

# Der Virtuelle Wald

## Eine ISO/OGC-konforme 4D-Geodateninfrastruktur für den Cluster Wald und Holz

René Thiele<sup>1)</sup>, Jürgen Rossmann<sup>2)</sup>, Michael Schluse<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>CPA Systems GmbH  
Grantham-Allee 2-8  
53757 Sankt Augustin  
thiele@supportgis.de


<sup>2)</sup>Institut für Mensch-Maschine-Interaktion, RWTH Aachen  
{rossmann,schluse}@mmi.rwth-aachen.de

**Abstract:** Mit dem Waldmanagementsystem „Virtueller Wald“<sup>1</sup> ([www.virtuellerwald.net](http://www.virtuellerwald.net)) gehen die sprichwörtlichen Zeiten, in denen man den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen konnte, dem Ende entgegen. Grundlage hierfür ist eine flächendeckende, qualitativ hochwertige, aktuelle, auswertbare georeferenzierte Waldinventur, die mit Unterstützung leistungsfähiger Sensordaten verarbeitender Algorithmen auf der Basis vorhandener und flächendeckend verfügbarer Geobasis- und Geofachdaten abgeleitet und vielfältigen Anwendungen zur Verfügung gestellt wird. Hierzu definiert der Virtuelle Wald eine 4D-Geodateninfrastruktur, welche von der Datenmodellierung über die Datenhaltung bis hin zur Datenbereitstellung und -präsentation konsequent auf den für die Geodatenverarbeitung relevanten Normen und Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) sowie der ISO/TC211 aufsetzt.

### 1. Hintergrund und Zielsetzung

Ziel des Virtuellen Waldes ist die Entwicklung eines zentralen Kristallisationspunktes für die vielfältigen Prozesse rund um den Wald. Entsprechend vielfältig sind die Anwendungen. Diese reichen von der kostengünstigen Durchführung von Waldinventur und -bewertung über aussagekräftige Waldwachstumsprognosen und Waldbrandsimulationen, dem effizienten Holzein- und -verkauf und der zielgerichteten Holzmobilisierung bis hin zur effektiven Planung und Durchführung von Hiebsmaßnahmen. Im Bereich des Umwelt-, Natur- und Klimaschutzes trägt der Virtuelle Wald durch seine umfassende Datenbasis, die darauf aufbauende Simulation von Zukunftsszenarien, die intuitiv verständliche Visualisierung von Planungsvarianten sowie dem Maßnahmenmonitoring zur

---

<sup>1</sup>  Dieses Projekt wird durch die Europäische Union und das Land Nordrhein-Westfalen kofinanziert, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Europa – Investition in unsere Zukunft.

Sicherstellung einer nachhaltigen Forstwirtschaft bei.

## **2. Datengrundlage**

Grundlage aller dieser Anwendungen ist eine georeferenziert auswertbare Waldinventur. Hierzu wurden neue Sensordaten verarbeitende Algorithmen zur Ableitung einer einzelbaumscharfen Baumartenklassifikation sowie einer Bestandes- und Einzelbauminventur entwickelt [Ros09]. Wichtiges Entwicklungsziel hierbei ist die weitestgehende Verwendung bereits verfügbarer Geobasis- (z. B. Bild- und Laserscannerdaten) und Geofachdaten. So kann bereits heute in Nordrhein-Westfalen eine bestandesweise Waldinventur ohne kostenaufwändige Datenerfassungen landesweit durchgeführt werden, lediglich eine weitere Satellitendatenquelle ist notwendig. Durch eine halbautomatische Nachbearbeitung wird diese Inventur dann dort wo notwendig effizient qualitätsgesichert. Das Ergebnis sind qualitativ hochwertigere Inventuren zu deutlich geringeren Kosten.

## **3. Geodatenmanagement mit einem ISO/OGC-konformen 4D-GIS**

Um den vielfältigen Anwendungen und Anwendungsszenarien des Virtuellen Waldes gerecht zu werden war die Entwicklung eines effizienten Geodatenmanagementsystems notwendig, mit dessen Hilfe diese heterogenen und komplex strukturierten raumbezogenen Informationen verarbeitet, gespeichert und bereitgestellt werden können. Dabei müssen sowohl topografische und andere Hintergrundinformationen als auch Einzelbaumdaten als „digitale Visitenkarten“ (Geokoordinate, Höhe, Durchmesser, etc.) abrufbar und über verfügbare Clientsysteme wie Browser oder Desktopanwendungen präsentierbar sein. Dies gilt sowohl für 2D- als auch für 3D-Informationen.

