

Messnetz Graz – Anwendung einer inhomogenen Überregnung unter Verwendung verschiedener geometrischer Interpolationsverfahren

R. Maier^{1,*}, T. Hofer¹, S. Kryeziu¹, G. Gruber¹ und D. Muschalla¹

¹Technische Universität Graz, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, Stremayrgasse 10/I, A-8010 Graz, Österreich

*Email des korrespondierenden Autors: roman.maier@tugraz.at

Kurzfassung In Graz wurden Niederschlagsmesssysteme von 5 verschiedenen Organisationseinheiten zum hydrologischen «Messnetz Graz» zusammengefasst, um die gesammelten Niederschlagsdaten zeitnah für alle Projektpartner zur Verfügung zu stellen. Mit diesen Daten sollen in dieser Arbeit die Auswirkungen einer inhomogenen Überregnung auf das Grazer Stadtgebiet untersucht werden. Dafür wurden 3 verschiedene Ansätze miteinander verglichen: i) homogene Überregnung, um den bisherigen Zustand darzustellen; ii) Inhomogenisierung nach dem Thiessen-Polygon-Verfahren; iii) Inhomogenisierung mit einem erweiterten Inversen-Distanz-Verfahren. Anhand der Untersuchungen konnte klar bestätigt werden, dass eine inhomogene Überregnung klare Vorteile gegenüber einer homogenen bringt. Weiter wird für den Fall Graz das Inverse-Distanz-Verfahren empfohlen, weil es durch verschiedene Anpassungsparameter variabel genug ist, um die stark inhomogenen Niederschlagsverhältnisse von Graz darzustellen. In naher Zukunft wird eine Messkampagne durchgeführt, um die hier präsentierten Ergebnisse weiter zu verifizieren.

Schlagwörter: Abflussmodellierung, geometrische Interpolationsverfahren, inhomogene Überregnung, Niederschlagsmessung, Regenmessung, zentrale Datenerfassung

1 EINLEITUNG

Aus unterschiedlichen Gründen wurden in und um die Stadt Graz seit der Jahrtausendwende von unterschiedlichen Organisationseinheiten (OE) Niederschlagsmesssysteme installiert, welche die Niederschlagsdynamik in diesem Bereich mit hoher zeitlicher Auflösung (zumeist 1-Minuten-Intervalle) erfassen. Im Jahr 2014 haben sich diese 5 OE (Stadt Graz – Abteilung Gewässer und Grünraum, Holding Graz Services Wasserwirtschaft, Land Steiermark, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und TU Graz) zum kooperativen hydrologischen «Messnetz Graz» zusammengeschlossen und stellen sich seither die Messdaten ihrer Online-Messsysteme gegenseitig und zeitnah zur Verfügung. Derzeit wird in diesem Messnetz mit einer Einzugsgebietsfläche von 66,8 km² an 17 Messstellen der Niederschlag online erfasst (16 zum Zeitpunkt der Auswertung) und alle gemessenen Daten mit sehr geringer zeitlicher Verzögerung zu einem zentralen Messdatenserver gesendet, wo sie allen Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt werden. Dieser Messdatenserver wurde bewusst bei der Berufsfeuerwehr der Stadt Graz installiert, wo er praktisch rund um die Uhr betreut wird. U. a. werden auf Basis dieser gemessenen Niederschlagsdaten im Falle von Starkregenereignissen von der Berufsfeuerwehr die Einsatzkräfte im Stadtgebiet koordiniert. An einer weiteren Verdichtung des Messnetzes wird kontinuierlich gearbeitet. Abbildung 2 links oben zeigt eine Übersicht über das Messnetz Graz.

