

Empirische Untersuchung zum Entscheidungsverhalten von Wohnungsunternehmen und Konzeptmodell

Stefan Geyler¹, Marie Moritz¹, Lisa Metzinger¹

Highlights

- Ziel war die Konkretisierung des Konzepts zur Nutzungsentscheidung von Wohnungsunternehmen (WU) gegenüber grundstücksbezogenen Regenwasserbewirtschaftungsanlagen (gRWA) mithilfe einer Online-Befragung und die Formulierung eines agentenbasierten Konzeptmodells.
- Die Befragungsergebnisse verweisen u. a. auf Neubau durch WU als wichtigste Gelegenheit zur Errichtung von gRWA, weiterhin auf die Relevanz von rechtlicher Erfordernis, einer förderlichen sonstigen Governance und Erfahrungen der Unternehmen mit gRWA.
- Dreizehn interne und externe Einflussfaktoren wurden in das Konzeptmodell integriert.

Einleitung

Um Wohnungsunternehmen (WU) in ihrem Entscheidungsverhalten bzgl. grundstücksbezogener Regenwasserbewirtschaftung (gRWA) zu verstehen, wurde im Beitrag zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA ein

¹Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Universität Leipzig

Untersuchungskonzept theoretisch begründet. Dieses strukturiert den Entscheidungsprozess und verbindet für dessen Teilschritte Annahmen zum Entscheidungsverhalten mit externen Einflüssen. Es zielt darauf ab, die intra- und interkommunal variierenden Einflüsse in ihrer Wirkung auf das Nutzungsverhalten von WU zu erklären. Im folgenden Beitrag wird dieses Konzept inklusive der zugrunde gelegten Einflussfaktoren, Beziehungen und Dynamiken empirisch überprüft. Hierzu werden Ergebnisse einer deutschlandweit durchgeführten Online-Befragung herangezogen. Daran anschließend werden Entscheidungsschritte der WU als Agenten urbaner Systeme in einem Konzeptmodell formalisiert.² Agentenbasierte Modelle können sich komplexen Phänomenen durch einen bottom-up-basierten und disaggregierten Erklärungsansatz nähern und hierbei Heterogenität sowie ein breites Spektrum an sozialen Interaktionen aufgreifen.³ Die Analyse der Diffusion von gRWA kann somit als ein Baustein der Analyse komplexer soziotechnischer Systeme⁴ verstanden werden, zu denen auch urbanes Regenwassermanagement zählt. Agentenbasierte Modelle vermögen daher politische Entscheidungen aus einer vielschichtigeren Analyse heraus zu unterstützen, als einfache Bewertungsansätze.⁵ Trotz dieses Potentials sind gerade Anwendungsfälle in Bezug auf die Dezentralisierung des Regenwassermanagements kaum vorhanden.⁶ Im Folgenden werden zunächst Befragungsdesign und -ergebnisse vorgestellt, im zweiten Teil wird das Konzeptmodell umrissen.

Quantitative Befragung von Wohnungsunternehmen

Befragungsdesign

Die Online-Befragung orientierte sich am Untersuchungskonzept, welches im Kapitel zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA vorgestellt wurde. Die Erhebung erfragte von Wohnungsunternehmen Informationen zum

²Vgl. Johanning u. a., 2020; Nikolic u. a., 2013.

³Vgl. Dijkema u. a., 2013; Kiesling u. a., 2012; Rounsevell u. a., 2012.

⁴Vgl. Dijkema u. a., 2013.

⁵ebd.

