

Abschlussbericht TransMiT

Teil B

Strategiekomponente B.1 Institutionalisation

B 1.7 Toolentwicklung: Nutzenbewertung

Autoren:

Stefan Geyler, Erik Hofmann
Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Universität Leipzig (IIRM)

unter Mitarbeit von

Tom Ziegenbein, Lisa Metzinger
Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Universität Leipzig (IIRM)

Uwe Klaus
aquaplaner, Hannover

Kurzbeschreibung des Einzelkapitels

Dieses Kapitel erläutert den Alternativkostenansatz zur monetären Nutzenabschätzung näher sowie die gewählte Kosten-Nutzwert-Analyse zur Operationalisierung des Ansatzes. Zugleich bietet er Informationen zu den Eingangsdaten für die Beispielrechnungen im Bericht Teil A.III, Kapitel 3.6. Hierfür werden auch entsprechende Indikatoren wie die Kosten pro Nutzwert, den Kostenvergleich bei einem bestimmten Nutzwert (im Sinne des Alternativkostenansatzes) und die weitere Nutzwertsteigerung bei einzelnen Handlungsoptionen tabellarisch dargestellt. Weiterhin wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Der Beitrag zeigt, dass Kosten-Nutzwert-Analysen pragmatische Beiträge zur monetären Bewertung von Maßnahmen liefern. Allerdings sind hierfür Vorgaben zur Zielpriorisierung notwendig.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
2 Methodischer Ansatz.....	1
3 Eingangsdaten	3
4 Ergebnisse und Sensitivitäten.....	4
5 Literaturverzeichnis.....	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielerreichung und Gewichtung der Handlungsoptionen [Quelle: Eigener Entwurf unter Bezug auf Boer 2022, S. 40 ff., ergänzt]	3
Tabelle 2: Kostendaten, bezogen auf versiegelte Fläche [Quelle: Eigener Entwurf unter Bezug auf Boer 2022, S. 40 ff.; Müller et al. 2021, S. 196, ergänzt]	4
Tabelle 3: Ergebnisübersicht, Kostendaten beziehen sich auf versiegelte Fläche [Quelle: Eigener Entwurf]	5
Tabelle 4: Anpassung der Nutzwertgewichtungen und Neuberechnung der Nutzwerte [Quelle: Eigener Entwurf]	6
Tabelle 5: Angepasste Eingangsgrößen zu Kosten, bezogen auf versiegelte Fläche und Nutzungsdauern [Quelle: Eigener Entwurf]	6
Tabelle 6: Ergebnisübersicht bei alternativen Eingangsdaten, Kostendaten beziehen sich auf versiegelte Fläche [Quelle: Eigener Entwurf]	7

1 Einleitung

Dieses Kapitel erläutert in Ergänzung zum Bericht Teil A.III, Kapitel 3.6 – Nutzenbewertung – den gewählten Ansatz näher und bietet Informationen zu den Eingangsdaten. Es zeigt, dass Kosten-Nutzwert-Analysen pragmatische Beiträge zur monetären Bewertung von Maßnahmen liefern. Allerdings sind hierfür Vorgaben zur Zielpriorisierung notwendig. Das Kapitel erläutert den methodischen Ansatz, stellt Bewertungsindikatoren vor, um die Nutzwertanalyse zu einer Kosten-Nutzwert-Analyse auszubauen und im Sinne des Alternativkostenansatzes pragmatisch zu interpretieren. Es fundiert somit den Bericht Teil A.III, Kapitel 3.6. Zugleich wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.¹

2 Methodischer Ansatz

Der *Alternativkostenansatz* geht von der Annahme aus, dass sich bei Vorhandensein von mindestens zwei Alternativen zur Bereitstellung einer Leistung der Nutzen der kostengünstigeren Maßnahme als vermiedene Kosten gegenüber der kostenintensiveren beschreiben lässt. Voraussetzung ist, dass beide Alternativen dieselbe Nutzenhöhe erreichen. Dieser Ansatz wird bei der Bewertung von Ökosystemleistungen herangezogen und er wurde in Form von Ersatz- oder Vermeidungskostenansatz genutzt, um zum Beispiel den ökonomischen Wert von Abflussreduzierung abzuschätzen. Ziegenbein (2021, S. 83) verweist in einer Literaturlauswertung zum Beispiel darauf, dass die Wertschätzungen von Abflussreduzierung zwischen 1,3 und 13 €/m² lagen (wobei Extremwerte bis 70 € ausgewiesen wurden)². Geyler et al. (2018) nutzten den Ansatz, um den Wert von Wasser für verschiedene Wassernutzungen abzuschätzen.

