

**Ressourceneffizienz
in der Quartiersentwicklung**

**Handlungsfeld
Wasser**



Diesen Leitfaden erarbeiteten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) als ein Teilergebnis des Projektes „Ressourcenmanagement im Quartier im Kontext nachhaltiger Stadtentwicklung“ im Rahmen der Forschungsinitiative RES:Z.

Projektleitung

Rebekka Volk (KIT)
Elias Naber (KIT)

Autorenteam

Thomas Lützkendorf (KIT)
Kai Mörmann (KIT)

Gestaltung

Kerstin Schalling
(Lange & Schalling GbR)



Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und von der DECHEMA e. V. als Projektträger koordiniert. Die Fördermaßnahme ist Teil der „FONA-Strategie“.



Mit der Maßnahme RES:Z wurden 12 inter- und transdisziplinäre Vorhaben unter Beteiligung von über 20 Modellkommunen gefördert, in denen umsetzungsorientierte Konzepte für Wasserwirtschaft, Flächennutzung und Stoffstrommanagement als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung von Stadtquartieren erforscht, entwickelt und erprobt wurden.

DOI:

10.5445/IR/1000158361

Stand 06/2022

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren. Eine Gewähr für die Inhalte wird nicht übernommen und jede Form der Haftung ausgeschlossen.

Die Gestaltung des Leitfadens ist für das Lesen am Bildschirm optimiert.

Inhaltsübersicht

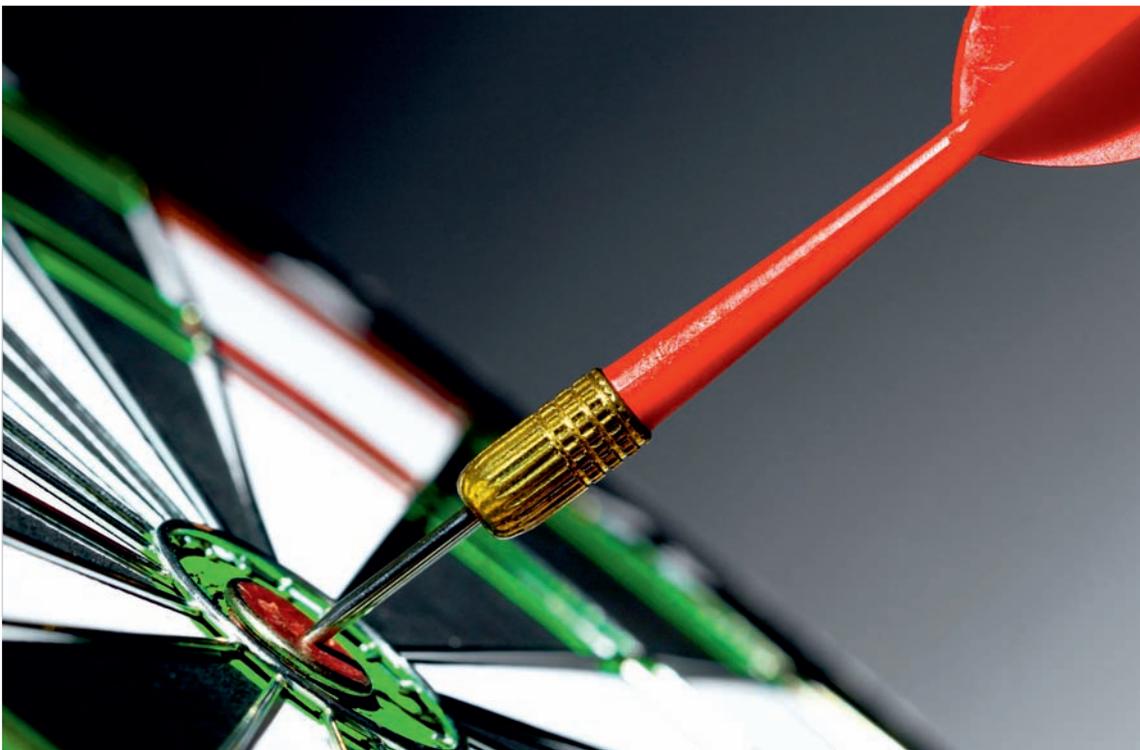
Kontext und Ziele		5
Einordnung		6
Ziele		8
Zielgruppen		9
Handlungsfeld Wasser		10
1	Handlungsfeld Wasser	12
1.1	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	12
1.2	Einordnung und Handlungsziele	15
1.2.1	Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen	16
2	Wasser aus Sicht des Ressourcenmanagements	17
3	Relevante Teilthemen im Handlungsfeld Wasser	19
3.1	Übersicht	19
3.2	Niederschlagsmengen und Wasserdargebot	21
3.3	Trinkwasserversorgung und Trinkwasserverbrauch	23
3.4	Grundwasser	24
3.5	Abwasser – Schwarz-, Grau- und Straßenwasser	26
4	Leitbild für das Handlungsfeld Wasser	28
5	Wechselwirkungen und Zusammenhänge	29
6	Hintergrundinformationen und Indikatoren	32
6.1	Übersicht	32
6.2	Hintergrundinformationen im Detail	34
6.3	Indikatoren im Detail	35
7	Kennwerte für Analyse und Zielfindung	36
7.1	Grundlagen	36
7.2	Kennwerte für den Trinkwasserverbrauch	36
7.3	Kennwerte für Leitungsverluste und Leckraten	37

8	Maßnahmen und Möglichkeiten ihrer Bewertung	38
8.1	Grundlagen	38
8.2	Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung	39
8.2.1	Reaktionen auf ein Überangebot	39
8.2.2	Verbesserung des Wasserdargebots in Phasen der Knappheit	40
8.2.3	Übersicht zu Handlungsmöglichkeiten	41
8.3	Maßnahmen im Bereich Trinkwasserbedarf, -verbrauch- und -hygiene	42
8.3.1	Einsparung von Trinkwasser	42
8.3.2	Aufrechterhaltung der Hygiene	42
8.4	Möglichkeiten für Grundwasserneubildung und -schutz	43
8.4.1	Grundwasserneubildung	43
8.4.2	Grundwasserschutz	43
8.5	Möglichkeiten im Bereich Abwasser	44
8.5.1	Maßnahmen an Kanalsystemen	44
8.5.2	Maßnahmen bei Sanitärsystemen	44
9	Akteure/Kriterien	44

Literatur und Arbeitshilfen	46
------------------------------------	-----------

Literaturverzeichnis	47
Bildnachweise	50
Anlage 1: Hinweise auf Leitfäden, Rahmenpläne und Beispiele	51
Anlage 2: Relevante Normen	55
Anlage 3: Relevante Studien	57
Anlage 4: Hinweise auf Planungswerkzeuge/Software	58

Kontext und Ziele



Einordnung

Städte befinden sich in einem permanenten Wandel und müssen an neue, derzeit bereits erkennbare künftige Herausforderungen angepasst werden. Gegenwärtig befinden sie sich als Reaktion auf Megatrends wie Klimawandel, Ressourcenverknappung, demografischer Wandel, Globalisierung und Wertewandel in der Gesellschaft (vgl. Göll 2020; Braun, Loew und Clausen 2008) in einem Transformationsprozess. Dieser Transformationsprozess in Richtung inklusiver, sicherer, widerstandsfähiger und nachhaltiger Städte wie er u. a. im Nachhaltigkeitsziel SDG 11 „*Nachhaltige Städte und Gemeinden*“ beschrieben wird, muss unter Einbeziehung der Vertreterinnen und Vertreter der Zivilgesellschaft und weiterer relevanter Akteursgruppen gesteuert und gestaltet werden. Der Beitrag von Städten zu einer nachhaltigen Entwicklung ist damit u. a. eine komplexe Managementaufgabe.

Städte werden zunehmend als Orte, Handlungsebene und Akteure identifiziert, die unverzichtbare Beiträge für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung innerhalb planetarer Grenzen und damit im Einklang mit den Zielen des Umweltschutzes leisten müssen und können.

Städte sind sowohl Wohn- als auch Produktionsstandorte, die Qualität von Gebäuden und städtebauliche Strukturen beeinflusst das soziale Zusammenleben, die Gesundheit und das Wohlbefinden sowie die Leistungsfähigkeit ihrer Bewohner. Sie sind Orte der Wertschöpfung sowie des Handels und von Dienstleistungen. Städte sind in der Folge davon auch Orte erheblicher Energie- und Stoffströme sowie unerwünschter Wirkungen auf die lokale und globale Umwelt und weisen gleichzeitig erhebliche Minderungspotenziale auf. Dies ist unabhängig davon der Fall, ob eine Analyse von Energie- und Stoffströmen, Wirkungen oder Minderungspotenzialen nach dem Produktions- bzw. Quellprinzip, dem Territorialprinzip oder dem Verursacherprinzip erfolgt (vgl. Balouktsi 2020). Städte sind zusätzlich von den Folgen des bereits einsetzenden Klimawandels betroffen und müssen durch die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit ihrer Bauten und Strukturen an diesen angepasst werden. Bereits diese wenigen Hinweise unterstreichen die Bedeutung der sich in Wechselwirkung befindlichen ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Aspekte einer nachhaltigen Stadtentwicklung.

In der Wissenschaft haben sich Städte und ihre Entwicklung zu einem eigenständigen Forschungsgebiet entwickelt – Städte werden damit zunächst zum Betrachtungsgegenstand. Sie sind gleichzeitig aber auch Handlungsebene und Handlungsfeld. Städte eignen sich insbesondere für sektorübergreifende Maßnahmen und ergänzen so sektorspezifische Aktivitäten in der Industrie oder der Energiewirtschaft. Sie haben einen großen direkten und indirekten Einfluss auf Handlungsfelder wie u. a. Gebäude und Verkehr bzw. Bedürfnisfelder wie u. a. Wohnen und Mobilität. Über die Stadtverwaltungen sind Städte relevante Akteure mit großem Gestaltungsspielraum und Einfluss. Zahlreiche kommunale Initiativen in Richtung klimaneutraler Städte zeigen, dass sie teilweise schneller und zielorientierter handeln als es z. B. über nationale Gesetzgebungsinitiativen möglich ist.

In der internationalen Agenda 2030 ist die Stadtentwicklung ein wichtiges Nachhaltigkeitsziel. Als SDG 11 steht es in enger Wechselbeziehung zu den übrigen Zielen, Themen und Indikatoren. Nicht nur deshalb steht in Deutschland die nachhaltige und integrierte Stadtentwicklung im Zentrum der Regierungspolitik.

Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung ist eine komplexe Thematik. Sie muss an den konkreten Betrachtungsgegenstand angepasst, in Planungs- und Entscheidungsabläufe integriert, hinsichtlich Aufwand und Nutzen bewertbar gestaltet und mit den individuellen und institutionellen Wertvorstellungen, Motiven, Handlungsmöglichkeiten und Handlungszielen relevanter Akteursgruppen abgeglichen werden.

Konzentrierten sich bisherige Anstrengungen häufiger auf Themen wie Verlangsamung bzw. Begrenzung des Klimawandels, Anpassung an die lokalen Folgen des Klimawandels (inkl. Wärmeinseleffekte), Energieeinsparung, Sicherung bezahlbaren Wohnraums und/oder Begrenzung der täglichen Zunahme an Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie Gestal-

tion von zukunftsfähigen Mobilitätskonzepten, wird in der derzeitigen Debatte die Palette von Themen nochmals erweitert. Nicht alle Themen sind neu, sie werden jedoch im Kontext einer nachhaltigen Stadtentwicklung stärker betont. Hierzu zählen die Einbeziehung der Zivilgesellschaft in Zielentwicklung und Umsetzungsstrategien (Partizipation), die Verbesserung der Effizienz bei der Nutzung natürlicher Ressourcen, Wasser- und Abwassermanagement, Zugang zu Grünflächen, Umgang mit Abfallaufkommen und Abfallbehandlung oder auch Qualität der Außenluft. Im Kontext der Themen *green deal* (vgl. EU-Kommission o. J.) und *circular economy* (vgl. EU-Kommission 2020) bildet sich erkennbar ein neuer Themenschwerpunkt in den Bereichen Ressourcenmanagement und Ressourceneffizienz heraus. Damit stellt sich u. a. die Frage, wie Städte mit diesem Thema umgehen sollen und können.

Mit Stadtquartieren bildet sich für Maßnahmen zur effizienten Nutzung von natürlichen Ressourcen eine wichtige Handlungsebene heraus. Da sich lokale Akteure, die unverzichtbar für die Realisierung entsprechender Maßnahmen sind, häufig im Quartier engagieren und aktiv zu einer Verbesserung der Situation beitragen möchten, liefert es einen geeigneten Rahmen für eine umsetzungsorientierte Vorgehensweise.

Im Zuge des vom BMBF geförderten Projektverbundes RES:Z „Ressourceneffiziente Stadtquartiere“¹ entstanden im Projekt namens „Ressourcenmanagement im Quartier im Kontext einer nachhaltigen Stadtentwicklung“ Grundlagen und Hilfsmittel. Diese wurden gemeinsam mit der Stadt Karlsruhe und weiteren Projektpartnern am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erarbeitet. Dazu zählen auch Grundlagen für die Erfassung, Bewertung und gezielte Beeinflussung der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen auf der Ebene von Stadtquartieren.

In einer Reihe von fünf thematischen Leitfäden werden die Grundlagen für die Beurteilung und Beeinflussung der Ressourceneffizienz sowie die Unterstützung des Ressourcenmanagements in Stadtquartieren vorgestellt und durch Hinweise auf verfügbare Literatur und Praxisbeispiele ergänzt. Diese Leitfäden behandeln die Themen

Grundlagen, Stoffe, Wasser, Fläche und Ökosystemleistungen.



¹RES:Z (Ressourceneffiziente Stadtquartiere) ist eine Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, mit der 12 inter- und transdisziplinäre Vorhaben bezüglich umsetzungsorientierter Konzepte für Wasserwirtschaft, Flächennutzung und Stoffstrommanagement unter Beteiligung von über 20 Modellkommunen gefördert werden. Darüber hinaus wird die inhaltliche Vernetzung der Vorhaben, die Kommunikation nach außen und der Transfer in die kommunale Praxis durch Querschnittsprojekte unterstützt.

Ziele

Die Schonung der natürlichen Ressourcen ist ein wesentliches Anliegen einer nachhaltigen Entwicklung im Bereich der ökologischen Dimension. Dieses Anliegen ist eng verbunden mit den zentralen Zielen Generationengerechtigkeit, Energieeinsparung, Klima- und Umweltschutz sowie der Verminderung unerwünschter Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt insbesondere im Zusammenhang mit der Gewinnung primärer Rohstoffe, der Einsparung von Kosten sowie der Reduzierung negativer externer Effekte. Die Zielsetzung der Schonung primärer Rohstoffe stellt eine Reaktion auf den Megatrend der Ressourcenverknappung dar.

Mit den Ansätzen und Prinzipien der Suffizienz, der Effizienz sowie der hauptsächlichen Nutzung erneuerbarer Energien, nachwachsender Rohstoffe und von Sekundärmaterialien existieren unterschiedliche Strategien zur Schonung natürlicher Ressourcen. Diese lassen sich auf unterschiedlichen Handlungsebenen umsetzen.

Im Kontext des Nachhaltigkeitsziels SDG 11 werden Städte zu Betrachtungsgegenstand, Handlungsebene und Akteuren einer nachhaltigen Entwicklung. Die Auseinandersetzung mit Fragen der Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen wird damit zu einem aktuellen Thema. Die bisher weit verbreitete Befassung mit dem Aufwand an „Primärenergie, nicht erneuerbar“ im Sinne einer Inanspruchnahme von fossilen Energieträgern als Teil der natürlichen Ressourcen reicht jedoch nicht aus, um alle Effekte der Inanspruchnahme von Ressourcen abzudecken.

Wichtig ist es, einerseits fossile Energieträger als eine von mehreren Kategorien primärer Rohstoffe und damit als natürliche Ressource zu interpretieren und andererseits das Spektrum relevanter Kategorien deutlich zu erweitern. Dies betrifft u. a.

- Wasser
- Fläche
- Primäre (Roh-)Stoffe
- Ökosystemleistungen/Biodiversität

Um die Komplexität der Auseinandersetzung mit dem Metabolismus kompletter Städte zu reduzieren, wird die Handlungsebene der nachhaltigen Quartiersentwicklung gewählt. Dies erleichtert die Identifikation und Einbeziehung involvierter Akteursgruppen. Der Zugang zum Thema der Erfassung, Bewertung und gezielten Beeinflussung einer Inanspruchnahme ausgewählter natürlicher Ressourcen erfolgt aus verschiedenen Perspektiven. Unterschieden werden Bewertungs- und Managementaufgabe, die ineinander übergehen.

a) Bewertungsaufgabe

Im Vordergrund der Bewertung der Ressourceneffizienz steht die Gegenüberstellung eines Nutzens und die zu dessen Generierung erforderliche bzw. erfolgte Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen. Stößt die Erfassung der Ressourceninanspruchnahme auf Datenprobleme, ist die Erfassung eines Nutzens auf Quartiersebene mit methodischen Fragen verbunden. Zusätzlich müssen die Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz, hier zur Reduzierung der Inanspruchnahme primärer Ressourcen unter Beachtung planetarer Grenzen und lokaler Verfügbarkeit, der Suffizienz (Hinterfragen des Bedarfs/gewünschten Nutzens) sowie der Nutzung erneuerbarer Energie, nachwachsender Rohstoffe und von Sekundärmaterialien, auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft im Kontext einer Nachhaltigkeitsbewertung analysiert werden.

