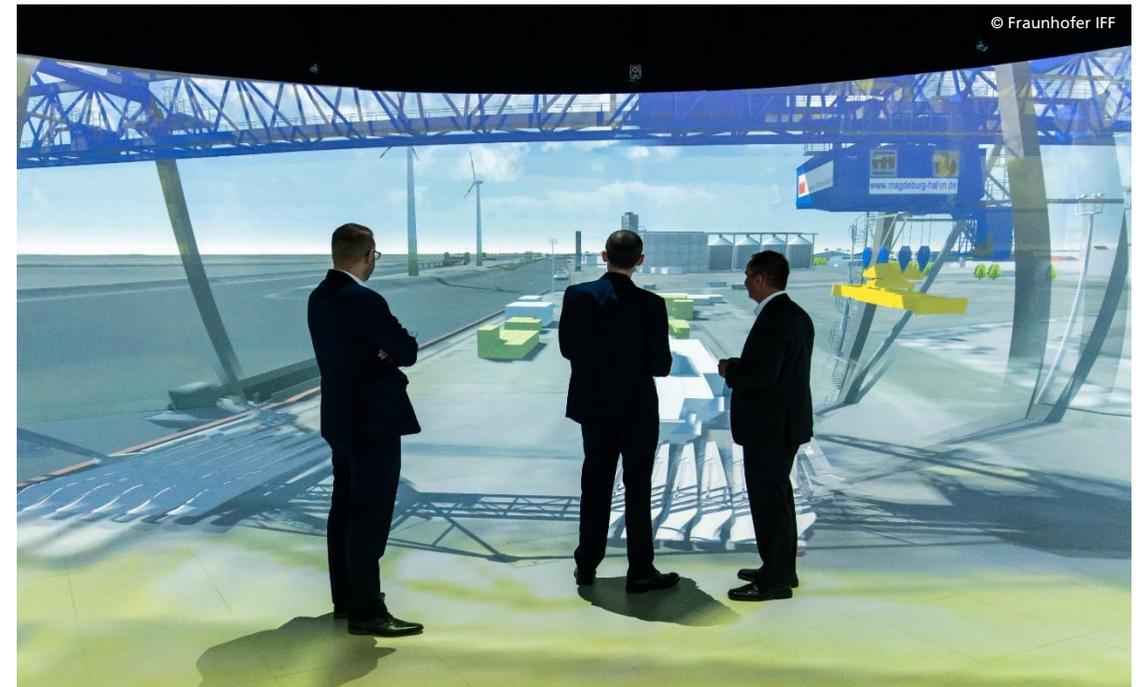


VIRTUELLER ZWILLING FÜR EIN DYNAMISCHES LAGERMANAGEMENT IN HÄFEN

Olaf Poenicke + Andreas Höpfner / Fraunhofer IFF, Magdeburg
GeoForum MV / Rostock / 01. September 2020



The *PortForward* project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 769267



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Agenda

- Der Magdeburger Hafen und Projektgrundlagen
- Der Virtuelle Zwilling
 - Hintergrund und Motivation
 - Ausgangsdaten zur Erstellung
- 3D-Modellgenerierung
- Dynamische Anwendungsfälle
- Zusammenfassung und Ausblick



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Projekte im Magdeburger Hafen

■ Der Hafen Magdeburg

- Größter Binnenhafen Mitteldeutschlands – Gesamtlänge ca. 9 km / Gesamtfläche ca. 700 ha
- 6 Terminalbereiche mit Umschlag- und Lagerflächen – Umschlagsleistung zwischen 3-4 Mio. Tonnen jährlich
- Betrieb eigener Hafenbahn mit 70 km Gleislänge
- Neben Hafenbetrieb auch Bereitstellung und Vermarktung von Flächen für Unternehmensansiedlungen

■ Projektgrundlagen

- Virtueller Hafen Magdeburg (2018 – 19)
Schwerpunkte: Raumdarstellung, Modellgenerierung
- PortForward (2019 – 22)
Schwerpunkte: Interaktive Funktionen, IoT-Anbindung, Dynamisches Lagermanagement



TRANSPORTWERK
Magdeburger  Hafen GmbH



GREENPORT

PortForward

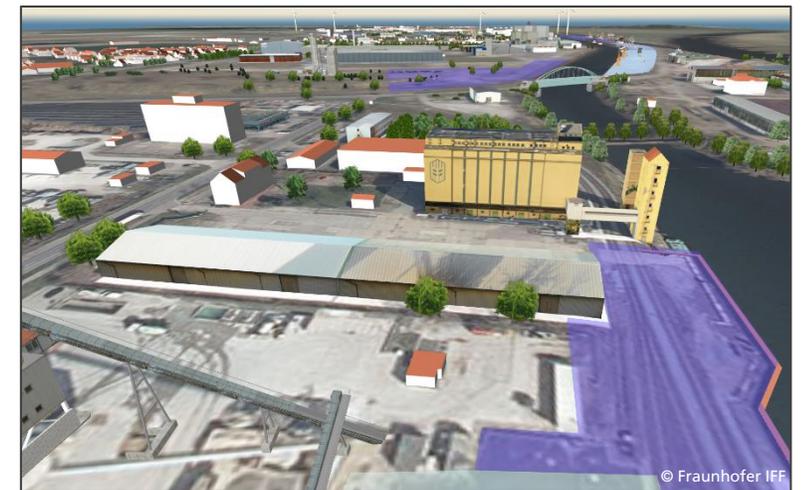


The *PortForward* project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 769267

Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Ausgangslage und Motivation

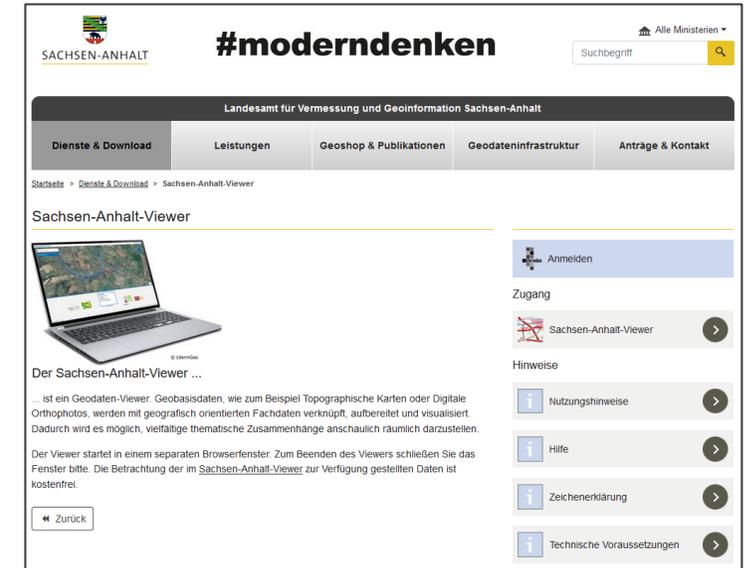
- Was verstehen wir unter einem Virtuellen Zwilling?
 - Grundphilosophie des Digitalen Zwillings erweitert um VR-Modell und VR-Darstellung
 - Fokus weniger auf einzelnes Objekt, sondern mehr auf räumlich ausgedehnte Infrastrukturen und deren Nutzung (z.B. Prozesse)
- Welche potenziellen Nutzen sehen wir dadurch?
 - Interdisziplinär intuitiv und fehlerfrei verstehbare Darstellung komplexer industrielle Areale
 - Effizienzsteigerung und Fehlerreduktion in betrieblichen Prozessen – z.B. im Hafenmanagement
- Der Virtuelle Zwilling dient als Integrationsplattform für verschiedenste Raum- und Zustandsdaten zur Planung und zum Management (Entscheidungsunterstützung)
 - Virtueller Zwilling aus verschiedenen Teilmodellen (Raummodell ergänzt durch z.B. Logistikmodell)



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Ausgangsdaten zur Erstellung des Virtuellen Zwillings

- Primäre Datenquelle: Geodaten des Landesamtes für Geoinformatik und Vermessung LVerGeo
 - Digitales Geländemodell DGM2
 - Digitale Orthofotos DOP20
 - Level of Detail 2 (LoD2) Gebäude
 - Optional: Digitales Landschaftsmodell DLM (Vegetations- und Waldflächen)
- Projektspezifische Datenerfassung
 - Terminal- und Lagerflächenplan des Magdeburger Hafens
 - Fotografische Erfassung der Gebäudefassaden im Kernbereich des Hafens
 - Photogrammetrische Erfassung relevanter Infrastrukturen (Brücken- und Schleusenbauwerke)



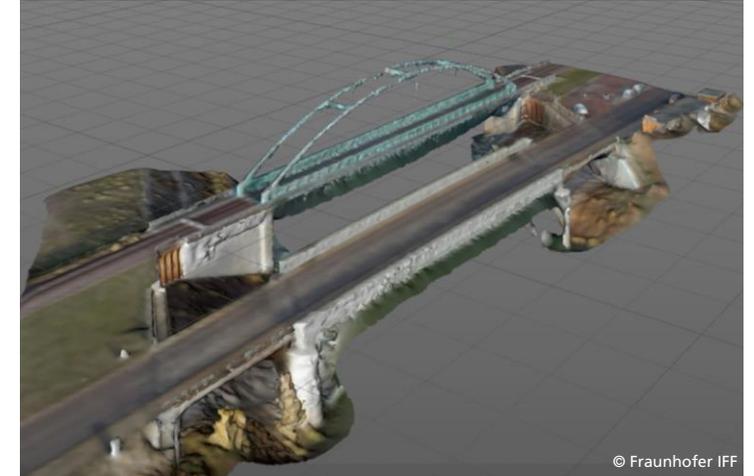
<https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/sachsen-anhalt-viewer/sachsen-anhalt-viewer.html>

Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Ausgangsdaten zur Erstellung des Virtuellen Zwillings

- Fotografische Erfassung der Gebäudefassaden
 - 75 Unternehmen, 350 Bauwerke
 - Ursprünglicher Ansatz flächendeckender Rasterflug
 - Realisierter Ansatz objektspezifische Datenerfassung (rechtliche Rahmenbedingungen, Akzeptanz der Unternehmen)

