimente -Verfahrensempfehlung und Anwenderhandbuch

²⁶ Seliger, Carina & Bernhard Zeiringer (2018): River Connectivity, Habitat Fragmentation and Related Restoration Measures. Chapter 9 In book: Riverine Ecosystem Management. DOI: 10.1007/978-3-319-73250-3_9

²⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Naturstromspeicher_Gaildorf

²⁸ <https://www.welt.de/wirtschaft/article164990141/Superkraftstoff-Blue-Crude-wird-zum-Hoffnungstraeger.html>

²⁹ EAWAG hat zu diesem Thema einen Leitfaden für Schweizer Gemeinden erarbeitet: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/Abwasserwaermenutzung/Leitfaden_Ratgeber/Leitfaden_Waerme_aus_Abwasser.pdf; siehe auch: <https://www.wiwo.de/technologie/green/energie-abwasser-koennte-millionen-haushalte>

der anschließenden Nutzung des entstehenden Klärgases³⁰. Die energetische Nutzung des Klärgases ist auf zahlreichen Anlagen bereits etabliert. Zur Nutzung der Wärme gibt es Initiativen von Forschung, Abwasserentsorgern und aus der Privatwirtschaft. Der Entzug von Wärme aus dem Abwasser darf aber nicht dazu führen, dass die Reinigungsziele nicht erreicht werden können (z.B. liegen die Grenzwerte für die Stickstoffelimination aus dem Abwasser bei 12° C); bei solchem Risiko können Wärmeentnahmen auch hinter den Reinigungsprozess geschaltet werden.

- Abwasser ist eine **Rohstoff-** und Energiequelle. Derzeit bleiben die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe häufig ungenutzt. Phosphor und Stickstoff können beispielsweise zur Herstellung von Dünger verwendet werden.
- Prozesswasser aus der Schlammbehandlung ist auf einer Abwasserreinigungsanlage am besten für die Anwendung von Verfahren zur **Stickstoff-Rückgewinnung** geeignet. Bei den Technologien sind die Verfahren Luftstrippung, Membrandestillation und MAP-Fällung bereits großtechnisch einsetzbar. Die Kosten dafür können jedoch derzeit noch für kein Verfahren durch die generierten Erlöse abgedeckt werden. Hinsichtlich der ökologischen Bewertung zeigte sich, dass der Einsatz von Chemikalien und die thermische Energie die größten Anteile an den Treibhausgas-Emissionen verursachen. Bei einer umfassenden Betrachtung eines neuartigen Kläranlagenkonzeptes könnte die Stickstoff-Rückgewinnung gemeinsam mit einer erweiterten Vorklärung zur Erhöhung des Biogasertrages Anwendung finden.³¹ Mit dem im Abwasser enthaltenen Phosphor könnten etwa die Hälfte der jährlichen Phosphormineralimporte eingespart werden.³² Eine Weiterentwicklung und Implementierung geeigneter **Phosphor-Rückgewinnungstechniken** aus Abwasser bzw. Klärschlamm oder Klärschlammasche, als auch von Stickstoff (Ammoniak), trägt zur Ressourcenschonung und zu einer nachhaltigen Abwasserwirtschaft bei.³³ Gleichzeitig könnten somit Nährstoffeinträge in die aufnehmenden Gewässer, also z. B. in Flüsse und ins Meer, verringert werden. Des Weiteren kann das Abwasser als Wärme- und Kältequelle verwendet werden.
- Im aktuell laufenden UBA-Projekt "**Klimaschutz- und Energieeinsparpotenziale in der Abwasserwirtschaft**"³⁴, werden unter anderen die Möglichkeiten der Einbindung von Power to X auf Kläranlagen sowie die Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen und dem Kanalnetz und direkt im Gebäude sowie die Einbindung von Kläranlagen in die kommunale Regelenergie adressiert und beschrieben. Zudem unterstützte das BMBF im Rahmen der **ERWAS-Fördermaßnahme**³⁶ 12 Verbundforschungsvorhaben (Projektlaufzeit 2014-2017) mit über 80 Partnern aus Wissenschaft und Praxis für Lösungsansätze für einen effizienteren und sparsameren Umgang mit Energie, als auch Wege für eine bessere Nutzung vorhandener Ressourcen zur Energieerzeugung in der Wasserwirtschaft.

2 Einfluss zukünftiger Entwicklungen

Im Vorfeld und während des Fachgespräches sind die folgenden zukünftigen Entwicklungen identifiziert worden:

- Neuartige **intelligente Systemlösungen** bieten das Potenzial für einen grundlegenden Umbau in Richtung einer höheren Energie- und Ressourceneffizienz sowie einer besseren Abstimmung von Angebot und Nachfrage. Dies gilt gleichermaßen für technische Systeme der Wasserver- und -entsorgung, die zugleich Synergien mit dem Themenfeld Energie aufweisen. Vor diesem Hintergrund werden vermehrt **Konzepte antizipierender und integrierter Stadt- und Infrastrukturplanung** erarbeitet und der Zu-

[heizen/13545058.html](https://www.uhrig-bau.eu/energie-aus-abwasser/). Energie aus Abwasser kann etwa 14 bis 28% des deutschen Gebäudewärmebedarfs decken: <https://www.uhrig-bau.eu/energie-aus-abwasser/>. Siehe auch das Merkblatt DWA-M 114 „Abwasserwärmenutzung“; <https://webshop.dwa.de/de/dwa-m-114-abwasserwarmenutzung-entwurf-9-2018.html>

³⁰ Wie etwa vom Ruhrverband bereits durchgesetzt: <http://ruhrverband.de/abwasser/energie-aus-abwasser/>.

