

Visualisierung von und Interaktion mit Geodaten im 3D-Internet mit XML3D

PHILIPP SLUSALLEK

Zusammenfassung: Das Web ist heute eine mächtige Anwendungsplattform für fast alle Arten von Anwendungen. Eine Ausnahme sind interaktive 3D-Anwendungen, die zwar möglich sind, aber eine Programmierung auf hardware-naher Ebene erfordern. In diesem Paper stellen wir XML3D vor, eine direkte Erweiterung von HTML zur Beschreibung von interaktiven und dynamischen 3D-Inhalten, die sich besonders gut auch für Geodaten eignet. Wir gehen kurz auf die Technologie von XML3D ein, beschreiben die Rolle von XML3D im Kontext von dienstbasierten Architekturen, geben einen Überblick über zahlreiche in Umfeld von XML3D entstehende Dienste und verschiedene Anwendungen im Geo-Kontext.

1 Motivation

Geodaten finden heute eine sehr breite Verwendung für verschiedenste professionelle und private Anwendungsgebiete. Neben der Geodatenerfassung und deren Verwaltung in Datenbanken und ihrer Nutzung innerhalb von Anwendungen, kommt der direkten 2D- und 3D-Präsentation (Visualisierung) als elektronische 2D-Karten oder zur 3D-Navigation eine immer wichtigere Rolle zu. Darüber hinaus kann die Visualisierung aber auch ergänzt werden, um durch direkte Interaktion mit den Geodaten auf andere, damit verknüpfte Daten und Dienste zuzugreifen. So kann etwa (mit entsprechender Berechtigung) ein Click auf ein Gebäude etwa die Daten des Katasteramtes, des Wasserwerks, der Elektrizitätsversorgung oder ganz anderer Quellen anzeigen bzw. zur Interaktion anbieten.

Zu dieser direkten Visualisierung und Interaktion mit den Geodaten selbst, kommt aber immer stärker auch die indirekte Nutzung von Geodaten. Dabei stehen nicht mehr die Geodaten selbst im Mittelpunkt, sondern andere Anwendungen und deren Daten. Die Geodaten dienen dort als Hilfsmittel, um die eigentlichen Anwendungszwecke zu erfüllen. So haben viele verfügbare Daten (z.B. über Wetter, Verkehr, Einkommensverteilung, Wahlverhalten, Handynutzung, Artensterben, Energieverbrauch, etc.) einen lokalisierten Bezug zu der realen Welt aus der sie stammen und damit auch zu ihrer Geographie und den zugehörigen Geoinformationen. Die Visualisierung und anderweitige Nutzung dieser Daten setzt daher in vielen Fällen die Verfügbarkeit passender Geodaten voraus bzw. kann davon stark profitieren. Auch wenn die Geodaten selbst damit nicht mehr so stark im Zentrum stehen wie bisher, wird ihre Bedeutung und Verbreitung in Zukunft dadurch noch deutlich steigen.

Diese breitere Nutzung von Geodaten hat wichtige Konsequenzen. So wird es weniger auf spezielle Visualisierungsanwendungen für Geodaten ankommen, sondern es sind Werkzeuge gefragt, die einfach in beliebige andere Anwendungen integriert werden können, ohne dass deren Entwickler unbedingt ein Experte für Visualisierung oder Geodaten sein muss. Dabei kommt modernen Web-Anwendungen, die jederzeit auf beliebigen Endgeräten laufen, eine ganz besondere Bedeutung zu.

Hier setzen unsere aktuellen Arbeiten zum 3D-Internet und vor allem zu XML3D an, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen. Neben der XML3D-Technologie selbst, stelle ich kurz die Einbettung von XML3D in dienstorientierte Architekturen vor, diskutiere aktuelle Standardisierungsaktivitäten sowie einige unserer darauf aufbauenden Anwendungen. Besonders interessant sind vor allem auch die Aktivitäten rund um das europäische Future-Internet Forschungsprogramm, in dem Geodaten und ihre indirekte Nutzung eine große Rolle spielen und viele Werkzeuge entwickelt werden, die im Kontext von Geodaten generell relevant sein sollten.