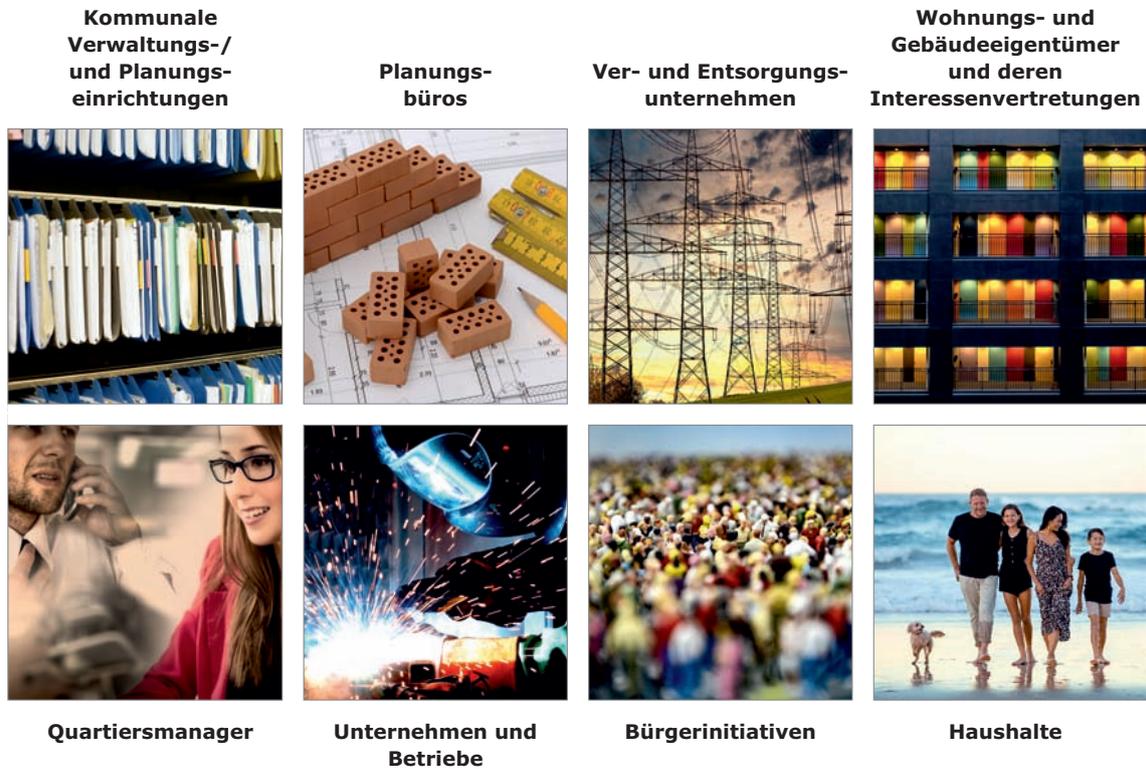
b) Managementaufgabe

Nicht bei allen Akteuren stehen Kategorien eines Nutzens im Vordergrund. Sie befassen sich unmittelbar mit der Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Ressourceninanspruchnahme, unabhängig von direkten Effizienzüberlegungen. Diese Perspektive wird hier als Managementaufgabe in die Betrachtungen aufgenommen. Teilaspekte sind die Sicherung der Rohstoffversorgung, die Erfassung und Steuerung von Stoffströmen und die entsprechende Berichterstattung.

Zielgruppen

Die Leitfäden richten sich an alle Akteursgruppen, die direkt und indirekt an einer nachhaltigen Quartiersentwicklung beteiligt sind und Einfluss auf die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen haben bzw. von der Inanspruchnahme und ihren Folgen und/oder von Maßnahmen zu ihrer Reduzierung einschließlich der Neben- und Auswirkungen betroffen sind.

Zielgruppen für den Leitfaden und damit potenzielle Anwender sind



Mit den methodischen Grundlagen werden zusätzlich angesprochen die Vertreterinnen und Vertreter der



Handlungsfeld Wasser



Mit dem Teil „**Wasser**“ werden Themen rund um diese lebensnotwendige Ressource vorgestellt. Wasser ist u. a. Lebensmittel, Grundstoff und Betriebsmittel. Auf das Leitbild einer wassersensiblen Stadt wird ebenso eingegangen wie auf geeignete Indikatoren und Handlungsmöglichkeiten. Auf Quartiersebene geht es u. a. darum, eine angemessene wasserbezogene Infrastruktur zur Verfügung zu stellen, die effizient und nachhaltig ist.

Der hier vorliegende Teil einer Reihe von Leitfäden enthält Hinweise zum Umgang mit der Ressource Wasser. Behandelt werden Themen des Wasserdargebots und der Wassernachfrage sowie des Umgangs mit Trinkwasser, Regenwasser, Grundwasser und/oder Abwasser. Es werden Zusammenhänge zu den Handlungsfeldern Stoffe, Fläche sowie Ökosystemleistungen vorgestellt und erläutert.

1 Handlungsfeld Wasser

1.1 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Wasser ist eine natürliche Ressource und trägt in vielfältiger Weise zur gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung bei. Es ist u. a. Lebensmittel, Grundstoff und Betriebsmittel. Die nach Qualität und Quantität ausreichende Versorgung von Haushalten, Industrie, Handwerk, Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen ist eine unverzichtbare Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung. Dies schließt die Abwasserentsorgung ein. Die Vereinten Nationen haben mit den Nachhaltigkeitszielen SDG 6 „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“ sowie SDG 14 „Leben unter Wasser“ Ziele formuliert, die sowohl an die Lebensqualität der Menschen adressieren als auch Bezüge zum Umweltschutz und zum Erhalt der Biodiversität aufweisen. Damit ergeben sich Zusammenhänge mit dem SDG 3 „Gesundheit und Wohlergehen“. SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“ sowie SDG 12 „Nachhaltiger Konsum und Produktion“ verweisen auf Handlungsmöglichkeiten auf Seiten der Produktion sowie der Nachfrage. Für die hier behandelte Thematik der Ressourceneffizienz in städtischen Quartieren liefert SDG 11 „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ eine Basis. Abbildung 1 hebt die für das Handlungsfeld Wasser relevanten Teilziele hervor.

Die adäquate Versorgung mit Wasser ist und bleibt eine wichtige Aufgabe, insbesondere unter den Bedingungen der lokalen Folgen des bereits einsetzenden Klimawandels. Es kann zu einer zeitlich begrenzten Wasserverknappung kommen, auf die man sich mit Maßnahmenplänen und Festlegungen zu Versorgungsprioritäten vorbereiten muss. Empfohlen wird die Analyse von Trends in den Bereichen Wasserdargebot und -nachfrage. Die Entwicklung der Nachfrage wirkt sich dabei gleichzeitig auf die Notwendigkeit angepasster Infrastrukturen aus. Dies schließt die Sanierung von Ver- und Entsorgungsleitungen ein. Wünschenswerte Maßnahmen zur Reduzierung des Wasserbedarfs wirken sich auf die Tarifstruktur und Durchspülung von Abwassernetzen aus – hier kommt es zu Zielkonflikten. Bei der Kanalsanierung im Interesse des Schutzes von Böden und Grundwasser sowie der Anpassung von Querschnitten ergeben sich Möglichkeiten einer Rückgewinnung von Wärme aus dem Abwasser. Daraus können neue Geschäfts- und Finanzierungsmodelle entstehen.

Wasser ist ein Umweltmedium von zentraler Bedeutung. Der Schutz des Oberflächen- und Grundwassers sowie die Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Wasserkreislaufes tragen zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ebenso bei wie zum Erhalt der Biodiversität. Gerade im Kontext von Baumaßnahmen müssen die Belange des Boden- und Grundwasserschutzes sowie der Erhaltung kleinräumiger natürlicher Kreisläufe beachtet werden.

Abbildung 1: Nachhaltigkeitsziele (SDGs) mit Hervorhebung von Teilzielen



Quelle: nach Darstellung der Vereinten Nationen (Peters et al. 2020)

Die lokalen Folgen eines bereits einsetzenden Klimawandels stellen die aktiv handelnden sowie direkt und indirekt betroffenen Akteure im Zusammenhang mit dem Thema Wasser vor neue Herausforderungen. Es wird empfohlen, vorliegende Daten zu Klimaprognosen für eine kleinräumige Standortanalyse mit Folgenabschätzung zu nutzen. Benötigt werden Angaben zum Trend der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Starkregenereignissen ebenso wie Prognosen zu Temperaturverläufen bei künftigen Hitzeperioden. Derartige Daten liegen u. a. für Landkreise vor (vgl. GERICS o. J.). Einerseits wird es darum gehen, mit den Folgen auftretender Starkregenereignisse angemessen umzugehen und entsprechende Vorkehrungen (u. a. durch Regenwasserrückhalt, Regenwasserspeicherung, Entsiegelung, Überflutungsschutz) zu treffen. Regenwasserrückhalt beugt Überflutungen vor und entlastet das kommunale Kanalnetz. Hier ergibt sich beim Erschließen von Entsiegelungspotenzialen ein Zielkonflikt mit der Aufgabe des Schutzes von Böden und Grundwasser vor Verunreinigung – u. a. wie bei Parkflächen. Dem kann durch Wahl und Realisierung einer geeigneten Gestaltung von Oberflächen entgegengewirkt werden. Andererseits kann und soll durch die Verdunstung von Wasser über Grünflächen sowie eine Fassaden- und Dachbegrünung ein positiver Einfluss auf das lokale Kleinklima in Hitzeperioden ausgeübt und damit zur Reduzierung innerstädtischer Wärmeinseleffekte beigetragen werden. Es ergeben sich enge Wechselwirkungen mit der Erhaltung und Ausweitung innerstädtischer Grünflächen, die gleichzeitig die Aufenthaltsqualität verbessern und Ökosystemleistungen erbringen. Dabei tritt die Frage nach der Wasserversorgung in Hitze- und Dürreperioden auf. Es wird empfohlen, den Einsatz von Grauwasser für die Wasserversorgung von Grünflächen sowie der Dach- und Fassadenbegrünung zu prüfen und entsprechende Pflanzen auszuwählen (vgl. Schmitz und Meinken 2018).

Mit dem Thema Wasser sind auch Risiken verbunden. Zur Vermeidung von Risiken für die Gesundheit gelten hohe Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers und die Anlagen der Trinkwasserversorgung – von der Gewinnung und Aufbereitung bis hin zur Abgabe. Hieraus leiten sich u. a. strenge Auflagen an Regenwassernutzungsanlagen ab. Hygienisch einwandfreies Trinkwasser bis zur Zapfstelle ist eine Voraussetzung für die unmittelbare Nutzung von Leitungswasser als Trinkwasser. Die Nutzung von ungekühltem und nicht mit CO₂ versetztem Leitungswasser als Trinkwasser kann zu einer erheblichen Umweltentlastung beitragen (vgl. Kroll, Blume und Buck 2020). Risiken für Bewohner und Sachwerte resultieren aus der Gefahr von Überflutungen in der Folge von Starkregenereignissen. Diese Gefahr muss einerseits minimiert und andererseits in Konzepten zur Abwehr oder zum Umgang mit ihren Folgen berücksichtigt werden (vgl. hierzu bspw. BMI 2018).



Deutlich wird die Komplexität des Handlungsfeldes Wasser, das die Entwicklung der Niederschläge, die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser, die Ableitung von Regenwasser, die Entsorgung und Aufbereitung von Abwasser sowie das Grundwasser und seine Neubildung umfasst. Die Thematik ist reich an Synergieeffekten und Zielkonflikten, zahlreiche Akteursgruppen sind indirekt oder direkt involviert. Hier wird auf die Handlungsempfehlungen aus dem Entwurf zur Nationalen Wasserstrategie (BMU 2021) verwiesen, soweit sie sich für eine Umsetzung auf kommunaler bzw. Quartiersebene eignen. Diese sind:

- Erarbeitung von Risikokarten für lokale Starkregenereignisse als Grundlage für ein **Starkregenrisikomanagement**
- Prüfung der **Nutzungsmöglichkeiten für aufbereitetes Abwasser** und der Möglichkeit einer **Mehrfachnutzung von Niederschlagswasser**
- Prüfung der **Möglichkeiten/Risiken einer geothermischen Nutzung** des Grundwassers
- Identifikation von potenziellen **Wassernutzungskonflikten**
- Ausbau des **Monitorings der Grundwasserentnahme**
- Entwicklung von Strategien und Versorgungshierarchien für den **Umgang mit potenzieller Wasserknappheit**
- Entwicklung von **Wasserversorgungskonzepten** für ausgewählte Gebiete
- Überprüfung der **Wassertarife für Brauch-/Trinkwasser** sowie von **Entnahmeentgelten**
- Integration von Auflagen zum **Schutz lokaler Wasserressourcen** in Bebauungspläne
- **Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung** (Bevorzugung von Versickerung und Verdunstung) inkl. Vorgaben in der kommunalen Bauleitplanung
- **Schutz des Grundwassers** vor Verunreinigungen (insbesondere bei Versickerung)
- Ausbau von Möglichkeiten des **Wasserrückhaltes in der Fläche und bei der Grundwasserneubildung**
- Weiterentwicklung und Umsetzung des Leitbildes einer „**wassersensiblen Stadt**“¹ auch auf Quartiersebene
- Strategieentwicklung zur **wasserwirtschaftlichen Anpassung an den Klimawandel**
- Verbesserung/Ausweitung der **Erhebung/Aufbereitung von Daten** zum Thema Wasser
- Orientierung der **öffentlichen Beschaffung** an Produkten, bei deren Herstellung wenig Wasser eingesetzt wird (Wasserfußabdruck) und bei deren Nutzung Wasser eingespart werden kann (blauer Engel)
- **Einbeziehung der Bevölkerung** in das Monitoring von Wasserverbrauch/-verschmutzung
- **Öffentlichkeitsarbeit und Bildungsangebote**
- **Schulungsangebote für kommunalpolitische Entscheidungsträger**

Der Entwurf der Wasserstrategie befindet sich mit Stand Sommer 2022 in einem Diskussions- und Abstimmungsprozess. Ein Kabinettsbeschluss wird für Anfang 2023 angestrebt.

¹Das Leitbild der wassersensiblen Stadt zielt darauf ab, den nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser in Städten zu stärken (Versickerung, Verdunstung, Speicherung, Umgang mit Starkregen) und Anpassungsmöglichkeiten an Trockenheit und Hitze in Städten zu erschließen (z. B. Vorrang einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in neu zu erschließenden Siedlungs- und Gewerbegebieten vor Ableitung in Kanalisationen unter besonderer Berücksichtigung von Starkregenereignissen, Hochwasservorsorge und Reduzierung der Hitzebelastung). Ebenso sollen die Aspekte Gewässerökologie und Naturerleben integriert werden. Technische Ansätze, soziale Akzeptanz und mögliche Risiken für Umwelt und Gesundheit sollen dabei weiter geklärt und Musterempfehlungen erarbeitet werden. Die unterschiedlichen Bereiche wie das kommunale Flächenmanagement, Bau- und Wasserrecht, Finanzierungs- und Haftungsfragen sowie bestehende technische Regeln sollen zusammengeführt und Anpassungsbedarfe ermittelt werden (BMU 2021, S. 68).

1.2 Einordnung und Handlungsziele

Eine gesellschaftliche Einordnung des Handlungsfeldes Wasser sowie die Ausarbeitung der Handlungsziele sind Gegenstand der Nationalen Wasserstrategie. In der INFOBOX wird auf den Entwurf des Bundesumweltministeriums (Juni 2021) verwiesen.

„Wasser in ausreichender Menge und guter Qualität ist eine essenzielle Lebensgrundlage für Mensch und Natur und für das soziale und wirtschaftliche Handeln der Menschen. Diese wertvolle Ressource ist für die jetzige und für nachfolgende Generationen zu erhalten.

Der langfristige, dauerhafte Schutz des Wassers als Lebensraum und als zentrales Element für viele Ökosysteme ist daher eine wichtige Aufgabe unserer Gesellschaft. Das gilt insbesondere vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels, weltweit knapper werdender Wasserressourcen und der zu erhaltenden CO₂-Speicherfunktion von Feuchtgebieten.

Die Gewässer müssen daher so bewirtschaftet werden, dass ihre Funktionsfähigkeit und Widerstandskraft verbessert, wiederhergestellt und langfristig gesichert werden. Das betrifft u. a. einen naturnahen Wasserhaushalt und natürlichere Strukturen. Die Auswirkungen des Klimawandels und die Erfordernisse zum Schutz der Biodiversität müssen insoweit berücksichtigt werden. Das erfordert einen vermehrt integrativen und systemischen Ansatz für die Gewässerbewirtschaftung. Dieser muss die Lebensraumfunktionen mit den unterschiedlichen für den Menschen erforderlichen oder von ihm gewünschten Nutzungen in Einklang bringen, unter sich dynamisch ändernden Rahmenbedingungen.

Mit diesem Ansatz soll erreicht werden, dass

- *die zukünftige wasserwirtschaftliche Daseinsvorsorge (Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung) für den Menschen in Stadt und Land gesichert ist, also eine nachhaltige, angepasste wasserbezogene Infrastruktur zur Verfügung steht,*
- *es u. a. über effiziente Techniken gelingt, vom Menschen verursachte Belastungen von Gewässern auf ein geringfügiges Maß zu reduzieren,*
- *das Vorsorgeprinzip und das Verursacherprinzip in allen wasserabhängigen Sektoren konsequent umgesetzt werden,*
- *eine nachhaltige Nutzung von Energie und Ressourcen gewährleistet ist,*
- *Gewässer als vielfältige Lebensräume in einem naturnahen Zustand entwickelt werden sowie erhalten bleiben und der Wasserhaushalt so gering wie möglich beeinträchtigt ist,*
- *Übernutzungen der Wasserressourcen vermieden werden, auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels und*
- *Vorsorge für Mensch und Umwelt getroffen wird, einschließlich der Vermeidung von Schäden durch Extremereignisse.“*

BMU 2021, S. 12

Deutlich wird die Bedeutung des Handlungsfeldes Wasser für eine nachhaltige Entwicklung.



1.2.1 Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen

Das Handlungsfeld Wasser weist bezüglich der rechtlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen eine erhebliche Regeldichte auf – siehe hierzu auch Tabelle 1. Die Europäische Union (EU), der Bund, die Länder sowie die Kommunen sind dabei wie folgt involviert:

EU

Wasserrahmenrichtlinie (zum Schutz der Oberflächen-, Übergangs- und Küstengewässer sowie des Grundwassers), Grundwasserrichtlinie, Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie, Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser, ggf. Industrieemissionsrichtlinie, Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Badegewässerrichtlinie

Bund

Wasserhaushaltsgesetz, Oberflächengewässerverordnung, Grundwasserverordnung, Abwasserverordnung, Abwasserabgabengesetz, ggf. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Bundeswasserstraßengesetz, Wasch- und Reinigungsmittelgesetz, Wasserverbandsgesetz, Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, Bundesnaturschutzgesetz, Bundesbodenschutzgesetz, Kreislaufwirtschaftsgesetz

Länder

Landeswassergesetze

Kommunen

Satzungen, insbesondere hinsichtlich des Anschlusses an kommunale Wasserver- und Abwasserentsorgungsanlagen, Einleitungen in Abwasseranlagen, Erhebung kostendeckender Abgaben, Entgelte für Wasserentnahmen

Tabelle 1: Rechtliche Regelungen im Bereich Wasserwirtschaft

Ebene		Regelungen				
EU	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	Kommunale Abwasserrichtlinie	Trinkwasserrichtlinie	Nitratrichtlinie	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)
	Grundwasserrichtlinie (GWRL)					
	Umweltqualitätsnormenrichtlinie (UQN-RL)	Industrieemissionsrichtlinie (IE-RL)				
National	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	WHG	Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	Düngesetz (DüngG)	WHG	WHG
	Grundwasserverordnung (GrwV)	Abwasserabgabengesetz (AbwAG)				
	Oberflächengewässerverordnung (OGewV)	Abwasserverordnung (AbwV)		Düngerverordnung (DüV)		
	Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)					
Länder	Landesrecht (Gesetze/Verordnungen, Genehmigungen, Bescheide, Überwachung)					

2 Wasser aus Sicht des Ressourcenmanagements

Wasser wird per Definition als erneuerbare Ressource bzw. Naturgut betrachtet. Es ist Teil der Umweltmedien und ein schützenswertes Gut, das sowohl für Menschen als auch für Pflanzen und Tiere unverzichtbar ist. Als Nutz- bzw. Betriebswasser findet es Einsatz in Industrie, Landwirtschaft sowie Gewerbe und dient dort u. a. als Antriebs- und Kühlmittel. In die Betrachtung der Ressource Wasser ist das Grundwasser eingeschlossen. Das Thema Wasser als Ressource wird im Zusammenhang mit Leitlinien für eine nachhaltige Nutzung in Deutschland bereits seit Jahrzehnten bearbeitet (vgl. bspw. Lehn, Steiner und Mohr 1996). Weitere Hinweise enthält die INFOBOX.

