

# Digitale Zwillinge und Extended Reality zur Unterstützung im Infrastrukturbau

Digitalisierung, Monitoring & BIM –  
Eine gesamtheitliche Betrachtung  
im Bauwesen

*Prof. Dr.-Ing. Patrick Dallasega  
Fakultät für Ingenieurwesen  
Freie Universität Bozen*

*21. September 2023*

# Einführung

## Kontext

- **Infrastrukturbauprojekte** wie z.B. Straßen, Brücken oder Stromnetze sind entscheidend für die Lebensqualität als auch das wirtschaftliche Wachstum einer Region.
- Digitale Innovationen haben eine entscheidende Bedeutung um die **Effizienz, Sicherheit** und **Nachhaltigkeit** von Infrastrukturprojekte zu steigern.
- **Building Information Modeling** (BIM) wird oft statisch und vor allem für die Planung und Dokumentation der Bauausführung verwendet (und nicht für die Steuerung bzw. Regelung des Ausführungsprozesses).
- **Digitale Zwillinge** und **Extended Reality Technologien** ermöglichen es komplexe Projekte in einer virtuellen Umgebung zu visualisieren, zu analysieren und zu optimieren.



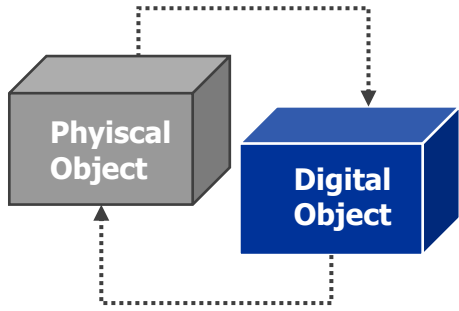


Quelle: <https://www.digital-engineering-magazin.de/fabrikplanung-wie-sie-virtuell-gelingt/>

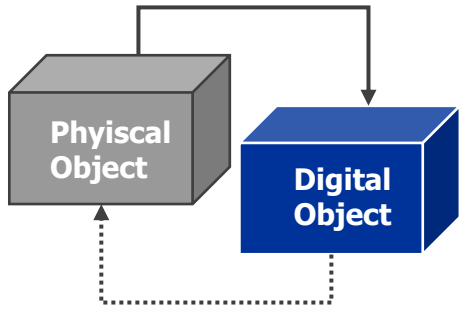
© 2023 Prof. Dr.-Ing. Patrick Dallasega – Free University of Bozen-Bolzano

# Einführung

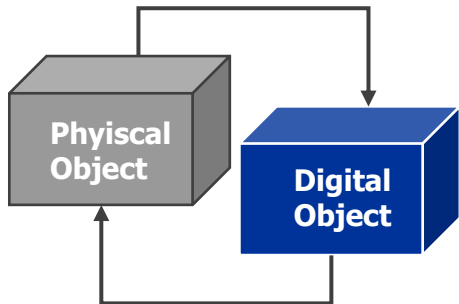
## Definition Digitaler Zwilling (Digital Twin)



Ein **digitales Modell** ist eine digitale Darstellung eines bestehenden oder geplanten physischen Objekts, die keine Form des automatisierten Datenaustauschs zwischen dem physischen Objekt und dem digitalen Objekt ermöglicht.



Wenn ein automatisierter unidirektionaler Datenfluss zwischen dem Zustand eines bestehenden physischen Objekts und einem digitalen Objekt besteht, wird eine solche Kombination als **digitaler Schatten** bezeichnet.



Wenn die Datenflüsse zwischen einem bestehenden physischen Objekt und einem digitalen Objekt in beide Richtungen vollständig integriert sind, spricht man von einem **digitalen Zwilling**.

