

Bildbasierte Verfahren auf kostengünstiger Micro-Controller-Hardware zum automatisierten **Messen von Wasserstand** an kleinen Gewässern

Caroline Schulze, Simon Burkard, Frank Fuchs-Kittowski
HTW Berlin, Umwelt-Informatik

Workshop Arbeitskreis Umweltinformationssystem 2020
Dessau, 10.03.2020

AGENDA

- Motivation und Anforderungsanalyse
- Stand der Technik
- Messverfahren
- Messergebnisse und Bewertung der Messverfahren
- Zusammenfassung und Ausblick

MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

Hochwasserwarnsysteme für kleine Gewässer

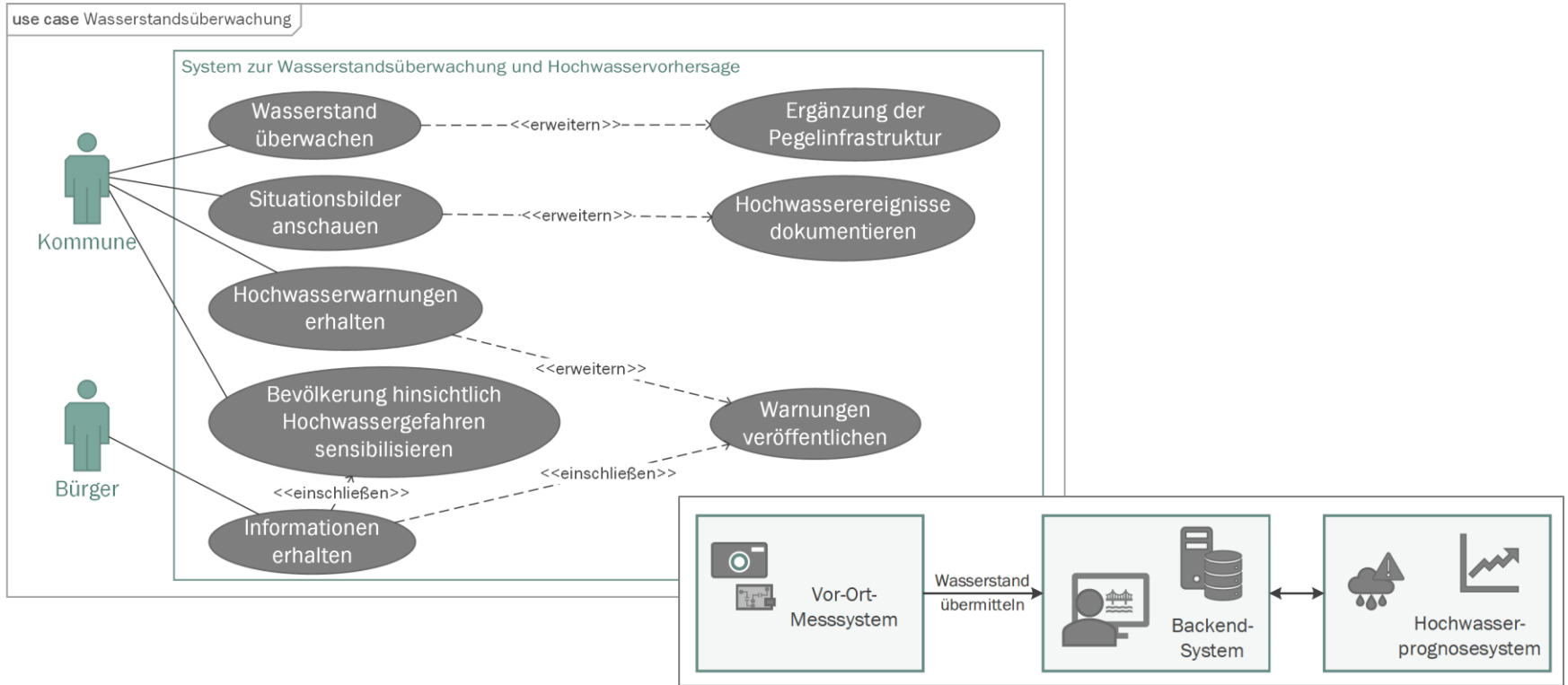
- Bedarf an **frühzeitigen Hochwasserwarnungen** auch in kleinen Einzugsgebieten
→ Messungen von Wasserstand als Datengrundlage notwendig!
 - Benötigt wird ein **Vor-Ort-Messsystems**
 - zur **kontinuierlichen automatisierten Messung** des Wasserstandes an kleinen Gewässern
 - mit möglichst **geringem finanziellen und personellen Aufwand** (herkömmliche Fernmeldepegel sind sehr teuer!)
- Entwicklung und Erprobung von **bildbasierten Messverfahren** auf **kostengünstiger Micro-Controller-Hardware**