³¹ GARSTENAUER, Teresa (2018): Bewertung von Verwertungspfaden für Stickstoff in Abwasserstoffströmen und Anwendung der Ergebnisse zur Beurteilung neuartiger Kläranlagenkonzepte. MASTERARBEIT zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (MSc) Masterstudium: Umweltsystemwissenschaften / Naturwissenschaften – Technologie Master's degree programme: Environmental Systems Sciences / Natural Sciences – Technology eingereicht an der Technischen Universität Graz https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/SWW/3_Unterseite_Lehre/4_Masterarbeiten/MA_Garstenauer.pdf

³² Siehe <https://www.umweltbundesamt.de/themen/energie-rohstoffe-aus-klaeranlagen>

³³ UBA (2017): Energie und Rohstoffe aus Kläranlagen; Stand 22.03.2017, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/energie-rohstoffe-aus-klaeranlagen>

³⁴ <https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/nachhaltigkeit-infrastruktursysteme/projekte/klim-aw.html#tabpanel-4>

³⁶ <https://bmbf.nawam-erwas.de/verbundprojekte>

sammenarbeit der verantwortlichen Akteure wird erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Es bestehen jedoch noch erhebliche **Umsetzungsdefizite**³⁷. Die Anlagenoptimierung zur Energieeinsparung und die Verwendung von Energieressourcen wie beispielsweise die Abwasserwärme werden zunehmend bei Aus- und Neubauten thematisiert; hier bedarf es noch weiterer Anstrengungen, vor allem bezüglich eines **gesamtheitlichen Ansatzes**, der die Bau- und Nutzungsphasen der Infrastrukturen integriert und dabei alle verwendeten Ressourcen betrachtet. Ebenso können in Wasserversorgungsnetze eingebaute Trinkwasserkraftwerke Strom produzieren und gleichzeitig zur Druckregulierung beitragen. Die Transformation zur Zukunftsstadt findet in erheblichem Ausmaß auf der Quartiersebene statt. Auf der Quartiersebene manifestieren sich die Energie- und Stoffströme, die durch die städtische Infrastruktur (z.B. Energie- und Wassernetze) und gebäudetechnische Anlagen vermittelt werden. Hier besteht eine gute Möglichkeit zur Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern, weil eine unmittelbare Betroffenheit der Akteure als Eigentümer, Mieter, Nutzer usw. besteht.³⁸

- Die gestiegenen **Ansprüche an die Abwasserreinigung** bringen einen Anstieg des Energiebedarfs mit sich, der im Fachgespräch von verschiedenen Teilnehmern zwischen 5-15% aber je nach Anlage auch mit bis zu 50% benannt wurde. Um mögliche Synergien im Bereich Energie und städtischer Wassergewinnung/Abwasser zu nutzen; gibt es Bedarf an weiterer Regelung und Rahmenbedingungen, um die Geschäftsmodelle der beiden Sektoren (Betriebswirtschaft vs. Volkswirtschaft) aneinander anzupassen und somit Pilotprojekte in der Fläche ausrollen zu können. Dies ist insofern komplex da die städtische Wasserwirtschaft nur einen sehr geringen Teil der Energienutzung ausmacht, aber die Energiegewinnung und -einsparung in der Abwasserbehandlung, auf lokaler Ebene hohe Effizienzgewinne und Kosteneinsparungen aufzeigen. „Die geförderten Projekte haben gezeigt, dass Stromeinsparungen in der Größenordnung von **10 bis 20 %** möglich sind und die Einwohner-spezifische Stromerzeugung aus Faulgas sogar im Mittel um 45 % gesteigert werden konnte, ohne dass es zu Verschlechterungen der Reinigungsleistung kam. Die Stromeinsparungen wurden vor allem im Bereich der Maschinenteknik und Prozess-Steuerung der biologischen Reinigungsstufe erzielt, aber auch durch Vernetzung und Einsatz künstlicher Intelligenz. Maßgeblich für die Effizienzsteigerung waren weniger der Einsatz völlig neuer Technologien als vielmehr die **Optimierung und innovative Kombination** bekannter und neuartiger Verfahren mit Blick auf Energieeffizienz und Ressourcenschutz“³⁹. Die Energieproduktion aus Abwasser (Klärgas) verzeichnet einen Aufwärtstrend⁴⁰ von 1-2 Prozent jährlich. In diesem Bereich kann auch die **interkommunale Zusammenarbeit** z.B. bei gemeinsamer Faulung von Klärschlamm an Zentralstandorten nebst Stromerzeugung aus dem Faulgas entscheidend sein, wie das Beispiel der EWE in Cuxhaven welches im Fachgespräch dargestellt wurde aufzeigt – auch wenn dazu keine einheitliche Meinung geäußert wurde.
- Die **Neuschaffung von alternativen (Wasser)ressourcen** (Re-Use⁴¹, vielleicht Entsalzung) könnte in Zukunft wachsen, und zusätzliche Energieanforderungen stellen. Diese Entwicklungen können auch Auswirkungen auf den Zustand der Gewässer haben, z.B. durch erweiterte Wasserentnahme aus oder reduzierten Nährstoffanteil in Oberflächengewässern, die Salzkonzentrationen in Küstengewässern, die sich aus der Wassernutzung ergeben und nicht Bestandteil des Fachgespräches sind. Gleichzeitig kann eine kleinräumige Wiedernutzung von Betriebswasser signifikant Ressourcen in zentralen Verteilnetzen einsparen.
- Energiegewinnung aus **Wasserkraft** scheint zu stagnieren mit Ausnahme von Bayern, wo sich aktuell die Energieproduktion durch Wasserkraftwerke im Aufwärtstrend befindet⁴². Zuverlässige Daten liegen für die zukünftige bundesweite Entwicklung derzeit nicht vor. Der Klimawandel wird wahrscheinlich in der näheren Zukunft zu einer Mindererzeugung aus Wasserkraft um ein bis vier Prozent und der fernen Zukunft bis zu 15 Prozent führen⁴³. Die durch frühere Begrädnungen verursachten Stauhaltungen

³⁷ BMBF (2015): Die Zukunftsstadt – CO2 neutral, energie-/ressourceneffizient, klimaangepasst und sozial. Langfassung der Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda (FINA). Erarbeitet durch die Geschäftsstelle der Nationalen Plattform Zukunftsstadt auf Grundlage der in den Arbeitskreisen benannten Forschungs- und Umsetzungserfordernisse. S.17.

