

Bachelorarbeit

Thema: (Teil-)automatisierte Erfassung und Lagekorrektur von Fließgewässerdaten mit dem Open-Source-Geoinformationssystem QGIS

Bearbeiter: Mathias Gottschling

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner

Datum: 08.10.2020

Zusammenfassung

Die Bearbeitung dieser Arbeit hat Erkenntnisse über mögliche Fehler in Datensätzen und Möglichkeiten, einer (teil-)automatischen Überarbeitung hervorgebracht. Daneben wurden die Grenzen gängiger GIS-Algorithmen des oberirdischen Abflusses sowie Grenzen einer vollautomatischen Korrektur deutlich. Ziel dieser Bachelor-Thesis ist es, Möglichkeiten zu finden, wie Fehler in Fließgewässernetzen möglichst automatisch korrigiert werden können, um einen Leitfaden für Behörden und Zweckverbände zu erstellen. Die Anfangs formulierten Forschungsfragen werden hier noch einmal aufgelistet und mit den in dieser Arbeit gesammelten Erkenntnissen beantwortet.

1. Welche topologischen und geometrischen Anforderungen sind bei einem hydrologisch korrekten Fließgewässernetz einzuhalten?

Fließgewässernetze müssen an den Endpunkten über einen gemeinsamen Knoten mit der anschließenden Linie verbunden sein. Die korrekte Gewässernetzlage sollte den Grabenverlauf entlang der tiefsten Punkte wiedergeben. Es muss eine einheitliche Angabe der Fließrichtung vorliegen und Selbstüberschneidungen der Gewässernetzlinien dürfen nicht auftreten.

2. Welche Fehler treten in den Datensätzen des betrachteten Gebietes auf?

Die großen Fehlerschwerpunkte der vorliegenden Testdaten sind Lagefehler der Gewässernetzlinien, fehlende Unterscheidungen zwischen oberirdischen Gewässernetzen und verrohrten, unterirdischen Abschnitten, fehlende Verbindungen zwischen unterschiedlichen Gewässernetzlinien, falsche Fließrichtungsangaben und Selbstüberschneidungen.

3. Welche automatischen Algorithmen zur Ableitung von Fließgewässernetzen aus einem DGM wurden bereits entwickelt?

Von den gängigen GIS-Algorithmen zur Ableitung von oberirdischen Fließgewässernetzen wurden in dieser Arbeit der eindimensionale D8-Algorithmus (O'Callaghan & Mark, 1984) und der mehrdimensionale MFD-Algorithmus (Quin et al., 1991) ausgetestet. Bei diesen Algorithmen wird für jede Zelle eines

DGM die Richtung des oberirdischen Abflusses unter Betrachtung der tiefer liegenden Nachbarzellen bestimmt. Während bei D8 der Abfluss von einer Zelle zu der tiefsten Nachbarzelle bestimmt wird, wird bei MFD der Abfluss zu allen benachbarten tieferen Zellen bestimmt und eine Verteilung auf Grundlage der Neigungsunterschiede ermittelt.

4. Welche Probleme/Fehler treten in den bereits vorhandenen Algorithmen zur Ableitung von Gewässerlinien während der praktischen Umsetzung auf?

Beide Algorithmen liefern für die untersuchten Bereiche im Testgebiet falsche Ergebnisse, weil anthropogene Eingriffe, wie z. B. Durchlässe, nicht automatisch erkannt werden und in diesen Arealen Berechnungen oberirdischer Abflüsse aufgrund des sehr flachen Untersuchungsgebietes in falsche Richtungen erfolgen.

5. Welche weiteren Möglichkeiten gibt es, Fließgewässerlinien mit einem vorhandenen DGM zu korrigieren?

Mithilfe eines DGM lassen sich einige Korrekturen an einem Fließgewässernetz durchführen. Dazu zählen die Lagekorrektur, die Korrektur der Fließrichtung und die Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Rohrleitungen, Durchlässen und oberirdischen Gewässerabschnitten. Die beste und einfachste Möglichkeit zur Lagekorrektur funktioniert mit der Ermittlung der tiefsten Punkte entlang der vorhandenen Gewässerlinien, welche aus Querprofilinien abgeleitet und anschließend zu neuen Linien miteinander verbunden werden. Fehler können in Bereichen von Rohrleitungen, Durchlässen, starken Kurven, in Mündungsbereichen und bei künstlich angelegten Gräben, die nicht entlang der tiefsten Geländepunkte verlaufen, auftreten.