„Die Hydrosphäre (von griech. „hydor“ = Wasser und „sphaira“ = Hülle) bedeckt etwa 75 Prozent der Erdoberfläche (die gesamte Wassermenge der Erde wird auf 1,4 Milliarden Kubikkilometer geschätzt) und beeinflusst Klima und Biosphäre in grundlegender Weise. Nur ein kleiner Teil des Wassers in der Hydrosphäre (2,5 % oder 35,1 Millionen Kubikkilometer) ist Süßwasser, davon sind knapp 70 % in Eiskappen und Gletschern gebunden, 30 % im Grundwasser und nur 0,3 % sind als Oberflächengewässer vorhanden. Da Meerwasser für Trink- und Bewässerungszwecke nicht direkt verwendbar ist, stehen für die Versorgung von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft nur die Vorräte in Seen, Flüssen und (erreichbares) Grundwasser zur Verfügung. Weniger als ein Prozent des gesamten Wasserbestandes ist Teil eines Wasserkreislaufes, der Großteil bleibt in Ozeanen oder Eiskappen gebunden. Unterschieden wird der oberirdische Wasserkreislauf (Niederschlagswasser, Verdunstung) und der unterirdische Kreislauf (Grundwasserbildung).“

ÖVGW o. J.

Das durchschnittliche Wasserdargebot in Deutschland beträgt 188 Milliarden Kubikmeter. Im Jahr 2016 entnahmen öffentliche Wasserversorger für private Haushalte und kleine Gewerbebetriebe, Industrieunternehmen, Bergbau und Energieversorger sowie Landwirte insgesamt 24 Milliarden Kubikmeter. Energieversorger beziehen ihr Kühl- und Prozesswasser zu fast 90 % und Industrie sowie verarbeitendes Gewerbe zu etwa 75 % aus Flüssen, Seen und Talsperren. Trinkwasserversorger und Landwirte (Beregnung) hingegen decken ihren Bedarf von jeweils ca. 70 % aus Grund- und Quellwasser (vgl. UBA 2020a).

Bis auf wenige räumlich-zeitliche Ausnahmen herrscht in Deutschland (bisher) keine Wasserknappheit. Dennoch ergeben sich zahlreiche Managementaufgaben rund um die Wasser- und Regenwasserbewirtschaftung. Bereits Gewinnung, Aufbereitung und Transport von Trinkwasser einerseits sowie Entsorgung und Behandlung von Abwasser andererseits sind u. a. mit Energie- und Stoffströmen sowie Wirkungen auf die Umwelt und Kosten verbunden – siehe Tabelle 2 und Abbildung 2. Hohe Anforderungen an die Hygiene werden bei der Trinkwasserversorgung gestellt. So zeigt sich, dass im Handlungsfeld Wasser über die Ressourcenaspekte hinaus deutliche Bezüge zu ökonomischen, ökologischen und soziokulturellen Aspekten existieren, wie sie für eine Nachhaltigkeitsbewertung typisch sind. Weitere Zusammenhänge ergeben sich mit den Planungs- und Bewirtschaftungsprozessen.



Tabelle 2: Treibhausgasemissionen bei der Bereitstellung von Trinkwasser (TW)

Prozessschritt	Ef MW [g CO ₂ e/l]	Unsicher- heiten	Ef LW [g CO ₂ e/l]	Unsicher- heiten
Rohstoffgewinnung: Förderung + Aufbereitung	0,35	10 %	0,35	10 %
Flaschenreinigung + Abfüllung	9,57	50 %	n. r.	n. r.
Verpackung: Flaschenherstellung + Entsorgung/Recycling	142,80	22 %	n. r.	n. r.
Distribution	22,95	25 %	n. r.	n. r.
Transport nach Einkauf/Rohrleitungssystem	27,08	10 %	n. r.	n. r.
Gesamt	202,74	22 %	0,35	10 %

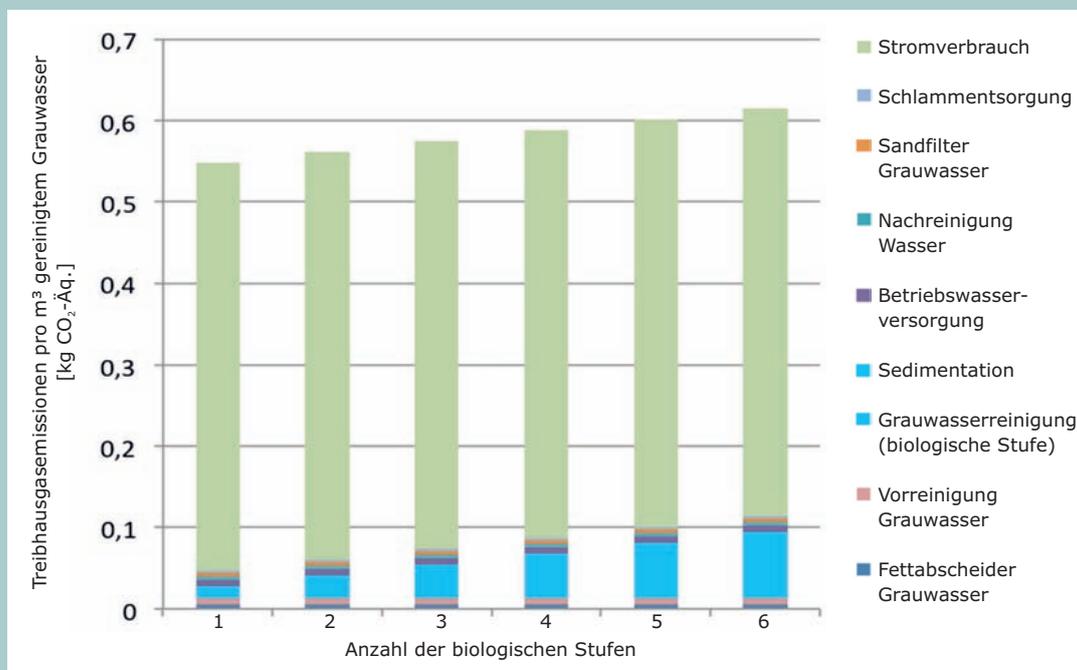
MW = Mineralwasser/LW = Leitungswasser

Der mittlere, gewichtete Gesamtemissionsfaktor von Mineralwasser **ohne Emissionen aus der Nutzungsphase und dem CO₂-Versatz** (hier stilles MW) beträgt 202,74 g CO₂e/l.

Der mittlere, gewichtete Gesamtemissionsfaktor von Trinkwasser **ohne Emissionen aus der Nutzungsphase und dem CO₂-Versatz** beträgt 0,35 g CO₂e/l.

Quelle: nach Kroll, Blume und Buck 2020, S. 10

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen für die Aufbereitung je Kubikmeter Grauwasser in Abhängigkeit von der Anzahl der biologischen Stufen



Quelle: nach ISR o. J.

Weitere Kennwerte enthält die INFOBOX.

Bei den Berliner Wasserbetrieben werden „bei der Versorgung mit Trinkwasser [...] weniger als 300 Gramm CO₂ pro Kubikmeter, bei der Entsorgung des Abwassers weniger als 400 Gramm CO₂ pro Kubikmeter verursacht.“

Berliner Wasserbetriebe 2011, S. 1

Deutlich werden die Möglichkeiten der Ressourcenschonung und Umweltentlastung durch die Nutzung erneuerbarer Energie bei der Trinkwasseraufbereitung sowie bei der Abwasserreinigung. Hinweise auf die Gesamthematik, aber auch auf die Nationale Wasserstrategie können den genannten Quellen entnommen werden.

3 Relevante Teilthemen im Handlungsfeld Wasser

3.1 Übersicht

Das Handlungsfeld Wasser lässt sich in Teilthemen gliedern, die sich inhaltlich, aber auch anhand der damit verbundenen Herausforderungen und Problemstellungen sowie hinsichtlich der jeweiligen Indikatoren und Lösungsstrategien unterscheiden. Gleichzeitig sind alle diese Teilthemen auch eng miteinander verbunden. Beispielsweise sind der Trinkwasserverbrauch und das Abwasseraufkommen der Haushalte miteinander gekoppelt. In Gebieten mit Mischsystemen erfolgt eine Ableitung von Regenwasser über das Abwassersystem. Regenwasser, das nicht abgeleitet wird, versickert im Boden oder wird zunächst zurückgehalten. Es füllt dann den Grundwasserspiegel auf oder steht für die Bewässerung von Pflanzen bzw. zur Verdunstung zur Verfügung.

Aus Sicht einer Interpretation als Ressource können im Handlungsfeld Wasser folgende Teilthemen identifiziert werden:



Auf die Menge sowie die zeitlich-räumliche Verteilung des **Regenwassers** kann kein Einfluss genommen werden. Es leistet einen Beitrag zur Grundwasserneubildung. Es kann dann als Ressource in den Bereichen der Substitution von Trinkwasser, der Bewässerung und der Verdunstung interpretiert werden, wenn es gesammelt und gezielt verwendet wird. Es ergeben sich Wechselwirkungen mit den Handlungsfeldern Fläche, Ökosystemleistungen.



Trinkwasser wird als wichtiges Lebensmittel vorwiegend aus Grund- und Quellwasser gewonnen und teilweise auch aus Oberflächenwasser (u. a. Talsperren, Flüsse) aufbereitet. Anforderungen an seine Qualität regelt die Trinkwasserverordnung. (Aufbereitetes) Trinkwasser ist eine Ressource, die durch Wasserwiederverwendung im Kreislauf geführt werden kann. Trinkwasser wird häufig mit Süßwasser gleichgesetzt.



Grundwasser ist gem. DIN 4049 als „Unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Lithosphäre zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird“ definiert. Grundwasser kann als Ressource für die Trinkwasserversorgung interpretiert werden.



Abwasser gilt (indirekt) dann als Ressource, wenn es um die Rückgewinnung darin enthaltener Stoffe (beispielsweise Phosphor und Stickstoffe) sowie von Energie geht. Abwasser kann in Form von Grauwasser zur Substitution von Trinkwasser beitragen.

Weitere Themen sind im Kontext der Ressourcenschonung:

- Kreislaufführung von (genutztem) Trinkwasser
- Bewirtschaftung von Regenwasser

Sonstige Themen im Handlungsfeld Wasser sind:

- Überflutungs- und Hochwasserschutz
- Qualität der Oberflächengewässer
- Qualität der Badegewässer

Bei einer Auseinandersetzung mit dem Handlungsfeld Wasser im weiteren Sinne ergeben sich Themen wie:

- Bereitstellung von Wasser zur Erzeugung von Verdunstungskühle
- Nutzung von Wasser für die Kühlung von Gebäuden
- Nutzung von Wasser als Wärmequelle (aus Abwasserkanälen/bei der Abwasseraufbereitung)
- Nutzung von Wasser als Wärmespeicher
- Rückgewinnung von Stoffen aus dem Abwasser
- Energieeinsparung und Klimaschutz bei der Trinkwasseraufbereitung
- Energieeinsparung und Klimaschutz bei der Abwasseraufbereitung
- Materialwahl/Bauweise für Trink- und Abwasserleitungen
- Wasserbedarf/Wasserfußabdruck in Industrie/Handwerk



3.2 Niederschlagsmengen und Wasserdargebot

Auf die Niederschlagsmengen kann kein Einfluss genommen werden. Diese Information wird den Hintergrunddaten zugeordnet, welche u. a. die Situation im Quartier charakterisieren. Daten stehen i. d. R. für Städte und Regionen zur Verfügung, wie Tabelle 3 zeigt.

Tabelle 3: Informationsquellen zu Niederschlagsmengen – Beispiel Karlsruhe

Aktuelle Niederschlagsmengen https://de.weatherspark.com/h/y/60946/2022/Historisches-Wetter-w%C3%A4hrend-des-Jahres-2022-in-Karlsruhe-Deutschland
Ausblick auf künftige Niederschlagsmengen https://powerfolder.hereon.de/dl/fiSsTKhrZdGTw1ALUyMNKRMu/gerics_klimaausblick_08215_version_1.0_deutsch.pdf (GERICS 2021)

Das Wasserdargebot bezeichnet die für eine bestimmte Zeit aus dem natürlichen Wasserkreislauf zur Verfügung stehende nutzbare Süßwassermenge (UBA o. J.). Es gibt an, welche Mengen an Grund- und Oberflächenwasser potenziell genutzt werden können (UBA 2020b).

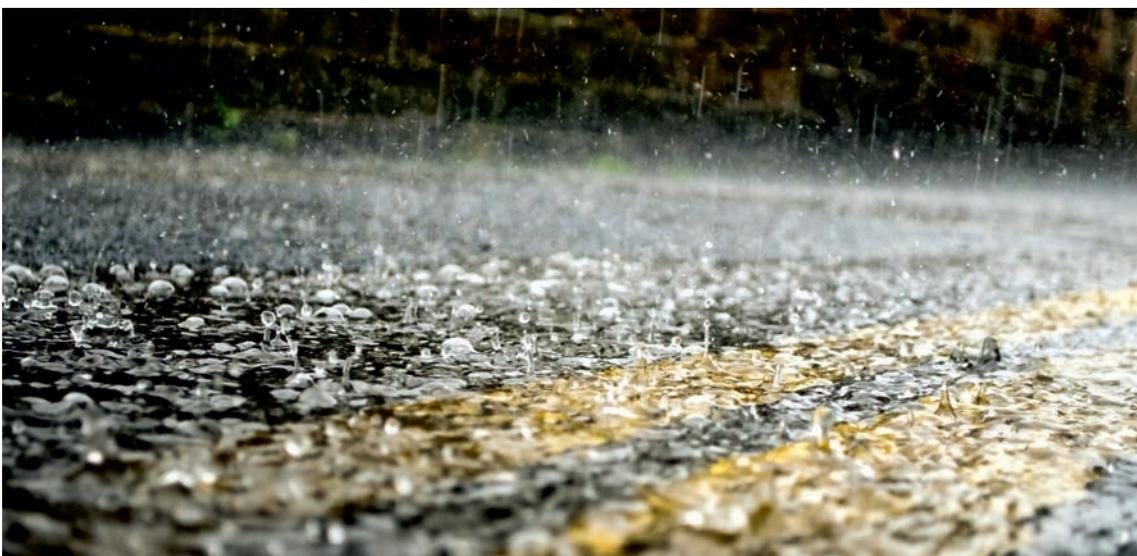
„Das Wasserdargebot wird als Durchschnitt über (in der Regel) dreißig Jahre sowie als so genannte ‚erneuerbare Wasserressource‘ für Einzeljahre auf Grundlage der Wasserbilanz (Differenz von Niederschlag und der Verdunstung von Boden und Pflanzdecke) und den Zuflüssen aus Nachbarländern berechnet.“

UBA 2020b

Die erneuerbaren Wasserressourcen schwanken dabei von Jahr zu Jahr stark um das potenzielle Dargebot. Tabelle 4 gibt Beispiele für verfügbare Informationsquellen.

Tabelle 4: Informationsquellen lokales Wasserdargebot – Beispiel Baden-Württemberg

Wasserdargebot Grundwasser https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/grundwasser
Wasserdargebot Oberflächenwasser https://www.kliwa.de/gewaesseroekologie-seen-zukunft.htm



Prognosen für künftig zu erwartende Niederschlagsmengen liegen für ausgewählte Städte und Regionen vor – siehe bspw. Tabelle 5 und Abbildung 3. Die angegebene Quelle enthält Informationen zu sämtlichen Landkreisen in Deutschland.

