

## Wirtschaftlichkeitsgrade der Mischwasserbewirtschaftung im urbanen Raum und Beispiele der Mischwasserbewirtschaftung in Europa

David Sollhart<sup>1</sup>, Elisabeth Sprung<sup>2</sup>, Sarah Hedden<sup>3</sup>, Andreas Kimmersdorfer<sup>4</sup>, Werner Sprung<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ingenieurbüro Sprung, Kreuzkogelweg 3, A-8502 Lannach  
(e-mail: david.sollhart@gmail.com, Tel.: +43 664 4284751)

<sup>2</sup> ML11 EDV-Dienstleistungen GmbH, Am Eisernen Tor 5, A-8010 Graz

<sup>3</sup> Independent Consultant, s.e.hedden@outlook.com.

<sup>4</sup> Wien Kanal, Modecenterstraße 14, A-1030 Wien

<sup>5</sup> Ingenieurbüro Sprung, Kreuzkogelweg 3, A-8502 Lannach

### EINLEITUNG

Städte mit bestehenden Kanalnetzen im Mischsystem stehen immer öfter vor der Herausforderung das Mischwasser zu bewirtschaften um einen ausreichenden Stoffrückhalt erreichen zu können. Als Gründe dafür können unter anderem genannt werden, die Urbanisierung mit der Zunahme der Bevölkerung, der steigende Versiegelungsgrad von natürlichen Oberflächen, das Bestreben, die Gewässer vor weiteren Verunreinigungen zu schützen und die Altersstruktur der bestehenden Mischwassersysteme - es erfolgte in den letzten Jahrzehnten nahezu keine Anpassung der bestehenden Mischwassersysteme um den oben angeführten gegenwärtigen Herausforderungen begegnen zu können. Die Auswirkung der nicht optimalen Mischwasserbewirtschaftung können gesehen werden in der vermehrten hydraulischen und stofflichen Belastung von Gewässern (Ellis und Hvitved-Jacobsen, 1969) und der sich daraus ergebenden volkswirtschaftlichen Folgekosten, die durch die Beseitigung dieser Schäden bestehen. Des Weiteren führt diese Entwicklung zu einer Verringerung der bestehenden Lebensqualität speziell in den dicht besiedelten Gebieten entlang der Flüsse bzw. stehenden Gewässer, was zu einem Paradoxon führt, da gerade diese Gebiete bevorzugtes Einzugsgebiet der Bevölkerung darstellen. Um einen ausreichenden Stoffrückhalt zu erreichen stehen eine Vielzahl an Maßnahmen zur Verfügung, wobei zu unterscheiden ist zwischen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung und jenen der Mischwasserbewirtschaftung. Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung im Einzugsbereich der Mischwasserkanäle haben direkten Einfluss auf die Mischwasserbewirtschaftung, da weniger Regenwasser in das Mischwassersystem gelangt, jedoch wird in dieser Arbeit nicht auf die Regenwasserbewirtschaftung explizit eingegangen, da die den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Hierbei wird in der Folge davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung dem heutigen Standard gemäß vorgenommen werden, zum Beispiel die Möglichkeiten der Versickerung, Verdunstung und Speicherung. Für die Mischwasserbewirtschaftung stehen heute im Wesentlichen die Maßnahmen der Begrenzung der Entlastungsmenge, Entlastungsdauer (Dirckx et al., 2011) und Entlastungshäufigkeit (Zabel et al., 2001). Die Europäische Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser 91/271/EEC (EC, 1991) legt zwar keine Standards fest, fordert jedoch Maßnahmen im Rahmen der Mischwasserbewirtschaftung. In diesem Zusammenhang kann auch auf die Abflussteuerstrategien verwiesen werden (Alferes et al., 2013; Benedetti et al., 2013), die als Maßnahme der Mischwasserbewirtschaftung eine nicht unerhebliche Wirkung haben.

Ziel der Arbeit ist es jene Orte im urbanen Raum darzustellen in denen Maßnahmen der Mischwasserbewirtschaftung am wirtschaftlichsten umgesetzt werden können, das heißt, die maximale Wirkung bei geringsten Herstellkosten erzielt. Maximale Wirkung bedeutet dabei, dass die Umweltbelastung durch die Entlastung des Mischsystems minimiert beziehungsweise der Schmutzstoffrückhalt im Kanal optimiert wird. Die Darstellung dieser Orte erfolgt in einer Übersichtskarte. Anhand von drei Beispielen, Graz, Wien und London, werden die Ergebnisse dieser Arbeit, die sich in der Theorie als am wirtschaftlichsten herausgestellt haben, den in der Praxis erfolgten Umsetzungen der Mischwasserbewirtschaftung gegenübergestellt.

### METHODIK

Von den Maßnahmen der Mischwasserbewirtschaftung Speicherung, Steuerung, Retentionsbodenfilter, Kläranlage (Schmitt et al., 2017) wurde in der Vorgehensweise die Speicherung exemplarisch gewählt und für die weitere Darstellung herangezogen. Die Steuerung wurde nicht herangezogen, weil sie nur in Kombination mit der Speicherung wirksam werden kann. Retentionsbodenfilter für Mischwasser sind in Österreich nicht üblich, da es keine effektive Maßnahme ist, die Umwelt zu schonen. Bei dieser Maßnahme kann nicht gewährleistet werden, dass es zu keiner Schadstoffaufnahme im Boden und im Grundwasser kommt. Die Kläranlage wurde deshalb nicht herangezogen, da sie am Ende des Kanalnetzes bereits eine örtliche Fixierung aufweist.