Die Fließrichtungsangabe lässt sich in Bereichen mit ausreichendem Gefälle unter Verwendung der Höhenwerte aus einem DGM berichtigen, da der Startpunkt einer Linie höher liegen muss als der Endpunkt. In flachen EZG, wie dem des hier untersuchten Testgebietes, kann die Verwendung dieses Ansatzes aufgrund der zu geringen Höhendifferenz zu Fehlern führen. Die Fehlermenge ist abhängig von der Größe des gewählten Bereichs und von verrohrten Abschnitten.

6. In welcher Reihenfolge muss die Korrektur und Aufarbeitung von Fließgewässernetzen erfolgen?

Die Abarbeitung der Fehler in der hier beschriebenen Reihenfolge liefert die besten Korrekturergebnisse:

1. Lagekorrektur
2. Korrektur der Fließrichtung
3. Ermittlung von Rohrleitungen und Durchlässen
4. Verbindung unverbundener Gewässerlinien
5. Finden und Beheben von Selbstüberschneidungen
6. Abschlusskontrolle

7. Besteht die Möglichkeit, eine Unterscheidung zwischen oberirdischen und unterirdischen Fließgewässern zu ermitteln (Rohrleitungen und Durchlässe)?

Die Anfänge und Enden von unterirdischen Abschnitten (Rohrleitungen und Durchlässen) kann anhand großer Steigungsunterschiede ermittelt werden, da zu Beginn eines verrohrten Abschnittes ein größerer Steigungswert vorliegt, der erkennbar höher ist als die Steigungswerte entlang einer Gewässerlinie, während am Ende eines Rohres ein kleiner Steigungswert auftritt, der im direkten Vergleich deutlich geringer ausfällt. Bei Betrachtung einer einzelnen Gewässerlinie funktioniert dieser Ansatz problemlos. Sobald mehrere davon untersucht werden, können Fehler auftreten, weil jedes Gewässer unterschiedlich große Steigungsverläufe hat. Die Steigungsunterschiede in den Übergängen zwischen oberirdischen und unterirdischen Gewässerabschnitten unterscheiden sich aufgrund der Unterschiede zwischen den einzelnen Gewässern.

8. Welche Arbeitsschritte können nicht vollautomatisch durchgeführt werden?

Die automatische Verbindung von unverbundenen Gewässerlinien ist bei kleinen Differenzen zwischen der endenden und der durchgängigen Linie bis maximal 2 m möglich. Größere automatische Korrekturen bergen das Risiko, dass sich Linienverläufe in den Endbereichen verschieben und es zu Lagefehlern kommt. Bei größeren Differenzen in den Enden von Linien ist die manuelle Korrektur notwendig. Ebenfalls müssen auf diese Weise Selbstüberschneidungen korrigiert werden.

Fazit:

Vor der Überarbeitung von Fließgewässerdaten ist die Ermittlung der Fehlerschwerpunkte notwendig. Anschließend lassen sich die Fehler korrigieren. Die Lagekorrektur auf Grundlage von Querprofilinien zur Ermittlung der tiefsten Punkte entlang der Gewässerlinien ist eine Methode, die viel manuelle Bearbeitungszeit erspart. Im Voraus sollte jedoch bedacht werden, welcher Abstand zwischen den einzelnen Querprofilen und welche Breite gewählt wird, damit Fehler in kurvigen Bereichen und eine falsche Linienlage bei künstlich verlegten Gewässerabschnitten vermieden werden. Eventuell kann eine Bearbeitung mit verschiedenen Linien optimiert werden, die aus unterschiedlichen Abständen zwischen den einzelnen Querprofilinien erzeugt wurden. Die Fließrichtungsermittlung mit einem DGM empfiehlt sich für Gewässer mit größeren Steigungsabschnitten. In flachen EZG ist die Fließrichtungskorrektur mit einem DGM fehleranfälliger als in EZG mit großen Steigungen.

Die Klassifikation zwischen Rohrleitungen, Durchlässen und offenen Gewässerabschnitten ist für einzelne Gewässerlinien oder für Linien mit ähnlichen Steigungsverhältnissen und Eigenschaften möglich und kann dort bei langen Gewässerlinien die Arbeit erleichtern. Eventuell ist es bei Fehlern aufgrund von Steigungsschwankungen aufgrund von kurvigen Bereichen hilfreich, mit mehreren Steigungsintervallen und mehreren lagekorrigierten Linien auf Grundlage unterschiedlicher Abstände zwischen den einzelnen Querprofilen zu arbeiten. Bei kurzen Abschnitten oder in einem Bereich mit großen Unterschieden zwischen den Steigungsverhältnissen ist dieses Verfahren schwer umsetzbar.

Die Präzision aller Korrekturmethode, die hier erläutert wurden und mithilfe eines DGM erfolgten, ist von der Auflösung des DGM abhängig.