2 XML3D und das 3D-Internet

Das Web definiert sich vor allem über **HTML** zur Beschreibung der auf einer Webseite zu präsentierenden Informationen und ihrer hierarchischen Struktur. HTML bietet heute eine sogenannte Rich-Media-Umgebung, die verschiedenste Medien in einfach zu kombinierender Form anbietet. Es sind vor allem zu nennen: Text mit sehr reichhaltiger Formatierung, statische Bilder und gestreamte Videodaten. Mit Hilfe von CSS (Cascading Style Sheets) kann das Aussehen und Layout der Elemente einer Webseite sehr flexibel angepasst werden und als eingebaute Programmiersprache erlaubt Javascript die Definition einer sehr flexiblen Anwendungslogik. Auf dieser Basis entstehen heute reichhaltige Web-Anwendungen, die inzwischen oftmals besser nutzbar sind als native Anwendungen und Apps.

Für Geodaten fehlt dem Web allerdings die Möglichkeit der 3D-Visualisierung als Teil von HTML. Seit kurzem gibt es zwar WebGL, hier muss ein Web-Entwickler allerdings in die (Un-)Tiefen von hardware-naher Grafikprogrammierung eintauchen, um 3D-Daten zu visualisieren. Er muss sich um State-Updates, Buffer-Management, Shadow-Maps, Multipass-Rendering und viele andere Details kümmern, die sich den meisten Web-Entwicklern nur schlecht erschließen. Selbst Javascript-Bibliotheken wie Three.js helfen hier nur beschränkt, da sie weiterhin eine aufwändige Einarbeitung und detaillierte Graphikkenntnisse erfordern. Entsprechend sind heute nur relativ wenige interaktive 3D-Web-Anwendungen verfügbar.

Der neue, zur Standardisierung vorgeschlagene Ansatz „XML3D“ bindet dagegen die notwendigen Elemente, um eine 3D-Welt im Browser darstellen und damit interagieren zu können, in Programmierart und Syntax unmittelbar in HTML ein. XML3D ist eine native Erweiterung von HTML5 und erfordert weder Plug-Ins oder spezielle Browser. Die Spracherweiterung wird vielmehr in entsprechende Web-Seiten als XML3D.js eingebettet und steht dann in vollem Funktionsumfang in jedem modernen Browser zur Verfügung. Dies ermöglicht es Web-Entwicklern, ihre bestehenden Web-Programmierkenntnisse nahtlos auch auf 3D-Welten anzuwenden. XML3D führt nur einige wenige, neue Elemente in HTML ein: Ein `<data>`-Element erlaubt es die zu einem Objekt gehörenden Daten (z.B. Position der Eckpunkte, Farben, Temperatur und andere Attribute) generisch zu definieren. Die Datenblöcke können dabei auch in externen Dateien gespeichert sein, die mit Hilfe von URLs adressiert und automatisch geladen werden, genauso wie das heute schon bei Bildern in HTML geschieht. Das neue `<mesh>`-Element referenziert einen solchen `<data>`-Block und interpretiert ihn als Geometriedaten, die angezeigt werden. Neben flächiger Geometrie (Dreiecke) erlaubt XML3D auch die Darstellung von Volumen und Punktdaten.

Eine aktuelle Erweiterung von XML3D (shade.js) erlaubt es, aus frei verfügbaren Materialbibliotheken, passende Materialeigenschaften einer Geometrie zuzuweisen, wie z.B. Asphalt, Kopfsteinpflaster und anderes. Shade.js bietet dazu erstmals systemübergreifend beschriebene Materialien, die auch in anderen Systemen beliebig wiederverwendet werden können. Auch eigene Materialien können mit shade.js sehr einfach selbst definiert werden. Shade.js ist ebenso wie XML3D.js nativ in eine Web-Seite eingebettet und steht nach dem Laden der Seite in einen Browser voll zur Verfügung.

