

## **BLOCK 1:**

### **KÜSTENWANDEL IN RAUM UND ZEIT**

# **Der Einfluss vertikaler Landbewegungen auf langwellige Wasserstandsänderungen - ein geodätischer Beitrag zur Küsten- und Klimaforschung**

**Astrid Sudau & Robert Weiß**

*Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz*

Korrekte Wasserstände sind eine zwingende Voraussetzung für die Erledigung einer Vielzahl von Aufgaben in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (z.B. Neubau- und Unterhaltungsmaßnahmen), für hydrologische Analysen und Modellierungen, im Bereich des Küsteningenieurwesens (z.B. Küstenschutz) sowie für die Untersuchung und Interpretation langwelliger Wasserstandsänderungen im Rahmen der Klimaforschung (Indikator für Klimaänderungen). In der Regel basieren diese Arbeiten und Untersuchungen auf langen Pegelzeitreihen. Dies setzt jedoch voraus, dass die Höhenlage der Pegel während der ganzen Zeit der Wasserstandsbeobachtungen konstant ist bzw. Änderungen berücksichtigt werden. Tektonische (z.B. isostatische Auflasteffekte) und anthropogene Einflüsse (z. B. Gasentnahmen) bewirken vertikale Landbewegungen, wodurch auch die auf der Erdoberfläche installierten Wasserstandssensoren (Pegel) diese Bewegungen mit ausführen. In Teilbereichen der Nordseeküste können diese eine Größenordnung von einigen mm/Jahr annehmen.

Häufig überlagern sich reale Wasserstandsänderungen und vertikale Landbewegungen, was zu scheinbaren Wasserstandsänderungen führt und kausal hydrologisch bzw. klimabedingte Wasserstandsänderungen können nicht nachgewiesen werden. Die Pegelvorschrift trägt diesem Sachverhalt mit der Forderung nach regelmäßigen Kontrollen der Höhenlage der Pegel sowie regelmäßigen Anschlussnivelllements an die übergeordneten Nivellementsnetze der Landesvermessung Rechnung. Durch die Einmessung der Pegel auf einen (einheitlichen) Bezugshorizont werden die an verschiedenen Pegeln erfassten Wasserstandsdaten miteinander vergleichbar. Für wasserbauliche sowie für Küstenschutzmaßnahmen ist es darüber hinaus erforderlich, die Höhe der Wasserstände in eine Beziehung zum umliegenden Gelände zu bringen.

Durch die im Bereich der Nordseeküste etwa alle 15 Jahre durchgeführten Anschlussnivelllements an die Nivellementsnetze der Landesvermessung können zwar lokale Höhenänderungen der Pegel gegenüber dem amtlichen Höhensystem, aber keine großräumigen vertikalen Landbewegungen festgestellt werden. Für deren Ableitung sind entsprechend großräumig angelegte Nivellementskampagnen seitens der Landesvermessung erforderlich, die bislang in Deutschland bundesweit etwa alle 30 Jahre stattfinden. Die derzeit „aktuellen“ amtlichen Höhen im Deutschen Haupthöhennetz 1992 (DHHN 92) basieren auf Messungen der 80'er Jahre des letzten Jahrhunderts. Zurzeit werden bundesweit Erneuerungsmessungen im DHHN 92 durchgeführt. Mit Ergebnissen in Form von aktuellen Höhen und Informationen über großräumige vertikale Landbewegungen kann allerdings frühestens 2013 gerechnet werden.

Seit wenigen Jahren ist es technisch möglich, Höhen und insbesondere Höhenänderungen einzelner Pegel mithilfe des Global Satellite Navigation Systems (GNSS) und entsprechenden permanent arbeitenden GNSS-Sensoren zu erfassen. In diesen Fällen werden die Höhen der

Pegelnulldpunkte direkt ermittelt und somit können von vertikalen Landbewegungen unbeeinflusste Wasserstände abgeleitet werden. Aufbauend auf eigenen Untersuchungen und Ergebnissen anderer wissenschaftlicher bzw. administrativer Einrichtungen hat die BfG im Mai 2008 damit begonnen, wichtige Pegel im Bereich der Deutschen Bucht mit permanent arbeitenden GNSS-Systemen auszustatten. Die erfassten Beobachtungsdaten werden zusammen mit Daten vergleichbarer deutscher und europäischer GNSS-Pegelstationen an der Nord- und Ostseeküste in Kooperation mit dem Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut (DGFI) ausgewertet. Originäres Ergebnis sind Höhen und Höhenänderungen der Pegel in einem globalen Referenzsystem. Derartig georeferenzierte Wasserstandsdaten weisen eine zeitliche und örtliche Homogenität auf, wodurch eine grenzüberschreitende Vergleichbarkeit ermöglicht wird. Für die Untersuchungen im Bereich der Klimaforschung sind neben den aus den Wasserstandsdaten der Küstenpegel abgeleiteten Aussagen auch Informationen über langfristige Änderungen auf hoher See erforderlich. Grundlage hierfür sind Beobachtungen der Satellitenaltimetrie. Durch die Georeferenzierung der Pegel in einem globalen Referenzsystem, welches auch der Satellitenaltimetrie zugrunde liegt, können die punktuell erfassten zeitlich hoch aufgelösten Wasserstandsdaten im Küstenbereich mit den flächenhaften aber zeitlich weniger hoch aufgelösten Ergebnissen der Satellitenaltimetrie im Hochseebereich kombiniert werden.