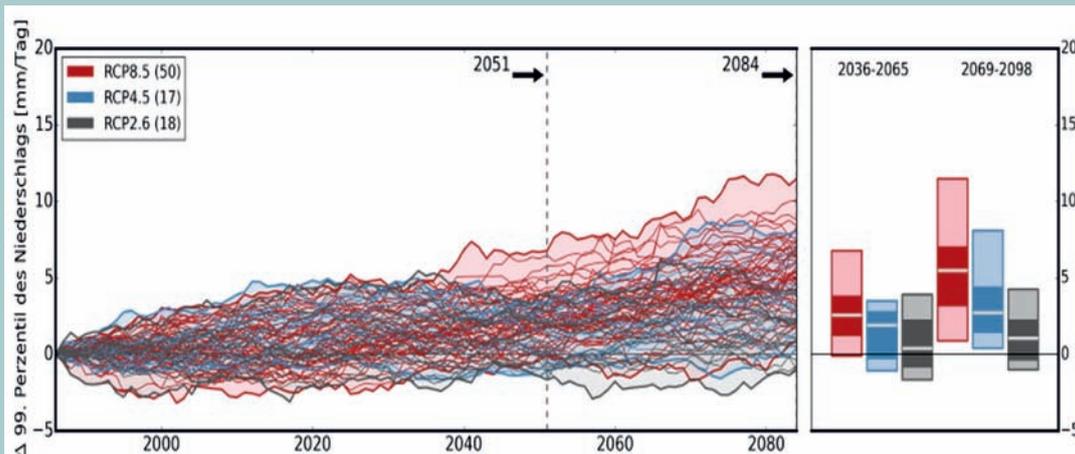
Tabelle 5: Zukunftsprojektionen für niederschlagsbasierte Kennwerte am Beispiel des Landkreises Karlsruhe

Projizierte Klimaänderung	2036–2065**			2069–2098**			
	Minimum*	Median*	Maximum*	Minimum*	Median*	Maximum*	
RCP 8.5	Niederschlag [%]	-6,5	4,5	23,9	-4,5	7,5	32,4
	Sommerniederschlag [%]	-20,5	-3,1	38,9	-45,5	-6,7	60,5
	Winterniederschlag [%]	-10,8	9,0	36,2	-2,8	18,2	53,0
	Trockentage [Tag/Jahr]	-19,2	0,6	15,4	-15,7	5,0	24,0
	Tage mit Niederschlag \geq 20 mm/Tag [Tag/Jahr]	0,0	1,0	4,1	-0,1	2,0	6,2
	95. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	0,1	1,3	3,1	0,6	2,5	4,8
	99. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	-0,1	2,6	6,8	0,9	5,5	11,5
	Klimatische Wasserbilanz [mm/Tag]	-0,17	0,06	0,63	-0,16	0,08	0,82
RCP 4.5	Niederschlag [%]	-5,0	6,3	13,2	0,4	5,8	20,3
	Sommerniederschlag [%]	-22,7	-1,0	17,8	-13,6	2,7	36,7
	Winterniederschlag [%]	-6,2	10,9	21,4	-3,4	10,5	20,0
	Trockentage [Tag/Jahr]	-6,5	-0,4	9,3	-13,2	1,3	7,0
	Tage mit Niederschlag \geq 20 mm/Tag [Tag/Jahr]	-0,5	0,9	2,2	0,3	1,0	3,4
	95. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	-0,4	1,0	2,1	0,2	1,3	2,6
	99. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	-1,1	1,9	3,5	0,4	2,7	8,1
	Klimatische Wasserbilanz [mm/Tag]	-0,13	0,04	0,32	-0,05	0,06	0,52
RCP 2.6	Niederschlag [%]	-11,6	-1,8	7,6	-8,2	2,3	12,0
	Sommerniederschlag [%]	-14,9	-5,1	10,9	-15,8	1,0	17,1
	Winterniederschlag [%]	-13,7	3,5	14,8	-14,6	-1,0	27,3
	Trockentage [Tag/Jahr]	-5,7	0,1	14,8	-9,4	0,8	17,7
	Tage mit Niederschlag \geq 20 mm/Tag [Tag/Jahr]	-0,9	0,3	1,0	-0,7	0,2	1,3
	95. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	-0,9	0,3	1,4	-0,5	0,7	1,6
	99. Perzentil des Niederschlages [mm/Tag]	-1,7	0,4	3,9	-1,0	1,1	4,3
	Klimatische Wasserbilanz [mm/Tag]	-0,30	-0,04	0,12	-0,21	-0,01	0,17

* Minimum, Median und Maximum beziehen sich auf die Gesamtheit der Simulationen
 ** relativ zur Referenzperiode 1971–2000

Quelle: nach GERICS 2021, S. 6

Abbildung 3: Änderung des 99. Perzentils des Niederschlages am Beispiel des Landkreises Karlsruhe



Die Bandbreite der jährlichen Änderungen liegt zur **Jahrhundertmitte** für RCP 8.5 zwischen -0,1 und 6,8 mm/Tag, für RCP 4.5 zwischen -1,1 und 3,5 mm/Tag und für RCP 2.6 zwischen -1,7 und 3,9 mm/Tag

Zum **Ende des Jahrhunderts** liegen die jährlichen Änderungen für RCP 8.5 zwischen 0,9 und 11,5 mm/Tag, für RCP 4.5 zwischen 0,4 und 8,1 mm/Tag und für RCP 2.6 zwischen -1,0 und 4,3 mm/Tag



Quelle: nach GERICS 2021, S. 15

3.3 Trinkwasserversorgung und Trinkwasserverbrauch

Trinkwasser ist eine überlebenswichtige und zentrale Ressource für Mensch und Wirtschaft. Es gehört zu den meistkonsumierten Nahrungsmitteln, denn etwa neun von zehn Personen in Deutschland nutzen Leitungswasser unmittelbar als Trinkwasser (wvgw 2020, S. 37). Der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser betrug in Deutschland im Jahr 2019 rund 125 Liter (Statista 2021).

Die Trinkwasserversorgung fällt als Teil der Daseinsvorsorge (vgl. Art. 28 GG) grundsätzlich in die Verantwortung der Städte und Gemeinden, die diese Pflicht selbst wahrnehmen oder Unternehmen mit der Versorgung beauftragen können.

*„Dem Grundsatz der kommunalen Daseinsvorsorge entsprechend ist es Aufgabe und Recht der Kommunen und Kreise, grundlegende, für das menschliche Dasein notwendige wirtschaftliche, soziale und kulturelle Dienstleistungen für alle Bürger*innen bereitzustellen und im Rahmen der Gesetze in kommunaler Selbstverwaltung zu regeln. Die kommunale Daseinsvorsorge im Wasserbereich meint die Versorgung der Menschen mit einwandfreiem Trinkwasser und die ordnungsgemäße Entsorgung des Abwassers. Hierzu stellt eine intakte Umwelt mit funktionierenden Ökosystemen und ihren Dienstleistungen eine Grundvoraussetzung dar, deren Sicherung sich mit zunehmender Umweltbelastung zu einer immer drängenderen Aufgabe entwickelt.“*

Nationale Wasserstrategie des BMU 2021, S. 11

Bei einer Weiterentwicklung der Lebensstile in Richtung eines sich an den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung orientierenden Verhaltens kann die Trinkwassernutzung als Lebensmittel steigen und die Nachfrage nach in Flaschen abgefülltem Mineralwasser zurückgehen. Eine Entwicklung, die Wasserversorger unterstützen (vgl. bspw. Stadtwerke Karlsruhe o. J.).

Die Wasserversorgung zeichnet sich in Deutschland im Allgemeinen aufgrund der hohen technischen Standards bei der Produktion und Verteilung des Wassers sowie des guten Zustands der Netze und Anlagen durch eine hohe Versorgungssicherheit und Qualität aus (vgl. wvgw 2020, S. 41). Beim Teilthema Trinkwasser sind u. a. die in Tabelle 6 dargestellten Aspekte von Bedeutung. In Tabelle 7 werden verfügbare Informationsquellen als Beispiel angegeben.

Tabelle 6: Relevante Aspekte beim Teilthema Trinkwasser inkl. Zuordnung der Akteure

Aspekte	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Versorgungssicherheit	Wasserversorger	Haushalte
Trinkwasserqualität		Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe Handel/Gastronomie Öffentliche Hand
Trinkwasserverbrauch	Haushalte Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe Handel/Gastronomie Öffentliche Hand	Wasserversorger Abwasserentsorger

Tabelle 7: Verfügbare Daten am Beispiel Karlsruhe

Aspekte	Informationsquellen
Versorgungssicherheit	https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/pk/wasserwerke.php#anchor_1ab9d001_Kenndaten-der-Karlsruher-Trinkwasserversorgung-2020 (vgl. Stadtwerke Karlsruhe 2021a)
Trinkwasserqualität	https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/wMedia/docs/service/infomaterial/produkte/Trinkwasser-Jahresmittelwerte-KA.pdf (vgl. Stadtwerke Karlsruhe 2021b) https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/pk/wasserqualitaet.php#anchor_9dd5e140_Trinkwasser-und-Wasserqualitaet-in-Karlsruhe (vgl. Stadtwerke Karlsruhe 2021c)
Trinkwasserverbrauch	https://www.statistik-bw.de/Intermaktiv/?/Intermaktiv/?re=gemeinde&ags=08212000&i=18305&r=0&q=0001&afk=5&fkt=besetzung&fko=mittel (vgl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021)

3.4 Grundwasser

Als Grundwasser wird Wasser unterhalb der Erdoberfläche bezeichnet, das durch die Versickerung von Niederschlägen und z. T. aus Gewässern dorthin gelangt. DIN 4049 definiert Grundwasser als „Unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Lithosphäre zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird.“ Laut Wasserhaushaltsgesetz handelt es sich um „das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht“. Grundwasser fließt innerhalb sogenannter Grundwasserleiter (auch Aquifer, lat. Wasserträger). Im Gegensatz zum „fossilen Grundwasser“, das weitgehend vom Wasserkreislauf abgeschnitten ist, sind etwa 0,1 bis 5,0 Mio. km³ des Grundwassers, das sogenannte „Umsatzwasser“, jünger als 50 Jahre (vgl. Gleeson et al. 2016). Oberflächennahe Vorkommen versorgen die örtliche Vegetation mit Wasser und fördern die Bildung von Feuchtbiotopen. Da zudem der Großteil des Trinkwassers in Deutschland aus Grundwasser (vgl. UBA 2012) stammt, ist es vor Verunreinigungen und Raubbau besonders zu schützen.

Beeinträchtigungen des lokalen Grundwassers rühren u. a. aus Nitratreinträgen aus der Landwirtschaft, Auswaschungen aus Oberflächen (Metalle, Flammschutzmittel) oder Freisetzungen durch Industrie, Verkehr oder die Bevölkerung her. Weitere Belastungen des Grundwassers resultieren aus diffusen Stoffeinträgen aus Verkehrs- und Siedlungsflächen. Derzeit sind etwa 45 % dieser Flächen in Deutschland versiegelt (BMU 2021, S. 35).

„36 % der Grundwasserkörper verfehlen aufgrund zu hoher Nitratkonzentrationen und anderer Schadstoffe gemäß Europäische Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG einen ‚guten chemischen Zustand‘. 23 % der Grundwasserkörper, die den ‚guten chemischen Zustand‘ verfehlen, zeigen steigende Trends von Schadstoffkonzentrationen.“

BMU 2021, S. 24

Veränderungen des Grundwasserspiegels wirken sich auf die Baugrundsituation und in der Folge davon auf Bauwerke aus.

Grundwasser kann künftig weitere Aufgaben erfüllen. In ausgewählten Situationen kann es als Speicher oder Quelle für erneuerbare Energie genutzt werden.

„Für eine Transformation der Wärme- und Kälteversorgung hin zu erneuerbaren Energien werden für unterirdische Speichertechniken insbesondere in urbanen Räumen Konzepte zur thermischen Bewirtschaftung des Grundwassers genutzt. Unterirdische Wärme- und Kältespeicher können dort genutzt werden, wo die Temperaturänderungen keine nennenswerten nachteiligen Auswirkungen auf andere Wassernutzungen wie z. B. die Qualität des Grundwassers als Trinkwasserressource oder das Grundwasser als Lebensraum haben. Dazu werden für das Grundwasser thermische und ökologische Qualitätsziele entwickelt.“

BMU 2021, S. 24

Beim Grundwasser sind die in Tabelle 8 vorgestellten Aspekte von Bedeutung.

Tabelle 8: Relevante Aspekte im Teilthema Grundwasser

Aspekte	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Grundwasserspiegel und seine Veränderung	Akteursgruppen mit aktiver Wasserentnahme	Haushalte Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe Handel/Gastronomie Öffentliche Hand
Dürrezustand/pflanzenverfügbares Wasser		Öffentliche Hand Haushalte Immobilienwirtschaft
Grundwasserbelastung durch Schadstoffeintrag – Stand/Trend	Haushalte, Verkehrstln. Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe Handel/Gastronomie Öffentliche Hand	Haushalte Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe Handel/Gastronomie Öffentliche Hand

Datenquellen werden am Beispiel der Stadt Karlsruhe in Tabelle 9 vorgestellt.

Tabelle 9: Datenquellen zum Thema Grundwasser

Aspekte	Informationsquellen
Grundwasserspiegel und seine Veränderung	https://geoportal.karlsruhe.de/stadtplan/index.html?webmap=35eb4b3f915a47a1b8a961ae2bf2b3a2 (vgl. Stadt Karlsruhe o. J.)
Dürrezustand/pflanzenverfügbares Wasser	https://www.ufz.de/index.php?de=37937 (vgl. UFZ 2021)
Grundwasserbelastung durch Schadstoffeintrag – Stand/Trend	http://jdkgw.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/200/ (vgl. LUBW o. J.)

I. d. R. reichen Anzahl und räumliche Zuordnung von vorhandenen Messpunkten für eine Betrachtung konkreter Quartiere nicht aus.

3.5 Abwasser – Schwarz-, Grau- und Straßenabwasser

Unter Abwasser werden alle Abflüsse aus Haushalten, Gewerbe, Industrie und Institutionen im Sinne von Schwarz- und Grauwasser verstanden, die in die Umwelt oder die öffentliche Kanalisation abgeleitet werden. (Straßen-)Abwässer aus öffentlichen Zuläufen zählen dazu.

An dieser Stelle muss auf den Unterschied von Misch- und Trennsystem verwiesen werden. Beim Mischsystem werden alle Abwässer (Schmutz- und Regenwasser) in einer gemeinsamen Leitung abgeführt. Dieses System herrscht im Süden und Westen Deutschlands und in Thüringen vor. Beim Trennsystem werden das Schmutz- und Regenwasser in separaten Kanälen abgeleitet. Dadurch lassen sich die Kapazität von Leitungen und Kläranlagen gezielter dimensionieren. Dafür sind zwei Kanalsysteme einzurichten und zu unterhalten. Die Systemauswahl beeinflusst die Kosten für die Erstellung und den Erhalt der Leitungen. Gleiches gilt für die verursachten Energie- und Stoffströme sowie die Umwelteinwirkungen.

Viele Leitungen sind sanierungsbedürftig und/oder müssen querschnittstechnisch an aktuelle und künftige Situationen angepasst werden. Bei der Leitungssanierung ergeben sich Möglichkeiten des Einbaus von Systemen zur Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser.

Aufbereitetes Abwasser stellt in Phasen großer Hitze und anhaltender Dürre eine Möglichkeit dar, Grünflächen bzw. Dach- und/oder Fassadenbegrünungen zu versorgen.

„Die hygienisch sichere und umweltgerechte Nutzung von aufbereitetem Abwasser soll zur Bewässerung in der Landwirtschaft sowie in Städten und Regionen bei anhaltender Trockenheit ermöglicht werden.“

BMU 2021, S. 24

Im erweiterten Sinne muss beim Thema Abwasser bereits auf Art und Umfang der Entstehung sowie den Grad der Verschmutzung Einfluss genommen werden. Hier ergeben sich Möglichkeiten für eine aktive Einbeziehung der Akteure im Quartier, von den Haushalten über Handel und Gewerbe bis hin zu Unternehmen.

*„Eine [...] Herausforderung besteht darin, die Schadstoffbelastung des Abwassers durch Maßnahmen bereits entlang der gesamten Wertschöpfungskette, d. h. von der Entwicklung über die Produktion und Verwendung von Stoffen und Produkten bis hin zur Vermeidung, deutlich zu verringern. Eine solche integrierte Herangehensweise im Sinne eines Multi-Barrieren-Prinzips erfordert ein verantwortliches Zusammenwirken aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette, einschließlich der Produzent*innen und Konsument*innen.“*

BMU 2021, S. 26



Beim Thema Abwasser sind die in Tabelle 10 genannten Aspekte von Bedeutung.

Tabelle 10: Relevante Aspekte im Teilthema Abwasser

Aspekte	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Zusammensetzung/ Schadstoffbelastung des Abwassers vor der Reinigung	Haushalte Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe	Abwasserentsorger
Anfall von Abwasser	Handel/Gastronomie Öffentliche Hand	Abwasserentsorger Energiegewinnung
Mittlere Temperatur des Abwassers		
Qualität der Abwasser- aufbereitung/Reinigungs- leistung/Art und Anzahl von Aufbereitungsstufen (vgl. Aerzen 2021)	Abwasserentsorger	Umwelt
(Sanierungs-)Zustand der Abwasserleitungen – öffentlicher/privater Bereich		Boden/Umwelt

Zum Thema Abwasser ist u. a. die in Tabelle 11 vorgestellte Datengrundlage verfügbar.

Tabelle 11: Beispiel für eine ausgewählte Datenquelle zum Thema Abwasser

Aspekte	Informationsquelle
Qualität der Abwasser- aufbereitung/Reinigungs- leistung/Art und Anzahl von Aufbereitungsstufen	https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/tiefbau/entwaesserung/HF_sections/rightColumn/1553511008464/1553502666620/Tiefbauamt_Broschuere_2010_1.pdf (Stadt Karlsruhe 2010)



4 Leitbild für das Handlungsfeld Wasser

Wichtig für das Handlungsfeld Wasser in der Stadt- und Quartiersentwicklung mit Bezügen zu Ressourcenmanagement und -effizienz ist das Leitbild einer „wassersensiblen Stadt“.

„Das Leitbild der „wassersensiblen Stadt“ (Schwammstadt) wird praxisnah und umsetzbar weiterentwickelt, um den nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser in Städten zu stärken (Versickerung, Verdunstung, Speicherung sowie Umgang mit Starkregen) und Anpassungsmöglichkeiten an Trockenheit und Hitze in Städten zu erschließen (z. B. Vorrang einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in neu zu erschließenden Siedlungs- und Gewerbegebieten vor Ableitung in Kanalisationen, unter besonderer Berücksichtigung von Starkregenereignissen, Hochwasservorsorge, Reduzierung der Hitzebelastung).

Ebenso sollen die Aspekte Gewässerökologie und Naturerleben integriert werden. Technische Ansätze, soziale Akzeptanz und mögliche Risiken für Umwelt und Gesundheit sollen dabei weiter geklärt und Musterempfehlungen erarbeitet werden. Die unterschiedlichen Bereiche, wie das kommunale Flächenmanagement, Bau- und Wasserrecht, Finanzierung- und Haftungsfragen sowie bestehende technischen Regeln, sollen zusammengeführt und Anpassungsbedarfe identifiziert werden.“

BMU 2021, S. 68

Möglichkeiten für die Festlegung von Anforderungen und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtgestaltung in der Bauleitplanung werden in Tabelle 12 vorgestellt.

