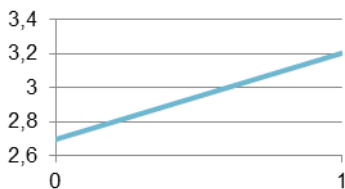


Transitionswege WasserInfraStruktursysteme:  
Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum

### Zielsystem des Projektes TWIST++



### Transformationskurve



|                  |      |
|------------------|------|
| Einheit          | mg/l |
| Min. Performance | 2,7  |
| Max. Performance | 3,2  |

### Anwendungsbereich

| AW | TW |
|----|----|
| X  |    |

# Multikriterielle Bewertung

Ilka Nyga (BUW), Dr. Dr. Christian Sartorius (FhISI), Peter Lévai (IWW)

19.04.2016

GEFÖRDERT VOM





## 1 Hintergrund

Sich ändernde Rahmenbedingungen, damit einhergehende neue Herausforderungen sowie geringe Flexibilität der bestehenden Wasser- und Abwasserinfrastrukturen erfordern eine Anpassung und Weiterentwicklung der Systeme. Technische Lösungen wurden in den vergangenen Jahren in verschiedenen Projekten entwickelt; deren Umsetzung ist jedoch noch nicht weit verbreitet. Eine Ursache dafür könnte in der Unsicherheit über ihre Vor- und Nachteile bestehen. Hier setzt die Arbeit des Arbeitspaketes „Bewertungsverfahren“ an, im Rahmen dessen ein Bewertungsinstrument entwickelt und innerhalb der drei Modellgebiete angewendet werden soll, das sowohl integrierte Konzepte von Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystemen berücksichtigen als auch unterschiedliche Bewertungsdimensionen umfasst.

Die Federführung für das Arbeitspaket obliegt der Bauhaus-Universität Weimar (BUW). Dabei erhält sie wesentliche Unterstützung durch Fraunhofer ISI, das Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH (IWW) und das Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH (ILS).

## 2 Zielsetzung innerhalb des Forschungsvorhabens TWIST++

Innerhalb des Forschungsvorhabens wurde die Entwicklung und Anwendung eines umfassenden, multikriteriellen Bewertungsverfahrens angestrebt und umgesetzt. Wichtig bei der Entwicklung war es, unterschiedliche Aspekte und Ziele innerhalb einer Methode zu erfassen und in einem Ergebnis zusammenzufassen. Dabei wurden sowohl die Besonderheiten langlebiger Wasserinfrastruktursysteme, Akzeptanzfragen als auch die ökonomische und ökologische, wie auch die technischen Leistungsfähigkeit und Flexibilität berücksichtigt.

## 3 Untersuchungen

### 3.1 Untersuchungsbausteine des Projektes

#### 1 Defizitanalyse für multikriterielle Bewertungsansätze (Leitung: IWW)

Zunächst wurden bekannte Bewertungsansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Eignung zur ganzheitlichen Bewertung von Wasserinfrastruktur evaluiert. Darüber hinaus wurde untersucht, welche Bewertungskriterien für die Einschätzung der Wasserinfrastruktursysteme besonders wichtig sind und inwieweit diese in heutigen Bewertungsverfahren bereits Berücksichtigung gefunden haben. Auf dieser Grundlage wurde geprüft, welche Möglichkeiten zur Behebung der Defizite der jeweiligen Bewertungsverfahren bestanden.



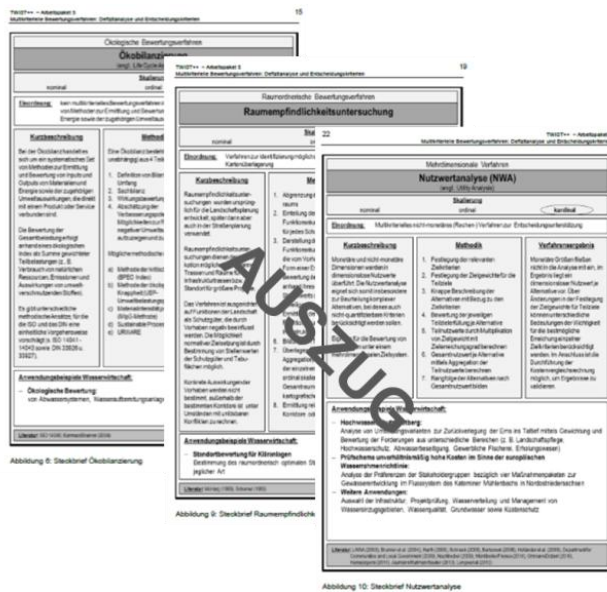


Abb. 1: Steckbriefe der Defizitanalyse

## 2 Methodische Entwicklung eines vereinfachenden multikriteriellen Bewertungsverfahrens und Auswahl der Entscheidungskriterien (Leitung: BUW)

Basierend auf der Defizitanalyse wurde ein an die Projektspezifika angepasstes, multikriterielles Bewertungsverfahren entwickelt, das als wichtiges Werkzeug in das Planungsunterstützungssystem (PUS) einfließt. Ziel war es das Bewertungsverfahren so zu konzipieren, dass es in unterschiedlichen Planungsstadien, die durch unterschiedliche Datenumfänge und -qualitäten gekennzeichnet sind, und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Stakeholderperspektiven eingesetzt werden kann.

