

Konfliktmanagement in der räumlichen Planung

- INTERAKTIVE ANALYSE IM KONTEXT DER ENERGIEWENDE -

RALF GUTBELL, FRAUNHOFER IGD UND TU DARMSTADT, FG GRIS

Die Energiewende erzeugt durch die nötigen Ausbauten der Windparks und der benötigten Stromtrassen, in den betroffenen Gebieten Konflikte zwischen dem Projektinhaber und den regionalen Gemeinden. Im laufenden von der Hessenagentur geförderten Projekt 3D-VIS wird ein System entwickelt, welches gleichzeitig zur Darstellung und zur Kommunikation von Großprojekten eingesetzt werden soll. Technischen herausfordernd ist die Integration heterogener Daten und die Entwicklung eines Präsentations- und Interaktionskonzeptes.

Entwickelt wird dabei eine Softwarepipeline basierend auf dem CityServer3D, um ein Landschaftsbild mit hohem Wiedererkennungswert basierend auf dem X3D Standard erzeugen zu können. Parallel wird für die Vermittlung der komplexen Informationen ein Interaktionskonzept für Multi-Touch Geräte entwickelt. Ziel des Konzeptes ist eine interaktive Multi-Touch Navigation für den 3D Raum mit 2D Karten, wie Bauplänen oder Konfliktkarten, zu kombinieren.

1 Problemstellung

Zu Zeiten der Energiewende in Deutschland entstehen eine Reihe an Interessenskonflikten zwischen den Beteiligten und Betroffenen durch die nötigen Ausbauten der Energieanlagen, oder der nötigen Infrastruktur. Die Konflikte entstehen in Gemeinden, in deren Landstrich die Windräder oder die Stromtrassen platziert werden. Die Bürger sorgen sich dabei über die Veränderungen in ihrer Heimat, wie das aktuelle Beispiel der neu geplanten Stromtrasse vom Norden in den Süden Deutschlands¹ zeigt. Zudem kostet die Kommunikation der Planung und der nötigen Entscheidungsfindung zwischen den Planungsphasen innerhalb der Projektbeteiligten viel Zeit. All diese Faktoren verzögern die Energiewende, was wiederum Ressourcen kostet.

Dabei zeigte sich, dass es an der Verständlichkeit der präsentierten Informationen mangelt. Meist wird eine Vielzahl an Plänen benötigt, die unterschiedliche Informationen, wie Lärmsimulationen, Baupläne, etc., darstellen. Dabei ist nicht nur die Unübersichtlichkeit ein Problem, sondern auch die Art der Information. Diese liegen oft nur als Fachinformationen vor, welche ohne ein entsprechendes Fachverständnis unverständlich sind.

Die Idee ist mit Hilfe von Computertechnologie Informationen verständlich aufzubereiten und zu individualisieren. Mit dieser Zielsetzung fördert die Hessenagentur das Projekt 3D-VIS „Visualisierung in der räumlichen Planung“. Im Rahmen des Projekts wird ein System entwickelt, das mit Geländedaten, Orthophotos und zum Beispiel Katasterdaten eine realistische Abbildung einer betroffenen Region erzeugt und diese mit den Informationen des darzustellenden Bauprojekts kombiniert.

¹ Tagesschau: „Von Wilster nach Grafenrheinfeld“:
<http://www.tagesschau.de/wirtschaft/stromtrasse100.html>

2 Zielsetzung

Das entwickelte System, des noch laufenden Projekt 3D-VIS, erstellt eine 3D Szene für ein betroffenes Teilgebiet, aufbauend auf einer digitalen Datengrundlage von einem großflächigen Gebiet. Dabei werden nicht alle verfügbaren Daten visualisiert sondern das entsprechende Teilgebiet, in dem Konflikte durch das Bauprojekt auftreten. Aus den Daten wird eine realistische 3D Szene generiert werden, die folgende Elemente enthält:

- Realitätsnahes Geländemodell mit Texturen
- Gebäude
- Große Vegetation

Diese grundlegenden Daten werden meist von den lokalen Behörden oder Landesämtern angeboten. Diese werden kombiniert mit den Planungsdaten des Bauprojektes, welche aus folgenden Daten bestehen:

- Aktuelle Laserscandaten zu dem betroffenen Gebiet und die dazugehörigen Orthophotos
- Planungsdaten zu dem Bauprojekt
 - Koordinatenliste
 - CAD Modelle
- Raumwiderstandspläne
- Simulationsergebnisse zu zum Beispiel Lärmausbreitung

Diese heterogenen Daten werden kombiniert und mit dem System visualisiert.

