Was haben Betriebs- und Regenwassernutzung mit Sektorkopplungen zu tun?

Systematischer Ansatz, Potenziale und Herausforderungen erweiterter Sektorkopplungen und Handreichungen für Kommunen und kommunale Betriebe

Luise Schmidt, Dr. Jörg Felmeden

Überall auf der Welt sehen sich Bürgerinnen und Bürger mit den Auswirkungen von Klimawandel und Urbanisierung konfrontiert. Extremwetterereignisse wie Starkregen und Hitze treten vermehrt und mit erhöhter Intensität auf und werden durch Phänomene der Urbanisierung wie Flächenversiegelung oder Reduktion der Bodenalbedo noch verschärft. Wohlbefinden, Gesundheit und Sicherheit der weltweit wachsenden Stadtbevölkerung sind gefährdet (vgl. Santamouris 2013).

Zum Schutz vor Überflutungen, Hitze oder Trockenheit kommen in den gewachsenen Stadtstrukturen Technologien zum Einsatz, die problemspezifisch anhand der Anforderungen einzelner Infrastruktursektoren entwickelt wurden. Zudem wurden bei der Reformierung von Regulierungen der kommunalen Infrastruktursektoren in den vergangenen Jahren in den einzelnen Sektoren zunehmend „harte“ Effizienzanreize (z. B. verstärkte Kartellrechtsdurchsetzung im Energie- und Wassersektor) etabliert, welche innerhalb von Sektoren die Bereitschaft und die Möglichkeit bei den einzelnen Unternehmen reduzieren, langfristig sinnvolle sektorübergreifende Vernetzungs- und Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren und umzusetzen. Dies erschwert die benötigte nachhaltige Transformation von urbanen Infrastruktursystemen (vgl. Siebke et al. 2020a).

Weltweit sind in den letzten Jahrzehnten Programme und Konzepte wie Sponge City in China, Water Sensitive Urban Design (WSUD) in Australien, Low Impact Development (LID) in den USA und Kanada oder Grüne und Blaue Infrastrukturen in Europa entstanden. Handlungsschwerpunkte und Handlungsebenen dieser Programme unterscheiden sich, weisen aber in dieselbe Richtung: Ziel der Ansätze ist die Entwicklung wasserresilienter Städte mithilfe eines naturnahen Regenwassermanagements und die Annäherung an den natürlichen Wasserkreislauf

(siehe z. B. Zevenbergen et al. 2018). Unerwünschte Stoffe bzw. Stoffströme wie Niederschlagswasser oder häusliches Abwasser sollen nicht weiter nur erfasst, abgeleitet und entsorgt werden. Stoffe, die in einem Sektor als Überschuss (zum Beispiel Überschussstrom aus Erneuerbaren Energien) oder Nebenprodukt (zum Beispiel Abwärme aus industriellen Prozessen) entstehen, können für einen anderen Sektor von Nutzen sein. Die Entsorgung wird zum Teil obsolet. Die vielseitigen Funktionen der neuartigen Infrastruktursektoren Grüne und Blaue Infrastruktur bieten hinsichtlich Betriebs- und Regenwassernutzung vielversprechende Möglichkeiten.

Definition von Sektorkopplung

Werden Prozesse und Ressourcen zwischen zwei Sektoren oder innerhalb eines Sektors der technischen, natürlichen bzw. naturnahen oder sozialen Infrastruktur mit dem Ziel der Effizienzsteigerung und Ressourceneinsparung verknüpft, handelt es sich nach Siebke et al. (2020a) um Sektorkopplungen. Ein Sektor stellt definitionsgemäß den abgebenden bzw. anbietenden Sektor und der zweite Sektor den aufnehmenden bzw. nachfragenden Sektor dar.