⁶Für Anwendungsbeispiele – siehe Castonguay u. a., 2018; Lu u. a., 2013; Montalto u. a., 2013.

grundsätzlichen Nutzungsverhalten (Phase 1 – "Wann?"), zur Technologiewahl (Phase 2 – "Welche Anlage?") sowie zu Schlussfolgerungen aus den Erfahrungen mit gRWA (Phase 3 – "Welche Lerneffekte?"). Dafür wurden mehrere Befragungspfade entwickelt, sodass sowohl Nichtnutzer der Anlagen als auch Nutzer einbezogen werden konnten sowie diejenigen, die gRWA gerade planten. Für die Stichprobe wurden 48 Großstädte in zehn deutschen Bundesländern ausgewählt und die dort ansässigen WU per E-Mail angeschrieben. Für eine gleichmäßigere Verteilung der Eigentumsformen wurden zusätzlich rund 160 kommunale WU in kleineren Städten kontaktiert. Innerhalb des einmonatigen Befragungszeitraums im Frühjahr 2021 wurden zwei Erinnerungsschreiben versendet. Von den insgesamt 1.000 angeschriebenen Unternehmen antworteten 98, davon 58 % Wohnungsgenossenschaften, 30 % kommunale WU und 12 % privatwirtschaftliche WU. Der Rücklauf von privatwirtschaftlichen WU fiel mit 3 % der angefragten Unternehmen sehr niedrig aus im Vergleich zu den Genossenschaften mit 15 %, sodass über sie kaum Aussagen getroffen werden konnten. Multiple Imputation⁷ wurde, wo notwendig und möglich, zur Verringerung der Schweigeverzerrung durch Antwortausfälle genutzt.

Ergebnisse zur grundsätzlichen Nutzungsentscheidung

Unabhängig von der konkreten Wahl der Technologie gaben 54 Unternehmen (65 %) an, in den vergangenen fünf Jahren mindestens eine gRWA errichtet oder zumindest geplant zu haben; 31 Unternehmen (35 %) hatten weder eine Anlage errichtet noch geplant. 55 % der befragten WU äußerten, ihre gRWA freiwillig errichtet zu haben, 44 % taten dies aufgrund rechtlicher Vorgaben (Daten nicht imputiert). Der bauliche Lebenszyklus der Gebäude spielt eine große Rolle bei der Errichtung von gRWA. Abbildung 12.1 beschreibt für diejenigen Unternehmen, die gRWA schon einmal errichtet oder geplant haben, die Häufigkeit, mit der hierfür bauliche Gelegenheiten genutzt wurden. Neubau dominiert deutlich gegenüber Sanierung, Modernisierung und einer Nutzung unabhängig von baulichen Gelegenheiten. Der Erwerb von Immobilien spielt bei WU als Gelegenheit keine Rolle.

⁷Statistisches Verfahren, um fehlende Daten in Erhebungen zu vervollständigen.

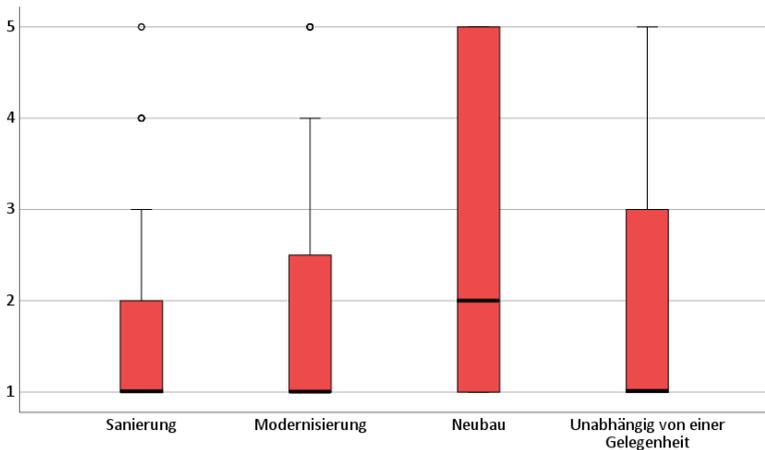


Abbildung 12.1.: Häufigkeit der genutzten Gelegenheit zur Errichtung einer gRWA, wobei 1 – nie/sehr selten, 3 – manchmal, 5 – sehr häufig; N = 83. Quelle: Befragung SUSIC gRWA.