Das System wird bei dem Bürgerbeteiligungsverfahren von nicht speziell geschultem Personal zur Präsentation genutzt wird, was hohe Ansprüche an das Bedienungskonzept stellt. Hier ist das Ziel die 3D Szene mit bekannten Bedienungsmetaphern erkundbar zu machen und dabei den Zugang zu einer Vielzahl an Informationen durch eine ansprechende und übersichtliche Präsentation zu ermöglichen.

3 Anforderungsliste

Es wurde mit den Projektteilnehmern (siehe Absatz 8) eine Anforderungsliste für das System erstellt. Die Anforderungen erweitern die im Absatz 2 beschriebene Grundfunktionalität, welche die Erstellung und Darstellung einer realistischen 3D Szene umfasst. Die erweiterten Funktionalitäten sind:

- **Multi-Touch Interaktionskonzept:** Die Bedienung des Systems soll auf Multi-Touch Geräten funktionieren. Hierbei sollen die Interaktionsmetaphern an gängige Bedienkonzepte angelehnt sein, um eine schnelle Eingewöhnungszeit für den Benutzer zu ermöglichen.

- **Anzeige von Metainformationen:** Zu einem Bauvorhaben existieren eine große Menge an Daten, welche zur Präsentation des Bauprojektes interessant sind. Diese Informationen liegen georeferenziert vor, so dass sie in die 3D Szene eingebunden und durch ein Informationssymbol ausgewählt werden können. Durch die Auswahl wird ein Fenster mit den entsprechenden Informationen erscheinen.
- **Einblendung von GIS Informationen:** Flächeninformationen, welche im gängigen Shape-Format² vorliegen, sollen in die 3D Szene eingebunden und als farbige und transparente Flächen angezeigt werden können, wie es heutzutage in GIS üblich ist. Die Darstellung soll über ein Auswahlmü in der Bedienoberfläche an- und ausschaltbar sein.
- **Messfunktionen:** Wie in GIS Applikationen bekannt, soll die Distanz zwischen zwei wählbaren Punkten messbar sein. Die Wahl dieser Funktion geschieht über ein Werkzeugsymbol, welches Teil der Benutzeroberfläche ist.
- **Kamerahotspots:** Es sollen Positionen festgelegt werden können, welche mit der Kamera durch einen Klick auf ein Kamerasymbol angefahren werden. So soll die Auswirkung des Bauprojektes auf repräsentative Standorte dargestellt werden.
- **Akkurater Sonnenstand und Schattenwurf:** Ein sensibler Punkt bei Bauprojekten ist der entstehende Schattenwurf. Um einen realistischen Schattenwurf berechnen zu können, bietet das System die Möglichkeit ein beliebiges Datum und Uhrzeit auswählen zu können. Dies wird benötigt um den genauen Sonnenstand zu berechnen, welcher eine korrekte Berechnung der Schatten in der 3D Szene ermöglicht.
- **Übersichtskarten:** Zur besseren Übersicht sollen 2D Karten angezeigt werden können. Auf diesen ist die Kameraposition dargestellt, um dem Betrachter die Orientierung zu erleichtern.

4 Technische Grundlage

3D-VIS setzt technisch auf drei Komponenten auf. Zur Aufbereitung der Daten und der Export als 3D Szene wird der CityServer3D³ genutzt und erweitert. Als Visualisierungsframework dient InstantReality⁴ und als Präsentationstool wird ein Multi-Touch Tisch (MTT) genutzt. Diese drei Komponenten werden in den folgenden Unterabsätzen kurz erläutert.