Der Ausdruck Sektorkopplung stammt aus dem Energiebereich. Energie aus fossilen Energieträgern soll substituiert und Ressourcen eingespart werden. Um die Energie aus Erneuerbaren Energieträgern optimal zu nutzen und die Energiewende voranzutreiben (Transformation), werden Kopplungen zwischen Strom-, Wärme-, Kälte- und Verkehrssektor erforscht und umgesetzt. Im Bereich der Sektoren Wasser und Abwasser beschränken sich Sektorkopplungen bisher auf einzelne Pilotprojekte, beispielsweise zur Abwasserwärmerückgewinnung oder zur Betriebswasserbereitstellung aus behandeltem Grauwasser. Entsprechende Sektorkopplungen sind in Abbildung 1 dargestellt (vgl. Zimmermann et al. 2018).

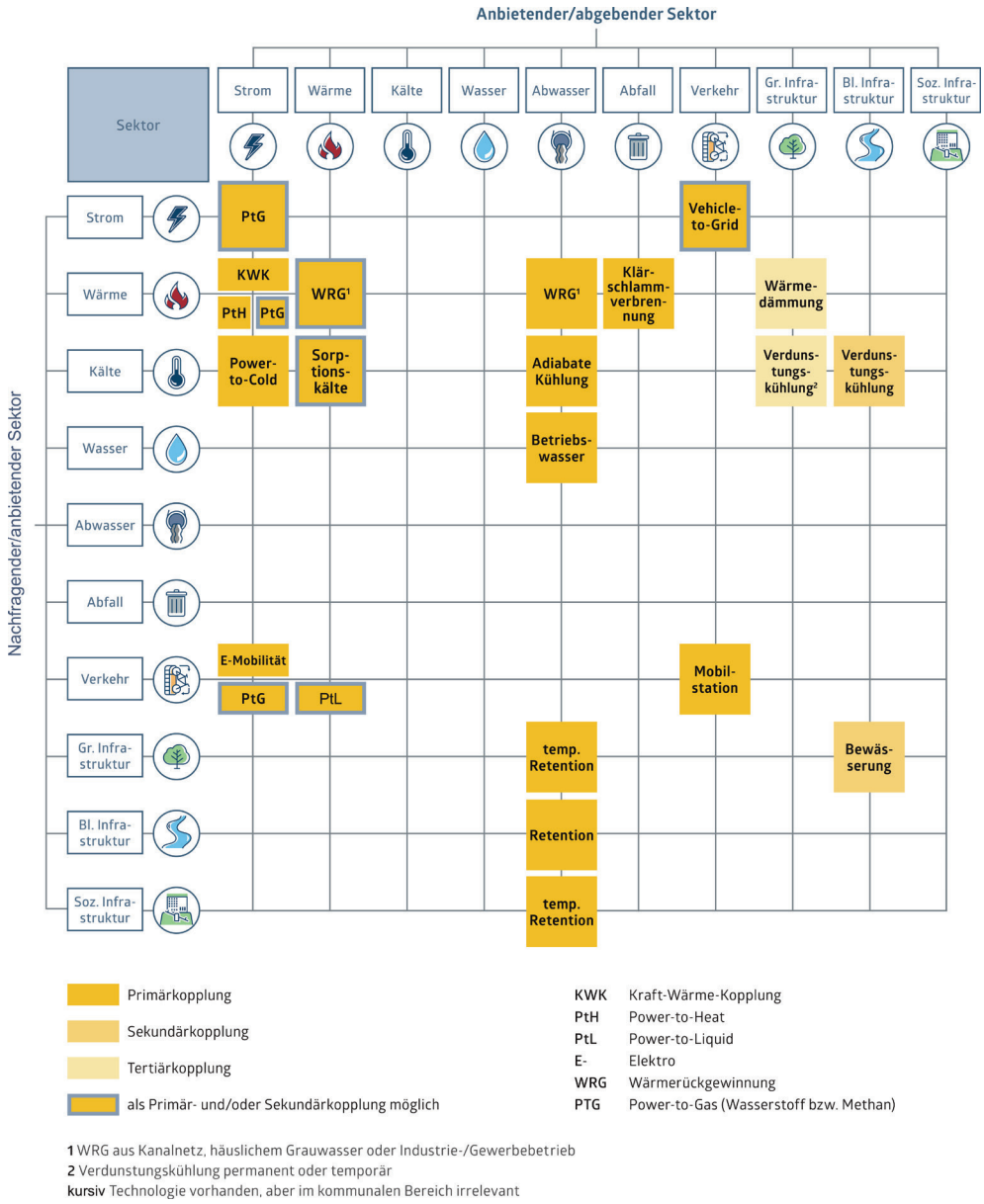

Abbildung 1: Sektorkopplungsmatrix

Beispiele

Die konsekutive Verkettung mehrerer Sektoren ist möglich. Beispielhaft wird hier die Verkettung der Sektorkopplungen „Retention von Starkregen auf Flächen der grünen Infrastruktur“, „Bewässerung mit Niederschlagswasser aus Starkregenereignissen“ und „Verdunstungskühlung durch grüne Infrastruktur“ beschrieben (vgl. Abbildung 2).

Beispiel Retention (Primärkopplung)

Bei der Retention von Starkregen auf Flächen der grünen Infrastruktur werden tiefliegende öffentliche Grünflächen, die im Alltag als Parkflächen oder Grünstreifen dienen (grüne Infrastruktur), sowie Flächen des öffentlichen Freiraums wie Spiel- oder Sportplätze (soziale Infrastruktur), als tieferliegende Becken ausgebildet, die die anfallenden Wassermengen temporär aufnehmen und gedrosselt an die Kanalisation oder den Vorfluter abgeben bzw. in den Gewässern der blauen Infrastruktur speichern und zur weiteren Nutzung vorhalten (vgl. DWA 2013, Benden et al. 2017). So bieten sie den Gebäuden, Infrastrukturen und Bewohnern zusätzlichen Schutz vor Schäden durch Überflutungen und Hochwasser. Die Sektoren Abwasser und z. B. Blaue Infrastruktur werden gekoppelt. >>

Beispiel Bewässerung (Sekundärkopplung)

