

# Ermittlung von Oberflächenabflüssen im urbanen Raum mittels Videomaterial von Überwachungskameras

João P. Leitão<sup>1</sup>, Salvador Peña<sup>2</sup>, Beat Lüthi<sup>2</sup>, Matthew Moy de Vitry<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Siedlungswasserwirtschaft, Eawag, Dübendorf, Schweiz

<sup>2</sup>Photrack AG, Zürich, Schweiz

**Kurzfassung:** Oberflächenabflüsse im urbanen Raum werden selten gemessen und fast nie für die Validierung von Siedlungsentwässerungsmodellen verwendet. In dieser Studie wird vorgeführt, wie die Fließgeschwindigkeit von Oberflächenabflüssen ausschließlich mit Videomaterial von Überwachungskameras und ohne Zusatz von Tracking-Partikeln ermittelt werden kann.

**Key-Words:** Oberflächenabfluss, Fließgeschwindigkeit, Überwachungskamera, Surface Structure Image Velocimetry (SSIV)

## 1 Einleitung

Es wird erwartet, dass Überschwemmungen unter dem Einfluss von Klimawandel und Urbanisierung im urbanen Raum immer schlimmere Konsequenzen haben werden. Durch lokale Regenereignisse verursachte Überschwemmungen stellen eine besondere Herausforderung an die Siedlungsentwässerung dar. Diese Überschwemmungen dauern höchstens einige Stunden, treten allerdings relativ häufig auf. Sie haben eine hohe räumliche Variabilität und werden beträchtlich vom lokalen Kanalnetz beeinflusst, was eine besondere Herausforderung für die Modellierung darstellt. Das Bedürfnis für Oberflächenabflussdaten besteht besonders darin, die Überschwemmungsmodelle zu bewerten und zu kalibrieren (Hunter et al., 2008).

Heute gibt es kein Messsystem, das gezielt für Oberflächenabflüsse im urbanen Raum und speziell für Strassen konzipiert wurde. Auch Radarsysteme, die öfters für Abflussmessungen in Fließgewässern eingesetzt werden, sind nicht geeignet, weil sie direkt über das Wasser installiert werden müssen. Kontaktbasierte Messsysteme wie Korrelations-Keilsensoren sind aus praktischen Gründen auszuschließen.

In dieser Arbeit zeigen wir, wie übliche Überwachungskameras dank einem speziellen Videodatenfilter und einer Korrelationsanalyse zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeiten von Oberflächenabflüssen dienen können. Diese Lösung ist kostengünstig indem sie bestehende Infrastruktur verwendet.

## 2 Methoden

Die verwendete Methode dieser Studie ist Surface Structure Image Velocimetry (SSIV). SSIV ist eine robuste Art von Large Scale Image Velocimetry (LSPIV), jene wird öfters für Fließgewässer und bei Sturzfluten eingesetzt (Le Boursicaud et al., 2016; Muste et al., 2014). SSIV ist von der Firma Photrack AG entwickelt und zeichnet sich durch besondere Bilddatenfilter und Korrelationsalgorithmen aus. Die Bilddatenfilter ermöglichen es, ohne Tracking-Partikeln die Wasseroberfläche dank der visuellen Struktur von Wellen und Spiegelungen im Wasser zu verfolgen (Abbildung 1). In dieser Studie wird untersucht, inwiefern diese Methode für tiefe Abflüsse auf der Straßenoberfläche verwendet werden kann. Nur einmal zuvor wurde eine solche Untersuchung gemacht, und zwar mit Tracer-Partikeln und ohne quantitative Aussage über die Zuverlässigkeit der Methode (Branisavljević and Prodanović, 2006).

