

Abschlussbericht:

Durchflussmessungen an der Wandse (Nordmarkteich - Nebengerinne Rahlau)

Zentrum für Klimafolgenforschung (KLIFF) TU Hamburg-Harburg in
Rahmen des Hamburger Klimaschutzkonzeptes 2007-2012

September 2013

Projektbericht

Impressum

Institut für Wasserbau
Denickestrasse 22
21073 Hamburg
Tel.: +49 40 42878-3761
Fax: +49 40 4273-10199
E-Mail: wasserbau.office@tuhh.de

Lizenz

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Das Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>). Ausgenommen von der oben genannten Lizenz sind Teile, Abbildungen und sonstiges Drittmaterial, wenn anders gekennzeichnet.



DOI: <https://doi.org/10.15480/882.3393>

Sandra Hellmers:  <https://orcid.org/0000-0002-1216-3259>

Inhalt

1	Gegenstand und Ausgangslage	3
3	Standortbeschreibung.....	4
4	Installation der Messgeräte und Durchführung der Messung	5
5	Kalibrierung:	7
6	Zusammenfassung der Messergebnisse.....	9
6	Ergebnisse der Mess- und Simulationsstudien.....	11
7	Empfehlung	14

1 Gegenstand und Ausgangslage

Das Zentrum für Klimafolgenforschung (KLIFF) wird als ppp-Vorhaben seit 2008 von der TUHH betrieben und dient als Grundlagenschaffung für anwendungsorientierte Klimafolgenforschung. Auch durch die Bearbeitung neuer Methoden zur Abschätzung der Folgen des Klimawandels (als Open Source Software bereits von der TUHH entwickelt), Vorhalten von Prüf- und Versuchsanlagen sowie Aufbau eines Schulungs- und Fortbildungsprogramms für Verwaltung und Praxis wird das genannte Forschungsvorhaben unterstützt.

Das Institut für Wasserbau der TUHH ist spezialisiert auf die Analyse hydrologischer, hydraulischer und sedimentologischer Prozesse im Binnen- und Küstenbereich. Die Quantifizierung der relevanten Prozesse erfolgt anhand numerischer Modelle, die größtenteils am Institut für Wasserbau entwickelt wurden und dem Stand der Technik entsprechen. Das entwickelte Open-Source Programmsystem Kalypso zur Bearbeitung hydrologischer und hydraulischer Fragestellungen stellt mittlerweile den Standard in verschiedenen Bundesländern dar. Das Ziel ist die ganzheitliche Darlegung des hydrologischen und sedimentologischen Kreislaufes in kleineren Einzugsgebieten und die genaue Analyse der Wirkzusammenhänge.

Für den Nachweis der durch den Klimawandel hervorgerufenen hydrologischen Veränderungen in dem Pilotgebiet Wandse in Hamburg ist eine detaillierte Erfassung des Gewässernetzes in hydrologischen Modellen erforderlich, um physikalisch-basierte Ergebnisse zu erzielen. Hierfür sollen die Abflüsse der Nebenarme der Speicheranlagen des Nordmarkteiches und des Eichtalsees berücksichtigt werden. Zur Validierung der detaillierten hydrologischen Modelle waren drei zusätzliche Pegelstationen in den Gewässern Rahlau und Wandse erforderlich.

Das hier verwendete hydrologische Modell wurde von der EPK2 Ingenieure GbR in 2009 im Auftrag des Landesbetriebes für Strassen, Brücken und Gewässer erstellt.

3 Standortbeschreibung

Die vorläufige Ortbesichtigung am Gewässerverlauf Wandse und Rahlau erfolgte am 06.09.2011. Bei dieser Besichtigung wurden mehrere Stellen hinsichtlich der Eignung als Messstationen untersucht und schließlich drei Stellen als Durchflussmessstationen ausgewählt. Diese Stellen sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

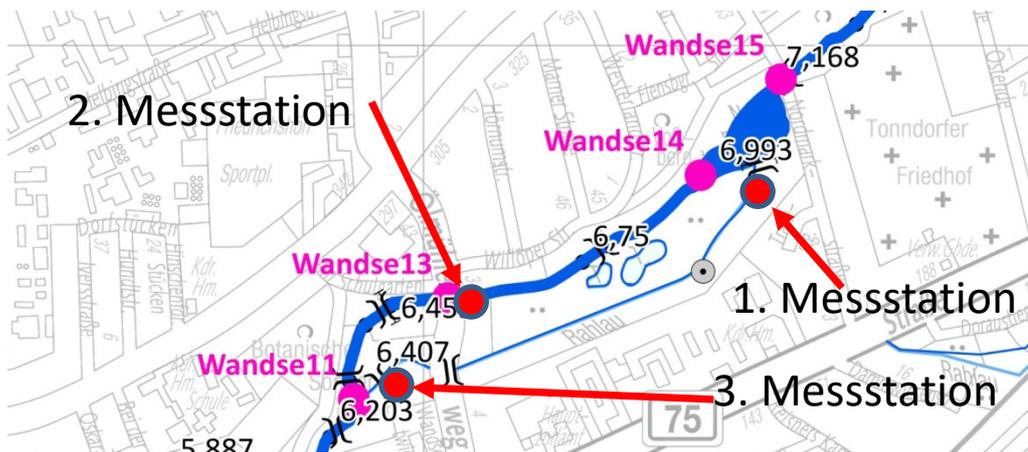


Abbildung 1 Standort der Durchfluss- und Pegelmessstationen an der Wandse und Rahlau. Zusätzlich wurden die Gewässerpunkte des hydrologischen Modells eingezeichnet.