Tabelle 12: Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan (Leitfaden der Stadt Köln)

§ 9 (1) Nr. 1, 2 und 3 BauGB	Verringerung baulicher Dichte (Maß der baulichen Dichte, Bauweise, überbaubare Flächen)
§ 9 (1) Nr. 10 BauGB	Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind
§ 9 (1) Nr. 14 BauGB	Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser
§ 9 (1) Nr. 15 BauGB	Öffentliche und private Grünflächen
§ 9 (1) Nr. 16 BauGB	Wasserflächen sowie Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und die Regelung des Wasserabflusses
§ 9 (1) Nr. 20 BauGB	Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
§ 9 (1) Nr. 21 BauGB	Flächen mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers oder eines beschränkten Personenkreises zu belastenden Flächen (z. B. Notwasserwege)
§ 9 (1) Nr. 24 BauGB	Schutzflächen, die von Bebauung freizuhalten sind und deren Nutzung, Flächen für besondere Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
§ 9 (1) Nr. 25 BauGB	Flächen zum Anpflanzen oder Pflanzbindungen für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern, sonst. Bepflanzungen und Gewässern
§ 9 (3) BauGB	Höhenlage (z. B. Erdgeschossbodenhöhe und Straßenoberkante)
§ 9 (5) Nr. 1 BauGB	Flächen, deren Bebauung besondere Maßnahmen gegen äußere Einwirkungen oder gegen Naturgewalten erfordern
§ 9 (1) Nr. 20 BauGB	Textliche Festsetzungen zur Wasserdurchlässigkeit

Quelle: nach StEB Köln 2018, S. 61

5 Wechselwirkungen und Zusammenhänge

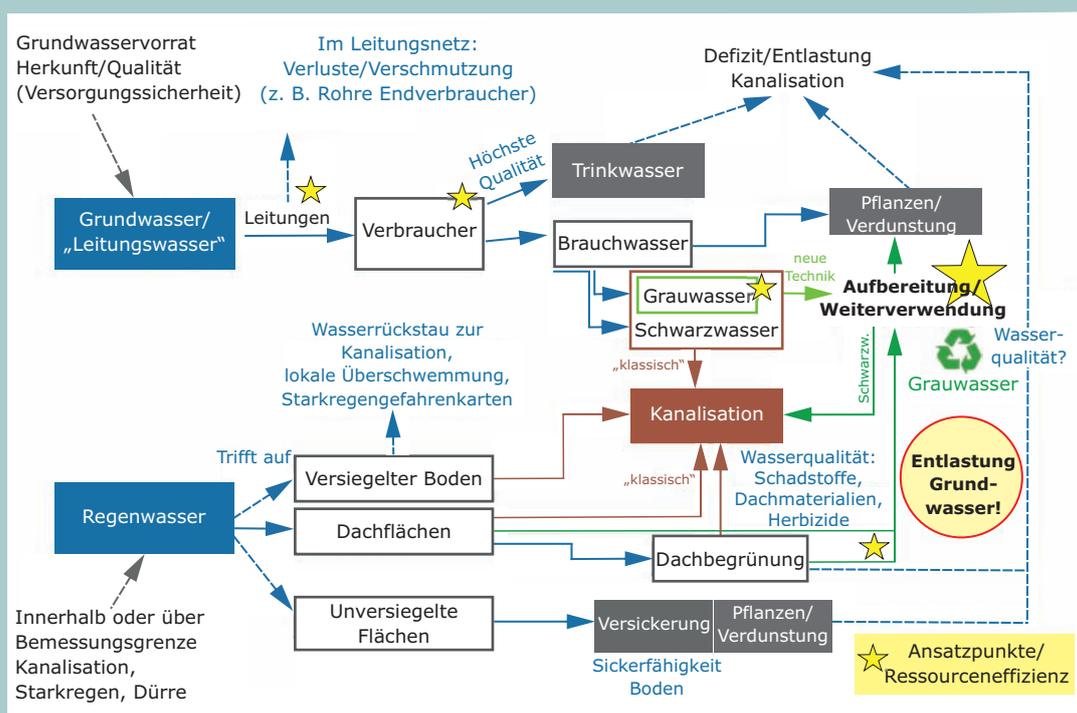
Bereits zwischen den Teilthemen Niederschlag, Trinkwasser, Grundwasser und Abwasser, die das Handlungsfeld Wasser einschließt, existieren Zusammenhänge und Wechselwirkungen. Neben der Erfüllung von Aufgaben im Bereich der Ver- und Entsorgung im Interesse von Gesellschaft und Wirtschaft besteht auch im Zusammenhang mit der Aufgabe eines schonenden Umgangs mit der Ressource Wasser das Ziel der Erhaltung bzw. Wiederherstellung der natürlichen Wasserkreisläufe sowie der Reduzierung unerwünschter Einflüsse auf den Wasserhaushalt.

„Der Wasserhaushalt umfasst Niederschlag, Verdunstung, Speicherung und Abfluss. Der Bodenzustand und die Grundwasserneubildung spielen dabei eine wichtige Rolle. Der Wasserhaushalt in naturnaher Ausprägung versorgt die Böden, Feuchtgebiete und Gewässer auch in länger anhaltenden Trockenperioden mit Wasser. Er wird durch die Landnutzung und die Nutzung der Wasserressourcen, z. B. durch Wasserentnahmen, Gewässerausbau oder durch Hochwasserschutzmaßnahmen wie Deiche sowie durch die Entwässerung von mineralischen Böden und Mooren (z. B. durch Drainagen oder Entwässerungsgräben) stark beeinflusst und verändert. Zusätzlich wirkt sich der Klimawandel auf den Wasserhaushalt aus und führt zu Veränderungen von Niederschlag, Verdunstung, Speicherung und Abfluss. Die Ausprägung der Klimawandelfolgen ist regional sehr unterschiedlich, z. B. hinsichtlich des Grundwasserdargebots. Von dauerhaft sinkenden Grundwasserständen sind insbesondere Regionen betroffen, in denen eine (saisonal) geringe und ggf. durch den Klimawandel weiter zurückgehende Grundwasserneubildung mit einem steigenden Wasserbedarf und einem insgesamt vergleichsweise kleinen Grundwasservorkommen einhergeht.“

BMU 2021, S. 30

Aspekte der Wasserkreisläufe sowie des Wasserhaushaltes werden in Abbildung 4 dargestellt und Ansatzpunkte zur Einflussnahme auf die Ressourceneffizienz identifiziert.

Abbildung 4: Schematische Darstellung des Wasserkreislaufes



Quelle: KIT, Denise Böhnke 2021

Im komplexen Handlungsfeld Wasser treten einerseits bereits existierende aber auch potenzielle Synergieeffekte und andererseits Ziel- bzw. Nutzungskonflikte auf.

„Flächenbedarfe für die Grundwasserneubildung, den Wasserrückhalt und Hochwasserschutz, für die Gewässerentwicklung und für die Trinkwassergewinnung bieten oftmals ein hohes Synergiepotenzial mit dem Naturschutz sowie für Freizeit und Erholung und konkurrieren gleichzeitig z. T. mit den Bedarfen anderer Nutzungen wie Landwirtschaft, Siedlung, Energie, Industrie und Verkehr.“

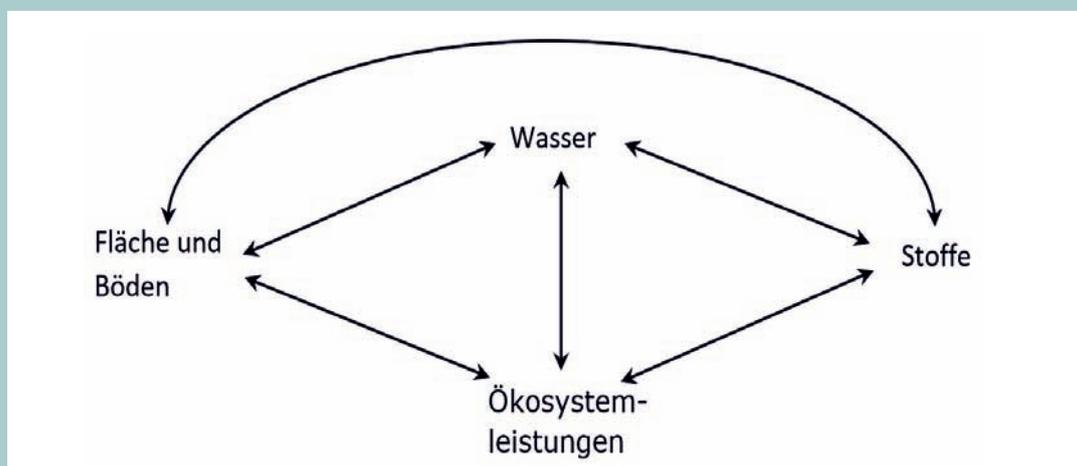
BMU 2021, S. 30

Im städtischen Quartier sind die Themenfelder Wasser, Flächenmanagement und Stoffströme eng miteinander verbunden. Oft bestehen Synergien oder Zielkonflikte zwischen Problemen, Lösungsansätzen und Maßnahmen.

Beispielsweise werden Grünflächen benötigt, um Regenwasser zwischenzuspeichern und dessen Verdunstung zu ermöglichen, was die Gefahr von Schäden durch Starkregenereignisse verringert und dem Hitzeinseleffekt entgegenwirkt. Dabei treten Grünflächen aber auch in Konkurrenz zu anderen möglichen Nutzungen, wie z. B. als Parkplätze oder als Abstellfläche für Abfallbehälter. Diese wiederum sind im Themenfeld Stoffströme relevant.

Auch bei Baumaßnahmen zur (Teil-)Entsiegelung von Flächen entstehen Stoffströme an Bau- und Rückbaumaterialien. Insofern gilt es bei der Betrachtung von Maßnahmen, die das Handlungsfeld Wasser betreffen, auch mögliche Wechselwirkungen zu anderen Handlungsfeldern zu berücksichtigen. Entsprechende Hinweise können der Abbildung 5 entnommen werden.

Abbildung 5: Zusammenhänge zwischen Handlungsfeldern



Quelle: KIT, Thomas Lützkendorf 2021

Sich ergebende Zusammenhänge können wie folgt beschrieben werden:

Fläche – Wasser

Für den Rückhalt von Regenwasser sowie für die Errichtung von Anlagen zur Aufbereitung von Trinkwasser und Behandlung von Abwasser werden u. a. geeignete Flächen benötigt. Möglichkeiten der Versickerung von Regenwasser sowie der jeweilige Grundwasserspiegel werden durch die Baugrundverhältnisse beeinflusst. Der Boden hat eine Filterwirkung und kann zur Qualität des Grundwassers beitragen. Eine Versiegelung von Flächen vergrößert das Risiko von Hochwasser.

Wasser – Stoffe

Für die Errichtung, den Erhalt und Betrieb von Anlagen zur Trinkwasserversorgung und zur Abwasseraufbereitung werden (Bau-)Stoffe eingesetzt. Wasser wird i. d. R. bei der Herstellung von Stoffen und Gütern eingesetzt. Stoffe – hier im Sinne von Schadstoffen – können das Oberflächen- und Grundwasser verunreinigen.

Wasser – Ökosystemleistungen

Wasser bzw. Wasseroberflächen können Ökosystemleistungen zur Verfügung stellen (z. B. Verdunstungskühle) und insbesondere das lokale Kleinklima beeinflussen. Eine Über- oder Unterversorgung mit Wasser kann sich hingegen negativ auswirken (u. a. Wachstumsstörung bei Trockenheit mit negativen Folgen für Dachbegrünungen oder öffentliches Grün).

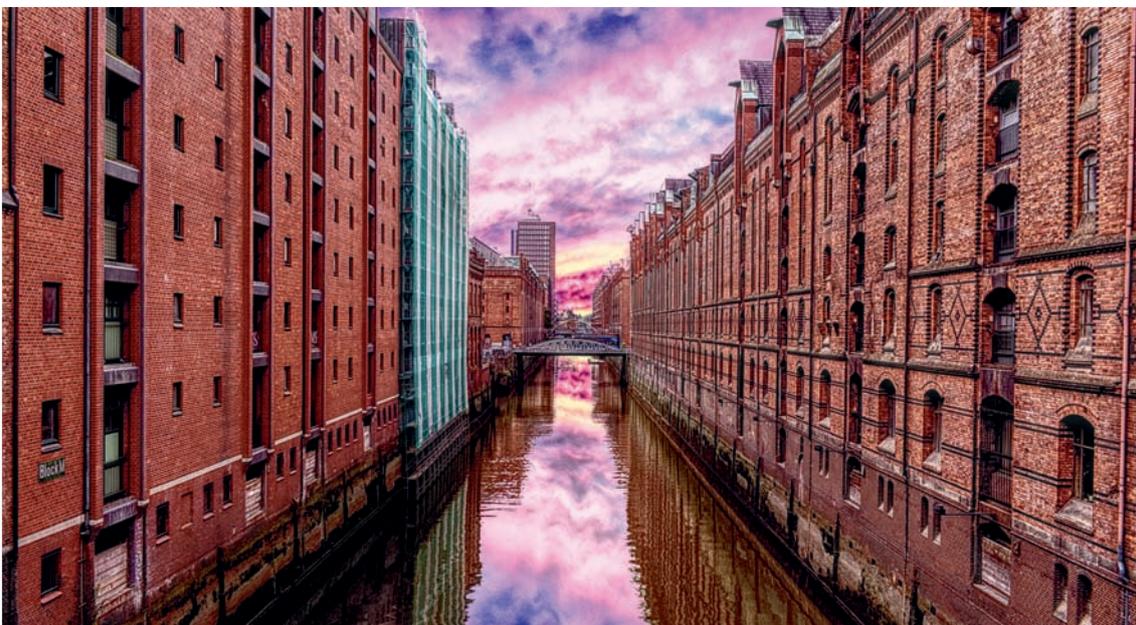
Das Handlungsfeld Wasser in der Stadt- und Quartiersentwicklung weist sowohl Synergieeffekte (Tabelle 13) als auch Zielkonflikte (Tabelle 14) auf.

Tabelle 13: Synergieeffekte im Handlungsfeld Wasser

Thema		Thema
Grundwasserschutz	⊕	Bodenschutz
Freiflächen für Regenrückhalt	⊕	Grünflächen für Erholung/Gestaltung
Freiflächen für Regenrückhalt	⊕	Biotopgestaltung
Verdunstungskühlung	⊕	Energie- und Aufwandsersparnis bei geringerem Abwasseraufkommen

Tabelle 14: Zielkonflikte im Handlungsfeld Wasser

Thema		Thema
Erdwärmennutzung	⊖	Trinkwassergewinnung
Entsiegelung – andere Nutzung	⊖	Grundwasser-/Bodenschutz
Trinkwassereinsparung	⊖	Stabilität der Tarife
Trinkwassereinsparung	⊖	Hygienesituation in Abwasserkanälen



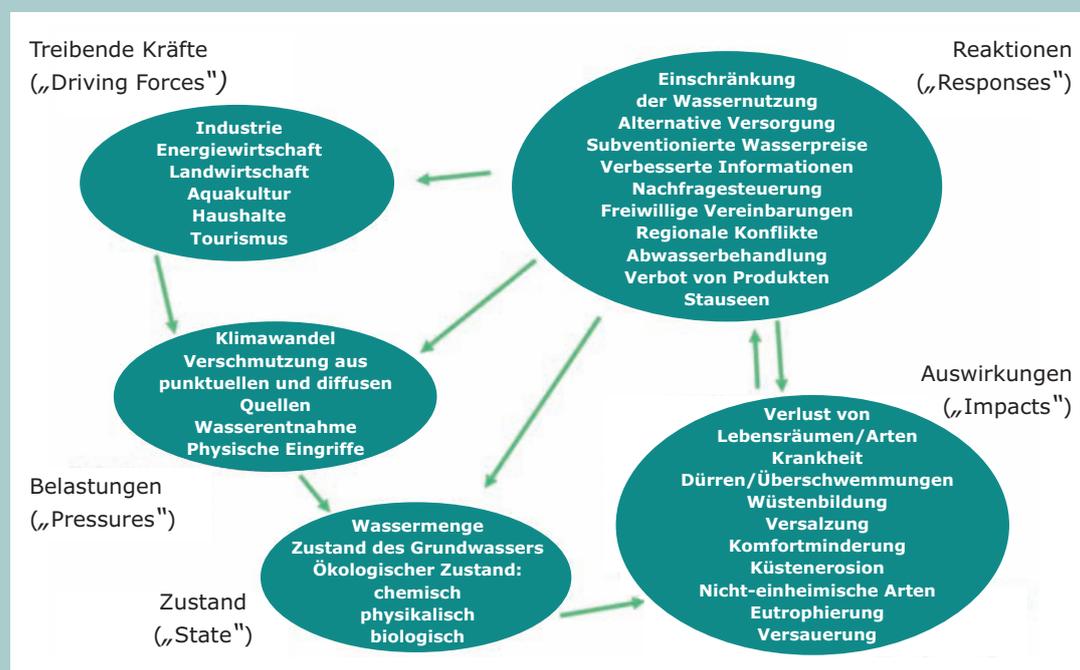
6 Hintergrundinformationen und Indikatoren

6.1 Übersicht

Grundlage einer effizienten Nutzung der Ressource Wasser sind einerseits die Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher Wasserkreisläufe und ihrer Funktionen/Ökosystemleistungen sowie andererseits die quantitative und qualitative Bedarfsdeckung.

Je nach Charakter des städtischen Quartiers als Betrachtungsgegenstand, der auf der Basis von Hintergrundinformationen zu erfassen und darzustellen ist, wird der Bedarf an Wasser durch Stand und Entwicklung bei der Anzahl und Zusammensetzung von Haushalten, durch Stand und Trend bei Industrie, Handwerk, Handel, Gewerbe und Gastronomie sowie den Bedarf der öffentlichen Hand in Einrichtungen und auf Flächen beeinflusst. In Abbildung 6 werden die individuelle und institutionelle Wassernachfrage als „driving force“ dargestellt.

Abbildung 6: Universeller DPSIR-Rahmen für Wasser



Quelle: nach EEA 2003, S. 10

Die direkten Folgen („pressures“) individueller und institutioneller Aktivitäten im Kontext mit der Wassernutzung führen zur Entnahme sowie ggf. zur Wasserverknappung und Wasserverschmutzung. Dies beeinflusst u. a. den Stand und Trend des Grundwasserspiegels, die Grundwasserqualität, die Versorgungssicherheit sowie die Trinkwasserbelastung („state“). Weitere Einflüsse resultieren aus dem Grad der Bodenversiegelung. Die Entwicklung des Anfalls an Regenwasser wird als externer Faktor betrachtet und den Hintergrundinformationen zugeordnet. Ein (zu) hoher Versiegelungsgrad mindert die Wasserableitung nach Starkregenereignissen und erhöht das Hochwasserrisiko („impacts“). Weitere direkte und indirekte Wirkungen („impacts“) sind eine Wasserverknappung mit Folgen u. a. für Industrie, Gewerbe, Flora und Fauna in Außenanlagen, auf Preise bzw. Kosten und auf das lokale Kleinklima. Diese komplexe Thematik zeigt, dass auch (zu) geringe Regen- und Abwassermengen zu Problemen führen und Konsequenzen für die Durchspülung von Regen- und/oder Abwasserleitungen sowie Auswirkungen auf Preise/Kosten haben können.

Die Erhebung von Hintergrundinformationen ist Grundlage für die Beschreibung des Untersuchungsgebietes. Als Informationen gelten Merkmale und Zustände sowie bisherige Entwicklungstrends, die nicht direkt und unmittelbar im Quartier beeinflusst werden können.

Hierzu zählen u. a. Stand und Trend

- der Bevölkerungsentwicklung,
- der Entwicklung in Industrie, Handwerk, Handel und Gewerbe,
- bei Einrichtungen der öffentlichen Hand,
- der Niederschläge bzw. der lokalen Wasserknappheit sowie
- der lokalen Auswirkungen des Klimawandels.

Zur Einschätzung der Situation ist es sinnvoll, Indikatoren aus den übrigen Handlungsfeldern heranzuziehen. Dies sind u. a.

- aus dem Bereich Fläche der Versiegelungsgrad,
- aus dem Bereich Ökosysteme der Wasserbedarf des öffentlichen/privaten Grüns und
- aus dem Bereich Stoffe die Stoffeinträge in Oberflächen- und Grundwasser.