Weiterhin wurden Einflussfaktoren auf die Nutzungshäufigkeit von gRWA im Rahmen von Sanierung/Modernisierung, Neubau sowie bei einer Nutzung unabhängig von baulichen Gelegenheiten beurteilt. Als erklärende Variablen wurden neben der Eigentumsform und Unternehmensgröße die finanziellen und informatorischen Governancebedingungen und separat die rechtliche Erfordernis zur Errichtung einer Anlage herangezogen sowie die bisherigen Erfahrungen mit gRWA betrachtet (Tabelle 12.1).⁸

Die Nutzungsraten – bei Neubau (N.) als auch unabhängig von baulichen Gelegenheiten (U.) – zeigen mindestens im bivariaten Vergleich einen positiven Zusammenhang mit der Beurteilung der rechtlichen Erfordernis (Tabelle 12.2). Zugleich wirkt sich die Erfahrung positiv aus. Die Bedeutung von rechtlichen Ge- und Verboten bei Neubau deutete sich auch in Fachgesprächen an. Ein positiver Einfluss der Governance zeigt sich bei allen baulichen Gelegenheiten (S./M.; N.) im Rahmen der bivariaten Korrelation. Die multivariate Regression bestätigt diese Faktoren im Wesentlichen, zeigt

⁸Für eine theoretische Betrachtung der Einflussfaktoren – siehe Kapitel zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA.

Empirik & Konzeptmodell zu Entscheidungen der RW-Bewirtschaftung

Tabelle 12.1.: In die Analyse der Nutzungshäufigkeit von gRWA einbezogene Einflussfaktoren und Variablen. Eigener Entwurf.

Einflussfaktor	Codierung der Variable
Abhängige Variable – Häufigkeit der Nutzung bei Gelegenheit	
Sanierung (S.); Modernisierung (M.); unabhängig von Gelegenheit (U.); Neubau (N.)	jeweilige Häufigkeit, transformiert (0,1; ... ; 0,9)
S./M.; S./M./U.; gesamt	Mittelwert über die einbezogenen Häufigkeiten, transformiert (0,1; ... ; 0,9)
Unabhängige Variablen	
Eigentumsform (Eig.)	privatwirt. WU = 1; komm. WU/Genossenschaft = 0
Unternehmensgröße (UG.)	Logarithmus der Mitarbeiterzahl
Rechtliche Erfordernis (R.)	Beurteilung der rechtlichen Erfordernis (1; ... ; 5)
Sonstige Governancebedingungen (sGov.)	Aggregierte Beurteilungen der Höhe der RW-Entgelte, des Impulses durch Beispielanlagen, der Verfügbarkeit von Fördermitteln sowie von Informationen) (1; ... ; 5)
Erfahrungen (E.)	Umsetzung von gRWA in vergangenen 5 Jahren = 1; keine Umsetzung/geplant = 0

jedoch zugleich, dass sich nur ein sehr geringer Anteil der Variabilität erklären lässt. Keine signifikante Bedeutung hatten die Unternehmensgröße und die Eigentumsform. Allerdings korrelieren Unternehmensgröße und Erfahrung signifikant, wenn auch mit geringer Effektstärke (Kendall-Tau-b, $\tau_b = 0,21$; $p < 0,1$). Größere Unternehmen haben in der Vergangenheit tendenziell häufiger schon einmal eine gRWA errichtet als kleinere. Die geringe Beteiligung privater WU hat möglicherweise die Analyse des Einflusses der Eigentumsform erschwert.

Tabelle 12.2.: Signifikante Einflussfaktoren auf Nutzungshäufigkeit von gRWA zu verschiedenen Gelegenheiten – bivariate Korrelation und multivariate lineare Regression; N = 85. Quelle: Befragung SUSIC gRWA.