Der Ansatz gehört zu den kostenbasierten Ansätzen (TEEB 2012, S. 17). Er ist hinsichtlich seiner Eignung als Nutzenindikator (im Sinne eines Wohlfahrtsmaßes) von eingeschränkter Aussagekraft und an verschiedene restriktive Annahmen gekoppelt. So ist die Auswahl einer plausiblen Alternative entscheidend und muss die teurere Alternative auch wirklich errichtet werden (Herfindahl und Kneese 1974, S. 167 f.; Young 2005, S. 102). Er berücksichtigt weiterhin nicht – wie eigentlich bei wohlfahrtsökonomischen Indikatoren notwendig – die individuellen Nachfragereaktionen bei Veränderungen relativer Preise und bei Veränderungen von individuellem Einkommen.³

Dem stehen als Vorteil seine Einfachheit und somit Praktikabilität gegenüber, da er auf vergleichsweise leicht zu gewinnende Kosteninformationen aufbaut. Aus diesem Grund wurde er genutzt.

Der Alternativkostenansatz baut auf Nutzengleichheit auf. Demgegenüber weisen die verschiedenen BGI-Maßnahmen sowohl hinsichtlich ihrer multifunktionalen Leistungen als auch hinsichtlich des Leistungsumfanges unterschiedliche Nutzen auf, z. B. hinsichtlich des RW-Rückhalts, der Verdunstungsleistung oder Biodiversität. Daher muss der Nutzen in einen Variantenvergleich einbezogen werden. Um hier die verschiedenen Nutzen und Nutzengrade zu würdigen, wurde auf das Instrument der Nutzwertanalyse zurückgegriffen, die zu einer Kosten-Nutzwert-Analyse erweitert wurde.

¹ Die Autoren danken Frau Dr. Maike Beier herzlich für die Unterstützung und den Austausch zu diesem Thema.

² In Auswertung von IÖW Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) 2019; Peper et al. 2007; Sieker 1999; Silvennoinen et al. 2017; Soares et al. 2011; Zhang et al. 2017; Zhang et al. 2012.

³ Für einen Kurzüberblick der wohlfahrtsökonomischen Maße – siehe z. B. Nurmi Hanemann 1991; Marggraf und Streb 1997; Young 2005; Nurmi et al. 2016.

Die Nutzwertanalyse gehört zur Gruppe der multikriteriellen Analyseinstrumente, die vielfältige Wirkungen von Handlungsoptionen miteinander vergleichen und die Handlungsoptionen in eine Rangfolge ordnen können. Hierzu werden die Wirkungen in einen einheitlichen, quantitativen, aber nicht monetären Score, die Nutzwerte, übertragen. Um dies zu erreichen werden zuerst Kriterien festgelegt, welche die Wirkungen umfassend beschreiben, und es werden die Kriterien hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Gesamtnutzen anhand einer Gewichtung verglichen. Weiterhin wird der Erfüllungsgrad der Handlungsoptionen hinsichtlich der einzelnen Kriterien abgeschätzt und abschließend die Bewertungen hinsichtlich der einzelnen Kriterien zum Gesamt-Nutzwert summiert. Eine ausführliche Einführung geben Lillich (1992) und Kühnapfel (2021). Anwendungsbeispiele in Bezug auf Wassermanagement und Siedlungswasserwirtschaft sind zahlreich zu finden (z. B. Hein et al. 2015; Hajkowicz et al. 2008; Gogate et al. 2017; Marinoni et al. 2011; Sartorius et al. 2017; Sartorius et al. 2016).