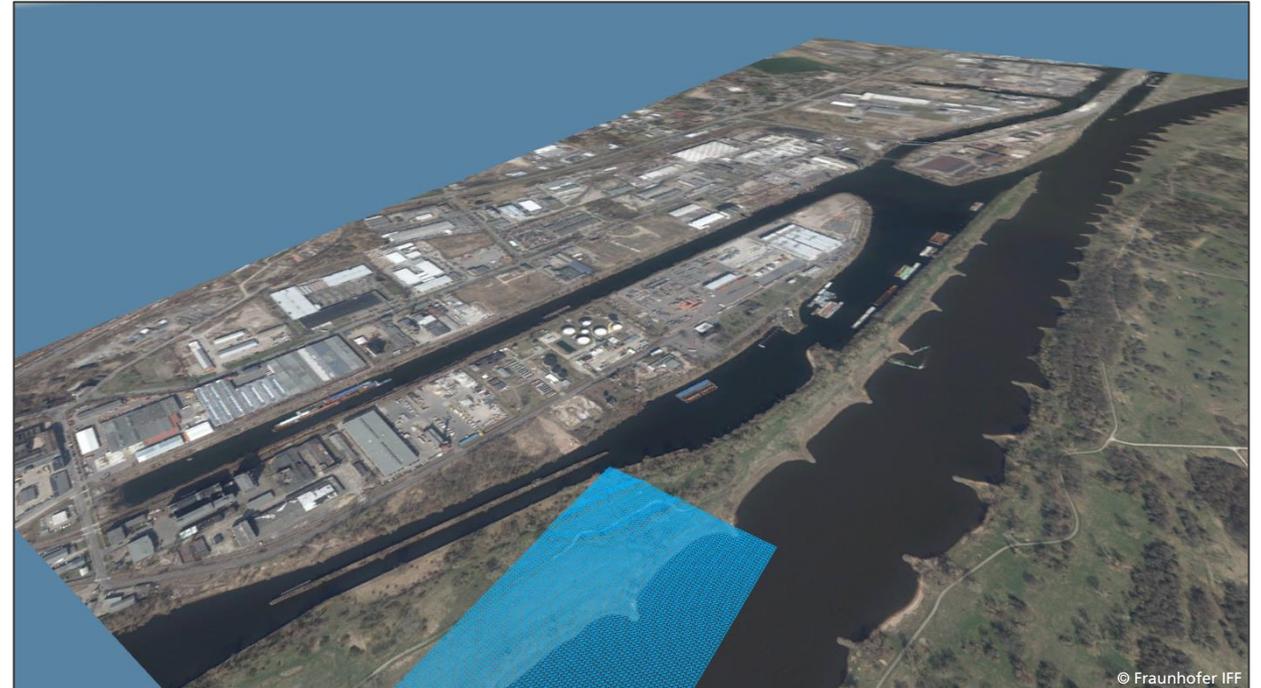
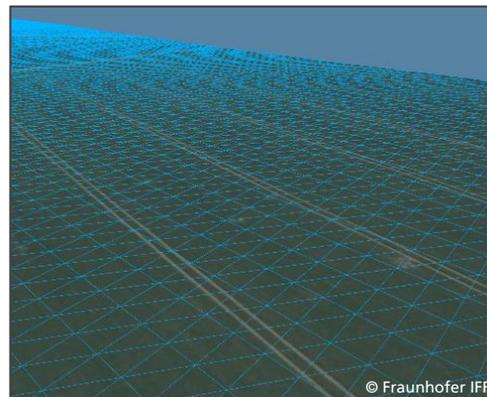
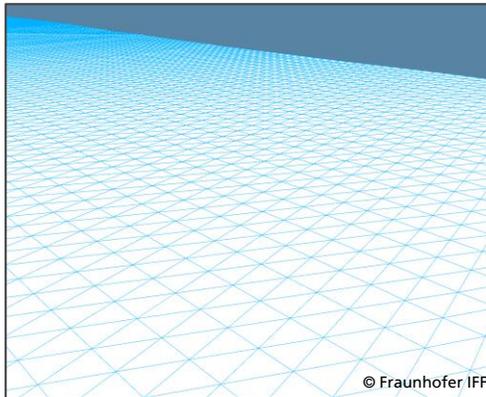
- Photogrammetrische Erfassung relevanter Infrastrukturen
 - Grundsätzlich: Rasterflug: ca. 85m Flughöhe; 85% Bildüberschneidung
 - Generierung der Infrastruktur als Punktwolke: Agisoft PhotoScan©



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – Basismodell

- 3D-Basismodell - Grund- und Boden
 - Softwareumgebung: VRS-Plattform (Fraunhofer IFF)
 - Grund- und Bodenmodell (Basis: DGM2 + DOP20)



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – Basismodell

■ Import 3D-Gebäude

- Softwareumgebung: VRS-Plattform (Fraunhofer IFF)
- Direkter Datenimport und farbliche Anpassung der 3D-Objekte
- Basis: LOD2-Gebäude



VRS-Plattform des
Fraunhofer IFF

Importformat:
CityGML

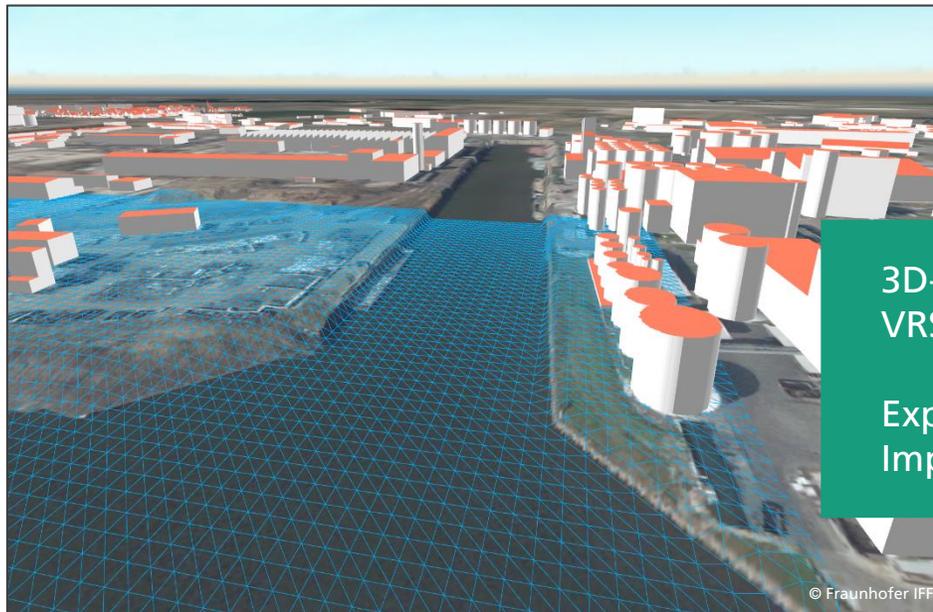


Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – manuelle Aufwertung des Basismodells