³⁸ BMBF (2015): Die Zukunftsstadt – CO2 neutral, energie-/ressourceneffizient, klimaangepasst und sozial. Langfassung der Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda (FINA). Erarbeitet durch die Geschäftsstelle der Nationalen Plattform Zukunftsstadt auf Grundlage der in den Arbeitskreisen benannten Forschungs- und Umsetzungserfordernisse. S.39.

³⁹ UBA (2020): Auswertung des Förderschwerpunktes „Energieeffiziente Abwasseranlagen“ im Umweltinnovationsprogramm. TEXTE 06/2020. Projektnummer 92848 FB000244. Von Bernd Haberkern, Barbara Retamal Pucheu. iat, Darmstadt; im Auftrag des Umweltbundesamtes. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-07_texte_06-2020_energieeffiziente-abwasseranlagen.pdf

⁴⁰ <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Energie/gewinnung-verwendung-abgabe-klargas-j-073.html>

⁴¹ Siehe z.B. das BMBF-Vorhaben MultiReuse <https://www-online.de/bmbf-projekt-multi-reuse-macht-abwasser-wieder-nutzbar/>

⁴² https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wasser/daten.html

⁴³ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft#textpart-4>

bleiben weiterhin ein wichtiger Grund (Treiber) für die Zielverfehlung des ‚guten ökologischen Zustandes‘ gemäß der Wasserrahmenrichtlinie, vor allem im bayrischen Einzugsgebiet der Donau⁴⁴. Zudem werden Wasserkraftanlagen durch das bestehende Verschlechterungsverbot nicht/kaum noch bewilligt. Viele Wasserkraftanlagen werden aufgrund ihrer negativen Auswirkungen auf die Gewässerökologie⁴⁵ und der zu langsamen Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung ihrer Umweltauswirkungen kritisiert⁴⁶; der Ankauf der Wasserrechte ist aber rechtlich und finanziell kaum machbar. Ein Trend der Ausweitung der Kapazitäten der **Pumpspeicherkraftwerke** als „Batterie“ für andere erneuerbare Energien ist unklar⁴⁷ und noch kein Geschäftsmodell, könnte aber mit konventionellen Mitteln ohne Verbrauch von seltenen Rohstoffen, wie bei der Batterieproduktion, umgesetzt werden und könnte vielleicht auch als Nachnutzung des Braunkohletagebaus geeignet sein.

- Zu geringe Abflüsse (Niedrigwasser) oder zu hohe Temperaturen betreffen infolge von **Kühlwassermangel**⁴⁸ thermische Kraftwerke sowie andere Branchen. Ebenso werden auch Wasserkraftnutzung, Schiffbarkeit und Bewässerung in der Landwirtschaft durch Niedrigwasser betroffen sein, wie sich in den Sommern 2018 und 2019 bereits deutlich gezeigt hat.⁴⁹ Da insgesamt durch den Umbau des Energiesystems (Treibhausgasemissionsreduzierung, Förderung erneuerbarer Energien, Strom- und Wärmeorientierung) aber eine deutliche Reduzierung der Wasserentnahmen für die Energiegewinnung um 50-60% bis 2030 und 70-85% bis 2050 vermutet werden kann, werden diese Niedrigabflüsse von weniger einschneidender Bedeutung für die Energieproduktion sein.⁵⁰
- Der Anbau und die Verarbeitung von **Biotreibstoff**⁵¹, sowie die Umwandlung für den Transportsektor kann weiter zu einer Intensivierung der Landwirtschaft und steigender Bewässerungsnachfrage sowie auch zu weiteren stofflichen Gewässerbelastungen führen; obwohl sich die Nutzung von Biomasse zukünftig wahrscheinlich stärker auf die Vergärung von Gülle und die energetische Verwertung landwirtschaftlicher Reststoffe konzentrieren wird.⁵² Die steigende Nachfrage an **landwirtschaftlicher Bewässerung** hat verschiedene Auswirkungen auf den Gewässerhaushalt und wird wahrscheinlich auch zu höherem Energieverbrauch führen (Pumpen von Grundwasser, Wasserverteilung über Druckprozesse).

⁴⁴ COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Second River Basin Management Plans - Member State: Germany Accompanying the document REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC) Second River Basin Management Plans First Flood Risk Management Plans (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=SWD:2019:41:FIN&qid=1551205988853&from=EN>, Seiten 105 und 106; sowie Bewirtschaftungsplan für den bayerischen Anteil am Flussgebiet Donau Bewirtschaftungszeitraum 2016–2021 https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/wfd2016/documents/de1000/envvveecq/BP_Donau_BY_2016-21_inkl_Anhang_Karten.pdf, Seiten 24, 36, und 49.

⁴⁵ https://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_124_Umweltvertraeglichkeit_kleiner_Wasserkraftwerke-Zielkonflikt_Klima_und_Gewaesserschutz.pdf

⁴⁶ ARBEITSUNTERLAGE DER KOMMISSIONSDIENSTSTELLEN Zweite Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete – Mitgliedstaat: Deutschland Begleitunterlage zum BERICHT DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT über die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) und der Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG) Zweite Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete Erste Hochwasserrisikomanagementpläne. z.B. „In vielen Fällen ist der Verringerungsgrad der hydromorphologischen Belastungen zwischen 2015 und 2021 noch nicht bekannt und Indikatorenwerte wurden nicht angegeben. In Fällen, bei denen einige Informationen zu den Lückenindikatoren zur Verfügung stehen, kann eine Verringerung der hydromorphologischen Belastungen um durchschnittlich ungefähr 40 % erwartet werden.“ (<https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/Translations%20RBMPs/Germany.pdf>, Seite 164)

⁴⁷ <https://www.welt.de/wirtschaft/energie/article145126011/Absurde-Regelung-verhindert-neue-Oekostrom-Speicher.html>; auch Schmidt-Böcking, 2013 und AEE, 2015, zitiert in Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel., S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld, Seite 54.