Die Nutzwertanalyse wurde in eine Kosten-Nutzwert-Analyse überführt (vgl. Hajkowicz et al. 2008), indem die Maßnahmenkosten den Nutzwerten gegenübergestellt und nicht als ein Kriterium direkt in die Nutzwertanalyse einfließen.

Bewertet werden verschiedene Handlungsoptionen bzgl. der BGI-Maßnahmen. Hierbei wird sich auf grundstücksbezogene Regenwasserbewirtschaftung bezogen. Einzelne Handlungsoptionen bestehen aus der Kombination von mehreren Maßnahmen:

- a) Versickerungsmulde (klein) und Notüberlauf an Kanal: dimensioniert auf die Hälfte von Variante b.
- b) Versickerungsmulde (groß) und vollständige Abkopplung vom Kanal: dimensioniert auf 20 % der abflusswirksamen Fläche (mittlere Versickerungsfähigkeit des Bodens)
- c) Dachbegrünung (extensiv) des gesamten Daches und Ablauf des Überlaufs in Kanal
- d) Dachbegrünung (extensiv) und vollständige Versickerung des Ablaufs über eine kleine Versickerungsmulde (s. Option a))
- e) Dachbegrünung (extensiv) und vollständige Versickerung des Ablaufs über eine große Mulde.

Die Handlungsoptionen d und e können direkt als Maßnahmenkombination errichtet werden oder schrittweise durch Ergänzung eines Gründachs um Mulden oder umgekehrt. Dass darüber hinaus für die grundstücksbezogene Regenwasserbewirtschaftung zahlreiche weitere Handlungsoptionen zur Verfügung stehen, darauf weisen die Ausführungen zur Musterplanung hin (Bericht Teil A.III, Kapitel 4.2 und Bericht B 2.4)

Im Mittelpunkt stehen konzeptionelle Überlegungen. Daher wurden zur Bewertung stark vereinfachende Kriterien herangezogen. Diese orientieren sich z. T. an Boer (2022):

- Abkopplung: Hierbei wird geprüft, inwieweit die Anlage das anfallende Niederschlagswasser vollständig bewirtschaften kann. Vollständige Abkopplung entspricht einer Zielerreichung von 1.
- Verdunstung: Ziel ist, ca. 65% des jährlichen Niederschlags zu verdunsten und somit sich dem naturnahen Wasserhaushalt anzunähern. Über das Kriterium wird die erreichte Verdunstung in Bezug auf den Zielwert für die Verdunstung dargestellt, wobei eine Verdunstung von 65 % des Niederschlags einer Zielerreichung von 1 entspricht.

- Biodiversität: Hierbei wird stark vereinfachend auf die Veränderung des Versiegelungsgrades abgestellt. Allerdings wird die Zunahme der Rasenfläche nur mit 0,5 honoriert, wenn (wie bei Gründächern) keine Strauch- und Baumpflanzungen möglich sind. Ein Grundstück ohne Versiegelung, wenn hierbei Baum- und Strauchbewuchs auf dem ganzen Grundstück möglich ist, entspricht der Zielerreichung von 1.
- Gestaltungsfreiheit: hier wird vereinfachend darauf abgestellt, inwieweit die Freifläche von der Maßnahme in Anspruch genommen wird, so dass sich hierdurch Zwangspunkte für alternative Freiflächennutzungen ergeben. Die Zielerreichung entspricht 1, wenn keine Freifläche in Anspruch genommen wird. Wenn die gesamte Freifläche in Anspruch genommen wird, besteht eine Zielerreichung von Null.

3 Eingangsdaten

Die Schätzungen zur Zielerreichung der Kriterien beziehen sich auf ein Mustergrundstück mit 100 m² Dachfläche und 50 m² unversiegelter Freifläche (bzw. auf größere Grundstücke mit einem Versiegelungsgrad von 2/3. Alle Kostenangaben nutzen die Fläche von 1 m² versiegelter Fläche (hier nur Dachfläche) als Bezugsgröße. Als Niederschlag werden 789 mm angesetzt und es wird von einer mittleren Versickerungsfähigkeit des Bodens ausgegangen. (Boer 2022, S. 40 ff.)

