

Dynamische 3D-Visualisierung mit Vegetationsdarstellung basierend auf GIS-Daten

Detlef GÜNTHER-DIRINGER, Enrico PORADA und Rüdiger MACH

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein finden „Ökologische Flutungen“ statt. Dabei handelt es sich um ungesteuerte Flutungen in geplanten Retentionsräumen entlang des Oberrheins, entsprechend des jeweiligen Hochwasserabflusses im Rhein. Auf diese Art und Weise kann sich die Flora und Fauna in den Retentionsräumen wieder an die natürliche Auendynamik anpassen, sodass der Einsatz des Retentionsfalles, eine Flutung bei sehr starkem Hochwasser, der nur sehr selten eintritt, kein ökologisch ungewohntes Ereignis mehr darstellt.

Um der Bevölkerung die Auswirkungen von ökologischen Flutungen zu erläutern, wird eine dynamische Visualisierung unterschiedlicher Hochwasserstände mit möglichst realitätsnaher Darstellung der Vegetation angestrebt.

1 Retentionsraum Bellenkopf/Rappenwört

1.1 Projekthintergrund

Zum Schutz vor Hochwasser und zum Erhalt der Auenlandschaften wurde 1982 von Deutschland und Frankreich das Integrierte Rheinprogramm (IRP) ins Leben gerufen. Auf ehemaligen Überflutungsflächen sind zwischen Basel und Mannheim 13 Retentionsräume geplant, die z. T. in Betrieb sind bzw. sich in unterschiedlichen Planungs- oder Bauphasen befinden. Dazu gehört auch der Retentionsraum Bellenkopf/Rappenwört bei Karlsruhe. Hier steht die Eröffnung des Planfeststellungsverfahrens kurz bevor. Es handelt sich um ein ca. 510 ha großes Gebiet in der Altaue, in dem durch Deichöffnungsbauwerke und Deichertüchtigungen der aktuelle überflutbare Bereich der Rheinaue erweitert werden soll, damit bei Hochwasser die maximalen Hochwasserspitzen reduziert werden können.

Damit sich Flora und Fauna im Retentionsraum wieder an die Überflutungen anpassen können, wie diese bis in die 1930er Jahre vor dem Bau des rheinnahen Hauptdeiches stattfanden, sollen ökologische Flutungen durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass bei kleineren und mittleren Rhein-Hochwassern der Retentionsraum ungesteuert, je nach Höhe und Länge des Hochwassers, in den tieferen und mittleren Lagen überschwemmt wird. Erst bei einem Extremhochwasser, dessen Jährlichkeit bei mindestens 20 Jahren liegt, wird die Steuerung der Einlassbauwerke veranlasst.

Dieser technisch und ökologisch komplexe Prozess soll mit seinen Auswirkungen auf das Planungsgebiet visualisiert werden, damit auch jenseits der Planungsexperten das Verständnis und die Akzeptanz für das Projekt erhöht werden können.

1.2 Zielgruppe: Umweltinformation Öffentlichkeit

Die Visualisierung soll in eine Ausstellung des Naturschutzzentrum Karlsruhe-Rappenwört, das sich seit 1996 in einer ehemaligen Vogelschutzwarte im Untersuchungsgebiet den Aufgaben Öffentlichkeitsarbeit, Umweltpädagogik und Betreuung von Schutzgebieten widmet, integriert werden. Damit ist die Zielgruppe im Umweltbildungsbereich (Schüler, Eltern, umweltinteressierte Mitbürger) eindeutig umrissen. Aus diesem Grund wird eine relativ realitätsnahe Visualisierung, die ohne technisches Hintergrundwissen verständlich ist, angestrebt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der dynamischen Darstellung unterschiedlicher Hochwasserstände zur Visualisierung der Funktionsweise von ökologischen Flutungen sowie der Vegetationsdarstellung.

