



Philipp Vormeier

Gewässermonitoring mittels Fernerkundung

Am Beispiel des Rummelsburger Sees in Berlin erfolgte ein Vergleich von in situ gemessenen und satellitengestützten Chlorophyllgehalten und Trübungsgraden.

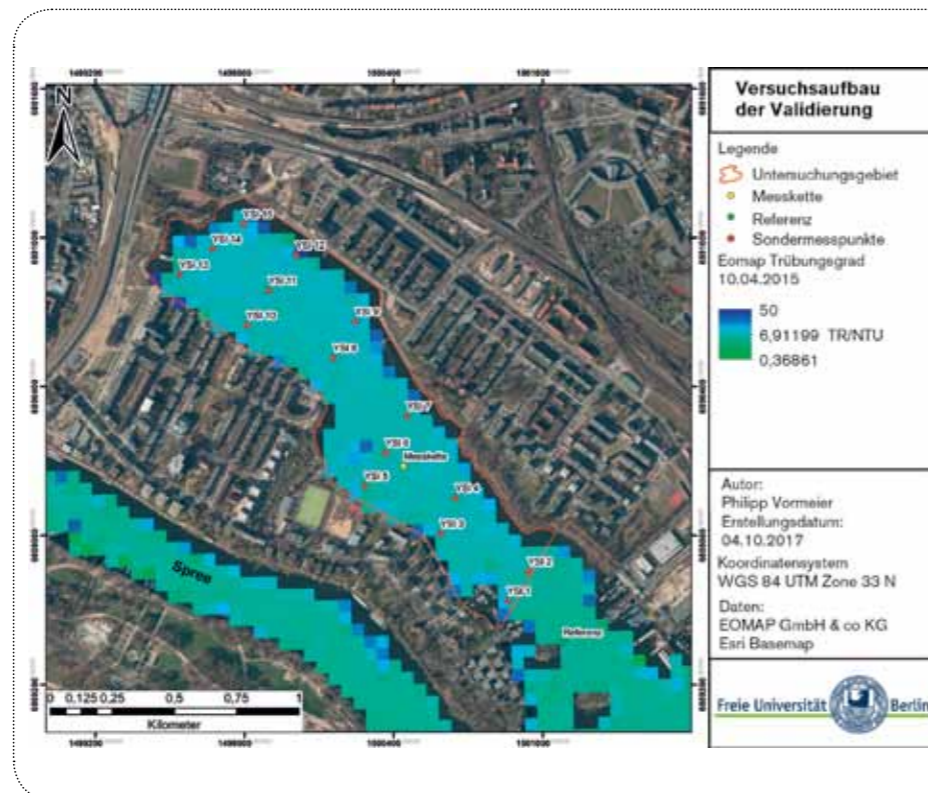
Das große Naherholungspotenzial von Gewässern unterliegt einer strengen Überwachung der Wasserqualität. Mit der Einführung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wurde die Beaufsichtigung der Wasserqualität deutlich intensiviert. Durch sich zeitlich schnell entwickelnde Algenblüten kann es dennoch zu einer Verschlechterung der Wasserqualität kommen. Die Folge wäre, dass die Badegewässer nicht mehr freigegeben werden können, da die Algenblüten beim Menschen zu Vergiftungssymptomen führen. Das operative Monitoring Netz der Landesbehörden ist auf diese kurzzeitigen Phänomene nicht ausgelegt. Hier bedarf es einer Weiterentwicklung des bisher angewandten Monitorings. Eine Lösung für dieses Problem liegt in der Gewässerfernerkundung. Sie ermöglicht es, die Wasserqualität sowohl räumlich, als auch zeitlich höher aufgelöst darzustellen.

Untersuchung zur Übereinstimmung der Konzentrationsniveaus

Vor diesem Hintergrund befasst sich die Arbeit damit, einen Vergleich von satellitengestützten und in situ gemessenen Chlorophyllgehalten und Trübungsgraden heranzuziehen. Mit den Untersuchungen sollte herausgearbeitet werden, in welchem Umfang sich die satellitengestützten Daten der Firma EOMAP mit den in situ gemessenen Daten aus dem RuBuS-Projekt der Freien Universität Berlin vergleichen lassen. Der Fokus der Arbeit liegt darin, inwieweit die Konzentrationsniveaus der beiden Datensätze miteinander übereinstimmen. Diese Übereinstimmung wurde hinsichtlich der Tagespersistenz der Wasserinhaltsstoffe Chlorophyll-a und Trübung untersucht. Außerdem wurde geprüft, inwieweit die Konzentrationsverteilungen dieser Stoffe von den Gewässerfernerkundungsdaten räumlich dargestellt werden können. Das Arbeitsgebiet umfasst den Rummelsburger See im Osten der Stadt Berlin.

