

## **Abschlussbericht TransMiT**

# **Teil B**

Strategiekomponente B.I Qualitätsbasierte Trennentwässerung

## **B 4.2 Erstellung einer Karte des Hochwasserrisikos von Gebäuden durch Erkennung von Fassadenöffnungen**

Autoren:

Yu Feng, Udo Feuerhake, Monika Sester  
Institut für Kartographie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover

---

### **Kurzbeschreibung des Einzelkapitels**

*Bei der Identifizierung von Fließwegen zur oberflächigen Ableitung von Niederschlagswasser sind neben dem Gelände und den Oberflächen (siehe hierzu Kapitel B 4.1) auch die angrenzenden Gebäude zu berücksichtigen. Hierbei geht es vor allem darum, potentiell gefährdete Fassadenöffnungen, in die das Wasser eindringen könnte, für einen gegebenen Pegelstand zu identifizieren. In diesem Kapitel wird daher eine Methodik beschrieben, die es ermöglicht, eine Karte des Hochwasserrisikos von Gebäuden durch Erkennung von Fassadenöffnungen zu erstellen.*

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	iii
Abbildungsverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis.....	v
<b>1 Erstellung einer Karte des Hochwasserrisikos von Gebäuden durch Erkennung von Fassadenöffnungen.....</b>	<b>6</b>
Literaturverzeichnis.....	9

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-2-1: Erkennung von Fassadenöffnungen mit Deep-Learning-Modellen

Abbildung 4-2-2: Ergebnisse der Oberflächenabflussmodellierung für ein einstündiges Regenereignis mit einer Wiederkehrperiode von 20 Jahren

Abbildung 4-2-3: Identifizierte Hochwasserrisiken auf der Grundlage der Oberflächenabflussmodellierung (rote Linie: Wasser über den Fassadenöffnungen um mehr als 24 cm).

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ALS</b>	Airborne Laser Scanning
<b>GNSS</b>	Global navigation satellite system
<b>LGLN</b>	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
<b>MMS</b>	Mobile Mapping System
<b>SAPOS</b>	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung

# 1 Erstellung einer Karte des Hochwasserrisikos von Gebäuden durch Erkennung von Fassadenöffnungen

Mit zunehmender Verstädterung sind Hochwasser heute für viele Städte eine große Herausforderung. Auf der Grundlage von Niederschlagsvorhersagen, Topografie und Rohrleitungsnetzen können Oberflächenabflussmodellierung frühzeitig vor überschwemmungsgefährdeten Gebieten und Gebäuden warnen. Kellerfenster, Türen und Tiefgarageneinfahrten sind häufige Stellen, an denen Hochwasser in ein Gebäude fließen kann. Einige Gebäude sind auf die Gefahr eines Hochwassers vorbereitet, andere jedoch nicht. Daher ist es hilfreich, die Höhen dieser Fassadenöffnungen zu kennen, um die Stellen zu identifizieren, die anfälliger für Wassereinträge sind.

Allerdings sind solche Daten in den meisten Städten noch nicht ohne weiteres verfügbar. Eine traditionelle Vermessung dieser Informationen ist zwar möglich, aber ein sehr zeitaufwändiger und mühsamer Prozess. Stattdessen ist das MMS mit LiDAR ein effizientes Instrument, um eine große Menge an 3D-Messdaten in hoher Dichte zu erhalten. Um diese Methode skalierbar auch auf große Gebiete anwenden zu können, müssen die gewünschten Fassadenöffnungen vollautomatisch aus den Daten extrahiert werden.