1.3 Verfügbare Geodaten

Verfügbare Datenbestände: DGM in 1m-Bodenauflösung, aktuelle Luftbilder und Landnutzungsinformationen, Forstfeinkartierung mit Informationen zu den einzelnen Forstbeständen sowie umfangreiche Ergebnisse hydraulischer Modellberechnungen. Sie sind für folgende Abflusszuständen des Rheins (Pegel Maxau) gerechnet worden: 1.400 m³/s, 1.700 m³/s, 2.000 m³/s, 2.600 m³/s, 3.200 m³/s, 3.600 m³/s, 4.000 m³/s, 4.400 m³/s, 5.000 m³/s. Die hydraulischen Daten lagen in derselben Auflösung wie das DGM vor. Für jeden Abflusszustand gab es drei Dateien: Wasserspiegellage (absolute Höhe des Wasserspiegels über NN), Wassertiefe (cm) sowie die Strömungsgeschwindigkeit (m/s).

2 3D-Visualisierung

2.1 Visualisierung der hydrologischen Daten

Autodesk LandXplorer erlaubt mehrere Varianten, Gewässer in einer Szene umzusetzen. Als erste Möglichkeit bietet sich das Einfügen von Gewässerdaten als Rasterlayer an. Dafür kann man dem gewünschten Layer in ArcGIS zuvor eine Textur zuweisen und diesen anschließend in LandXplorer einfügen. Die Rasterlayer-Darstellung hat jedoch den für Gewässer unrealistisch wirkenden Effekt, dass dieser lediglich auf das Gelände gemapt wird. Dadurch ist zwar die flächenhafte Ausbreitung des Wassers visualisiert, nicht jedoch dessen ebene Oberfläche, die im tatsächlichen Fall über dem Gelände stehen würde.

Die zweite Möglichkeit ist das Einfügen als Vektorlayer. Dazu müssen im Vorfeld die Rasterdateien in Vektorlayer überführt werden. Wie bei Rasterlayern werden auch Vektorlayer in LandXplorer lediglich auf das Gelände gelegt, sodass ebenfalls kein Eindruck über Wasserstand vermittelt wird. Man hat zwar die Möglichkeit, den Vektorlayer über die verschiedenen Blending-Stile mit einem Transparenz-Effekt zu versehen, was sich jedoch für eine realitätsnahe Darstellung negativ auswirken kann, falls darunter z. B. ein Luftbild mit Baumkronen liegt. Eine weitere Option in LandXplorer ist das Erstellen eines Stadtmodells. Sie kommt dem gewünschten Effekt – der Darstellung des Wasserstandes – bedeutend näher.

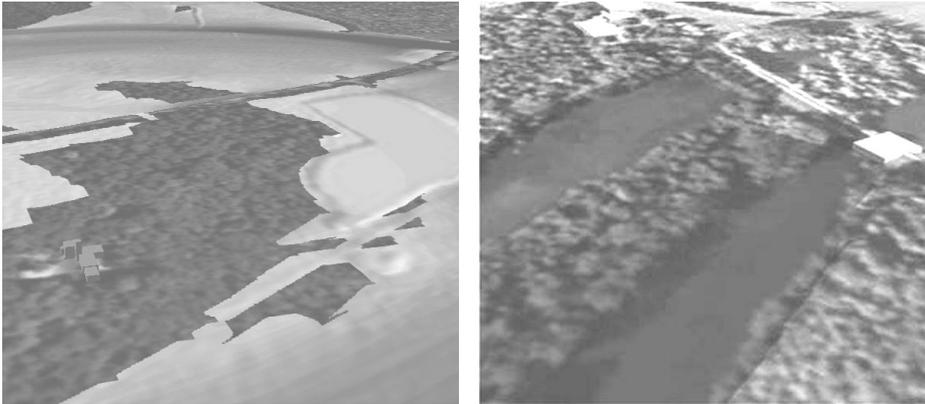


Abb. 1: Gewässerdarstellung als Rasterlayer (links) und transparenter Vektorlayer

Hierbei wird der Wasserfläche auch eine Höhe des Wasserspiegels zugewiesen. Der Eindruck eines im Gelände stehenden Gewässers wird dadurch geweckt. Das Stadtmodell kann man weiterhin mit einer Textur versehen, die einer Wasseroberfläche nahe kommt. Dieses Stadtmodell basiert auf einem vorher geladenen Vektorlayer, der anschließend in ein Stadtmodell konvertiert wurde. Dabei hat man jedoch nur begrenzte Möglichkeiten, in die Darstellung der Höhe des Wasserspiegels einzugreifen. Das fehlerfreie Einfügen als Stadtmodell – ohne vorangegangene Erzeugung eines Vektorlayers – ist mit den vorliegenden Daten nicht möglich, da eine zusammenhängende Fläche mit unterschiedlichen Höhenangaben geladen werden sollte. LandXplorer setzt dies nur um, wenn einem Layer/Objekt/Haus ein konkreter Höhenwert zugewiesen wird.