² Shape-Format: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

³ CityServer3D: <http://www.cityserver3d.de/de/>

⁴ InstantReality: <http://www.instantreality.org/>

4.1 CityServer3D

Der CityServer3D ist eine Software-Suite zur Speicherung, Visualisierung und Verarbeitung von zwei- und dreidimensionalen Geodaten. Mit Hilfe der Serverkomponenten des CityServer3D können Anwender Geoinformationen aus verschiedenen Quellen zusammenfassen und verwalten. Verschiedene Web-Services stellen diese Daten dann unterschiedlichen Anwendungen bereit. Dazu gehören beispielsweise die Stadtplanung, Lärmkartierung, Standortmanagement, Bebauungsplanung oder das Stadtmarketing. Ein Administrations-Tool unterstützt die Sachbearbeiter dabei, sich frei in einem Landschaftsmodell zu bewegen, Objekte hinzuzufügen oder zu entfernen und mit Fachdaten zu hinterlegen. Verschiedene Viewer sowie eine Anbindung an die InstantReality-Technologie des Fraunhofer IGD ermöglichen die integrierte Visualisierung auf PCs, im Browser oder auf einem Multi-Touch Gerät.

4.2 InstantReality

Das InstantReality Framework ist eine hoch performantes 3D-Rendering System, welches verschiedene Komponenten, wie den OpenSG Szenengraph, InstantIO und die VisionLib zu einem konsistenten Interface verknüpft.

Das Framework bietet eine Menge an Funktionalitäten, um Anwendungen für virtuelle oder erweiterte Realitäten entwickeln zu können. Das Framework wird laufend weiter entwickelt mit dem Ziel eine einfache Anwendungsschnittstelle zu bieten, welche die neusten Forschungsergebnisse in den Feldern des realistischen Renderings und 3D Interaktion implementiert.

4.3 Multi-Touch Tisch

Im Projekt wird der TOUCHLAB⁵ (siehe Abbildung 1) von NMY verwendet. Er ist ein Multi-Touch Terminal für Messen, Showrooms und Roadshows. Mit der derzeit besten Multi-Touch



Abbildung 1: Multi-Touch Tisch "Touchlab" von NMY im Einsatz.

⁵ Touchlab: <http://www.nmy-touchlab.de/>

Technologie für die Erkennung von bis zu 32 Fingern, einem integrierten Hochleistungscomputer und einem Sound- und Lichtsystem ist er geeignet für anspruchsvolle Präsentationen vor mehreren Zuschauern.

5 Umsetzung und Ergebnisse

Die Entwicklung des Systems konzentriert sich auf drei Punkte. Die Entwicklung einer Bedienungs Oberfläche, das Interaktionskonzept für die Multi-Touch Umgebung und die Erweiterungen am CityServer3D, um die definierte Anforderungsliste aus Absatz 2 umzusetzen. Folgend werden die bereits im jetzigen Projektstatus entwickelten Anforderungen erklärt.

5.1 Bedienungs Oberfläche

Der Erfolg eines Produktes definiert sich zu einem großen Teil über die Benutzungsfreundlichkeit. Dabei steht die Interaktion mit den gegebenen Daten im Vordergrund. In Abbildung 2 ist der aktuelle Entwicklungsstand der Bedienungs Oberfläche abgebildet. Sie besteht aus den folgenden zwei Elementen.

