

Autoren und Autorinnen:

Thomas Hillenbrand, Harald Hiessl, Eve Menger-Krug, Kirsten Maier, Jutta Niederste-Hollenberg, Christian Sorge und Jörg Londong

Projekt: TWIST++

Literatur:

Maier, K., und J. Londong (2016): Transition of Water Infrastructure Systems. 13th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems & 5th IWA Specialized Conference on Resources-Oriented Sanitation. Athen, http://uest.ntua.gr/swws/proceedings/pdf/SWWS2016_Maier_transition.pdf (letzter Abruf: 14.10.2016).

Menger-Krug, E., J. Niederste-Hollenberg, U. Feldmann und T. Hillenbrand (2016): Integrated Water-Energy-Transition Concept: i.WET (in Vorbereitung).

Niederste-Hollenberg, J., E. Menger-Krug, U. Feldmann, E. Joel und T. Hillenbrand (2016): Transition von Wasserinfrastruktursystemen in Bestands- und Neuerschließungsgebieten, in: Wasserwirtschaft Wassertechnik, Sonderausgabe Modernisierungsreport 2016/2017, S. 4–9.

Rost, G., K. Maier, M. Böhm und J. Londong (2015): Auswirkungen eines technischen Paradigmenwechsels auf die wasserwirtschaftliche Organisation in strukturschwachen ländlichen Räumen, in: Raumforschung und Raumordnung 73 (5), S. 343–356.

D8

Innovative Systemlösungen für unterschiedliche Randbedingungen im Bestand – Ergebnisse des Projekts TWIST++

Hintergrund

Im Rahmen des Verbundprojekts TWIST++ – „Transitionswege Wasserinfrastruktursysteme: Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum“ – wurden innovative Wasserinfrastrukturkonzepte entwickelt. Mit ihnen sollen die Flexibilität der Systeme und die künftige Versorgungssicherheit erhöht, Kreisläufe geschlossen und die im Abwasser enthaltenen Ressourcen genutzt werden. Wesentliches Kennzeichen des Projekts war die Zielsetzung, Konzepte zu entwickeln, die sich auch im Bestand umsetzen lassen. Letzteres ist vor dem Hintergrund der Ausgangssituation in Deutschland – Anschlussgrade an die bestehende, konventionelle Trink- und Abwasserinfrastruktur von 99 Prozent bzw. 97 Prozent – eine wesentliche Voraussetzung, wenn zukünftig eine breitere Umsetzung neuer Konzepte erreicht werden soll. Die wichtigsten Anforderungen an die zu entwickelnden Konzepte waren mit Blick auf die anstehenden Herausforderungen:

- hohe Flexibilität z. B. gegenüber demografischen Veränderungen und den damit verbundenen Konsequenzen für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung (etwa auch hinsichtlich unterschiedlicher Entwicklungen in verschiedenen Stadtgebieten),
- Anpassungsfähigkeit gegenüber möglichen Auswirkungen durch Klimaveränderungen,
- Erfüllung höherer ökologischer Anforderungen (Energieeffizienz, Ressourcenrückgewinnung).

Das Projekt entwickelte die Konzepte anhand von drei konkreten Modellgebieten, die beispielhaft für den urbanen Raum, für eine ländliche Region und für eine Konversionsfläche ausgewählt wurden.

Innovative Systemlösungen für den urbanen Raum

Das im Rahmen von TWIST++ am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) entwickelte Konzept i.WET („integriertes Wasser-EnergieTransitions“-Konzept) sieht eine kombinierte Wiederverwertung von Regenwasser und behandeltem Grauwasser mit Wärmerückgewinnung und Produktion von Bioenergie vor. Das Konzept wurde für Stadtquartiere im innerstädtischen Umfeld entwickelt, konkreter Anwendungsfall ist ein Quartier mit mehrgeschossigen Wohnhäusern in der Stadt Lünen. Es besteht aus zwei komplementären Wiederverwertungswegen, dem „blauen“ und dem „grünen“ Weg.

Im „blauen“ Wiederverwertungsweg wird Regenwasser von Dachflächen aufgefangen, zu Betriebswasser aufbereitet und gespeichert. Das Grauwasser aus Dusche und Bad wird zur Wärmerückgewinnung genutzt. Anschließend wird im Bedarfsfall so viel Grauwasser einer technischen Aufbereitung unterzogen, wie für die Deckung des Betriebswasserbedarfs benötigt wird und nicht durch Regenwasser zur Verfügung steht. Unmittelbar vor der Nutzung wird das Betriebswasser hygie-

nisiert und steht beispielsweise für die Toilettenspülung oder die Waschmaschine zur Verfügung.