Die Erfassung und Beurteilung des aktuellen Zustandes, inkl. bisheriger Trends, und seiner Auswirkungen ist Basis für die Identifikation eines Handlungsbedarfes sowie die Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen für ein Erreichen definierter Zustände. Beispiele sind:

- Verbrauch an Trinkwasser bei Endverbrauchern und durch Leitungsverluste
- Belastung des Trinkwassers mit Legionellen und Schadstoffen
- Grundwasserspiegel
- Belastung des Grundwassers

Bereits der aktuelle Zustand bzw. der bisherige Trend in ausgewählten Themenbereichen entfaltet unmittelbare Wirkungen. Beispiele werden in Tabelle 15 vorgestellt.

Tabelle 15: Ausgewählte Beispiele für Auswirkungen von Entwicklungen

Stand/ Trend hat Auswirkungen			
	technisch	ökologisch	ökonomisch	sozial
Veränderung von Angebot und Nachfrage bei Trink- und Abwasser-aufkommen	Anpassungsbedarf bei Querschnitten	Auswirkungen auf Ökosystem durch Wasserknappheiten	Auswirkungen auf Preise und Tarifstruktur	Hygieneprobleme in Abwasser-netzen ¹
Außen-/Boden-temperaturen	Betrieb von Wärmepumpen			Hygieneprobleme in Trinkwasserleitungen ²
Veränderungen im Grundwasserspiegel	Auswirkungen auf Stand-sicherheit von Gebäuden	Versorgung von Pflanzen (insbesondere flachwurzelnde)	Wertverlust bei Gebäuden	Ggf. Kostensteigerung, wenn neue Vorkommen erschlossen werden müssen

¹ bei reduzierten Abwassermengen, ² bei steigenden Wassertemperaturen



6.2 Hintergrundinformationen im Detail

Es wird die Erfassung und Darstellung der folgenden Hintergrundinformationen vorgeschlagen – siehe Tabellen 16 bis 19. Ein Teil derartiger Hintergrundinformationen eignet sich zusätzlich als Bezugsgröße.

Tabelle 16: Analyse des Wasserangebotes (i. d. R. verfügbar ab Handlungsebene Stadt)

Hintergrundinformationen
Stand/Trend lokaler Niederschläge
Stand/Trend lokaler Wasserknappheit/Dürre

Tabelle 17: Analyse der Nachfrager

Hintergrundinformationen
Stand/Trend der Bevölkerungszahl/Haushalte
Stand/Trend im Bereich Industrie und Handwerk
Stand/Trend im Bereich Handel und Gastronomie
Stand/Trend im Bereich öffentlicher Einrichtungen

Tabelle 18: Analyse von Rahmenbedingungen

Hintergrundinformationen
Stand/Trend der Außentemperaturen
Stand/Trend der Bodentemperaturen
Stand/Trend bei sonstigen Folgen des Klimawandels

Tabelle 19: Übernahme von Informationen aus anderen Handlungsfeldern

Hintergrundinformationen
Stand/Trend des Versiegelungsgrades
Stand/Trend des öffentlichen/privaten Grüns
Stoffeinträge in Oberflächen- und Grundwasser



6.3 Mögliche Indikatoren im Detail

Nachstehend werden mit den Tabellen 20 bis 24 mögliche Indikatoren vorgestellt.

Tabelle 20: Analyse des Trinkwasserverbrauchs

Indikatoren
Stand/Trend des Verbrauches der Haushalte
Stand/Trend des Verbrauches der öffentlichen Hand
Stand/Trend des Verbrauches – Industrie/Gewerbe
Stand/Trend des Verbrauches – Handel/Gastronomie
Stand/Trend der Leitungsverluste

Tabelle 21: Analyse der Trinkwasserqualität

Indikatoren
Stand/Trend der Schadstoffbelastung
Anzahl gemeldeter Fälle einer Legionellenbelastung

Tabelle 22: Analyse von Regenwasseraufkommen und Regenwasserbewirtschaftung

Indikatoren
Stand/Trend des Verbrauches der Niederschläge
Anzahl und Stärke von Überflutungen
Anzahl und Art von Regenwassernutzungsanlagen
Durch Regenwasser substituiertes Trinkwasser
Anzahl und Art von Systemen zum Wasserrückhalt

Tabelle 23: Analyse der Grundwassersituation

Indikatoren
Stand/Trend des Grundwasserspiegels
Stand/Trend der Schadstoffbelastung

Tabelle 24: Analyse der Abwassersituation

Indikatoren
Verfügbare Querschnitte im Kanalnetz/Reserven
Anzahl und Art lokaler Klärmöglichkeiten

Ein Teil der für die Indikatoren zu erhebenden Daten eignet sich als Frühwarnindikator, beispielsweise die Trends bzw. Prognosen der Niederschläge. Es ist zu prüfen, ob die jeweils benötigten Daten bereits erhoben werden und in Zeitreihen vorliegen.

Bei neuen, zusätzlichen Indikatoren ist zwischen „theoretisch wünschenswert“ und „praktisch machbar“ im Hinblick auf die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der Indikatoren sowie deren Erhebungsaufwand zu unterscheiden.

7 Kennwerte für Analyse und Zielfindung

7.1 Grundlagen

Kennwerte bilden einerseits die Grundlage für die Bewertung eines Zustandes im Sinne von gut/schlecht bzw. unterdurchschnittlich/durchschnittlich/überdurchschnittlich bzw. für die Entwicklung von Bewertungsmaßstäben. Hieraus lassen sich Handlungsbedarfe ableiten und die gewünschte positive Wirkungsrichtung von Maßnahmen festlegen. Andererseits bilden derartige Kennwerte die Basis für Anforderungs- und/oder Zielwerte. Ergriffene Maßnahmen müssen sich zunächst daran messen lassen, ob und inwieweit sie dazu beitragen, vorgegebene Ziele zu erreichen.

Kennwerte unterliegen einer zeitlich-räumlichen Veränderung. Es ist daher zu prüfen, ob sie aus territorialer, zeitlicher und ggf. auch technologischer Sicht geeignet sind. Es sollte auch geprüft/festgestellt werden, auf welcher Datenbasis sie beruhen. Mittelfristig ist eine Ableitung von Kennwerten zur Bewertung einer Ressourceninanspruchnahme aus den planetaren Grenzen wünschenswert. Als ein Schritt in diese Richtung können Initiativen zur water-smart-society (vgl. Water Europe 2020) verstanden werden.

Im Verlauf eines Veränderungsprozesses kann es notwendig werden, die Soll- bzw. Zielwerte anzupassen. Ursache kann eine Veränderung bei Bezugsgrößen (siehe Hintergrundinformationen) sein.

7.2 Kennwerte für den Trinkwasserverbrauch

Mit den Tabellen 25 und 26 werden Kennwerte zur Beurteilung des Wasserverbrauches angegeben. Die VDI 3807 enthält Kennwerte für weitere Gebäude- und Nutzungsarten.

Tabelle 25: Warm- und Kaltwasserverbrauch in m³ pro m² Wohnfläche und Jahr in Abhängigkeit von der Wohnungsgröße

Wohnungsgröße in m ²	Warmwasserverbrauch in m ³ /(m ² ·a)		Kaltwasserverbrauch in m ³ /(m ² ·a)	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
25 bis 40	0,28	0,14	0,63	0,35
40 bis 55	0,25	0,23	0,57	0,21
55 bis 70	0,26	0,10	0,60	0,20
70 bis 85	0,26	0,14	0,59	0,21
85 bis 100	0,23	0,10	0,54	0,21
100 bis 120	0,21	0,11	0,48	0,22
120 bis 140	0,18	0,11	0,42	0,22
140 bis 160	0,16	0,12	0,42	0,22
160 bis 180	0,13	0,09	0,40	0,22
180 bis 200	0,14	0,11	0,37	0,24

Quelle: nach VDI 3807 – Blatt 3: 2015 Verbrauchs-/Teilkennwerte Wasser

Tabelle 26: Jeweils günstigste Wasserverbrauchskennwerte für konkrete Gebäude

BWZ	Gebäudegruppe	Richtwert	Mittelwert	Flächenkorrekturfaktor	Richtwert	Mittelwert
		$l/(m^2 \text{ BGF}_E \cdot a)$	$l/(m^2 \text{ BGF}_E \cdot a)$		NGF_E/BGF_E	$l/(m^2 \text{ NGF}_E \cdot a)$
410000	Schulen allgemein	63	104	90%	70	116
411000	Gesamtschulen	72	113	90%	80	126
412000	Grundschulen	73	126	90%	81	140
413000	Hauptschulen	63	73	90%	70	81
414000	Realschulen	68	119	90%	76	132
415000	Gymnasien	81	116	90%	90	129
418200	Grundschulen/HS/RS (auch Regelschulen)	106	125	90%	118	139
419100	Schulen – Förderschulen	83	110	90%	92	122
419200	Schulen – Mittelschulen	98	117	90%	109	130
419300	Schulen – Oberschulen	k. A.	k. A.	90%		
419400	Schulen – Oberstufenzentren	88	122	90%	98	136
419500	Schulen – Schulzentren	32	141	90%	36	157
420100	Berufsschulen	86	146	90%	96	162
420200	Berufsbildungszentren	71	201	90%	79	223
430000	Sonderschulen	71	124	88%	81	141
439000	Schulen – Pavillons	116	216	90%	129	240
441000	Kindertagesstätten	242	357	86%	281	415
441100	Kindergärten	149	276	86%	173	321
441300	Kinderkrippen	347	421	86%	403	490
450000	Weiterbildungseinrichtungen	122	171	88%	139	194
451300	Volkshochschulen	87	126	88%	99	143
451400	Musikschulen	54	109	88%	61	124

Quelle: VDI 3807 – Blatt 2: 2015 Verbrauchskennwerte für Gebäude, S. 25

7.3 Kennwerte für Leitungsverluste und Leckraten

Hinweise auf Leitungsverluste und Leckraten bei der Wasserversorgung liefert Tabelle 27.

Tabelle 27: Ursprüngliche Parameterwerte für den UARL zur ILI-Ermittlung auf Basis empirischer Erhebungen, mit Leckraten bei 50 mWs Betriebsdruck

Infrastruktur Komponente	nicht sichtbar nicht detektierbar	sichtbar detektierbar	nicht sichtbar detektierbar
Verteilungsleitungen	20 l/km/h	0,124 Schäden/(km x a) (= 95 % aller Schäden) Leckrate 12 m ³ /h Laufzeit 3 Tage = 864 m ³ /Schaden	0,006 Schäden/(km x a) (= 5 % aller Schäden) Leckrate 6 m ³ /h Laufzeit 50 Tage = 7.2000 m ³ /Schaden
Anschlussleitungen von Verteilungsleitungen bis Grundstücksgrenze ²⁾ (Wasserzähler an Grundstücksgrenze)	1,25 l/Anschluss/h	2,25 Schäden je 1.000 AL x a (= 75 % aller Schäden) Leckrate 1,6 m ³ /h Laufzeit 8 Tage = 307 m ³ /Schaden	0,75 Schäden je 1.000 AL x a (= 25 % aller Schäden) Leckrate 1,6 m ³ /h Laufzeit 100 Tage = 3.840 m ³ /Schaden
Anschlussleitungen von Grundstücksgrenze bis Wasserzähler ²⁾ (Wasserzähler nicht an Grundstücksgrenze)	0,50 l/Anschluss/h ¹⁾	1,5 Schäden je 1.000 AL x a ¹⁾ (= 75 % aller Schäden) Leckrate 1,6 m ³ /h Laufzeit 9 Tage = 346 m ³ /Schaden	0,5 Schäden je 1.000 AL x a ¹⁾ (= 25 % aller Schäden) Leckrate 1,6 m ³ /h Laufzeit 101 Tage = 3.878 m ³ /Schaden

¹⁾ Für 15 m durchschnittl. Länge, ²⁾ Ursprüngl. Zweiteilung der Anschlussleitungen in Abhängigkeit der Wasserzählerposition

Quelle: nach DVGW 2015, S. 94

8 Maßnahmen und Möglichkeiten ihrer Bewertung

8.1 Grundlagen

Organisatorische und technische Maßnahmen sind Mittel zur Verbesserung der Situation in eine gewünschte Richtung. Auf der Basis eines festgestellten Handlungsbedarfs und der Vorgabe von Zielen können mögliche Maßnahmen identifiziert, bewertet, ausgewählt, realisiert und in einen Prozess des Langzeitmonitorings mit kontinuierlicher Verbesserung überführt werden.

Maßnahmen werden selbst zum Betrachtungs- und Bewertungsgegenstand. Sie sind sowohl hinsichtlich ihrer Effektivität (Zielerreichung) unter Nutzung von Leistungsindikatoren als auch hinsichtlich ihrer Effizienz (Gegenüberstellung von erreichbarem und erreichtem Nutzen und dem hierfür nötigen ökonomischen und/oder ökologischen Aufwand) sowie den Folgen für Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft und Einzelakteure zu bewerten. Vorzugsweise sind die Maßnahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung zu unterziehen.

Diese sollte einschließen:

- Erst- und Folgekosten ohne/mit externen Kosten aus Sicht relevanter Akteursgruppen
- Energie- und Stoffströme inkl. Angaben zur Kreislauffähigkeit
- Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt
- Wirkungen auf die Biodiversität
- Risiken für die lokale Umwelt
- Risiken für die Gesundheit
- Aspekte der Sicherheit, Nutzerfreundlichkeit, Bedienfreundlichkeit
- gestalterische/städtebauliche Aspekte
- sonstige Neben- und Folgewirkungen aller Art für involvierte Akteure und Dritte

Möglichkeiten einer Bewertung von Maßnahmen werden nachstehend in Tabelle 28 mit einem Beispiel vorgestellt.

Tabelle 28: Beispiel Nutzwertanalyse

Beispiel:
Vergleich von zwei unterschiedlichen Regenwasserbewirtschaftungsvarianten. Beide Varianten haben Vor- und Nachteile – in der Gesamtbewertung scheidet unter der vorgegebenen Gewichtung (Zielsetzung) Variante 2 mit dem höheren Nutzwert deutlich besser ab als Variante 1.

Nichtmonetäre Bewertung nach Nutzwertanalyse					
Ermittlung des Teilnutzens: Teilnutzen = Gewichtung x Punkte					
Bewertungskriterien	Gewichtung [%]	System 1		System 2	
		Punkte	Teilnutzen	Punkte	Teilnutzen
Regenwasserrückhaltung auf dem Gelände	20	2	40	5	100
Kleinklimaverbesserung durch Verdunstung	5	3	15	3	15
Schonender Umgang mit Wasserressourcen	20	5	100	3	60
Bodenschutz/Flächenverbrauch	10	9	90	4	40
Schadstoffrückhalt und Gewässergüte	10	2	20	4	40
Soziale Nachhaltigkeit	5	5	25	5	25
Visualisierung des Wasserkreislaufes/pädagogische Nachhaltigkeit	30	2	60	8	240
Σ Nutzwert	100		350		520

Quelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2011, S. 10

8.2 Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung

8.2.1 Reaktionen auf ein Überangebot

Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung dienen sowohl der Bewältigung von Phasen mit deutlich erhöhten aber auch mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Tabelle 29 nennt die prinzipiellen Möglichkeiten zur Regenwasserbewirtschaftung und bewertet sie hinsichtlich ihrer Eignung für unterschiedliche Zwecke.

Tabelle 29: Eignung von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf die Ziele zum Wasserhaushalt

Maßnahmen	Eignung zur			Regelwerk
	Minderung Direktabfluss	Erhöhung Grundwasserneubildung	Erhöhung Verdunstung	
Rückbau undurchlässiger Flächen	++	++	+	
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	+	+	+	M VV (FGSV-Nr. 9471)
Begrünung von				FLL Regelwerk
- Freiflächen	++	+	++	
- Dachflächen extensiv	+	-	+	
intensiv	++	-	++	
- Gebäudefassaden	o	o	++	
Bäume	o	o	++	
Regenwasser-versickerung	++	++	o	DWA-A 138
Regenwassernutzung				DIN 1989
- als Betriebswasser	+	-	-	
- für Bewässerung	+	o	++	
Offene Rückhaltung ohne Dauerstau	o	-	o	DWA-A 117

++ sehr gut geeignet + gut geeignet o weniger geeignet - nicht geeignet

Quelle: nach DWA 2020, S. 17



8.2.2 Verbesserung des Wasserdargebots in Phasen der Knappheit

Wege zur Steigerung des Wasserdargebotes führen über eine Erhöhung der Grundwasserneubildung oder die Nutzung von Wasser, das ansonsten abgeleitet wird. Tabelle 30 stellt mögliche Maßnahmen vor.

Tabelle 30: Möglichkeiten der Erhöhung des Wasserdargebotes

Maßnahmen	Wirkprinzipien und Auswirkungen
Änderung der Landnutzung	Verringerung Verdunstung und Interzeption; Erhöhung Grundwasserneubildung und Basisabfluss
Änderung der Bewirtschaftung	Erhöhung Infiltration und Verringerung Verdunstung durch Bodenbearbeitung und andere landwirtschaftliche Bearbeitungsmaßnahmen; Minimierung Bewässerungsverluste
Städtische Regenwassergewinnung	Erhöhung Infiltration anstelle schneller Wasserabfuhr in Kanalsysteme/Gewässer; Erhöhung Grundwasserneubildung
Einzugsgebietsübergreifender Wassertransfer	Überleitung von „Überschusswasser“ aus benachbarten Einzugsgebieten (aus größeren Talsperren)

Quelle: nach Thomas et al. 2011)

Wasserknappheit tritt in Mitteleuropa oft saisonal auf. In der Feuchtsaison gespeichertes Wasser ermöglicht die Nutzung von Wasser in der Trockenzeiten. Die Maßnahmen (vgl. Tabelle 31) reichen von künstlichen Speichern bis hin zur verbesserten Nutzung natürlicher Speicher durch die Renaturierung von Feuchtgebieten und Flussläufen. Eine Auffüllung des Grundwassers kann auch durch technische Maßnahmen wie Schluckbrunnen erfolgen. Hier ist insbesondere auf die Wasserqualität des zu infiltrierenden Wassers zu achten, da bei forcierter Infiltration eine natürliche Infiltration durch Boden- und Gesteinspassagen nicht mehr gewährleistet ist. Eine weitere Option ist die Infiltration von Abwasser, wobei hier der Wasserqualität besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden muss.

Tabelle 31: Möglichkeiten zur Wasserzischenspeicherung

Maßnahmen	Wirkprinzipien und Auswirkungen
Künstliche Grundwasserneubildung (und Wiederauffüllung) und Gewässerrenaturierung	Verzögerung des Grundwasserstromes zum Gewässer durch Erhöhung des Basisabflusses; Erhöhung des Grundwasserstandes in Flussnähe; Wiederauffüllung unter Verwendung von Schluckbrunnen o. ä.
Oberflächenwasserspeicher	Wasserspeichernutzung zur Sicherstellung des Minimalabflusses/Grundwasserstandes
Feuchtgebiets- und Wassermanagement	Abhängig von lokaler Hydrogeologie können Feuchtgebiete den Minimalabfluss/Grundwasserstand sicherstellen wie Wasserspeicher – ist das nicht der Fall, können Verdunstungsverluste minimiert werden (Herabsetzung des Grundwasserspiegels); höheres Grundwasser an Gräben ermöglicht weniger Bewässerung in Trockenperioden und z. T. eine Erhöhung des Basisabflusses
Abwasserrecycling	Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser für Bewässerung und Grundwasserneubildung

Quelle: nach Thomas et al. 2011

8.2.3 Übersicht zu Handlungsmöglichkeiten

Generelle Handlungsmöglichkeiten werden in Tabelle 32 vorgestellt.