Messstation 1: im Gewässerlauf nach Fußgängerbrücke über die Rahlau in der Nähe der Nordmarkstrasse



Messstation 2: unter Brücke Ölmühlenweg über die Wandse



Messstation 3: nach der Fußgängerbrücke über die Rahlau, kurz vor Zusammenfluss von Rahlau und Wandse



Abbildung 2 Durchfluss- und Pegelmessstationen an der Wandse und der Rahlau

4 Installation der Messgeräte und Durchführung der Messung

Für die Auswahl der neuesten und effizientesten Messmethodik wurden drei renommierte deutsche Firmen zur Beratung herangezogen (OTT, Nivus und Quantum-Hydrometrie). Nach drei separaten Ortbesichtigungen (zwei am 22.09.2011 mit dem Firmenvertreten von Nivus und Quantum-Hydrometrie sowie am 27.09.2011 mit dem Firmenvertreter von OTT) wurden drei Angebote von diesen Firmen am 17.10.2011 und 20.10.2011 abgegeben. Nach einem Auswahlprozess durch ein technisches Komitee des Instituts für Wasserbau wurde das akustische „side-looking Doppler“ Durchfluss Messverfahren von der Firma OTT (OTT SLD) mit einem gesamt Betrag von 54.519,25 Euro (inklusive Datenlogger, Modem, Solarversorgung und Installation) ausgewählt.

Die Firma OTT hat am 15.11.2011 die Auftragsbestätigung an die TUHH mitgeteilt. Aufgrund der Verzögerung in der Produktion, konnte die Installation erst am 18.01.2012 und Inbetriebnahme am 26.01.2012 erfolgen.

Für die Genehmigung der Installation der Geräte wurde ein Antrag beim Bezirksamt Wandsbek - Wasserbehörde gestellt. Die Genehmigung wurde am 30.11.11 erteilt.

Bei den Strömungssensoren handelt es sich um akustische Sidelooking-Doppler-Systeme der Firma OTT Hydromet, die auf einer Gewässerseite montiert wurden und horizontal in den Querschnitt hineinschauen.

Zur Unterbringung der Stationstechnik und Energieversorgung wurden an den Messstellen Standardhausanschlusskästen mit Erdankern zum Eingraben an der Böschung verwendet (siehe Abbildung 3 bis Abbildung 5). Diese Schränke benötigen kein Betonfundament und konnten so auch rückstandslos rückgebaut werden. Die Kabelverlegung erfolgt im Schutzrohr in Kabelgräben.

Zur Energieversorgung wurden Akkus verwendet bzw. an der Messstelle 2 wurde die Installation eines Solarpanels auf der Seite zum Studentenwohnheim vorgenommen (siehe Abbildung 4).

Die Halterung für den Strömungssensor besteht im Wesentlichen aus einem Edelstahl C-Profil auf dem der Sensor mit einem Schlittensystem montiert wird. Der Sensor erhält eine Schutzhaube aus Stahlblech, um Treibgut abzuweisen und den Sensor vor Vandalismus zu schützen.

Um Aufschluss über die hydrologischen Bedingungen zu erhalten, sollten die Messgeräte mindestens 1 Jahr eingebaut bleiben.



Abbildung 3 Fotos nach dem Einbau des OTT-SLD Durchflussmessgerätes an der Durchflussmessstation 1



Abbildung 4 Fotos nach dem Einbau des OTT-SLD Durchflussmessgerätes an der Durchflussmessstation 2



Abbildung 5 Fotos nach dem Einbau des OTT-SLD Durchflussmessgerätes an der Durchflussmessstation 3

5 Kalibrierung:

Durch Kalibriermessungen werden die systematischen Messabweichungen einer Messeinrichtung ohne Veränderung der Messeinrichtung ermittelt. Durch die Firma Hydrotec wurde eine Kalibriermessung am 18.10.2012 durchgeführt und die Daten an das Institut für Wasserbau gesendet. Weitere 5 Kalibriermessungen wurden durch das Institut für Wasserbau an allen 3 Stationen mit einem ADCP Gerät durchgeführt. Eine Übersicht der Kalibriermessungen werden im Folgenden aufgeführt:

Datum	Kalibriermessung	Messgerät
18.10.2012	Hydrotec	Kalibriermessung mit OTT ADC
09.01.2013	TUHH	ADCP-(ADC-)Messung TUHH
08.02.2013	TUHH	ADCP-(ADC-)Messung TUHH
04.03.2013	TUHH	ADCP-(ADC-)Messung TUHH
08.04.2013	TUHH	ADCP-(ADC-)Messung TUHH
15.05.2013	TUHH	ADCP-(ADC-)Messung TUHH

Tabelle 1. Übersicht der Kalibriermessungen

Bei der Station 2 liegt jeweils eine starke Verschammung der Sohle von ca. 50 - 80cm vor. Es liegt hier keine genaue Sohle für die Kalibrierung vor und die Signale stromabwärts sind hier jeweils schlecht.