Der „grüne“ Wiederverwertungsweg sieht eine naturnahe Aufbereitung des überschüssigen Grau- und Regenwassers im Außenbereich vor. Kernstück bildet dabei die sogenannte Energieallee, die aus einem horizontalen Bodenfilter und einer Kurzumtriebsanlage (KUP) mit schnellwachsenden, stauwassertoleranten Gehölzen (z. B. Weiden) besteht. Die Zuleitung zu diesem drainierten und nach unten abgedichteten Modul erfolgt dabei unter der Oberfläche. Die Energieallee kann als grünes Infrastrukturelement entlang von Straßen oder Grundstücksgrenzen eingesetzt werden und erfüllt mehrere Funktionen: Neben der Retention des Oberflächenabflusses und einer hohen Evapotranspiration erfolgen auch eine Schadstoffelimination sowie eine Nährstoffrückgewinnung durch das Erzeugen von Biomasse. Das gefilterte und überschüssige Wasser kann z. B. für die Bewässerung von Nutzpflanzen weitergenutzt, die erzeugte Biomasse zu Pellets oder Holzhäckseln verarbeitet werden. Einsparpotenziale bei der



Abb. 1: Energieallee: Mehrfachnutzung der urbanen Fläche zur Wasseraufbereitung, Wasserspeicherung und Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Quelle: Fraunhofer ISI

Nutzung ergeben sich durch Wassereinsparungen und Energierückgewinnung. Aus ökologischer Sicht sind vor allem die hohe Verdunstungsleistung und der damit verbundene positive Einfluss auf das Mikroklima im Quartier (sommerliche Hitzeperioden, Hitzeinseln, Klimaanpassung) sowie weitere Ökosystemdienstleistungen wie die Erhöhung der Biodiversität als Vorteile zu nennen. Das i.WET-Konzept beruht damit auf der innovativen Kombination verfügbarer und erprobter Technologiekomponenten.

Bei einer verbreiteten Umsetzung des i.WET-Konzepts würde sich durch die Auskopplung von Grau- und Regenwasser der Abwasserfluss soweit reduzieren, dass sukzessive die Schwemmkanalisation zu einer Vakuumkanalisation umgebaut werden könnte. Entscheidend für diesen zweiten Transitionsschritt sind die i.WET-Implementierungsrate im Gebiet sowie lokale und strangspezifische Randbedingungen. Durch das höher aufkonzentrierte Restabwasser ergibt sich die Möglichkeit für einen dritten Transitionsschritt: die Aufwertung der Kläranlage zu einem Ressourcen-

zentrum durch die verstärkte anaerobe Behandlung des Abwassers (Nutzung als Co-Substrat) und die Einführung einer Nährstoffrückgewinnung. Besonderer Vorteil der Transitionsschritte ist ihre Flexibilität: Sie ermöglichen einen sukzessiven Umbau der Wasserinfrastruktur mit flexiblen, an die Sanierungszyklen von Gebäuden, Kanalabschnitten und Kläranlagen angepassten Implementierungszeitpunkten. Die technischen Möglichkeiten für eine solche Umgestaltung zu einer Kläranlage der Zukunft sowie mögliche Geschäftsmodelle und Gebührenmodelle wurden im Projekt intensiv untersucht, ebenso die Implikationen für die Trinkwassernetze.

Die ökologische Bewertung des Konzepts zeigt eine positive Energie- und Emissionsbilanz, die Gesamtkosten liegen deutlich unter den Kosten einer Umstellung zu einem Trennkanalsystem. Besondere Vorteile sind die höhere Flexibilität gegenüber Veränderungen der Randbedingungen, wie abnehmende Nutzerzahl, sinkender Wasserverbrauch und vermehrte Starkregenereignisse.