⁴⁸ Die Veränderungen des Kühlwasserbedarfs durch die verstärkte Nutzung Erneuerbarer Energien werden in dem ReFo-Plan Vorhaben „Auswirkungen der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt – Analyse der Wasserentnahmen zur Kühlung“ (FKZ 3717 43 248 0) untersucht

⁴⁹ Die Auswirkungen von Niedrigwasser werden in dem ReFo-Plan „Niedrigwasser, Grundwasserneubildung und Dürre -Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Situation in Deutschland, der Klimaprojektionen und der bereits existierenden Maßnahmen und Strategien“ (FKZ: 3719 48 206 0) untersucht.

⁵⁰ Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel., S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld, Seite 64 und folgende, sich v.a. auf die BDI Studie (Gerbert, P.; Herhold, P.; Burchardt, J.; Schönberger, St.; Rechenmacher, F.; Kirchner, A.; Kemmler, A.; Wünsch, M.: Klimapfade für Deutschland; Hrsg.: Bundesverband der deutschen Industrie e. V. (BDI); Januar 2018) beziehend.

⁵¹ Daten zur Produktion unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Energie/gewinnung-verwendung-abgabe-klargas-j-073.html> oder https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/statistiken/43*.

⁵² Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel., S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld, Seite 79.

3 Relevanz der Schnittstellenbereiche für das Fachgespräch

Auf den vorherigen Informationen und den bisherigen Diskussionen im Nationalen Wasserdiallog aufbauend, hat das BMU gemeinsam mit dem UBA eine Abschätzung der jetzigen und der zukünftigen Relevanz der verschiedenen Bereiche innerhalb der Schnittstelle Wasser-Energie durchgeführt, um die wichtigsten Bereiche im Fachgespräch zu priorisieren.

Die dafür angewandten Kriterien sind:

- Relevanz der Beziehung, z.B. der Mengen der Wasser- und/oder Energieflüsse, die in diesem Bereich genutzt oder geschaffen werden, oder der Auswirkungen auf Gewässer (z.B. Anzahl der betroffenen Wasserkörper)
- Relevanz der Konflikte Wasser-Energie, d.h. gibt es in diesem Bereich zahlreiche oder bedeutende Konflikte zwischen Akteuren aus dem Wasser- und dem Energiesektor
- Deutschlandweite Relevanz, d.h. inwieweit ist der Bereich von Bedeutung auf der Bundesebene und sollte nicht (nur) auf lokaler/regionaler Ebene analysiert und gelöst werden
- Zukünftige Relevanz, d.h. eine Abschätzung, ob dieser Bereich in Zukunft an Wasser- oder Energieflussmenge, Konfliktivität oder geographischer Bedeutung gewinnen (steigend) oder verlieren (sinkend) wird

Bereiche	derzeit			zukünftig
	Relevanz der Beziehung	Relevanz der Konflikte Wasser-Energie	Deutschlandweite Relevanz	Zukünftige Relevanz
1. Nutzung von Energie, um Wassermanagementsysteme zu bewirtschaften				
Verteilung des Wassers	hoch	niedrig	hoch	gleichbleibend
Wasseraufbereitung	niedrig	niedrig	hoch	gleichbleibend ⁵³
Abwasserableitung und -behandlung	hoch	mittel	hoch	steigend
Neuschaffung von alternativen (Wasser)ressourcen (Entsalzung, Reuse)	niedrig	niedrig	niedrig	steigend
Pumpleistung für Speicherwasserkraftwerke	niedrig	niedrig	niedrig	nicht eindeutig
Steuerung der Wassermanagementsysteme	niedrig	niedrig	hoch	gleichbleibend
2. Nutzung von Energie bei der Verwendung von Wasser (Endnutzer)				
Erwärmen	mittel	niedrig	hoch	nicht eindeutig
Waschen, z.B. Maschinen in Industrie und Haushalt	niedrig	niedrig	niedrig	nicht eindeutig
Landwirtschaftliche Bewässerung (Verteilung)	niedrig	niedrig	mittel	steigend
Industrieprozesse	hoch	nicht eindeutig	hoch	nicht eindeutig
3. Nutzung von Wasser zur Energiegewinnung				
Entnahme und Verarbeitungsprozesse der fossilen Brennstoffe	hoch	mittel	mittel	sinkend (Kohleausstieg)

⁵³ Während des Fachgesprächs wurde angemerkt, dass der Aufbereitungsaufwand auch sinken kann, wenn eine stärkere Nutzung von Brauchwasser durchgeführt wird.