Mit Hilfe des <group>-Elements können die geometrischen Objekte hierarchisch zusammengefasst und organisiert werden. Dabei können die Gruppen im Raum relativ zu ihrer Umgebung platziert werden. Einige andere Elemente zur Definition von Lichtquellen und virtueller Kamera ergänzen XML3D. Ähnlich zu dem bekannten -Element definiert dann die Positionierung eines umschließenden <xml3d>-Elements den Platz auf der Web-Seite, wo die 3D-Daten dargestellt werden sollen.

Wichtig ist dabei, dass alle diese neuen Elemente gleichwertig neben den bisherigen 2D-Elementen einer Web-Seite stehen und sich auch genauso programmieren lassen. So kann Benutzerinteraktion an 3D-Elementen exakt genauso realisiert werden, wie das heute bei 2D-Web-Elementen wie Text oder Bildern passiert. Ein einfaches Attribut „onclick=do_something()“ ruft bei einem Klick auf das (sichtbare) 3D-Objekt genauso die genannte Javascript-Funktion auf, als wenn das Attribut an einem Text-Element hängen würde. Die aufgerufene Funktion kann dann je nach angeklicktem (3D-) Objekt auswählen welche Funktionalität ausgeführt werden soll bzw. welche anderen Informationen angezeigt werden sollen. Dabei stehen alle Elemente der Web-Seite, ob traditionelles 2D- oder neues 3D-Element, zur Verfügung. Zum Beispiel kann ein 2D-Text neben dem 3D-Fenster angepasst werden, um die mit dem 3D-Objekt verknüpften Informationen aus einer Datenbank darzustellen. Andererseits kann die Interaktionen mit den 2D-Elementen die 3D-Szene dynamisch und in Echtzeit verändern.

Selbst Animationen, Bildverarbeitung, und sogar Augmented Reality (AR: „Erweiterte Realität“, also die exakt registrierte Überlagerung und Integration von virtuellen 2D/3D-Daten in Videostreams der realen Welt) können mit XML3D einfach realisiert werden: Vordefinierte Operatoren für Animation (Skelet-Animationen, Skinning, etc.) können an <data>-Elemente angehängt und kaskadiert werden und liefern dann zum Beispiel entsprechend modifizierte Daten für die Darstellung von animierten Charakteren. Neben vordefinierten Operatoren können hier auch eigene definiert werden. Auf die gleiche Weise können auch Bild- und Videodaten mit entsprechenden Operatoren bearbeitet werden (z.B. Aufhellen, Kontrastverstärkung, etc.), bevor sie in der Szene benutzt werden. Gleichzeitig kann mittels AR-Operatoren aus Videodaten die relative Position der Kamera in Bezug auf definierte Objekte der realen Welt bestimmt werden, um dann in Echtzeit zusätzliche Informationen, die ggf. aus Datenbanken abgefragt werden, in den Echtzeit-Videostream zu integrieren.

XML3D ist selbst in Javascript implementiert und läuft auf allen modernen Web-Browsern, wie Firefox, Chrome und dem neuen Internet Explorer 11. Auch mobile Geräte werden unterstützt, wobei dort naturgemäß noch Einschränkungen bezüglich der Performanz und der Modellgröße bestehen. Diese Einschränkungen reduzieren sich aber schnell mit jedem neuen Mobilgeräten und entsprechend angepasster Software.

3 XML3D und dienstorientierte Architekturen

Neben der Entwicklung der Grundlagentechnologie wie XML3D beschäftigt sich das DFKI als anwendungsorientiertes Forschungsinstitut natürlich auch mit Anwendungen sowie dem gesamten „Ökosystem“ bzw. Systemumfeld rund um solche neuen Technologien.