Innovative Systemlösungen für den ländlichen Raum

Nördlich der kreisfreien Stadt Weimar liegen die beiden Thüringer Gemeinden Wohlsborn und Rohrbach. Sie wurden als Modellgebiet für das Verbundprojekt TWIST++ ausgewählt, da sie viele typische abwassertechnische Merkmale der Situation im ländlichen Raum in den neuen Bundesländern aufzeigen: Es besteht ein hoher Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation, wobei viele Teilortskanäle (TOK) ohne Anschluss an eine Kläranlage existieren. Zudem stellt der demografische Wandel mit dem einhergehenden Rückgang der Bevölkerungszahlen eine große Herausforderung im Gebiet dar. Im Umland beherrschen große landwirtschaftliche Betriebe das Bild.

Im Rahmen von TWIST++ wurde an der Bauhaus-Universität Weimar in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Abwasserentsorger, Abwasserzweckverband Nordkreis Weimar (ANW), neben einer Systemlösung auch ein Transitionsweg entworfen. Dieser ermöglicht es, den Bestand über einen längeren Zeitraum in ein zukunftsfähiges, flexibleres System umzubauen.

Die Ziele während der Planungsphase waren, den Stand der Technik umzusetzen, Stoffkreisläufe möglichst regional zu schließen und flexibel auf künftige Anpassungsnotwendigkeiten reagieren zu können. Das Konzept für die Modelldörfer sieht eine Trennung von Schwarz- und Grauwasser vor (vgl. Abbildung 2). Letzteres kann nach einer Reinigung entweder als Betriebswasser genutzt oder der Vorflut zugeführt werden. Das Schwarzwasser soll gemeinsam mit regionalen organischen Reststoffen in einer Biogasanlage Energie erzeugen und aus nachbehandeltem Gärrest Dünger produzieren. Regenwasser wird dezentral versickert oder abgeleitet.

Basierend auf örtlichen Rahmenbedingungen wurden Gelegenheitsfenster für eine Umsetzung gesucht, welche die Realisierung eines Neuartigen Sanitärsystems (NASS) im Bestand unterstützen. Für das Modellgebiet sind dies die geplante Erneuerung der Ortskanalisation und die Teilnahme an der Internationalen Bauausstellung Thüringen (IBA Thüringen), welche als externer Impulsgeber für Innovationen agieren kann.

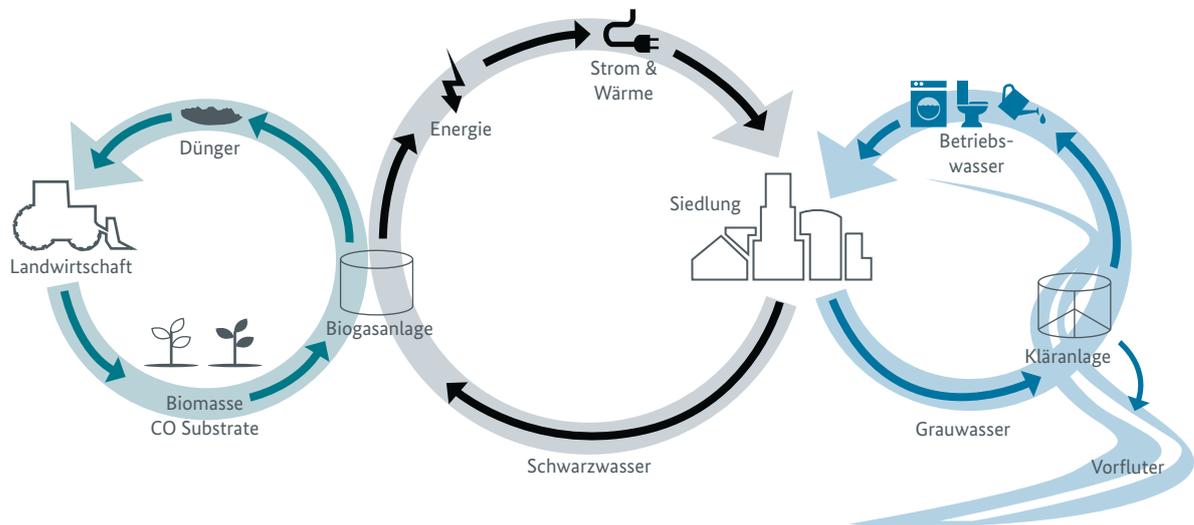


Abb. 2: Schematische Darstellung des Konzepts für den ländlichen Raum.
Quelle: Bauhaus-Institut für zukunftsweisende Infrastruktursysteme (b.is) 2016

Der Transitionsweg zur schrittweisen Umsetzung und Integration der gewählten NASS-Elemente in den Bestand sieht folgende Schritte vor: Bau einer zentralen Pflanzenkläranlage, Bau einer (Unter-)Druckkanalisation für Schmutzwasser, Trennung der Abwasserteilströme im oder gegebenenfalls am Haus, Schwarzwasserbehandlung in einer Biogasanlage zur Gewinnung von Energie und Dünger sowie Rehabilitation des alten Teilortskanals für das Ableiten von Niederschlagswasser.