Aus dem Anspruch einer nachhaltigen und systemneutralen Nutzbarkeit des Waldinformationssystem und einer semantikorientierten Modellierung ergab sich die Notwendigkeit sowohl das Datenmanagement als auch die Bereitstellungsmechanismen entsprechend international gültiger Normen und Standards auszurichten. Für den Bereich des Geoinformationswesens werden derartige Normen vom Technical Committee TC211 der ISO in der Normenreihe 19100 definiert. Entsprechende, ISO-konforme Implementierungsspezifikationen werden vom Industriekonsortium OGC veröffentlicht. Die bedeutendste Spezifikation des OGC ist die Geography Markup Language (GML) zur Beschreibung raumbezogener Informationen. Hierdurch können im Gegensatz zu rein relationalen Ansätzen objektorientierte Paradigmen wie Vererbung, Aggregation oder Komposition verlustfrei in Geodatenbanken überführt werden, so dass eine realitätsnahe Beschreibung und Ablage von Waldinformationen in der Datenbank möglich wurde. Auf Grundlage dieser normierten Modellbildungsregeln wurde das Informationsmodell des Virtuellen Waldes als komplexes, semantisches Modell als sogenanntes „WaldGML“ definiert und in die GML-Datenbank der Firma CPA Systems GmbH überführt. Dieses Datenhaltungssystem bietet die Möglichkeit, GML-basierte Datenmodelle über deren Beschreibung als XML-Schemadatei (XSD) auf die Speicherstrukturen marktüblicher relationaler Datenbanken abzubilden. Für den Anwendungsfall des Virtuellen Waldes

wurde nach ausgiebigen Untersuchungen die Open-Source-Datenbank PostgreSQL favorisiert, da sie mit dem Modul PostGIS bereits effiziente Speicher- und Indexstrukturen für räumliche Daten anbietet und somit auch große Geodatensätze mit mehreren 100 Millionen Einzelbäumen beherrscht.

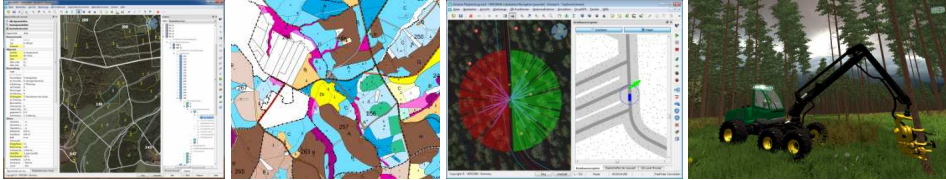


Abbildung 1: Exemplarische Anwendungen von WaldGML und WaldSLD (von links): Bestandesinventur, Forstkarte, Lokalisation und Fahrzeugsimulation

Darüber hinaus stellte die Bereitstellung der Daten im Sinne einer Geodateninfrastruktur eine wesentliche Anforderung an das Waldinformationssystem dar. Um eine herstellerneutrale und Webdienst-taugliche Versorgung mit Geodaten zu gewährleisten, hatte auch hier die Umsetzung von OGC-Standards höchste Priorität. Als OpenGIS Web Services (OWS) ist eine Reihe von Spezifikationen zum webbasierten Austausch von Geodaten international standardisiert. Insbesondere der Kartendienst-Standard WMS (Web Mapping Service) sowie der GML-Dienst-Standard WFS (Web Feature Service) werden von den gängigen GIS-Produkten unterstützt und sind bereits heute Bestandteil öffentlicher Geodaten-Infrastrukturen (GDI-DE, INSPIRE).

## 4. Mehrwerteffekte des ISO/OGC-konformen GIS

Neben der Erkenntnis, dass mit der Verwaltung der Daten des Virtuellen Waldes eine herstellerneutrale, standardisierte und zugleich effiziente und transparente Modellierung von raumbezogenen Daten möglich ist, erzeugt dieses Vorgehen auch unmittelbare Mehrwerteffekte für die Weiterverarbeitung und Auswertung von Geodaten.

