

3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen – Basis für die transparente, kontextbasierte Informationsbereitstellung im Indoor-/Outdoor-Bereich

Manfred Mittlböck¹, Laura Knoth¹, Bernhard Vockner¹

¹RSA iSPACE, Salzburg · manfred.mittlböck@researchstudio.at

Zusammenfassung: Aktuelle Studien zeigen, dass vor allem in Anlagenbereichen zur Verfügung stehen. Um Nutzern diese Informationen kontextbasiert bestmöglich zur Verfügung stellen zu können, kann neben der Zeit auch der Raum in 2D und 3D als Gliederungsebene unterstützen. Für eine erfolgreiche Integration all dieser Informationen und Datenströme gilt es den Mehrwert von 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen aufzuzeigen. 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen sind ein Lösungsansatz, um diese Inhalte für das Verständnis und die Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette in Produktionsumgebungen zu öffnen.

Schlüsselwörter: Gebäudemodellierung, GDI, Industrie 4.0, Indoor Information

Abstract: Current baseline studies reveal a situation where an increasing amount of information is available within production environments through the integration of sensors and additional assets. In order to provide this data in a context-based manner to users, not only time can be used to organize this information, but also 2D and 3D building-information. To integrate all this information, 3D Enterprise SDIs can be designed and implemented to harmonise all kinds of data. 3D Enterprise SDIs are an approach to open this information to create and understanding and to optimize the whole value chain in smart factories.

Keywords: Building Modelling, SDI, smart factory, indoor information

1 Einleitung

Mit der steigenden Anzahl raumzeitlicher Informationsbestände erhöht sich auch der Anspruch der Verwertung und die Anforderungen an die Präsentation dieser Inhalte: Es gilt dabei, große raumzeitliche Datenbestände so aufzubereiten, dass diese ad hoc und den Anforderungen moderner Medien-Kommunikationstechniken entsprechend, dem Nutzer z. B. in Form von digitalen Karten, Augmented Reality oder Virtual Reality, einfach und kontextbasiert zur Verfügung gestellt werden können. Neben der Gliederungsebene Zeit können anwendungsneutral 2D- und 3D-Innenraumumgebungsmodelle als Grundlage für eine solche Kontextualisierung herangezogen werden.

In den letzten Jahren konnte eine steigende Nachfrage nach hoch aufgelösten Innenraumdaten beobachtet werden (EL-MEKAWY 2010, BILJECKI et al. 2015), nicht nur für Indoor-Positionierung und -navigation, sondern auch für die Orientierung von Rettungskräften im Einsatz und im Bereich von Industrie 4.0. In intelligenten Produktionsumgebungen können mit dem Einsatz einer zusätzlichen räumlichen Kontextualisierung neue, erweiterten Anforderungen der Mensch-Maschine-Interaktion für Indoor-Positionierung, Produktionsgüter-Monitoring, Orientierung, lokationsabhängiger Steuerung, Betriebssicherheit sowie die situative Wahrnehmung des Personals und der Maschinen besser unterstützt werden.

In den folgenden Kapiteln wird zunächst jene Anlageninfrastrukturen beschrieben, in welchem erweiterte 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen zum Einsatz kommen sollen (Kap. 2), sowie dessen Komponenten (Kap. 3). In Kap. 3 und in Kap. 4 werden auszugsweise Herausforderungen für diese Integration vorgestellt. Kap. 5 präsentiert einige vorhandene Lösungsansätze. Anschließend wird in Kap. 6 darauf eingegangen, wie der von uns vorgeschlagene Lösungsansatz für 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen aussieht.

