

BIM – LASERSCANNING: ERFAHRUNGEN AUS DER LEHRE, BEISPIELE AUS DER PRAXIS



Vivien Volland

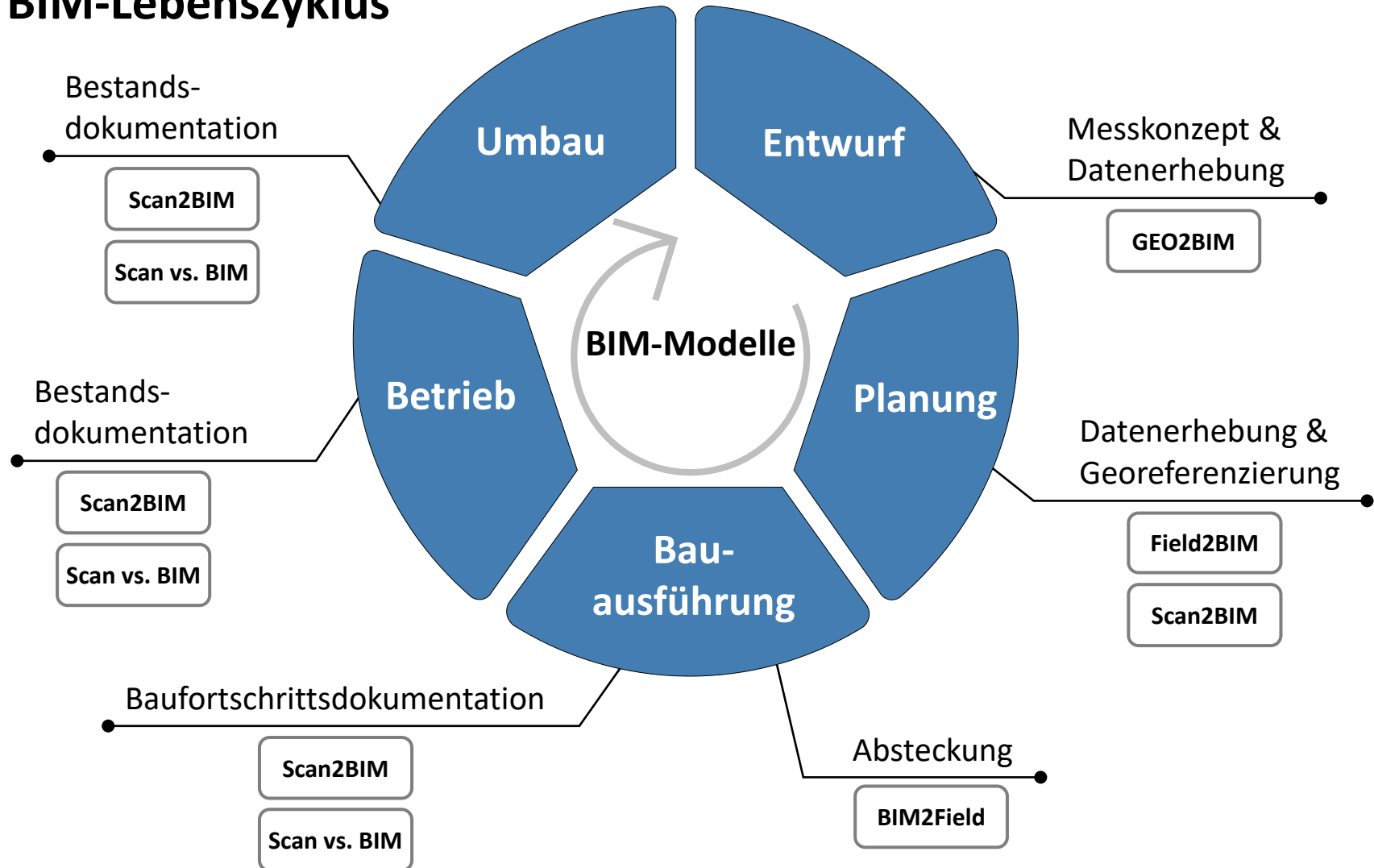
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Technische Universität Darmstadt