2 ZIEL UND METHODIK

Zunächst wurden sämtliche Niederschlagsmessstationen des Messnetzes Graz begutachtet und dokumentiert. Dabei wurden Protokolle mit den spezifischen Daten der einzelnen Stationen, deren exakte Koordinaten und Bilder der Stationen, um die Umgebungseinflüsse abschätzen zu können, aufgenommen. In Zusammenarbeit mit den Betreibern konnten noch fehlende Daten (z. B. Wartungsverantwortlicher und dessen Kontaktdaten) ergänzt werden. Mithilfe dieser Daten wurden die Stationen schließlich in einem GIS-System erfasst.

Das Ziel der hier vorgestellten Arbeit war es, die Auswirkung einer inhomogenen Überregnung des Grazer Stadtgebiets auf ein bereits vorhandenes Niederschlags-/Abflussmodell (N/A-Modell) abzuschätzen. Dafür wurden insgesamt drei unterschiedliche Ansätze gewählt, um diesen Einfluss mithilfe des N/A-Modells untersuchen zu können. Als Referenzansatz wurde eine homogene Überregnung mit den Messdaten einer Messstation aus dem Zentrum von Graz gewählt, die bis dato für die Abflusssimulationen zumeist verwendet wurde. Zur Interpolation der Daten aller Messstationen auf die einzelnen Einzugsgebiete wurden i) das Thiessen-Polygon-Verfahren (TPV) (Thiessen, 1911) und ii) ein erweitertes Inverses-Distanz-Verfahren (EIDV) nach Shepard (1968) verwendet. Beide Methoden sind geometrische Interpolationsverfahren und berücksichtigen die horizontale Lage der Messstationen. Das TPV berücksichtigt dabei nur die Distanz der einzelnen Schwerpunkte der Einzugsgebiete in Bezug zu den jeweiligen Messstationen und ordnet ihnen die jeweiligen Messwerte von genau einer Station zu. Das EIDV hingegen berücksichtigt, wie in Abbildung 1 dargestellt, i) eine maximale Einflussdistanz, die über einen Radius definiert wird (weiter entfernte Stationen werden nicht berücksichtigt), ii) die Abschattung der Stationen (so wird in Abbildung 1 im 3. Bild Messstation 3 (MS3) großteils von MS2 abgeschattet, womit die Ergebnisse von MS3 irrelevant und somit ignoriert werden) und iii) den Einfluss verschiedener Messstationen über ihre relative Distanz zu einem «Point of Interest» (POI). Mit diesem Algorithmus wird pro Einzugsgebiet ein Gewichtungsfaktor für alle vorhandenen Messstation errechnet, mit dem wiederum die Regenintensität für das betroffene Einzugsgebiet berechnet wird.

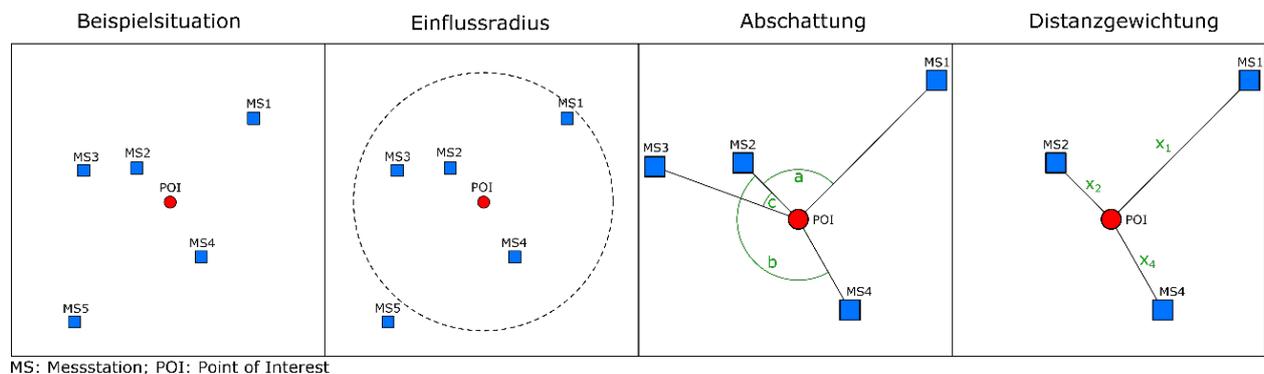


Abbildung 1: Anwendungsabfolge des Algorithmus für die erweiterte Inverse-Distanz-Methode

Alle 3 Methoden wurden im N/A-Modell implementiert und anschließend mit 6 tatsächlich gemessenen Regenereignissen sowie mit generierten Modellregen getestet und miteinander verglichen.