Die Messwerte aus den Kalibriermessungen mit ADCP Geräten (Acoustic Doppler Current Profiler) wurden mit den Messwerten der installierten SLD („side-looking Doppler“) Geräte zu den jeweiligen Zeitpunkten in ein Diagramm übertragen. Die Ergebnisse sind in den Abbildung 6 bis Abbildung 8 dargestellt.

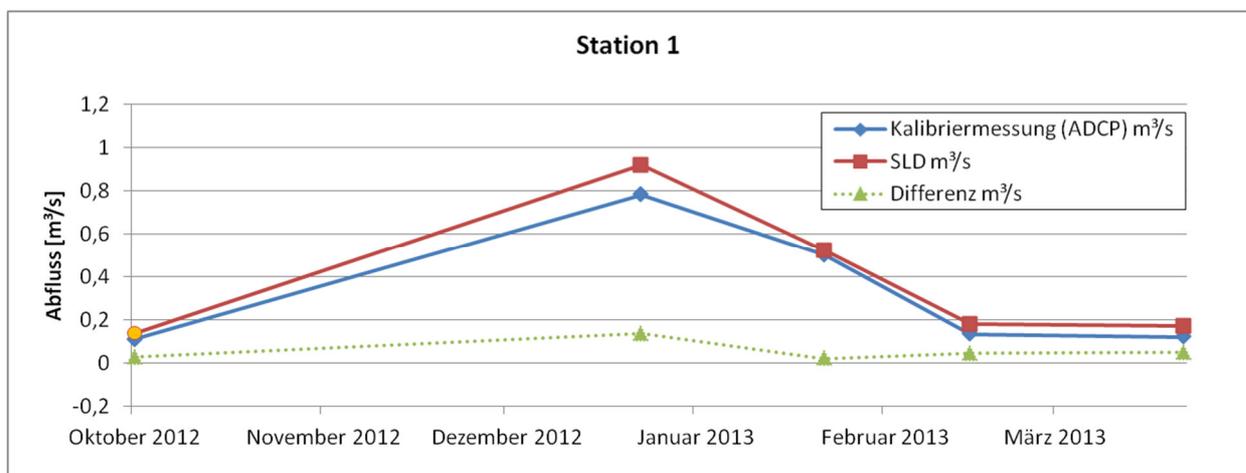


Abbildung 6 Kalibriermessungen und SLD („side-looking Doppler“) Messungen der Station 1

Die Kalibriermessungen mit dem ADCP Gerät an der Station 1 zeigen eine gute Übereinstimmung mit den gemessenen Werten des festinstallierten SLD Gerätes.

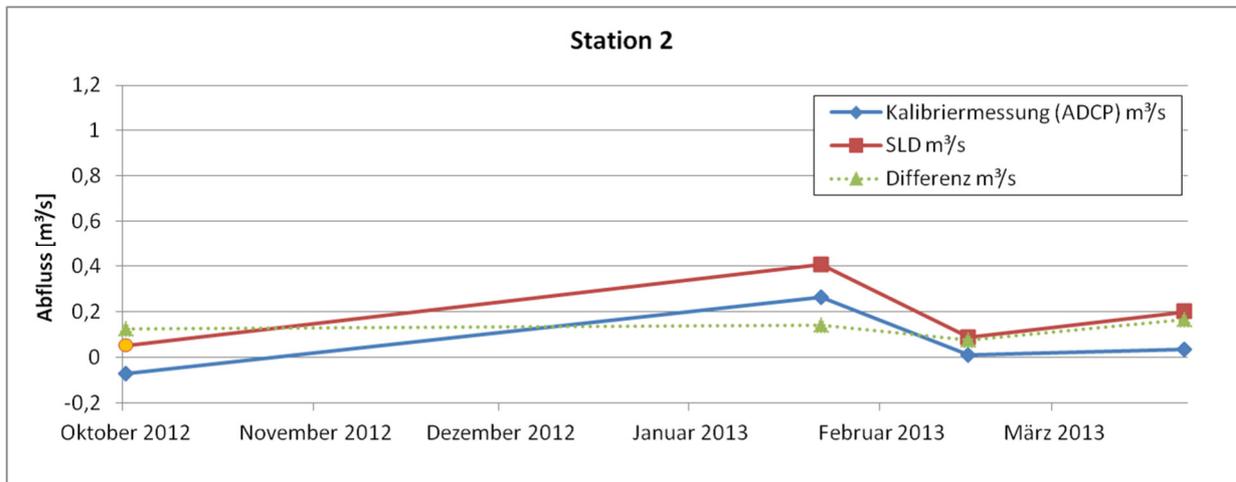


Abbildung 7 Kalibriermessungen und SLD („side-looking Doppler“) Messungen der Station 2

Wie bereits oben beschrieben liegen bei der Station 2 nur geringe Signalstärken für die Abflussmessung vor. Die Abflussgeschwindigkeiten in diesem ausgeweiteten Bereich der Wandse sind gering und es liegt eine Verschlammung der Sohle vor. Auch in den ADCP Messungen können nur geringe Abflussgeschwindigkeiten gemessen werden. Die Abweichungen bzw. Unsicherheiten der Messungen sind in diesem Abschnitt des Flusslaufes größer und sollte auch entsprechend in der Auswertung der Messergebnisse beachtet werden.