Denise Becker

Vermessungsingenieurin
TPI Vermessungsgesellschaft mbH

BIM-Lebenszyklus

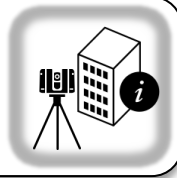


Erfahrungen aus der Lehre

Laserscanning & BIM



Scan2BIM
Scan vs. BIM



Modellierung



Forschung und
zukünft. Entwicklungen



Beispiele aus der Praxis



Georeferenzierung



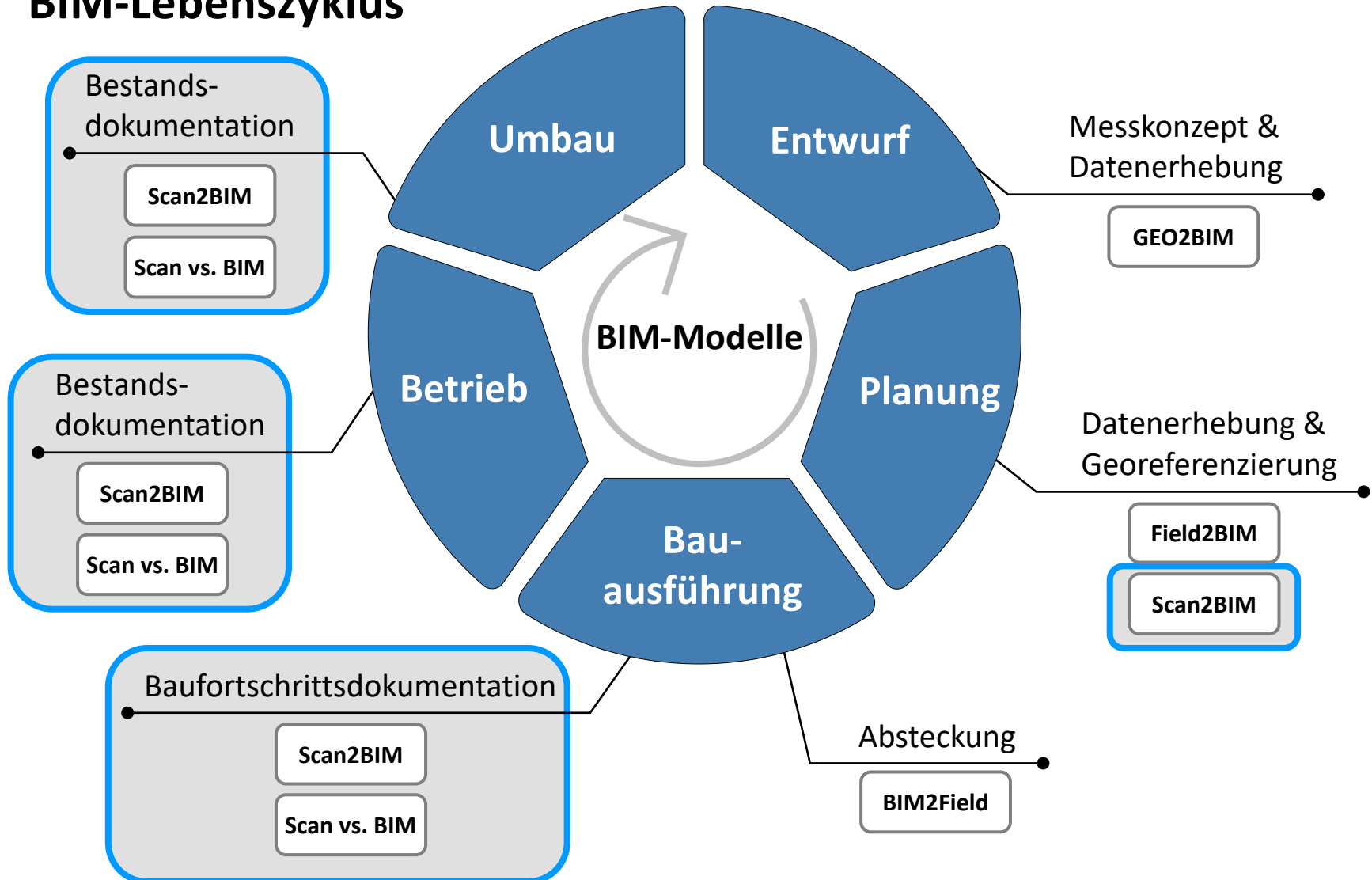
Scan2BIM



Scan vs. BIM

Erfahrungen aus der Lehre

BIM-Lebenszyklus





Institut für Geodäsie

Geodätische Messsysteme und Sensorik

Lehre

Gebäudeinformationssysteme

Messtechnik

Sensorik

Forschung

Terrestrisches Laserscanning +
Modellierung (BIM)