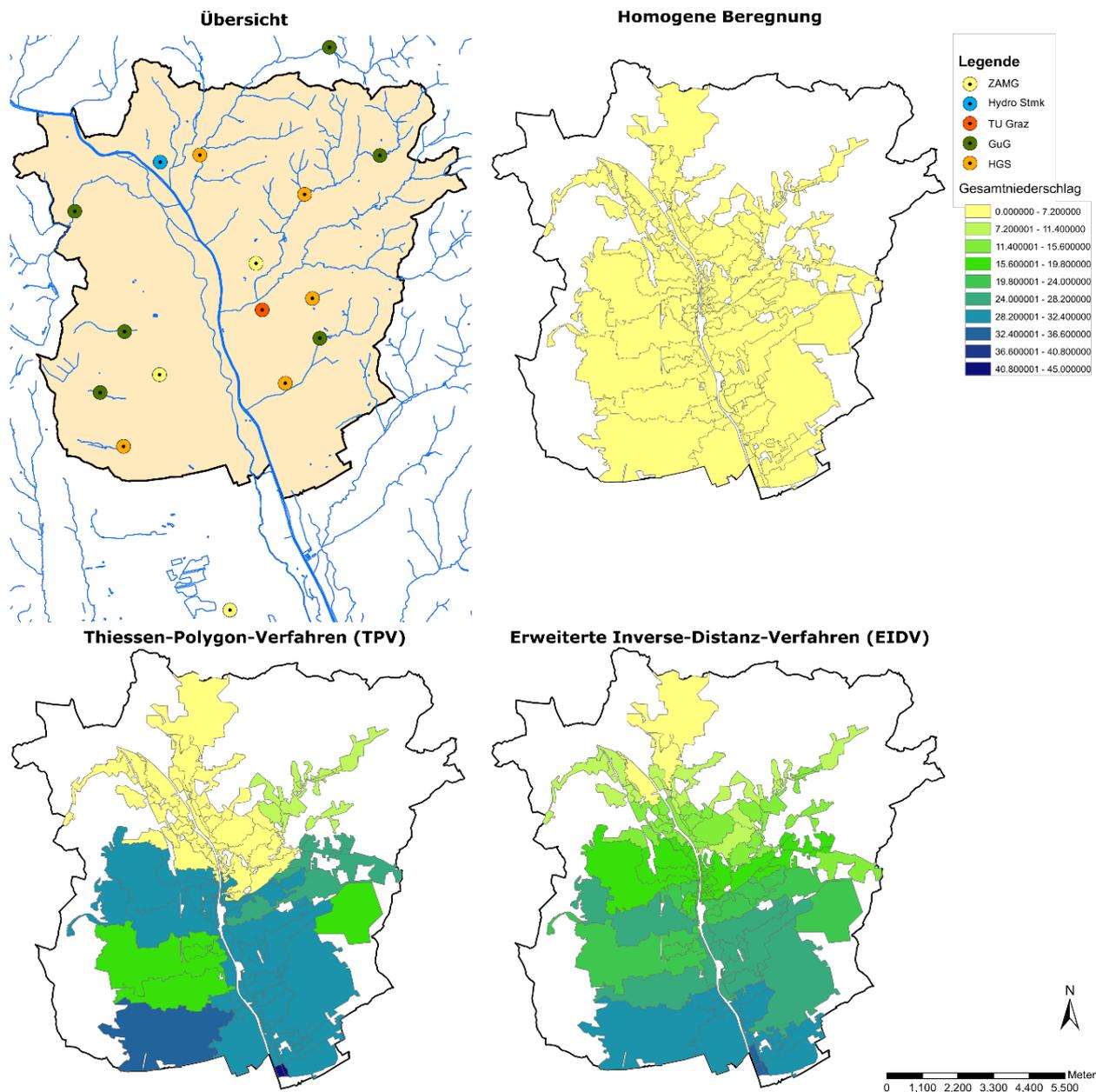


Abbildung 2: Übersicht über das Messnetz Graz und Vergleich der 3 getesteten Ansätze für ein Regenereignis