Tabelle 32: Handlungsmöglichkeiten bei der Regenwasserbewirtschaftung

Handlungsmöglichkeiten	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Rückbau undurchlässiger Flächen/Entsiegelung	Haushalte	Kläranlagenbetreiber
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	Immobilienwirtschaft	
Begrünung	Industrie/Gewerbe	
Regenwasserversickerung	Handel/Gastronomie	
Regenwasserspeicherung/Regenwassernutzung	Öffentliche Hand	

In Ergänzung der Direkt-Indikatoren im Handlungsfeld Wasser ergeben sich die in Tabelle 33 dargestellten Indikatoren zur Erfassung von Art und Umfang ergriffener Maßnahmen. Eine weitere Möglichkeit ist die Berücksichtigung von Prozessen i. S. v. Informationskampagnen.

Tabelle 33: Indikatoren zur Erfassung ergriffener Maßnahmen

Indikatoren zur Berücksichtigung von Maßnahmen
Art/Anzahl der Anlagen zur Regenwassernutzung
Art/Anzahl von Maßnahmen für Wasserrückhalt
Art/Anzahl von Maßnahmen für Wasserversickerung
Art/Anzahl der Dach- und Fassadenbegrünungen
Art/Anzahl von Maßnahmen zum Überflutungsschutz



8.3 Maßnahmen im Bereich Trinkwasserbedarf, -verbrauch und -hygiene

8.3.1 Einsparung von Trinkwasser

Möglichkeiten der Einsparung von Trinkwasser durch die Verringerung des Bedarfs und/oder die Reduzierung des Verbrauchs werden in Tabelle 34 benannt.

Tabelle 34: Handlungsmöglichkeiten zur Einsparung von Trinkwasser

Handlungsmöglichkeiten	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Reduzierung des Bedarfs/ Verbrauchs durch Anpassung der Produktion/ des Konsums	Haushalte Immobilienwirtschaft Industrie/Gewerbe	Wasserversorger Abwasserentsorger
Substitution durch Regenwasser	Handel/Gastronomie	
Substitution durch Grauwasser	Öffentliche Hand	
Reduzierung der Leitungsverluste	Wasserversorger/ Netzbetreiber	

Ergänzend zu den Direkt-Indikatoren im Handlungsfeld Wasser informiert Tabelle 35 über Art und Umfang der ergriffenen Maßnahmen. Berücksichtigung finden auch Prozesse i. S. v. Informationskampagnen, die das Verbrauchsverhalten beeinflussen.

Tabelle 35: Indikatoren zur Bewertung ergriffener Maßnahmen

Indikatoren zur Berücksichtigung von Maßnahmen
Art und Anzahl der Anlagen zur Regenwassernutzung
Art und Anzahl der Anlagen zur Grauwassernutzung
Maßnahmen zur Reduzierung von Leitungsverlusten
Wassersparendes Verhalten der Haushalte
Wassersparendes Verhalten von Industrie/Gewerbe
Wassersparendes Verhalten von Handel/Gewerbe
Wassersparendes Verhalten der öffentlichen Hand
Art und Anzahl zur Direktversorgung (Trinkwasserbar)

8.3.2 Aufrechterhaltung der Hygiene

Erhöhte Temperaturen im Trinkwassernetz können bei oberflächennahen Leitungen in versiegelten Gebieten zu Hygieneproblemen führen. Abhilfe schaffen eine ausreichende Fließgeschwindigkeit und der Rückbau von Endsträngen. Auf Hygienefragen geht Tabelle 36 ein.

Tabelle 36: Zusatz-Indikatoren für das Handlungsfeld Wasser

Zusatz-Indikatoren für Einzelfragen
Stand/Trend der Wassertemperatur im Netz (Mittel)
Stand/Trend der Wassertemperatur im Netz (Spitze)
Anzahl und Ergebnis von Legionellentests

8.4 Möglichkeiten für Grundwasserneubildung und -schutz

8.4.1 Grundwasserneubildung

Möglichkeiten der Grundwasserneubildung und des Grundwasserschutzes zeigt Tabelle 37.

Tabelle 37: Handlungsmöglichkeiten bezüglich Grundwasserneubildung

Handlungsmöglichkeiten	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Grundwasserneubildung durch versickertes Niederschlagswasser, begünstigt infolge Entsiegelung	Grundstückseigentümer Öffentliche Hand	Brunnenbetreiber Wasserversorger
Retentionsflächen, Rigolen		Abwassernetzbetreiber

Ergänzend zu den Direkt-Indikatoren im Handlungsfeld Wasser informiert Tabelle 38 über Art und Umfang der ergriffenen Maßnahmen. Berücksichtigung finden auch Prozesse i. S. v. Informationskampagnen.

Tabelle 38: Mögliche Indikatoren zur Erfassung ergriffener Maßnahmen

Indikatoren zur Berücksichtigung von Maßnahmen
Anzahl und Art von Informationsveranstaltungen
Anzahl der Nutzung von Beratungsangeboten

8.4.2 Grundwasserschutz

Maßnahmen und Indikatoren zum Grundwasserschutz stellen die Tabellen 39 und 40 vor.

Tabelle 39: Handlungsmöglichkeiten hinsichtlich Grundwasserschutz

Handlungsmöglichkeiten	Verantwortliche/einflussnehmende Akteure	Betroffene Akteure
Reduzierung diffuser Stoffeinträge aus Siedlungs- und Verkehrsflächen (vgl. DVGW 2016)	Grundstückseigentümer Öffentliche Hand Verkehrsteilnehmer	Brunnenbetreiber Wasserversorger
Qualitätssicherung bei Grundleitungen, Abwasserleitungen und -kanälen/ Netzsanierung (vgl. DIN 1986-100/2016 und DIN EN 752/2017)	Wasserversorger Tiefbauamt Stadtentwässerung	
Schutz des Grundwassers bei Bauarbeiten	Auftraggeber/Bauleitung	

Tabelle 40: Mögliche Indikatoren

Indikatoren zur Berücksichtigung von Maßnahmen
Art und Umfang der Defekte bei Abwasserleitungen
Anzahl/Art von Verstößen gegen Grundwasserschutz

8.5 Möglichkeiten im Bereich Abwasser

8.5.1 Maßnahmen an Kanalsystemen

In Ergänzung der Direkt-Indikatoren im Handlungsfeld Wasser ergeben sich folgende Indikatoren zur Erfassung von Art und Umfang der ergriffenen Maßnahmen. Eine weitere Möglichkeit ist die Berücksichtigung von Prozessen i. S. v. Informationskampagnen.

Tabelle 41: Indikatoren zu Maßnahmen im Teilbereich Abwasser

Indikatoren zur Berücksichtigung von Maßnahmen
Art/Anzahl von Pflanzenkläranlagen
Maßnahmen zur Kanalsanierung mit Wärmerückgewinnung

8.5.2 Maßnahmen bei Sanitärsystemen

Maßnahmen neuartiger Sanitärsysteme (Schulz et al. 2019):

- Trennung der Ströme Schwarz- und Grauwasser durch Doppel-Inliner-Technik in Bestandsgebäuden
- Unterdruckableitung des Schwarzwassers
- Anaerobe Behandlung des Schwarzwassers in einer ortsspezifischen UASB-Anlage (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor)
- On-Site-Behandlung von Grauwasser (Submerged Biomembrane Reactor – SMBR)
- Nutzung der vorhandenen Teilortskanäle für die Regenwasserableitung



9 Akteure/Kriterien

Zusammenfassend werden die im Handlungsfeld Wasser zu beachtenden Aspekte sowohl ausgewählten Akteursgruppen als auch den Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung zugeordnet. Entsprechende Hinweise können Tabelle 42 entnommen werden.

Tabelle 42: Aspekte nach Akteursgruppen und Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung

Akteursgruppe	Relevante Aspekte					
	1 ökonomisch	2 ökologisch	3 soziokulturell	4 technisch	5 prozessbezogen	6. institutionell
A1: Haushalte (Mieter/Selbstnutzer)	Anteil der Kosten für Wasser/Abwasser am Einkommen	Trinkwasserverbrauch/Kopf, Abwasseraufkommen/Kopf	Fälle mit Legionellenbefall in Privathalten (MFH), Wasserqualität	Ausstattungsgrad mit Wasserspararmaturen, Grundstücke mit Regenwasserversickerung, -nutzung oder Kläranlage	Verbrauchsabhängige Erfassung	
A2: Wohnungsunternehmen/Vermieter	Investitionen in Bau- und Instandsetzungskosten		Fälle mit Legionellenbefall in Wohnungen (MFH), Wasserqualität	Ausstattungsgrad mit Wasserspararmaturen Grundstücke mit Regenwasserversickerung oder Kläranlage	Beratungsangebote, Verbrauchsabhängige Erfassung	
B: Industrie und Gewerbe	Höhe und Anteil der Kosten	Verbrauch/Aufkommen je Branche	Fälle mit Legionellenbefall in Büro und Produktion (Duschen)	Ausstattung mit Abwasseraufbereitung	Einsparziele, Monitoring	
C: Handel und Gastronomie	Höhe und Anteil der Kosten	Verbrauch/Aufkommen je Branche	Ggf. Fälle mit Legionellenbefall, Wasserqualität	Ausstattung mit Abwasseraufbereitung	Einsparziele, Monitoring	
D: Öffentliche Hand	Höhe und Anteil der Kosten	Verbrauch/Aufkommen je Gebäude- und Nutzungsart	Fälle mit Legionellenbefall in öffentlichen Einrichtungen	Ausstattungsgrad mit Wasserspararmaturen, Grundstücke mit Regenwasserversickerung, -nutzung oder Kläranlage	Einsparziele, Monitoring	
E: Kommune (Verwaltung)	Subventionen für Wasserver- und Wasserentsorgung, Förderung der Regenwassernutzung				Beratungsangebot	Satzung
F: Ver-/Entsorger	Kosten/m ³ Wasser Gewinn/m ³ Wasser Instandhaltungsaufwand/Jahr Investitionen/Jahr	Art/Menge an Zusätzen, Auswirkungen auf Grundwasserspiegel	Öffentliche Bereitstellung von Trinkwasser	Wasserverluste durch undichte Leitungen	Beratungsangebot, Leckortung	Gebührenordnung

Literatur und Arbeitshilfen



Literaturverzeichnis

Aerzen (2021): Die Verfahren der Abwasseraufbereitung.

<https://www.aerzen.com/de/anwendungen/wasser-und-abwasseraufbereitung/ratgeber/verfahren-der-abwasseraufbereitung.html> (28.07.2021)

Berliner Wasserbetriebe (2011): Abschlussbericht – Kooperationsvereinbarung im Rahmen des Landesenergieprogramms Berlin 2006–2010, des Luftreinhalteplans 2005–2010 sowie des Abfallwirtschaftskonzepts 2005–2015. Berlin.

https://www.bwb.de/de/assets/downloads/BERICHT_Klimaschutzvereinbarung_BWB-SenGUV_2012.pdf (26.07.2021)

BMI (Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Hrsg.) (2018):

Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. Berlin.

https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/wohnen/hochwasserschutzfibel.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (23.07.2021)

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit)/UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) (2017): Wasserwirtschaft in Deutschland. Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2021): Nationale Wasserstrategie – Entwurf des Bundesumweltministeriums. Bonn.

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/langfassung_wasserstrategie_bf.pdf (23.07.2021)

DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) (2016): DIN 1986-100:2016-12

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Berlin.

DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) (2017): DIN EN 752:2017-07

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement. Berlin.

DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.) (2015):

Wasserverlust in Rohrnetzen: die Aufnahme des Infrastructure Leakage Index (ILI) als Kennzahl im DVGW-Arbeitsblatt W 392E.

<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/wasser/netze/wasserverlust-rohrnetze-ili-als-kennzahl1512.pdf> (19.04.2021)

DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.) (2016):

DVGW-Information Wasser Nr. 87 – Diffuse Stoffeinträge in Gewässer aus Siedlungs- und Verkehrsflächen. Bonn.

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) (2020): Merkblatt DWA-M 102/BWK-M 3-4.

EEA (European Environment Agency) 2003: Europe's water: An indicator-based assessment. Topic Report.

https://www.eea.europa.eu/publications/topic_report_2003_1 (06.07.2021)

GERICS (Climate Service Center Germany) (2021): Klimaausblick Landkreis Karlsruhe.

https://powerfolder.hereon.de/dl/fiSsTKhrZdGTw1ALUyMnKRMu/gerics_klimaausblick_08215_version_1.0_deutsch.pdf (27.07.2021)

GERICS (Climate Service Center Germany) (o. J.): Klimaausblicke für Landkreise.

https://www.gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de (22.07.2021)

Gleeson, T.; Befus, K.; Jasechko, S.; Luijendijk, E.; Bayani Cardenas, M. (2016): The global volume and distribution of modern groundwater. Nature Geoscience 9, S. 161–167.
<https://doi.org/10.1038/ngeo2590>

ISR (Institut für Stadt- und Regionalplanung) (o. J.): Ökobilanz Grauwasseraufbereitung. Technische Universität Berlin.
<http://www.roofwaterfarm.com/kompakt/toolbox/oekobilanz/oekobilanz-grauwasser/> (26.07.2021)

Kroll, D.; Blume, F.; Buck, F. (2020): Vergleich des CO₂-Fußabdrucks von Mineral- und Trinkwasser – Kurzbericht zur Datenerhebung und Berechnung. Berlin.
https://atiptap.org/files/studie_gutcert_pcf_wasser.pdf (22.07.2021)

Lehn, H.; Steiner, M.; Mohr, H. (1996): Wasser – Die elementare Ressource. Springer.
<https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/8597/3/ab52.pdf> (23.07.2021)

LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (o. J.): Willkommen beim Jahresdatenkatalog Grundwasser.
<http://jdkgw.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/200/> (11.06.2021)

ÖVGW (o. J.): Wasserressource.
<http://www.wasserwerk.at/home/alles-ueber-wasser> (06.05.2021)

Schmitz, H.; Meinken, E. (2018): Eignung von Grauwasser zur Bewässerung extensiver Dachbegrünungen. FLL-Jahrgangsband "Versuche in der Landespflege", Ausgabe 2018, Versuchs-Nr. 03.
<https://www.hortigate.de/bericht?nr=77947> (22.07.2021)

Schulz, M.; Wißmann, I.; Schütze, M.; Söbke, H.; Wriege-Bechtold, A.; Zinati, T.; Ogurek, M.; Vesper, S.; Alex, J.; Barjenbruch, M.; Londong, J. (2019): Simulation und Visualisierung von Stoffströmen in neuartigen Sanitärsystemen - Unterstützung der Analyse ihrer Funktion, Kosten und Ressourcenhaushalts.
https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32768_01-Hauptbericht.pdf (30.07.2021)

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2011): Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur Bewertung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Berlin.
https://nolde-partner.de/wp-content/uploads/RW-Bewirtschaftung-Leitfaden_110711.pdf (28.07.2021)

Stadt Karlsruhe (2010): Die Stadtentwässerung in Karlsruhe.
https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/tiefbau/entwaesserung/HF_sections/rightColumn/1553511008464/1553502666620/Tiefbauamt_Broschuere_2010_1.pdf (28.07.2021)

Stadt Karlsruhe (2018): Wetter in diesem Jahr.
https://www.karlsruhe.de/b3/wetter/meteorologische_werte/extremwerte.de (09.06.2021)

Stadt Karlsruhe (o. J.): Stadtplan Karlsruhe.
<https://geoportal.karlsruhe.de/stadtplan/index.html?webmap=35eb4b3f915a47a1b8a961ae2bf2b3a2> (10.06.2021)

Stadtwerke Karlsruhe (2021a): Kenndaten der Karlsruher Trinkwasserversorgung 2020.
https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/pk/wasserwerke.php#anchor_1ab9d001_Kenndaten-der-Karlsruher-Trinkwasserversorgung-2020 (09.06.2021)

Stadtwerke Karlsruhe (2021b): Wasserqualität des Trinkwassers aus den Karlsruher Wasserwerken – Jahresmittelwerte 2020.

<https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/wMedia/docs/service/infomaterial/produkte/Trinkwasser-Jahresmittelwerte-KA.pdf> (09.06.2021)

Stadtwerke Karlsruhe (2021c): Trinkwasser und Wasserqualität in Karlsruhe.

https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/pk/wasserqualitaet.php#anchor_9dd5e140 Trinkwasser-und-Wasserqualitaet-in-Karlsruhe (09.06.2021)

Stadtwerke Karlsruhe (o. J.): Karlsruher Trinkwasserbar: spart Geld und macht Flaschen überflüssig.

<https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/gk/gewerbekunden/energiedienstleistungen/trinkwasserbar.php> (27.07.2021)

Statista.com (2021): Entwicklung des Wasserverbrauchs pro Einwohner und Tag in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12353/umfrage/wasserverbrauch-pro-einwohner-und-tag-seit-1990/> (15.04.2021)

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2021): Täglicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch 2016.

<https://www.statistikbw.de/Intermaktiv/?/Intermaktiv/?re=gemeinde&ags=08212000&i=18305&r=0&g=0001&afk=5&fkt=besetzung&fko=mittel> (09.06.2021)

StEB (Stadtentwässerungsbetriebe) Köln (2018): Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln – Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlagsereignissen. Köln.

https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/FirstSpirit_1489560439762/LeitfadenPlanung_ES_140217_web.pdf (28.07.2021)

Thomas, B.; Steidl, J; Dietrich, O.; Lischeid, G. (2011): Measures to sustain seasonal minimum runoff in small catchments in the mid-latitudes. A review. In: Journal of Hydrology 408 (3–4), S. 296–307.

<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.045> (28.07.2021)

UBA (Umweltbundesamt) (2012): Grundwasser.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser> (28.05.2021)

UBA (Umweltbundesamt) (2020a): Wasser als Ressource.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/wasser-als-ressource> (07.05.2021)

UBA (Umweltbundesamt) (2020b): Wasserressourcen und ihre Nutzung.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung> (27.07.2021)

UBA (Umweltbundesamt) (o. J.): Glossar.

