

3D-Geomassendaten in der großräumigen hydrologischen Prozessmodellierung

Ausgangssituation / Anwendungsszenario (Kurzbeschreibung)

Am Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München wurden im Laufe des Pilotprojektes insbesondere die Einsatzmöglichkeiten der LDBV-Grundlagendaten im Rahmen der großräumigen hydrologischen Prozessmodellierung evaluiert. Dies geschah vor allem als Unterstützung des in Kooperation mit dem bayerischen Landesamt für Umwelt und der LMU München laufenden Projektes VieWBay zum Virtuellen Wasser-Raum Bayern (<https://viewbay.geographie-muenchen.de/projektinformation/>). Das Projekt hat das Ziel, den Wasserraum Bayern hochaufgelöst hydrologisch-hydromorphologische gekoppelt abzubilden. Um die dafür nötigen Modelle zu erstellen und auf neustem Stand zu halten, wird im Projekt ein innovativer Modellansatz entwickelt, der auf konsistenten, standardisierten und aktuellen Daten basiert. Die 3D-Geomassendaten sind hierbei eine mögliche Eingangsgröße. Die Rohdaten sind jedoch auf Grund ihrer Datengröße und -struktur nicht direkt verwendbar, weswegen oftmals bereits aufbereitete Datensätze herangezogen werden. Eine weitere Herausforderung stellt die Visualisierung der Berechnungen dar, was ein essentielles Projektziel von VieWBay ist.

Im Rahmen des Pilotprojektes wurden die Möglichkeiten der 3D-Geomassendaten des LDBV für die Wasserwirtschaft in Bezug auf großräumige Modellierung untersucht und getestet. Dafür wurden von der AHM-GmbH die Rohdaten des LDBV mit der eigenen Software KomVISH aufbereitet und der TUM anschließend zur weiteren Verwendung übergeben. Durch die Möglichkeit der Extraktion von Teildatensätzen in KomVISH konnten auch laufende Analysen im Projekt VieWBay u.a. in Teilgebieten unterstützt werden und die Verwendbarkeit von Geomassendaten beurteilt werden. Ferner wurden die als besonders vielversprechend erscheinenden Möglichkeiten der Geomassendaten bei der Visualisierung und Ergebnisinterpretation der numerischen Berechnungen untersucht.

Verwendete Daten

Als Grundlagendaten dienten mehrere Datensätze des LDBV, die den Bereich des Alpenvorlandes zwischen der Donau im Norden, München im Osten und der Landesgrenze zu Baden-Württemberg im Westen abdecken (Abb. 1). Die Originaldaten des LDBV umfassten folgende Bestandteile:

DGM1	8645 asc-Dateien (EsriGrid)	56.3 GB
DOM	8645 laz-Dateien	159 GB
DOP20	8653 tif-Dateien	604 GB
Laser	8898 laz-Dateien	306 GB
LoD2	11651 shp-Dateien	16.7 GB.



Abbildung 1: RGB eingefärbtes DOM im Alpenvorland zwischen München, Donau und Landesgrenze zu Baden-Württemberg.

Verwendete Software / Voraussetzungen

Für die Bearbeitung des Projektes werden am Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TUM Desktop-Rechner mit dem aktuellen Standard für die Arbeit mit GIS-Software und Geoinformationen eingesetzt. Die Spezifikationen des Rechners sind wie folgt:

Intel Xenon W-2133 CPU 3.60 GHz mit 6 Kernen
32 GB RAM
NVIDIA Quadro P2000.

Dazu wird für aufwändigere numerische Berechnungen auf die Arbeitsumgebung am Leibnitz-Rechen-Zentrum (LRZ) zurückgegriffen. Dies beinhaltet neben der ComputeCloud (CC) auch einen effizienten Linux-Cluster (Cool-MUC-2 und Cool-MUC-3), welcher hoch parallele (CPU) Berechnungen erlaubt. Die eingesetzte Software umfasst:

Software	Zweck
KomVISH (AHM GmbH)	Visualisierung und Verschneidung aller 3D-Daten
ArcGIS Pro und QGIS	Evaluierung und Vergleich von 2D- mit 3D-Daten
MATLAB + BlueKenue + SMS	Aufbereitung der Daten für die numerische hydromorphologische Modellierung
openTELEMAC-MASCARET	Numerische hydromorphologische Modellierung

Vorgehen / Umsetzung

Für die Bearbeitung des Projektes seitens der TUM wurden die Daten zunächst durch die AHM GmbH aufbereitet. Dabei wurden unter Verwendung der AHM-eigenen Software HydroVISH zum Umgang mit 3D-Geomassendaten die gekachelten Originaldatensätze des LDBV zu Gesamtdatensätzen für DGM1, DOM (Abb. 1), Laser und LoD2 im f5-Format zusammengefasst:

DGM1	357 GB
DOM	390 GB
Laser	1.35 TB
LoD2	2.7 GB.