Im Ergebnis wurde die Nutzwertanalyse als Verfahren identifiziert, das den Weg der Entscheidungsfindung dokumentiert und dessen Ergebnis präzise und eindeutig darstellt. Darüber hinaus stellte sich die Nutzwertanalyse als das Verfahren heraus, welches die aus Sicht eines multikriteriellen Verfahrens gestellten Projektanforderungen (Berücksichtigung unterschiedlicher Dimensionen, Transparenz des Verfahrens und Berücksichtigung des notwendigen Aufwandes für die Ermittlung der Eingangsdaten) am besten erfüllt. Die projektspezifischen Anforderungen an die Nutzwertanalyse wurden gemeinsam herausgearbeitet und anschließend, wie in der Abbildung dargestellt bausteinartig an diese angepasst.

Die Ergebnisse der Defizitanalyse mündeten in Steckbriefe, die nach definierten Kriterien einheitlich gegliedert und deren Fazit eine Empfehlung für die Weiterverwendung innerhalb des Projektes TWIST++ beinhaltet.<sup>1</sup>

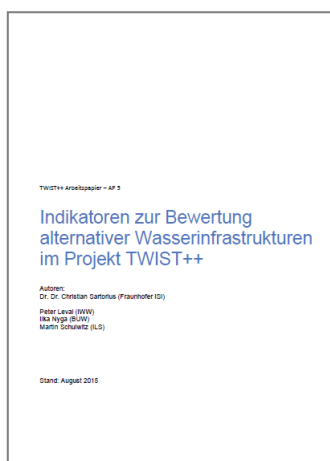
<sup>1</sup> Vgl. Hein A., Levai P., Wencki K. (2015a) Multikriterielle Bewertungsverfahren: Kurzbeschreibung und Defizitanalyse (Teil 1-3). gwf – Wasser|Abwasser, 156:58 - 61; 202 -212; 326 - 336.



**Abb. 2: Entwicklungsschritte des integrierten Bewertungsverfahrens**

Unter Berücksichtigung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit und übergeordneter Bewertungsaspekte wurde ein dreistufiges Zielsystem mit fünf Teilzielen entwickelt. Der gegliederte, durch Kriterien ergänzte Aufbau ermöglicht den Vergleich verschiedener Umsetzungsalternativen und berücksichtigt die Datenverfügbarkeit. Darüber hinaus haben die unterschiedlichen Stakeholder die Relevanz der Kriterien eingeschätzt und nach der Auswahl an der Ermittlung der Gewichtung mitgewirkt. Für die Operationalisierung der Kriterien wurden Indikatoren als Messgrößen festgelegt, die anschließend mittels Transformationskurven mit geeigneten Fixpunkten normiert und auf der Grundlage empirisch bestimmter Gewichtungsfaktoren aggregiert wurden.

### 3 Exemplarische Anwendung des Bewertungsverfahrens und Sicherstellung der Übertragbarkeit (Leitung: Fraunhofer ISI)



Für das entwickelte Bewertungsverfahren wurde ein Anwendungsleitfaden erstellt, der es ermöglicht, die gewählten Bewertungsansätze auf unterschiedliche Gebiete auch außerhalb der Modellregionen anzuwenden. Die Methodik selbst wird derzeit auf die drei Modellgebiete angewandt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in die Weiterentwicklung des konzipierten Bewertungsverfahrens eingebracht. Damit wird die Leistungsfähigkeit der in TWIST++ entwickelten innovativen Infrastrukturalternativen geprüft und die Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfälle sichergestellt.

**Abb. 3: Bewertungsleitfaden des AP 5**

## 4 Ergebnisse

Tabelle 1: Bewertungsergebnis der konventionellen Durchschnittsvariante Deutschlands