Bereiche	derzeit			zukünftig
	Relevanz der Beziehung	Relevanz der Konflikte Wasser-Energie	Deutschland-weite Relevanz	Zukünftige Relevanz
Anbau und Verarbeitung von Biotreibstoff	niedrig	mittel	niedrig	sinkend ⁵⁴
Elektrizitätsgewinnung (Wärme- kraftwerke, Wasserkraftwerke, Speicher- wasserkraftwerke, erneuerbare Ener- gien)	hoch	mittel	hoch	sinkend ⁵⁵
4. Auswirkungen der Energiegewinnung auf Gewässer				
Chemisch-physikalische Auswirkungen auf die Wasserqualität, z.B. durch Reini- gungsmittel aus Kühltürmen, Erwär- men des Wassers, Bergbau-Prozesse, landwirtschaftliche Biokraftstoffpro- duktion	mittel	mittel	hoch	sinkend ⁵⁶
Hydromorphologische Veränderungen, z.B. durch Wasserentnahmen, Beein- trächtigung der Abflüsse, Veränderung des Sedimenttransports oder Nutzung der Sedimente	hoch	hoch	hoch	sinkend ⁵⁷
5. Energiegewinnung in Wassermanagementsystemen				
Faulgas, Wärme und Kälte, Energie- speicher, Energiewandler	mittel	mittel	hoch	steigend
Nutzung des Wärmepotenzial des Grundwassers	niedrig	niedrig	hoch	nicht eindeutig

4 Herangehensweise an die Thematik im bisherigen Nationalen Wasserdiallog

4.1 Relevante strategische und operative Ziele

Vision, Mission, strategische und operative Ziele aus dem Nationalen Wasserdiallog stellen einen Rahmen für das Fachgespräch dar.

⁵⁴ UBA-Projekt FKZ 3717 43 248 0 „Auswirkung der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt – Analyse der Wasserentnahmen zur Kühlung“

⁵⁵ UBA-Projekt FKZ 3717 43 248 0 „Auswirkung der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt – Analyse der Wasserentnahmen zur Kühlung“

⁵⁶ Bormann, H.; Gramlich, E.; Müller, F.; Schröder, M.; Vodegel, S. Sievers, M. (2019): Keine Energie ohne Wasser - Zukunftsszenarien und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Wasserwirtschaft unter gravierend veränderten energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen; Abschlussbericht DBU-AZ 32804, Clausthal-Zellerfeld, Seite 76 „Der allgemeine Rückgang der Kühlwassereinleitungen von Großkraftwerken in Fließgewässer vermindert die Wahrscheinlichkeit des Erreichens einer kritischen Temperaturerhöhung, bei der mit einer Gefährdung der Gewässerlebewesen zu rechnen ist. Damit wird eine Verbesserung der ökologischen Gewässerqualität erreicht, die zukünftig ohnehin im Zuge des Klimawandels durch die Veränderung der Lufttemperaturen und zunehmender Niedrigwassersituationen stärker als bisher belastet wird und immer häufigere Kraftwerksabschaltungen zur Folge hätte. Während die Verbesserung der Wasserqualität der Flüsse durch den Rückgang der Kühlwassereinleitungen relativ zeitnah erreicht wird, ist für die Regenerierung der durch die Kohleförderung beeinträchtigten Grundwassersysteme mit deutlich längeren Zeiträumen zu rechnen.“ Siehe auch UBA-Projekt FKZ 3717 43 248 0 „Auswirkung der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt – Analyse der Wasserentnahmen zur Kühlung“

⁵⁷ UBA-Projekt FKZ 3717 43 248 0 „Auswirkung der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt – Analyse der Wasserentnahmen zur Kühlung“

Die **Vision und Mission** des Nationalen Wasserdialogs sind im Anhang 5.1 an dieses Dokument zu finden. In der Mission gibt es einen Verweis auf „... einen weiterentwickelten Systemansatz, der die Lebensraumfunktionen mit den unterschiedlichen gesellschaftlich gewünschten und erforderlichen Nutzungen unter sich dynamisch ändernden Randbedingungen so untereinander abstimmt, dass ... eine **nachhaltige Nutzung von Energie und Ressourcen gewährleistet ist...**“

Strategische Ziele stellen eine Konkretisierung der Vision / Mission (Leitbild) für die Herausforderungen in den Clustern dar. Sie haben grundlegenden Charakter, berücksichtigen einen langen Zeithorizont und werden für jedes Schwerpunktthema innerhalb eines Clusters identifiziert. **Operative Ziele** fokussieren auf die innerhalb der strategischen Ziele definierten Schwerpunkte. Durch den höheren Detaillierungsgrad sind bei den operativen Zielen der Zeitpunkt der Zielerreichung und gegebenenfalls Verantwortlichkeiten zur Erreichung der Ziele zu benennen. Auf Basis der operativen Ziele werden die konkreten Handlungserfordernisse abgeleitet.

Im Rahmen des Wasserdialogs wurden verschiedene strategische und operative Ziele erarbeitet, die für das Thema „Schnittstelle Wasser-Energie“ relevant sind (siehe Anhang 5.2).

4.2 Handlungserfordernisse

Im Rahmen des Wasserdialogs sind Vorschläge für Handlungserfordernisse durch die Teilnehmenden schriftlich oder im Rahmen der Diskussion auf dem 3. Wasserdialog eingebracht worden. Die Vorschläge, die für die Schnittstelle Wasser-Energie als relevant identifiziert wurden, sind im Anhang 5.3. gelistet und geben die individuellen Beiträge der Teilnehmenden wieder, ohne dass darüber eine Diskussion zu Konsensen oder Dissensen geführt wurde. Die Liste erhebt ebenfalls keinen Anspruch auf Vollständigkeit, um die oben genannten Ziele zu erreichen..

5 Anhang

5.1 Vision und Mission (Stand: Januar 2020)

Vision 2050

Der nachhaltige Umgang mit Wasser in Zeiten des globalen Wandels ist in Deutschland in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen zum Wohle von Mensch und Umwelt verwirklicht.