Die extreme Trockenheit im Jahr 2018 - das Jahr war eines der vier trockensten seit 1881 (vgl. Friedrich, Kaspar 2018) - brachte viele Kommunen in Deutschland bei der Bewässerung der Grünanlagen an ihre Grenzen (vgl. KommunalTechnik 2019). Die Notwendigkeit einer arbeits- und ressourcensparenden Bewässerung in den warmen, niederschlagsarmen Monaten wurde deutlich, beispielsweise durch gespeichertes Niederschlagswasser oder behandeltes Grauwasser, das in Ergänzung zum Niederschlagswasser als kontinuierliche Ressource zur Verfügung stehen kann.

Das Niederschlagswasser, welches in den Gewässern der Blauen Infrastruktur gespeichert wird, kann in niederschlagsarmen Monaten für die Bewässerung öffentlicher Grünanlagen genutzt werden, um zum Beispiel Nutzungskonflikte mit ressourcen- und energieintensiv aufbereitetem Trinkwasser zu vermeiden. Die Anforderungen an die Wasserqualität zur Bewässerung von Grünanlagen unterscheiden sich von den Anforderungen, die in vielen Bereichen des häuslichen Gebrauchs gestellt werden (vgl. DIN 1999 und 2018). Eine rein mechanische Aufbereitung, ggf. gekoppelt mit naturnahen Aufbereitungsprozessen innerhalb der Blauen Infrastruktur reicht in der Regel aus, um den Anforderungen zur Bewässerung zu genügen. Substituiert die Bewässerung mit Regenwasser die Bewässerung mit Trinkwasser, wird eine entsprechende Trinkwassereinsparung erreicht. Da Regenwasser in der Regel weicher als Trinkwasser ist, ist es darüber hinaus besser für die Bewässerung geeignet (vgl. Umweltbundesamt 2016). Die Sektoren Blaue Infrastruktur und Grüne Infrastruktur werden gekoppelt.

Beispiel Verdunstungskühlung (Tertiärkopplung)

Die Flächenversiegelung und der Rückgang der Vegetation im urbanen Raum bewirken aufgrund der Reduktion von Evapotranspiration und Bodenalbedo einen lokalen Temperaturanstieg. Die Temperatur kann zeitweise bis zu 15 °C höher als in den umliegenden ländlichen Gebieten liegen (Urbane Hitzeinsel – Effekt) (vgl. Santamouris 2013). Dies erhöht den Kühlungsbedarfs durch Klimaanlagen und stellt eine Belastung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Stadtbewohner dar (vgl. WHO Regional Office for Europe 2013).