Tabelle 1 fasst die Zielerreichung für die Kriterien als Teilnutzwerte und die dazugehörigen Gewichtungen zusammen. Die Abschätzung der Zielerreichung beruht z. T. auf Boer (2022, S. 40 ff.) bzw. wurde im Austausch mit dem TransMiT-Projektteam zur Institutionalisierung ergänzt. Zugleich ist die Gewichtung der Kriterien angegeben. Die Abkopplung stellt das wichtigste Teilziel dar, gefolgt von der Verdunstung. Der maximal erreichbare Nutzwert wäre 1. Mulde (klein) hat den kleinsten Nutzwert mit 0,45, Mulde (groß) einen Nutzwert von 0,67 und die extensive Dachbegrünung 0,63. Die Kombinationen von Dachbegrünung mit einer kleinen Mulde bzw. einer großen Mulde weisen Nutzwerte von 0,88 bzw. 0,87 auf. Somit erreicht die Kombination von Gründach und großer Mulde einen kleineren Nutzwert als die Kombination mit der kleinen Mulde. Dies liegt an der verringerten Gestaltungsfreiheit bei gleichbleibender Abkopplung und Verdunstung. Der Nutzwertvergleich zwischen Dachbegrünung und Mulde (groß) zeigt zugleich, dass sich die Zielerreichungen bzgl. einzelner Kriterien wechselseitig kompensieren (siehe Werte zu Abkopplung und Verdunstung).

Tabelle 1: Zielerreichung und Gewichtung der Handlungsoptionen [Quelle: Eigener Entwurf unter Bezug auf Boer 2022, S. 40 ff., ergänzt]

Variante	Nutzwerte (+ Gewichtungen)				
	Abkopplung	Verdunstung	Biodiversität	Gestaltungsfreiheit	Summe
	0,5	0,3	0,1	0,1	1,0
Mulde klein	0,6	0,2	0,06	0,8	0,45
Mulde groß	1	0,33	0,1	0,6	0,67
Dachbegrünung (extensiv)	0,5	0,77	0,5	1	0,63
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	1	0,82	0,55	0,8	0,88
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	1	0,82	0,6	0,6	0,87

Tabelle 2 fasst die Kosten und Nutzungsdauern der Maßnahmen zusammen. Die Kosteninformationen wurden z. T. Boer (2022, S. 40 ff.) entnommen, z. T. im Austausch mit dem TransMiT-Projektteam Institutionalisation ergänzt. Die Betriebskosten wurden Müller et al. 2021, S. 196 entnommen. Zur Ermittlung der Annuitäten wurde eine Diskontrate von 3 Prozent zugrunde gelegt. Die Kosten der kombinierten Maßnahmen ergeben sich aus der Addition der Kosten der einzelnen Maßnahmen. Bezogen werden die Kosten zwecks Vergleichbarkeit immer auf die versiegelte Fläche.

Tabelle 2: *Kostendaten, bezogen auf versiegelte Fläche* [Quelle: Eigener Entwurf unter Bezug auf Boer 2022, S. 40 ff.; Müller et al. 2021, S. 196, ergänzt]

Variante	Investitionskosten [€/m ²]	Nutzungsdauer [a]	Betriebskosten [€/m ² *a]	Annuität Investitionskosten [€/m ² *a]	Annuität Gesamtkosten [€/m ² *a]
Mulde klein	3,5	25	0,075	0,20	0,28
Mulde groß	7	25	0,15	0,40	0,55
Dachbegrünung (extensiv)	40	50	1,5	1,55	3,05
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	43,5	50/25	1,575	1,76	3,33
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	47	50/25	1,65	1,96	3,60

4 Ergebnisse und Sensitivitäten

Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse dokumentiert. Die Interpretation wurde im Bericht Teil A.III, Kapitel 3.6 vorgenommen. Tabelle 3 fasst die Auswertung der beiden vorhergehenden Tabellen zusammen. Bei der Ergebnisinterpretation wird davon ausgegangen, dass die RW-Anlagen perfekt skalierbar sind und sich die Kosten entsprechend proportional verändern. Nichtlineare Beziehungen zwischen Kosten und Wirkungen (z. B. durch Fixkosten für die Zuleitung des RW zur Anlage bzw. für die Baustelleneinrichtung u. ä.) werden vernachlässigt. Daher sind die Ergebnisaussagen eher als grundlegende Überlegungen zu betrachten.

