

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Helm, Björn; Wiek, Stefanie; Karrasch, Pierre; Hunger, Sebastian; Kuhn, Karin; Six, Achim; Krebs, Peter

Das Projekt BOOT-Monitoring: Entwicklung eines Messsystems für die räumlich kontinuierliche Erfassung von Hydrometrie, Morphometrie und Wasserqualität zur Bewertung der Gewässergüte

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:
Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103332>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Helm, Björn; Wiek, Stefanie; Karrasch, Pierre; Hunger, Sebastian; Kuhn, Karin; Six, Achim; Krebs, Peter (2016): Das Projekt BOOT-Monitoring: Entwicklung eines Messsystems für die räumlich kontinuierliche Erfassung von Hydrometrie, Morphometrie und Wasserqualität zur Bewertung der Gewässergüte. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Gewässerentwicklung & Hochwasserrisikomanagement - Synergien, Konflikte und Lösungen aus EU-WRRRL und EU-HWRM-RL. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 57. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 263-273.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Das Projekt BOOT-Monitoring: Entwicklung eines Messsystems für die räumlich kontinuierliche Erfassung von Hydrometrie, Morphometrie und Wasserqualität zur Bewertung der Gewässergüte

Björn Helm
Stefanie Wiek
Pierre Karrasch
Sebastian Hunger
Karin Kuhn
Achim Six
Peter Krebs

Im Rahmen des Projektes BOOT-Monitoring wird ein bootgestütztes Messsystem zur räumlich-kontinuierlichen Erfassung der Hydrometrie, Wasserqualität und Morphometrie entwickelt. Im Fokus stehen dabei kleine und mittlere Gewässer, die einen Großteil der deutschen Gewässerlandschaft ausmachen und die mit bisher verfügbaren Messbooten nicht befahren werden können. Mit Hilfe von Online-Messtechnik und unter der zusätzlichen Einbindung von Fernerkundungsdaten sowie Methoden der Geodatenanalyse mit GIS, werden die Freiburger Mulde in Sachsen und die Tollense in Mecklenburg-Vorpommern analysiert. Ziel des Projekts ist es, eine bessere Zustandsbeschreibung und Bewertung der kleinen und mittleren Fließgewässer in Deutschland zu ermöglichen, damit die Oberflächengewässer nachhaltiger bewirtschaftet werden können. Dafür sollen die raum- und zeitkonkreten Daten bei unterschiedlichen Randbedingungen in urbanen und natürlichen Fließgewässern erhoben werden. Auf dieser Basis werden der hydromorphologische Zustand und die Wasserqualität beschrieben, klassifiziert und die Gewässergüte integriert bewertet. Kritische Belastungssituationen und Gewässerabschnitte sollen identifiziert werden um die Aussagekraft des regulären Gewässermonitorings zu optimieren. Schließlich werden Bewirtschaftungs- und Entwicklungsmaßnahmen des Gewässers auf Grundlage der verbesserten Beschreibung in Simulationsmodellen bewertet und Handlungsempfehlungen abgeleitet und deren Wirksamkeit nachgewiesen.

Stichworte: Gewässergüte, longitudinale Messung, Morphometrie, Gewässerstruktur, integriertes Monitoring

1 Einleitung

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie sieht vor, dass regulär 2015, jedoch nach drei Maßnahmenzyklen bis spätestens 2027, alle Gewässer in einen guten

ökologischen und chemischen Zustand überführt werden. Die Erfassung des Zustandes beschränkt sich bislang auf einzelne Standorte an Fließgewässern. Bei der Wahl eines geeigneten Messstandortes sollten stoffliche und hydraulische Belastungen in einem Gewässerabschnitt repräsentativ erfasst werden. Die stationäre Datenerhebung zur Wasserquantität und -qualität erfordert Annahmen zum Verlauf der betrachteten Parameter zwischen den Messstellen. Diese können zu epistemischen und aleatorischen Unsicherheiten führen, aber auch zu einer Fehleinschätzung der Belastungsursachen beitragen. Forschungsbedarf besteht daher in der Aufnahme kontinuierlicher, orts- und zeitkonkreter Kenndaten zur Wasserqualität und -quantität.