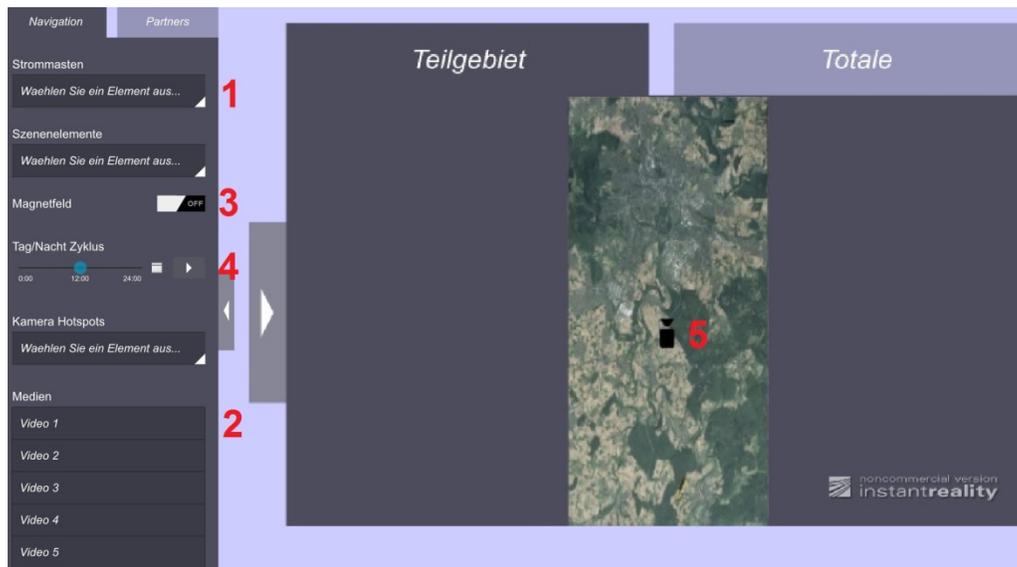


Abbildung 2: Aktueller Entwicklungsstand der GUI. Die Übersichtskarte auf der rechten Seite wurde skaliert zur besseren Erkennung des Kamerasymbols (5). Die Nummerierungen dienen zum Referenzieren im Text.

5.1.1 Linke Navigationsleiste

Auf der linken Seite der Abbildung ist der Teil der Benutzungsoberfläche zu sehen, die der Interaktion mit den Informationen in der 3D Szene dient. Die Listen können zur Anzeige von Widerstandsplänen dienen, verschiedene Kamerahotspots anwählen oder aber andere Elemente der 3D Szene an- und ausschalten.

Dazu gibt es zwei verschiedene Arten von anwählbaren Listen. Zum einen eine ausklappbare Form, welche in der Abbildung 2 als Referenz 1 markiert ist, zum anderen gibt es eine direkt sichtbare Auflistung, welche mit der Zahl zwei in der Abbildung referenziert ist.

Zur Auswahl des Sonnenstandes gibt es ein eigenständiges Element, welches in Abbildung 2 mit 4 markiert ist. Über den Wählbalken lässt sich stufenlos eine Tageszeit auswählen, welche in Kombination mit der Auswahl des Datums einen eindeutigen Sonnenstand ergibt. Die Berechnung des Sonnenstands beruht auf der Arbeit von BLANCO-MURIEL, M. ET AL..

Zur Darstellung von zum Beispiel Magnetfeldern oder aber auch Lärmausbreitungen gibt es einen Wählschalter, um diese in der 3D Szene sichtbar zu machen. Dieser ist mit der Zahl drei in der Abbildung 2 markiert.

5.1.2 Rechte Navigationsleiste

Auf der rechten Seite in Abbildung 1 bietet die Benutzungsoberfläche einen Container zur Anzeige von verschiedenen 2D Karten. Diese sind über Reiter oben auf dem Container anwählbar und können beliebiges georeferenziert Kartenmaterial einblenden. So kann auch die aktuelle Kameraposition errechnet und auf den Karten angezeigt werden, wie in Abbildung 2 neben Referenz 5 angedeutet ist. Dies dient der besseren Orientierung.

5.2 Interaktionskonzept

Da das System Multi-Touch Geräte unterstützen soll, wurde ein passendes Interaktionskonzept für InstantReality entwickelt. Das Konzept soll die standardmäßige Navigation in einer 3D Szene unterstützen, wie die freie Bewegung in allen drei Dimensionen und Kamerarotation. Um den Einstieg für einen neuen Benutzer so leicht wie möglich zu gestalten, greift das Konzept Ideen von ähnlichen und bekannten Applikationen auf. Der Benutzer soll bei der Interaktion das Gefühl haben als würde er die Finger auf das Gelände legen und dieses damit verschieben.