Häufigkeit der Nutzung von gRWA bei Gelegenheit	Bivariate Korrelation	Multivariate Analyse	
	Kendall-Tau-b	Regr.-Koeff.	R ²
Neubau (N.)	R. 0,34 ^a sGov. 0,17 ^c E. 0,28 ^b	R. 0,10 ^b E. 0,13 ^c	0,16 ^h
Sanierung (S.) o. Modernisierung (M.)	sGov. 0,14 ^c	sGov. 0,07 ^c	0,025
Sanierung (S.) o. Modernisierung (M.) o. Unabhängig von einer Gelegenheit (U.)	sGov. 0,15 ^c E. 0,17 ^c	R. 0,03 ^c	0,03
Unabhängig von einer Gelegenheit (U.)	R. 0,17 ^c E. 0,25 ^b	E. 0,11 ^c	0,034 ^h
Gesamt	R. 0,28 ^a E. 0,25 ^b	R. 0,04 ^b	0,07 ^h

Signifikanzniveaus: ^a p < 1 %, ^b p < 5 %, ^c p < 10 %, N = 85; ^h lineare Regression mit heteroskedastizität-konsistenten Standardfehlern; es sind nur die signifikanten Variablen aufgeführt.

Ergebnisse zur Technologiewahl und rückblickenden Bewertung

Danach befragt, welche Anlagentypen die Unternehmen schon geplant oder umgesetzt haben, wurden in knapp 60 % der Fälle Gründächer und in reichlich 10 % Versickerungslösungen als Einzelmaßnahme angegeben. In 30 % der Fälle wurden sogar Kombinationen von beiden gewählt.⁹ Zugleich besteht ein starker linearer Zusammenhang ($r = 0,57$, $p = 0,02$) zwischen der Technologiewahl und der baulichen Gelegenheiten. WU, die ihre gRWA beim Neubau eines Gebäudes errichteten, bauten vor allem Gründächer (Tabelle 12.3). Offenbar fließen bei der Technologiewahl nicht allein die Kosten für Bau und Betrieb der Anlagen ein, da dann Versickerungslösungen dominieren müssten.

Bei der Technologiewahl können verschiedene Bewertungskriterien für die WU relevant sein. WU mit Erfahrung in Bezug auf gRWA wurden daher gebeten, für ein selbstgewähltes Fallbeispiel die Wichtigkeit von fünf Bewertungskriterien bzgl. der Technologiewahl zu vergleichen (Abbildung

⁹Aussagen beziehen sich auf die Bitte an die befragten WU, jeweils ein Fallbeispiel zu beschreiben.

Tabelle 12.3.: Abhängigkeit der Technologieentscheidung von der Gelegenheit zum Bau einer gRWA – dargestellt als Anzahl der Nennungen; N = 24, nicht imputiert. Quelle: Befragung SUSIC gRWA.

Gelegenheit zur Installation der gRWA	nur Gründach	nur Versickerung	Gründach und Versickerungsanlage
Sanierung/Modernisierung	1	2	0
Neubau	12	1	5
keine bestimmte Gelegenheit	1	0	2

12.2). Die ökologische Wirkung wurde als überdurchschnittlich relevant und wichtiger als wirtschaftliche Effekte für Vermieter und Mieter:innen sowie Verkehrssicherheit und die ästhetischen Aspekte bewertet. Da diese Frage fast nur von kommunalen WU / Genossenschaften beantwortet wurde, könnte hier die Gemeinwohlorientierung dieser Unternehmen sichtbar werden. Es könnten sich aber auch rechtliche Erfordernisse oder Internalisierungseffekte durch Fördermaßnahmen widerspiegeln, da Einleitbegrenzungen oder Fördermaßnahmen mit ökologischen Zielen begründet werden.¹⁰ Abschließend wurden die Unternehmen, die Anlagen umgesetzt hatten, nach ihrer Zufriedenheit mit den gRWA gefragt. Knapp 60 % der Befragten äußerten Zufriedenheit, weniger als 5 % waren unzufrieden, die restlichen antworteten neutral. Es gab keinen Zusammenhang zwischen Zufriedenheit mit der gRWA und der Freiwilligkeit/Nichtfreiwilligkeit von deren Errichtung (Spearman's Rho, $r = 0,0$; $p = 0,96$). Daraus lässt sich ableiten, dass verpflichtende kommunale Vorgaben zur Nutzung von gRWA nicht zwangsläufig zu negativen Rückkopplungseffekten bei den WU führen. Von den WU, die bisher noch keine gRWA geplant oder errichtet hatten, meinten rund 60 %, dass sie dies in Zukunft wahrscheinlich noch tun werden, während die restlichen 40 % diese Möglichkeit eher ausschlossen. Entsprechend wäre eine weitere Verbreitung der gRWA auch bei bisherigen Nichtnutzern zu erwarten.