→ Scan-to-BIM

→ Automatisierung der
Modellierung

Punktwolkensegmentierung
UAV



Laserscanning



3D-Messverfahren mit hoher Geschwindigkeit und hoher Genauigkeit



Terrestrisches Laserscanning, Mobile Mapping, UAV



Punktwolke + Bildinformationen



Georeferenzierung



BIM



Informationsaustausch aller beteiligten Akteure



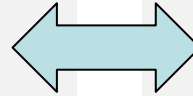
BIM-Modelle unterschiedl. Zyklusphasen



Digitalisierung existierender Gelände und Gebäude



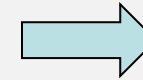
Laserscanning



BIM

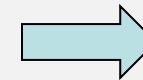


- Erfassung von bestehenden Gebäuden
- Erfassung vom Gelände
- Erfassung des Baufortschritts



Scan2BIM

- Vergleich der Zustände



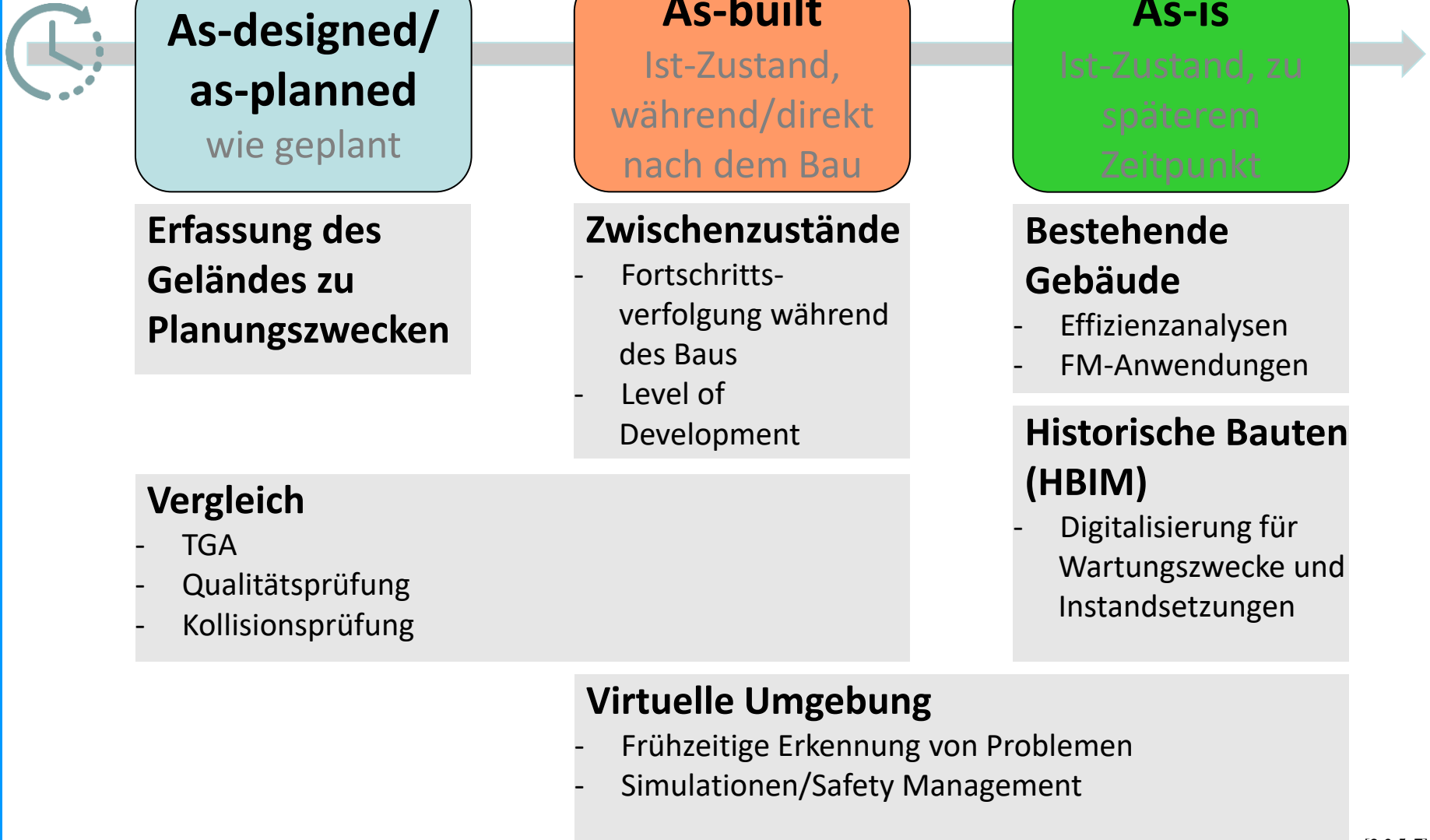
Scan vs. BIM

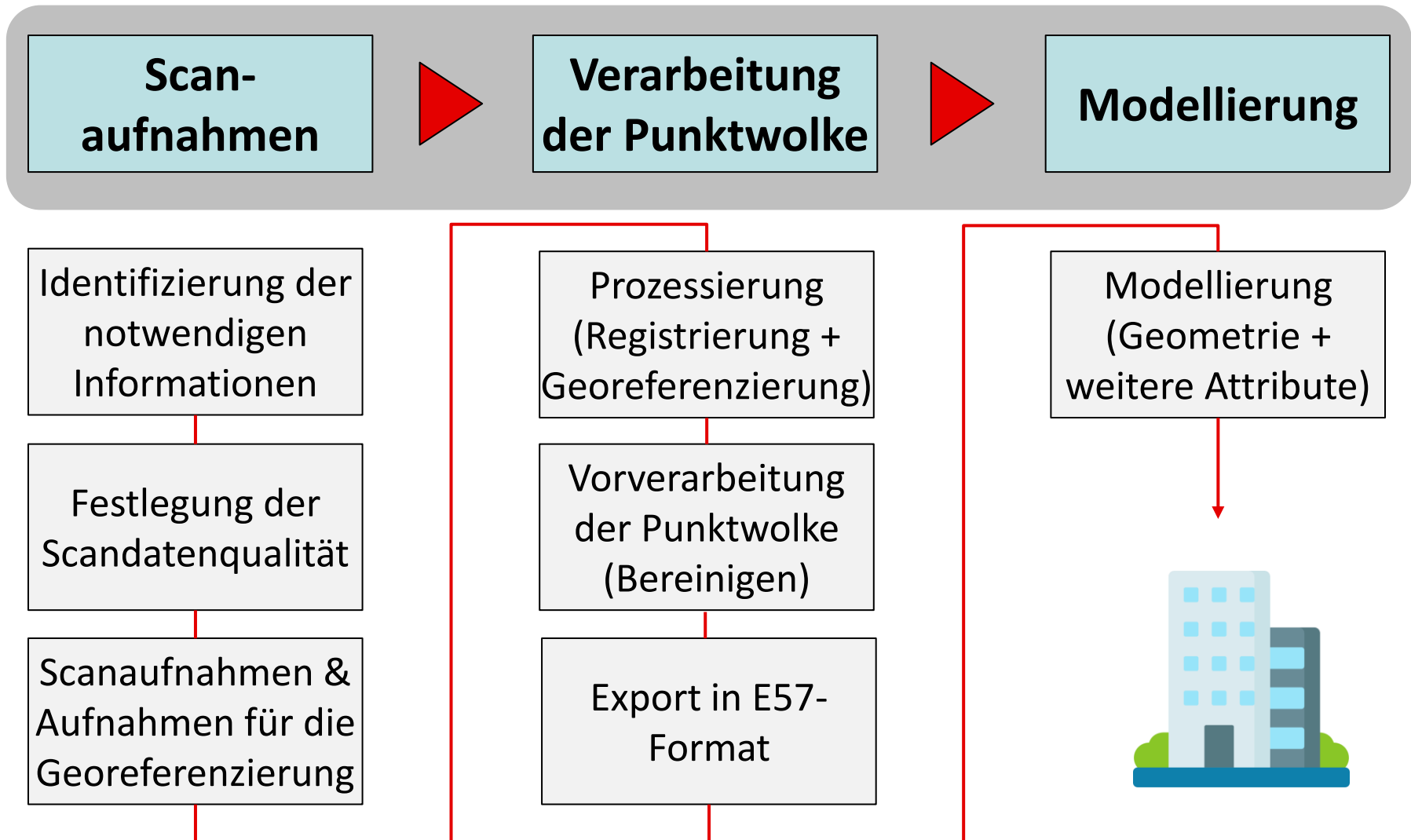
- Georeferenzierung

- Steigerung der Nachhaltigkeit und Effizienz

- Basis für digitalen Zwilling

Anwendungsfälle





Scanaufnahmen
(+Modellierung)

Vergleich der
Modelle

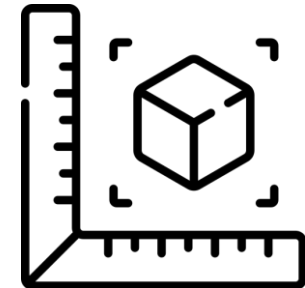
Auswertung/
Bewertung

Scan(2BIM)

Punktwolke und
Modell im gleichen
Koordinatensystem
?