Zusätzlich dazu wurden zwei Meilensteine definiert:
„Kooperation mit einem landwirtschaftlichen Betrieb“

und „Entwicklung einer Technologie zur Trennung von Schwarz- und Grauwasser im Bestand“. Werden diese Meilensteine nicht erreicht, kann der Transitionsweg hier enden, auch wenn nur eines der Ziele „Abwasserentsorgung nach Stand der Technik“ erreicht wurde. Durch die schrittweise Umsetzung des Systems wird eine Flexibilität erlangt, die eine Anpassung an sich ändernde Rahmenbedingungen erlaubt. Änderungen sind sowohl im technischen System als auch bei der Definition der einzelnen Schritte möglich. Jedoch müssen während des Prozesses die zu Beginn definierten Ziele immer im Blick behalten werden.

Innovative Systemlösungen für Konversionsflächen

Konversionsflächen weisen einige typische Merkmale auf, welche bei Planung innovativer Wasserinfrastrukturen und Systemlösungen relevant sein können. So können Siedlungsdichte und Art der Nutzung (vorher/nachher) der Konversionsfläche stark variieren, Art der Folgenutzung und somit Wasserbedarf und Abwasseraufkommen sind teilweise sehr unsicher. Bestehende Wasserinfrastrukturen auf den Flächen müssen oftmals vollständig erneuert werden, während angren-

zende Wasserinfrastrukturen funktionieren und (weiter-)genutzt werden können.

Generell bieten sich auf Konversionsflächen größere Chancen für die Etablierung innovativer Systemlösungen, da relativ frei geplant werden kann.

Die Systemlösungen für Konversionsflächen können in planerische und technische Konzepte unterschieden werden. Zu den planerischen Konzepten gehören etwa:

- Reduzierung von Planungsunsicherheiten durch etappenweise Erschließung und eine soweit und so lange möglich starke Mitnutzung der angrenzenden Wasserinfrastrukturen,
- Wahrung einer möglichst hohen Flexibilität in allen Planungs- und Umsetzungsphasen (über Szenarien, Was-wäre-wenn-Simulationen mit entsprechenden Planungstools) (vgl. Beitrag F5).

Die genannten Anforderungen an Wasserinfrastrukturen lassen sich, ergänzend zu den Konzepten/Lösungen für den urbanen Raum, vor allem auf Konversionsflächen mit folgenden technischen Konzepten realisieren:

- Grau- und Regenwasser als Ressource für Betriebswasser in der Produktion und für Unterstützungsprozesse (z. B. Reinigung),
- höherwertiges Prozesswasser für eine optimierte Produktion, das über eine „Fit-for-Purpose“-Anlage zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Untersuchungen für das in TWIST++ einbezogene Modellgebiet „Neue Zeche Westerholt“ zeigen, dass die genannten innovativen Systemlösungen im Vergleich zu konventionellen Systemen speziell auf Konversionsflächen zu besonderen Vorteilen mit folgendem Nutzen führen:

- mittel- bis langfristig erhöhte Flexibilität und Versorgungssicherheit bei gleichen Baukosten auf der Trinkwasserseite (trotz hoher Unsicherheiten z. B. hinsichtlich Art und Maß der Flächennutzung),
- gleiche oder geringere Betriebskosten auf der Trinkwasserseite,
- Reduzierung von Gesamtbedarf und Bedarfsspitzen beim Wasserverbrauch (Gewerbe) durch Teilstromverwertung,
- Verminderung der abzuleitenden Niederschlagswassermengen durch Weiterverwertung auf dem Gelände und gezielte Evapotranspiration (Flächen und Pflanzen),
- Schaffung von Standortvorteilen für wasserintensive oder ökologisch anspruchsvolle Gewerbe- oder Industriebetriebe.