| Nr.  | Kriterium                               | Indikator                             | Normierungsgröße             | Gewichtung    | Teil-NW, normiert | Teil-NW, gewichtet |
|--|---|---------------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| <b>Ökologische Ziele (Umwelt- und Ressourcenschutz)</b>                  |   |                                       |                              | <b>22,2 %</b> | <b>Ø = 0,45</b>   | <b>0,0960</b>      |
| 1.1  | Nährstoffbelastung                      | N, P                                  | Durchschnittsfracht          | 2,55 %        | 0,50              | 0,0128             |
| 1.2  | Ökotoxische Stoffe/ Wasser              | Cu, Zn, Diclophenac, Terbutryn        | Eliminationsrate             | 3,07 %        | 0,24              | 0,0074             |
| 1.3  | Sauerstoffzehrende Substanzen           | CSB                                   | Grenzwert (Konzentration)    | 2,62 %        | 0,69              | 0,0181             |
| 1.4  | Ökotoxische Stoffe/ Boden               | Cd, Pb, PAK                           | Grenzwert (Konzentration)    | 2,84 %        | 0,37              | 0,0105             |
| 1.5  | Emission Klimagase                      | THG-Äquivalente                       | Durchschnittsemissionen      | 2,44 %        | 0,50              | 0,0122             |
| 1.6  | Beeinflussung des Mikroklimas           | Mikroklima (qualitativ)               | Boni/Mali                    | 1,91 %        | (0,50)            | 0,0095             |
| 1.7  | Ressourcenverbrauch                     | Energie, Betriebsstoffe               | Durchschnittsaufwand         | 2,52 %        | 0,50              | 0,0126             |
| 1.8  | Ressourcenrückgewinnung                 | P, N, C, H <sub>2</sub> O             | Recyclingquote               | 2,38 %        | 0,00              | 0,0000             |
| 1.9  | Flächenverbrauch                        |                                       |                              | 1,84 %        | 0,70              | 0,0129             |
| <b>Sicherheitsrelevante Ziele</b>  |   |                                       |                              | <b>26,7 %</b> | <b>Ø = 1,00</b>   | <b>0,2668</b>      |
| 2.1a   | Verkeimung/Hygiene                      | Gesamtkeimzahl, Coliforme KbE         | Grenzwerte (Keimzahl)        | 22,8 %        | 1,00              | 0,2280             |
| 2.1b   | Geruch/Trübung                          | TON, NTU                              | Boni/Mali                    | 3,92 %        | 0,99              | 0,0388             |
| <b>Wirtschaftliche Ziele</b>   |   |                                       |                              | <b>16,4 %</b> | <b>Ø = 0,55</b>   | <b>0,0901</b>      |
| 3.1  | (Netto) Kosten                          | Investition, Betrieb                  | Durchschnittskosten          | 8,90 %        | 0,50              | 0,0445             |
| 3.2  | Flexibilität, Systemwechselbereitschaft | Restbuchwert, Nutzungsdauer           | Anteil, Min./Max. Nutzungsd. | 7,48 %        | 0,61              | 0,0456             |
| <b>Soziale Ziele</b>   |   |                                       |                              | <b>16,0 %</b> | <b>Ø = 0,74</b>   | <b>0,1229</b>      |
| 4.1  | Bequemlichkeit                          | Zeitaufwand                           | Durchschnittsaufwand         | 5,18 %        | (0,90)            | 0,0466             |
| 4.2  | Wirtschaftliche Belastung               | Besondere Belastungen                 | Boni/Mali                    | 6,28 %        | (0,50)            | 0,0314             |
| 4.3  | Belästigung                             | Anzahl Medien                         | Boni/Mali                    | 4,49 %        | 0,90              | 0,0449             |
| <b>Technische Ziele</b>  |   |                                       |                              | <b>18,8 %</b> | <b>Ø = 0,64</b>   | <b>0,1190</b>      |
| 5.1  | Störungsanfälligkeit                    | Schadensanfälligkeit, Knowhow         | Boni/Mali                    | 4,60 %        | 0,60              | 0,0276             |
| 5.2  | Auswirkungen des Versagenszustandes     | Anteil CSB im Gewässer                | Anteil der Überschreitung    | 4,05 %        | (0,80)            | 0,0324             |
| 5.3  | Löschwasserbereitstellung               | Sicherer Anteil Löschwasserversorgung | Boni/Mali                    | 3,89 %        | (0,90)            | 0,0350             |
| 5.4  | Flexibilität bzgl. Rahmenbedingungen    | Zu-/Rückbaubarkeit                    | Leicht anpassbarer Anteil    | 3,65 %        | (0,30)            | 0,0110             |
| 5.5  | Abhängigkeit                            | Anzahl d. Infrastrukturen             | Boni/Mali                    | 2,61 %        | (0,50)            | 0,0130             |
| Bemerkung: (-)Werte sind Schätzung oder von lokalen Bedingungen abhängig |   |                                       |                              |               | <b>Summe:</b>     | <b>0,695</b>       |

## 5 Fazit und Ausblick

Der vorgestellte Bewertungsansatz ist in der Lage, Vor- und Nachteile verschiedener Infrastrukturalternativen im Detail in quantitativer Form darzustellen und durch die Einführung eines Gewichtungsfaktors nicht nur vergleichbar zu machen, sondern sogar ihre Aggregation zu einer Gesamtbewertung zu ermöglichen. Dadurch, dass bei der Normierung häufig auf allgemeingültige Größen, z.B. auf deutschlandweite Durchschnittswerte Bezug genommen wird, ist prinzipiell sogar ein Vergleich über die Grenzen der Modellgebiete oder gar des Vorhabens TWIST++ hinaus möglich.

Diese Methodik wird derzeit in den drei Modellgebieten des Projektes TWIST++ angewendet und die Resultate gebietsübergreifend verifiziert. Die detaillierten Ergebnisse finden Sie in Kürze an dieser Stelle.





Anschrift:  
**Bauhaus-Universität Weimar,**  
**Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen**  
**Marienstraße 7a**  
**99423 Weimar**