[https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/sus/kat_astrophenschutz/160602_hochwasser_9.jpg]

MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

Anwendungsfall Wasserstandüberwachung

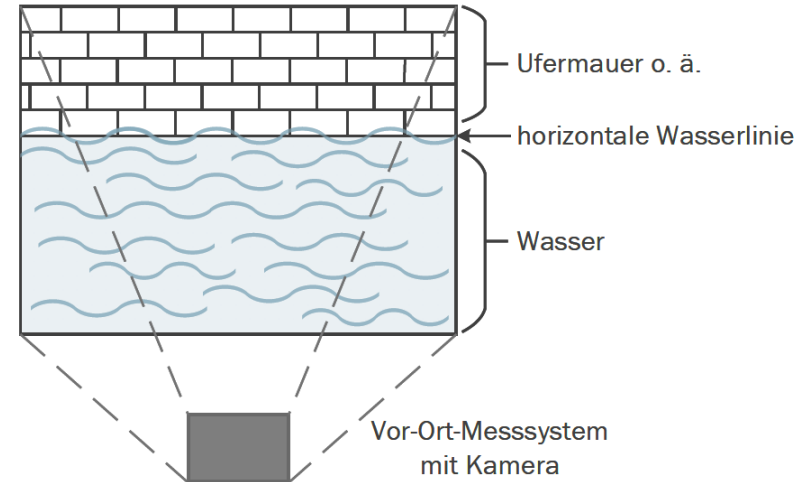


MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

Anforderungen an das bildbasierte Vor-Ort-Messsystem

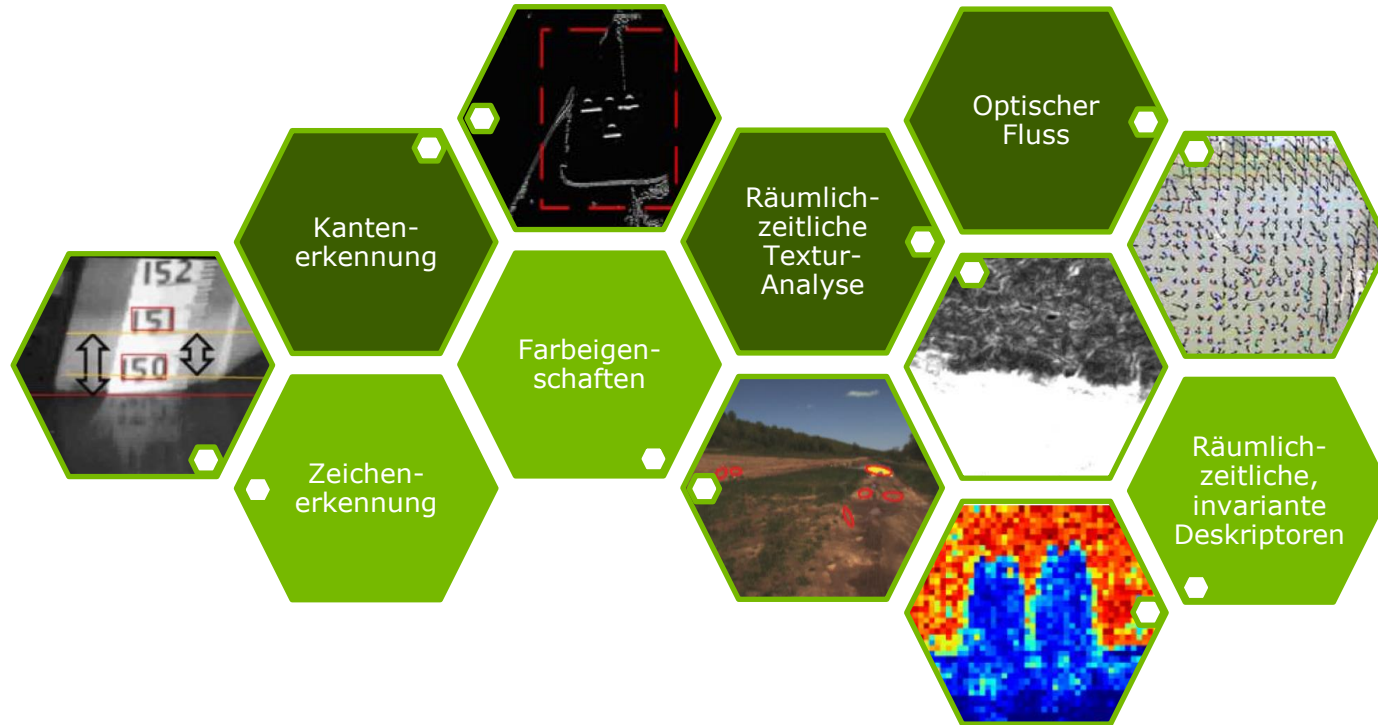
- /F1/ Die Kamera wird **stationär** angebracht
- /F2/ Die Kamera ist **frontal zum Gewässer** ausgerichtet, so dass die **Wasserlinie horizontal** im Kamerabild verläuft
- /F3/ Das Kamerabild zeigt möglichst nur **Wasser- und Uferbereich**
- /F4/ Als Input dienen **ein oder mehrere Bilder**
- /F5/ Messungen finden **automatisiert** statt ohne manuelles Eingreifen

...