Im Rahmen des Projektes BOOT-Monitoring wird ein bootgestütztes Messsystem zur räumlich-kontinuierlichen Erfassung der Hydrometrie, Wasserqualität und Morphometrie entwickelt. Im Fokus stehen dabei kleine und mittlere Gewässer, die mit bisher verfügbaren Messbooten nicht befahren werden können. Ziel ist es dabei, durch einen modularen Aufbau, für unterschiedliche Befahrungssituationen angepasste Sensoren nutzen zu können. Eine redundante Erfassung der Parameter mit unterschiedlichen Messprinzipien erlaubt es, die erhobenen Messwerte zu plausibilisieren. Durch georeferenzierte Messungen können die Daten sowohl im zeitlichen- als auch im räumlichen Kontext ausgewertet werden. Eine zentrale Steuerungseinheit regelt das Energie- und Datenmanagement. Zusätzlich werden auf unterschiedlichen maßstäblichen Ebenen erhobene Fernerkundungsdaten integriert. Sie liefern einerseits bewertungsrelevante Informationen zum Gewässer-verlauf und -umfeld, andererseits können die in-situ Messungen zu Gewässer-oberfläche und Uferverlauf validiert werden.

2 Untersuchungsgebiete

Um eine Übertragbarkeit der eingesetzten und entwickelten Analyseverfahren auf unterschiedliche Gewässertypen zu gewährleisten sowie die Anwendbarkeit unter unterschiedlichen Randbedingungen zu demonstrieren, findet die Entwicklung des Messbootes konsequent an zwei Gewässern statt. Die Tollense in Mecklenburg-Vorpommern repräsentiert dabei Gewässertypen des Tieflandes. Die Freiberger Mulde ist ein sächsischer Vertreter von Gewässern des Hügel- und Berglandes. Zusätzlich finden auf Grund der guten Ausgangslage durch die Messungen im Rahmen des Urbanen Observatoriums (*Helm et al., 2015*) und der räumlichen Nähe zu den Projektbeteiligten Professuren der TU Dresden methodische Entwicklungen am Lockwitzbach in Sachsen statt.

Die in den gewässerspezifischen Unterabschnitten genannten Probleme treten in der Regel abschnittsweise an den Gewässern, z. T. auch in Kombination miteinander, auf. Mit dem longitudinalen Messansatz wird die Möglichkeit geschaffen, eine höhere und detailliertere räumliche und zeitliche Auflösung der Auswirkungen einzelner Belastungen nachzuweisen. Damit können zielgerichtete Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen abgeleitet sowie die Wirkung der Maßnahmen überwacht werden.

2.1 Lockwitzbach

Der Lockwitzbach fließt aus dem Erzgebirgsvorland in das Stadtgebiet von Dresden und mündet dort in die Elbe. Dabei nimmt er das Abwasser der Kläranlage Kreischa auf. Das Entwässerungsnetz ist im Einzugsgebiet von Dresden in Misch- und Trennsysteme unterschiedlicher topographischer und hydraulischer Randbedingungen gegliedert und entlastet an zwölf Einleitstellen in das Gewässer. Er ist als grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach eingeordnet und weist im Unterlauf gering bis vollständig veränderte Abschnitte auf.

Für die Untersuchungen finden Tests der Wasserqualitätssensoren und Hydrometriesensoren statt. Dabei können die Ergebnisse mit den Messungen des Urbanen Observatoriums der TU Dresden (*Helm et al.*, 2015) abgeglichen werden. Erste Ansätze zur fernerkundlichen Bewertung der Gewässerstruktur wurden ebenfalls am Unterlauf des Lockwitzbachs erarbeitet (*Karrasch et al.*, 2015).