Von den in der Literatur diskutierten Einflussfaktoren wie zum Beispiel Einwohnerdichte, Versiegelung, Gelände, Erstellungskosten für die Speicherung von 1 m<sup>3</sup> Mischwasser bei einem Bemessungsregenereignis, Bodenbe-

schaffenheit, Niederschlag, Temperatur, Kanalnetz, Industrie, Fremdwasser, Betrieb etc. wurden die als wesentlich erachteten Indikatoren Einwohnerdichte, Versiegelung, Gelände und Erstellungskosten für die Speicherung von 1 m<sup>3</sup> Mischwasser bei einem Bemessungsregenereignis im Modell berücksichtigt.

Als Datenquellen und als Werkzeuge zur Datenbearbeitung und Visualisierung wurden freie Datenquellen und freie Software verwendet. So kann gezeigt werden, dass eine Abschätzung dieser Art von den Daten und Werkzeugen her mit ausreichender Genauigkeit erstellt werden kann und dabei gleichzeitig in Bezug auf Daten und Werkzeuge kostenneutral ist. Für Daten der Einwohnerdichte wurden Open Government Daten der Städte verwendet. Für die Versiegelung wurden Daten aus der Open Street Map extrahiert und herangezogen. Ein Vergleich mit aus Infrarotscannerbefliegungen gewonnenen Versiegelungskarten ergibt eine für den vorliegenden Zweck ausreichend hohe Übereinstimmung. Für das Geländemodell wurden Daten aus dem Digital Elevation Model over Europe, EU-DEM, verwendet. Die Daten aus EU-DEM haben ihre Grundlage im Copernicus Programm der ESA und seiner Sentinel Satellitenfamilie. An Werkzeugen wurden nur GIS Werkzeuge und teilweise deren Programmiersprachen VB.net und Python zur GIS Programmierung verwendet. Als GIS Werkzeuge wurden MapWinGIS, Q-GIS und SAGA verwendet.

Die Indikatoren Einwohnerdichte, Versiegelung und Gelände liegen als Rasterfiles vor. Da Mischwasserkanalnetze in ihrer Höhenlage dem Gelände folgen, wird als Vereinfachung das Mischwasser auf Geländeneiveau gehoben und über Fließpfade zum Abfluss gebracht. Es entstehen auf diese Weise Rasterfiles für den Schmutzwasserabfluss, aus Einwohnerdichte und Gelände, und den Regenwasserabfluss, aus Versiegelung und Gelände. Der Wert eines Pixels des jeweiligen Rasterfiles wird in m<sup>3</sup> gemessen und ergibt sich in seiner Größe für zwei weitere Rasterfiles durch die Integration aller obenliegenden Pixelwerte. Das Produkt dieser beiden Rasterfiles ergibt einen Weiteren, der Verschmutzung und Menge berücksichtigt. Dieser zeigt, wo die Mischwasserbewirtschaftung ihre größte Wirkung entfalten kann, er ist ein Synonym für Wirkung. Wird dieser Rasterfile mit den Entstehungskosten pro m<sup>3</sup> in Beziehung gesetzt, so entsteht eine Karte, die zeigt, wo es im urbanen Raum am wirtschaftlichsten ist, Speicherung als Maßnahme der Mischwasserbewirtschaftung umzusetzen.

## ERGEBNISSE

Mit der oben beschriebenen Methodik wurden für die Städte Graz, Wien und London der Wirtschaftlichkeitsgrad der Mischwasserbewirtschaftung in einer Auflösung von 100 m mal 100 m in entsprechender Skalierung dargestellt. Die so erzeugten Karten zeigen deutlich, dass in diesen Städten eine zentrale Mischwasserbewirtschaftung die wirtschaftlichste Lösung ist. Bei einem Vergleich der Ergebnisse der Karten mit den in Graz, Wien und London umgesetzten und geplanten Mischwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zeigt sich, dass in diesen Städten alle getroffenen Maßnahmen der Mischwasserbewirtschaftung in Bereichen höchster Wirtschaftlichkeit liegen.

## AUSBLICK

Die Methodik vereinfacht in hohem Maß und beschränkt sich auf wenige Indikatoren und ist deshalb sehr überlegt einzusetzen. Zum Beispiel sind für Städte mit einem hohen Anteil an Mischwasserpumpwerken zusätzliche Schritte in der Methodik notwendig, um diesen Effekt abzubilden. Wenn die besonderen Eigenheiten urbaner Mischsysteme berücksichtigt werden, kann auch für solche Städte eine Karte dieser Art hergestellt werden. Auf Grund ihrer Einfachheit und ihrer simplen Aussagekraft kann die Karte Diskussionen abkürzen und sie kann ein wesentlicher Teil von Machbarkeitsuntersuchungen sein.

## REFERENZEN

- Gallego J., Sannier C., Pennec A., Dufourmont H. (2016) Validation of Copernicus Land Monitoring Services and Area Estimation
- Cheng, S. J. & Wang, R. Y. (2002) An approach for evaluating the hydrological effects of urbanization and its application. *Hydrological Processes*, **16**(7), 1403–1418.
- Haase, D. (2009) Effects of urbanisation on the water balance - A long-term trajectory. *Environmental Impact Assessment Review*, **29**(4), 211–219.
- Lee, J. G. & Heaney, J. P. (2003) Estimation of urban imperviousness and its impacts on storm water systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, **129**(5), 419–426.
- OEWA (2015) *ÖWA - Regelblatt 45 - Oberflächenentwässerung durch Versickerung in den Untergrund*, Wien, Österreich.