

Der Höhensensor Nivellement und die Entwicklung der IKÜS-Datenbank

Alexander Schenk, Sebastian Horst, Dr. Cord-Hinrich Jahn

Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN)

Für die Zielsetzung des IKÜS-Projektes, genaue Höhen und Höhenänderungen an der Nordseeküste abzuleiten, werden verschiedene höhenrelevante Messverfahren auf der Grundlage der zum Teil viele Jahrzehnte zurückreichenden Messungen kombiniert. Dem Höhensensor Nivellement kommt durch die Länge der vorliegenden Zeitreihe eine tragende Rolle zu. Das Teilprojekt IKÜS-D befasst sich mit der Aufbereitung und Analyse der vorliegenden Nivellementsdaten. Zudem wird eine Datenbankstruktur für alle projektrelevanten Daten und abgeleiteten Informationen, sowie die Schnittstelle für die Einbeziehung von Daten Dritter entwickelt.

Beim Nivellement werden Höhendifferenzen zwischen vermarkten Punkten bestimmt. Die Angabe einer absoluten Höhe für diese Punkte gelingt nur in Bezug auf einen oder mehrere Referenzpunkte, denen eine Höhe, zum Beispiel aus Anschlussmessungen zu einem Pegel, zugewiesen wurde. Die Ableitung von Höhenänderungen aus Wiederholungsmessungen ist möglich, sofern jeweils die gleichen Referenzpunkte gewählt worden sind. Die festgestellten Höhenänderungen zeigen nur dann wirkliche Veränderungen der Höhenlage der Festpunkte, wenn die Referenzpunkte als stabil angenommen werden können.

Für das Gebiet des IKÜS-Projektes stehen bisher fünf Messepochen von ca. 1912 bis 1987 für eine Auswertung zur Verfügung. Neben den Datensätzen der vergangenen Epochen werden weitere in der Projektzeit erzeugte Informationen berücksichtigt. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Messungen der zwischen 2006 und 2011 stattfindenden Messkampagne zur Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes (DHHN). Vorläufige Auswertungen neuer Messungen zeigen, dass gegenüber der Messkampagne des DHHN85 lokale Höhenänderungen im dm-Bereich stattgefunden haben.

Zur Verknüpfung der Höhennetze sind identisch gemessene Nivellementspunkte notwendig, deren Identifizierung aufgrund der unterschiedlichen Nummerierung verschiedener messender Institutionen sehr aufwendig ist.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Höhenbezug der Nivellementsnetze im Laufe der Zeit verschiedenartig realisiert wurde. Hieraus resultiert, dass bei einer Ableitung von Höhenänderungen aus den Höhen der Nivellementsnetze im Ergebnis Änderungen berechnet werden, die auf systembedingte Unterschiede zurückzuführen sind. Diese Unterschiede würden als Höhenänderungen fehl interpretiert werden und zu falschen Aussagen führen. Daher werden für Nivellementsdaten im IKÜS-Projekt die gemessenen relativen Höhenunterschiede als Rohbeobachtungen genutzt.

Da nicht für alle Nivellementsnetze Rohbeobachtungen vorlagen, mussten sie zum Teil aus vorliegenden Höhen abgeleitet werden. Hierzu wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Bildung der Höhendifferenzen von benachbarten Nivellementspunkten,
2. Rückrechnung der angebrachten Ausgleichungsverbesserungen,

3. Rückrechnung der angebrachten Reduktionen und
4. Rückrechnung der angebrachten Korrekturen (außer instrumenteller und nivellierlattenabhängiger Korrekturen).

Die Rohbeobachtungen des Nivellements werden anschließend in der IKÜS-Software für eine gemeinsame Auswertung mit Daten anderer Sensoren in geopotentielle Knoten, die durch Kombination von Nivellementsbeobachtungen und Schweremessungen ermittelt werden, umgerechnet. Geopotentielle Knoten eignen sich für dieses Verfahren besonders, da sie sowohl unabhängig vom Nivellementsweg als auch hypothesenfrei bestimmbar sind und sich jedes Höhensystem hieraus ableiten lässt.

Im Projekt IKÜS arbeiten verschiedene Projektpartner gemeinsam an der Erarbeitung eines integrierten Ansatzes für die flächendeckende Höhenbestimmung und -überwachung in Küstenregionen. Um Daten, die aus verschiedenen Quellen stammen und unterschiedliche Eigenschaften haben, in einem mathematischen Modell zu kombinieren, ist der einheitliche Datenzugriff eine grundlegende Voraussetzung. Um diesen einheitlichen Zugriff zu realisieren wird eine Datenbank entwickelt und ein Konzept erarbeitet, das potentiellen Nutzern im Bereich des Küstenmonitorings eine internetbasierte Datenbankanbindung ermöglichen soll.

Auf Grund der Anforderungen durch die umfangreiche Datenbasis und die geforderte Möglichkeit zur Erweiterung und Internetanbindung wird im IKÜS-Projekt eine ORACLE®-Datenbank eingesetzt. Die ORACLE®-Datenbank beinhaltet weiterhin ein umfangreiches Sicherheitskonzept zur Verwaltung und Weitergabe von Rechten, dass für einen Onlinezugriff unverzichtbar ist.

Um alle IKÜS-Daten in Form eines konzeptionellen Modells zu beschreiben wird das Entity-Relationship-Modell (ERM) genutzt. Das ERM ist das bekannteste und meistverwendete grafische Hilfsmittel für den Datenbankentwurf. Grundlage des Modells ist die Typisierung von Objekten und deren Beziehungen untereinander, aus der sich anschließend direkt die Datenbankstruktur ableiten lässt. Abschließend werden im Teilprojekt IKÜS-D die erzeugten Tabellen mit den aufbereiteten Daten befüllt.

Bei der Entwicklung der IKÜS-Datenbank werden für die einzelnen Daten der höhenrelevanten Sensoren standardisierte Austauschformate festgelegt, sofern diese für die IKÜS-relevanten Informationen existieren. Andernfalls werden Datenformate um weitere Informationen ergänzt oder neu als IKÜS-Format definiert. Auf diese Weise wird eine für zukünftig neue Messdaten offene Datenbank realisiert. Für den Bereich des Global Navigation Satellite Systems (GNSS) wird eine international verwendete Schnittstelle genutzt und um IKÜS-relevante Angaben erweitert. Für Nivellementsbeobachtungen wird ein im DHHN 2006-2011 eingeführtes bundeseinheitliches Austauschformat als Schnittstelle festgelegt und damit ein auch zukünftig unterstütztes Format verwendet.