2.2 Freiburger Mulde

Die Freiburger Mulde ist ein silikatischer Fluss der Mittelgebirge. Im Rahmen des Projekts wird der Fluss unterhalb des Pegels Nossen (Einzugsgebiet 586 km²) untersucht. Dabei steht zunächst der zwölf Kilometer lange Abschnitt bis zum Pegel Mahlitzsch. Im weiteren Projektverlauf ist eine systematische Erweiterung des Untersuchungsgebietes nach unterstrom vorgesehen.

Die fortschreitend intensivierete Nutzung des Gewässers und der direkten Uferbereiche führt zu Belastungen des ökologischen und chemischen Zustands. Dabei sind die Anforderungen an den Hochwasserschutz vor allem in Siedlungsbereichen von großer Bedeutung. Der technische Hochwasserschutz führt zu einer eingeschränkten Morphodynamik des Gewässers. Die meist im Mischsystem entwässerten, auf Grund der Topographie schnell reagierenden urbanen Gebiete, erzeugen im Regenwetterfall ausgeprägte hydraulische und stoffliche Belastungsspitzen im aufnehmenden Gewässer. Die zahlreichen bestehenden Querbauwerke stellen zum einen Wanderbarrieren für aquatische Organismen dar, zum anderen können sie den Sedimenttransport erheblich beeinträchtigen und in längeren Aufstaubereichen zu einer signifikanten Veränderung der Gewässereigenschaften beitragen.

2.3 Tollense

Als repräsentatives Tieflandgewässer wird die Tollense, mit einem Einzugsgebiet von 1892 km² betrachtet, im speziellen ein ca. 30 km langer Gewässerabschnitt vor der Einmündung in die Peene bei Demmin.

Der untere Teil des Flussabschnittes kann einer hydraulischen Beeinflussung durch Rückstau aus dem Haff unterliegen. Aufgrund von Begradigungen ist für die Fließgewässerstrukturgüte nach Sohle und Ufer überwiegend nur Güteklasse 4 ausgewiesen. Der Fließgewässertyp ist als organisch geprägter Fluss definiert. Bisherige Ergebnisse des biologischen Monitorings lassen die Zielerreichung "guter ökologischer Zustand" bis 2027 nicht erwarten. Es gilt daher zu untersuchen, in wie weit derzeitige Nutzungen des Gewässers eingeschränkt werden müssten und welche weiteren Maßnahmen erforderlich sind, um die Zielerreichung der WRRL zu ermöglichen.

3 Datenerhebung und –auswertung

In der frühen Projektphase 2015/16 stehen die Entwicklung des Messsystems sowie die zugeordnete Datenauswertung im Vordergrund. Entsprechend dem eingeführten Konzept findet eine Erfassung im Gerinne, wie auch im Gewässerumfeld statt. Die Messungen unter der Wasseroberfläche werden dabei in-situ mit dem Messboot durchgeführt. Für das Gewässerumfeld werden multiskalige Fernerkundungsdaten genutzt.

3.1 Bootsbefahrung

Das im Projekt aufzubauende Messboot wird durch die modulare Nutzung unterschiedlicher Messprinzipien ein breites Spektrum von Randbedingungen der Befahrung abdecken.

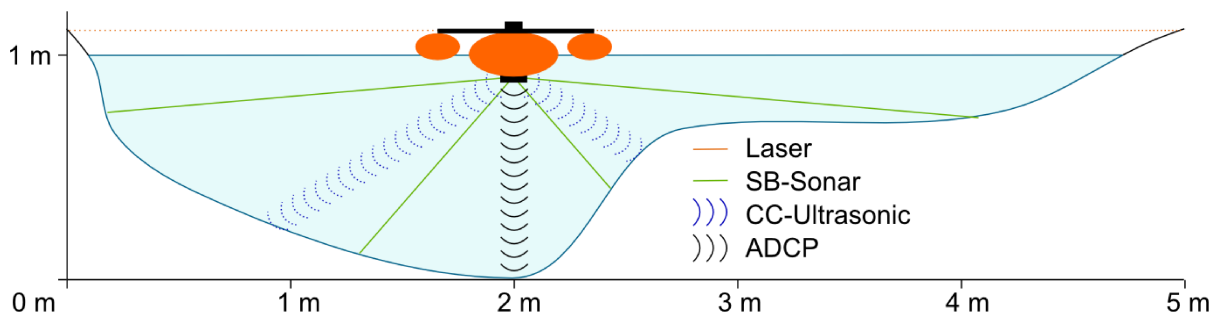


Abbildung 1: Prinzipschema zur Anordnung von Sensoren zur Abstands- und Fließgeschwindigkeitsmessung im modularen System des Messboots. Punktiert dargestellte Sensoren werden einer Machbarkeitsuntersuchung unterzogen.

