



Detektion von küstenhydrologischen Phänomenen und Artefakten in minütlichen Tidepegeldaten (DePARt)

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I: Kurzbericht

Projekttitel	Detektion von küstenhydrologischen Phänomenen und Artefakten in minütlichen Tidepegeldaten
Akronym	DePARt
Vorhaben	Detektion von fehlerhaften Messungen und Artefakten sowie Bewertung in Abhängigkeit standortspezifischer und phänomenologischer Charakteristik (DePARt A) Entwurf und Realisierung von Algorithmen zur Detektion von küstenhydrologischen Phänomenen und anthropogenen Einflüssen in minütlichen Tidepegeldaten (DePARt B)
Förderer	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Förderkennzeichen	03KIS133-03KIS134
Laufzeit	07/2021 - 06/2023 (DePARt A) / 12/2023 (DePARt B)
Aufgestellt von	Felix Soltau, M.Sc. & Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Universität Siegen (Koordination) Christian Kaehler, M.Sc. & J.-Prof. Dr.-Ing. Arne Arns, Professur Küstenschutz und Küstendynamik, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

Verbundpartner

Projektpartner



Universität
Rostock



Traditio et Innovatio

Assoziierte Partner



WSV.de

Wasserstraßen- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Dieses KFKI-Forschungsvorhaben wird gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Verbundprojekt DePARt werden numerische Verfahren für die automatisierte Detektion und Bewertung von Artefakten in minütlichen Pegelzeitreihen entwickelt. Die Auswahl der Wasserstandsdaten umfasst Pegelstationen an der deutschen Nordseeküste und den Ästuaren Ems, Weser und Elbe. Das Verbundprojekt gliedert sich in zwei Teilvorhaben, die in enger Zusammenarbeit Verfahren zur Detektion von Messfehlern und zur Lückenfüllung in den Zeitreihen sowie zur Bewertung von küstenhydrologischen Phänomenen und anthropogenen Einflüssen erarbeiten. Praxiswissen und Erfahrung im Umgang mit Rohdatenzeitreihen von Pegel liefern die assoziierten Projektpartner Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Ostsee und das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und tragen damit entscheidend zur geplanten prototypischen Umsetzung und Integration der Verfahren in operationelle Systeme bei. In diesem Teilvorhaben liegt der Fokus auf der Entwicklung von Verfahren zur Identifikation und Bewertung von küstenhydrologischen Phänomenen und anthropogenen Einflüssen in minütlichen Tidepegeldaten. Darüber hinaus stellt die Integration der entwickelten Verfahren in die operationellen Systeme der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) ein wesentliches Ziel des Vorhabens dar.

Derzeit existieren einzelne grundlegende Ansätze zur Qualitätskontrolle von Pegelrohdaten, bei denen nur zum Teil numerische Verfahren eingesetzt werden, um eindeutige Ausreißer bzw. Messfehler aus der Zeitreihe zu entfernen. Überwiegend wird jedoch auf visuelle Überprüfung der Zeitreihen durch qualifiziertes Fachpersonal gesetzt, um weniger eindeutige Fehler zu identifizieren und zu korrigieren sowie von küstenhydrologischen Phänomenen und anthropogenen Einflüssen abzugrenzen. Diese Vorgehensweise ist durch wechselndes Personal nicht einheitlich gestaltbar und zudem äußerst zeitintensiv und damit teuer. Aus gleichem Grund sind qualitätsgeprüfte Wasserstandszeitreihen erst einige Monate nach Aufzeichnung verfügbar. Eine automatisierte und damit zeitnahe oder Echtzeit-Kontrolle und Aufbereitung der Rohdaten steht bisher nicht zur Verfügung und gilt in diesem Zusammenhang deshalb als neuartig. Im Projekt DePARt wird sich auf robuste, numerisch-mathematische Verfahren konzentriert, die eine automatisierte Qualitätskontrolle zukünftig gewährleisten.