Dabei unterscheidet die entwickelte Interaktion die Berührung der 3D Szene mit einem oder zwei Finger. Mit zwei Fingern wird navigiert, um sich durch die Szene zu bewegen und mit einem Finger wird die Blickrichtung der Kamera geändert, um ein Objekt aus verschiedenen Richtungen und Perspektiven betrachten zu können. In Abbildung 1 ist das System auf dem Multi-Touch Tisch in Aktion zu sehen.

5.3 Erweiterung des Cityserver3D

Der Cityserver besitzt eine interne Visualisierungskomponente, welche die verwalteten Daten darstellen kann, siehe THUM, S.. Für 3D-VIS wird aber das leistungsfähigere Visualisierungsframework von InstantReality (siehe Absatz 4.2) genutzt. Der CityServer3D exportiert die verwalteten Daten in dem zu InstantReality passenden X3D Format. Für die Anforderungen von 3D-VIS wurden am CityServer3D bisher folgende Erweiterungen vorgenommen.

5.3.1 Platzierung von Trassen

Für den Fall der Platzierung von einer Stromtrasse wurde der CityServer3D erweitert, dass er anhand einer Definition von einer Trasse eine korrekte Nachbildung der Stromtrasse als 3D Modell generiert. Die Definition muss dabei den Standpunkt, den Typ der Masten und weitere Informationen enthalten. Hierzu werden die korrekten Masttypen platziert und passend zueinander rotiert. Abbildung 3 zeigt eine Rekonstruktion einer Trasse entlang eines

Waldgebiets. Die Verbindung durch die Stromseile wird zukünftig, wenn gegeben, durch eine Koordinatenliste aus der Planung, oder aber mathematisch angenähert, nachgebildet.



Abbildung 3: Darstellung eines Trassenteilstücks, deren Strommasten manuell mit Stromseilen verbunden wurden.

5.3.2 Rekonstruktion von Baumdaten

Der CityServer3D unterstützt die Platzierung von Bäumen über Katasterdaten. Für das Projekt liegt aber kein Baumkataster vor, so dass eine realistische Baumplatzierung über die Kombination, der gegebenen Daten (siehe Absatz 2) erfolgen muss.

Zur Platzierung der Bäume werden die klassifizierten Laserdaten genutzt. Dazu werden die unregelmäßigen Höhendaten aufbereitet, so dass eine Punktwolke entsteht, deren Punkte zueinander einen Mindestabstand einhalten. An diesen Punkten wird dann über das digitale Oberflächen- und Geländemodell die Höhe der darzustellenden Bäume ermittelt. Durch die Kombination dieser drei Datenquellen ist eine realistische Rekonstruktion von Baumdaten möglich, welche Sichtanalysen ermöglichen. Abbildung 4 zeigt den Anwendungsfall der Sichtanalyse. Es ist gut zu erkennen wie der Mast rechts von den davor liegenden Bäumen größtenteils verdeckt wird.

5.3.3 Lokale Unterteilung der 3D Objekte

Durch die Menge an darzustellenden Objekten, wie Bäumen, Gebäuden, Stromtrassen und Windenergieanlagen werden diese lokal unterteilt, um das Konzept von Level-of-Detail (LoD) umzusetzen. Hierzu wird das gewünschte Gebiet in gleichmäßige Flächen aufgeteilt. Für diese wird geprüft wie viele Objekte enthalten sind. Falls diese Menge einen wählbaren Grenzwert überschreitet, wird dieses Gebiet wiederum in vier Teilgebiete unterteilt. Dieses Verfahren wiederholt sich so oft, bis alle erzeugten Teilgebiete den gewählten Grenzwert an Objekten nicht

