



Technische
Hochschule
Wildau [FH]
*Technical University
of Applied Sciences*

Positionsbasierte Prozess- führung für Intralogistik bei geringem Automatisierungsgrad

Stefan Brunthaler, Telematik
E-Mail: brun@th-wildau.de

Umfeld - Besonderheit im Lager (1)



Umfeld - Besonderheit im Lager (2)



Bildnis des unbekannten Kommissionierers



Prozesse und Topologie modellieren:
„**Semantic Location and Process Model**“

Topologie beschreibt Lagerplätze und
Transportwege, **Topografie** += Maße

Arbeitsprozesse = Sort&Merge von
Aufträgen, **abgebildet auf Topografie**

Einhaltung dieses „**Masterplans**“ muss
geführt und überwacht werden!

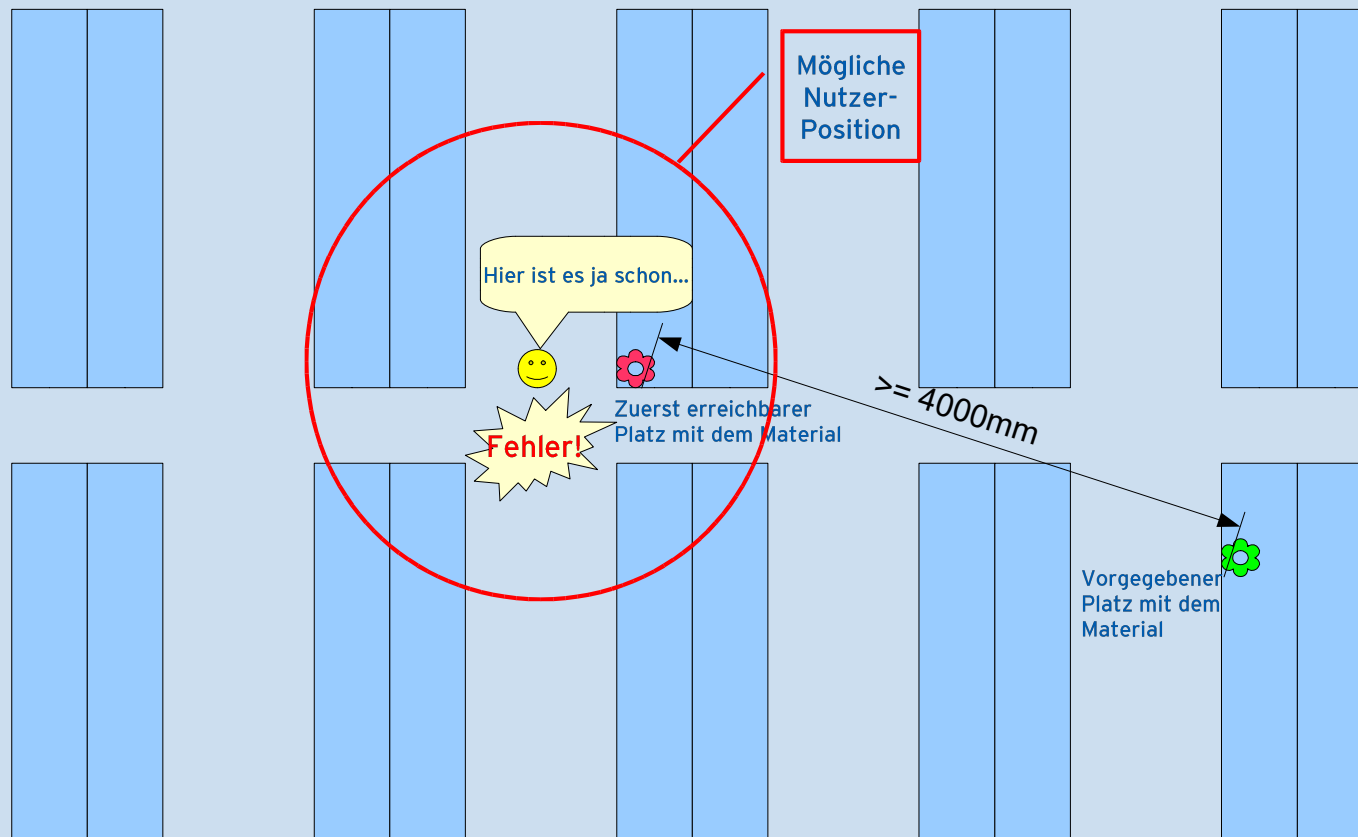
Mobil-Anwendungen zur Führung,
Indoor-Ortung zur **Überwachung**

Umfeld – warum das Ganze?

- Lagermitarbeiter werden mit Mobilterminals geführt
- Prozesse in der Regel einfach und sicher durch Barcode
- Barcode-Scannung kostet Zeit, pro Lagerort ~3 Sekunden
- Bei 30 Bewegungen (Entnahme+Zuführung) pro Stunde:
 $(30 * 2) * 8 \text{ Stunden} = 480 \text{ Scans,}$
d.h. 1440 Sekunden = **24 Minuten pro Schicht**
- Da die Logistiker unter enormem Kostendruck stehen, sind sie **interessiert, diese 5% Personalkosten zu sparen.**



Fallbeispiel: Prozess- und Lokations-Relevanz



- Die **Barcode-Scannung** zur Positions-Kontrolle soll **entfallen**.
- Die Verortung soll **ausreichend genau zur Sicherung des Prozesses** sein, z.B. 40cm für Euro-Paletten (80x120cm), inkl. Orientierung.
- Die Positionsermittlung muss **besonders zuverlässig und flächendeckend** arbeiten.
- Der Mitarbeiter soll nicht zusätzlich belastet werden oder warten müssen (d.h. Ortung im Hintergrund und in **Echtzeit**).

- Weitere Assistenz- und Kontroll-Funktionen sind erwünscht, wie z.B.:
 - Moving Map, noch besser: **Dynamische Zielführung**,
 - **Näherungswarnung** („noch 5 Meter bis Ziel, bremsen!“),
 - Lageplan mit **Echtzeit-Positionen für Leitstand**.
- Die mitgeführte Technik darf nicht mehr als **1000 Euro pro MA** kosten!
- Die Infrastruktur soll keine separate Verkabelung benötigen und sich am besten **in die vorhandene WLAN Installation einfügen**.

- **Indirekte Ortung der Lagerobjekte** über Fahrzeug bzw. Fußgänger, englisch „**put down and track**“.
- **Hybride Ortung** räumlich verteilt, um die (teure) Genauigkeit nur an kritischen Stellen vorhalten zu müssen: WLAN, RFID, Bildauswertung, **Funkortung** (laufzeitbasiert).
- Mobil-Komponente besteht aus verschiedenen **Sensoren**, einer **Blackbox** und einem mobilen WLAN Terminal.

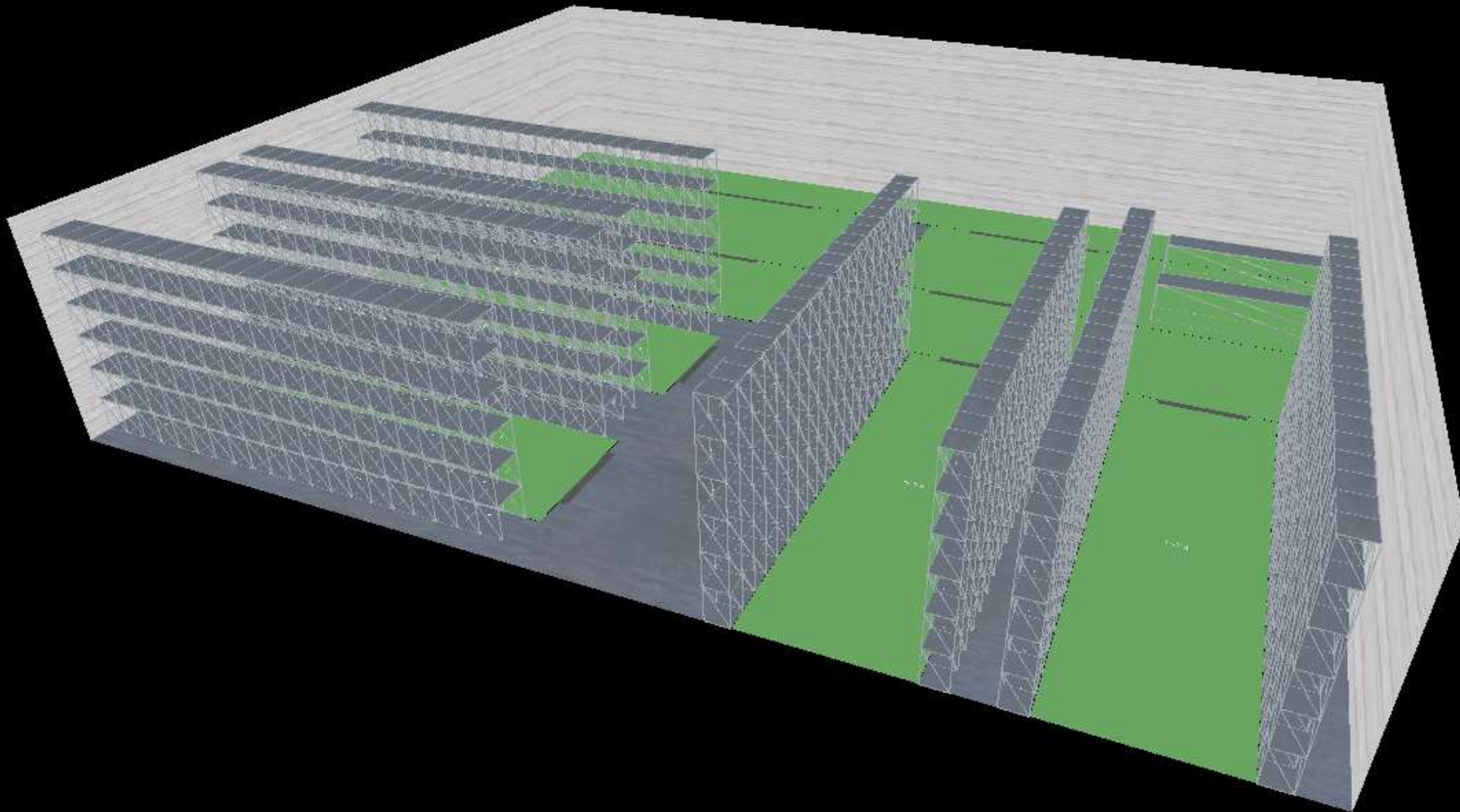
- Zusammenführung der Ortungs-Rohdaten auf einem Server und **Ermittlung der „wahrscheinlichsten“ Position je Objekt** an zentraler Stelle.
- **Positions-Wahrscheinlichkeit** wird durch das **Semantic-Location-Process-Model** verbessert.
- Bereitstellung der Position und Orientierung je Objekt für die Prozessführung per **Webservice**.
- Tracing und Logging (Historie) durch den Server.

- Woher kommt die **Topologie**: XML basierte Schnittstelle für **Datenimport aus Drittsystemen** (z.B. WMS).
- Anreicherung mit räumlichen Maßen (→ 3D Editor).
- Wie kann man **SLPM** für „normale“ Lagerleiter ohne CAD-Beherrschung zugänglich machen?
 - **3D Editor** zur vereinfachten Topografie-Bearbeitung
 - 3D VR Simulator zur Prozess-Optimierung mit „**BPMN Quests**“ (Business Process Modelling Notation)

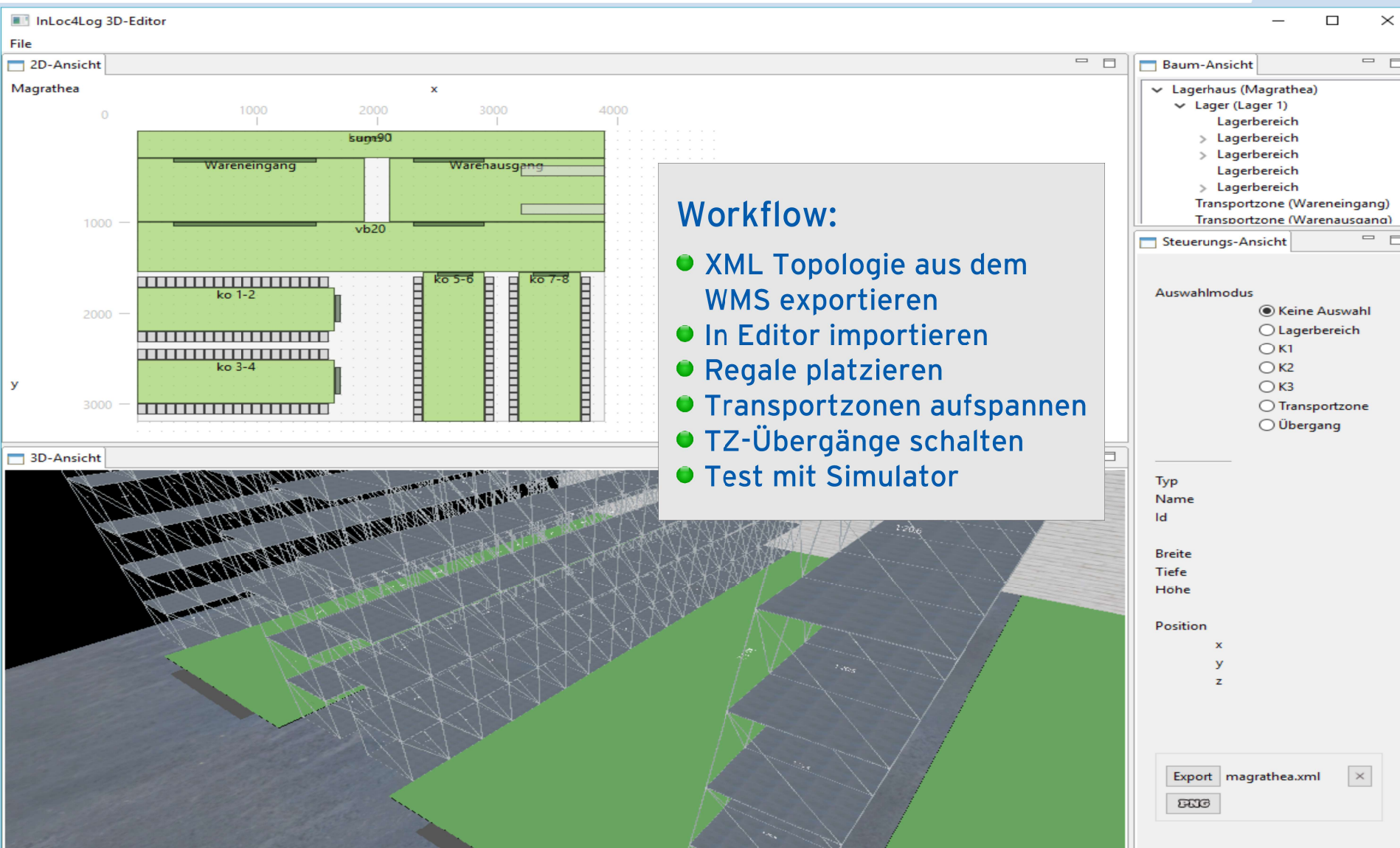
Diese Module sind bereits im Einsatz!

3D Editor: Topografie mit Transportwegen (1)

3D-Ansicht



3D Editor: Topografie mit Transportwegen (2)

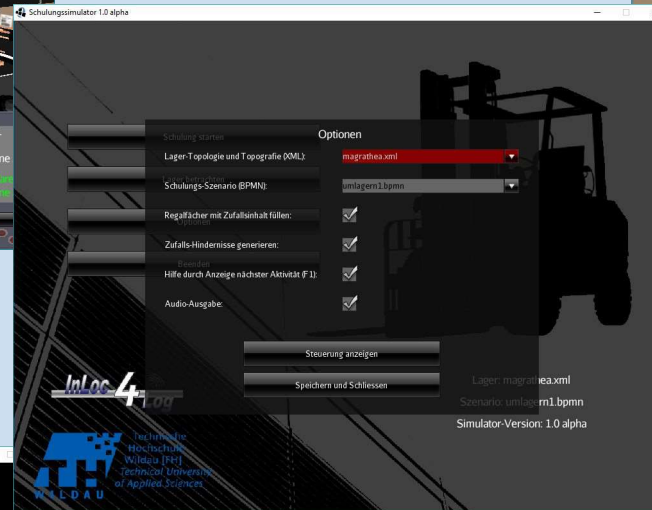
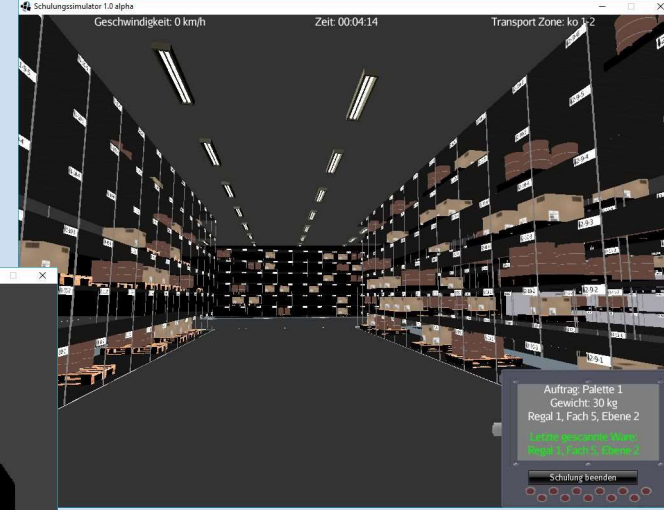
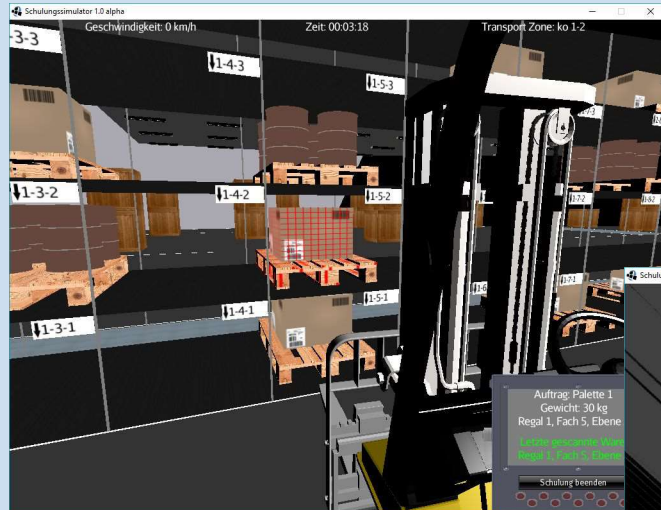


The screenshot displays the InLoc4Log 3D-Editor interface. The main window is split into three views: a 2D top-down view (2D-Ansicht) showing a warehouse floor plan with labels like 'Wareneingang', 'Warehausaingang', 'Lagerbereich', and 'Transportzone'; a 3D perspective view (3D-Ansicht) showing the same layout in a 3D wireframe and shaded style; and a tree view (Baum-Ansicht) on the right showing a hierarchical structure of the warehouse components. Below the tree view is a control panel (Steuerungs-Ansicht) with radio buttons for selection mode (Auswahlmodus) and fields for object properties (Typ, Name, Id, Breite, Tiefe, Höhe, Position).

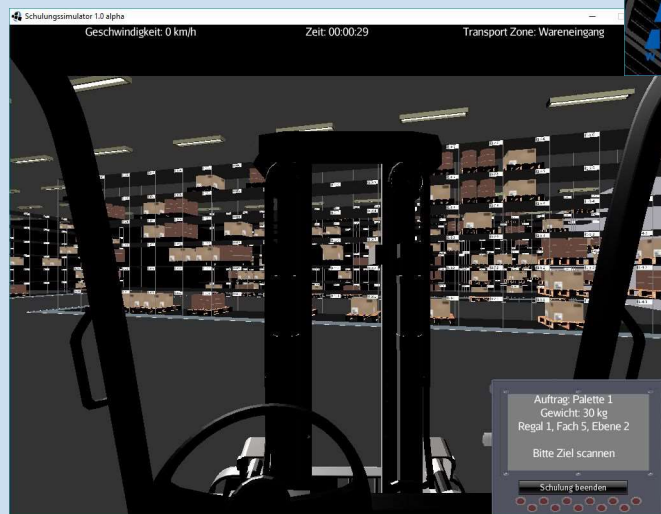
Workflow:

- XML Topologie aus dem WMS exportieren
- In Editor importieren
- Regale platzieren
- Transportzonen aufspannen
- TZ-Übergänge schalten
- Test mit Simulator

Test- und Schulungs-Simulator



Realisiert als Spiel
Quests via **BPMN**
Punkte für Erledigung,
Abzüge für Fehler



Die VR Welt wird aus dem WMS erzeugt,
d.h. als **realistischer Schnappschuss!**

Prof. Dr. Stefan Brunthaler, TH Wildau, LIFIS 2018

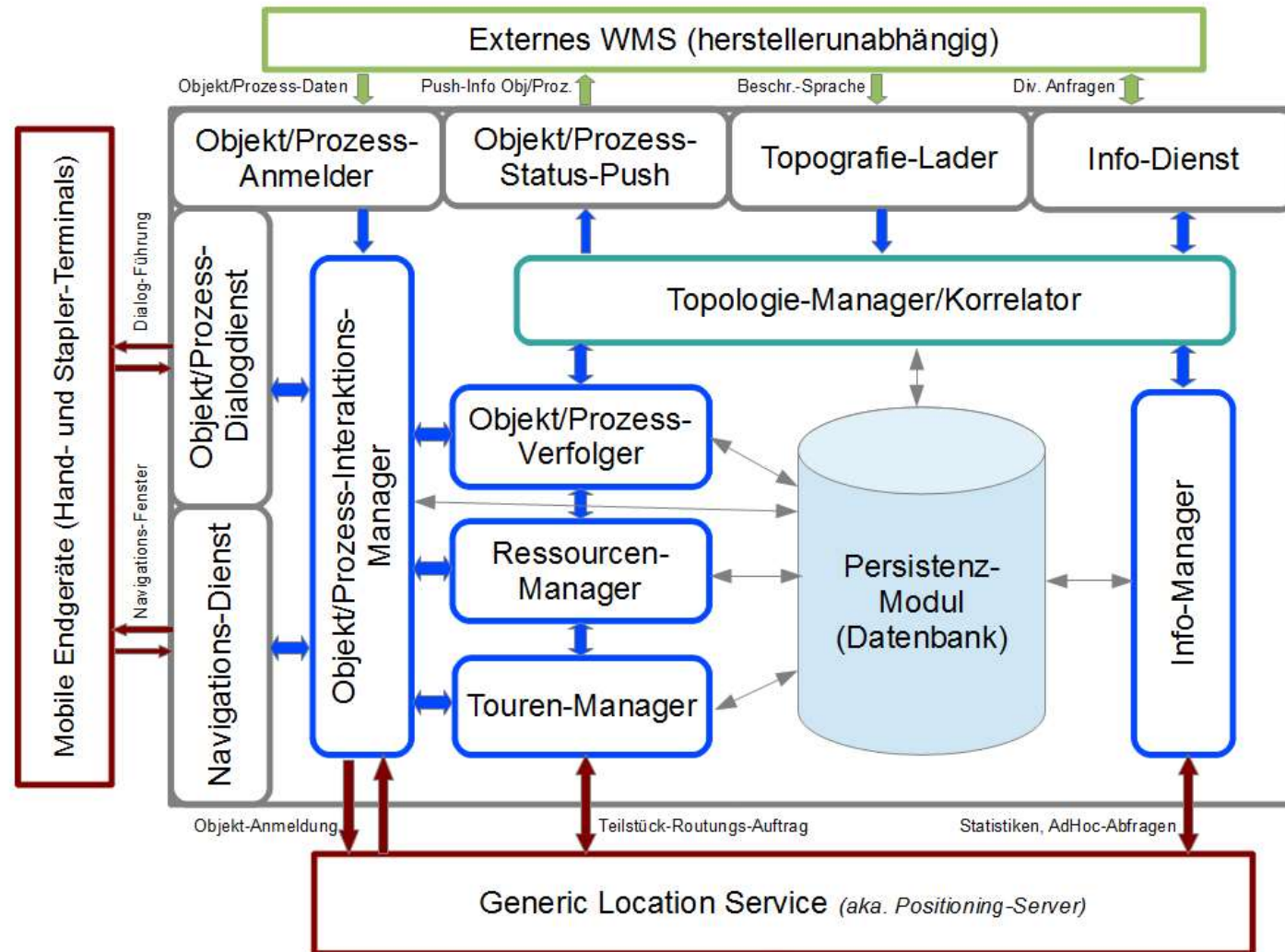
- Erarbeitung der mobilen „Blackbox“ und der Infrastruktur durch **Industrie-Partner**
- **Laufzeitbasiertes** Verfahren mit Spread-Spektrum-Technik, das **ohne Line-of-Sight** gute Qualität liefert
- Ähnlich zu GPS oder GALILEO, aber **NICHT identisch**:
 - Spezielle Algorithmen zur **Filterung des Mehrwege-Empfanges**
 - Hohe Genauigkeit durch **Multibit-Signalwandler (FPGA)**
 - Zeitsynchronisierung drahtlos (ohne Atomuhren 😊)
- **Rückkanal** für Übermittlung der Sensorwerte an Server
- **„Fremdortung“**, d.h. die „Blackbox“ kennt ihre Position nicht.

- Ortungs-Infrastruktur kommt **ohne eigene Verkabelung** aus
- Server zur zentralen Positionsermittlung
- **Verschiedene Ortungs-Datenquellen** sollen verwendbar sein:
 - WLAN-Signalstärke (Genauigkeit ca. 1,5-5m)
 - Ortungs-Daten von „unserer“ Blackbox (Genauigkeit ca. 20-40cm)
 - Bildgebende Verfahren (diverse Varianten, nicht in diesem Projekt)
 - Proximity-Sensor-Daten (z.B. RFID), verschiedene Varianten möglich
 - Erkennung Bodenmuster und weitere „Exoten“

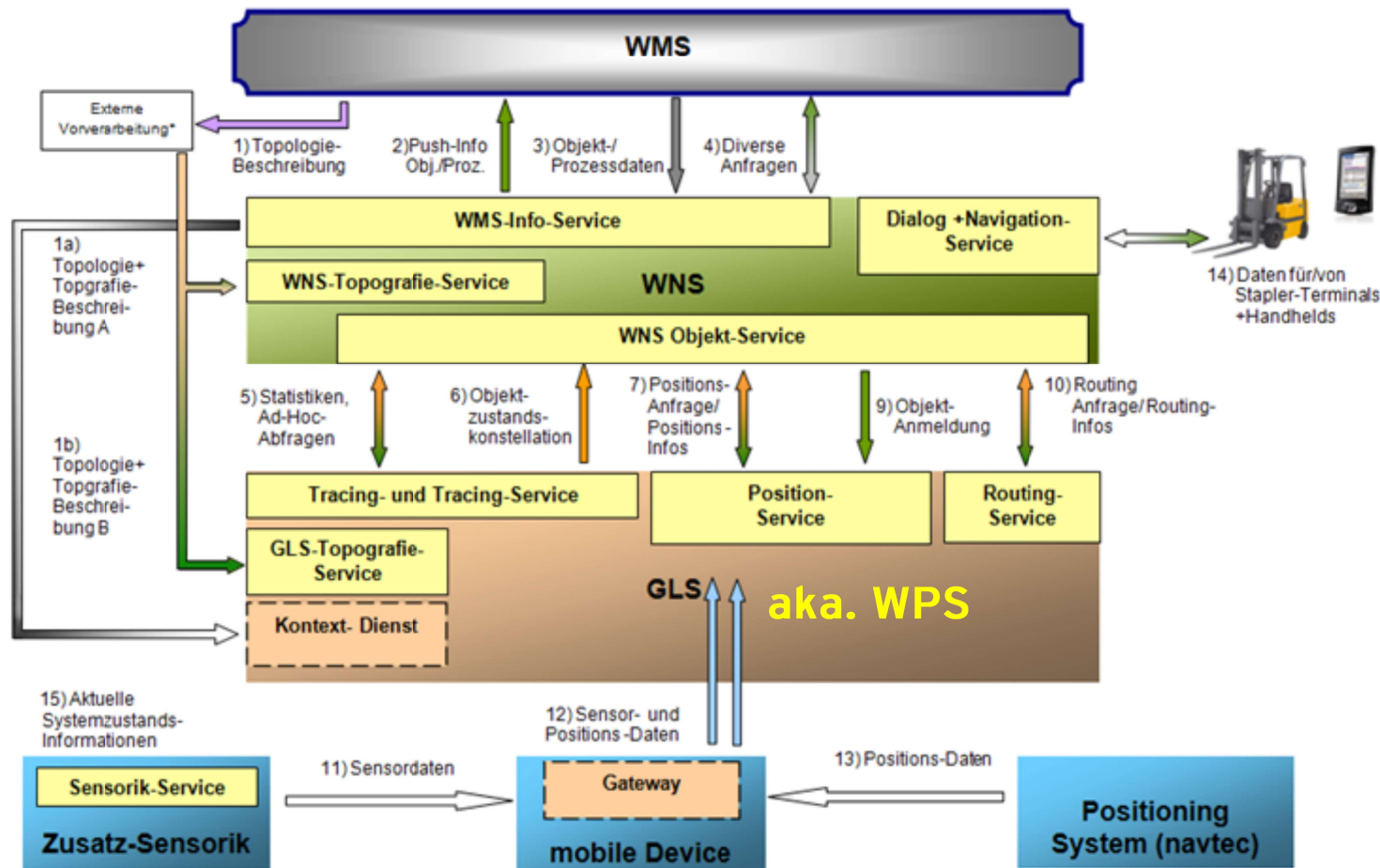
- **Warehouse *Management* System (WMS)**: Kennt Aufträge, Bestände, Prozesse „logisch“ und meldet sie beim WNS an.
- **Warehouse *Positioning* Server (WPS)**: Ermittelt die wahrscheinlichste Position von Akteuren (Fußgänger, Fahrzeuge).
- **Warehouse *Navigation* Server (WNS)**: Verknüpft Positions- und Prozessdaten und liefert sie **in Echtzeit permanent** an WMS.

WNS + WPS + WMS = SLPM

Warehouse Navigation Server Architektur

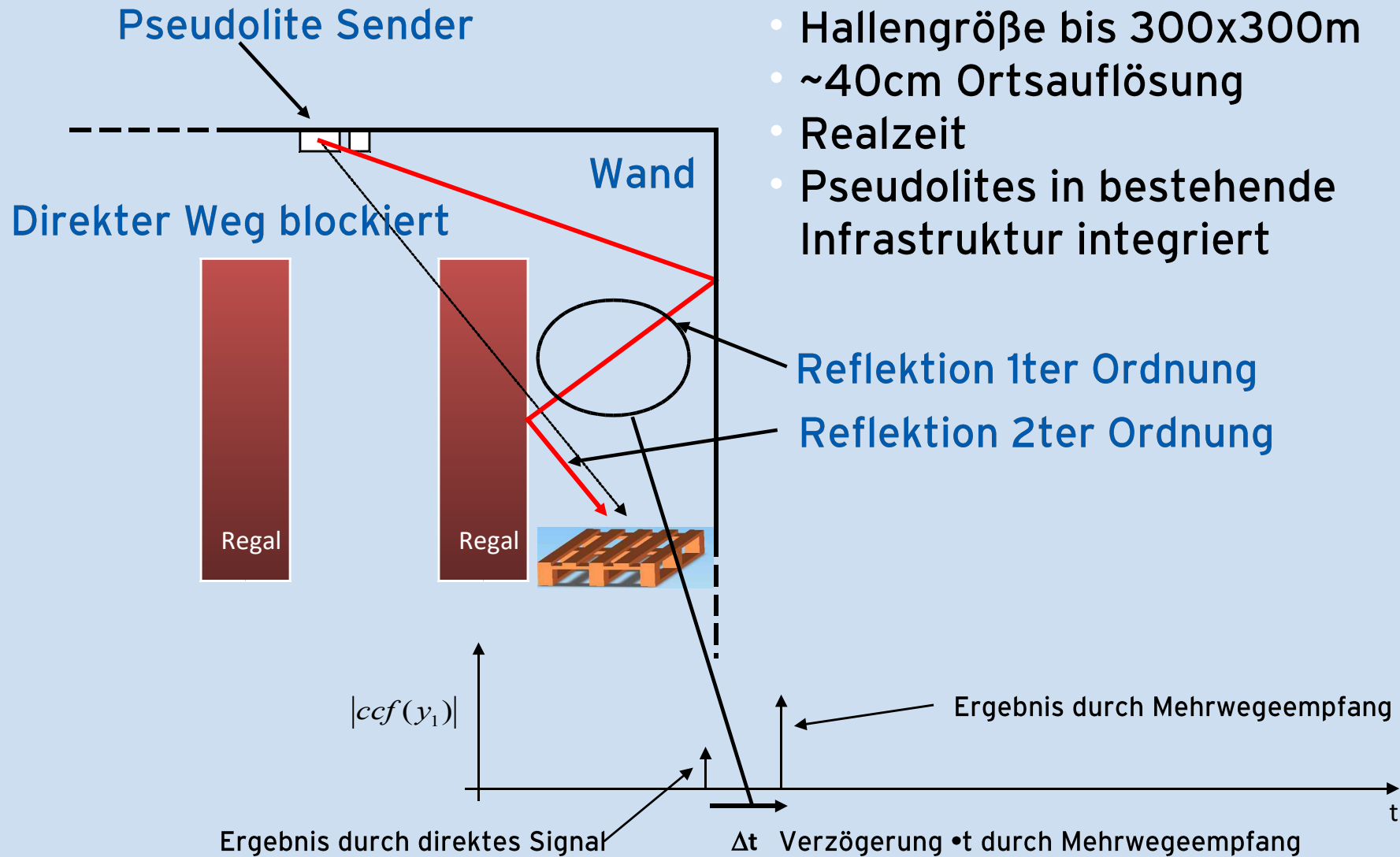


InLoc4Log Architektur-Überblick



Legende:
 = Systeme
 = Services
 = Dienste
 = Schnittstellen | * kein Teil des Projektes

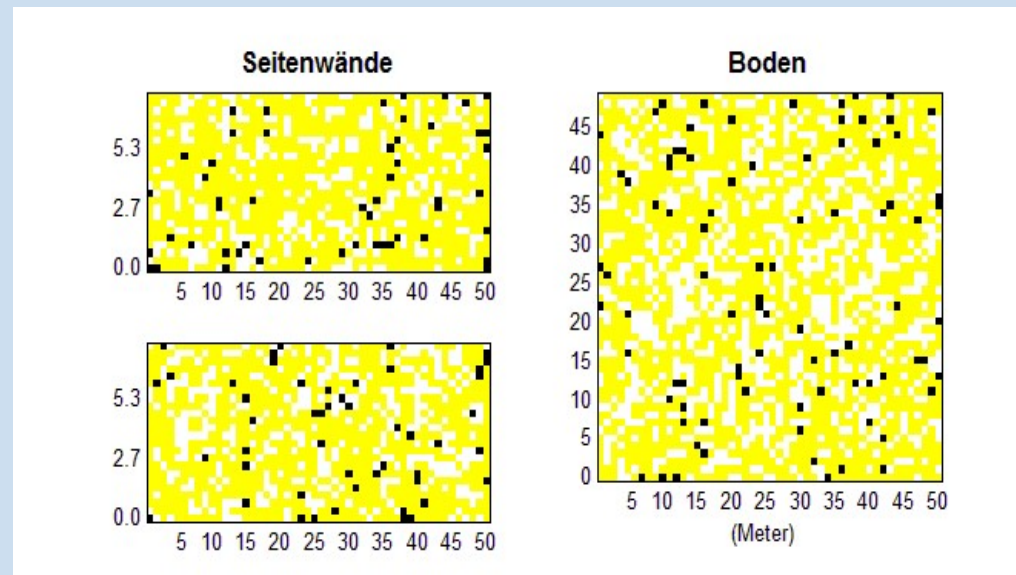
InLoc4Log Lösung für das Mehrwege-Problem



- Ortungsgenauigkeiten
- Halle: 50x50x8m
- Abtastrate: 250 Msamples /s
- Mittelung: 3 Messungen

- weiß : \pm 30cm (30%)
- gelb: \pm 1m (97%)
- schwarz: > 1m (3%)

- Für hohe Hallen wird es genauer !



Die Errechnung der Position (Kreuzkorrelation) wird durch ein besonderes Board mit FPGA und hoch auflösenden A/D-Wandlern realisiert.

- Das **InLoc4Log** Verfahren wurde mit einem Volumen von ca. 170.000 Euro innerhalb von 4 Jahren bis zum **Funktionsmuster** entwickelt.
- Inzwischen gibt es eine marktreife und vermutlich für unsere Anforderungen geeignete **Ortungs-Technik für \$5 pro „Chip“**.
- **Wir integrieren diese Technik gerade in unser System, Feldtests bei einem Großkunden stehen bevor.**

- Lagerlogistik hat spezielle Anforderungen.
- Regale, Material, Fähigkeiten des Personals spielen eine wichtige Rolle.
- Kosten sind ein streng limitierender Faktor in gering automatisierten Lageranlagen.
- Keine verfügbare Indoor-Ortungs-Technologie allein ist geeignet, um die Anforderungen zu erfüllen.
- **Lokalisierung und Prozess-Modell müssen „fusioniert“ werden, um einen echten Nutzen zu generieren!**



Technische
Hochschule
Wildau [FH]
*Technical University
of Applied Sciences*

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Kontakt: Prof. Dr. Stefan Brunthaler, brun@th-wildau.de