Tabelle 1 Übersicht über die verwendeten Sensoren und zur Bestimmung der hydrometrischen Gewässereigenschaften (Sensorspezifikationen nach Herstellerangaben). Grau hervorgehobene Sensoren befinden sich in einer Machbarkeitsüberprüfung.

Sensor	Messprinzip	Messgröße	Messbereich	Unsicherheit	Auflösung
Simrad EK 15	Echolot (0.2 MHz)	Entfernung	0.1 – 200 m	n. a.	0.05 m 40 Hz
Nivus CS 2	Ultraschall Kreuzkorrelation (1 MHz)	Entfernung, Geschwindigkeit	0.08 – 5 m -1 – 6 ms ⁻¹	< 0.002 m < 0.06 ms ⁻¹	0.01 ms ⁻¹ 5 s
Teledyne WHRZ12 00	Ultraschall-Dopplerverschiebung (1.2MHz)	Entfernung, Geschwindigkeit	0.3 – 25 m -5 - 5 ms ⁻¹	< 0.01 m < 0.002 ms ⁻¹	0.05 m 0.001 ms ⁻¹ 1 s
Marsh-McBirney Flo-Mate	Elektro-magnetische Induktion	Geschwindigkeit	-0.15 – 6 ms ⁻¹	< 0.1 ms ⁻¹	0.01 ms ⁻¹ 2 s

In Abbildung 1 ist ein Prinzipschema für die Erfassung der hydrometrischen Eigenschaften des Gewässers dargestellt. Der Gewässerschlauch soll dabei möglichst weitgehend und räumlich differenziert durch Befahrung entlang der Stromlinie erfasst werden. Hierfür werden die Sensoren, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Messprinzipien und -bereiche, so angeordnet, dass der Fließquerschnitt an mehreren Punkten und entlang der Messfenster der räumlich auflösenden Sensoren bemessen wird. Eine Interpolation der punkt- und linienförmig erfassten Messdaten erfolgt unter Nutzung geostatistischer Methoden.

In Tabelle 1 sind die für die hydrometrischen Messungen verwendeten Sensoren zusammengefasst. Im Sinne der modularen Bauweise kommen Geräte zum Einsatz, die für unterschiedliche Messbereiche geeignet sind. Während der magnetisch induktive Flo-Mate Sensor eine Geschwindigkeitsmessung auch noch bei unter zehn Zentimetern Wassertiefe ermöglicht, sind Messungen mit dem Nivus CS 2, in bis zu 16 Messfenster aufgelöst, ab acht Zentimetern bis fünf Metern Distanz möglich. Die tiefendifferenzierten Geschwindigkeitsmessmethoden geben zusätzlich Information über den Sohlabstand. Für eine zusätzliche reine Entfernungsmessung, wird für das Forschungsecholot Simrad EK 15 die Eignung beim Einsatz in Fließgewässern bewertet. Die tiefendifferenzierte Echo-grammauswertung ermöglicht die Lokalisation von submersen Makrophyten.

Bei ausreichend genauer Bestimmung des Fließquerschnitts und der Fließgeschwindigkeit kann ein längskontinuierliches Profil des Durchflusses bestimmt werden. Sowohl punktförmige (Zuflüsse, Ausleitungen) als auch laterale Zu- und Abflüsse können identifiziert und lokalisiert werden. Die Kontinuität des Volumenstroms ermöglicht außerdem eine Plausibilisierung der Mess- und Interpolationsergebnisse.