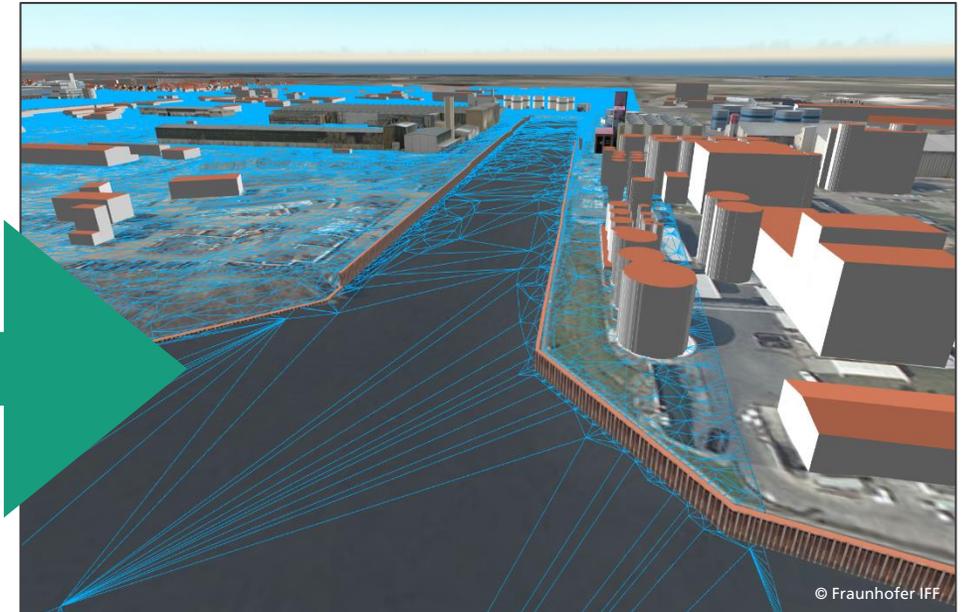
■ Aufwertung Grund- und Bodenmodell

- Softwaretool: 3D Studio Max
- Erstellung eines optimierten, unregelmäßigen Dreiecksnetzes (TIN) → Performancesteigerung
- Manuelle 3D-Modellierung von Hafeninfrastruktur (bspw. Anleger, Spundwände)



3D-Studio Max
VRS-Plattform

Export-/
Importformat: *.FBX



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – manuelle Aufwertung des Basismodells

- Aufwertung der Gebäudemodelle und Kernbereiche
 - Bilddatenerfassung via UAV / Drohnenüberfliegung; Texturgenerierung und -optimierung mittels Bildbearbeitungssoftware; Zusammenführung der 2D-Bild und 3D-Geometriedaten (3D Studio Max)
 - Manuelle Integration von des relevanten Baumbestandes



Adobe Photoshop
3D-Studio Max
VRS-Plattform

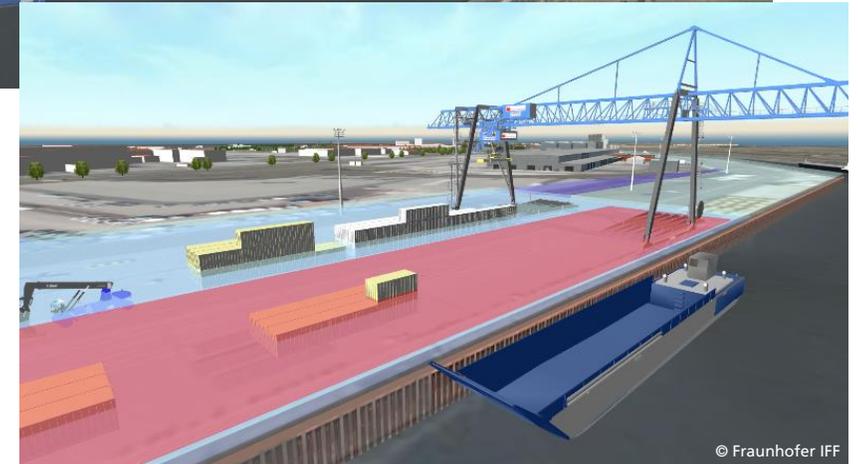
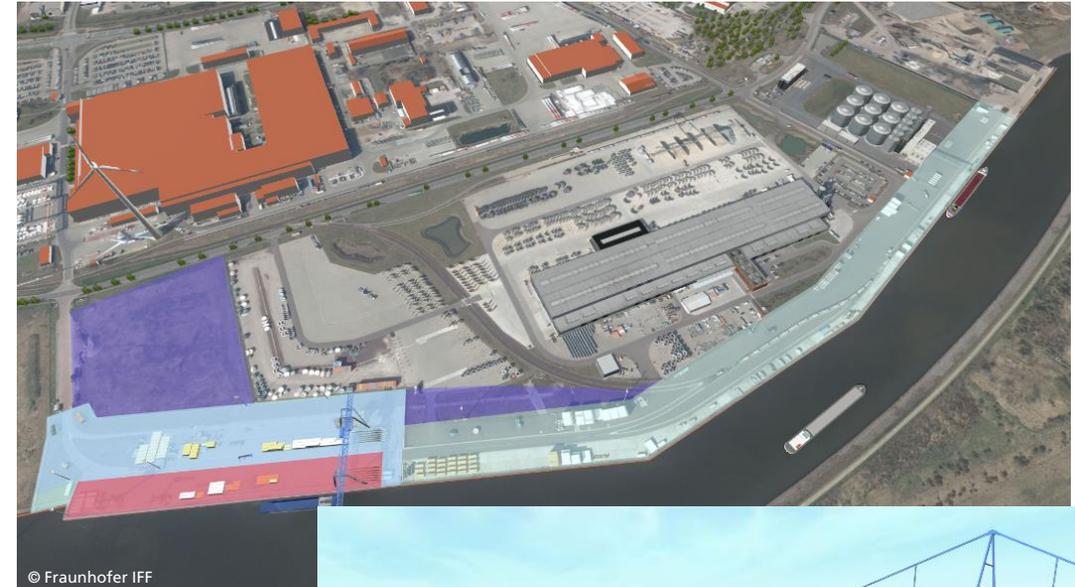
Export-/ Importformat:
*.FBX



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – manuelle Aufwertung des Basismodells

