

Aus der Professur für Wasserwirtschaft
der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

Potentials of open data for GIS- based planning in water management

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt
der Universität Rostock

vorgelegt von M.Sc. Jannik Schilling
aus Bamberg

Verteidigung am 06. Februar 2026

Natürliche Gewässer – Flüsse, Seen und Meere – sind Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten. Gleichzeitig werden sie in vielfältiger Weise als Teil der von Menschen geschaffenen Infrastruktur genutzt. Wasserwirtschaftliche Aufgabenträger stehen daher vor der Aufgabe, Nutzungsinteressen und Naturschutz miteinander zu vereinbaren und zugleich den Schutz vor Gefahren (z.B. Hochwasser nach Starkregen, Beeinträchtigungen durch Wassermangel in Dürreperioden) zu gewährleisten. Überlagert wird diese Aufgabe von Herausforderungen aufgrund des Klimawandels oder langfristigen Landnutzungsänderungen mit merklichen Auswirkungen auf die Folgen für alle Komponenten des Wasserhaushalts in einem Einzugsgebiet.

Aufgrund der funktionalen Verknüpfungen zwischen verschiedenen Bereichen innerhalb der Wasserwirtschaft, sowie zu anderen Sektoren (Landwirtschaft, Stadt- und Regionalplanung, Energiesektor) bedarf es dabei ganzheitlicher Ansätze, die die verschiedenen, möglicherweise konkurrierenden Ziele und Lösungsmöglichkeiten gegeneinander abwägen und gegebenenfalls priorisieren. Solche Konzepte sind beispielsweise als "Integrales Wasserressourcenmanagement", "Integrales Flussgebietsmanagement", blau-grüne Infrastruktur etc. seit einigen Jahren Gegenstand der Forschung. Voraussetzung für ihre Umsetzung ist die Zusammenarbeit von wasserwirtschaftlichen Akteuren, umfassende, verlässliche, und offen zugängliche, räumliche Informationen, sowie geeignete digitale Werkzeuge zu ihrer Verarbeitung. Die vorliegende kumulative Dissertation beleuchtet in diesem Kontext Potenziale von offenen Geodaten und open source-Software für die Wasserwirtschaft. Geobasisdaten und Geofachdaten werden erhoben und bereitgestellt von unterschiedlichsten Institutionen wie Behörden, Forschungseinrichtungen, Vereinen oder Unternehmen. Entsprechend groß ist auch die Vielfalt an Datenformaten, Lizenzen und der Art der Bereitstellung über Portale, Datendienste oder Web-GIS-Anwendungen. Ihre Zugänglichkeit und gegebenenfalls Nutzungseinschränkungen können jedoch in der praktischen Anwendung eine essentielle Hürde darstellen. In Projekten wie OpenStreetMap (OSM) stellen Freiwillige nutzergenerierte Geodaten für jegliche Anwendung frei zur Verfügung. Hier kann jedoch die Datenqualität und Uneinheitlichkeit eine wesentliche Herausforderung darstellen. Dennoch steckt in offenen Daten ein enormes Potenzial, integrale wasserwirtschaftliche Konzepte und Planungsprozesse zu optimieren, beispielsweise indem sie Informationslücken schließen bzw. solche überhaupt erst sichtbar machen. Mit einem Anwendungsbeispiel des Forschungsprojekts PROSPER-RO zeigt die Arbeit, wie mithilfe von OSM-Daten ein räumlich hochaufgelöster Datensatz für das Schmutzwasseraufkommen im Stadt-Umland-Raum der Stadt Rostock generiert werden kann.

In der Verarbeitung dieser Daten sind Geoinformationssysteme (GIS) und wasserwirtschaftliche Modelle die zentralen digitalen Werkzeuge. Bei beiden Softwaregruppen stehen neben proprietären auch zahlreiche open source-Programme zur Verfügung. Im GIS-Bereich hat sich in den letzten Jahren vor allem QGIS als open source-Software etabliert. Über Programmierschnittstellen zu R und Python können

eigene Erweiterungen, sogenannte “Plugins” erstellt werden. Drei solcher QGIS-Plugins wurden im Rahmen dieser Arbeit entwickelt und veröffentlicht:

- WaterNetAnalyzer – Verarbeitungswerkzeuge für den Aufbau hierarchischer Gewässernetze (Fließgewässer, Kanalnetzsysteme etc.) und zur Netzverfolgung
- generate_SWMM_inp – ein Werkzeug zum Import und Export von Daten in die open source-Modellierungssoftware SWMM
- OSWeGe_tools – ein Analysetool für topologische Fehler in Gewässer-Geodaten von Wasser- und Bodenverbänden

Weitere Anwendungsbeispiele zeigen die vielfältigen Möglichkeiten durch open source-GIS für Akteure der Wasserwirtschaft. Im Bereich gekoppelter hydrologisch/hydraulischer Modelle bauen zahlreiche heute verfügbare Anwendungen auf “SWMM” auf und belegen so das Innovationspotential von open source-Software im Kontext Wasserwirtschaft. Neben den Daten und Werkzeugen selbst braucht es geschultes Personal, um diese erfolgreich einzusetzen. Der letzte Abschnitt dieser Arbeit stellt das Projekt OSWeGE vor, in dem ein Weiterbildungsprojekt für Mitarbeiter*innen der Wasser und Bodenverbände in Mecklenburg-Vorpommern entwickelt und durchgeführt wurde.

Natural water bodies – rivers, lakes, and seas – are habitats for numerous animal and plant species. At the same time, they are used in many ways as part of the infrastructure created by humans. Water management authorities are therefore faced with the task of reconciling usage interests and nature conservation while at the same time ensuring protection against hazards (e.g., flooding after heavy rainfall, adverse effects of water shortages during periods of drought). This task is overlapped by challenges posed by climate change and long-term land use changes, which have significant impacts on catchment hydrology.

Due to functional interconnections between different fields of water management as well as to other sectors (agriculture, urban and regional planning, energy sector), holistic approaches are needed that weigh up the various, potentially competing goals and possible solutions and prioritize them where necessary. Such concepts, e.g. “integrated water resource management”, “integrated river basin management”, blue-green infrastructure, etc., have been the subject of research for several years. Their implementation requires cooperation between water management stakeholders, comprehensive, reliable, and openly accessible spatial information, and suitable digital tools to process this data. In this context, this cumulative dissertation highlights the potential of open geodata and open source software for water management.

Geodata are collected and provided by a wide variety of institutions such as public authorities, research institutions, associations, and companies. Accordingly, the variety of data formats, licenses, and types of provision via data portals, data services or Web GIS applications is large. However, their accessibility and, in some cases, restrictions regarding data use can pose a significant hurdle in practical application. In projects such as OpenStreetMap (OSM), volunteers make user-generated geodata freely available for any purpose. However, data quality and inconsistency may pose a significant challenge here. Nevertheless, open data has enormous potential to optimize integrated water management concepts and planning processes, for example by closing information gaps or making them visible in the first place. With an application example from the research project PROSPER-RO, the thesis illustrates how OSM data can be used to generate a high-resolution spatial dataset for wastewater generation in the urban-rural area surrounding the city of Rostock.

In the processing of such geodata, geographical information systems (GIS) and modeling software are the essential digital tools in water management. Besides proprietary software, numerous open source programs are also available in both software groups. In the field of GIS, QGIS in particular has established as a popular open source alternative in recent years. Programming interfaces to R and Python allow users to create their own extensions – so-called “plugins”. Three of such QGIS plugins have been developed and published in the framework of this thesis:

- WaterNetAnalyzer – Processing tools for constructing hierarchical water networks (watercourses, sewer networks, etc.) and for network tracing
- generate_SWMM_inp – A tool for importing and exporting data to the open source modeling software SWMM
- OSWeGe_tools – A tool for analyzing topological errors in river-related geodata from regional water and soil associations/Wasser- und Bodenverbände (WBV)

Further application examples demonstrate the diverse possibilities offered by open source GIS for stakeholders in water management. In the field of coupled hydrological/hydraulic models, numerous applications available today are based on “SWMM”, thus demonstrating the innovative potential of open source software in the context of water management. In addition to the data and tools, trained professionals are required to use them successfully. The final section of this paper presents the OSWeGE project, in which a GIS training program was developed and implemented for employees of water and soil associations in Mecklenburg-Western Pomerania/Mecklenburg-Vorpommern (M-V).