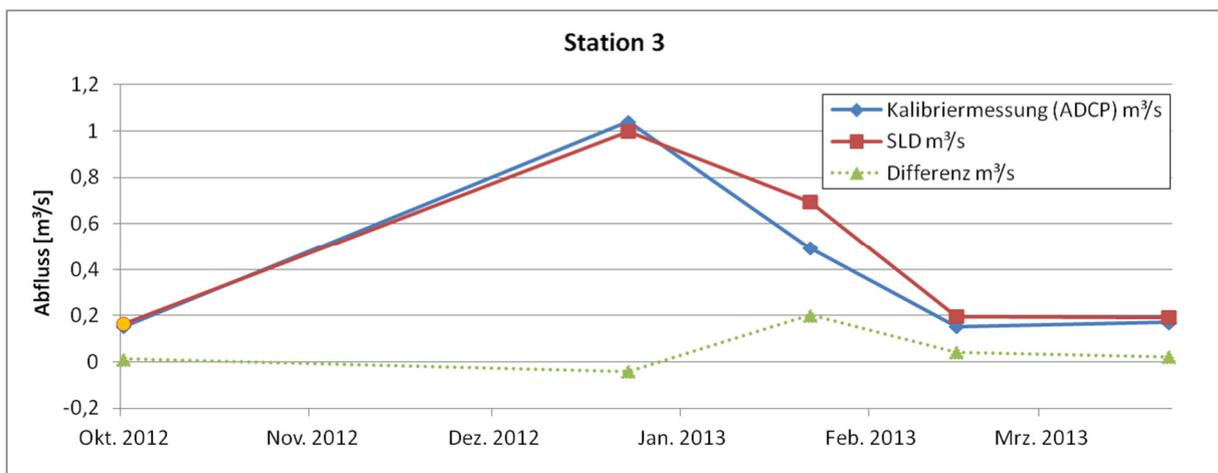


Abbildung 8 Kalibriermessungen und SLD („side-looking Doppler“) Messungen der Station 3

Die Kalibriermessungen mit dem ADCP Gerät an der Station 2 zeigen, wie bei der Station 1, eine gute Übereinstimmung mit den gemessenen Werten des festinstallierten SLD Gerätes.

6 Zusammenfassung der Messergebnisse

Im Folgenden werden die Messergebnisse für den Zeitraum Februar 2012 bis Mai 2013 zusammengefasst. Dargestellt werden die mittleren gemessenen Geschwindigkeiten [m/s], die Wasserstände [m] und der Durchfluss im Gewässer [m³/s].

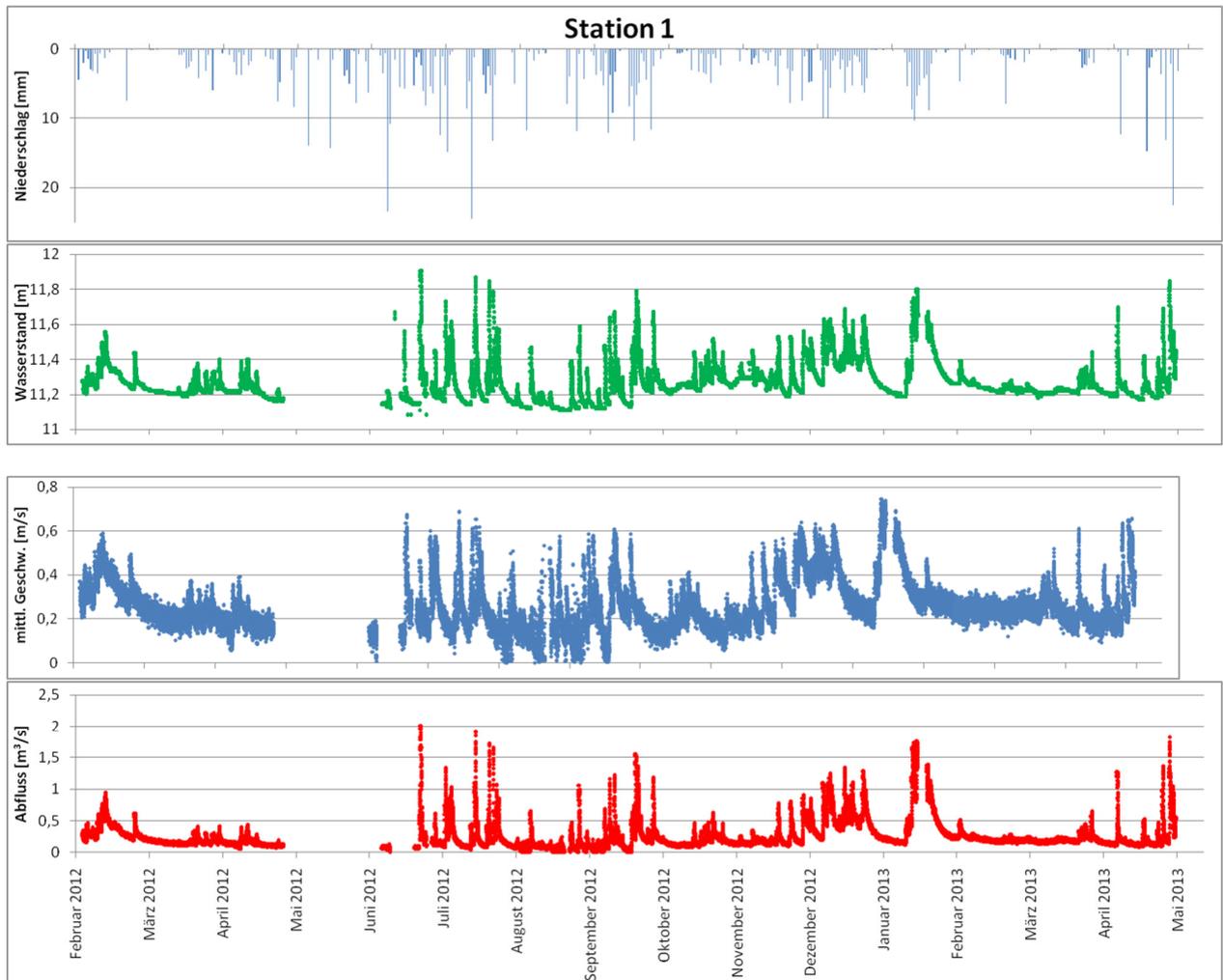


Abbildung 9 Messergebnisse der Station 1; Nebenfluss in die Rahlau aus dem Rückhaltebecken Nordmarkteich

Messausfälle werden in den Diagrammen als Datenlücken dargestellt. Ergänzend sind die Niederschlagsdaten der DWD-Station Fuhlsbüttel mit aufgeführt.

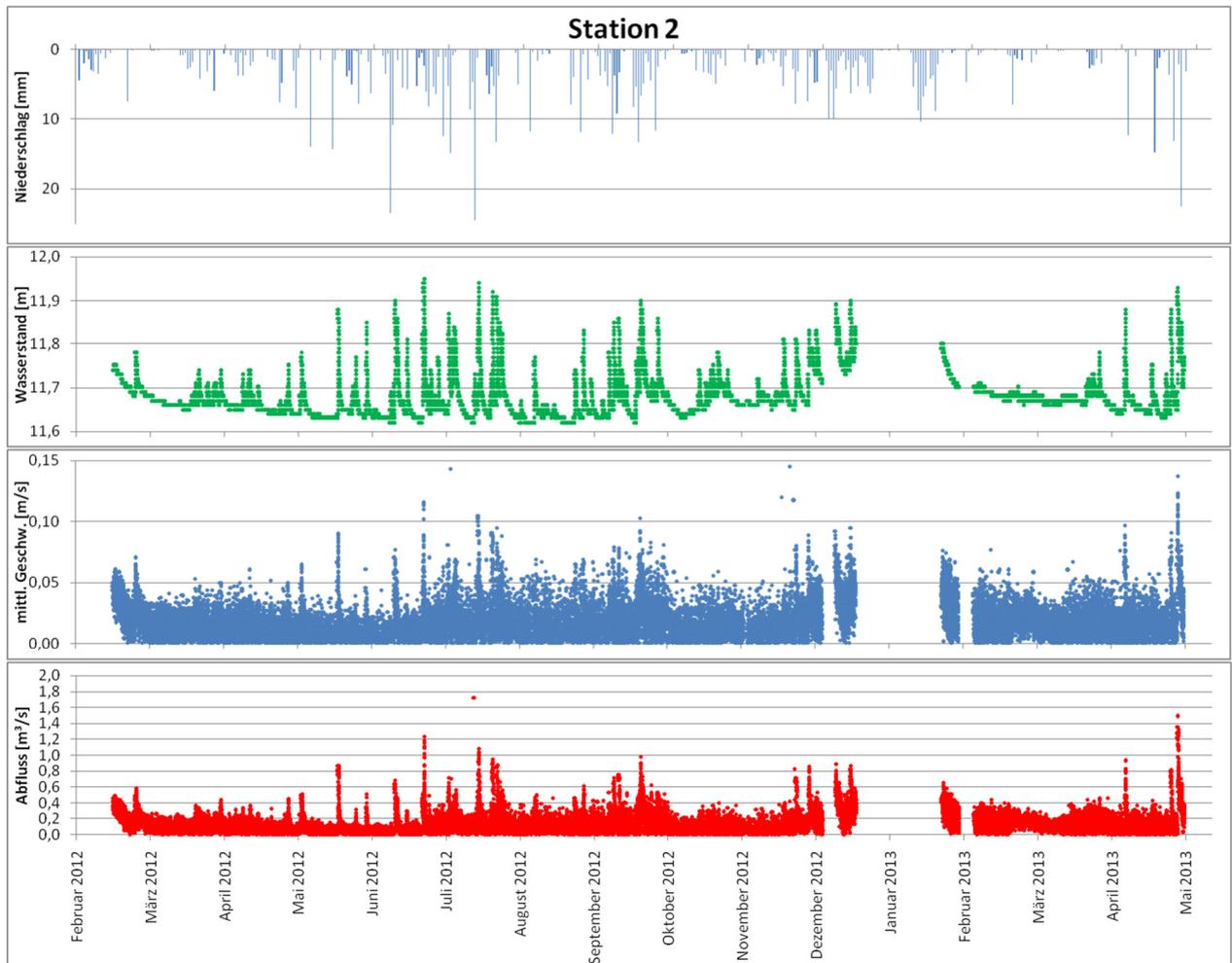


Abbildung 10 Messergebnisse der Station 2; Abfluss unterhalb des Nordmarkteiches

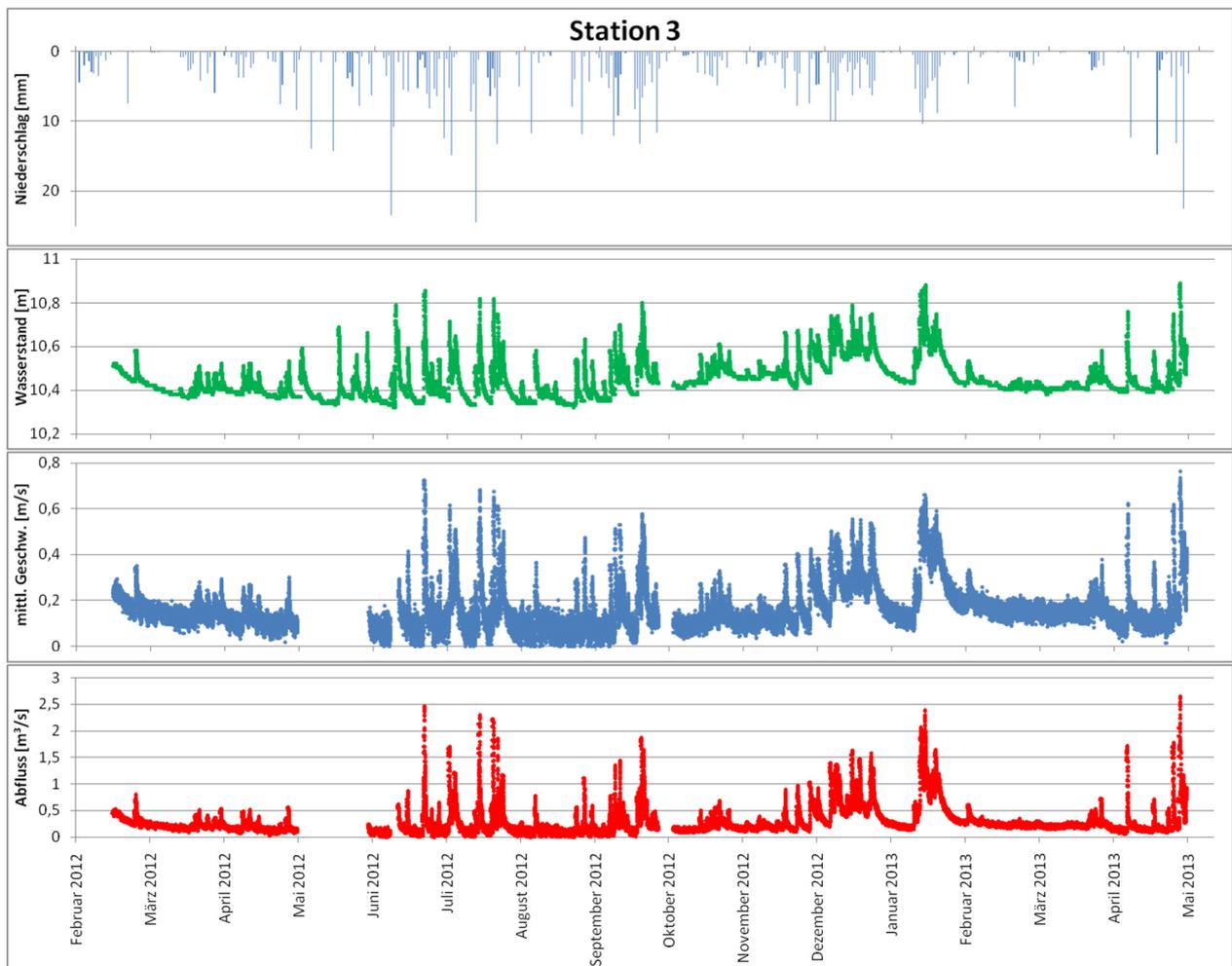


Abbildung 11 Messergebnisse der Station 3; Abfluss im Unterlauf der Rahlau

6 Ergebnisse der Mess- und Simulationsstudien

Für den Nachweis der durch den Klimawandel hervorgerufenen hydrologischen Veränderungen in dem Pilotgebiet Wandse in Hamburg ist eine detaillierte Erfassung des Gewässernetzes in hydrologischen Modellen erforderlich, um physikalisch-basierte Ergebnisse zu erzielen. Zur Validierung der detaillierten hydrologischen Modelle werden die Ergebnisse des Modells mit den Daten der drei Durchflussmessstationen in den Gewässern Rahlau und Wandse verglichen.

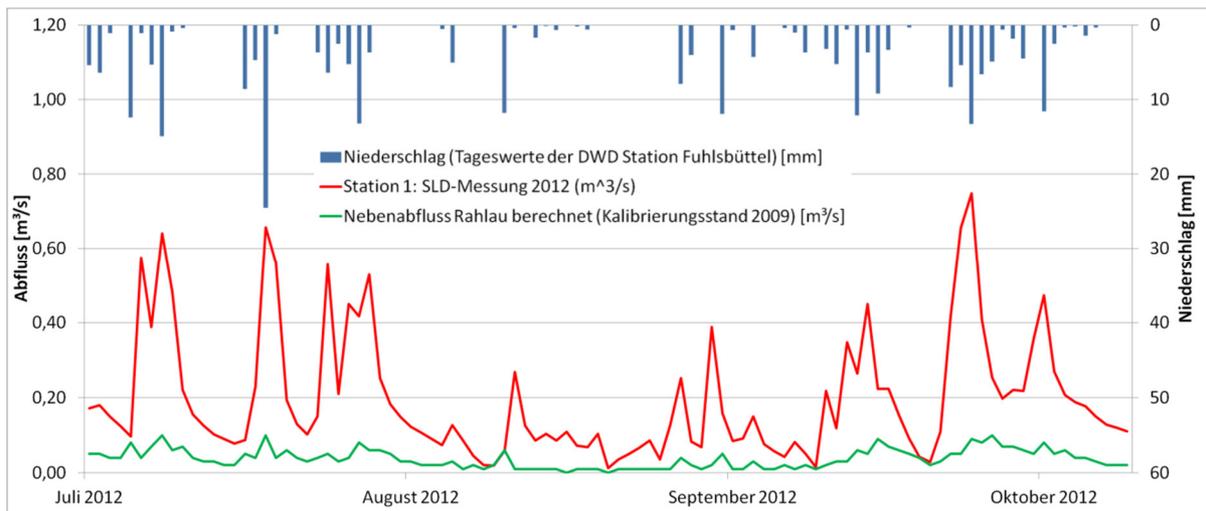


Abbildung 12 Nebenabfluss in die Rahlau aus dem Rückhaltebecken Nordmarkteich (Station 1)

Der Abfluss aus dem Rückhaltebecken in die Rahlau wird durch das Berechnungsmodell stark unterschätzt. Dies beruht zum großen Teil auf die Veränderung des Querschnittes des Wehrüberlaufes. Zur Zeit der Erstellung des hydrologischen Modells durch die EPK2 Ingenieure GbR in 2009 begrenzte ein Rohrdurchlass von ca. 20cm - 30cm den Durchfluss in die Rahlau (siehe Abbildung 13). Bis 2010 fanden bereits die ersten Veränderungen an dem Wehr statt (siehe Abbildung 14). Der Durchlass erweiterte sich durch Abbrüche der Umrandung. Anfang 2012 zu Beginn der Messung wurde die Wehrkrone abgebrochen und es erfolgt nun ein freier Durchlass in die Rahlau (siehe Abbildung 15).



Abbildung 13 Nebenabfluss in die Rahlau 2009 (aus EPK2 Ingenieure 2009; "Ermittlung und Neufestlegung von Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten für das Einzugsgebiet der Wandse")



Abbildung 14 Nebenabfluss in die Rahlau Juni 2010 (Foto: Hellmers)



Abbildung 15 Nebenabfluss in die Rahlau März 2012 (Foto: Coelius) - Wehrkrone ist abgebrochen

Im Unterlauf des Rückhaltebeckens Nordmarkteich an der Station 2 wurde nur eine geringe Abflussgeschwindigkeit und ein geringer Durchfluss gemessen. Erschwert wurde die Messung durch eine starke Verschlammung der Sohle. Das hydrologische Modell wurde indes nach den Gegebenheiten des Gewässers bis September 2007 erstellt und in den Gewässerabschnitten lagen zu der Zeit keine Pegelmessdaten vor. Die Simulationsergebnisse für den Zeitraum von Juni 2012 bis Oktober 2012 sind in der Abbildung 16 den gemessenen Daten gegenübergestellt. Der Durchfluss wird durch das hydrologische Model stark überschätzt.

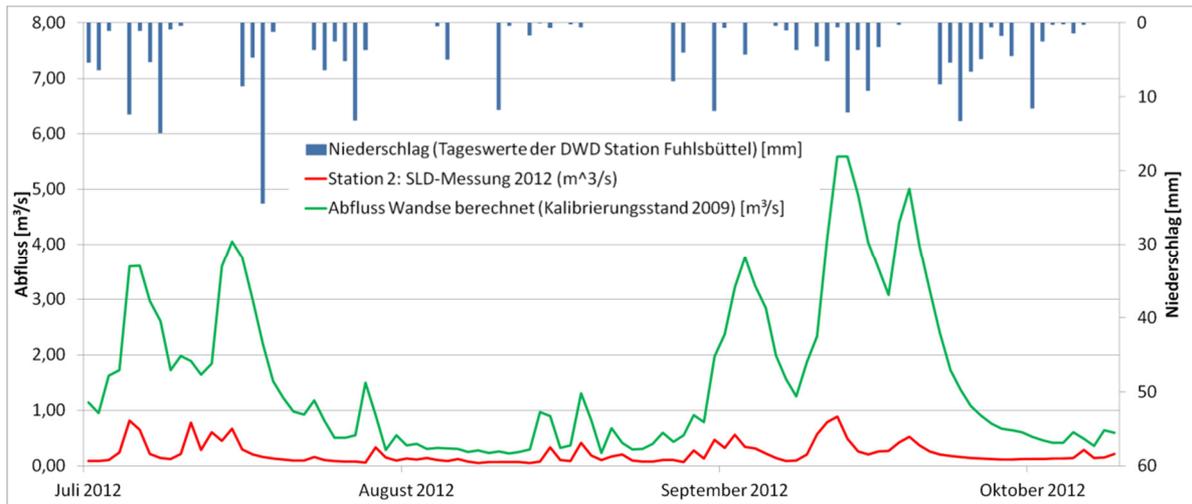


Abbildung 16 Abfluss der Wandse unterhalb des Rückhaltebeckens Nordmarkteich (Station 2)

Die Simulationsergebnisse im Unterlauf der Rahlau und die Messergebnisse der Station 3 sind in der Abbildung 17 dargestellt. Auch hier war mit Unstimmigkeiten zu rechnen, weil für die Kalibrierung des hydrologischen Modells keine Pegelmessergebnisse vorlagen und nur eine Annäherung erfolgen konnte.

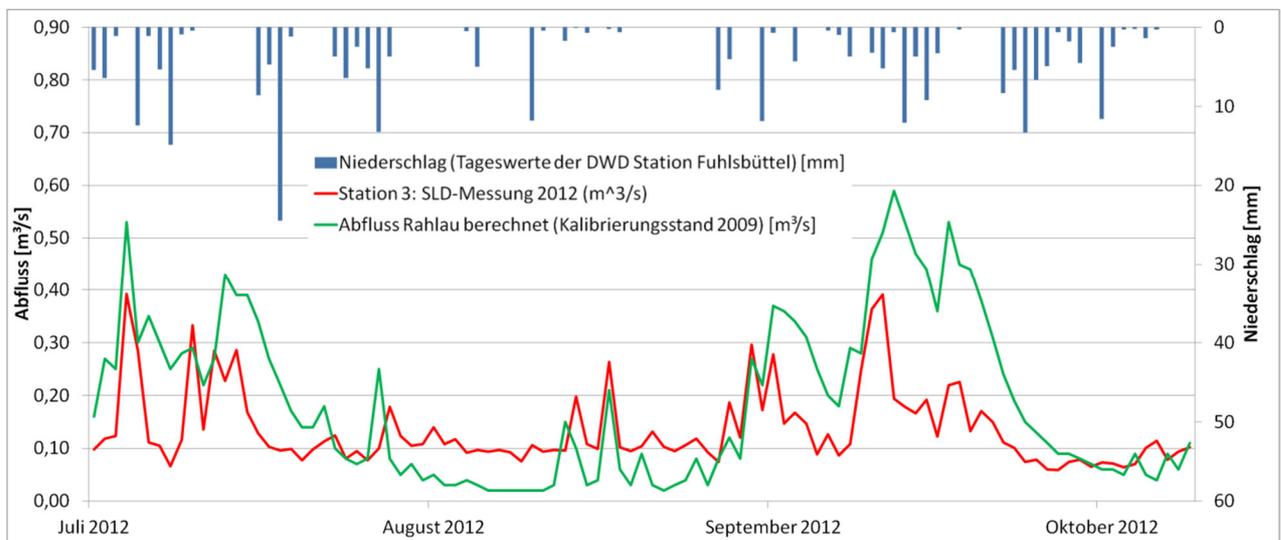


Abbildung 17 Abfluss der Rahlau im Unterlauf (Station 3)

7 Empfehlung

Nach den weiteren möglichen Baumaßnahmen am Auslass des Nordmarkteiches zur Rahlau wird empfohlen eine weitere Messkampagne durchzuführen, um das hydrologische Modell des LSBG nachzukalibrieren. Für Rückfragen steht das Institut für Wasserbau gerne zur Verfügung (s.hellmers@tuhh.de).