Mission

Wasser in ausreichender Menge und guter Qualität ist eine essentielle Lebensgrundlage für Mensch und Natur und für das soziale und wirtschaftliche Handeln der Menschen. Die Sicherung des Wassers in seinen verschiedenen Facetten als Ressource für die jetzige und für nachfolgende Generationen und der langfristige Schutz des Wassers als Lebensraum und als zentrales Element von Ökosystemen sind daher wichtige Aufgaben unserer Gesellschaft. Um diese Lebensgrundlage umfassend und nachhaltig zu bewahren, müssen die Gewässer integral so bewirtschaftet werden, dass der naturnahe Wasserhaushalt, die Strukturen und die Funktionsfähigkeit der Gewässer sowie ihre Regenerationsfähigkeit auch unter Berücksichtigung der Herausforderungen des Klimawandels wiederhergestellt und langfristig erhalten bleiben. Das erfordert einen weiterentwickelten Systemansatz, der die Lebensraumfunktionen mit den unterschiedlichen gesellschaftlich gewünschten und erforderlichen Nutzungen unter sich dynamisch ändernden Randbedingungen so untereinander abstimmt, dass

- die zukünftige Daseinsvorsorge für den Menschen in Stadt und Land gesichert ist und eine nachhaltige, angepasste wasserbezogene Infrastruktur zur Verfügung steht,
- das Vorsorge- und das Verursacherprinzip in allen wasserabhängigen Sektoren berücksichtigt wird,
- eine nachhaltige Nutzung von Energie und Ressourcen gewährleistet ist,
- Gewässer als Ressource der biologischen Vielfalt erhalten sind und der Naturhaushalt so gering wie möglich beeinträchtigt ist,
- Übernutzungen und Überbelastungen vermieden werden, auch unter den Bedingungen des Klimawandels und

- Risiken für Mensch und Umwelt minimiert werden.

Ein solcher Systemansatz reicht über den aktuellen Wirkungsbereich der Wasserwirtschaft hinaus und muss Akteure anderer gesellschaftlicher Handlungsfelder - einschließlich der Zivilgesellschaft - und deren Interessen und Handlungsmöglichkeiten einbeziehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Deutschland in Folge des menschlichen Eingriffs eine Kulturlandschaft darstellt und eine vollständige Wiederherstellung des natürlichen Zustandes aufgrund der historischen, aktuellen und zukünftigen Nutzungen der Gewässer nicht durchgängig möglich ist. Hierbei gilt die Beachtung des Verschlechterungsverbot sowie des Verbesserungsgebotes für alle Belange des Grundwassers- und der Oberflächengewässer.

Die Nationale Wasserstrategie adressiert die daraus resultierenden Herausforderungen an die Gesellschaft (Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft) insgesamt sowie die Wasserwirtschaft und andere betroffene Politikbereiche im Besonderen. Sie zeigt Optionen sowie Chancen für eine dauerhaft naturverträgliche, wirtschaftliche und sozial verträgliche Entwicklung auf und gibt den Rahmen für vorsorgeorientierte und verursachungsgerechte Lösungen wie auch für notwendige regulatorische und strukturelle Anpassungen technischer, institutioneller und sozialer Infrastrukturen.

5.2 Relevante strategische und operative Ziele aus dem Wasserdialog (Stand: Januar 2020)

Strategische Ziele	Operative Ziele
<p>SZ-VI.1. Nachhaltigkeit⁵⁸: Die wasserbezogenen Infrastrukturen* sind ressourcenschonend* und innovativ gestaltet. Sie sind flexibel, intelligent vernetzt* und können sich an sich ändernde Rahmenbedingungen, wie den Klimawandel, anpassen*. Sie sind darauf ausgerichtet, auch langfristig die Daseinsvorsorge* – inklusive der Siedlungshygiene - sowohl in urbanen als auch ländlichen Räumen zu sichern.</p>	<p>OZ-VI.1.1 (bis 2025): Verwaltungen und/oder Infrastrukturbetreiber verfügen über Rahmenkonzepte und langfristige Infrastrukturplanung um kontinuierlich geeignete Gelegenheiten („windows of opportunity“) zur innovativen, nachhaltigen* und sektorübergreifenden Anpassung* veralteter oder Schaffung neuer wasserbezogener Infrastrukturen* zu nutzen. Diese sollen – wo zutreffend - u.a. Folgendes berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitpunkte, wie z.B. Ausbau oder Erneuerung; • Betroffene Fachbehörden* und Akteure*; • Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele*; • Kriterien und Werkzeuge zur Bewertung von übergreifenden Synergien oder Kompromisse; • Zukünftige Entwicklungen und Szenarien; • die Erfahrung erfolgreicher Pilotprojekte in die Fläche zu tragen; • Bewertung der bestehenden Infrastruktur*; • Priorisierung von Handlungserfordernissen. <p>OZ-VI.1.2 (bis 2030): Die Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Nutzung von effizienten* und nachhaltigen* wasserbezogenen Infrastrukturen* sind durch die Gesetzgeber geschaffen. Während die Forschung die Potentiale vorantreibt, ermöglicht die Gesetzgebung deren Umsetzung durch geeignete Anreize*</p> <p>OZ-VI.1.3. (bis 2050): Effizientes* und nachhaltiges* Handeln ist in Gestaltung und Nutzung von wasserbezogenen Infrastrukturen* umgesetzt, insbesondere an den Schnittstellen zu anderen Sektoren, und bei der Eigenwasserver- und -entsorgung.</p>
<p>SZ-VI.2: Resilienz: Die wasserbezogenen Infrastrukturen* sind so gestaltet, dass Beeinträchtigungen und Ausfällen vorgebeugt und im Ereignisfall priorisierend, flexibel, sektorübergreifend, schnell und effektiv begegnet werden kann.</p>	<p>OZ-VI.2.4. (bis 2025): Handlungsleitlinien und Anreize* für vorbeugende Maßnahmen hinsichtlich der zu erwartenden Beeinträchtigungen der Wassernutzungen* sind von der Verwaltung erarbeitet/erweitert. Dieses können u.a. umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau, Umbau oder Neukonzipierung der wasserbezogenen Infrastrukturen*; • Vernetzung von Wasserversorgungssystemen, sowie von Wasserentsorgungssystemen; • Naturbasierende Lösungen im Wassermanagement, • Erreichung des guten ökologischen Zustandes der Gewässer; • Ausschöpfen der Chancen der Digitalisierung für Ressourcen- und Energieeinsparungen in der Wasserwirtschaft*; • Hinweise auf bestehende gute Praxis.
<p>SZ-VI.4: Die wasserbezogenen Infrastrukturen* leisten ihren Beitrag zur nachhaltigen* Nutzung und Bewirtschaftung* von</p>	<p>OZ-VI.4.0 (bis 2025): Eine Bestandsaufnahme zu technischen und rechtlichen Optionen und Pilotvorhaben der Kreislaufwirtschaft und der Rückgewinnung von Energie, Wasser und Wertstoffen* ist durch die Verwaltung, Betreiber und</p>