Bild 1 Versuchsaufbau des Vergleichs der beiden Messmethoden

Quelle: FU Berlin/Vormeier



Gewässerfernerkundungsdaten das vorgegebene Ziel der in situ Daten verfehlt haben. Auch die Beeinträchtigung der hohen Datenkonsistenz der YSI-Sondendaten erhärtet den Verdacht, dass die statistischen Tests die geringen Abweichungen der Gewässerfernerkundungsdaten überbewerten. Rein deskriptiv deuten die Ergebnisse eher daraufhin, dass die Gewässerfernerkundungsdaten die Situation der Chlorophyllgehalte und Trübung im Gewässer des Rummelsburger Sees gut abbilden können. Eine mögliche Ursache für diese Ergebnisse könnte die große zeitliche Differenz zwischen den Aufnahmezeitpunkten sein. Um zu testen, inwieweit die Fluktuation der Wasserinhaltsstoffe über kürzere Zeiträume die Messergebnisse beeinträchtigen kann, wurde eine Autokorrelationsfunktion aus den Daten einer stationären Sensormesskette (Mitte des Sees) gebildet. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass eine Vergleichbarkeit der beiden Datensätze unter der Berücksichtigung der großen zeitlichen Differenz zwischen den Aufnahmezeitpunkten nicht gegeben ist. Die Arbeitshypothese lässt sich somit nicht bestätigen. Beantwortet man die zweite Forschungsfrage, so muss eine Vergleichbarkeit der beiden Datensätze eingeschränkt werden. Die Ergebnisse über den gesamten Betrachtungszeitraum des RuBuS-Projektes lassen eine Vergleichbarkeit zu, da hier eine Persistenz von drei Tagen und mehr gegeben ist. Die Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum kurz vor und nach dem 14. 2. 2015 schränken diese Vergleichbarkeit hinsichtlich ihrer Aussagekraft deutlich ein.

Vielzahl von Einflussfaktoren sind zu beachten

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass bei einem Vergleich der beiden Datensätze eine Vielzahl von Faktoren wie zum Beispiel Art der Satellitendaten, Art der Multiparameter-sonde, die Methodik und viele weitere Umstände bei der Auswertung berücksichtigt werden müssen. Statistisch betrachtet haben die Ergebnisse der Regressionsanalyse und der Mittelwertanalyse ergeben, dass zwischen den beiden Datensätzen insgesamt keine Übereinstimmung vorliegt. So wurde erwartet, dass Bestimmtheitsmaße in einem Bereich größer als 0,7 erzielt werden können. Betrachtet man die Konzentrationsniveaus, lassen sich dennoch Übereinstimmungen der Daten, besonders in den Tiefen 150 cm und 200 cm, feststellen. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Erhebung der in situ Daten (Geräteabhängigkeit) kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, inwieweit die

Räumliche Konzentrationsverteilung

Die Untersuchungen zwischen den in situ Daten und den Gewässerfernerkundungsdaten hinsichtlich der räumlichen Konzentrationsverteilung zeigen, dass sich die beiden Datensätze nicht voneinander unterscheiden. Hierbei bezieht sich die Interpretation auf die horizontale und vertikale Güte der beiden Datensätze. Mit einem eigens erstellten Flow-Chart-Diagramm, das verschiedene Korrelationsmethoden beinhaltet, wurde die Bathymetrie des Rummelsburger Sees mit den Szenen der Gewässerfernerkundungsdaten verglichen. Hierdurch konnte geprüft werden, ob mögliche Unterschiede zwischen den Konzentrationsverteilungen der beiden Datensätze bestehen.

Die Korrelationsmatrix zeigt, dass der Rasterdatensatz der Bathymetrie nicht mit den Rasterdatensätzen der Gewässerfernerkundungsdaten korreliert. Das lässt den Schluss zu, dass die Konzentrationswerte bei Chlorophyll-a und Trübung nicht tiefenabhängig sind. Dadurch lässt sich zum einen eine Beeinträchtigung des Reflexionsvermögens vom Seegrund auf den Satelliten ausschließen, und zum anderen deckt es sich mit den homogenen hydrologischen Bedingungen am Rummelsburger See. Eine Korrelation bei den Ergebnissen zwischen der Bathymetrie und den Rasterdatensätze hätte belegt, dass die Darstellung der Chlorophyllkonzentration und die Trübung abhängig von der Bathymetrie sind und somit flächenhaft