¹⁰Vgl. bspw. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, 2018.

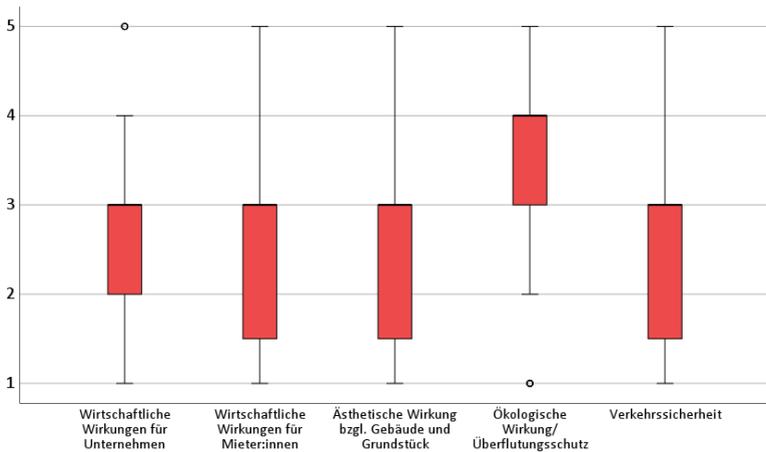


Abbildung 12.2.: Bedeutung der Bewertungskriterien für ein von den WU selbstgewähltes Fallbeispiel der gRWA-Nutzung (oder -Planung), wobei 1 – nicht in Bewertung eingeflossen, 3 – relevant, 5 – entscheidend; N = 38. Quelle: Befragung SUSIC gRWA.

Konzeptmodell – agentenbasierte Modellierung

Erklärungsziel des Konzeptmodells ist es, die Wechselwirkungen von externen Einflüssen auf die Entscheidung der WU strukturiert zu beschreiben. Dies ist der Ausgangspunkt, um in einem späteren Schritt Netzwerkeffekte zu ergänzen. Die Nutzungsentscheidung als Sequenz von Entscheidungsschritten wird als Ergebnis des Zusammenspiels von unternehmensinhärentem Entscheidungsverhalten und internen sowie externen Einflüssen dargestellt (Abbildung 12.3). Das Modell baut wie die empirische Befragung auf dem dreiphasigen Untersuchungskonzept auf, das im Kapitel zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA vorgestellt wurde. Zugleich werden die Phasen 1 (Grundsätzliche Nutzungsentscheidung) und Phase 2 (Technologiewahl) weiter ausdifferenziert. Die Wohnungsunternehmen werden als selbstständige Agenten begriffen. Die im Mittelpunkt stehenden Entscheidungen beziehen sich auf die Immobilien – entsprechend wird jahresweise für jede Immobilie geprüft, ob eine gRWA errichtet werden

soll und welche Technologie genutzt wird. Sobald Immobilien einmal mit gRWA ausgestattet sind, werden diese nicht weiter betrachtet.