3 ERGEBNISSE

Wie zu erwarten, führten die unterschiedlichen Ansätze zu unterschiedlichen Ergebnissen, wobei das TPV und das EIDV noch eher miteinander vergleichbar sind. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich des Gesamtniederschlags für ein aufgezeichnetes Ereignis vom 24.07.2015. Wie zu sehen ist, unterschätzt die homogene Beregnung den Gesamtniederschlag bei diesem Ereignis massiv. Das TPV lässt die klaren Grenzen zwischen den Einflussgebieten der Messstationen erkennen, was für das Verfahren charakteristisch ist, zeigt aber klar die Varianz des Ereignisses über das Stadtgebiet. Das EIDV kommt zu einem ähnlichen Ergebnis, wobei sich zusätzlich ein Glättungseffekt erkennen lässt, welcher sich aus dem Algorithmus ableiten lässt.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit den vorhandenen Messstationen und der zur Verfügung stehenden Infrastruktur kann die Niederschlagsdynamik im Stadtgebiet von Graz in Zukunft deutlich besser abgebildet werden als mit dem bisher noch oft verwendeten Ansatz einer homogenen Überregnung. Dieser Ansatz gleicht quasi einem Zufallsgenerator, um eine Aussage über das Niederschlagsgeschehen im gesamten Stadtgebiet zu erhalten. Eine mögliche Anpassung bzw. Erweiterung dieses Ansatzes wäre, zumindest einen Mittelwert aller Messstationen zu errechnen und diesen anzusetzen, was zu einer realistischeren Annäherung der Gesamtniederschlagsmenge führen würde. Die Varianz des Systems und die Charakteristik der auftretenden lokal begrenzten konvektiven Niederschläge lassen sich aber nur mit einer inhomogenen Überregnung darstellen. Dabei wird von uns das EIDV bevorzugt, weil sich dessen Anpassungsparameter für das Stadtgebiet von Graz zusätzlich auch noch optimieren lassen, um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen.

5 AUSBLICK

Da die Vergleichsergebnisse bis jetzt nur qualitativ beurteilt werden können, wird in naher Zukunft eine Messkampagne durchgeführt werden, in der alle relevanten Mischwasserüberläufe der Stadt Graz mit Low-Cost-Sensoren ausgestattet werden sollen, um die Überlaufereignisse während Regenereignissen aufzeichnen zu können. Mit diesen Daten können die unterschiedlichen Überregnungsansätze besser verifiziert und die verwendeten Modelle danach noch besser kalibriert werden.

Weiter ist geplant, die Daten zukünftig auch für Frühwarnsysteme und eine Echtzeitsteuerung des regelbaren Teils des Kanalsystems und der Abwasserreinigungsanlage zu nutzen.

6 DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei den Kooperationspartnern des Messnetzes Graz (Stadt Graz – Abteilung Gewässer und Grünraum, Holding Graz Services Wasserwirtschaft, Land Steiermark, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) für die Bereitstellung Ihrer Niederschlagsdaten und für die ausgezeichnete Zusammenarbeit.

7 REFERENZEN

Shepard, D. (1968) "A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data" in Proceedings of the 1968 23rd ACM national conference. ACM, 517–524. [online] <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=810616> (Accessed June 17, 2015).

Thiessen, A. H. (1911) Precipitation averages for large areas. *Monthly Weather Review*, **39**(7), 1082–1089.