XML3D spielt zum Beispiel eine zentrale Rolle bei dienstorientierten Anwendungen, da es erstmals erlaubt auch interaktive 3D-Anwendungen in einem dienstorientierten Umfeld zu betreiben, wie es in Abbildung 1 dargestellt ist. Hier bietet XML3D im Browser dem Anwender eine 3D-Benutzer-schnittstelle. Die Anwendungslogik läuft dabei meist komplett im Browser, kann aber jederzeit auf passende Dienste aus dem gesamten Internet zugreifen. Bei Geodaten werden dafür oft die von der Open Geospatial Consortium (OGC) definierten Dienstschnittstellen benutzt, die von einem Web-Entwickler aber auch einfach mit beliebigen anderen Diensten kombiniert werden können.

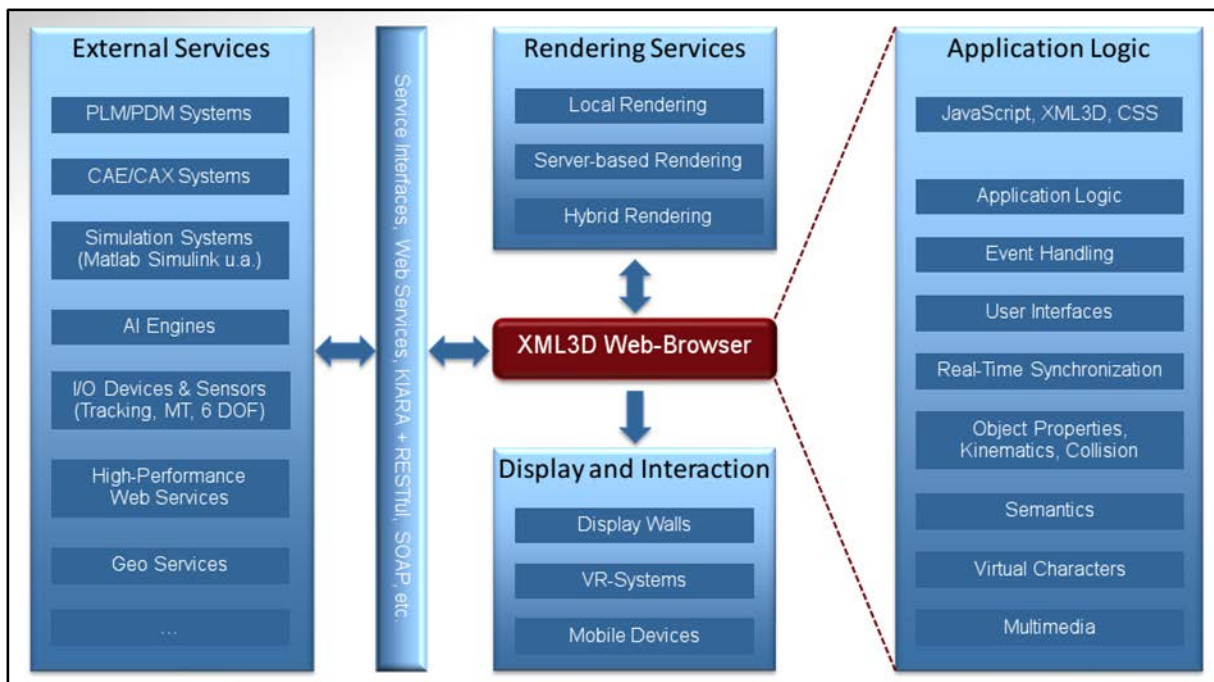


Abb. 1: Dienstorientierte Anwendungsumgebung mit XML3D. Der Web-Browser stellt das zentrale Medium zur Benutzerinteraktion dar, in dem auch die Anwendungslogik und die Benutzerschnittstelle verortet sind. Darüber hinaus kann das Rendering und die Darstellung (ggf. über das Internet) gesteuert werden. Der wesentliche Punkt ist allerdings die einfache Ansteuerung und Integration von Diensten die irgendwo im Internet laufen (links, in der „Cloud“).