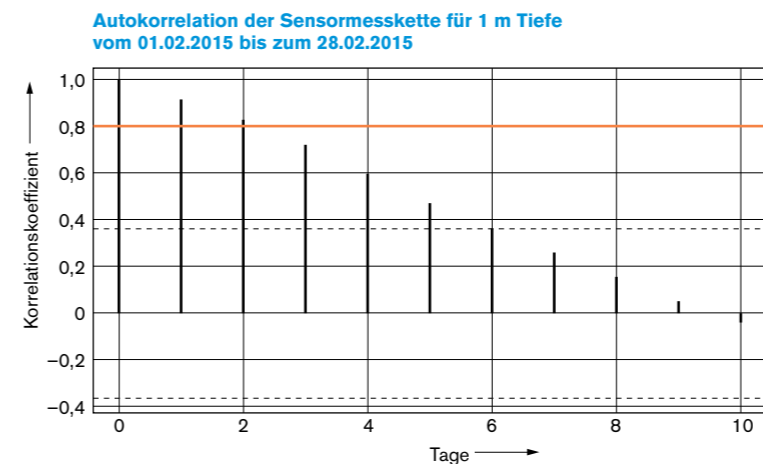


Bild 2 Tagespersistenz von Chlorophyll-a an der Sensormesskette in 1 m Tiefe vom 01.02.2015 bis zum 28.02.2015

Quelle: FU Berlin/Vormeier

Korrelationsmatrix zwischen den Konzentrationsgehalten (EOMAP) und der Bathymetrie

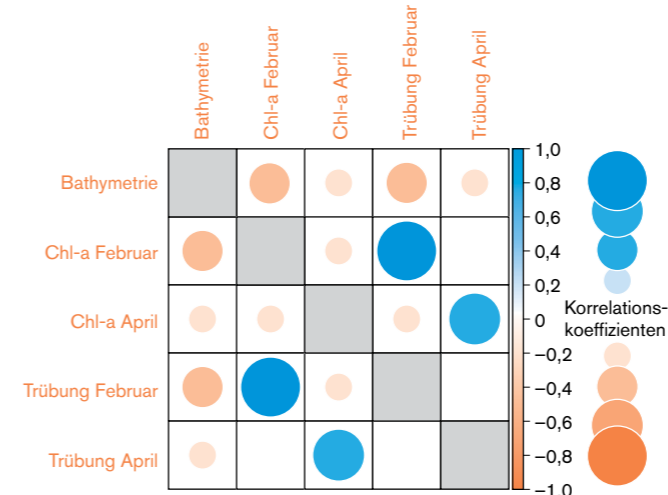


Bild 3 Korrelationsmatrix zwischen den Rasterdatensätzen von EOMAP und der Bathymetrie des Rummelsburger Sees

Quelle: FU Berlin/Vormeier

Weshalb haben Sie sich um den Nachwuchspreis beworben?

„Viele Themen von studentischen Abschlussarbeiten erfahren zu wenig Beachtung in der Fachwelt. Ich bin davon überzeugt, dass das Thema meiner Masterarbeit einen wichtigen Baustein bildet, um zukünftig die Bewirtschaftung von Oberflächengewässern überwachen zu können.“



falsch dargestellt werden. Da dies nicht der Fall ist, lässt sich davon ausgehen, dass beide Datensätze die flächenhafte Verteilung der Wasserinhaltsstoffe gleich gut abbilden können. Durch die Prüfung der Gewässerfernerkundungsdaten mit der Bathymetrie und den YSI-Sondenmessungen konnte belegt werden, dass die Konzentrationsgehalte in allen Bereichen des Gewässers gleich gut abgebildet werden konnten.

Gewässerfernerkundung langfristig einzige Option

Bei zukünftigen Untersuchungen muss der Versuchsaufbau hinsichtlich des Untersuchungsgebietes erweitert werden. Die Faktoren, die hierbei beachtet werden müssen, sind größere Schwankungsbereiche bei den Konzentrationen von Chlorophyll-a und Trübung, eine größere Tiefenvarianz des Gewässers und ein zeitlich ausgedehntes Monitoring mit einer weiteren Messmethode für die Validierung.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit tragen dazu bei, eine Einbindung der Gewässerfernerkundung in die Wissenschaftsdisziplin der Umwelthydrologie weiter zu intensivieren. Grundsätzlich bietet die Gewässerfernerkundung ein großes Potenzial zur Verbesserung des Wasserqualitäts-Monitorings. Hierbei sind weitere Vergleiche mit herkömmlichen Messmethoden unerlässlich.

BETREUER DER ARBEIT

Prof. Dr. Achim Schulte (FU Berlin, Institut für Geografische Wissenschaften)
Dr. Jens Bölscher (FU Berlin, Institut für Geografische Wissenschaften)

KONTAKT

Philipp Vormeier
Freie Universität Berlin
Institut für Geografische Wissenschaften
Angewandte Geographie, Umwelthydrologie und Ressourcenmanagement
Malteser Straße 74-100 · 12249 Berlin
E-Mail: philipp.vormeier@fu-berlin.de