Tabelle 2 Übersicht über die verwendeten Sensoren zur Bestimmung der Wasserqualität (Sensorspezifikationen nach Herstellerangaben). Grau hervorgehobene Sensoren befinden sich in einer Machbarkeitsüberprüfung.

Sensor	Messprinzip	Messgröße	Messbereich	Unsi- cherheit	Auflösung
S::CAN Spectro:: lyser	Spektrometrie	Nitrat	0 – 70 mg l^{-1}	< 3 %	0.01 mg l^{-1}
	Spektrometrie	CSB	0 – 200 mg l^{-1}	< 2 %	0.01 mg l^{-1}
	Spektrometrie	Ges. Organ. Kohlenstoff	0 – 350 mg l^{-1}	< 3 %	0.01 mg l^{-1}
	Spektrometrie	Trübung	0 -1400 NTU	< 3 %	0.1 NTU
SEBA MPS-D8	Resistivität	Temperatur	-5 – 50 °C	< 0.1 K	0.01 K
	Resistivität	Leitfähigkeit	0 – 200 mScm $^{-1}$	< 0.5%	0.01mScm $^{-1}$
	Luminiszenz	Sauerstoff	0 – 25 mg l^{-1}	< 1%	0.001 mg l^{-1}
	Potentiometrie	pH	0 14	< 0.1 pH	0.01 pH
	Potentiometrie	Ammonium	0.2 – 18000 mg l^{-1}	< 5 %	0.01 mg l^{-1}
	Potentiometrie	Nitrat	0.4 – 60000 mg l^{-1}	< 5 %	0.01 mg l^{-1}
	Potentiometrie Absorption	Trübung	0 – 1000 NTU	< 3%	0.01 NTU
Go-Sys- tem- elekt- ronik BlueMon	Spektrometrie	s. S::CAN			
	Fotometrie	Nitrat	0 – 30 mg l^{-1}	< 10%	0.01 mg l^{-1}
	Fotometrie	Ammonium	0 – 30 mg l^{-1}	< 4 %	0.01 mg l^{-1}
	Fotometrie	CSB	0 – 80 mg l^{-1}	< 5 %	0.01 mg l^{-1}
Fotometrie	Phosphor	0 – 30 mg l^{-1}	< 3%	0.01 mg l^{-1}	

In Tabelle 2 sind die Sensoren zusammengefasst, die für die Erfassung der Wasserqualitätsparameter genutzt werden sollen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die redundante Messung mit unterschiedlichen Messprinzipien gelegt.

Die unter Laborbedingungen erreichbaren guten Genauigkeiten der spektrometrischen und potentiometrischen Messgeräte werden in Feldbedingungen auf Grund von Störeinflüssen meist nicht erreicht (*Snazelle*, 2015). Insbesondere die bei Normalabfluss auftretenden niedrigen Nährstoffkonzentrationen können derzeit nur photometrisch mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Für die Entwicklung

eines Kompaktanalysators BlueMon als Komponente des Messsystems müssen noch Anpassungs- und Machbarkeitsuntersuchungen durchgeführt werden.

Aus der Synopse von Durchfluss- und Konzentrationswerten können Profile der Stofffrachten abgeleitet werden. Diese erlauben es erstmals, Umsatz- und Transportprozesse längskontinuierlich zu quantifizieren.