- Zonierung des Grund- und Bodenmodells nach den Anforderungen der Hafenlogistik
 - Integration und farbliche Hervorhebung der Terminalbereiche
 - Zonierung der Terminalbereiche in separate Lagerflächen entsprechend der BImSch-Genehmigungen für Umschlag und Lagerung
 - Operativ nutzbar für Flächenverwaltung und -vermarktung
 - Vorbereitung zum späteren Informationsabruf im Dynamischen Lagermanagement
- Integration von Betriebsmitteln und Objekten der Hafenlogistik
 - 3D-Bibliothek (Portalkran, Reachstacker, Gabelstapler, LKW, Container etc.)
 - Vorbereitung zum späteren, IoT-gestützten Tracking von Betriebsmitteln und Frachten



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – Koordinatensysteme GIS-Welt / VR-Welt

■ Spezifik der Geodaten

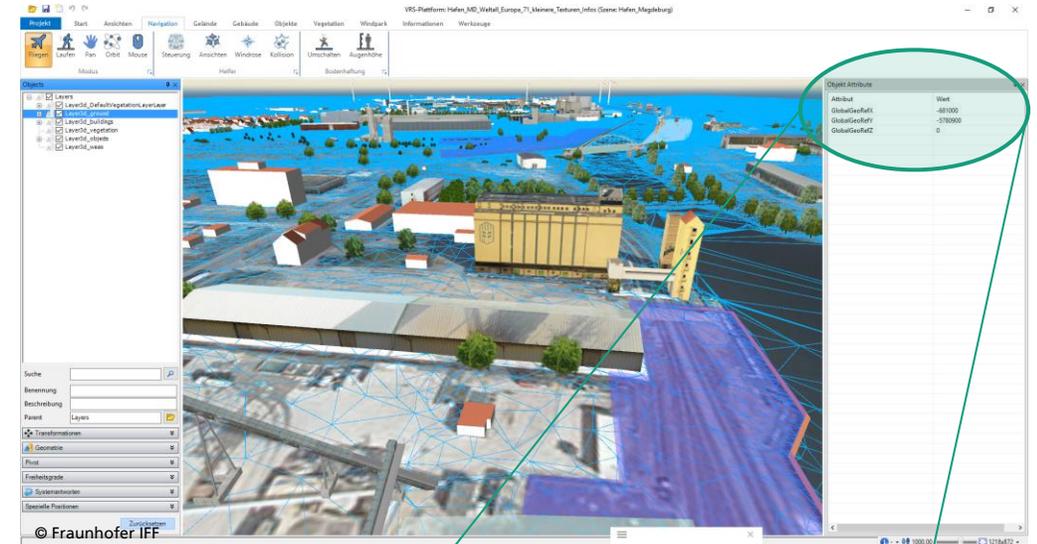
- Standardisierte Koordinatensysteme und georeferenzierte Objekte ermöglichen eine einfache Datenmigration
- In Sachsen-Anhalt / im Hafen Magdeburg: ETRS89_UTM32/33

■ Anforderungen in der Virtual Reality

- Vergleichbare Genauigkeit der Modelldaten: GIS \leftrightarrow VR
- Hochperformante Berechnung der 3D-Darstellung: ca. 60 Bilder des 3D- Modells pro Sekunde

■ Große Koordinatenwerte führend zu aufwendigen / nicht performanten 3D-Grafikberechnungen in der VR

- Lösung: Initialisierung eines optimierten VR-Koordinatensystems mit kleinsten Koordinatenwerten (0,0,0 im geometrischen Zentrum)
- Anwendung der globalen Transformation bei allen Export- und Importprozessen



A magnified view of the 'Object Attribute' table from the screenshot above, showing the same data:

Attribut	Wert
GlobalGeoRefX	-681000
GlobalGeoRefY	-5780900
GlobalGeoRefZ	0

Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

3D-Modellgenerierung – finales Virtual Reality-Modell



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Entwicklung von dynamischen Anwendungsfällen

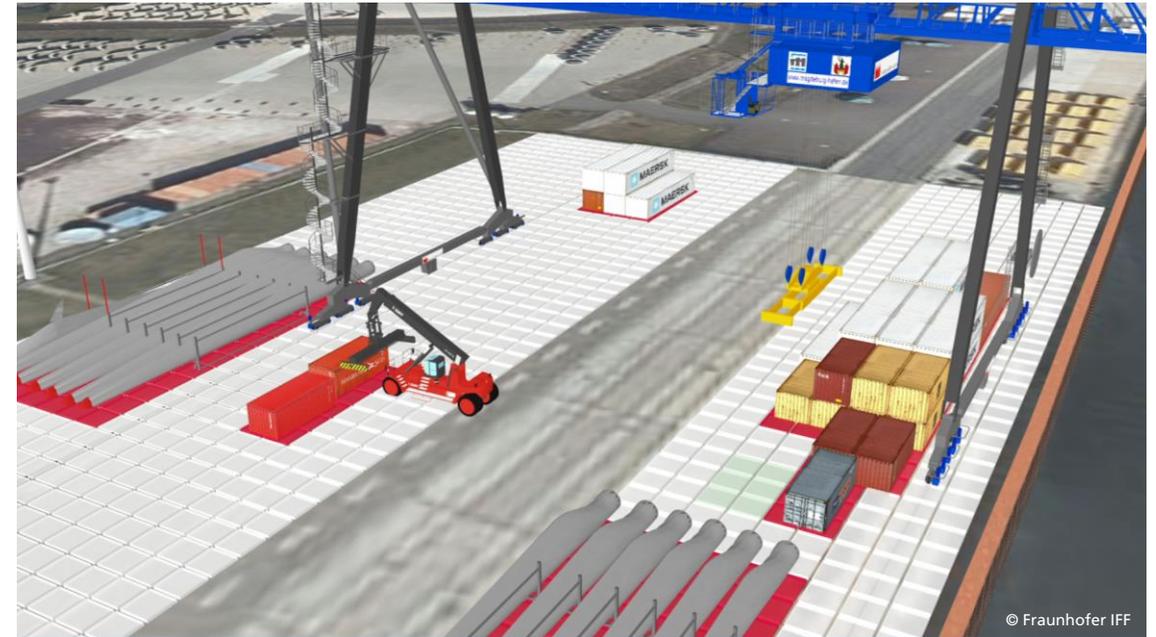
- Im Projekt PortForward werden zwei Anwendungsfälle entwickelt, um das bisher statische 3D-Modell mit dynamischen Informationen anzureichern
- **Anwendungsfall 1 – Asset Tracking**
 - Ausstattung von Assets mit energiesparenden LPWAN-Tracking-Modulen
 - Übergabe aktueller Position und des Betriebszustands an das 3D-Modell (Nutzung Objekt-Bibliothek)
- **Anwendungsfall 2 – Virtuelles Lager-Raster**
 - Entwicklung eines virtuellen Lager-Rasters zur Dokumentation von Einlagerungen
 - Echtzeit-Erfassung der 3D-Real-Situation durch LiDAR-Sensoren