Für eine realgetreue Visualisierung wurden zudem die Laserpunkte auf Grundlage des DOP20 mit RGB-Werten eingefärbt (siehe Abbildung 1). Das jeweilige Datenalter des DOMs, DGM1 und der Laserpunkte wurde als Metainformation hinterlegt. Alle Daten wurden in einem KomVISH-Projekt zusammengestellt der TUM übergeben. KomVISH ist eine simplifizierte Version der Software HydroVISH und verfügt über eine Schnittstelle zu ArcGIS Pro, um 2D- und 3D-Daten zeitgleich zu analysieren. Für die TUM besteht zudem die Möglichkeit, Teildatensätze zu extrahieren, um laufende Analysen, z.B. bzgl. Teilgebiete, zu unterstützen und dabei gezielt die Verwendbarkeit der LDBV-Grundlagendaten zu evaluieren.

Mit den bereitgestellten Daten wurde an der TUM ein Vergleich der Geomassendaten mit einem bestehenden und einem neu-erstellten numerischen Modell eines Testgebiets aus dem Projekt VieWBay durchgeführt. Das erste und bereits vorhandene Modell basiert auf einem ingenieurmäßig erstellten Detailmodell, welches für die Festsetzung der Hochwassergefahrenkarten entwickelt wurde (im Folgenden als HWGK bezeichnet). Genauere Details zu Approximationen und für die numerische Berechnung nötige Vereinfachungen der Realität im Modell, sowie Ursprung einzelner Strukturen waren nur teilweise verfügbar. Das zweite Modell wurde im Rahmen von VieWBay basierend auf bathymetrischen Informationen aus der Gewässerprofilvermessung und dem DGM1 (1x1m) für die Vorland Topographie neu erstellt. Abflusswirksame Strukturen wie Dämme und Deiche wurden dabei nicht gesondert aus dem DGM abgeleitet und werden deswegen im Modell auf Grund der großen Elemente im Vorland nicht abgebildet. Dies ist auch der Tatsache geschuldet, dass es in Bayern keine zentrale und vollständige Datengrundlage gibt, in der abflusswirksame Strukturen im Detail erfasst sind. Das Modell wird im Folgenden als TUMesh bezeichnet und gibt einen laufenden Projekt- und Entwicklungsstand Mitte 2020 wieder. Ferner wurden Verbesserungsmöglichkeiten des aktuellen Modellansatzes mit Hilfe von Geomassendaten sowie das Potential für großräumige Visualisierungen diskutiert.

Ergebnis

Abbildung 2 zeigt exemplarisch den gleichen Abschnitt aus einem Testgebiet des HWGK Modells (links) und des TUMesh Modells (rechts). Das HWGK Modell überzeugt mit sehr hoher Detailtreue. Bauwerke und Strukturen sind eingepflegt und parametrisiert. Bauwerke sind als Löcher im Berechnungsnetz dargestellt, an denen die Abflussinformationen mittels Randbedingungen übergeben werden. Deiche im Vorland (hier die rote Erhöhung) sind abgebildet und Böschungskanten folgen dem reellen Gewässerverlauf, was ein Abgleich mit Orthofotos sowie den 3D-Geomassendaten bestätigt. Die Übereinstimmung ist hier deutlich gegeben.

Der Vergleich mit dem TUMesh Modell, das lediglich aus vermessenen Querprofilen im Gewässer sowie dem 1x1m DGM erstellt wurde, zeigt deutlichere Unterschiede. Für Langzeitberechnungen optimiert, wird direkt die höhere Auflösung der Elemente ersichtlich.

Der Flusslauf ist durch die Sohlprofile gut abgebildet und nahezu identisch. Dennoch werden Deichstrukturen im Vorland kaum abgebildet. Dies liegt daran, dass Deiche im Vorland durch die hohe Elementauflösung in ihrer Lage und Form nicht erfasst werden, obwohl die Struktur im 1x1m DGM erkennbar ist. Der Vergleich mit den Geomassendaten zeigt größere Abweichungen und Unstimmigkeiten.

Die Geomassendaten können hier genauere und wichtige Zusatzinformationen liefern. Mithilfe von KomVISH und den GIS-Schnittstellen können relevante Informationen über Damm- und Deichlinien, sichtbare Bauwerke und Abstürze interaktiv genau extrahiert werden. Dieser Informationsgehalt ist ideal, um die Güte der numerischen Modelle signifikant zu verbessern.

Jedoch ist der Anspruch von VieWBay ein automatischer Ansatz der Modellerstellung. Die Extraktion der benötigten Daten aus KomVISH kann aktuell nur manuell erfolgen, was eine Anwendbarkeit auf ganz Bayern ausschließt. Für einzelne Pilotgebiete kann mit den 3D-Geomassendaten ein realitätsgetreues Modell erstellt werden. Entwicklungen hinsichtlich einer automatischen Prozessierung und Ableitung benötigter Informationen wäre hier zukunftsweisend. Dies war jedoch nicht Ziel und Aufgabe des Pilotprojektes. Im Detail wären eine automatische und homogene Ableitung folgender räumlicher Informationen (z.B. 3D-Polylinien) dringend notwendig, um die Datenlücken zu schließen:

- Böschungsoberkanten zur Identifizierung des Übergangs Gewässer-Vorland
- Deich- und Dammverläufe (Unter- und Oberkanten) und Hochwasserschutzmauern
- Straßenzüge
- Sichtbare Strukturen im Gewässer (Buhnen, Abstürze)
- Gebäudeumrisse
- Brücken insbesondere Brückenwiderlager an Gewässern.