⁵⁸ Mit Sternchen markierte Begriffe sind im Glossar des Wasserdialogs (https://www.fresh-thoughts.eu/userfiles/file/2019-09-12-Uebersicht_Glossar_FINAL.pdf) erläutert

<p>Energie, Wasser und Wertstoffen*</p>	<p>Forschung für zutreffende wasserbezogene Infrastrukturen* - insbesondere für Abwassersysteme - durchgeführt.</p> <p>OZ-VI.4.1 (bis 2025): Eine rechtliche, ökonomische und technische Grundlage zur nachhaltigen* Nutzung von Rohstoffen und zur Förderung der Wiederverwendung der rückgewonnenen Energie, Wasser und Wertstoffen* ist durch Gesetzgeber, Verwaltung, Betreiber und Forschung geschaffen.</p> <p>OZ-VI.4.2 (bis 2050): Die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und die effiziente* (Rück)gewinnung von Energie, Wasser und Wertstoffen* im Sinne des Stoffstrommanagements ist durch die Betreiber in Kooperation mit der Abfall- und Energiewirtschaft umgesetzt.</p> <p>OZ-VI.4.3. (bis 2030): Die Treibhausgasemissionen der vom Menschen geschaffenen wasserbezogenen Infrastrukturen* sind von Betreibern und Verwaltung erfasst und unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen* Zielsetzung minimiert.</p> <p>OZ-VI.4.4 (bis 2030): Abwassersysteme sind mit den zukünftigen Energiesystemen gekoppelt.</p>
<p>SZ-VI.5: Die interkommunale und intersektorale Zusammenarbeit und der Wissenstransfer fördern gemeinsame Ziele und Synergien in Planung, Bau und Betrieb, Gesetzgebung und Nutzung von wasserbezogenen Infrastrukturen*, unter Einbeziehung aller relevanten Akteure*.</p>	<p>OZ-VI.5.1: Vom Gesetzgeber sind Regeln zum Daten- und Informationsaustausch über wasserbezogene* und andere vernetzte Infrastrukturen* und deren Risiken entwickelt und umgesetzt, um die Zusammenarbeit, Nachhaltigkeit*, Resilienz und Effizienz* zu fördern.</p>
<p>SZ-GN.4: Notwendige Mehrfachnutzungen von Flächen an und in Gewässern werden durch geeignete Bewirtschaftungsinstrumente koordiniert und die dafür notwendigen Flächen sind ausgewiesen und gesichert.</p>	<p>OZ-GN.4.2 (bis 2030): Umsetzung Geeignete Lösungen und Instrumente für die Mehrfachnutzung von Flächen sind identifiziert. Die Mehrfachnutzung wird dort, wo möglich, umgesetzt und kontrolliert. Die Mehrfachnutzungen sind für folgende Bereiche zu koordinieren: Gewässerentwicklung*; Gewässerbezogener Naturschutz; Trinkwassergewinnung; Lebensraum für Flora und Fauna; Landwirtschaft; Hochwasserschutz; Energieerzeugung; Gesundheit, Sport und Erholung; Denkmalschutz.</p>
<p>SZ-GN.5: Der naturnahe Zustand des qualitativen und quantitativen Wasserhaushaltes* ist erreicht und steht unter Berücksichtigung klimatischer Änderungen in Balance mit anderen Belangen des Gemeinwohls*. Dies bedeutet, dass die Wasserhaushaltskomponenten gebietsbezogen den naturnahen Landschaftsgegebenheiten* entsprechen.</p>	<p>OZ-GN.5.2 (bis 2030): Monitoring und Umsetzung Indikatoren und Programme für das Monitoring und für die Bewertung des naturnahen und funktionsfähigen Wasserhaushaltes* liegen vor und werden weiterentwickelt. Es sind Maßnahmen, Handlungsempfehlungen und Regelwerke für folgende Sektoren überprüft, weiterentwickelt, ggfs. ausgearbeitet und werden angewandt: Wasserwirtschaft; Forstwirtschaft; Landwirtschaft; Städtebau/Stadtplanung und flächenhafte Infrastrukturen; Schifffahrt; Energiewirtschaft.</p>