2 Geoinformation für intelligente 3D-Anlageninfrastrukturen

Der von der deutschen Bundesregierung geprägte Begriff “Industrie 4.0” beschreibt die Digitalisierung der Industrie im Hinblick auf den Aufbau intelligenter Anlagen- und Produktionsumgebungen, in denen Mensch und Maschine gemeinsam interagieren und Aufgaben lösen. Mit dem „Internet der Dinge“ (Internet of Things, IoT) kann zudem die komplette Wertschöpfungskette vernetzt und digitalisiert werden, was Monitoring/Controlling als auch die Steuerung unterstützen und verbessern soll. Diese „Verknüpfung der virtuellen und physischen Welt“ (KAUDER et al. 2015) steigert nicht nur die Effizienz, sondern vereinfacht auch die Produktionsabläufe.

In Österreich treibt die von unterschiedlichen Akteuren gegründete Plattform „Industrie 4.0 Österreich – die Plattform für intelligente Produktion“ die Entwicklung und Implementierung von Technologien und Innovationen der Digitalisierung voran (VEREIN INDUSTRIE 4.0 ÖSTERREICH o. J.).

Derzeit werden Industriedaten digitalisiert und verknüpft, alle Produkte innerhalb des Cyberphysischen Produktionssystems (CPPS) sollen „eindeutig identifizierbar, jederzeit zu lokalisieren“ (KLEINHEMPEL et al. 2015) sein, gleichzeitig aber auch „ihren gegenwärtigen Zustand“ (ebd.) kennen, sowie „alternative Wege zur Zielerreichung“ (ebd.). Genau hier kann Geoinformation unterstützend als Kontextualisierung und zusätzliche neue gemeinsame Gliederungseinheit eingesetzt werden. Diese Einbeziehung ergänzt das Zusammenwachsen von technischen Prozessen mit den Geschäftsprozessen, welches ein umfassendes, reales wie digitales Verständnis der gesamten Wertschöpfungskette erfordert.

3 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturkomponenten

Für den Aufbau einer erweiterten 3D-Enterprise-Geodateninfrastruktur die auch für die Kontextualisierung von intelligenten Produktionsprozessen im Bereich von Industrie 4.0 herangezogen werden kann ist vor allem die Harmonisierung und Integration von vier Datenbereichen relevant. Diese umfassen die 1.) (Outdoor) Geodateninfrastrukturen und 2.) Gebäude/Anlagen-Infrastrukturen (indoor), 3.) Sensordatenströme sowie weitere 4.) digitale Ressourcen (vgl. Abb. 1). Während die (outdoor) Umgebungen in Geodateninfrastrukturen oft bereits in harmonisierter digitaler Form bereitstehen, müssen Gebäude/Anlagen-Infrastrukturen aktuell meist mittels harmonisierter Implementierungsstrategien transformiert werden, um diese nutzbar zu machen. Sensordatenströme (z. B. Temperatur, Luftfeuchte etc.) können häufig auch direkt in harmonisiert integriert werden, spezielle SCADA-Daten (Supervisory Control and Data Acquisition), welche Maschinendaten in Echtzeit liefern, bedürfen jedoch

oft einer weiteren Datentransformation. Digitale Ressourcen umfassen vor allem Dokumente, welche zusätzliche Informationen zu Maschinen und deren Wartung enthalten.

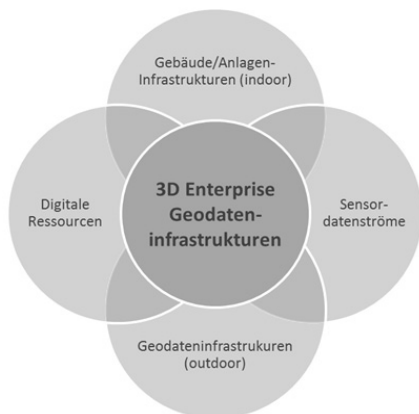


Abb. 1:
Datenteilbereiche von 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen

In Organisationen und Unternehmen lässt sich erkennen, dass die Verwaltung sowie die Verantwortlichkeiten all dieser Daten und Informationsgrundlagen und im speziellen für räumlich detaillierte 3D-Datengrundlagen (digitale Indoor-Infrastruktur) häufig auf verschiedene Abteilungen verteilt und die Datenführung zudem in technisch isolierten Systemen stattfindet. Diese Informationsbestände gilt es inhaltlich wie technisch anwendungsunabhängig mit semantischen ‚loose-coupling‘-Strategien zu harmonisieren und passend für die jeweilige Anwendung zu verlinken. Somit kann ein stabiles Fundament für die nachhaltige Modellierung von 2D- und 3D-Produktions-Innenraumumgebungen geschaffen werden.