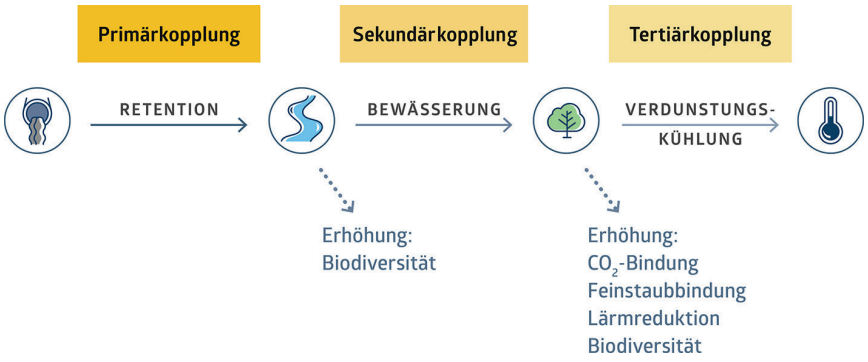

Abbildung 2: Primär-, Sekundär-, Tertiärkopplung mit Effekten

Die Verdunstung (und die Verschattung) der Oberflächen der bewässerten Pflanzen kann eine Absenkung der Temperatur im Außenraum bewirken. Verschiedene standortspezifische Studien zeigen, dass die Außenraumtemperatur um bis zu 8 °C reduziert werden kann (vgl. Lai et al. 2019). Darüber hinaus können die Systeme zur Reduktion von Schadstoffen und Lärm beitragen (vgl. Menke et al. 2013). Die Verdunstungsleistung einer Pflanze wird in hohem Maße durch die Wasserverfügbarkeit beeinflusst. Diese muss insbesondere in Trockenperioden durch die Bewässerung gewährleistet werden (vgl. Coutts et al. 2013).

Zusätzliche Effekte

Die meisten Sektorenkopplungen haben zusätzliche Effekte. Das Wachstum der Pflanzen beispielsweise bewirkt den Entzug von CO_2 aus der Umgebungsluft und eine Speicherung in den Pflanzen. Die Pflanzen haben zudem Einfluss auf die Luftqualität, indem sie Feinstaub binden und durch ihre optischen und psychologischen Effekte wohltuend auf den Menschen wirken. Diese Effekte wirken sich nicht auf zuvor definierte Sektoren und Infrastruktursysteme aus und werden daher nicht als eigenständige Sektorkopplungen betrachtet (vgl. Abb. 2).

Herausforderungen

Der Ansatz der Sektorkopplung ist oftmals gegenläufig zur bisherigen, sektoralen Entwicklung und Optimierung von Infrastruktursystemen und steht aufgrund der gewachsenen Strukturen sektorspezifischer Systeme vor diversen Herausforderungen.

Herausforderung Akzeptanz

Die Umsetzung der Konzepte hat zur Folge, dass Prozesse, welche die Graue Infrastruktur bisher weitgehend unterirdisch und damit unsichtbar für die Bevölkerung umgesetzt hat, an die Oberfläche treten und sichtbar werden. Die Maßnahmen treten damit in das Bewusstsein der Bürgerinnen und Bürger. Möglichkeiten zur Information und Mitgestaltung durch verschiedene Formate der Bürgerbeteiligung sind notwendig, um die Akzeptanz und somit die Erreichung der Potenziale gekoppelter Infrastruktursysteme zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere für siedlungswasserwirtschaftliche Akteure (z. B. Wasserver- und Abwasserentsorgungsunternehmen), da hier eingeübte Routinen hinterfragt werden und neue Kommunikations- und Abstimmungsbedarfe entstehen (vgl. Felmeden et al. 2016).