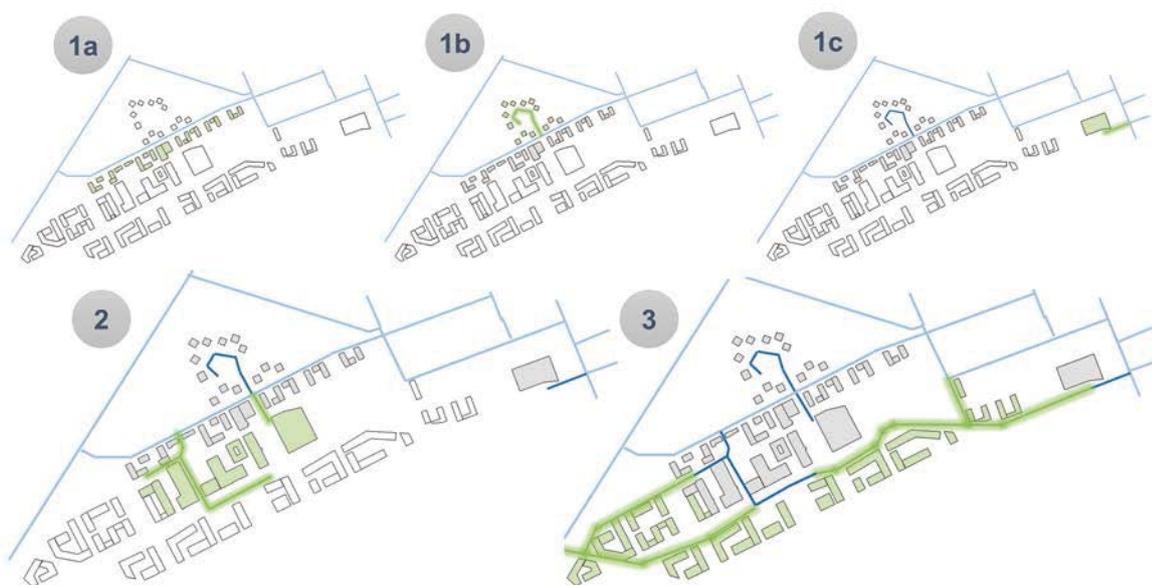


Abb. 3: Etappenweise Erschließung einer Konversionsfläche für die Trinkwasserversorgung (grün = geplante Trinkwasserleitungen, blau = bestehende oder neu errichtete Trinkwasserleitung). Quelle: IWW Zentrum Wasser

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse aus TWIST++ zeigen: Die Transition bestehender Wasserinfrastrukturen auf Gebäude- wie auch Quartiersebene ist technisch und organisatorisch möglich und zur Verbesserung der Zukunftsfähigkeit bestehender Systeme sinnvoll und erforderlich. Für die erarbeiteten neuen Konzepte sind zukünftig konkrete Umsetzungsarbeiten vorgesehen:

- Mit iWET steht ein Konzept zur Verfügung, das es erlaubt, Maßnahmen zur Transition der Trink- und Abwassernetze im urbanen Raum im Rahmen der üblichen Instandhaltungsmaßnahmen schrittweise umzusetzen. Es bietet Lösungen für die großen Herausforderungen der urbanen Wasserinfrastruktur in Deutschland (demografischer Wandel, Klimawandel, Energiewende) und unterstützt einen naturnahen urbanen Wasserhaushalt sowie urbane Ökosystemdienstleistungen. Vorgesehen ist die Demonstration des Konzepts anhand eines Pilotprojekts im untersuchten Modellgebiet.
- Im Modellgebiet für den ländlichen Raum treibt der zuständige Abwasserzweckverband die Umsetzung der während der Projektlaufzeit entwickelten Konzepte derzeit aktiv voran. Zusätzlich konnte für das Vorhaben bei der Internationalen Bauausstellung Thüringen (www.IBAthueringen.de) der „Kandidatenstatus“ erlangt werden, an dessen Weiterentwicklung nun intensiv gearbeitet wird.
- Für die Konversionsfläche werden die innovativen Lösungsansätze bei der Planung der Wasserinfrastrukturen durch die betroffenen Kommunen und den Grundstückseigentümer berücksichtigt.

Die neuen Konzepte stellen hinsichtlich ihrer Umsetzung auch Anpassungserfordernisse im organisatorischen und institutionellen Bereich. Für eine breitere Umsetzung spielt die Überwindung dieser nicht-technischen Hemmnisse eine wesentliche Rolle (vgl. Beitrag H2).