Die Einbeziehung der raumzeitlichen Kontextualisierung bietet die Möglichkeit, die unternehmenseigenen (Produktions-)Prozesse und Dienstleistungen durch Monitoring/Control, Visualisierung sowie Analysen und Simulationen gliedern, verstehen und nachfolgend zielgerichtet zur Optimierung von Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch anwenden zu können.

4 Datenerhebung für digitale Indoor-Infrastrukturen

Um hinreichend genaue Daten für eine dreidimensionale Gebäudemodellierung zu erhalten, gibt es unterschiedliche etablierte Möglichkeiten. Bereits existierende Objekte können mittels Laserscan, Photogrammetrie oder direkt im Feld vermessen werden, um so die 3D-Geometrie errechnen zu können (HONG et al. 2015).

Ein anderer Ansatz befasst sich mit der Konvertierung von 2D- und 3D-CAD-Daten (Computer-Aided Design) in räumliche Datensätze. CAD-Systeme wurden ursprünglich entwickelt, um technische Designpläne digital mit einem maximalen geometrischen Detailgrad zeichnen zu können (ISIKDAG et al. 2008). Aufgrund dessen sind CAD-Pläne oft nicht objektorientiert und verwenden meist nur lokale Koordinatensysteme (ISIKDAG et al. 2013). Nutzt man CAD als geometrische Datengrundlage für eine Indoor-Modellierung, müssen diese nicht nur transformiert, sondern auch semantisch angereichert werden.

Da Semantik und Attributierung bei CAD eher eingeschränkt sind, lässt sich derzeit ein Trend zur Integration von Building Information Models (BIM) erkennen (YALCINKAYA & SINGH 2015), welche sehr detaillierte semantische Informationen enthalten. BIMs beschreiben sowohl die geometrischen als auch die semantischen Aspekte von Gebäuden während ihres kompletten Lebenszyklus für alle beteiligten Akteure. Allerdings ist es genau diese Informationsdichte, welche den Transfer in die Geodomäne so schwierig macht. Im Gegensatz zu geographischen Modellen setzt BIM nicht erst im „Istzustand“ eines Gebäudes, also nach dem Bau an, sondern bereits während der Designphase (ISIKDAG et al. 2013). Der Trend zu Szenarien basierten Planungsprozessen ist derzeit auch in der Geoinformatik als „GeoDesign“ zu beobachten (ANDREWS & KUEHNE 2016).

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung eines VGI-Ansatzes (Volunteered Geographic Information), welcher sich bereits bei Outdoor-Daten durch z. B. OpenStreetMap (OSM) etablieren konnte (GOETZ & ZIPF 2012; ELHAMSHARY & YOUSSEF 2015). Hier werden dem Nutzer die Infrastruktur und gegebenenfalls die Datenmodelle zur Verfügung gestellt und die Daten selbst von Laien erhoben.

5 Nahtlose Integration von Outdoor/Indoor

Nicht nur die Datenerhebung stellt eine Herausforderung dar, auch die grundsätzliche Trennung (semantisch und technisch) von Gebäuden und Umgebungsdaten spielt eine wesentliche Rolle. Der Hauptunterschied zwischen Outdoor und Indoor ist die Verwendung der dritten Dimension (TASHAKKORI et al. 2015). Während für Outdoor-Umgebungen oftmals 2D oder auch 2.5D (jedes Koordinatenpaar XY besitzt genau einen Wert Z) ausreichend ist, bedarf es für die Darstellung von Gebäuden mehr als einem Wert Z pro Koordinate, also einem 3D-Modell (CAUVIN et al. 2010). Eine Datenerfassung in 3D erleichtert nicht nur die visuelle Kommunikation von Indoor-Daten, sondern unterstützt den Nutzer auch im Verständnis von oftmals komplexen räumlichen und funktionellen Beziehungen im Modell (ISIKDAG et al. 2013; TASHAKKORI et al. 2015).