Als Ergebnisgröße ist zunächst das Verhältnis aus Kosten (Annuität) und Nutzwert dargestellt. Die Ergebnisse beziehen sich, wie die Eingangsdaten, auf die versiegelte Fläche. Ein höheres Kosten-Nutzwert-Verhältnis verweist auf eine geringere Effizienz der Lösung. Weiterhin werden die Alternativkosten zwischen den Handlungsoptionen bei festem Nutzwert berechnet. Hier wurde als Bezugsbasis der Nutzwert des Gründaches angesetzt. Schließlich wird aufgezeigt, welche Nutzwertsteigerungen einzelne Handlungsoptionen gegenüber Gründach aufweisen:

- Die Kosten pro Nutzwert sind für die Muldenlösungen deutlich niedriger als für die Dachbegrünung.
- Bei gleichem Nutzwert (dem von Gründach) führt die Mulde (groß) zu einem Nutzen (Alternativkosten) von 2,50 € pro m² gegenüber dem Gründach.

- Auch die Kombinationslösungen führen zu Nutzenverbesserungen ggü. dem Gründach (0,7 bzw. 0,4 €/m²). Wenn Gründach und Mulden perfekt skalierbar sind, so sind eine Kombination aus beiden günstiger als die Nutzung von Gründach allein.
- Eine Kombination von Dachbegrünung mit Mulde erhöht den Nutzen um bis zu ca. 40 % ggü. einer alleinigen Gründachlösung.
- Gründach mit Mulde (groß) ist deutlich ineffizienter als Gründach mit Mulde (klein), da die Vergrößerung der Mulde zu höheren Kosten führt und zugleich bei den Nutzwerten leicht negative Wirkungen auslöst (s.o.)

Tabelle 3: Ergebnisübersicht, Kostendaten beziehen sich auf versiegelte Fläche [Quelle: Eigener Entwurf]

Variante	Annuitäten [€/m ² *a]	Nutzwert	Nutzwert- steigerung ggü. Gründach	Kosten pro Nutzwert [€/m ² *a]	Annuitäten bei Nutzwert des Gründach [€/m ² *a]	Nutzen* ggü. Gründach [€/m ² *a]
Mulde klein	0,28	0,45		0,62		
Mulde groß	0,55	0,67	6%	0,82	0,52	2,53
Dachbegrünung (extensiv)	3,05	0,63	0%	4,84	3,05	0,00
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	3,33	0,88	40%	3,78	2,38	0,67
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	3,61	0,87	38%	4,15	2,61	0,43

* lt. Alternativkostenansatz

Zur Abschätzung der Robustheit der Rangfolge zwischen den Handlungsoptionen wird im Folgenden auf ein Szenario eingegangen, in welchem bereits mehrere Eingangsgrößen zu Ungunsten der Mulden parallel verändert wurden. Eine Anpassung einzelner Faktoren, wie Nutzungsdauer, Nutzwerten oder Gewichtungen führt demgegenüber nur zu sehr geringen Veränderungen bei den Kosten pro Nutzwert.

Tabelle 4 zeigt die neuen Nutzwerte nach einer leichten Anpassung der Gewichtung von Abkopplung und Verdunstung von 0,5 und 0,3 zu 0,4 und 0,4. Die Nutzwerte für die kleine und große Mulde verringern sich leicht, da die Abkopplung nicht mehr so stark gewürdigt wird, und somit der Nutzen der Dachbegrünung steigt. Die Nutzwerte der Kombinationen fallen leicht, aber steigen im Verhältnis zu den Mulden.