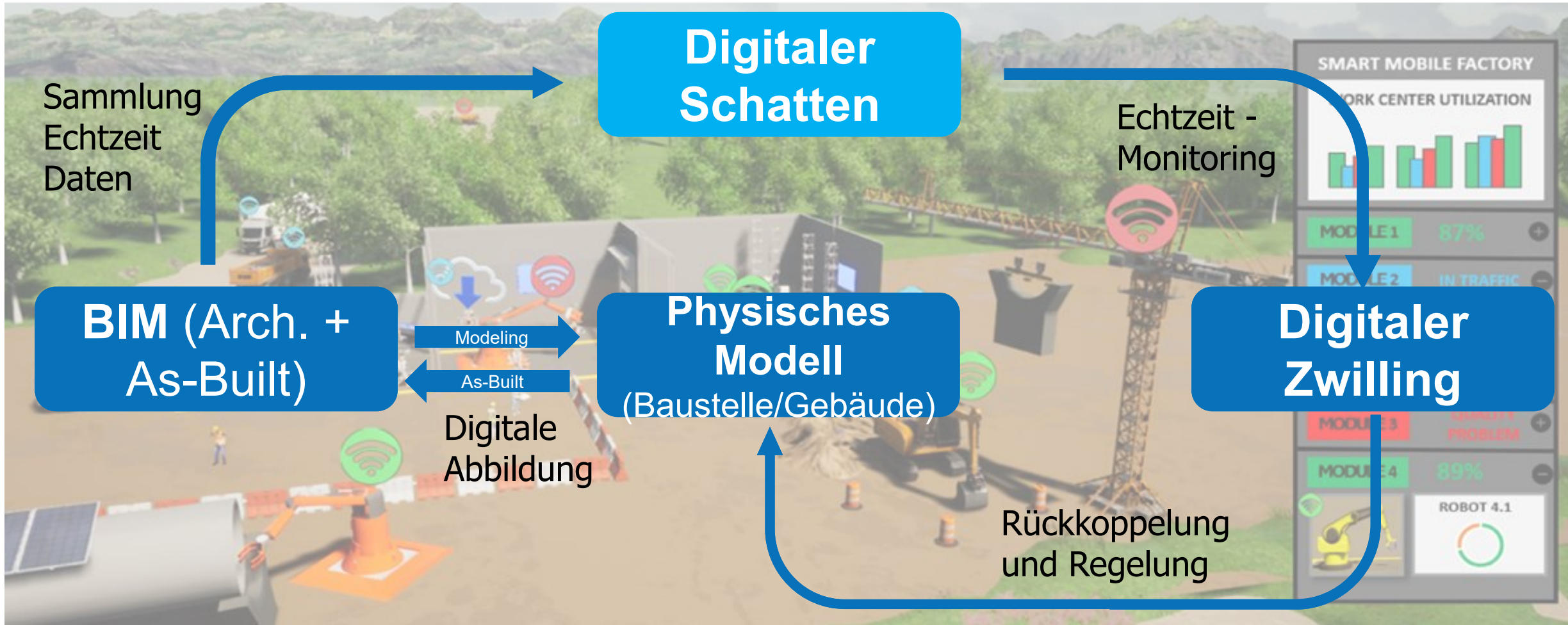
Source: Kritzinger et al. (2018)

-----> Manual Data Flow  
—————> Automatic Data Flow



# Einführung

## Digital Twin im Infrastrukturbau

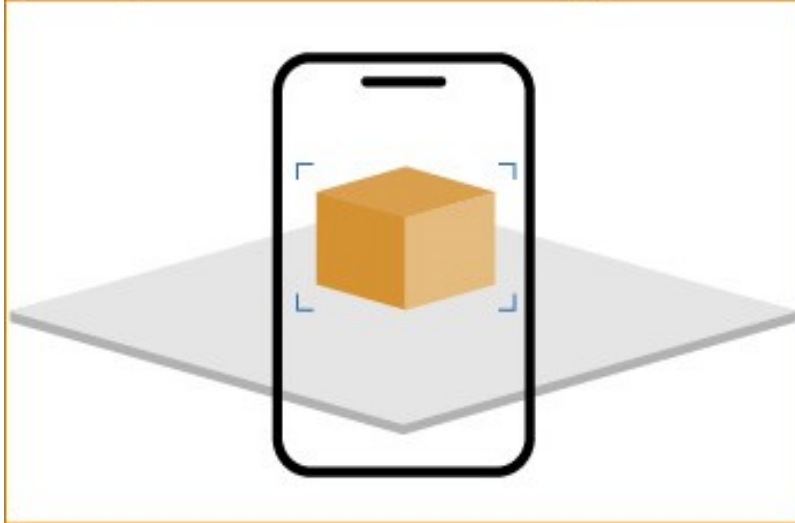


# Extended Reality Kontiunuum

## AR-MR-VR

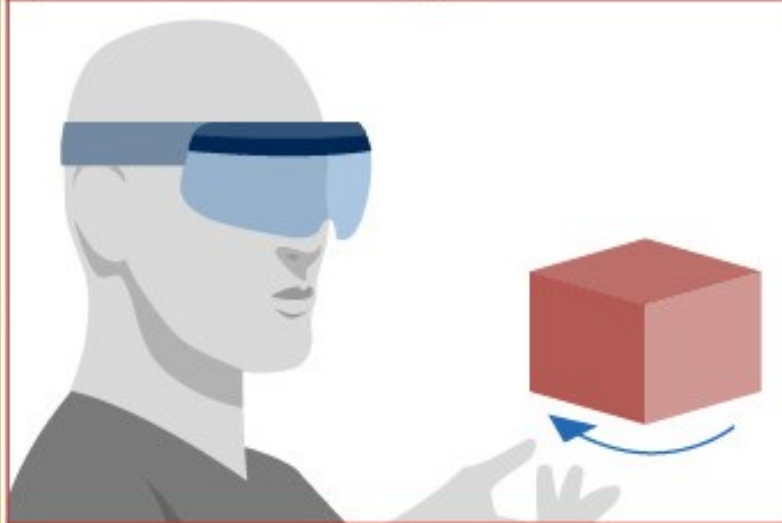
AR

(Augmented Reality)



MR

(Mixed Reality)



VR

(Virtual Reality)

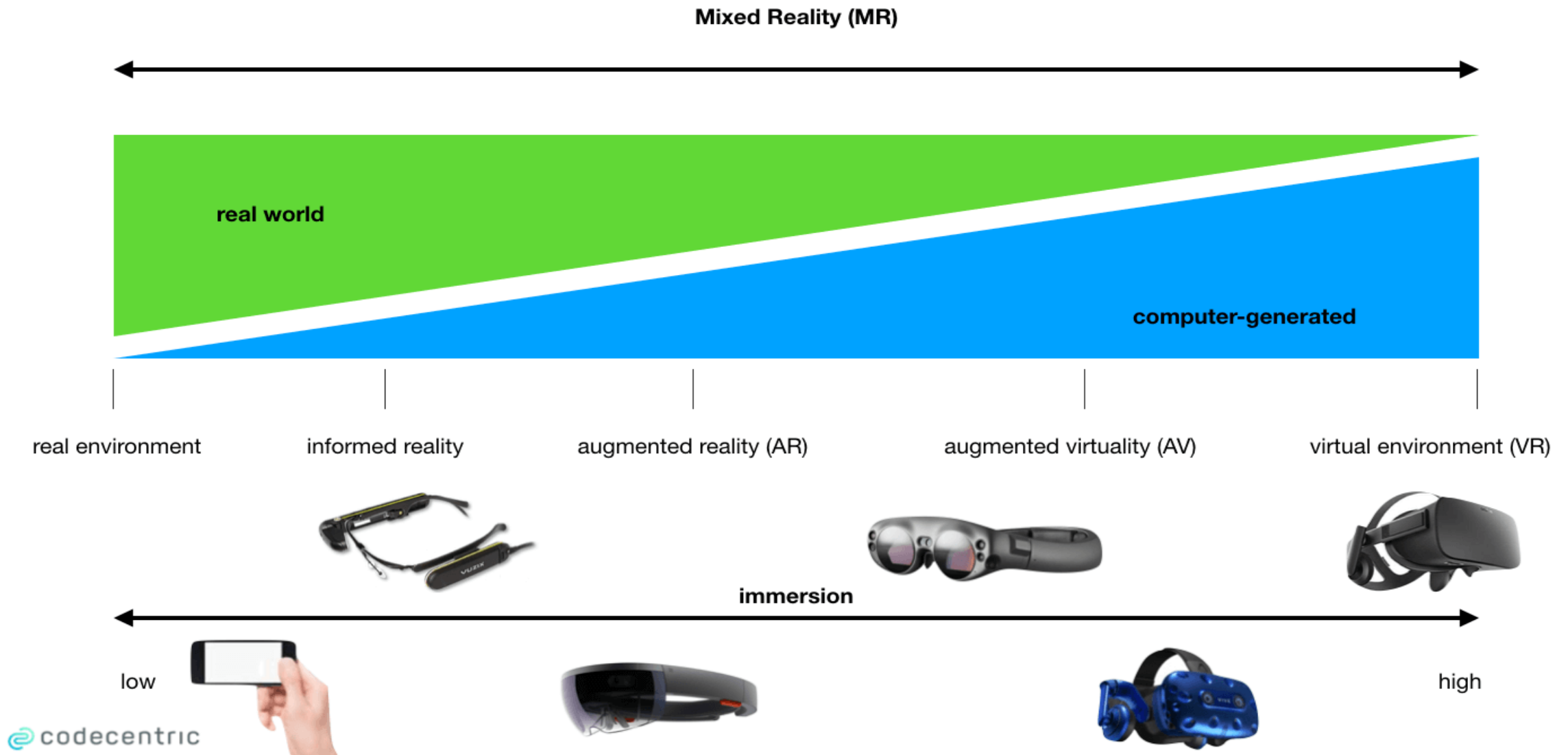


Benutzer sieht statische digitale Informationen oder in die reale Umgebung integrierte visuelle Elemente

Benutzer interagiert mit reaktionsfähigen virtuellen Elementen, die in die reale Umgebung integriert sind

Benutzer taucht in eine interaktive, digital erzeugte Umgebung ein

# Mixed Reality Kontiunuum Von Realität bis Virtualität





**FNSNF**

FONDS NATIONAL SUISSE  
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
FONDO NAZIONALE SVIZZERO  
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

AUTONOME  
PROVINZ  
BOZEN  
SÜDTIROL



PROVINCIA  
AUTONOMA  
DI BOLZANO  
ALTO ADIGE

# Smart Mobile Factory for Infrastructure Projects

## SMF4INFRA



**ETH** zürich



euroTUBE

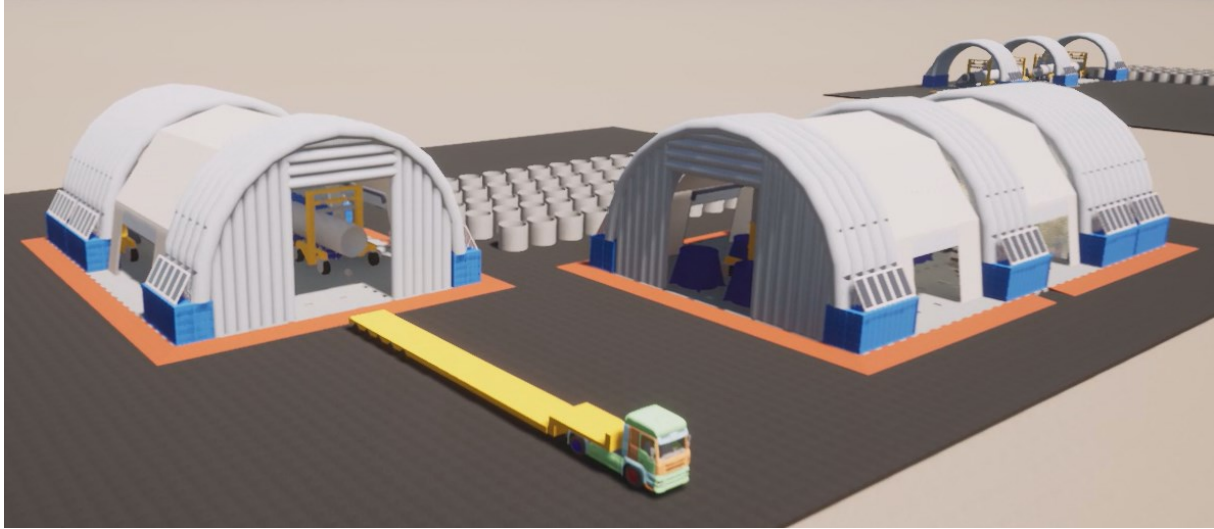
**unibz**

**TU**Delft  
Delft University of Technology

**TU/e** EINDHOVEN  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY



# Forschungsprojekt SMF4INFRA



- Joint Project ETH-Zürich und Freie Universität Bozen (Februar 2021- Oktober 2025)
- Entwicklung einer mobilen Fabrik (inkl. Digitaler Zwilling) für die Belieferung von Material für den Bau eines Hochgeschwindigkeitsverkehrssystems in Europa (Hyperloop)



Source: <https://eurotube.org/>

# Forschungsprojekt

## DIGPLAMI

### Entwicklung einer Plattform zur Unterstützung der Instandhaltung der Stadt-Leitungsinfrastruktur (DIGPLAMI)

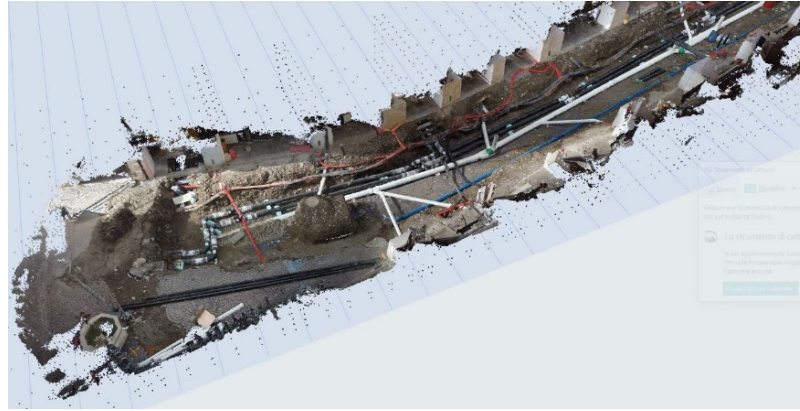


stadtwerke **asm**  
BRIXEN | BRESSANONE



- Zusammenarbeit **Unibz** mit **Photogram** und **Stadtwerke Brixen ASM** (Mai 2020-Oktober 2020)
- **Machbarkeitsstudie** für eine digitale Plattform zur Unterstützung der **Digitalisierung, Archivierung** und **Verortung der Stadt-Leitungsinfrastruktur**

## Testbaustelle Erneuerung Fernwärmeleitungen Lauben Brixen



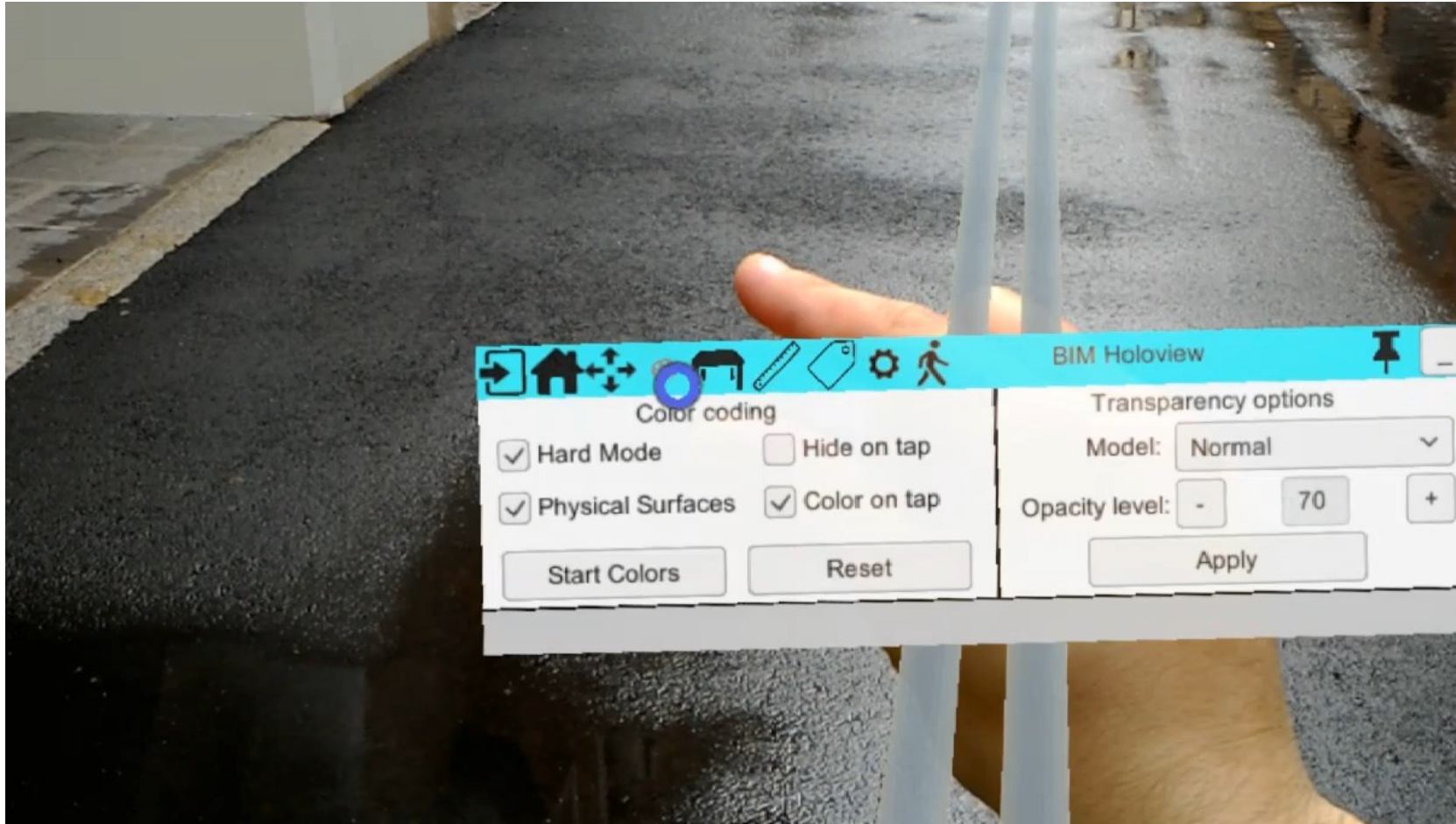
- Digitalisierung der Baustelle mittels **Foto-Punktwolke**
- Umwandlung in **BIM-Modell** (händisch)
- Visualisierung in **Augmented Reality (AR)**
- **Test** Auffinden der Rohrleitungen mit **Markierungsdienst ASM** (Vorher-Nachher Vergleich)
- **Machbarkeitsstudie** zur professionellen Entwicklung der digitalen Plattform



# Forschungsprojekt

## DIGPLAMI

### Verortung und Visualisierung der Fernwärmeleitungen in Augmented Reality



# Forschungsprojekt DIGPLAMI

## Praktischer Test mit Markierungsdienst Stadtwerke Brixen ASM

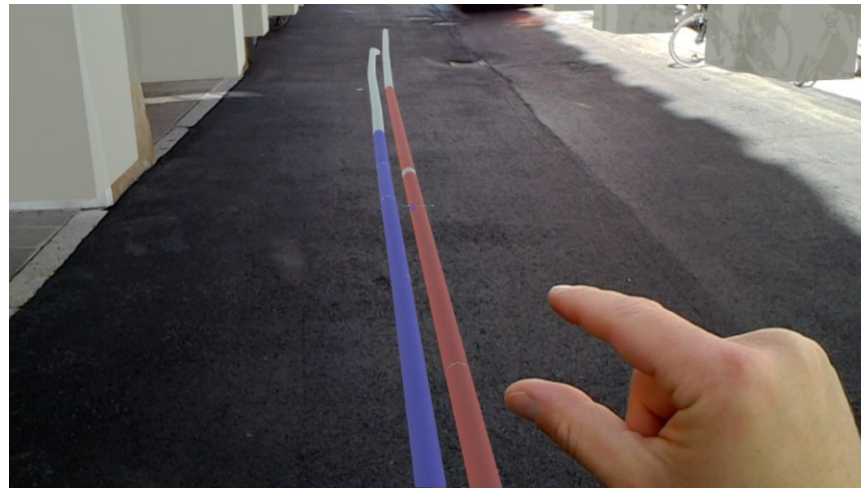
Konventionell



Augmented Reality AR



- **Vorlauf** wurde **konventionell** mit Elektro-Suchgerät in **Rot** markiert (links)
- **Rücklauf** wurde durch die Unterstützung von Augmented Reality AR in **Blau** markiert (rechts)
- Drastische **Zeiteinsparung** durch die Visualisierung in AR mit Helm Trimble XR10 von **ca. 60%**



# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI

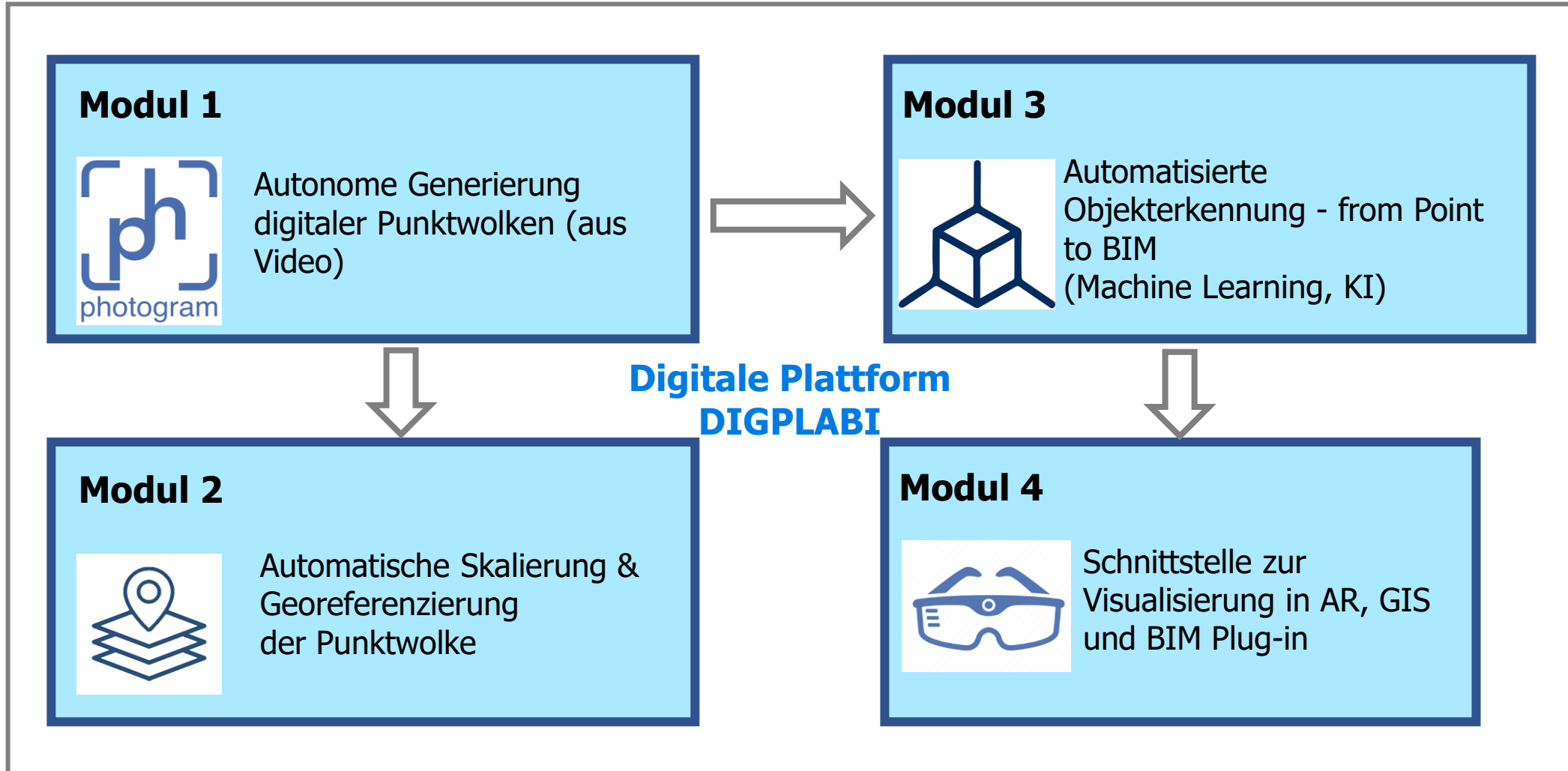
## DIGital PLATform for Building and Infrastructure Projects (DIGPLABI)



- Gründung **selbstständiges Unternehmen Photogram GmbH** in **2021**  
<https://www.photogram.pro/de-DE>
- Entwicklung einer Plattform zur **Digitalisierung, Verortung** und **Visualisierung** von Leitungen in **Tief- und Hochbauprojekten**
- Projektdauer: **Februar 2021 - Dezember 2023**



# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI



# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI

## Modul 1 Autonome Generierung digitaler Punktwolken (aus Video)

Konventionell



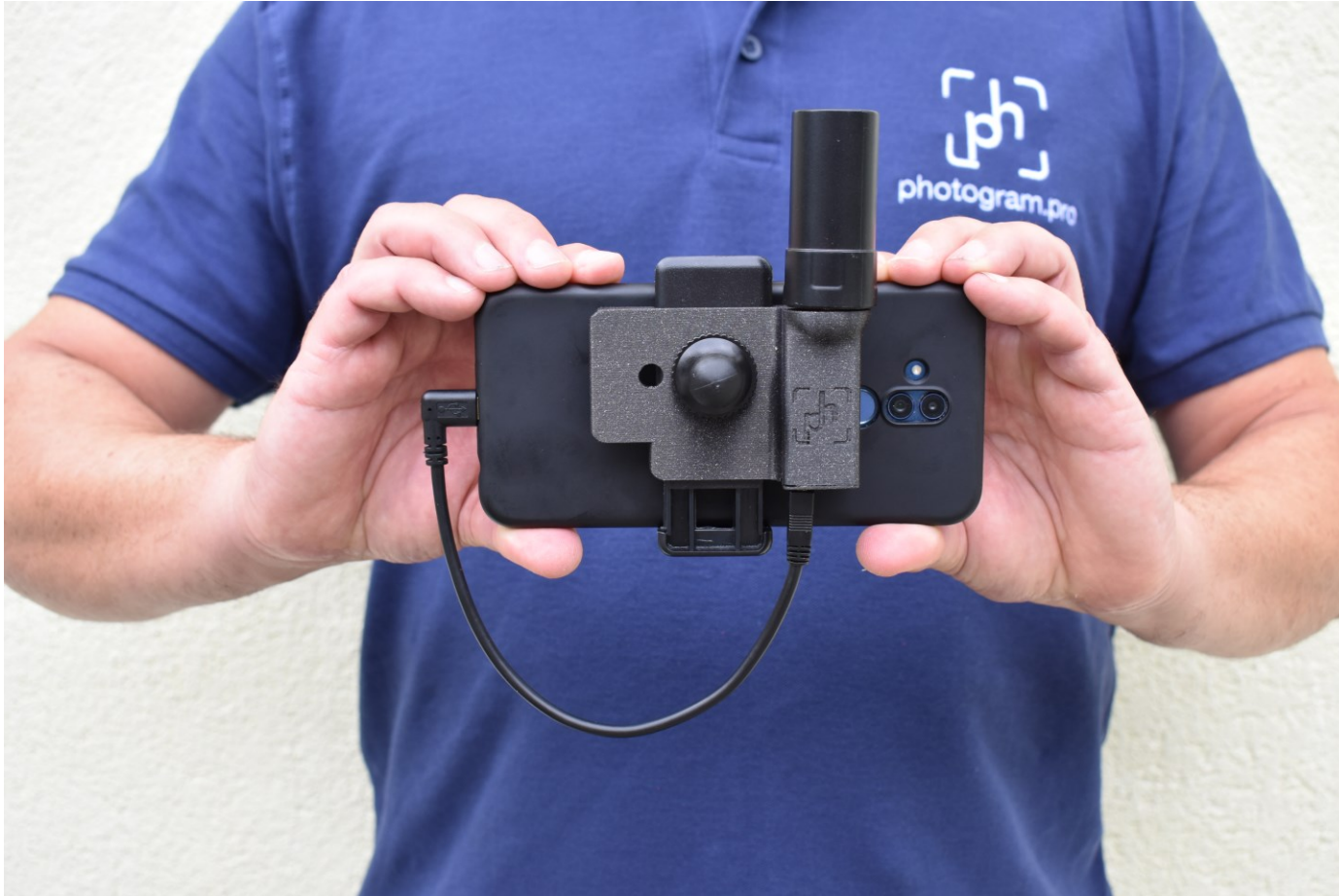
Mit DIGPLABI



- **Konventionelle Erhebung** mittels Mobilen Laserscanner Leica BLK2GO (links)
- **Digitalisierung** mit gängigen Smartphones und digitaler Plattform **DIGPLABI** (rechts)
- **Keine spezialisierten Fachkräfte** notwendig

# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI

## Modul 2 Automatische Skalierung & Georeferenzierung der Punktwolke

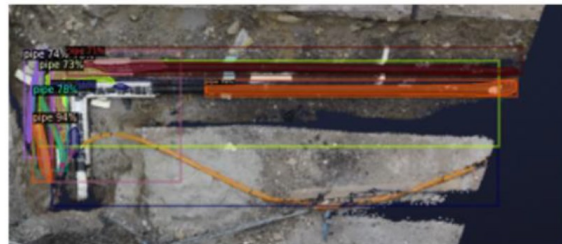
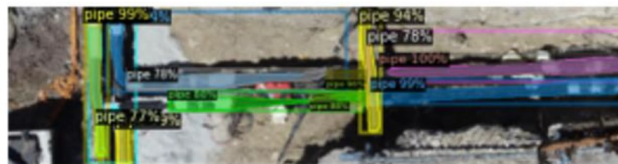
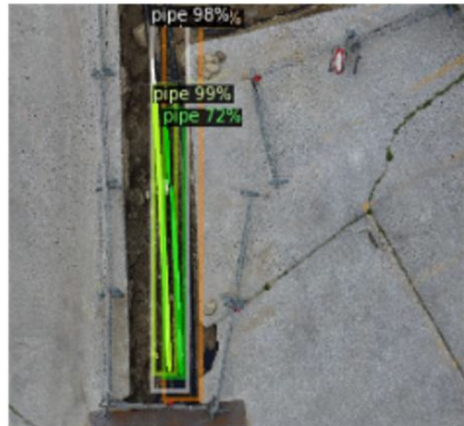
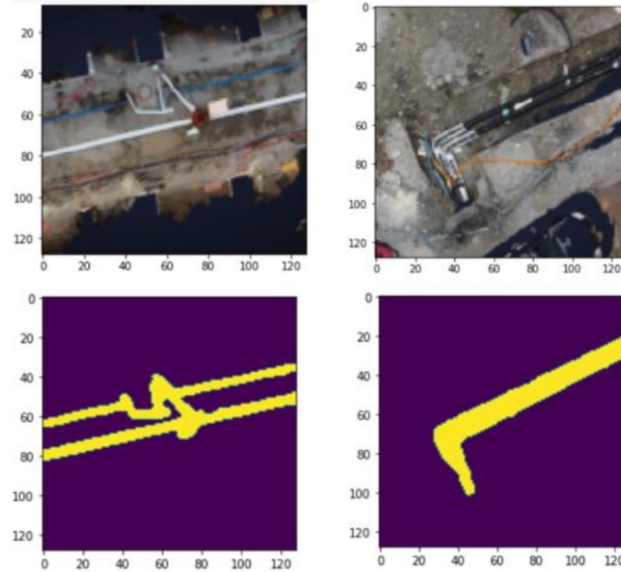


- **Mobile RTK-Lösung** für Smartphone
- **GPS-Ortung** mit cm-Genauigkeit
- **Automatische Skalierung** der digitalen Photopunktwolke



# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI

## Modul 3 Automatisierte Objekterkennung - from Point to BIM



- Test von verschiedenen **Machine Learning Algorithmen** zur automatischen Leitungserkennung in Abbildungen
- **Semi-automatische Unterstützung** zur Umwandlung von Digitalen Punktwolken in BIM Modelle
- Ergebnisse sind direkt abhängig von der **Qualität** und **Komplexität** der **Abbildung**

# Forschungs- und Entwicklungsprojekt DIGPLABI

## Modul 4 Schnittstelle zur Visualisierung in Augmented Reality



- Kompatibilität mit **Augmented Reality (AR)** für das Auffinden von Rohrleitungen im Hoch- und Tiefbau
- **Kompatibilität** mit **GIS-** und **BIM-Anwendungen** (über IFC-Schnittstelle)
- **Anreicherung der Foto-Punktwolken** mit zusätzlichen Informationen wie z.B. Rohr Typ bzw. Material und weiteren Attributen

# Abschluss

## Zusammenfassung und Ausblick

- Eine **zuverlässige** und **zeitnahe Datenerfassung** bzw. -auswertung ist ein wesentlicher Bestandteil für den **effizienten Bau** bzw. **Betrieb** des Infrastrukturprojekts
- **Extended Reality Technologien** (VR, AR und MR) eröffnen völlig neue Dimensionen in der Visualisierung und Interaktion mit **digitalen Zwillingen**.
- **Digitale Zwillinge** und **Extended Reality** haben ein enormes Potential für eine höhere **Transparenz** der Arbeitsprozesse, eine **verbesserte Kommunikation** als auch **Zusammenarbeit** der beteiligten Akteure der Bauausführung.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Patrick Dallasega  
Associate Professor in Industrial Engineering  
Free University of Bozen-Bolzano (Italy)  
E-mail: [patrick.dallasega@unibz.it](mailto:patrick.dallasega@unibz.it)  
LinkedIn: [linkedin.com/in/patrick-dallasega-0b843b72](https://www.linkedin.com/in/patrick-dallasega-0b843b72)