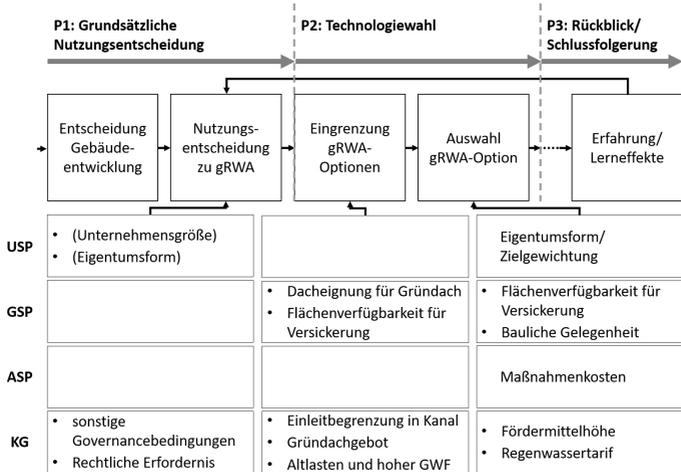


Abbildung 12.3.: Agentenbasiertes Konzeptmodell zur Nutzungsentscheidung von Wohnungsunternehmen gegenüber gRWA. Eigener Entwurf; USP – Unternehmensspezifische Einflüsse; GSP – Grundstücks- und gebäudespezifische Einflüsse; ASP – Anlagenspezifische Einflüsse; KG – Kommunale Governance

Grundsätzliche Nutzungsentscheidung

Die grundsätzliche Nutzungsentscheidung der WU wird als Wahrscheinlichkeit beschrieben:

$$\mathbb{P}(gRWA) = \sum_{\text{Gelegenheit } j} \mathbb{P}_{E.,sGov.,R.}(gRWA|G_j) * \mathbb{P}(G_j) \quad (12.1)$$

mit $\mathbb{P}(gRWA|G_j)$ als Nutzungswahrscheinlichkeit von gRWA zu den verschiedenen Gelegenheiten (G_j = Neubau, Sanierung/Modernisierung bzw. unabhängig von baulichen Gelegenheiten). Darüber hinaus wirken weitere interne und externe Einflüsse, wie die rechtliche Erfordernis ($R.$),

die sonstigen Governancebedingungen (*sGov.*) und Erfahrung (*E.*). $P(G_j)$ erfasst die Wahrscheinlichkeit, mit der die Gelegenheiten eintreten. Zur Operationalisierung werden Literaturinformationen, wie Neubau- und Modernisierungsraten oder stadtteilbezogene Annahmen herangezogen. Die empirischen Ergebnisse (Tabelle 12.3 und Abbildung 12.1) können die Wirkung der externen und internen Faktoren spezifizieren, z. B.:

- Die Wirkung der rechtlichen Erfordernis (*R.*) ist bei Neubau dreimal höher als bei Sanierung/Modernisierung oder im gelegheitsunabhängigen Fall.
- Die Erfahrung (*E.*) im Umgang mit gRWA fließt unabhängig von der Gelegenheit ein.
- Eine positive Beurteilung der sonstigen Governance (*sGov.*) fördert gRWA bei den baulichen Gelegenheiten (Neubau, Sanierung/Modernisierung) leicht.
- Die Wahrscheinlichkeit der Nutzung von gRWA liegt insgesamt bei Neubau höher als bei den anderen betrachteten Gelegenheiten.

Die Wirkung von Eigentumsform (höhere Nutzungsraten durch Genossenschaften, kommunale Unternehmen) und von innovativen Unternehmen (Unternehmensgröße) wurde zwar nicht empirisch bestätigt, sollte aber über Szenarienläufe eines Modells in der Wirkung getestet werden.

Technologiewahl und Lerneffekte

Aufgrund der Governancebedingungen sowie durch grundstücks- und gebäudespezifische Restriktionen stehen die verfügbaren gRWA-Optionen nicht bei allen Immobilien zur Wahl. Im Modell betrachtet werden (i) der vollständige Anschluss an den öffentlichen Kanal (Null-Variante); (ii) die Teilabkopplung durch ein Gründach; (iii) die vollständige Abkopplung durch Ergänzung eines Gründachs um Versickerungslösung; (iv) eine Teilabkopplung durch Versickerungslösung und (v) die vollständige Versickerungslösung des Regenwassers. Der erste Schritt der Technologiewahl besteht im Eingrenzen der konkret nutzbaren Technologieoptionen (GSP und KG in Abbildung 12.3). In Abhängigkeit grundstücks-/gebäudespezifischer oder institutioneller Beweggründe werden die gRWA-Optionen in fünf Schritten ausgeschlossen bzw. vorgeschrieben:

- Gründach – nur bei flachen Dachflächen nutzbar. Informationen bieten 3D-Modelle der Kommunen bzw. Gründachpotentialkarten.
- Gründach – wird vorgeschrieben durch entsprechende Satzungen.
- Vollständige Abkopplung – nicht bei Gebäuden umsetzbar, die direkt an die Straße grenzen. Siedlungsstrukturtypenkarten helfen, Strukturen wie Blockrandbebauung u. Ä. abzugrenzen.
- Vollständiger Verbleib am Kanal – nicht verfügbar bei Einleitbegrenzungen aufgrund von kommunalen Vorschriften bzw. entsprechenden Restriktionen des Abwasserentsorgers.
- Versickerung – nicht nutzbar bei zu hohen Grundwasserständen oder bei Altlastenverdacht. Hier ist die Verfügbarkeit entsprechender Karteninformationen zu prüfen.

Aus den verbleibenden gRWA-Optionen wird die Vorzugsvariante ausgewählt (Abbildung 12.3). Es wird angenommen, dass die Entscheidung der WU von den entstehenden Kosten, den Nutzen für die Mieter:innen sowie den ökologischen Wirkungen beeinflusst wird. Die Kosten (K_{WU}), die den WU selbst erwachsen werden beschrieben durch:

$$K_{WU} = (1 - F_{TO}) * AHK_{TO} + \sum_{t=1}^{ND} (FK + BK_{TO} - NK_{TO} - U_{G_j,TO}) * d_{t,n} \quad (12.2)$$

und ergeben sich somit aus den Anschaffungs- und Herstellungskosten (AHK_{TO}) der gRWA, bereinigt um Förderungsanteil (F_{TO}), sowie den Betriebs- (BK_{TO}) und Finanzierungskosten (FK). Über Kostenumlagen können die WU Teile der AHK auf die Mieter:innen umlegen ($U_{G_j,TO}$) bzw. die Betriebskosten über die Nebenkosten (NK_{TO}). Die Kosten sind als Barwerte mit dem Diskontierungsfaktor $d_{t,n} = (t + i_n)^{-t}$ dargestellt (i_n – individuelle Diskontrate, t – Zeit bis zum Ende der Nutzungsdauer ND). Sowohl die Technologieoption (TO) als auch die Gelegenheit (G_j) beeinflussen die Kosten. Zweitens profitieren Mieter:innen ($Mieternutzen - N_M$) von eingesparten RW-Entgelten (ΔRWE_{TO}), müssen aber zugleich die umgelegten Kosten (NK_{TO}) und ($U_{G_j,TO}$) tragen.

$$N_M = \sum_{t=1}^{ND} (\Delta RWE_{TO} - NK_{TO} - U_{G_j,TO}) * d_{t,n} \quad (12.3)$$

Drittens werden ökologische Wirkungen berücksichtigt, indem der Abkopplungsgrad der versiegelten Fläche für die betrachteten Grundstücke herangezogen wird. Die Bewertung erfolgt als Nutzwertanalyse. Die Gewichtung der drei Kriterien variiert in Abhängigkeit von der Eigentumsform. Es wird angenommen, dass zwar die Kosten für die WU die Entscheidung dominieren, dass aber kommunale WU und Genossenschaften im Vergleich zu den privatwirtschaftlichen WU mehr Wert auf die wirtschaftlichen Wirkungen für die Mieter sowie auf die ökologischen Wirkungen legen (siehe Beitrag zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA). Auf eine Berücksichtigung der Verkehrssicherheit wird verzichtet. Zur Bemessung der Versickerungslösungen wird auf modellbasierte Bemessungsregeln zurückgegriffen.¹¹

$$AV_{TO,K_f} = \begin{cases} 0,2878 * AU^{-0,559}, & \text{TO = Flächenversickerung} \\ 0,0137 * AU^{-1,542}, & \text{TO = Muldenversickerung} \\ 0,008 * AU^{-1,334}, & \text{TO = Mulden-Rigolen-Versick.} \end{cases} \quad (12.4)$$