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Konzept des Virtuellen Lager-Rasters

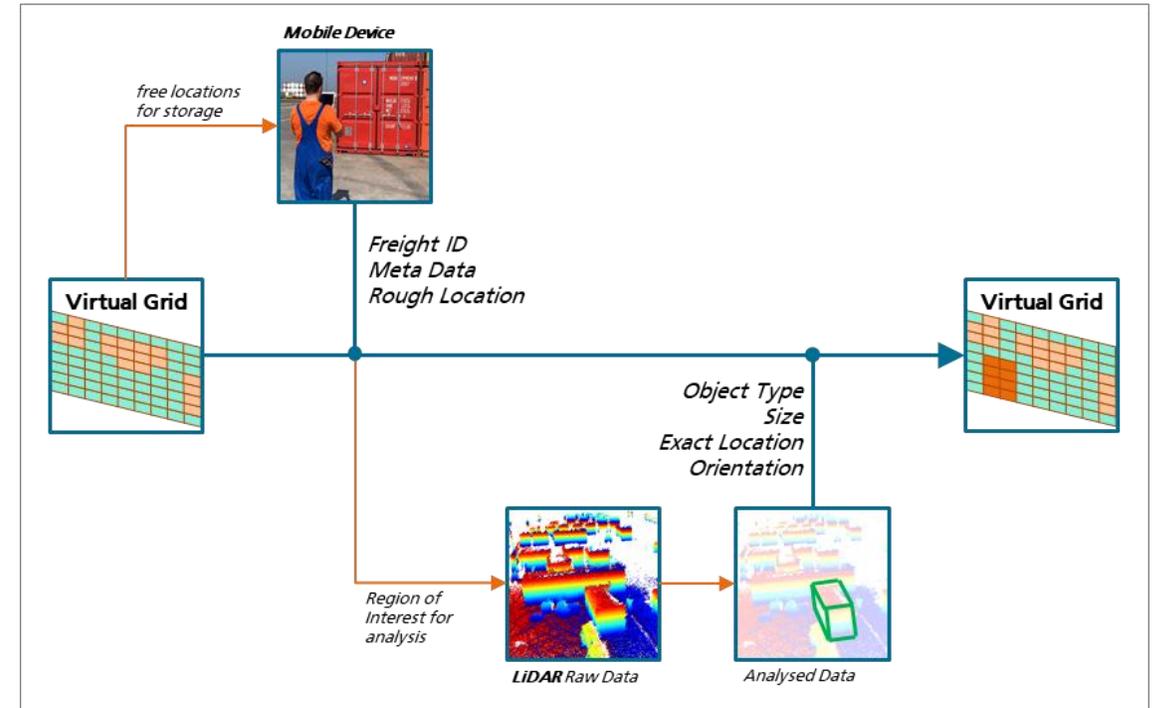
- Ein Anwendungsfall des **Virtuellen Zwillings** ist die Entwicklung und Erprobung eines dynamischen Managements von Lagerflächen
 - Hafenterminals mit starker Mischnutzung
 - Keine fixen Lagerpositionen / -raster definierbar
 - Als Teil des Virtuellen Zwillings wird ein **Virtuelles Lager-Raster** entwickelt
 - Automatisierte Erfassung von Einlagerungen mittels LiDAR-Sensoren und GPS-unterstützten Scans
- In das 3D-Modell werden somit **aktuelle Lagerplatzbelegungen** aufgenommen
- Diese bilden die Grundlage für ein **dynamisches Lagermanagement**



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Konzept des Virtuellen Lager-Rasters

- Ein Anwendungsfall des **Virtuellen Zwillings** ist die Entwicklung und Erprobung eines dynamischen Managements von Lagerflächen
 - Hafenterminals mit starker Mischnutzung
 - Keine fixen Lagerpositionen / -raster definierbar
 - Als Teil des Virtuellen Zwillings wird ein **Virtuelles Lager-Raster** entwickelt
 - Automatisierte Erfassung von Einlagerungen mittels LiDAR-Sensoren und GPS-unterstützten Scans
- In das 3D-Modell werden somit aktuelle Lagerplatzbelegungen aufgenommen
- Diese bilden die Grundlage für ein dynamisches Lagermanagement