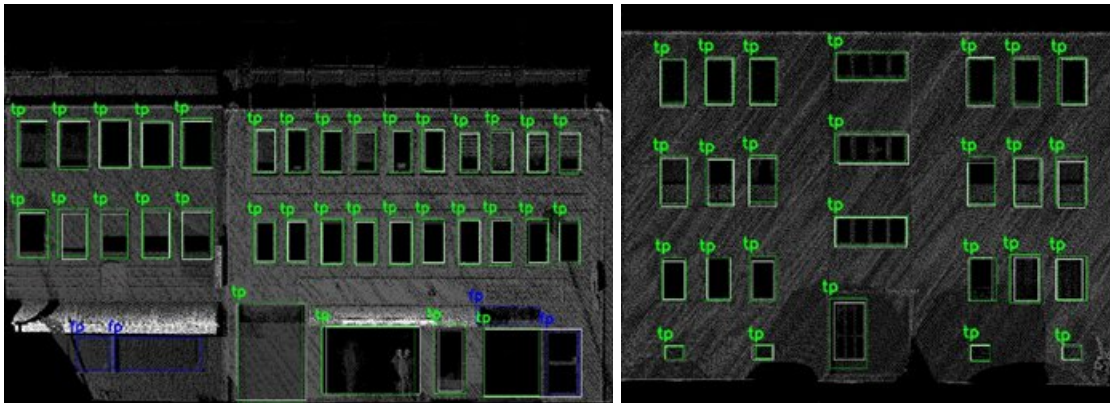


Abbildung 4-2-1: Erkennung von Fassadenöffnungen mit Deep-Learning-Modellen

Hierzu wurde ein neues Verfahren zur Extraktion von Fassadenöffnungen aus LiDAR-Mobile Mapping Daten entwickelt. Deep-Learning-Modelle zur Objekterkennung werden trainiert, um diese Objekte zu identifizieren (s. Abbildung 4-2-1). Normalerweise erfordert dies eine große Menge an manuell erstellten Trainingsdaten. In dieser Arbeit umgehen wir dieses Problem durch den Einsatz einer regelbasierten Methode. In einem ersten Schritt wird die regelbasierte Methode verwendet, um sog. Pseudolabels zu erzeugen.

Anschließend wird eine Semi-Supervised Lernstrategie mit drei verschiedenen Supervisionsstufen angewandt. Die Ergebnisse zeigen, dass das lernbasierte Modell bei ausschließlicher Verwendung automatisch generierter Pseudolabels den regelbasierten Ansatz um 14,6 % in Bezug auf den F1-Score übertrifft. Nach fünf Stunden menschlicher Annotation ist es möglich, das Modell um weitere 6,2 % zu verbessern.

Mit dieser Pipeline (Feng et al. 2022) kann eine Karte der Fassadenöffnungen erstellt werden, die einfach mit den Ergebnissen der Oberflächenabflussmodellierung (s. Abbildung 4-2-2) überlagert werden kann, um für Hochwasserereignisse Hochwasserrisikostellen unterschiedlicher Schweregrade zu identifizieren (s. Abbildung 4-2-3). Unsere Forschung liefert somit eine neue geografische Informationsgrundlage für präzise städtische Notfallhilfe. Diese Informationen können mit Hochwasservorhersagen kombiniert werden,

um einen gezielteren Katastrophenschutz für die städtische Infrastruktur und Wohngebäude zu ermöglichen.

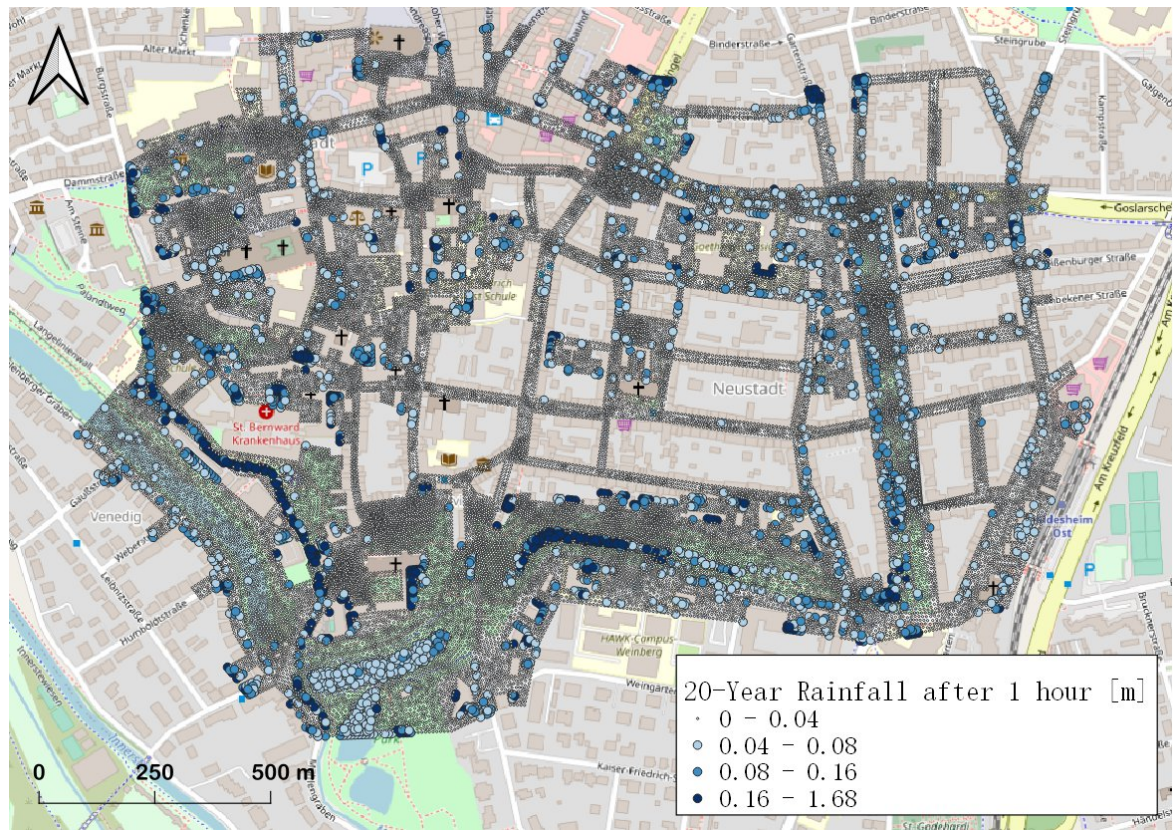


Abbildung 4-2-2: *Ergebnisse der Oberflächenabflussmodellierung für ein einstündiges Regenereignis mit einer Wiederkehrperiode von 20 Jahren*