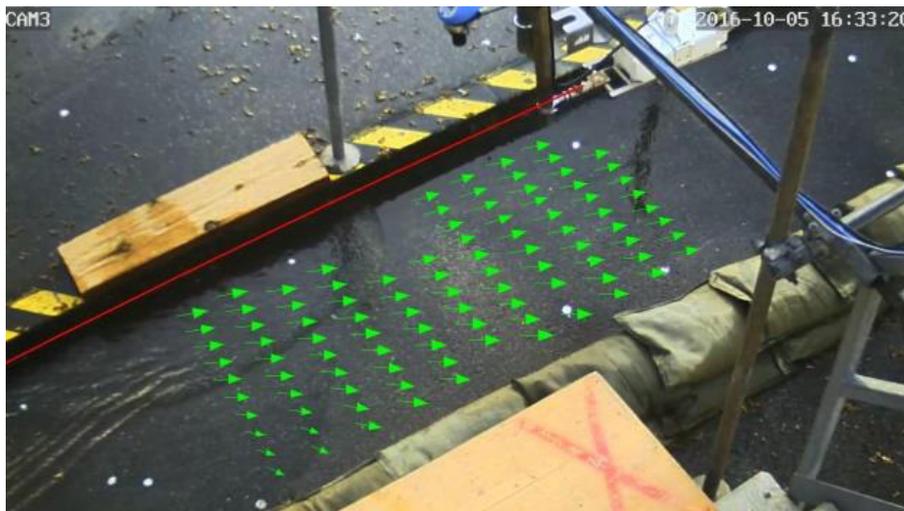


Abbildung 1: Ermittelte Fließgeschwindigkeitsvektoren von der SSIV-Methode.

## 3 Daten

Die Daten für die Studie wurden im Rahmen von erzeugten Überschwemmungsereignissen gesammelt. Diese Experimente fanden in einer Übungsanlage für Rettungstruppen statt, die eine Fläche von 625 m<sup>2</sup> und ihr eigenes Entwässerungssystem hat. Für diese Experimente wurde die Anlage mit konventionellen Messgeräten sowie Überwachungskameras ausgestattet. Alle Daten, die gesammelt wurden, sind in Moy de Vitry et al. (2017) dokumentiert und können frei heruntergeladen werden. Von den gesammelten Daten werden für diese Studie Abflussdaten von einem Radar-basierten Messgerät und Filmmaterial von zwei Überwachungskameras verwendet.

## 4 Ergebnisse

Die SSIV Methode wird unter der Bedingung von seichten Oberflächenabflüssen (0-10 cm) und verschiedenen Licht- und Kameraverhältnissen getestet. Die Resultate werden noch ausgewertet, aber die ersten Ergebnisse zeigen, dass im Tageslicht und mit einer Bildrate von 25 Bilder/Sekunde, vergleichbare Werte wie von einem Radarsystem erreicht werden können (Abbildung 2). Festgestellt wurde, dass sehr kleine Fließgeschwindigkeiten von unter 0.1 m/s und ungünstige Lichtverhältnisse für die SSIV eine Herausforderung darstellen, wenn in den Bildern keine visuelle Struktur mehr an der Wasseroberfläche zu erkennen ist.