Die Gleichung beschreibt den relativen Anteil (AV_{TO,K_f}) am unversiegelten Netto-Flächenanteil (AU) des Grundstücks, der für die Versickerungsanlage notwendig ist.¹² Investitions- und Betriebskosten können der Literatur entnommen werden.¹³ Es wird auf die kostengünstigste Versickerungslösung zurückgegriffen, die die Flächenrestriktionen für das Grundstück einhält. Die an die Versickerungsanlage angeschlossene Fläche hängt von der Dachfläche und weiteren versiegelten Flächen (z. B. Stellflächen) ab, von der Nutzung alternativer gRWA (z. B. Gründach) und von der Entscheidung bzgl. der teilweisen oder vollständigen Abkopplung des Grundstücks. Die rückblickenden Lerneffekte und Erfahrung für weitere Entscheidungen (Phase 3) werden stochastisch beschrieben. Nach einer erstmaligen Errichtung von gRWA erhöht sich deren Nutzungswahrscheinlichkeit in Phase 1.

¹¹Vgl. van Afferden u. a., im Erscheinen, S. 56-57.

¹²Beispielhaft für einen gut versickerungsfähigen Boden ($K_f = 10^{-4}m/s$).

¹³Vgl. van Afferden u. a., im Erscheinen, S. 60; Geyley u. a., im Erscheinen, S. 95-99; diese Quellen enthalten auch Kostenangaben für Gründächer.

Zusammenfassung

Der Beitrag konkretisiert die konzeptionelle Beschreibung des Nutzungsverhaltens von WU gegenüber gRWA mithilfe einer quantitativen deutschlandweiten Erhebung, und er formalisiert anschließend die Erkenntnisse als Konzeptmodell für eine agentenbasierte Simulation. Grundlage bildet das dreiphasige Entscheidungskonzept aus dem Beitrag zur Entscheidungsfindung bezüglich gRWA. Noch stark vereinfacht beschreibt es die Nutzung von gRWA durch WU als eine eher durch externe Faktoren vorangetriebene und an bauliche Zyklen, insbesondere an Neubau, gekoppelte Entwicklung ("Wann?"), die durch die zunehmende Erfahrung mit gRWA stabilisiert wird ("Welche Lerneffekte?") und bei der die genutzten Technologien das Ergebnis unternehmerischer Rationalität vor dem Hintergrund zahlreicher externer und interner Einflüsse ("Welche Anlage?") sind. Noch offen sind die Implementierung des Modells und seine Validierung. Auch konnte z. B. der Einfluss unterschiedlicher Marktsegmente noch nicht geklärt werden und es fehlt die konzeptionelle Betrachtung sozialer Netzwerke, in die WU eingebettet sind. Dies betrifft sowohl die Beiträge von Innovationspionieren unter den WU als auch die Entscheidungseinflüsse, die sich durch informatorische Beziehungen zu kommunalen Ämtern einerseits und Ingenieurbüros u. Ä. andererseits ergeben.

Danksagung

Die Autoren danken allen Wohnungsunternehmen sowie den Wohnungsdachverbänden und Experten für ihre Unterstützung bei der empirischen Erhebung. Weiterhin danken sie S. Johanning und D. Abitz herzlich für ihre Unterstützung bei der Formulierung des Konzeptmodells. Dieser Beitrag wurde finanziert durch das Projekt „Smart Utilities and Sustainable Infrastructure Change“ (Antragsnummer 100378087 (SAB)).

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.



DOI: <https://doi.org/10.30819/5413.12>