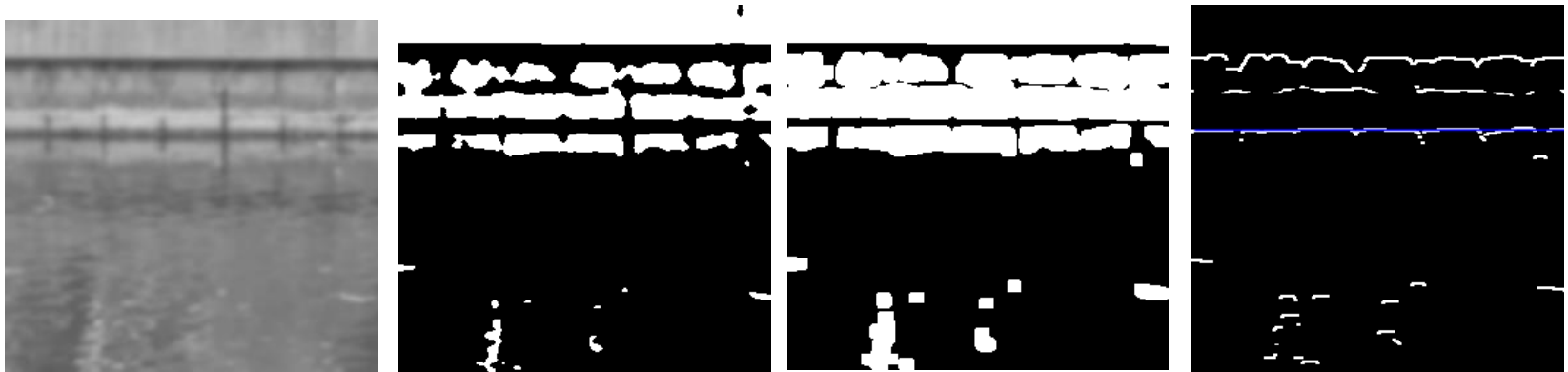
STAND DER TECHNIK

Auswahl von geeigneten Messverfahren



MESSVERFAHREN 1 VON 4

Wasserstandermittlung mittels Kantenerkennung



Eingangsbild



Schwel-
wert-
verfahren



Morphologische
Operationen



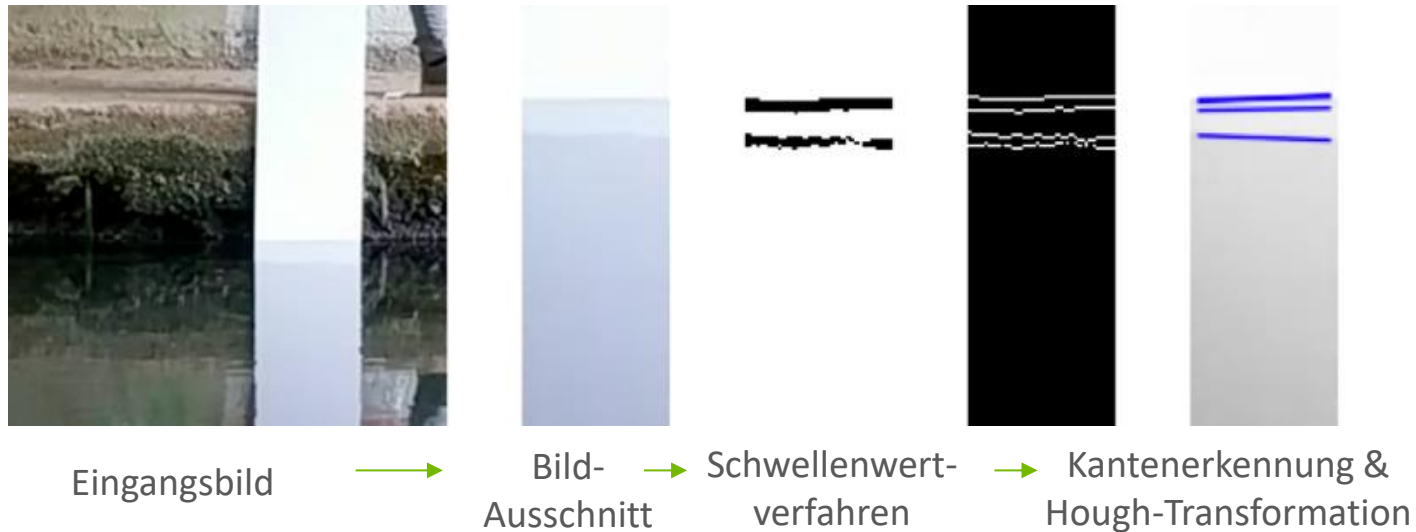
Kantenerkennung &
Hough-Transformation

Herausforderung: Individuelle Anpassungen an **Charakteristika der Messstelle** notwendig!