Tabelle 4: Anpassung der Nutzwertgewichtungen und Neuberechnung der Nutzwerte [Quelle: Eigener Entwurf]

Variante	Nutzwerte (+ Gewichtungen)				
	Abkopplung	Verdunstung	Biodiversität	Gestaltungsfreiheit	Nutzwert
	0,4	0,4	0,1	0,1	1
Mulde klein	0,6	0,2	0,06	0,8	0,41
Mulde groß	1	0,33	0,1	0,6	0,60
Dachbegrünung (extensiv)	0,5	0,77	0,5	1	0,66
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	1	0,82	0,55	0,8	0,86
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	1	0,82	0,6	0,6	0,85

Tabelle 5 stellt die veränderten Kosten und Nutzungsdauern dar sowie die angepassten Annuitäten. Die Nutzungsdauern des Gründachs wurden von 50 auf 80 Jahre erhöht und die der Mulde von 25 auf 20 Jahre verringert. Die Investitionskosten der Dachbegrünung wurden um 20 % verringert und die der Mulden um 50 % erhöht, weiterhin wurden die Betriebskosten der Gründächer halbiert und die der Mulden verdoppelt. Bzgl. der Kosten wird eine starke Annäherung von Dachbegrünung und Mulden ersichtlich und ein größerer Unterschied zwischen kleiner und großer Mulde.

Tabelle 5: Angepasste Eingangsgrößen zu Kosten, bezogen auf versiegelte Fläche und Nutzungsdauern [Quelle: Eigener Entwurf]

Variante	Investitionskosten [€/m ²]	Nutzungsdauer [a]	Betriebskosten [€/(m ² *a)]	Annuität Investitionskosten [€/(m ² *a)]	Annuität Gesamtkosten [€/(m ² *a)]
Mulde klein	5,25	20	0,15	0,35	0,50
Mulde groß	10,5	20	0,3	0,71	1,01
Dachbegrünung (extensiv)	32	80	0,75	1,06	1,81
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	37,25	80/20	0,9	1,41	2,31
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	42,5	80/20	1,05	1,96	2,82

Die Ergebnisse der Berechnungen mit den alternativen Eingangsdaten sind in Tabelle 6 aufgeführt. Es zeigt sich, dass

- Mulden nun hinsichtlich des Nutzens geringer bewertet werden als Gründach;
- das Gründach ein geringeres Kosten-Nutzwert-Verhältnis aufweist und somit effizienter ist als Dachbegrünung und Mulde (groß);

- mit Dachbegrünung und Mulde (klein) nur noch eine Handlungsoption einen höheren Nutzen (niedrigere Alternativkosten) bei gleichem Nutzwertniveau wie das Gründach aufweist;
- die mögliche Leistungssteigerung über die des Gründachs hinaus vergleichsweise abgenommen hat.

Tabelle 6: Ergebnisübersicht bei alternativen Eingangsdaten, Kostendaten beziehen sich auf versiegelte Fläche [Quelle: Eigener Entwurf]

Variante	Annuität Gesamtkosten [€/(m ² *a)]	Nutzwert	Nutzwertsteigerung ggü. Gründach	Kosten pro Nutzwert [€/(m ² *a)]	Annuitäten bei Nutzwert des Gründachs [€/(m ² *a)]	Nutzen* ggü. Gründach [€/(m ² *a)]
Mulde klein	0,50	0,41		1,22		
Mulde groß	1,01	0,60		1,68		
Dachbegrünung (extensiv)	1,81	0,66	0%	2,74	1,81	
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde klein	2,31	0,86	30%	2,69	1,77	0,04
Dachbegrünung (extensiv) + Mulde groß	2,82	0,85	29%	3,32	2,19	