Weitere Differenzen sind die Nutzung von lokalen vs. geographischen Koordinatensystemen (ISIKDAG et al. 2013), sowie der Detailgrad (EL-MEKAWY 2010).

Aufgrund der Unterschiede zwischen Outdoor und Indoor und deren schwieriger Integration werden die Daten oft getrennt als unabhängige Komponenten gehandhabt und organisiert. Das ist zwar für einige Applikationen durchaus zielführend, verwehrt aber den Blick aufs „Big Picture“, z. B. der gemeinsamen Interaktion mit Gebäuden und deren Umwelt.

6 Modellierungsansätze

Bisher umgesetzte Lösungsansätze zur Modellierung und Integration von 3D-Innenraumdaten sind meist entweder sehr komplex oder nur für eine Visualisierung ausgelegt und können oft nicht für räumliche Analysen verwendet werden (TASHAKKORI et al. 2015).

Angelehnt an verfügbare Gebäude-Modellierungs-Standards aus verschiedenen Anwendungsdomänen (Architektur, Planung, Geoinformatik etc.) gilt es, die Informationsbestände

anwendungsunabhängig zu harmonisieren. Viele Ansätze haben den Fokus auf der Modellbildung zu Navigationszwecken (ISIKDAG et al. 2013; SCHOLZ & SCHABUS 2014; ELHAMSHARY & YOUSSEF 2015) oder Rettungseinsätzen (KIM et al. 2013; TASHAKKORI et al. 2015).

ISIKDAG et al. (2013) entwickelten ein Modell, welches auf BIM basiert, jedoch zu Navigationszwecken modifiziert und vereinfacht wurde. Das BO-IDM (BIM Oriented Indoor Modelling Methodology) enthält wesentliche strukturelle Teile eines Gebäudes, jedoch fehlt zur Implementierung als 3D-Enterprise-Geodateninfrastruktur die Möglichkeit zur Integration sowohl von Sensordaten als auch von Elementen innerhalb der Räume wie Maschinen, Möbelstücke oder auch Installationen (Sanitär, Kabel etc.).

Auch in EL-MEKAWY (2010) fehlen durch die starke Anlehnung an CityGML genauere Definitionen für Innenraumelemente.

TASHAKKORI et al. (2015) definieren zusätzlich zu den strukturelbildenden Elementen „*Environment Detectors*“, „*Emergency Utilities*“ sowie „*Fire Utilities*“. Diese entsprechen den Anforderungen für Rettungseinsätze, jedoch wären auch hier weitere Elemente wünschenswert, welche für eine Kontextualisierung intelligenter Produktionsumgebungen relevant sind.

7 Lösungsansatz 3D-Enterprise-Geodateninfrastrukturen

Die im Rahmen der Digitalisierung der Produktion anfallenden Daten und Datenströme (Internet of Things) sind auch heute noch häufig auf spezifische Anwendungen und isolierte Organisation ausgelegt. Wir betrachten Enterprise Geodateninfrastrukturen als Lösungsansatz, um diese Inhalte für das Verständnis und die Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette in Produktionsumgebungen zu öffnen. Mit dem Aufbau von technisch standardisierten und inhaltlich harmonisierten Geodateninfrastrukturen konnten vergleichbare Anforderungen an verschiedenste Datengrundlagen im Bereich des Umwelt- und Sicherheitsmanagements bereits gelöst werden. Das Ziel ist daher, mit dem Aufbau neuer 3D-Produktionsanlagen-Geodateninfrastrukturen, einen vergleichbaren Innovationssprung für die Anwendung und Verwertung der digitalen Daten aus und für smarte Produktionsprozesse zu erreichen.