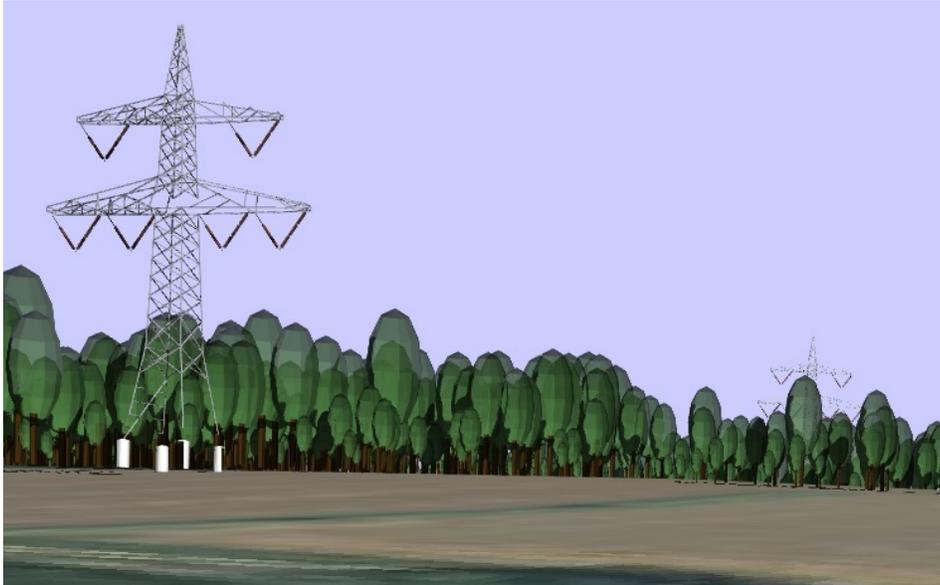


Abbildung 4: Darstellung eines Trassenstückes aus der Fußgängerperspektive. Hier sind die Einflüsse auf das Landschaftsbild gut erkennbar.

mehr überschreiten. Diese Teilgebiete werden dann als LoD Knoten in der 3D Szene genutzt, was den Effekt hat, dass nur Teilgebiete, welche nah zur Kamera liegen, in voller Detailgenauigkeit, oder überhaupt angezeigt werden. Je weiter die Kamera sich entfernt umso weniger Objekte werden dargestellt, was einen Performancegewinn bedeutet.

6 Ausblick

Das Projekt 3D-VIS zeigt, dass die Kombination aus Computergrafik und Datenverarbeitung als Werkzeug zur Kommunikation bei einer Bürgerbeteiligung und zur Entscheidungsfindung während der Planung eines Bauprojekts viel Potenzial bietet. Es existieren viele Ideen das Konzept zu verbessern und auszubauen. Folgend werden die drei interessantesten Ideen für die Zukunft kurz erläutert.

6.1 Fotorealistisches Rendering

Die Möglichkeiten die Darstellungsqualität zu verbessern und der Realität anzunähern sind vielfältig. Vielversprechend ist die Verbesserung der Hintergrundszene beziehungsweise des Himmels. Hier könnten verschiedenste Arbeiten in das System implementiert werden, wie zum Beispiel die Arbeit von MÜLLER, D. ET AL., welche auch im Open-Source Projekte „osgHimmel“⁶ angeboten wird. Es bietet eine korrekte Darstellung der Sonnenposition mit Verdeckungseffekten der Wolken und ebenso eine korrekte Darstellung des Nachhimmels. Weiter könnten atmosphärische Effekte implementiert werden, um die Veränderung der Lichtfarbe abhängig von Wolken, Dunst oder ähnlichen Effekten nachzubilden, wie es in BRUNETON, E. ET AL. beschrieben ist.

⁶ osgHimmel: <https://code.google.com/p/osghimmel/>

6.2 Augmented Reality⁷

Die Idee der virtuellen Bürgerbeteiligung lässt sich dahingehend erweitern, dass diese nicht nur vor einer Gruppe von Menschen von einem Moderator auf einem Gerät geführt wird. Die Präsentation von Bauvorhaben durch digitale Modelle wäre in Verbindung mit Augmented Reality eine interessante Perspektive. So könnte der Bürger mit seinem Smartphone in einem betroffenen Gebiet auf dem Display über die reale Umgebung die geplanten Bauvorhaben eingeblendet bekommen, siehe dazu OLBRICH, M., ET AL..