* lt. Alternativkostenansatz

Die Robustheitsanalyse zeigt somit, dass die Stellung der Handlungsoptionen zueinander maßgeblich durch die Prioritätensetzung bzgl. der Ziele beeinflusst wird. Weiterhin bestimmen auch die Kosten die Stellung der Maßnahmen zueinander mit. Somit ist es wichtig, sowohl auf kommunaler Ebene die Zielprioritäten klar zu kommunizieren als auch alle Kostenpositionen einzubeziehen. Eine wichtige Kostenposition, die bisher noch nicht einbezogen wurde, sind die Transaktionskosten, d. h. die Abstimmungskosten zwischen den Beteiligten bei Bauvorhaben der Grundstückseigentümer. Dies muss unbedingt mitberücksichtigt werden. Weiterhin muss damit umgegangen werden, dass die Kosten von spezifischen Rahmenbedingungen mit beeinflusst werden und diese Kosteninformationen vor allem den Grundstückseigentümern zugänglich sind. D.h. es müssen Lösungen gefunden werden, so dass Grundstückseigentümer diese wichtigen Belange mit in die Entscheidungsfindung einbeziehen können.

5 Literaturverzeichnis

- Boer, Elke Kristina de (2022): Entwicklung von Ansätzen zur Bewertung sektorübergreifender Infrastrukturelemente auf Basis von Kosten-Wirksamkeits-Analysen (Teil III). Masterarbeit. Leibniz Universität Hannover, Hannover. Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abwassertechnik (ISAH).
- Geyler, Stefan; Laforet, Lydie; Rüger, Jana; Nowak, Katja; Holländer, Robert; Bertzbach, Filip et al. (2018): Indikatoren für die ökonomische Bedeutung von Wasser und Gewässern. Dessau-Roßlau (UBA-Texte, 47/2018). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/indikatoren-fuer-die-oekonomische-bedeutung-von>.
- Gogate, Nivedita G.; Kalbar, Pradip P.; Raval, Pratap M. (2017): Assessment of storm-water management options in urban contexts using Multiple Attribute Decision-Making. In: *Journal of Cleaner Production* 142, S. 2046–2059. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.11.079.
- Hajkowicz, Stefan; Spencer, Rachel; Higgins, Andrew; Marinoni, Oswald (2008): Evaluating water quality investments using cost utility analysis. In: *Journal of environmental management* 88 (4), S. 1601–1610. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.08.006.
- Hanemann, W. Michael (1991): Willingness to Pay and Willingness to Accept: How Much Can They Differ? . In: *The American Economic Review* 81 (3), S. 635–647.
- Hein, Andreas; Lévai, Peter; Wencki, Kristina (2015): Multikriterielle Bewertungsverfahren: Kurzbeschreibungen und Defizitanalyse (Teil 3). In: *gwf-Wasser/Abwasser* 156 (3), S. 326–363.
- Herfindahl, Orris C.; Kneese, Allen V. (1974): Economic theory of natural resources. Columbus, Ohio: Merrill.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) (Hg.) (2019): Bewertungs-Tool zur ökonomischen Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von Stadtgrün. Dokumentation zur Vorgehensweise. Stadtgrün wertschätzen. Unter Mitarbeit von Miriam Klein.
- Kühnapfel, Jörg B. (2021): Scoring und Nutzwertanalysen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Lilich, Lothar (1992): Nutzwertverfahren. Zugl.: Mannheim, Univ., Diss., 1991. Heidelberg: Physica-Verl. (Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre, 3).
- Marggraf, Rainer; Streb, Sabine (1997): Ökonomische Bewertung der natürlichen Umwelt. Theorie, politische Bedeutung, ethische Diskussion. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akad. Verl. (Spektrum Umwelt).
- Marinoni, O.; Adkins, P.; Hajkowicz, S. (2011): Water planning in a changing climate: Joint application of cost utility analysis and modern portfolio theory. In: *Environmental Modelling & Software* 26 (1), S. 18–29. DOI: 10.1016/j.envsoft.2010.03.001.
- Müller, Roland; van Afferden, Manfred; Khurelbaatar, Ganbaatar; Ueberham, Maximilian; Reese, Moritz; Fischer, Henrik et al. (2021): Wege zum abflussfreien Stadtquartier - Potentiale, Wirkungen und Rechtsrahmen des ortsnahen Schmutz- und Regenwassermanagements. Abschlussbericht. im Auftrag des Umweltbundesamtes (FKZ 3716 15 333 0). Leipzig.
- Nurmi, Väinö; Votsis, Athanasios; Perrels, Adriaan; Lehvävirta, Susanna (2016): Green Roof Cost-Benefit Analysis: Special Emphasis on Scenic Benefits. In: *J. Benefit Cost Anal.* 7 (3), S. 488–522. DOI: 10.1017/bca.2016.18.