3.2 Fernerkundungsdaten

Die Nutzung fernerkundlicher Daten im Rahmen der Fließgewässerstrukturkartierung lässt auf Grund des flächenhaften Charakters der Daten insbesondere im Umfeld der Testgewässer (Lockwitzbach, Freiburger Mulde) einen Mehrwert erwarten. Neben der Nutzung von amtlichen Daten der betrachteten Fließgewässer werden fernerkundliche Daten unterschiedlicher maßstäblicher Ebenen in die Analyse der Fließgewässerstruktur integriert. Dabei kommen sowohl Satellitenbilder unterschiedlicher Anbieter und Orthophotos der sächsischen Landesvermessung zur Anwendung, als auch für ausgewählte Abschnitte der Testgewässer Infrarotaufnahmen die mit Hilfe eigener UAV-Befliegungen durchgeführt werden. Im Rahmen einer multiskaligen Analyse der Bilddaten werden, orientiert an den Vorgaben des Übersichtsverfahren der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 2003), unterschiedlichste fernerkundliche und geostatistische Analyseverfahren genutzt, entwickelt, erprobt und validiert. Die Parameter der Linienführung, des Uferverbau, der Querbauwerke, der Abflussreglung, des Uferbewuchs, der Hochwasserschutzbauwerke, des Ausuferungsvermögens, der Auennutzung und der Uferstreifen bilden die Grundlage der Bewertung des Strukturbildungsvermögens, der Retention und des Entwicklungspotentials, welche wiederum Aussagen zur Gewässerbett- und Auendynamik zulassen und damit die Basis für eine Bewertung der Gewässerstrukturgüte eines Flussabschnittes bilden (LAWA, 2003). Gleichzeitig erfolgt ein Vergleich der durch Fernerkundungsmethoden erhobenen Daten und Gütemaße mit denen, die durch die amtlichen Erhebungen zur Verfügung stehen. Diese dienen einerseits der Validierung der erprobten Verfahren, andererseits erlauben sie Rückschlüsse auf die Nutzbarkeit dieser Verfahren für zukünftige Bestandsaufnahmen. Dabei soll perspektivisch der derzeitige Parametersatz des Übersichtsverfahrens sukzessive erweitert werden.

Beispielhaft stellt die Analyse der Landnutzung im Einzugsgebiet sowie im direkten Umfeld des Lockwitzbachs einen ersten Arbeitsschwerpunkt der Datenanalyse dar. Dem multiskaligen Gedanken folgend wurden erste Untersuchungen auf der Basis von Satellitendaten durchgeführt. Mit dem amerikanischen LANDSAT-System stehen regelmäßig Daten mit einer geometrischen Auflösung im Bereich zwischen 15 m und 80 m in unterschiedlichen Spektralbereichen zur Verfügung. Soweit möglich soll durch retrospektive Analysen auch die Entwick-

lung der Fließgewässer quantitativ zu beschreiben werden. Dafür konnten in Abhängigkeit der Wolkenbedeckung seit dem Jahr 1990 elf geeignete Datensätze akquiriert werden (LANDSAT-4 bis LANDSAT-8). Der radiometrischen und geometrischen Vorverarbeitung der Daten durch atmosphärische Korrekturen (ENVI FLAASH) sowie einer Koregistrierung der Datensätze (ENVI) folgte die eigentliche Analyse der Daten mit Hilfe eines Maximum-Likelihood Verfahrens, welches auf der Basis von operativ zu ermittelnden Trainingsflächen eine Landnutzungsklassifikation für alle verfügbaren Zeitschnitte generiert (Lillesand *et al.*, 2015). Etablierte Verfahren des Accuracy Assessments und die daraus resultierenden Konfusionsmatrizen bilden abschließend die Grundlage für eine finale Bewertung der Klassifikationsgüte (Congalton und Green, 2008).

4 Erste Ergebnisse

In Abbildung 2 ist das Ergebnis eines frühen Prototypentests bei einer Befahrung auf der Großen Röder dargestellt. Die Sauerstoffkonzentration und insbesondere die Fließgeschwindigkeit sind dabei kleinräumig variabel. Abschnitte mit Sauerstoffminima fallen mit lokal verminderten Fließgeschwindigkeiten, z. B. durch Aufstau oder Querschnittsweitung zusammen.

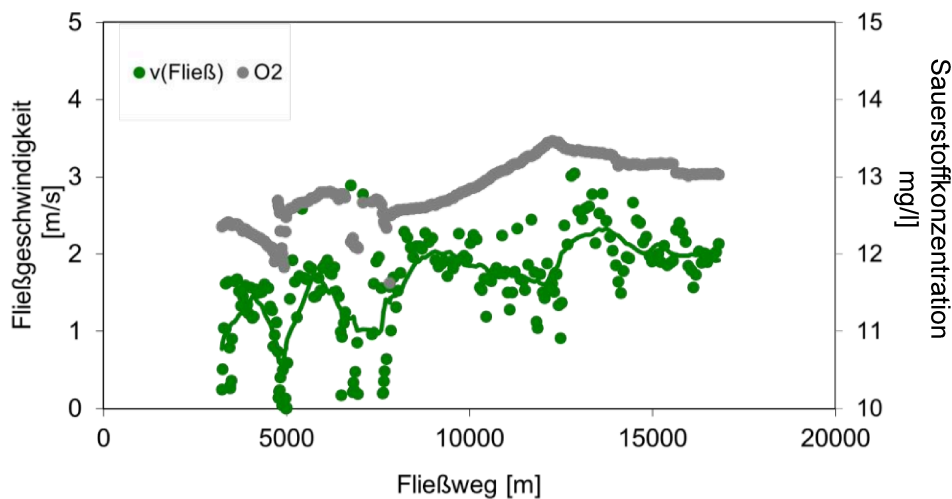


Abbildung 2: Beispiel des Längsprofils von Sauerstoffkonzentration und Fließgeschwindigkeit bei einer Befahrung mit einem Prototypen des Messbootes auf der Großen Röder.

Die Variabilität der Fließgeschwindigkeit liefert Hinweise auf diversifizierte Strömungsbedingungen und damit vielfältige abiotische Einflussfaktoren für Gewässerorganismen.

Als Resultat der Analyse der Satellitendaten stehen Landnutzungsinformationen für elf zeitliche Epochen seit dem Jahr 1990 für das gesamte Einzugsgebiet des Lockwitzbaches zur Verfügung (vgl. Abbildung 3). Die Klassifikationsgüte lag dabei zwischen 87 und 91,5 %. Die thematische Auflösung von fünf Klassen (Wasser, Urbane Gebiete, Brachland, genutzte landwirtschaftliche Flächen, Wälder) erlaubte erste Rückschlüsse über die Entwicklung im Einzugsgebiet. Dafür wurde die Analyse einerseits auf das direkte Umfeld des Lockwitzbaches beschränkt (150 m links und rechts des Baches), andererseits wurden für diese Betrachtungen nur die letzten 8 km des Unterlaufs bis zur Mündung genutzt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich vor allem der Anteil der urbanen Flächen von ca. 39 % im Jahr 1990 auf ca. 53 % im Jahr 2014 erhöht hat. Dabei kann ebenfalls festgestellt werden, dass der größte Teil dieser Zunahme ab dem Jahr 2010 (ca. 45 %) zu verzeichnen ist. Damit kann festgehalten werden, dass die Annahme einer, im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie negativ zu bewertende Entwicklung des Lockwitzbaches, auf dieser Maßstabsebene nicht unbegründet ist. Um detailliertere Aussagen über den Einfluss einer sich verändernden Landnutzung im Umfeld des Lockwitzbaches zu erheben, ist es nun möglich den Maßstabsbereich zu vergrößern und in ausgewählten Gebieten, verdichtende Untersuchungen auf Grundlage von Orthophotos mit einer geometrischen Auflösung von 20 cm durchzuführen.