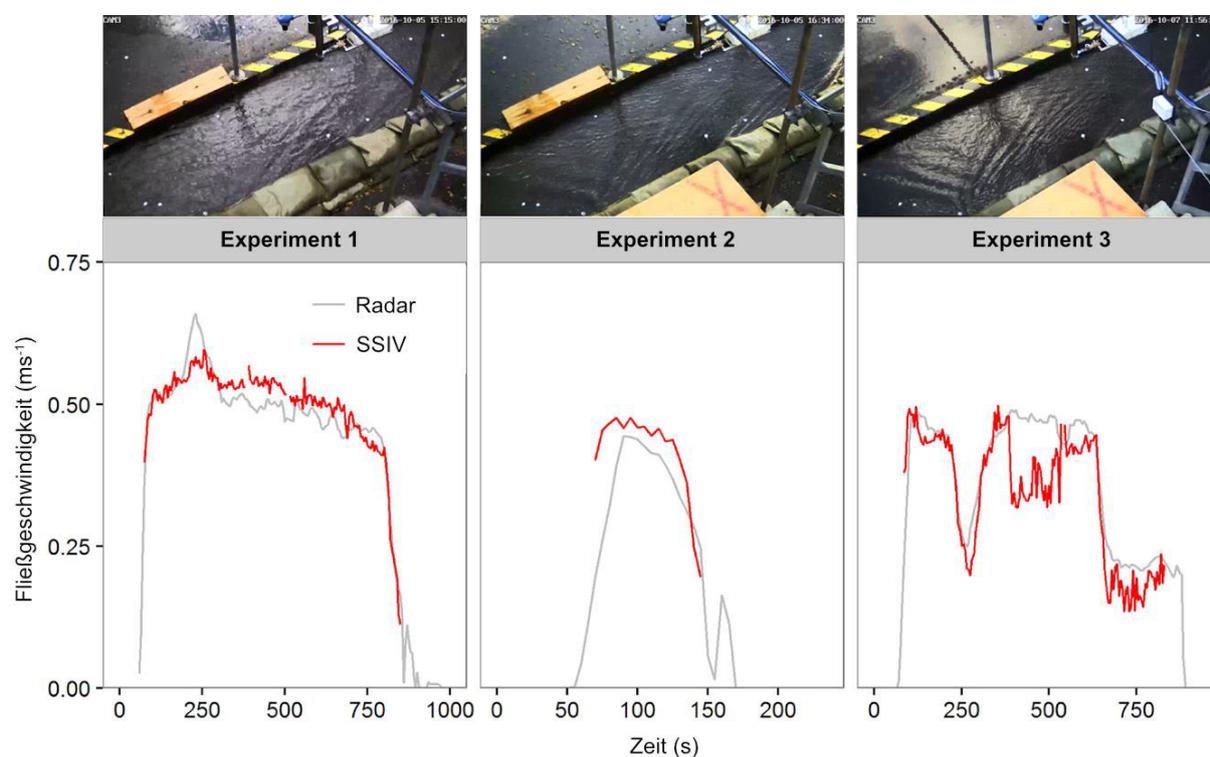


Abbildung 2: Radarbasierte Messung (grau) und SSIV-Messung (rot) der Wassergeschwindigkeit für ein Experiment im Tageslicht. Der wesentliche Unterschied zwischen den Experimenten ist das Lichtverhältnis.

## 5 Literatur

- Le Boursicaud, R., Pénard, L., Hauet, A., Thollet, F. and Le Coz, J. (2016): Gauging extreme floods on YouTube: application of LSPIV to home movies for the post-event determination of stream discharges, *Hydrol. Process.*, 30(1), 90–105, doi:10.1002/hyp.10532.
- Branisavljević, N. and Prodanović, D. (2006): Large Scale Particle Image Velocimetry – Measuring Urban Discharge, *Vodoprivreda*, 38(4–6), 233–238 [online] Available from: <http://www.vodoprivreda.net/large-scale-particle-image-velocimetry-merenje-urbanog-oticaaja/> (Accessed 18 March 2016).
- Hunter, N. M., Bates, P. D., Neelz, S., Pender, G., Villanueva, I., Wright, N. G., Liang, D., Falconer, R. A., Lin, B., Waller, S., Crossley, A. J. and Mason, D. C. (2008): Benchmarking 2D hydraulic models for urban flooding, *Proc. Inst. Civ. Eng. - Water Manag.*, 161(1), 13–30, doi:10.1680/wama.2008.161.1.13.
- Moy de Vitry, M., Dicht, S. and Leitão, J. P. (2017): floodX: urban flash flood experiments monitored with conventional and alternative sensors, *Earth Syst. Sci. Data*, 9(2), 657–666, doi:10.5194/essd-9-657-2017.
- Muste, M., Hauet, A., Fujita, I., Legout, C. and Ho, H.-C. (2014): Capabilities of Large-scale Particle Image Velocimetry to characterize shallow free-surface flows, *Adv. Water Resour.*, 70, 160–171, doi:10.1016/j.advwatres.2014.04.004.

### Korrespondenz an:

João P. Leitão  
Überlandstrasse 133  
CH-8600 Dübendorf  
Tel.: +41 58 765 6714  
Fax: +41 58 765 5802  
E-Mail: [joaopaulo.leitao@eawag.ch](mailto:joaopaulo.leitao@eawag.ch)