Hinsichtlich der Visualisierung wurde das Potential der Geomassendaten als besonders relevant eingestuft. Die entwickelten hydromorphologischen Modelle liefern eine räumliche, georeferenzierte und dynamische Information der Wasseroberfläche und der Gewässersohle. Eine Verschneidung der Modellergebnisse mit den Geomassendaten, vor allem der kolorierten Punktwolke, wurde als vielversprechend und zukunftsweisend betrachtet. Dies ermöglicht den unmittelbaren Einfluss von Hochwassersimulationen auf Infrastruktur in einer 3D-Umgebung zu visualisieren. Diese Möglichkeit ist für Behörden sehr relevant. Hier wären dann die Möglichkeiten der kommerziellen Software HydroVISH gefragt, was jedoch außerhalb des Anforderungsbereichs des Pilotprojektes lag.

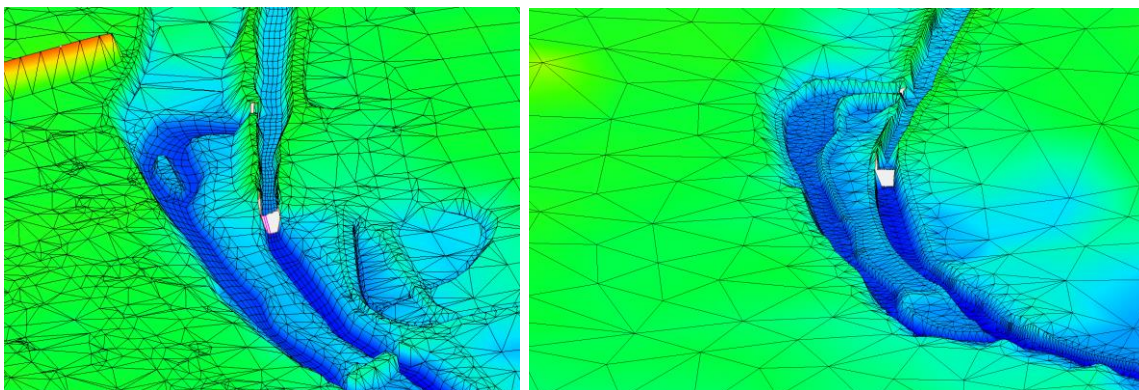


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem HWGK-Modell (links) und dem TUMesh (rechts). In z-Richtung 4-fach überhöht.

Bewertung / Erfahrungen

Die Erwartungen des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TUM an die 3D-Geomassendaten wurden erfüllt. Der Mehrwert kann bei weiteren Entwicklungen voll ausgeschöpft werden. Die Qualität bestehender numerischer Modelle kann mit den Geomassendaten gesichert und quantifiziert werden, ob Anpassungen der Altmodelle nötig sind, wobei dies keine zentrale Aufgabe des Lehrstuhls ist. Die Umsetzung des Pilotprojektes war durch die gute und zielorientierte Zusammenarbeit mit AHM-GmbH einfach und effizient. Die Geomassendaten des LDBV sind eine innovative und wichtige Datenquelle. Für den aktuellen Einsatz in der hydromorphologischen Modellierung fehlt es noch an automatischen Prozessketten, die jedoch entwickelt werden könnten. Händische Extraktion von räumlichen Informationen kann im Einzelfall eine wichtige Information liefern und aufwendige Ortsbegehungen ersetzen. Aufgrund fehlender automatischer Prozessierungswerkzeuge, um räumliche Informationen aus den Geomassendaten abzuleiten, ist der Aufwand im Vergleich zum Nutzen noch recht hoch. Sofern jedoch diese Werkzeuge entwickelt werden, können diese direkt in bestehende Arbeitsabläufe und -umgebungen integriert werden. Wir empfehlen, eine zentrale Datenhaltung der 3D-Geomassendaten, beispielsweise am Leibniz-Rechen-Zentrum in Garching, sowie eine open-Data-policy mit freiem Zugang. Die Ergebnisse aus der Pilotstudie sind zu einem gewissen Grad auf die Abläufe in Ingenieurbüros übertragbar, die sich mit numerischer hydromorphologischer Modellierung beschäftigen. Hier ergibt sich der Vorteil, dass die Fragestellungen der Ingenieurbüros oftmals regional begrenzt sind und somit ein händisches Verfahren bei der Extraktion der Daten möglich wird.

Beteiligte

- Pilotanwender: Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU München
 - Dr. Ing. Markus Reisenbüchler (markus.reisenbuechler@tum.de)
 - Dr. Ing. Tobias Liepert
 - Antonia Dallmeier, M. Sc.
- Dienstleister: AirborneHydroMapping GmbH
- Datenprovider: LDBV Bayern