Ablauf des Vorhabens

Zunächst wird eine Auswahl an Pegeln entlang der deutschen Nordseeküste und innerhalb der Ästuare getroffen, in deren Aufzeichnung möglichst viele unterschiedliche Artefakte enthalten sind. Die Auswahl wird in enger Abstimmung und basierend auf Praxiserfahrung der assoziierten Partner durchgeführt. In gemeinsamer Arbeit mit dem Projektpartner Universität Rostock werden anschließend numerische Verfahren zur Identifizierung von technisch bedingten Fehlern in den Wasserstandsrohdaten erarbeitet. Dadurch ist ein vertieftes Verständnis dieser Verfahren sichergestellt, das für die weitere Entwicklung der Detektionsverfahren für küstenhydrologische Phänomene und anthropogene Einflüsse unerlässlich ist. Projektintern wird einheitliches System zur Kennzeichnung und Bewertung aller Anomalien durch fortlaufende Nummern erstellt. Es dient der Unterscheidung detektierter Anomalien, ordnet diese zusammenfassenden Kategorien zu und legt letztlich gleichzeitig fest, ob entsprechende Werte ausschließlich gekennzeichnet, oder bereits korrigiert und somit verändert werden. Die Detektionsverfahren bauen zum Teil aufeinander auf und können durch die eindeutige Kennzeichnung bereits korrigierte Daten gezielt von einer weiteren Verarbeitung ausschließen. Die Detektionsverfahren für küstenhydrologische Phänomene und anthropogene Einflüsse werden mit Fokus auf wellenförmige

Wasserstandsverläufe unterschiedlicher Wellenperiode entwickelt, da fast ausschließlich wellenförmige Anomalien in den Zeitreihen auftreten. Durch die zeitliche Auflösung der Rohdaten von einer Minute müssen insbesondere kurzperiodische wellenförmige Anomalien bis ungefähr zwei Minuten Wellenperiode von langperiodischen Wellen abgegrenzt werden. Kurze Wellen lassen sich nicht als wellenförmig identifizieren. Sie treten vielmehr als sprunghaft variierender Wasserstand auf. Langperiodische, wellenförmige Phänomene oder Einflüsse, mit Wellenperioden von mehr als zwei Minuten, zeigen auch in der Beobachtungszeitreihe eine erkennbare Wellenform. Beides wird bei der Entwicklung der Detektionsverfahren berücksichtigt.

Alle zuverlässig und pegelübergreifend arbeitenden Verfahren werden an die WSV weitergegeben und dort im operationellen Testbetrieb integriert und getestet. Auf diese Weise wird noch während der Projektlaufzeit die praktische Umsetzung der wesentlichen Projektergebnisse sichergestellt. Es findet ein häufiger und intensiver Austausch zur Minimierung des Informationsverlusts bei der Integration Verfahren statt. Anschließend werden die Arbeitsweise der Verfahren und die beabsichtigte Interpretation der Detektionsereignisse erläutert und an realen Beispielen verdeutlicht. Zuletzt wird für die bei der WSV integrierten Verfahren eine übersichtliche Dokumentation erstellt, aus der hervorgeht, wie der numerische Algorithmus im Detail arbeitet, besonders aber welcher Einfluss mit nutzergesteuerten Eingangsparametern auf die Arbeitsweise der Verfahren genommen werden kann. Die Parameter ermöglichen die Berücksichtigung der wichtigen Erfahrung des gewässerkundlichen Fachpersonals im Umgang mit den Wasserstandsganglinien und dienen damit der pegelspezifischen Feinjustierung der Verfahren.

Wesentliche Ergebnisse

Die entwickelten numerischen Verfahren ermöglichen die automatisierte Detektion von Anomalien in Rohdaten von Pegelzeitreihen. Der bisher notwendige Aufwand der visuellen Überprüfung der aufgezeichneten Daten durch gewässerkundliches Fachpersonal kann damit ab sofort um ein Vielfaches reduziert werden. Die Verfahren kennzeichnen zuverlässig Anomalien in den Rohdaten und erlauben den Fokus des Fachpersonals ausschließlich darauf zu lenken, während die Suche danach automatisiert abläuft und diese Zeit einspart. Die erreichte Automatisierung gewährleistet nicht nur gezielte fachkundige Korrekturen, sondern gewährleistet auch ein hohes Maß an Vereinheitlichung bei der Qualitätskontrolle und Datenaufbereitung. Durch Angabe der wahrscheinlichsten Ursache für die Anomalie über deren Einkategorisierung lassen sich personenbezogene Variationen bei der Interpretation von Auffälligkeiten minimieren, ohne jedoch den hohen Wert der Praxiserfahrung zu vernachlässigen.

Die Verfahren konnten wie beabsichtigt bereits während der Projektlaufzeit in die Systeme der WSV implementiert und prototypisch getestet werden. Dadurch konnte die vollständige Verwertung der entwickelten Verfahren sichergestellt und Informationsverluste bei der Einbindung in die Praxis minimiert werden. Die Projektziele der Entwicklung und praktischen Implementierung von Verfahren zur automatisierten Qualitätskontrolle von Pegeldaten wurden somit erfüllt.