Herausforderung Interdisziplinarität

Hindernisse für die Umsetzung von Sektorkopplungen bestehen bereits im Planungsprozess. Mehr noch als herkömmliche Projekte involvieren Sektorkopplungsprojekte Akteure verschiedener Fachrichtungen. Das Expertenwissen jeder Akteursgruppe kann dazu beitragen, Sektorkopplungsmöglichkeiten zu identifizieren und kritisch zu hinterfragen. Sektorkopplungsprojekte müssen daher im ständigen Austausch der Fachgruppen entwickelt werden. Ein iterativer Prozess kann erforderlich werden, wenn sich die gewählte Option im weiteren Planungsverlauf als ungeeignet erweist. Das in Abbildung 3 gezeigte Ablaufschema in Anlehnung an DWA-A 100 (DWA 2006) bzw. DWA-A 272 (DWA 2014) beschreibt die Stufen des Planungsprozesses und gibt Hinweise zur Mobilisierung der Potentiale von Sektorenkopplungen.

Sektorenkopplungsmöglichkeiten im Planungsprozess erkennen und entwickeln*	
Veranlassung	Verschiedene Veranlassungen möglich, z. B. Städtebauliches Rahmenkonzept oder Anpassungsmaßnahme innerhalb eines Infrastruktursektors (Energiekonzept, Anpassung des Überflutungsschutzes, Erneuerung der Abwasserinfrastruktur) .
Aufgabenstellung formulieren	Aufgabenstellung möglichst offen und abstrakt formulieren. Entstehen Überschüsse, Abfallprodukte oder ist eine Mehrfachnutzung möglich?
Planungsraum abgrenzen	Dimensionen des Planungsraums erweitern. Gibt es andere kommunale Infrastrukturen oder private Einrichtungen, die über Bedarfe oder Angebote verfügen?
Grundlagen ermitteln	Welche Rahmenbedingungen bestehen im Planungsraum? Wo bestehen über den Sektor hinaus Bedarfe und Angebote? Hinweise können die Steckbriefe in Band II geben.
Bestand bewerten	Wie ist der Bestand wirtschaftlich und funktional zu bewerten? Wo können Strukturen so modifiziert werden, dass eine Sektorenkopplung möglich wird?
Bewertungsprozess	
(1) Identifikation	Bei welchen Maßnahmen findet eine Sektorenkopplung statt? Lösungsvarianten, die eine Sektorenkopplung beinhalten, können anhand der Steckbriefe in Band II ermittelt werden.
(2) (3) Bewertung Auswirkungen	Bewertung der Lösungsvarianten mithilfe des Delphi Verfahrens, um die Expertise aller Akteure mit einzubeziehen. Die Planung eines Sektorenkopplungsprojektes ist ein iterativer Prozess. Ergebnis des Bewertungsverfahrens kann sein, dass einer oder mehrere der vorangegangenen Schritte noch nicht ausreichend betrachtet wurden. Dann wird eine erneute Betrachtung der Planungsschritte erforderlich.
Vorzugsvariante auswählen	Auswahl der Vorzugsvariante auf Grundlage der Ergebnisse des Bewertungsprozesses
Vorplanung	
Anlagen bezogene Planung	
Bau und Betrieb	
Erfolgskontrolle	
Austausch und Abstimmung der Akteure erforderlich	

Rückkopplung

Abbildung 3: Ablaufschema zur Mobilisierung von Sektorkopplungen im Planungsprozess