In diesem dienst-orientierten Kontext entwickelt das DFKI zurzeit eine ganze Reihe an weiteren Diensten, zum Teil zusammen mit internationalen Projektpartnern (siehe weiter unten):

- **GIS-Data-Server:** Diese liefern die Geodaten im XML3D- oder anderem Formaten, um sie einfach mit anwendungsspezifischen Daten integrieren zu können. Hier setzen wir vor allem auf OGC W3DS und ähnliche Dienste, die wir um das XML3D-Format erweitert haben.

- **Synchronisations-Server:** Dieser Dienst erlaubt den Aufbau von kollaborativen und in Echtzeit synchronisierten 3D-Umgebungen, in denen Änderungen am 3D-Modell in Echtzeit an alle Nutzer verteilt werden (d.h. Shared Virtual Worlds).
- **Cloud-Rendering-Server:** Um auch sehr große 3D-Modelle auf kleinen oder mobilen Geräten nutzen zu können, kann die Datenhaltung und das Rendering weitgehend in den Server verlagert werden. Die Bilddaten werden dann per Video-Streaming an den Web-Browser geschickt, wo weiterhin die Darstellung und Interaktion erfolgt, als ob das Modell lokal gerendert worden wäre.
- **Display as a Service (DaaS):** Die visuelle Präsentation der 3D-Szene muss nicht immer im Browser selbst erfolgen. Mit „Display as a Service“ können die Bilddaten nicht nur auf einem direkt angeschlossenen Bildschirm angezeigt werden, sondern auch im Internet zur Verfügung gestellt und auf beliebig vielen DaaS-fähigen Bildschirmen gleichzeitig und synchron dargestellt werden. Dabei kann das Bild beliebig positioniert und skaliert werden. Ein DaaS-Bildschirm kann dabei auch aus vielen einzelnen Bildschirmen bestehen, die zusammen eine große, zusammenhängende Display-Wand ergeben.
- **Point-of-Interest-(POI)-Server:** Dieser Dienst stellt eine einheitliche Schnittstelle zu statischen und dynamischen Informationen über Orte und Dinge in der (virtuellen) Welt zur Verfügung. Wir gehen dabei über aktuelle POI-Standardisierungsaktivitäten hinaus und binden auch AR-Informationen, animierte und interaktive 3D-Modelle und andere Erweiterungen ein. Diese Erweiterungen sollen in den zukünftigen Standardisierungsprozess einfließen.
- **WebComponents:** Diese objektorientierte Erweiterung zu HTML erlaubt es, einfache 3D-„Widgets“ zu erstellen, die dann parametrisiert und vom Darstellungsstil angepasst werden können. WebComponents können zum Beispiel genutzt werden, um POI-Daten einfach, einheitlich und an den Stil einer Anwendung angepasst in eine 3D-Szene einzubetten.
- **Augmented-Reality (AR):** Mit Hilfe von speziellen Bildverarbeitungs-Algorithmen werden Funktionen zur Verfügung gestellt, die eine Echtzeit-Erkennung von AR-Markern oder beliebigen Bildmerkmalen in Life-Videostreamen im Web-Browser erlauben. Relativ zu diesen 3D-Markern können zum Beispiel 3D-Modelle platziert und in das Videobild integriert werden.
- **Internet of Things (IoT):** Diese Technologie erlaubt es für Gegenstände aus der realen Welt Informationen aber auch Dienste über das Internet anzubieten. Das reicht von einfachen Produktdaten bis hin zur Gebäude- und Industrieautomation.
- **Real-Virtual-Interaction:** Dieser Service erlaubt es mittels 3D-Interaktion auf Objekte der realen Welt (z.B. Lichtschalter, Heizungssteuerung, etc.) zuzugreifen. Mittels AR können über das Video realer Objekte dann (ggf. gar nicht sichtbare) virtuelle Objekte platziert werden, die eine Visualisierung von Informationen (z.B. aktueller Zustand) bzw. eine direkte Interaktion mit den Objekten erlauben (z.B. Licht an/aus).