<https://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/w?tag=Wasserdargebot#alphabar> (27.07.2021)

UFZ (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH) (2021): Dürremonitor Deutschland. <https://www.ufz.de/index.php?de=37937> (11.06.2021)

VDI (2014): VDI 3807 Blatt 2:2014-11 Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser

VDI (2015): VDI 3807 Blatt 3:2015-11 Verbrauchskennwerte für Gebäude, Teilkennwerte Wasser

Water Europe (2020): Water Europe is here to build a Water-Smart Society.
<https://watereurope.eu/> (28.07.2021)

wvgw (Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH 2020):
Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2020. Bonn.

Bildnachweise

Bilder von Jonas KIM (Titel), VrensM (S. 7), Ro Ma, annca, Tom, Pierre Blaché, Gerd Altmann, WikiImages, Martin Redlin, Charles McArthur, NakNakNak, PublicDomainPictures, Steve Buissinne, kconcha, Reimund Bertrams (S. 9), PublicDomainPictures (S. 13, 17 und 21), Susann Mielke (S. 15), grigioan, GeorgiaLens, Talpa, Michal Jarmoluk (S. 19), Henryk Niestrój (S. 20), Franz W. (S. 26), Frank Winkler (S. 27), Sly (S. 31), StockSnap (S. 33), Hanna (S. 34), Michał (S. 39), Roger Gustavsson (S. 41), Myriams-Fotos (S. 44), Ahmad Ardity (S. 45) und Offenburg (S. 59) auf Pixabay

Bilder S. 5, S. 10, S. 57, S. 58 und S. 59 auf Freepik.com

Anlage 1: Hinweise auf Leitfäden, Rahmenpläne und Beispiele

Hinweise auf Leitfäden zum quartiersbezogenen Wassermanagement

Beispiel 1: Rahmenplan Zukunft Nord des Stadtplanungsamtes Karlsruhe (2016)

https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/rahmenplan/zukunftnord/HF_sections/content/ZZIGthpL790crJ/ZZn9byVMup8S5d/Rahmenplanung_Zukunft_Nord_Brosch%C3%BCre.pdf

„Der lokale Wasserhaushalt [wird] nach den natürlichen Kreislaufsystemen der Natur nachempfunden. Regenwasser von Dächern und nicht befahrenen Wegen wird dementsprechend gesammelt und zunächst über dezentrale Mulden versickert. Gründächer sorgen hierbei für eine Verzögerung des Abflusses. Regenwasser aus stärker befahrenen Straßen wird dabei in zwei Hauptsammlern in Richtung der beiden Landschaftsfenster abgeleitet. Dort wird das Wasser je nach Verschmutzungsgrad über entsprechende Systeme gereinigt und in den Landschaftsfenstern versickert. Eine Verteilung des Wassers ins Flugfeld wird durch leichte Verwaltungen unterbunden. Durch die systematische Nutzung von Regenwasser im Freiraum (wie am Stadtplatz) wird eine Verbesserung des lokalen Mikroklimas erwartet. Weitere Konzepte eines Wassermanagements (z. B. Grau- oder Schwarzwasser-aufbereitung) können problemlos im Rahmen einer weiteren Detailplanung in das Gesamtkonzept integriert werden.“

Beispiel 2: Hamburg

<https://www.hamburg.de/contentblob/3550172/fcf8cf79d7aee76dbb612dbbcc735cdb/data/download-pdf-flyer-quartier-mit-weitblick.pdf>

„Die Jenfelder Au wird das erste Quartier Hamburgs sein, in dem alle neu entstehenden Häuser an den HAMBURG WATER Cycle® angeschlossen werden. Das Konzept des HAMBURG WATER Cycle® bietet einen ganzheitlichen Ansatz zur Abwasserentsorgung und Energieversorgung im urbanen Raum. Es schont die Ressource Trinkwasser und hilft gleichzeitig, das anfallende Abwasser zur Energiegewinnung zu nutzen. Auf diese Weise werden Stoffkreisläufe direkt im Quartier geschlossen.

Vakuumtoiletten konzentrieren den Biomasse-Anteil im Schwarzwasser, der – zusammen mit weiteren Bioabfällen – vergärt wird. Dabei entsteht Biogas, das in einem BHKW verstromt und in Wärme umgesetzt wird.

Das Grauwasser aus Küche und Bad kann einfach und vor Ort gereinigt werden. Es hat dann Brauchwasserqualität und könnte für verschiedene Nutzungen herangezogen werden.

Das Regenwasser fließt nicht mehr direkt ins Siel, sondern wird zunächst in einen Teich geleitet und so zurückgehalten. Dort verdunstet es und verbessert so das Mikroklima oder gelangt in einen Bach, der das Wasser natürlich ableitet. Ergänzt durch ein effizientes Konzept zur Energieversorgung, kommt die Jenfelder Au der Vision eines energieautarken Stadtteils bereits sehr nahe.“

Beispiel 3: Monitoring der Grundwasserqualität

Bezogen auf die Überwachung der Grundwasserqualität wird auf den Monitoring-Leitfaden NRW „Vom Monitoring über Maßnahmenprogramme zum Bewirtschaftungsplan“ verwiesen. Dieser umfasst die Erhebung und Interpretation von Daten zur Grundwassermenge und -qualität unter Einbeziehung verschiedener Methoden und von Expertenwissen.

https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/leitfaden_monitoring_grundwasser.pdf

Weitere Leitfäden und sonstige Hinweise

Wassermanagement und Digitalisierung

<https://www.igb.fraunhofer.de/de/forschung/wasser-abwasser/wassermanagement.html>

Aktives Wassermanagement bei Hitze und Dürre

<https://www.dstgb.de/themen/wasser-und-abwasser/aktuelles/aktives-wassermanagement-erforderlich/hitze-duerre-160621.pdf?cid=g4m>

Branchenbild Wasserwirtschaft

<https://www.dstgb.de/themen/wasser-und-abwasser/aktuelles/branchenbild-der-deutschen-wasserwirtschaft-2020-vorgestellt/branchenbild-2020-din-a4-final.pdf?cid=92n> (umfangreiche Übersicht & Daten)

Wassermanagement in Unternehmen:

https://www.globalcompact.de/de/DGCN_WWF_Leitfaden_Wassermanagement.pdf

Wassersensible Siedlungsentwicklung / Regenwassermanagement:

https://www.bayika.de/bayika-wAssets/docs/aktuelles/2021/Leitfaden_Wassersensible_Siedlungsentwicklung.pdf
https://www.bayika.de/de/aktuelles/meldungen/2021-01-27_Neuer-Leitfaden-Wassersensible-Siedlungsentwicklung.php (ergänzende Informationen)

Wassersensible Stadt- / Freiraumgestaltung in Köln

https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCrenVer%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/FirstSpirit_1489560439762LeitfadenPlanung_ES_140217_web.pdf

Leitfaden Entsiegelung und Begrünung Köln

https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/LeitfadenMehrGruen_190918_web.pdf

Starkregenvorsorge Köln

<https://www.steb-koeln.de/Redaktionell/ABLAGE/Downloads/Brosch%C3%BCren-Ver%C3%B6ffentlichungen/Geb%C3%A4udeschutz/Leitfaden-Wassersensibel-planen-und-bauen.pdf>

Hochwasserschutzfibel

https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/wohnen/hochwasserschutzfibel.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Starkregenrisiken in der Bauleitplanung

https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/doc/arbeitshilfe_kommunen_hochwasser-starkregenrisiken_bauleitplanung_ba.pdf
<https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/doc/fragebogen.pdf>
<https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/kommunen.htm>

Monitoring Grundwasser

<https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-grundwasser-8038>

Baufachliche Richtlinien zum Grundwasserschutz

https://www.bfr-bogws.de/downloads/BFR%20BoGwS_zuletzt_geaendert_Januar_2021.pdf

Regenwasserbewirtschaftung

https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/mum/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden_Regenwasserbewirtschaftung.pdf

Regenwasserbewirtschaftung

<https://publications.kompetenz-wasser.de/pdf/Matzinger-2017-1027.pdf>

Regenwasser auf dem Grundstück

<https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/naturnaher-umgang-regenwasser.pdf>

Planung von Regenwassernutzungsanlagen

https://www.mall.info/fileadmin/user_upload/produkte/fachbuchreihe-oekologie-aktuell/regenwassernutzung-a-z-grundlagen.pdf

Verdunstungskühlung mit Regenwasser (UBA)

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-16_texte_111-2019_verdunstungskuehlung.pdf

Wirtschaftlichkeit der Regenwasserbewirtschaftung, Berlin

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-16_texte_111-2019_verdunstungskuehlung.pdf

Grauwassernutzung

<https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/ressourcenschonendes-gebaeude/nutzung-von-dusch-und-badewasser/>

Wasserkreislauf im Quartier

<https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/quartiere/kriterien/DGNB-Kriterium-Quartiere ENV2.2 Wasserkreislaufsysteme.pdf>

Reduzierung von Wasserkosten

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modellvorhaben/massnahmenkatalog_wasserkosten.pdf

Legionellen

https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Stamtext_TrinkwV_und_Legionellen_250418.pdf

Radioaktivität im Trinkwasser

<https://www.bmu.de/download/leitfaden-zur-untersuchung-und-bewertung-von-radioaktiven-stoffen-im-trinkwasser-bei-der-umsetzung-d/>

Grundwasserneubildung

https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht_niedersachsen/nutzung_schutz_und_uberwachung/hydrogeologischer_uberblick/grundwasserneubildung/grundwasserneubildung-105161.html

Grundwasserneubildung

https://juser.fz-juelich.de/record/136090/files/Umwelt_37.pdf

Lokale Grundwasserregeneration

<https://docplayer.org/80645243-Lokale-grundwasserregeneration-leitfaden.html>

Pflanzenschutzmittelrückstände im Trinkwasser

https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_59_trinkwasser/ue_2015_pestizide_trinkwasser.htm

Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten

(Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg – LfU 2005)

<https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/15581>

Naturnaher Umgang mit Regenwasser (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg 2020)
<https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/naturnaher-umgang-regenwasser.pdf>
– Eher an (privaten) Einzelgrundstücken ausgerichtet, sowie am Trennsystem

Leitfaden Regenwasserbewirtschaftung (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019)
https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:74bc3f8b-cd6d-4933-bf2d-59299e44457d/20190618_Flexadapt_Leitfaden_final.pdf

Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2016)
<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/starkregen>

KURAS-Leitfaden Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung
http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumente_Verwaltung/pdf/20170428_Leitfaden_Regenwasser_full_final_med_res.pdf

Auswirkung des Klimawandels auf Wassersysteme
<https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/report29.pdf>

Klimawandel und Wasserwirtschaft
<https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/projekte/csc-report4.pdf>

Anlage 2: Relevante Normen

Zusammenstellung aus:

<https://www.baunetzwissen.de/gebaeudetechnik/fachwissen/regelwerke/normen-zu-trinkwasser-und-zur-entwaesserung-2492155>

DIN EN 752

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

DIN EN 806

Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen

DIN EN 1717

Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen

DIN 1986-3

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke –
Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung

DIN 1986-30

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke –
Teil 30: Instandhaltung

DIN 1986-100

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke –
Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056

DIN 1988

Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)

DIN 1989

Regenwassernutzungsanlagen

DIN 2000

Zentrale Trinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen

DIN 2001

Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen

DIN 2403

Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff

DIN 4109

Schallschutz im Hochbau

DIN 4753

Trinkwassererwärmer, Trinkwassererwärmungsanlagen und Speicher-Trinkwassererwärmer

DIN 4807

Ausdehnungsgefäße

DIN EN 12056

Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden

DIN EN 12502

Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen

DIN EN 14154-2

Wasserzähler – Teil 2: Einbau und Voraussetzungen für die Verwendung

DIN EN 15161

Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden – Einbau, Betrieb, Wartung und Reparatur

DIN 18381

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen –

Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden

DIN 4049-3 (1994) Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur Hydrologie

Anlage 3: Relevante Studien

Die Verdunstung von zurückgehaltenem Niederschlagswasser und ggf. Grauwasser ist im Stadtquartier insbesondere wichtig, um dem Hitzeinseleffekt entgegenzuwirken.

Hierzu versuchen verschiedene Projekte, die Kühlwirkung zu erfassen und zu quantifizieren, so z. B. die Studie „Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten“ (Sieker et al. 2019).

Das Forschungsprojekt betrachtet Potenziale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung, insbesondere intelligente Techniken und Verfahren für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung als Beitrag zum naturnahen Wasserhaushalt, zur Hitze- und Überflutungsvorsorge sowie für ein gesundes Stadtklima auf Gebäude-, Quartiers und Gesamtstadtebene. Thermisches Wohlbefinden und energetische Einsparungen aus der Verdunstungskühlung werden ebenfalls thematisiert. Auf Grundlage leitfadengestützter Interviews und Workshops mit Experten aus Wissenschaft und Praxis wurden Handlungsempfehlungen zur Sensibilisierung und Beteiligung aller Stakeholder bzgl. Verdunstungskühlung für Politik und Wirtschaft auf Bundes- und Länderebene gegeben. Die Empfehlungen betreffen Planungstools und die Verankerung der Ziele und Maßnahmen in den einschlägigen Gesetzen und Regelwerken, insbesondere um die Verdunstung im Wasserrecht und im Baugesetzbuch verstärkt zu implementieren und zu nutzen.

Es erfolgt eine kurze Beschreibung der Erwähnung von Verdunstungskühlung in Regelwerken und DWA-Arbeitsblättern. Danach werden verschiedene Maßnahmen zur Verdunstungskühlung vorgestellt und einige einschlägige Projekte erwähnt (im Anhang der Studie sind auch entsprechende Steckbriefe hinterlegt).

Kapitel 4 befasst sich mit einer Potenzialanalyse für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in deutschen Städten anhand von drei modellgestützten Fallstudien. Es erfolgt ein Vergleich von simulierten Szenarien, teilweise auf Basis von KURAS, mit aufschlussreichen Schätzungen zum Kühleffekt von Maßnahmen sowie (GIS-)Karten zu verschiedenen Aspekten, z. B. Hitzestress. Am Ende werden Forschungsbedarfe und Handlungsempfehlungen, insbesondere hinsichtlich gesetzlicher Regelungen und Regelwerke im Wasserrecht und Planungsrecht beschrieben.

http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf

https://www.optigruen.de/fileadmin/6_FACHTHEMEN/OPTIGRU_N_Info_Verdunstung.pdf

<https://www.zinco.de/klimagr%C3%BCndach-f%C3%BCr-maximale-verdunstung>

Studie zu Verdunstungskühlung

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-16_texte_111-2019_verdunstungskuehlung.pdf



Anlage 4: Hinweise auf Planungswerkzeuge/Software

Beispiel 1: STORM

„STORM“ ist eine Software für Wasserwirtschaft und Hydrologie mit den folgenden Anwendungsbereichen:

- Bemessung und Planung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen
- Generalentwässerungsplanung
- Schmutzfrachtberechnung (DWA-A 128)
- Wasserhaushaltsmodellierung
- Einzugsgebietsbezogene Gewässermodellierung
- Gewässerökologie, Stoffbilanzierung
- Hochwassersimulationen

Für die Auswertung der Simulationsergebnisse stehen statistische Auswertefunktionen und automatisch erzeugte Berichte zur Verfügung. Zusätzliche Leistungsmerkmale stellen die grafische Systemdarstellung, eine GIS-Anbindung, diverse Import- und Exportfunktionen und die automatisierte Berichtserstellung dar. Die Bemessung von zentralen oder dezentralen Anlagen kann wahlweise mit Bemessungsregen oder Langzeitsimulation durchgeführt werden. Die Stoffbilanzen können auch als Grundlage für Immissionsbetrachtungen nach Gewässerschutzverordnung durchgeführt werden. Grundsätzlich eignet sich STORM sehr gut für einzugsgebietsbezogene Fragestellungen (Wasserrahmenrichtlinie, Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie). Ein weiteres Feature von STORM ist auch die Abflussvorhersage, die durch den Zugriff auf virtuelle Regenschreiber (in Kooperation mit HST) auch den Abfluss für drei Tage im Voraus modelliert.

Eine Testversion ist erhältlich unter

<https://www.innoaqua.de/downloads/download/stormxxl-deutsch-2.html>.

Beispiel 2: WaBiLa

Das Tool „WaBiLa“ wurde im Zuge des BMBF-geförderten Projektes SAMUWA (Die Stadt als hydrologisches System im Wandel - Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts) entwickelt und wird im Anhang des Merkblatt-Entwurfs DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 als Softwaretool erwähnt (DWA o. J.)

Eine Gratis-Demo ist erhältlich unter

https://de.dwa.de/files/_media/content/05_PUBLIKATIONEN/Software/WABILA-Expert/wabila_setup_1.1.zip

und ein Benutzerhandbuch unter

https://de.dwa.de/files/_media/content/05_PUBLIKATIONEN/Software/WABILA-Expert/WasserbilanzExpert_Handbuch_2018_11_01.pdf.



Beispiel 3: SAmPSONS2

Für Tools zur Bewertung, Simulation und Visualisierung bietet das Projekt „SAmPSONS2 – Simulation und Nachhaltigkeitsbewertung von Abwasserinfrastruktursystemen“ Unterstützung (vgl. Bauhaus-Universität Weimar 2021).

„SAmPSONS2“ war ein von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördertes Forschungsprojekt von 08/2016 bis 08/2018 (Phase 1) und 03/2020 bis 02/2021 (Phase 2). In der ersten Projektphase wurde das kostenlose Simulationstool SAmPSONS entwickelt, mit dessen Hilfe neuartige Sanitärsysteme (NASS) und Abwassermanagementtechnologien hinsichtlich ihrer Stoff- und Ressourcenströme überschlägig simuliert und visualisiert werden können. Darüber hinaus können die Systeme auf Basis von Indikatoren bewertet und verglichen werden.

Dabei werden Nährstoffbilanzen (z. B. Stickstoff und Phosphor), Energieverbräuche, Kosten (fixe, variable, Lebenszykluskosten), verschiedene Umweltindikatoren (z. B. Treibhausgasemissionen und Eutrophierungspotential) sowie soziale Indikatoren (z. B. Akzeptanz) berücksichtigt. Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung sollen eine vertiefte Bewusstseinsbildung bei den Nutzern (Planer, Architekten, kommunale Entscheidungsträger, Hochschulen und Zweckverbände) sowie bei Multiplikatoren ermöglichen. Der erstellte Simulator dient der überschlägigen Modellierung und Darstellung der Stoffströme von konventionellen und alternativen Sanitärsystemen, die anhand von Steckbriefen kombiniert und verglichen werden können.

Der Abschlussbericht kann unter

https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32768_01-Hauptbericht.pdf

heruntergeladen werden, die Software selbst unter

<https://www.ifak.eu/de/produkte/sampsons>.



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf
Karlsruher Institut für Technologie
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 60848336
E-Mail: thomas.luetzkendorf@kit.edu

Gestaltung

Kerstin Schalling
Lange & Schalling GbR
Erfurter Straße 5
99423 Weimar

Telefon: 03643 517554
E-Mail: ketli2021@web.de