Verantwortlichkeiten innerhalb eines Sektorkopplungsprojekts sind häufig vage und die Person oder Institution, die am besten für das Projektmanagement geeignet wäre - aufgrund der integrierenden Tätigkeit z. B. das Stadtplanungsamt - profitiert selbst nicht zwingend bzw. nicht immer hauptsächlich von der geplanten Maßnahme. Voraussetzung für die Mobilisierung der bestehenden Potenziale der Sektorkopplung sind daher integrierte Planungs- und Governancestrukturen auf kommunaler Ebene. Es gilt, die städtischen Akteure (Stadtplanung, Tiefbau-/Verkehrsamt, Grünflächenamt, Wasserver- und Abwasserentsorgung, private Grundstückeigentümer, Investoren etc.) möglichst früh zusammenezubringen, um die Planung, aber eben auch Bau und Betrieb gekoppelter Infrastrukturen abzustimmen (vgl. Geyler & Felmeden 2020). Hierbei sind auch die Finanzierungsoptionen integrierter Maßnahmen von Bedeutung, wie z. B. die Aufteilung der Kosten auf mehrere Akteure (Stichwort Budgetpooling). Zudem muss der regulatorische Rahmen so entwickelt werden, dass in Gemeinden oder Kommunen eine sektorübergreifende Bereitstellung von Infrastrukturen ermöglicht wird. Eine geeignete Gestaltung des institutionellen Rahmens muss darüber hinaus die sogenannte vertikale Koordination im Mehrebenensystem unterstützen, um z. B. die Aktivitäten und Ziele zu Klimaschutz und Klimanpassung auf Ebene der Gemeinden, Städte und Landkreise mit der Gesamttransformationsstrategie auf Länder- bzw. Bundesebene abstimmen zu können (vgl. Siebke et al. 2020a).

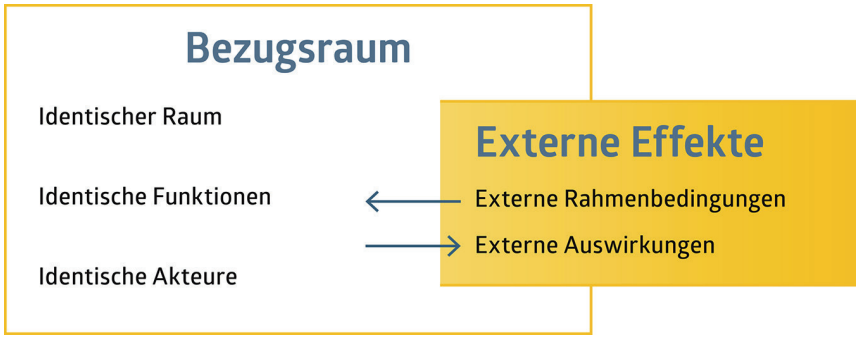

Abbildung 4: Extreme Effekte

Herausforderung Rahmenbedingungen

Die Potentiale von Sektorkopplungen hängen stark von den jeweilig real existierenden Randbedingungen ab (vgl. Abb. 4). Können beispielsweise vorhandene Gebäudestrukturen zur Unterbringung von Speichern genutzt werden, kann die Wirtschaftlichkeit der Sektorkopplung Power-to-Heat steigen. >>

Durch Sektorkopplungen kann der Transformationsprozess von Infrastruktursystemen gestaltet und zu einer Steigerung von Energie- und Ressourceneffizienz beigetragen werden. Unter bestimmten Umständen können Sektorenkopplungen jedoch bestehende Strukturen festigen und die Transformation behindern. Das Ergebnis der Potentialanalyse einer Sektorkopplung hängt daher maßgeblich davon ab, in welchem Stadium der Transformation sich die betroffenen Sektoren befinden.

Ausblick

Für die erfolgreiche Umsetzung von Sponge City, WSUD, LID etc. ist die flächendeckende Umsetzung und Etablierung von Sektorkopplungen erforderlich. Das setzt die sektorenspezifische Erweiterung und Systematisierung von Sektorkopplung voraus. Eine Handreichung für Kommunen und kommunale Betriebe geben die „Handlungsoptionen zur nachhaltigen Transformation sowie sektorenübergreifenden Vernetzung und Optimierung von Infrastruktursystemen in urbanen Räumen". Zwei Bände bieten einen grundlegenden Überblick und stellen einzelne Sektorkopplungen in Steckbriefen vor (Siebke et al. 2020a und 2020b – verfügbar über www.cooperative.de/referenzen-bibliografie.html).