- **Virtuelle Menschmodelle:** 3D-Welten sind sehr leer und „leblo“, wenn sie nicht von animierten und interaktiven Mensch- (und Tier-) Modellen „bewohnt“ werden. Deren realistisches Aussehen und Verhalten stellt aber nach wie vor höchste Ansprüche an die Computergraphik. Hier sollen praktisch nutzbare 3D-Menschmodelle mit passenden Animationen bereit gestellt werden (z.B. Gesichts- und Gestenanimation, parametrisierte Bewegungssynthese, etc.).
- **Semantik:** Rein geometrische 3D-Modelle können zwar visualisiert werden, bieten aber sonst wenig Möglichkeiten, da der Rechner nicht weiß, was diese Geometrie darstellt. Werden die 3D-Modelle jedoch mit semantischen Informationen angereichert (z.B. „Dies ist ein Bürgersteig, eine Straße, ein Baum, oder eine Tür“), dann können sie sinnvoll von anderen Diensten genutzt werden. XML3D unterstützt hier die flexible semantische Annotation von 3D-Modellen mittels des RDF/a-Formats.
- **Künstliche Intelligenz (KI):** Ist die Semantik der Objekte in einer 3D-Welt bekannt, können KI-Algorithmen darauf aufbauend weitere sinnvolle Dienste anbieten. So kann zum Beispiel ein Fußgänger auf dem Bürgersteig zu seinem Ziel navigieren, anderen Fußgängern ausweichen, an roten Ampeln anhalten, und automatisch den (jetzt in seiner Funktion bekannten) Ampelknopf drücken, damit es bald grün wird.
- **3D-Editor:** Hier wird ein Browser-Dienst entwickelt, mit dem 3D-Modelle einfach zusammengestellt und im Browser selbst editiert werden können. Dies soll auch unerfahrenen Entwicklern ermöglichen, relativ einfach 3D-Szenen aus vorhandenem Rohmaterial (3D-Objekte, Materialien, Animationen, etc.) zu erstellen bzw. diese anzupassen.

Natürlich bietet diese Liste nur eine kleine Auswahl der prinzipiell unbeschränkten Anzahl an Diensten, die für Geo- und 3D-Daten nützlich sind. Sie stellen aber eine gewisse Grundfunktionalität zur Verfügung, die in vielen Anwendungen immer wieder gebraucht wird.

4 XML3D: Standardisierung und das „Ökosystem“

Um eine gewisse Konsistenz bei Diensten im Kontext des 3D-Internets sicherstellen zu können, ist Standardisierung ein wichtiges Element. Im Kontext von XML3D haben wir schon früh beim W3C, der zentralen Standardisierungsorganisation für das Web, die Community Group „Declarative 3D for the Web“ gegründet, die eine Standardisierung vorbereiten soll.

Darüber hinaus sind inzwischen XML3D und viele der darauf aufbauenden Dienste (siehe oben) als sogenannte „Generic Enabler“ Teil des großen (mit 500 M€) von der EU geförderten „Future-Internet“-Programms, und hier speziell des sogenannte Projektes **FI-WARE** (<http://fi-ware.eu>). FI-WARE hat sich zum Ziel gesetzt, einen umfassenden und konsistenten Satz an Grundlagendiensten (Generic Enabler) zu entwickeln, die die wichtigsten Basisfunktionalitäten des zukünftigen Internets zur Verfügung stellen. Dazu gehören jetzt eben auch die Basisfunktionalitäten für interaktive und dynamische 3D (Geo-) Daten.