5.3 Gesammelte Handlungserfordernisse (Stand: Januar 2020)

Titel	Beschreibung
Sektorkopplung Wasser-Energie vorantreiben.	hier gibt es zwei Dimensionen: 1) die bestehende Kopplung in Form von Wasser zur Kühlung fossiler Kraftwerke ; dies wird bei möglicherweise sich verschärfenden längeren Trockenperioden zu einer Frage der Resilienz des Energiesystems; (nationale Ebene der Wasserwirtschaft) 2) die Einbindung der Siedlungswasserwirtschaft in die lokale Energiewende; Abwasserinfrastruktur als Wärme-Quelle und Kälte ;
Aufklärungsarbeit über komplexe Zusammenhänge (Nexus) in der Gesellschaft.	Der Wasser-Energie Nexus muss weiter thematisiert werden und Best Practices auf lokaler Ebene müssen aufgezeigt werden . Wenn wir Klimaschutz betreiben und eine Energiewende wollen, müssen wir auch auf dezentrale lokale Energieerzeugung setzen und sie nicht von vorneherein ausschließen. Öffentlich aufzeigen: Was passiert, wenn wir Wasserkraftwerke rückbauen? Wer kann die Qualitäten ersetzen: nachhaltigen lokal produzierten, netzstabilisierenden Strom? Was geschieht bzgl. Hochwasserschutz, wenn Wehre rückgebaut werden? Energiewende mitdenken und der Bevölkerung aufzeigen, dass es ohne Erneuerbare Energien keine Bewegung weg von Kohle und Atomstrom geben wird. Hier sind Forschung und eine Informationskampagne nötig. Es gibt ökologisch operierende Wasserkraft -> Best Practice aufzeigen.
Energieversorgung: Anpassung an Dürreereignisse.	<p>Verbesserung zuverlässig kalkulierbarer Transportbedingungen des Verkehrsträgers „Wasserstraße“ voranzutreiben (z. B. zur Erhöhung der Versorgungssicherheit von Kraftwerken) und im Hinblick auf einen möglichen Totalausfall der Wasserstraße (Extremfall) die Bereitstellung eines hinreichend dichten und redundanten Infrastrukturangebots, welches alternative Transportwege ermöglicht, zu verfolgen</p> <p>... dass Industriezweige mit Kühlwassernutzung u. U. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel ergreifen:</p> <p>... dass – sofern keine Alternative zur Kühlwassernutzung aus dem Gewässer besteht – je nach Abflussverhältnissen variabel einsetzbare Kühltürme zum Einsatz kommen,</p> <p>Im Vorfeld zu prüfen, wie im Falle einer erzwungenen Leistungsreduktion der Kraftwerke vorzugehen ist und zu prüfen wie trotzdem die Netzstabilität der Stromversorgung gewährleistet werden kann,</p> <p>Darüber hinaus eine Effizienzsteigerung von Wasserkraftanlagen anzustreben, damit die durch den Klimawandel wahrscheinlich bedingten zunehmenden schwankenden Abflüsse (mehr Hochwasser- und Niedrigwasserabflüsse) für die Energieerzeugung besser genutzt werden können. Ein verbesserter Wirkungsgrad kann durch die Anpassung von Turbinen erreicht werden.⁵⁹</p>
Innovative Technologien zur Energieresilienz des Sektors Wasser werden gefördert.	Bund und Länder fördern innovative Maßnahmen, die zu einer Erhöhung der Resilienz der Versorgungssicherheit mit Energie im Sektor Wasser führen. Dies umfasst auch die Forschungsförderung solcher innovativen Technologien.
Erneuerbare Energien befördern.	Klärgas , als Energieträger nicht besteuern, Innovation im Energiemix zulassen (Power to X)

⁵⁹ Kommentar der fachlichen Beratung: Der Wirkungsgrad der Turbinen ist generell bereits sehr hoch; Potenziale der Anpassung sind eher durch mehrere Turbinen an einem Standort zu nutzen, um den Wirkungsgrad auch bei variabler werdenden Abflüssen hoch halten zu können; u.U. auch Drehzalgesteuerte Turbinen. Desweiteren könnte der Ersatzneubau an Standorten oder Repowering wo es umweltverträglich machbar sein sollte neue Ansätze darstellen.

Rückgewinnung von Energie aus Abwasser befördern. Existierende **Techniken in der Fläche umsetzen**. Wärme gezielt über Abwassersysteme verteilen.⁶⁰

Verwendung nachhaltiger Ressourcen/Rohstoffen bei Bau und Betrieb von Abwasseranlagen fördern. Bau und Betrieb von **Abwasseranlagen** verbrauchen Rohstoffe in großen Mengen, die hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zum Teil höchst fragwürdig sind (z.B. Beton, einer der größten Emittenten von Klimagasen). Im Sinne eines vernetzten Handelns müssen hier neue Stoffe erprobt und eingesetzt werden. Zudem muss in einem Abwägungsprozess Nutzen und Schaden gegenübergestellt werden (Beispiel Einsatz von Aktivkohle). Energie ist nach menschlichen Maßstäben eine der nicht begrenzten Ressourcen unserer Erde. Daher müssen unsere **Systeme dort auf den effizienten Einsatz von Energie ausgerichtet werden, wo andere limitierte Rohstoffe substituiert werden können**.

Potenziale für (energie- und ressourcen-) autarke Systeme/Anlagen werden unterstützt und gefördert. Bezieht sich auf OZ-VI.1.3.⁶¹ Die Umsetzung sollte jedoch **freiwillig** erfolgen.

Die Eigenversorgung mit elektrischer Energie wird stärker unterstützt und gefördert. Bezieht sich auf OZ-VI.1.3 + OZ-VI.4.2 + OZ-VI.4.2 + SZ-VI.4 (neues operatives Ziel). Insbesondere durch einen besseren Rechtsrahmen. Die Umsetzung sollte jedoch freiwillig erfolgen.

Erneuerbare Energien befördern Klärgas, als Energieträger nicht **besteuern**, Innovation im **Energiemix** zulassen (Power to gas, Power to liquid, Power to Products)

zu OZ-VI.4.5 - Selbstverbrauch von Energie auf Kläranlagen und Energiegewinnung Klare **rechtliche Grundlagen mit Planungssicherheit** für bestehende und zukünftige Anlagen sind zu schaffen, die die Eigenproduktion von Strom auf Kläranlagen und in sonstigen Anlagen der Wasserwirtschaft fördern und rechtlich absichern.

⁶⁰ vgl. https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/nachhaltigkeit-infrastruktursysteme/projekte/inno_a2.html#tabpanel-1

⁶¹ Siehe Kapitel 4