### 4.1 Zeitmanagement

Zu Zwecken des Monitorings und der Langzeitanalyse des Waldes sowie für die Simulation von Wachstumsmodellen war ein Zeitmanagement auf Objekt- und Attributebene erforderlich. Eine Veränderung von Objekteigenschaften muss dauerhaft nachvollziehbar und somit im Datenmodell hinterlegt sein. Das konzeptionelle Modell der GML-Spezifikation hat diese Anforderung im Standard ISO 19108 bereits aufgegriffen und den Begriff der Zeit als Dimension gleichberechtigt zum Raum definiert. Auf Grundlage dieser Definitionen wurde ein „Zeitenmodell“ für den Virtuellen Wald definiert und in die GML-Datenhaltung integriert.

### 4.2 Kartenproduktion über die WaldSLD

Zur einheitlichen Beschreibung von Signaturvorschriften zu Zwecken der Kartenproduk-

tion oder zur Symbolisierung von Karten über Webdienste (WMS) existiert in Anlehnung an GML eine XML-basierte Auszeichnungssprache unter der Bezeichnung SLD (*Styled Layer Descriptor*). Unter Verwendung dieser Syntax wurde für den Virtuellen Wald ein Präsentationsprofil mit dem Namen „WaldSLD“ entwickelt. Mit diesem ist es möglich, aus den in der Datenbank hinterlegten Vektordaten mit gezielten Anfragen druckfertige Karten entsprechend einer Signaturvorschrift einschließlich Legenden und Charts abzuleiten (siehe auch Abbildung ). Weitergehende Funktionalitäten ermöglichen darüber hinaus die Ableitung komplexer geostatistischer Auswertungen.

### 4.3 Zugriffssteuerung über GeoXACML

Die eingesetzte GML-Datenbank unterstützt mit GeoXACML ein auf Standards basiertes Konzept zur Beschreibung und Übertragung von Zugriffsrechten. In Verbindung mit Protokollen zur Authentifizierung (wie zum Beispiel SAML) ist eine gezielte Steuerung von Nutzerrechten bis auf Klassen- und Objektebene möglich, die auch und insbesondere über die beschriebenen OGC-Dienste-Schnittstellen ausgewertet werden.

## 5. Fazit

Mit dem Virtuellen Wald steht erstmals eine technische Infrastruktur bereit, mit der die für ein unter ökologischen wie ökonomischen Gesichtspunkten effizientes Waldmanagement erforderlichen Informationen über einheitliche Schnittstellen gezielt abrufbar sind und ausgewertet sowie verändert werden können. Durch die konsequente Umsetzung von internationalen Normen und Standards, sowohl in der Modellierung als auch in der Bereitstellung, werden implizit Mehrwerte für die Datenhaltung und Bereitstellung geschaffen, mit denen auch zukünftigen Anforderungen an ein Waldmanagementsystem begegnet werden kann. Eine Einbindung von und in vorhandene Geodateninfrastrukturen ermöglicht die direkte und medienbruchfreie Nutzung der Walddaten in unterschiedlichen Anwendungsumgebungen. Auf diese Weise konnte mit dem Virtuellen Wald ein Kristallisationspunkt für die vielfältigen Prozesse rund um den Cluster Wald & Holz realisiert werden, mit dem der Datenerhebungsaufwand deutlich reduziert, die Daten verarbeitenden Algorithmen vereinfacht, die Daten und deren Bereitstellung standardisiert, die Datenqualität gesichert, die Anwendungen harmonisiert und die Kommunikation unter den Beteiligten optimiert werden kann.

## Literaturverzeichnis

- [OGC] OpenGIS: Geography Markup Language, Version 3.2.1, Open Geospatial Consortium, 2007, <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
- [Ros09] Rossmann, J., Schluse, M., Bücken, A., Hoppen, M.: Large Area Forest Inventory And Management Using Remote Sensing Data - Combining Single Tree and Stand Level in a 4D-GIS-System", Proceedings of the IUFRO Division 4 Conference on Extending Forest Inventory and Monitoring, Quebec City, Canada, 2009.