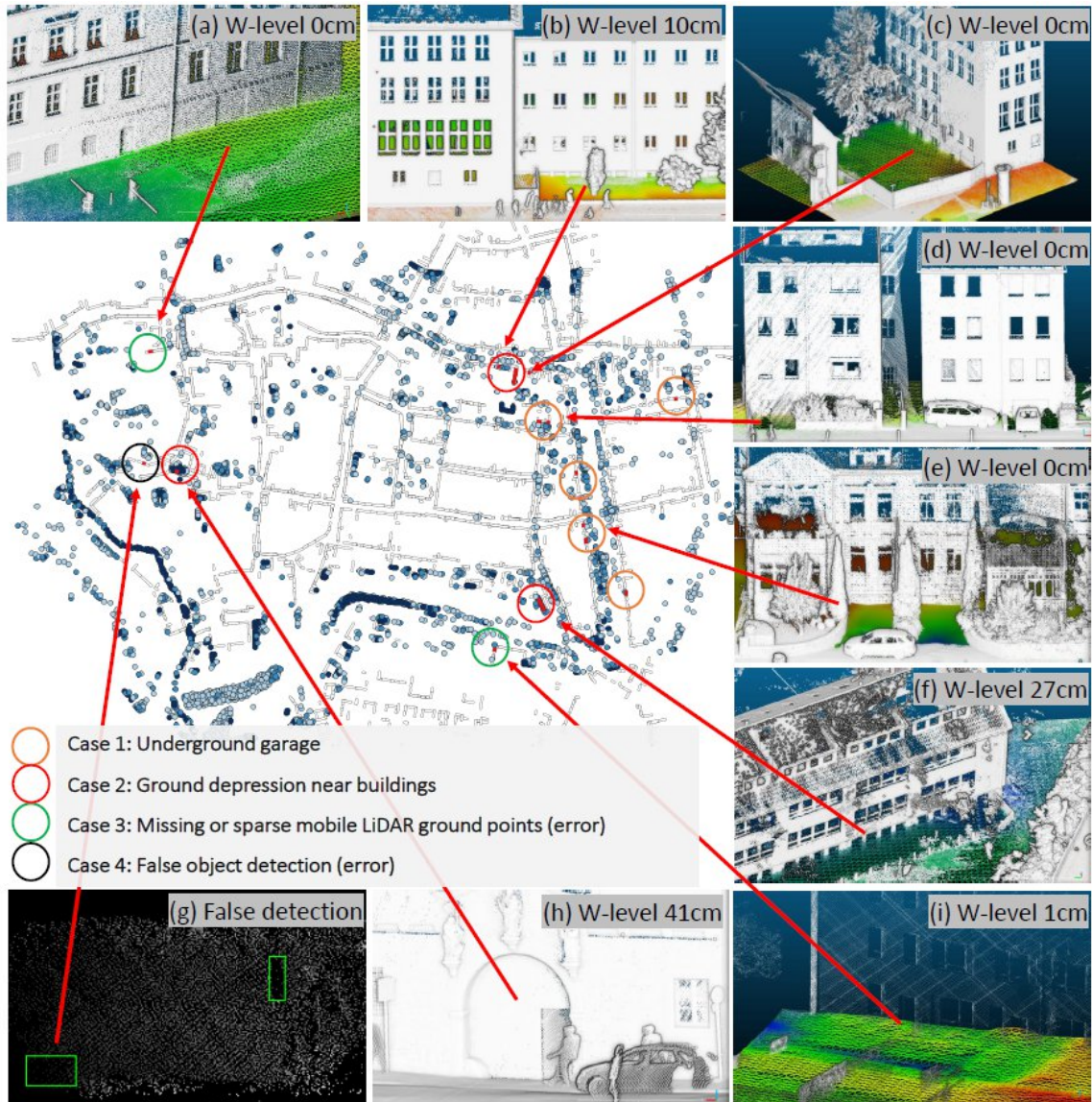


Abbildung 4-2-3: Identifizierte Hochwasserrisiken auf der Grundlage der Oberflächenabflussmodellierung (rote Linie: Wasser über den Fassadenöffnungen um mehr als 24 cm).



## Literaturverzeichnis

Yu Feng, Qing Xiao, Claus Brenner, Aaron Peche, Juntao Yang, Udo Feuerhake, and Monika Sester. Determination of building flood risk maps from lidar mobile mapping data. Computers, Environment and Urban Systems, 93:101759, 2022