Auf den Generic Enablern von FI-WARE wiederum bauen die „Specific Enabler“ des Projektes **FI-Content** (<http://mediafi.org>) innerhalb des Future-Internet-Programms auf. Diese Specific Enabler gehen noch einmal deutlich über die Grundfunktionalitäten hinaus und fokussieren stärker auf AR-basierte Computerspiele sowie kollaborative virtuelle Umgebungen (sowie weitere hier weniger relevante Themen). Hier finden sich dann zum Beispiel Funktionen zur akkuraten Bestimmung von Beleuchtung in AR-Szenarien oder die Emulation von Kameraartefakten (Rauschen, Bewegungsunschärfe, etc.) um virtuelle Objekte möglichst realistisch und nahtlos mit der realen Welt zu verschmelzen. Zwar sind diese Specific Enabler für ein bestimmtes Marktsegment entworfen, sind darüber hinaus aber auch in vielen anderen Anwendungsbereichen (z.B. Geodaten) nützlich und gut einsetzbar.

Das Future-Internet Programm der EU ist nicht nur wegen den genannten technischen Beiträgen interessant, es bietet auch eine ganze Reihe weiterer Vorteile – nicht nur im Kontext von Geodaten:

- **FI-LAB** (<http://lab.fi-ware.eu/>): Dies ist eine Cloud-Umgebung in der jedermann fast alle Dienste des Future-Internets-Programms kostenlos testen kann. Zwar ist ein kommerzieller Einsatz ausgeschlossen, es soll aber in Zukunft einen nahtlosen Transfer von in FI-LAB entwickelten Cloud-Anwendungen in ein kommerzielles Umfeld geben. Neben den Generic Enablern sollen hier in den nächsten Monaten auch die Specific Enabler des Future-Internet-Programms zur Verfügung stehen.
- **XIFI** (<http://www.fi-xifi.eu>): XIFI baut europaweite Cloud-Infrastrukturen auf, die den am Programm Beteiligten kostenlos zur Verfügung stehen und später in breiter verfügbare, kommerzielle Angebote übergeführt werden sollen. Diese und andere Anbieter sollen dann die Cloud-Infrastrukturen für kommerzielle Future-Internet-Anwendungen bieten.
- **Future Internet, Phase-3**: Mit diesem wahrscheinlich Mitte 2014 startenden Programm der EU sollen KMUs (kleine und mittelständige Unternehmen) sowie selbstständige Web-Entwickler („Web-Entrepreneurs“) mit insgesamt 100 M€ für die Entwicklung von kommerziellen Anwendungen auf Basis der Generic und Specific Enablern gefördert werden. Zu dem Programm gehört auch Punkte wie Training, Support, und ähnliches.

Insgesamt ist das Ziel des Future-Internet-Programms, dass die dort geförderte Aktivitäten und Ergebnisse in sich langfristig selbsttragende Strukturen überführt werden können. Alle Generic Enabler und viele Specific Enabler sollen zum Beispiel als Open-Source vorliegen, um so einer Monopolisierung der Dienste vorzubeugen. Höherwertige, kommerzielle Implementierungen dieser Dienste sind aber weiterhin möglich und gewollt.

5 XML3D-basierte Anwendungen

Im Rahmen von verschiedenen Projekten realisiert das DFKI verschiedene Anwendungen auf der oben beschriebenen dienstorientierten Web-Architektur und den Generic und Specific Enablern aus dem Future-Internet-Programm.

Im Folgenden sind dazu einige Beispiele mit Bezug zu Geodaten aufgeführt. So wurde zusammen mit der Stadt Saarlouis und ihrem Stadtmuseum die ursprünglich von Sebastien de Vauban entworfene, aber heute weitgehend zerstörte, originale Festungsstadt in 3D komplett rekonstruiert. Eine wesentliche Rolle spielten darin die heutigen Geländemodelle, die nur lokal angepasst werden mussten (siehe Abb. 2, links).