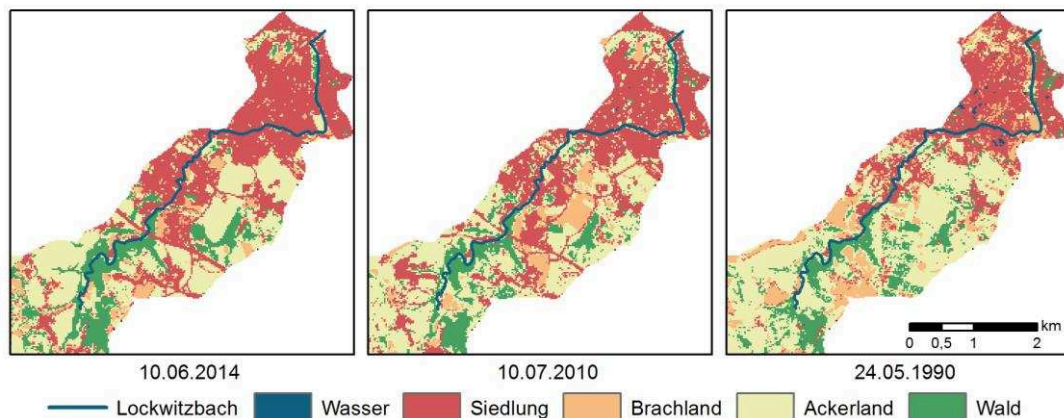


Abbildung 3: Änderung der Landnutzung im Unterlauf des Lockwitzbachs (gesamtes Einzugsgebiet) als Ergebnis einer Klassifikation von LANDSAT Satellitendaten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Projekt BOOT-Monitoring wird ein Messsystem entwickelt, das die Erfassung von Gewässereigenschaften entlang der Fließstrecke ermöglicht. Multiskalige Satellitendaten werden einbezogen, um Gewässerkörper und Gewässerumfeld integriert zu beschreiben und zu bewerten. Erste Ansätze für die Gewässerbefahrung

und Datenauswertung konnten erfolgreich umgesetzt werden. Im weiteren Projektverlauf sollen die Sensoren unter den Bedingungen der Längsbefahrung getestet werden. Daten- und Energiemanagement werden in einer zentralen Steuerungseinheit zusammengeführt. Die Ansätze zur Datenaufbereitung und -auswertung werden hinsichtlich Genauigkeit und erfassbaren Untersuchungsgrößen erweitert. Auf Grundlage der räumlich und zeitlich hoch aufgelösten Daten können Prozesse des Stofftransports quantifiziert und defizitäre Gewässerabschnitte lokalisiert werden. Sie bilden damit die Grundlage um Bewirtschaftungs- und Entwicklungsmaßnahmen des Gewässers auf Grundlage der verbesserten Beschreibung in Simulationsmodellen zu bewerten, Handlungsempfehlungen abzuleiten und deren Wirksamkeit nachzuweisen.

Das Forschungsvorhaben BOOT-Monitoring (FKZ 033W039A) wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

6 Literatur

- Congalton, R. G. and Green, K., (2008): Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices], CRC Press Inc., 2. ed..
- Helm, B., Schiffner, S., Krause, T., Grüner S., Weber S., Käseberg, T., Zhang, J., Krebs, P. (2015): Das Urbane Observatorium Dresden - Integriertes Monitoring für ein verbessertes Systemverständnis in der Siedlungswasserwirtschaft. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen (53), ISBN 978-3-86780-420-2, S. 561-570
- Karrasch, P. ; Henzen, D. ; Hunger, S. ; Hörold, M. (2015): Determination of water body structures for small rivers using remote sensing data. In: Proc. SPIE, 9637; Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVII, 96370W (October 14, 2015); doi:10.1117/12.2194891.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., and Chipman, J. W. (2015): Remote Sensing and Image Interpretation], John Wiley Sons, Inc., 7. ed..
- LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2003): Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Teil 1: Einführung;
http://lawa.de/documents/Arbeitshilfe_30-04-2003_314.pdf
- Snazelle, T. (2015): Results from Laboratory and Field Testing of Nitrate Measuring Spectrophotometers. Open-File Report 2015–1065, U.S. Geological Survey;
<http://pubs.usgs.gov/of/2015/1065/pdf/ofr2015-1065.pdf>

Autoren:

Björn Helm,
Prof. Dr. Peter Krebs
Stefanie Wiek

Sebastian Hunger
Dr. Pierre Karrasch

Professur Siedlungswasserwirtschaft
TU Dresden
01062 Dresden

Professur Geoinformatik
TU Dresden
01062 Dresden

Tel.: +49 351 46334616
E-Mail: bjoern.helm@tu-dresden.de

Tel.: +49 351 463
E-Mail: pierre.karrasch@tu-dresden.de

Karin Kuhn,
Achim Six

Referat Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Postfach 540137
01311 Dresden

Tel.: +49 351 89284400
E-Mail: karin.kuhn@smul.sachsen.de