Danksagung

Der Inhalt dieses Artikels beruht auf den Ergebnissen des BMBF-Förderprojekts INFRA-URBAN (2016-2019, Förderkennzeichen 01UR1617 A-E). Unser Dank gilt allen Projektpartnern aus Wissenschaft und Praxis sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Autoren:

Luise Schmidt, Dr.-Ing. Jörg Felmeden
COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt, Kassel/Reinheim,
j.felmeden@cooperative.de,
www.cooperative.de

Alle Abbildungen: Siebke et al. 2020a

Literatur:

- Benden J, Broesi R, Illgen M (2017) Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 1. Wissenschaftliche Grundlagen. Hg. v. MURIEL Publikation.
- Coutts A M, Tapper N J, Beringer J et al.: Watering our cities – The capacity for Water Sensitive Urban Design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context. In: Progress in Physical Geography: Earth and Environment 37 (2013), Heft 1, S. 2-28.
- DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. (1999): Bewässerung - Hygienische Belange von Bewässerungswasser. DIN 19650. Berlin
- DIN - Deutsche Institut für Normung e.V. (2018): Vor-Ort Anlagen für Nicht-Trinkwasser – Teil 1: Anlagen für die Verwendung von Regenwasser; Deutsche Fassung EN 16941-1:2018. Berlin.
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hg.) (2006) Arbeitsblatt DWA-A 100. Leitlinien der integralen Siedlungsentwäs-serung (ISiE). Hennef (DWA-Regelwerk)
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hg.) (2013) Arbeitsblatt DWA-A 117. Bemessung von Regenrückhalteräumen. Hennef (DWA-Regelwerk).
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hg.) (2014) Arbeitsblatt DWA-A 272. Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS). Hennef (DWA-Regelwerk)
- Felmeden J, Michel B, Zimmermann M (2016) Integrierte Bewertung neuartiger Wasserinfrastruktursysteme. Vom städtischen Quartier über die Gesamtstadt bis zur regionalen Perspektive. Hg. v. Forschungsverbund net-WORKS. Difu. Berlin (32). Online verfügbar unter *www.networks-group.de*
- Friedrich K, Kaspar F: Rückblick auf das Jahr 2018 – Das bisher wärmste Jahr in Deutschland, Offenbach Ausgabe 2019.
- Geyler, Stefan; Felmeden, Jörg (2020): Innovative Regenwasserbewirtschaftung - Beitrag zur Integration in das komplexe System Stadt. In: fbr-wasserspiegel 25 (3), S. 3–6.
- KommunalTechnik: Bewässerung von kommunalen Grünflächen, 2019, *https://kommunaltechnik.net/news/fuhrpark/bewaesserung-von-kommunalen-gruenflaechen/* [Zugriff am: 05.12.2019].
- Lai D, Liu W, Gan T, Liu K, Chen Q (2019) A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces. In: The Science of the total environment 661, S. 337–353. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.062.
- Menke P, Thonessen M, Beckroge W, Bauer J (2013) Bäume und Pflanzen las-sen Städte atmen. Schwerpunkt Feinstaub. Hg. v. Stiftung Die Grüne Stadt. Berlin.
- Santamouris M (2013) Energy and Climate in the Urban Built Environment: Routledge.
- Siebke C, Simonides-Noack S, Schmidt L, Felmeden J (Hg.) (2020a) Optionenkommunaler Sektorenkopplungen. Band I – Überblick. Cottbus, Kassel.
- Siebke C, Simonides-Noack S, Schmidt L, Felmeden J (Hg.) (2020b) Optionenkommunaler Sektorenkopplungen. Band II – Sektorkopplungen. Cottbus, Kassel.
- Umweltbundesamt (Hg.) (2016) Regenwassernutzung. Available online *https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/garten-freizeit/regenwassernutzung#*textpart-2 (19.12.2019).
- WHO Regional Office for Europe (Hg.) (2013): Review of evidence on health aspects of air pollution. REVIHAAP Project. Technical Report. Kopenhagen.
- Zevenbergen C, Fu D, Pathirana A (2018) Transitioning to Sponge Cities: Chal-lenges and Opportunities to Address Urban Water Problems in China In: Water 10 (9), 1230. DOI: 10.3390/w10091230
- Zimmermann, Martin; Felmeden, Jörg; Michel, Bernhard (2018): Integrated Assessment of Novel Urban Water Infrastructures in Frankfurt am Main and Hamburg, Germany. In: Water 10 (211). Online verfügbar *unter http://dx.doi.org/10.3390/w10020211.*