MESSVERFAHREN 2 VON 4

Wasserstandermittlung mittels Kantenerkennung und optischer Zielplatte

Idee: **Angleichen der Messstellen** mittels „Zielplatte“



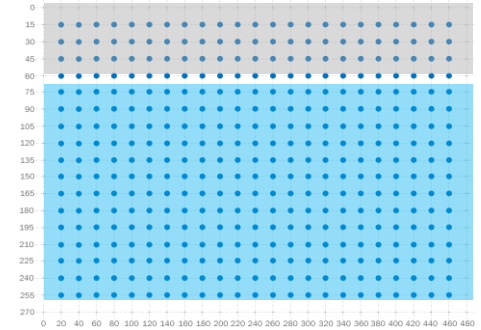
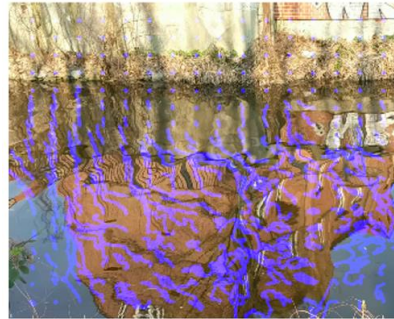
MESSVERFAHREN 3 VON 4

Wasserstandermittlung mittels Analyse des optischen Flusses

→ **Bildsequenz** als Eingangsmaterial zur Untersuchung des **dynamischen Verhaltens** von Wasser

1. Schritt:

Grobklassifizierung von Wasser- und Uferbereich
mittels Bestimmung des **optischen Flusses**



2. Schritt:

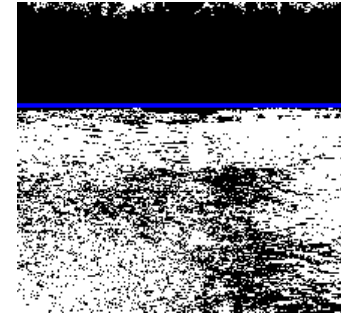
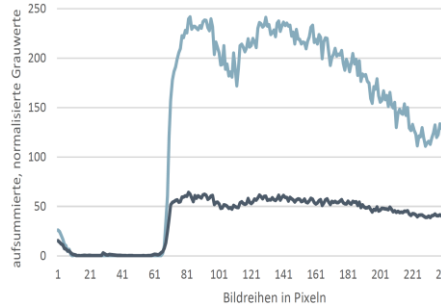
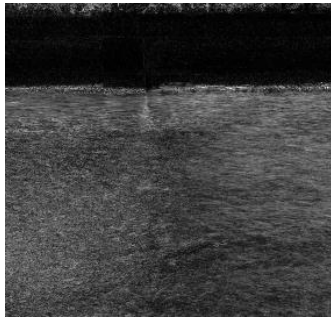
Pixelgenaue Bestimmung der Wasserlinie
mittels Watershed-Verfahren



MESSVERFAHREN 4 VON 4

Wasserstandermittlung mittels räumlich-zeitlicher Textur-Analyse

→ **Bildsequenz** als Eingangsmaterial zur Untersuchung des **dynamischen Verhaltens** von Wasser



Aufsummieren
von Pixel-
Differenzen



Schwel-
lenwert-
verfahren



Zeilenweise
Aufsummieren der
Intensitäten



Bildzeile mit größter
Intensitätsänderung

MESSERGEBNISSE

Testmaterial und Messstellen

→ Einmalige „**Kalibrierung**“ der Messstellen mittels Referenzpunkten notwendig zur **Umwandlung der erkannten Wasserlinie** als Bildzeile (Pixel) in reale Skalierung (Zentimeter)



(a) Kietzer Graben



(b) Schlossgraben



(c) Panke



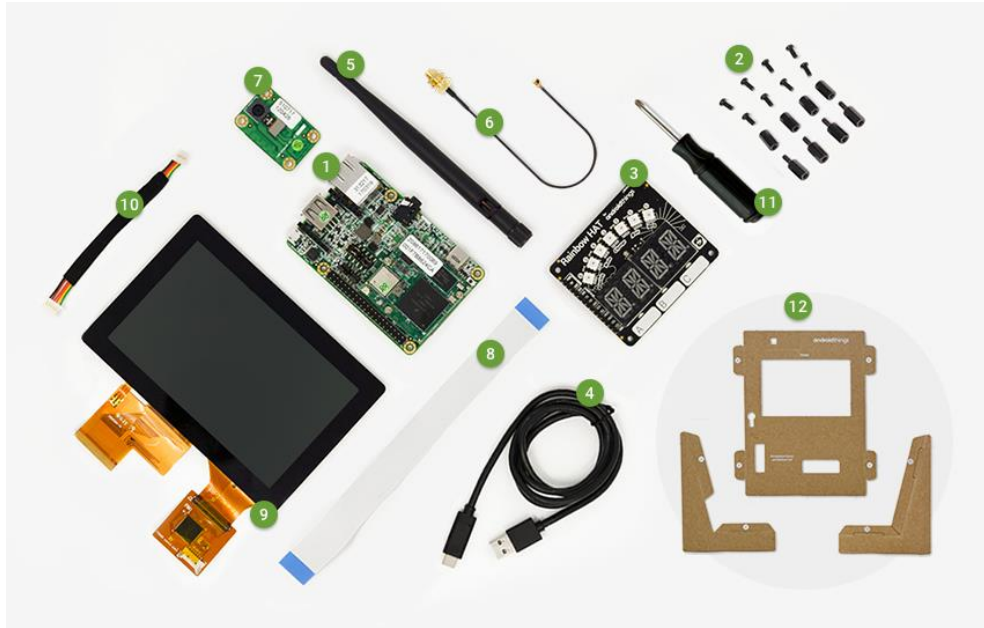
(d) Nuthe



(e) Wuhle

MESSERGEBNISSE

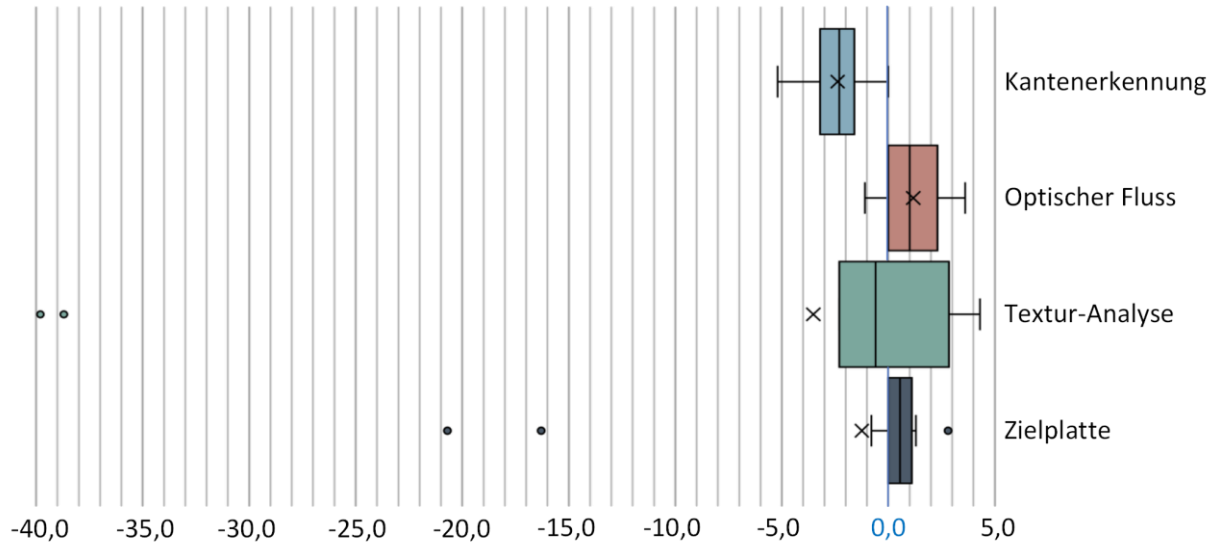
Eingesetzte Technologien



MESSERGEBNISSE

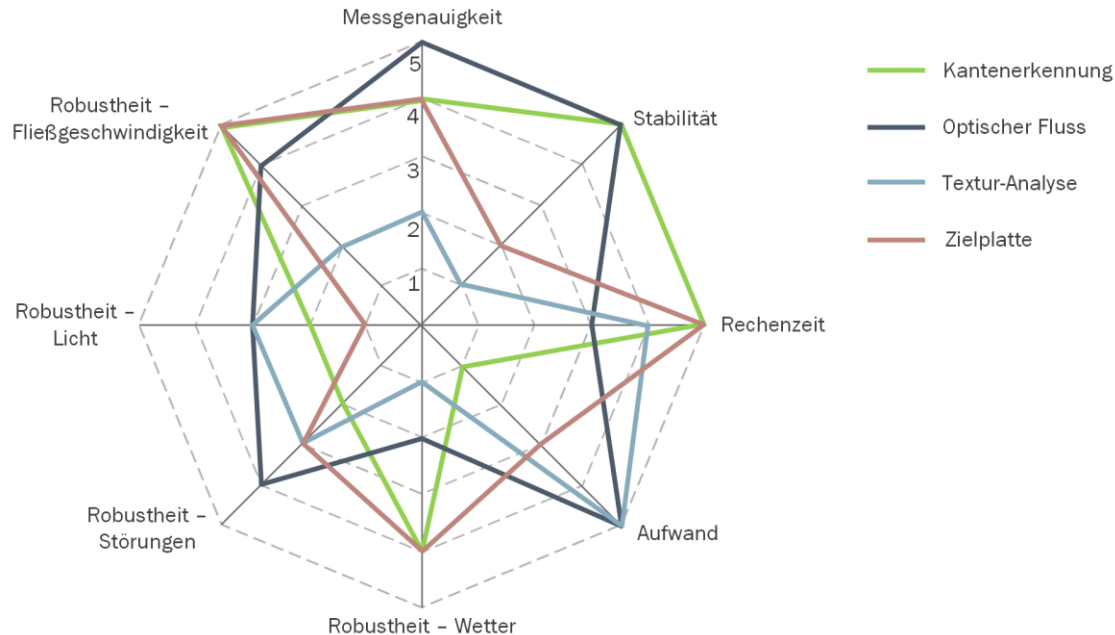
Durchschnittliche Messabweichung und Streuung

- Präzise Messungen mit **wenigen Zentimeter Abweichung** sind mit allen Messverfahren möglich
- Unterschiede ergeben sich vor allem in den erforderlichen **Rahmenbedingungen (Stabilität und Robustheit) der Verfahren**



DISKUSSION

Gesamtbeurteilung der Verfahren mittels Bewertungskriterien



→ Verfahren mittels **Analyse des optischen Flusses** überzeugt am meisten aufgrund hoher **Messgenauigkeit** und hoher **Flexibilität und Robustheit** gegenüber Störfaktoren

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Bildbasierte Messverfahren stellen eine **kostengünstige, einfache und präzise Alternative** für die Messung von Wasserständen an kleinen Gewässern dar:
 - Geeignete Messverfahren sind von den **Bedingungen der Messstelle** abhängig
 - Verfahren mittels **Analyse des optischen Flusses** scheinen insgesamt sehr geeignete Messverfahren zu sein. Bei stehenden Gewässern ist eine Verfahren mittels **Kantenerkennung** sinnvoll.
- **Praxistauglichkeit** eines solchen Messsystems muss in weiteren Arbeitsschritten geprüft werden:
 - Mehr Testmaterial
 - Nutzerfreundliche Fehlerbehandlung und geeignete Kalibrierungsverfahren
 - Energieversorgung, Datenübertragung, Schutz vor Vandalismus

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

M.Sc. Caroline Schulze
s0550794@htw-berlin.de

M.Sc. Simon Burkard
s.burkard@htw-berlin.de

Prof. Dr.-Ing. Frank Fuchs-Kittowski
Frank.Fuchs-Kittowski@htw-berlin.de



www.htw-berlin.de