Wenn die Herausforderung einer Registrierung dieser digitalen Objekte in die reale Landschaft bewältigt wäre, wäre diese Form der Darstellung eine sinnvolle Ergänzung im Anschluss einer komplett virtuellen und geführten Präsentation.

6.3 Online-Beteiligung

Das System von 3D-VIS lässt sich so erweitern, dass während der geführten Präsentation oder aber auch falls das System als Exponat für den Bürger zugänglich ist, Kommentare zu dem Bauprojekt digital abgegeben werden können. Der Kommentar wäre dabei georeferenziert, so dass die Zuordnung zu einem Teil des Bauprojektes direkt gegeben wäre. Diese können automatisch in eine Datenbank überführt und verwaltet werden. Als Ergänzung zu den traditionellen Wegen der Bürgerbeteiligungen wird es die Erhebung, Verwaltung und Zugriff auf diese Informationen vereinheitlichen und beschleunigen.

7 Fazit

Die Diskussionen zu den Projekttreffen zeigen, dass in der Verbindung von Geodaten, Bauplanungsdaten und einer modernen Multi-Touch Interaktion großes Potential liegt. Das gilt zum einen für die Kommunikation von Großprojekten aber auch für die Konfliktlösung und Entscheidungsfindung. Die Reaktionen auf die Zwischenergebnisse zeigen, dass die virtuelle Darstellung dem Betrachter einen guten Eindruck des Bauprojektes vermittelt. Das fertige System wird noch dieses Jahr probeweise bei einer Bürgerbeteiligung genutzt.

Weiterhin ist das Konzept so flexibel, dass Erweiterungen, wie in Absatz 6 zum Beispiel erwähnt, gewünscht sind. Dabei ist auch die Erweiterung der Funktionalität auf spezielle Anwendungsfelder, wie zum Beispiel den Straßenbau, angedacht.

8 Acknowledgements

Das Projekt 3D-VIS „Visualisierung in der räumlichen Planung“ ist von der Hessenagentur finanziell gefördert. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt von Fraunhofer IGD Darmstadt, NMY | Mixed-Reality Communication GmbH, tim - traffic information and management GmbH, der HLG - Hessische Landesgesellschaft mbH, InGeoForum und der HLBG - Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation.

⁷ Augmented Reality: <http://www.augmentedrealityon.com>

9 Literaturverzeichnis

BLANCO-MURIEL, M., ALARCÓN-PADILLA, D. C., LÓPEZ-MORATALLA, T. & LARA-COIRA, M., 2001, Computing the Solar Vector. *Solar Energy*, 70, 431--441.

BRUNETON, E. & NEYRET, F., 2008, Precomputed Atmospheric Scattering. *Computer Graphics Forum*, 27, 1079-1086.

MÜLLER, D., ENGEL, J. & DÖLLNER, J., 2012, Single-Pass Rendering of Day and Night Sky Phenomena.. In M. Goesele, T. Grosch, H. Theisel, K. D. Toennies & B. Preim (eds.), *VMV* (p./pp. 55-62), : Eurographics Association. ISBN: 978-3-905673-95-1

OLBRICH, M., GRAF, H., KAHN, S., ENGELKE, T., KEIL, J., RIESS, P., WEBEL, S., BOCKHOLT, U. & PICINBONO, G., 2013,. Augmented reality supporting user-centric building information management. *The Visual Computer*, 29, 1093-1105.

THUM, S., 2009, Szenarioorientierte Darstellung heterogener Geodaten, Publica Fraunhofer



Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 366/13-05) wird im Rahmen von Hessen Modellprojekte als KMU-Modell- und Pilotprojekt (MPP) aus Mitteln des Landes Hessen und der Europäischen Union (Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung – EFRE) gefördert.