- Peper, Paula J.; McPherson, E. G.; Simpson, James R.; Gardner, Shelley L.; Vargas, Ke-laine E.; Xiao, Qingfu (2007): New York City, New York. Municipal Forest Resource Analy-sis. Center for Urban Forest Research; USDA Forest Service (USDA). Davis, CA. Online verfügbar unter https://www.nycgovparks.org/sub_y-our_park/trees_greenstreets/images/NYC_STRATUM_report_2007.pdf, zuletzt geprüft am 13.01.2021.
- Sartorius, Christian; Hillenbrand, Thomas; Levai, Peter; Nyga, Ilka; Schulwitz, Martin; Tet-tenborn, Felix (2016): Indikatoren zur Bewertung alternativer Wasserinfrastrukturen im Projekt TWIST++. TWIST++ Arbeitspapier – AP 5. Online verfügbar unter http://www.twistplusplus.de/twist-wAssets/docs/Steckbriefe/nichttechnische_Arbeiten/Indi-katoren_Bewertung_2016-11.pdf, zuletzt geprüft am 16.03.2016.
- Sartorius, Christian; Lévai, Peter; Nyga, Ilka; Sorge, Christian; Menger-Krug, Eve; Nie-derste-Hollenberg, Jutta; Hillenbrand, Thomas (2017): Multikriterielle Bewertung von Was-serinfrastruktursystemen am Beispiel des TWIST-Modellgebietes Lünen. In: *Korrespon-denz Abwasser, Abfall - KA 64* (11), S. 999–1007.
- Sieker, Heiko (1999): Generelle Planung der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungs-gebieten. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Bauingenieurwe-sen.
- Silvennoinen, Sveta; Taka, Maija; Yli-Pelkonen, Vesa; Koivusalo, Harri; Ollikainen, Markku; Setälä, Heikki (2017): Monetary value of urban green space as an ecosystem service provider: A case study of urban runoff management in Finland. In: *Ecosystem Ser-vices* 28, S. 17–27. DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.09.013.
- Soares, A. L.; Rego, F. C.; McPherson, E. G.; Simpson, J. R.; Peper, P. J.; Xiao, Q. (2011): Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 10 (2), S. 69–78. DOI: 10.1016/j.ufug.2010.12.001.
- TEEB (Hg.) (2012): The economics of ecosystems and biodiversity. Ecological and eco-nomic foundations; [TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Unter Mitar-beit von Pushpam Kumar. [Paperback ed.]. London: Routledge. Online verfügbar unter <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Ecologi-cal%20and%20Economic%20Foundations/TEEB%20Ecological%20and%20Econo-mic%20Foundations%20report/TEEB%20Foundations.pdf>, zuletzt geprüft am 27.05.20.
- Young, Robert A. (2005): Determining the economic value of water. Concepts and meth-ods. Washington, DC: Resources for the Future. Online verfügbar unter <http://www.loc.gov/catdir/bios/jhu052/2004021904.html>.
- Zhang, Biao; Xie, Gaodi; Zhang, Canqiang; Zhang, Jing (2012): The economic benefits of rainwater-runoff reduction by urban green spaces: a case study in Beijing, China. In: *Jour-nal of environmental management* 100, S. 65–71. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.01.015.
- Zhang, Junyu; Fu, Dafang; Wang, Yajun; Singh, Rajendra (2017): Detailed Sponge City Planning Based on Hierarchical Fuzzy Decision-Making. A Case Study on Yangchen Lake. In: *Water* 9 (11), S. 903–913. DOI: 10.3390/w9110903.
- Ziegenbein, Tom (2021): Bewertungsansätze von Ökosystemdienstleistungen beim de-zentralen Regenwassermanagement in urbanen Räumen. Masterarbeit. Universität Leipzig, Leipzig. Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement.