

FOSS Geobasiszwilling

Ein Demonstrator für das Polyfeld Muttenz

Urban Digital Twins gewinnen als Grundlage für Planung, Analyse und Entscheidungsfindung zunehmend an Bedeutung (DIN, 2024; Schubbe et al., 2023). Diese Arbeit untersucht die Konzeption und technische Umsetzung eines FOSS-basierten Geobasiszwillings (Free and Open Source Software) als Fundament eines Urban Digital Twin. Der entwickelte Demonstrator integriert offene Geodaten und Standards in einer webbasierten 3D-Umgebung am Beispiel des Polyfelds Muttenz; der Fokus liegt auf reproduzierbaren Workflows, modularer Architektur und der webbasierten Bereitstellung heterogener 3D-Geodaten.

Stand der Forschung

Urbane Digitale Zwillinge werden in der Literatur als mehrschichtige, integrierte Informationssysteme beschrieben, welche geometrische, semantische und zeitliche Geodaten zur Unterstützung von Analyse- und Entscheidungsprozessen zusammenführen (DIN, 2024; Schubbe et al., 2023; Raes et al., 2025). Aktuelle Forschungsarbeiten betonen dabei insbesondere die Rolle von offenen Standards, modularen Architekturen und interoperablen Schnittstellen als Voraussetzung für langfristige Nutzbarkeit, Erweiterbarkeit und digitale Souveränität (Coors et al., 2024; Kolbe et al., 2021). Gleichzeitig zeigen bestehende Umsetzungen, dass viele Urban Digital Twins weiterhin auf proprietären Technologien basieren und offene, reproduzierbare Referenzimplementierungen bislang nur punktuell existieren (Naserentin et al., 2022; Jeddoub et al., 2023).

Problemstellung

Trotz eines breiten konzeptionellen Fundaments fehlt es an durchgängig dokumentierten, FOSS-basierten Geobasiszwillingen, welche als technisches Rückgrat eines Urban Digital Twin dienen können. Insbesondere die Integration heterogener Geobasisdaten (Terrain, 3D-Gebäude, Punktwolken, Orthofotos, zeitliche Attribute) erfordert komplexe Verarbeitungs- und Harmonisierungsschritte, die in bestehenden Lösungen häufig nicht reproduzierbar oder nur projektspezifisch umgesetzt sind. Damit besteht eine Lücke zwischen theoretischen UDT-Konzepten und praktisch einsetzbaren, lokal betreibbaren FOSS-Architekturen, welche offen, modular und erweiterbar sind.

Methodik & Systemarchitektur

Zur Schliessung der identifizierten Lücke wird ein modularer, FOSS-basierter Geobasiszwilling konzipiert und umgesetzt, der den technischen Kern eines Urban Digital Twin bildet. Die Methodik folgt einer mehrschichtigen Architektur, welche Datenhaltung, Verarbeitung, Bereitstellung und Visualisierung klar voneinander trennt und dadurch Interoperabilität, Reproduzierbarkeit und Erweiterbarkeit sicherstellt (Abb. 1).

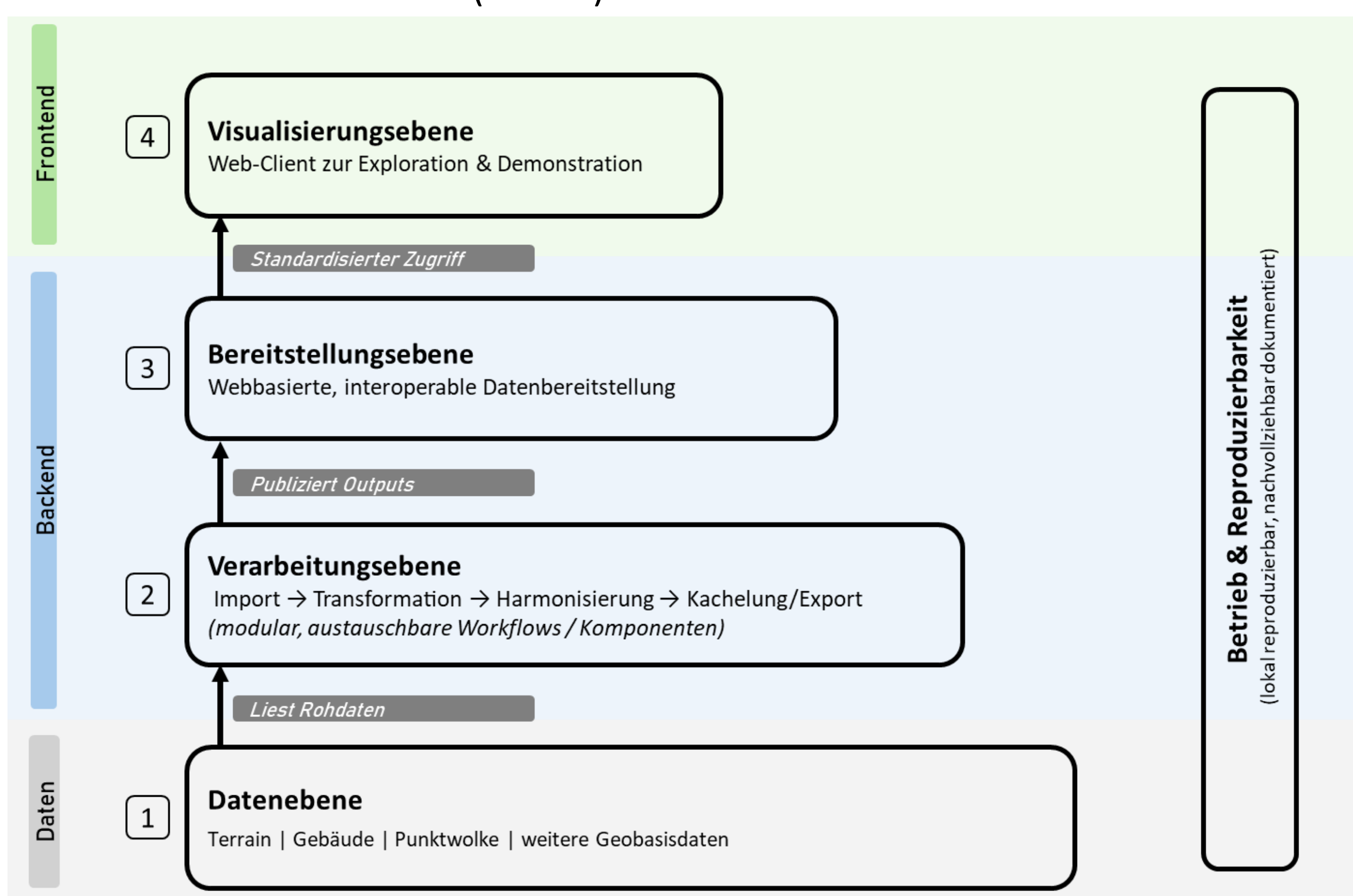


Abb. 1: Mehrschichtige Architektur eines FOSS-basierten Geobasiszwillings. Trennung von Daten-, Verarbeitungs-, Bereitstellungsebene und Visualisierungsebene. (Quelle: Eigene Darstellung)

Die dargestellte Architektur ermöglicht eine klare Trennung von Verantwortlichkeiten sowie eine schrittweise Erweiterung des Geobasiszwillings. Sie bildet damit eine robuste, reproduzierbare Grundlage für die Weiterentwicklung und Evaluation des Geobasiszwillings.

Implementierung des Demonstrators

Die entwickelte Architektur wird in einem FOSS-basierten Demonstrator für das Polyfeld Muttenz umgesetzt. Die Implementierung folgt einem modularen, containerisierten Ansatz. Zentrale Geobasisdaten (Terrain, 3D-Gebäude, Punktwolken) werden aus offenen Quellen bezogen, verarbeitet und in webfähige, tile-basierte Formate überführt. Die konkrete Umsetzung der Gebäudedaten-Pipeline – von der Datenakquise über die Verarbeitung bis zur Bereitstellung als 3D Tiles – ist im Workflow in Abb. 2 dargestellt.

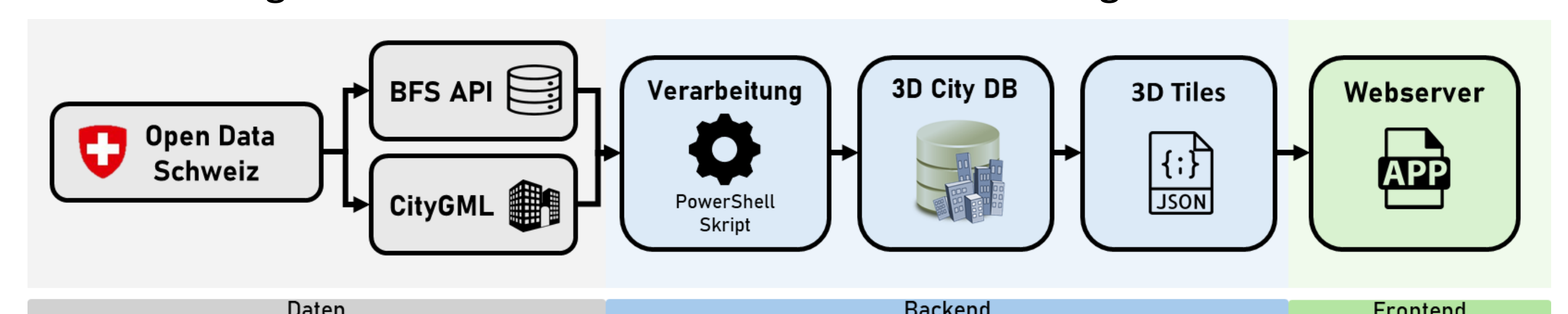


Abb 2: Workflow zur Verarbeitung und Bereitstellung von CityGML-Gebäudedaten. Die Grafik illustriert die modulare Datenpipeline von der Datenakquise über die Verarbeitung und Datenbankintegration bis zur Auslieferung an den Web-Client. (Quelle: Eigene Darstellung)

Ergebnisse

Der Demonstrator zeigt die integrierte, webbasierte Visualisierung heterogener 3D-Geodaten innerhalb einer gemeinsamen Umgebung (Abb. 3). Gebäudemodelle, Punktwolken, Terrain und Orthofotos werden räumlich konsistent überlagert und können interaktiv kombiniert sowie objektspezifisch abgefragt werden. Ein zentrales Ergebnis ist die Unterstützung zeitabhängiger Darstellungen im Web-Client. Über die integrierte Zeitsteuerung lassen sich zeitlich referenzierte Attribute, wie beispielsweise Baujahre von Gebäuden, visualisieren und vergleichen, wodurch erste dynamische Aspekte eines Urban Digital Twin sichtbar werden.

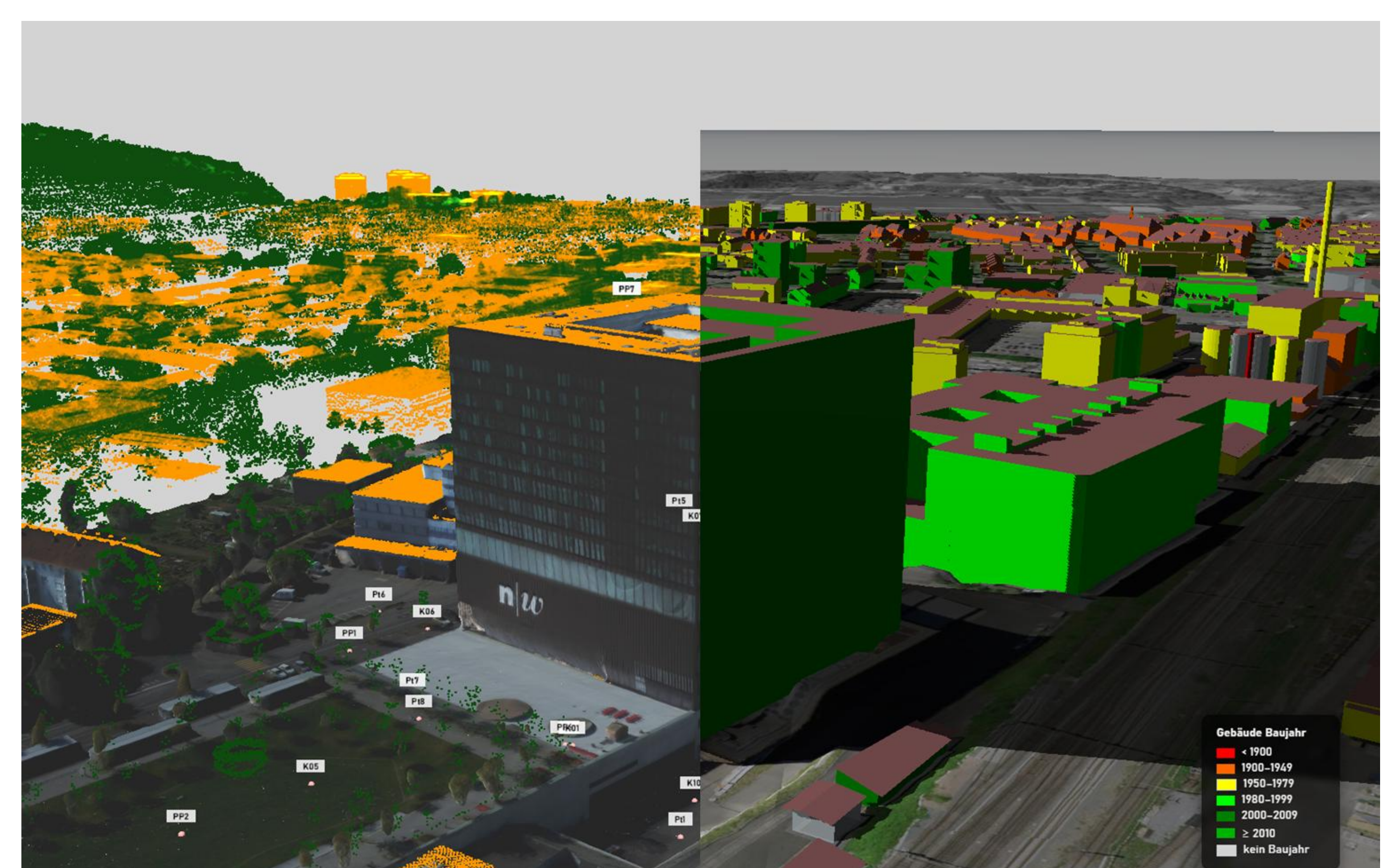


Abb 3: Ergebnisdarstellung des Geobasiszwillings im Demonstrator Polyfeld Muttenz. Webbasierte Visualisierung von 3D-Gebäudemodellen, Punktwolken, Terrain und Orthofoto mit interaktiver Layer- und Zeitsteuerung. (Quelle: Eigene Darstellung)

Ausblick

Durch räumliche Skalierung, stärkere Integration der Zeitdimension sowie die Einbindung von Sensor- und Simulationsdaten kann der Geobasiszwilling zu einem dynamischen, entscheidungsunterstützenden Urban Digital Twin weiterentwickelt werden (vgl. Santhanavanich et al., 2025). Als offenes, FOSS-basiertes Testfeld bietet er zudem Potenzial für neue Visualisierungsmethoden wie Gaussian Splatting (vgl. Bergsten, 2025).