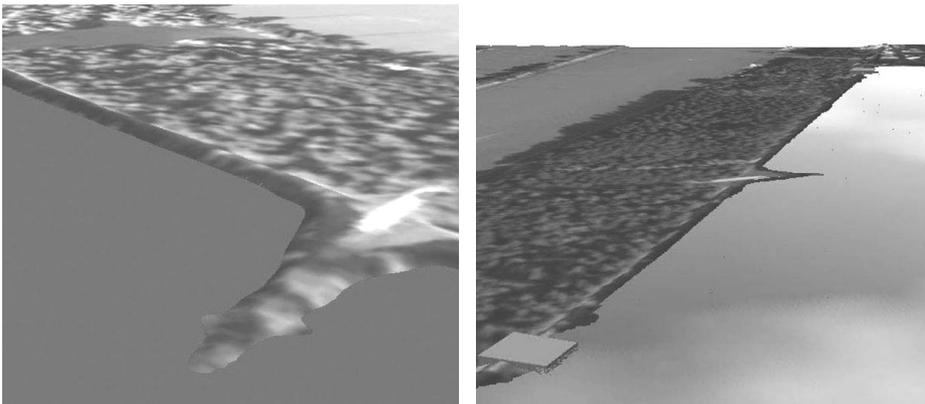


Abb. 2: Gewässerdarstellung als „Stadtmodell“ (links) und CityGML-Wasser-Objekt

Eine ähnliche Herangehensweise wie die des Stadtmodells stellt die Möglichkeit dar, einen geladenen Vektorlayer in ein CityGML-Wasser-Objekt zu konvertieren. Dieser Objekttyp steht für ein LandXplorer-Projekt erstmals in der Version 2011 zur Verfügung. Die vorangegangene Ausgabe bot dies lediglich für den Export in eine Viewer-Datei für den Land-

Xplorer Xpress Viewer an. Dabei hat man die Gelegenheit, die resultierende Wasserhöhe in Bezug auf den Meeresspiegel zu bestimmen. Da diese in den Daten der Wasserpiegellagen hinterlegt sind, hat man einen realen Bezugspunkt. CityGML-Wasserflächen zeichnen sich dadurch aus, indem sie im Gegensatz zu anderen Objekttypen einen realitätsnahen Eindruck einer Wasserfläche mit Reflektion vermitteln. Bei der Konvertierung des Vektorlayers in eine CityGML-Wasserfläche berechnet LandXplorer einen Mittelwert der mitgebrachten Höhendaten. Umso größer die darzustellende Fläche und die Differenz der Höhendaten sind, umso größere Abweichungen entstehen bei der Visualisierung des Wasserstandes. Ebenso entstehen Darstellungsfehler bei den Wasserflächen der automatisch berechneten Wasserstände (s. Abb. 3, links). Um dieses Problem zu vermeiden, werden die Layer in Teillayer unterteilt, um die Flächen und Fehlerwerte zu verringern. Dadurch erhält man Wasserpiegellagen mit deutlich geringerer Abweichung bei den Höhenwerten. Durch die Eingabe des entsprechenden Höhenwertes des Teillayers beim Import in LandXplorer werden die grafischen Artefakte unterdrückt und es entstehen homogene Wasserflächen (s. Abb. 3, rechts).