Grundlage hierfür ist eine integrale raumzeitliche Kontextualisierung der Gebäude- und Anlageninfrastrukturen, sowie auch die eindeutige raumzeitliche Verortung der Prozess- und Produktionsdatenströme.

Literatur

- ANDREWS, C. & KUEHNE, D. (2016), Increasing interest in the fusion of GIS and BIM. <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2016/04/01/increasing-interest-in-the-fusion-of-gis-and-bim/> (01.04.2016).
- BILJECKI, F., STOTER, J., LEDOUX, H., ZLATANOVA, S. & ÇÖLTEKIN, A. (2015), Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4 (4), 2842.

- CAUVIN, C., ESCOBAR, F. & SERRADI, A. (2010), Taking a Third Dimension into Account, Transformation of Display. In: CAUVIN, C., ESCOBAR, F. & SERRADI, A. (Eds.), Cartography and the Impact of the Quantitative Revolution, Wiley. 2.
- EL-MEKAWY, M. (2010), Integrating BIM and GIS for 3D City Modelling: The Case of IFC and CityGML. Thesis. KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE), Urban Planning and Environment, Geoinformatics. Stockholm.
- ELHAMSHARY, M. & YOUSSEF, M. (2015), SemSense: Automatic construction of semantic indoor floorplans. In: Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2015 International Conference on, 1-11.
- GOETZ, M. & ZIPF, A. (2012), Extending OpenStreetMap to indoor environments: Bringing volunteered geographic information to the next level. Urban and Regional Data Management, UDMS Annual 2011 – Proceedings of the Urban Data Management Society Symposium 2011, 51-62.
- HONG, S., JUNG, J., KIM, S., CHO, H., LEE, J. & HEO, J. (2015), Semi-automated approach to indoor mapping for 3D as-built building information modeling. Computers, Environment and Urban Systems, 51, 34-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.01.005>.
- ISIKDAG, U., UNDERWOOD, J. & AOUAD, G. (2008), An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes. Advanced Engineering Informatics, 22 (4), 504-519. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2008.06.001>.
- ISIKDAG, U., ZLATANOVA, S. & UNDERWOOD, J. (2013), A BIM-Oriented Model for supporting indoor navigation requirements. Computers, Environment and Urban Systems, 41, 112-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.05.001>.
- KAUDER, V., HASSELFELDT, G. & OPPERMAN, T. (2015), Industrie 4.0 und Smart Services – Wirtschafts-, arbeits-, bildungs- und forschungspolitische Maßnahmen für die Digitalisierung und intelligente Vernetzung von Produktions- und Wertschöpfungsketten. Deutscher Bundestag, Drucksache 18/6643.
- KIM, Y.-J., KANG, H.-Y. & LEE, J. (2013), Development of Indoor Spatial Data Model Using CityGML ADE. ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-2/W2(2013), 41-45.
- KLEINHEMPEL, K., SATZER, A. & STEINBERGER, V. (2015), Industrie 4.0 im Aufbruch? Ein beispielhafter Ausschnitt aus dem betrieblichen Stand. Mitbestimmungsförderung.
- SCHOLZ, J. & SCHABUS, S. (2014), An indoor navigation ontology for production assets in a production environment. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 8728, 204-220.
- TASHAKKORI, H., RAJABIFARD, A. & KALANTARI, M. (2015), A new 3D indoor/outdoor spatial model for indoor emergency response facilitation. Building and Environment, 89, 170-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.036>.
- VEREIN INDUSTRIE 4.0 ÖSTERREICH (o. J.), Industrie 4.0 Österreich – Die Plattform für intelligente Produktion. <http://plattformindustrie40.at/> (14.04.2016).
- YALCINKAYA, M. & SINGH, V. (2015), Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis. Automation in Construction 59, 68-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.012>.