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

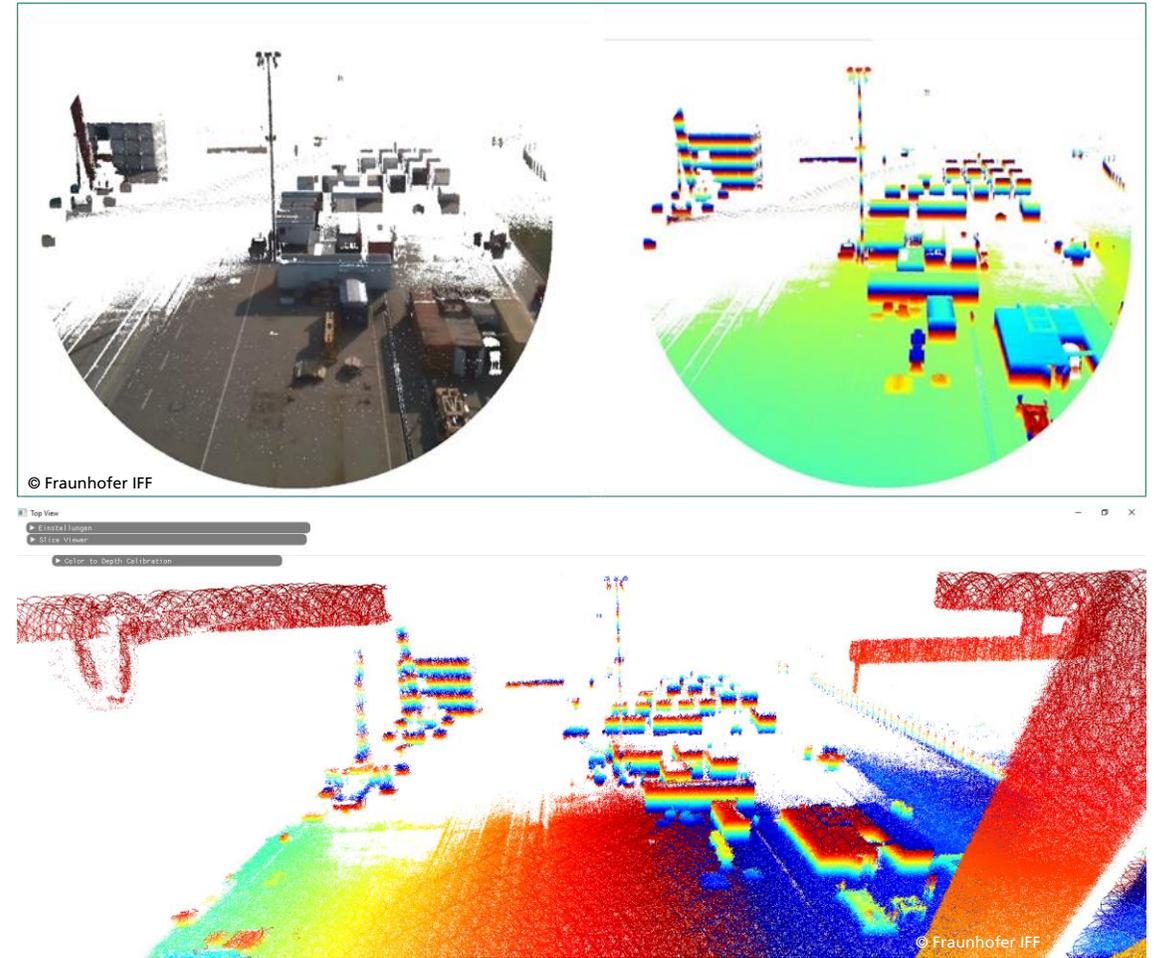
LiDAR-Sensoren zur Aufnahme eines 3D-Echtzeit-Abbilds

■ Warum nutzen wir LiDAR-Sensoren?

- Sensoren bieten hohe Messreichweiten (>200m) mit hoher Genauigkeit ($\pm 2\text{cm}$) → Generierung von 3D-Punktwolken
- hohe Robustheit ggü. sich ändernder Beleuchtung
- Sensoren sind mittlerweile relativ kostengünstig verfügbar (<1.000€)

■ Wie kommen die Sensoren zum Einsatz?

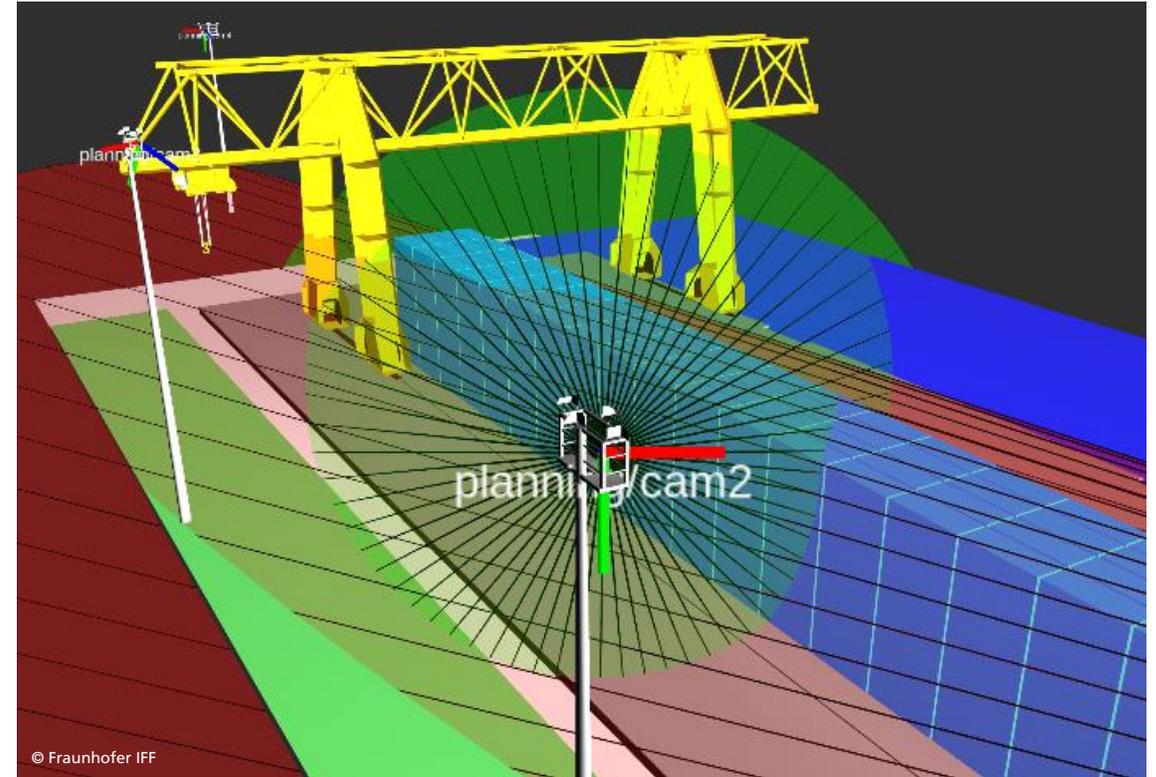
- Im Rahmen von PortForward wird eine erste Testanwendung entwickelt
- Ein Lagerbereich wird durch Installation von vier LiDAR-Sensoren abgedeckt, um Lagerobjekte umseitig zu erfassen
- Die Punktwolken der Sensoren werden zu einem Gesamtabbild aggregiert – hieraus werden Informationen für das 3D-Modell extrahiert



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

LiDAR-Sensoren zur Aufnahme eines 3D-Echtzeit-Abbilds

- Warum nutzen wir LiDAR-Sensoren?
 - Sensoren bieten hohe Messreichweiten (>200m) mit hoher Genauigkeit ($\pm 2\text{cm}$) → Generierung von 3D-Punktwolken
 - hohe Robustheit ggü. sich ändernder Beleuchtung
 - Sensoren sind mittlerweile relativ kostengünstig verfügbar (<1.000€)
- Wie kommen die Sensoren zum Einsatz?
 - Im Rahmen von PortForward wird eine erste Testanwendung entwickelt
 - Ein Lagerbereich wird durch Installation von vier LiDAR-Sensoren abgedeckt, um Lagerobjekte umseitig zu erfassen
 - Die Punktwolken der Sensoren werden zu einem Gesamtabbild aggregiert – hieraus werden Informationen für das 3D-Modell extrahiert



Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

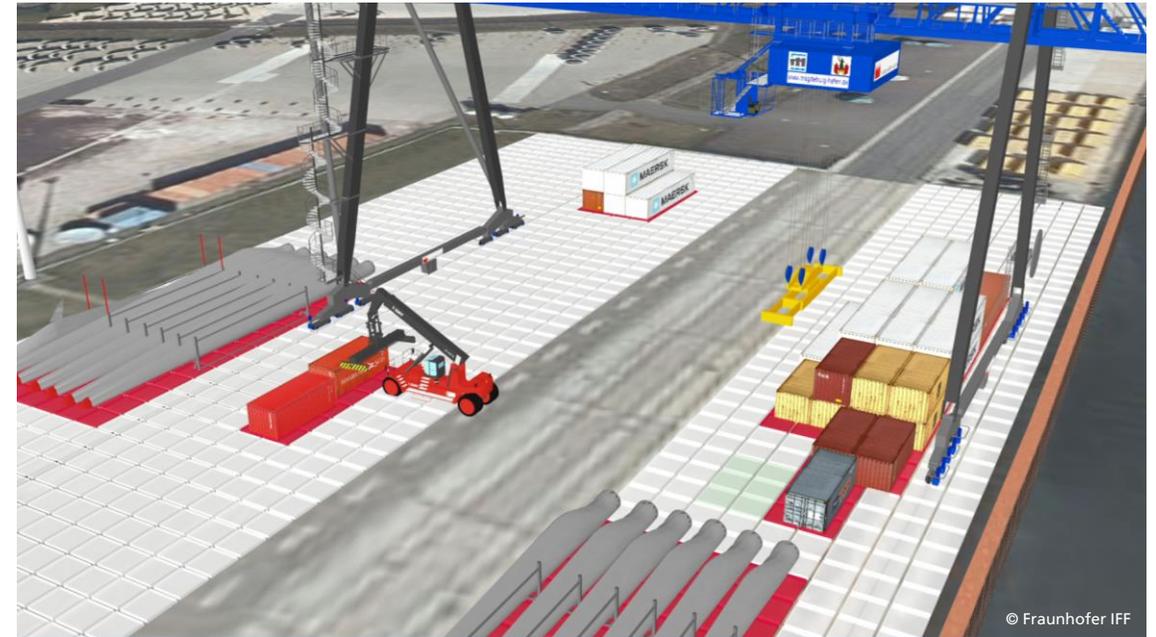
Zusammenfassung und Ausblick

■ Zusammenfassung

- Die flächendeckende Verfügbarkeit von hochwertigen Geodaten (Landesämter) ermöglicht neue innovative, Virtual Reality-gestützte Anwendungen in der Industrie
- Virtuelle Zwilling ermöglichen die intuitive Integration verschiedenster Daten und Funktionen für das Management von Infrastrukturen
→ Übertragbarkeit auf andere Anwendungsbereiche

■ Ausblick

- 3D-Modelle werden dynamischer durch Nutzung neuartiger Sensortechnologien (IoT, LiDAR, ...)
- Virtueller Zwilling aktuell mit Raum-Modell und Logistik-Modell – Erweiterung z.B. um Energiemodell, Verkehrsmodell, Strömungssimulation, ...



The *PortForward* project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 769267

www.portforward-project.eu

Virtueller Zwilling für ein dynamisches Lagermanagement in Häfen

Kontaktieren Sie uns



ANDREAS HÖPFNER

Energiesysteme und Infrastrukturen
Konvergente Infrastrukturen

Tel: +49 391 4090 116

andreas.hoepfner@iff.fraunhofer.de



OLAF POENICKE

Materialflusstechnik und -systeme

Tel: +49 391 4090 337

olaf.poenicke@iff.fraunhofer.de



FRAUNHOFER IFF

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
Deutschland

Telefon +49 391 4090-0
ideen@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de



VDTc DES FRAUNHOFER IFF

Joseph-von-Fraunhofer-
Straße 1
39106 Magdeburg
Deutschland