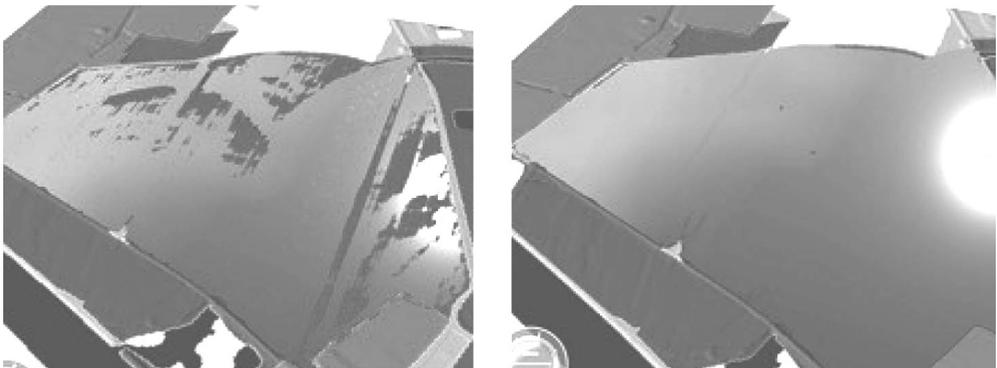


Abb. 3: Gewässerdarstellung als fehlerhaftes (links) und korrektes CityGML-Objekt

2.2 Vegetation

Neben der realitätsnahen Gewässerdarstellung ist auch die Vegetation von entscheidender Bedeutung. Da mehr als 80 % des Untersuchungsgebietes mit Wald bedeckt ist, lag hier der zweite Schwerpunkt der Visualisierung.

Für die spätere Vegetationsdarstellung auf Grundlage der Bestandesfeinkartierung werden Pflanzenobjekte benötigt. Diese können für die Umsetzung in LandXplorer als Symbole, Flächen oder Volumen vorliegen. Symbole können sogenannten dreidimensionalen Grundprimitiven entsprechen. Eine Flächendarstellung von Pflanzen kann neben der Verwendung eines Bildes im Hintergrund in einer 3D-Szene auch als Billboard auftreten, bei der eine Fläche erstellt wird. Diese sind jedoch nur bedingt zu empfehlen, da sie in Abhängigkeit des Betrachtungswinkels eine fehlerhafte Darstellung hervorrufen.

Um mehr Realitätsnähe zu erlangen, wurden in diesem Projekt fast ausschließlich Volumenmodelle gewählt, die im 3ds-Format vorlagen. Sie wurden in einer früheren Diplom-

arbeit von Gürcan Timi Sander, welche sich mit den Möglichkeiten der Vegetationsdarstellung in 3D beschäftigt hat, entnommen und stammen von VBvisual.

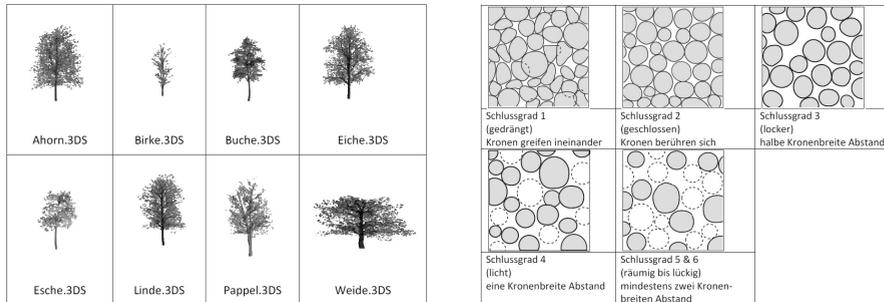


Abb. 4: Verwendete 3ds-Modelle (links), Schlussgrad-Stufen Waldvegetation (rechts, aus Schweizerisches Landesforstinventar 2005, überarbeitet)

Das Ziel für die Darstellung von 3D-Vegetations-Modellen in LandXplorer ist es, aus den Polygonflächen der Bestandesfeinkartierung (BFK), die lediglich die flächenhafte Ausbreitung einer bestimmten Hauptbaumart aufzeigen (s. Abb. 5. links), in Punktelayer zu überführen. Dabei sollen diese Punktelayer mehrere Kriterien erfüllen, um eine möglichst realitätsnahe Darstellung der Vegetation zu erreichen. Darunter fallen folgende Punkte:

- Zufällige Verteilung der Baumstandorte, in Abhängigkeit zur Fläche
- Höhenangabe für entsprechende Baumart in einem Areal, in Abhängigkeit vom Alter
- Bezug zu entsprechendem 3D-Baum-Modell

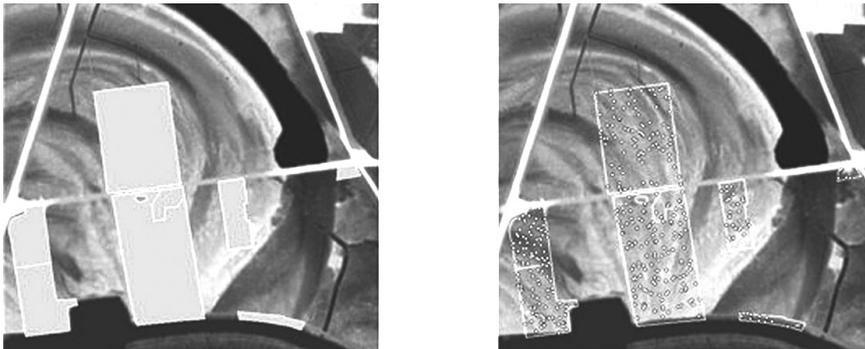


Abb. 5: Polygonflächen der Feinkartierung (links), generierte Punktdatensatz (rechts)

Auf Basis der Informationen aus der Bestandesfeinkartierung (u. a. Hauptbaumart, dGz-Klasse (durchschnittlicher Gesamtwuchs), Alter) konnten weitere Informationen abgeleitet werden wie Baumhöhe, die Anzahl der Bäume in einem Areal in Abhängigkeit von Höhe und Größenverhältnis sowie die daraus resultierende Anzahl der Bäume in einem Areal in Abhängigkeit des Schlussgrades (s. Abb. 4 rechts).

3 Ergebnisse

Neben den hydrologischen Daten und der Vegetation wurden weitere räumliche Informationen wie Luftbilder, Landnutzung, geplante Bauwerke, Häuser, etc. in das 3D-Modell integriert. Abschließend wurden Kamerapfade angelegt und diverse Filmabschnitte erzeugt. Diese wurden ergänzend mit Standbildern und textlichen, erläuternden Informationen in einem Filmschnittprogramm (Adobe Premiere) zusammengesetzt und als Movie-file (.flv) abgespeichert.

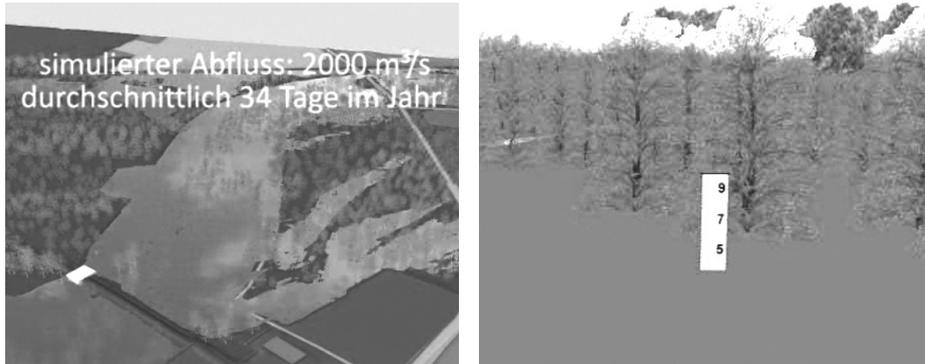


Abb. 5: Screenshots aus dem Abschlussvideo

Literatur

- MACH, R. & PETSCHKE, P. (2006): Visualisierung digitaler Gelände- und Landschaftsdaten. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.
- SANDER, G. T. (2010): Möglichkeiten der Vegetationsdarstellung in einem 3D-Stadtmodell. Diplomarbeit, Hochschule Karlsruhe.
- SCHWEIZERISCHES LANDESFORSTINVENTAR (2005): MID 266 Schlussgrad (Code). <http://www.lfi.ch/dienstleist/catalogfnc.php?fnc=loadPdf&mid=266> (01.12.2011).