In dem regionalen Projekt „InSitu“ geht es um die Erstellung einer Anwendung, die das virtuelle Training von leitenden Notärzten und Einsatzkräften für den Einsatz bei Großschadensereignissen ermöglichen soll (siehe Abb. 2, rechts). Dazu werden vorhandene Geodaten von Städten (hier Saarbrücken) als Grundlage genommen, und – falls notwendig – um Detaildaten ergänzt (hier z.B. ein detailliertes Tunnelmodell).

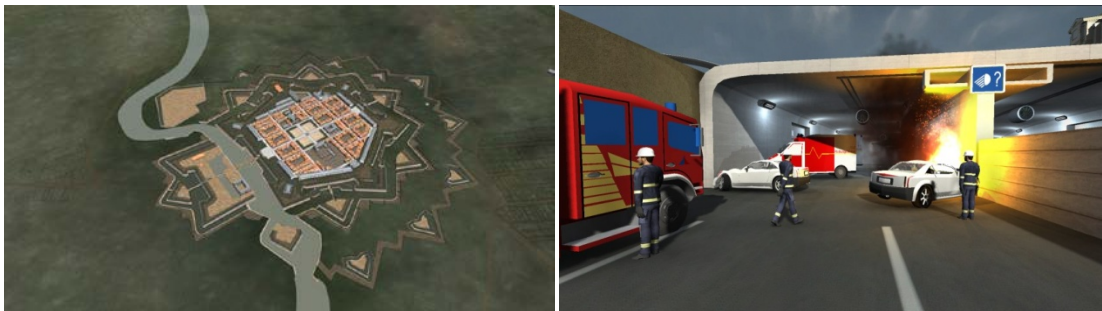


Abb. 2: Zwei Anwendungen auf Basis von XML3D: Die Visualisierung der Rekonstruktion der 300 Jahre alten Festungsstadt Saarlouis, erbaut von französischen Festungsbaumeister Sebastien de Vauban (links) und die VR-Darstellung eines mit XML3D zusammengestellten Großunfallszenarios für das Training der leitenden Notärzte sowie der Einsatzkräfte (rechts).

In einem Industrieprojekt wurde ein OGC W3DS-Server entwickelt, der automatisch Daten aus OpenStreetMap (OSM) in XML3D-basierte 3D-Modelle umwandelt. Dabei werden semantische Attribute wie „Zahl der Geschosse“ oder „Shop“ benutzt, um die 3D-Daten möglichst intelligent aus den sehr spärlichen 2D-Daten in OSM zu erzeugen (siehe Abb.3).



Abb. 3: Ein automatisch aus OpenStreetMap erzeugtes, einfaches 3D-Modell der Saarbrücker Innenstadt. Aus den reinen 2D-Daten in OSM werden mit Hilfe von Attributen angepasste 3D-Modelle erzeugt: Hier etwa durch Nutzen einer Apotheken-Textur (Gebäude links) bei einer entsprechenden Annotation des Grundrisses in den OSM-Daten.

6 Zusammenfassung

Insgesamt hat sich gezeigt, dass sich XML3D sehr gut eignet, um relativ schnell 3D-Anwendungen im Web zu erstellen. Die bisher oft noch fehlende Unterstützung durch passende Werkzeuge wird durch entsprechende Entwicklung im Rahmen einer ganzen Reihe an Forschungs- und Industrieprojekten ständig verbessert.

Insbesondere für Geodaten kann XML3D und die sich darum herum aufbauende Systemlandschaft von strategischer Bedeutung sein, da es immer weniger um die Visualisierung der Geodaten selbst geht, sondern diese verstärkt in andere Anwendungen integriert werden müssen. Insbesondere für Web-Anwendungen – aber auch darüber hinaus – stellt XML3D hier wesentliche Grundlagen zur Verfügung. Diese werden aktuell durch eine große Anzahl von, auf XML3D aufbauenden Diensten ergänzt, die im Rahmen des Future-Internet-Programms in ein langfristig stabiles und nachhaltiges Ökosystem rund um diese 3D-Web-Technologie eingebettet werden sollen.