Vgl. der Modelle,
Punktwolken oder
Modell vs.
Punktwolke

Abweichungen
bestimmen und
auswerten



3D-Modellierungssoftware

AUTODESK REVIT

BENTLEY

RHINOCEROS

ALLPLAN

CARD_1

**GRAPHISOFT
ARCHICAD**

AUTODESK CIVIL 3D

BRICSCAD

Modellierungsarten

**Geometrische
Modellierung**

**Parametrische
Modellierung**

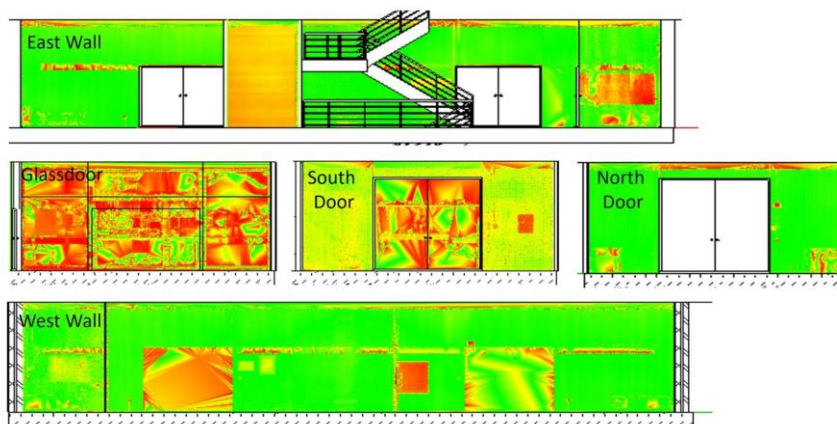
**Semantische
Modellierung**

Qualitätskontrolle

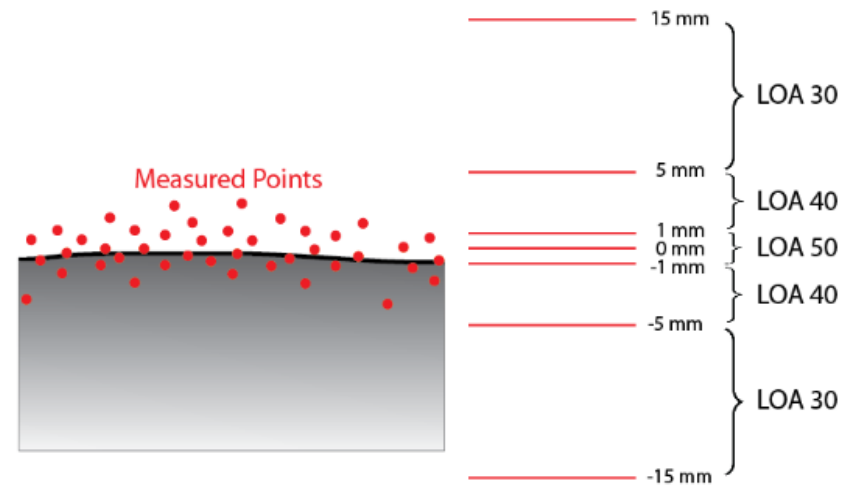
Abweichungen der Punktwolke zum Modell

- Geometrische Abweichungen
- Oberflächengenauigkeit
- Positionierung

HeatMap

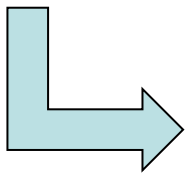


Level of accuracy

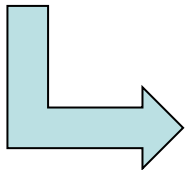




Common Practice: Manuelle Modellierung auf Basis von Punktwolken



Halb-automatisierte Konzepte vorhanden,
welche sich auf die **Bauteilerkennung** und
Klassifizierung fokussieren



Eine **Automatisierung** der Modellierung wäre
nicht nur eine **Zeitersparnis**, sondern würde auch
die **Subjektivität** der modellierenden Person
reduzieren und hat das Potential die **Genauigkeit**
des Modells zu **erhöhen**



Ziel:
Automatisierte Modellierung auf Basis von Punktwolken

Punktwolkensegmentierung

Detektion von Ebenen, Kanten, Ecken, TGA

Bestimmung der Topologie

- RANSAC
- Hough Transformation
- Weitere Algorithmen

Platzierung von Elementen und Bauteilen

Erkennung und Klassifizierung von Bauteilen

Platzierung der Elemente und Bauteile

- Detektions- und Klassifizierungsalgorithmen
- Objekt-Familien
- Plug-ins

POINTCAB
FARO As-Built
Autodesk
Point Layout



Scan2BIM „auf Knopfdruck“

Punktwolken-
segmentierung

Automatische
Bauteilerkennung

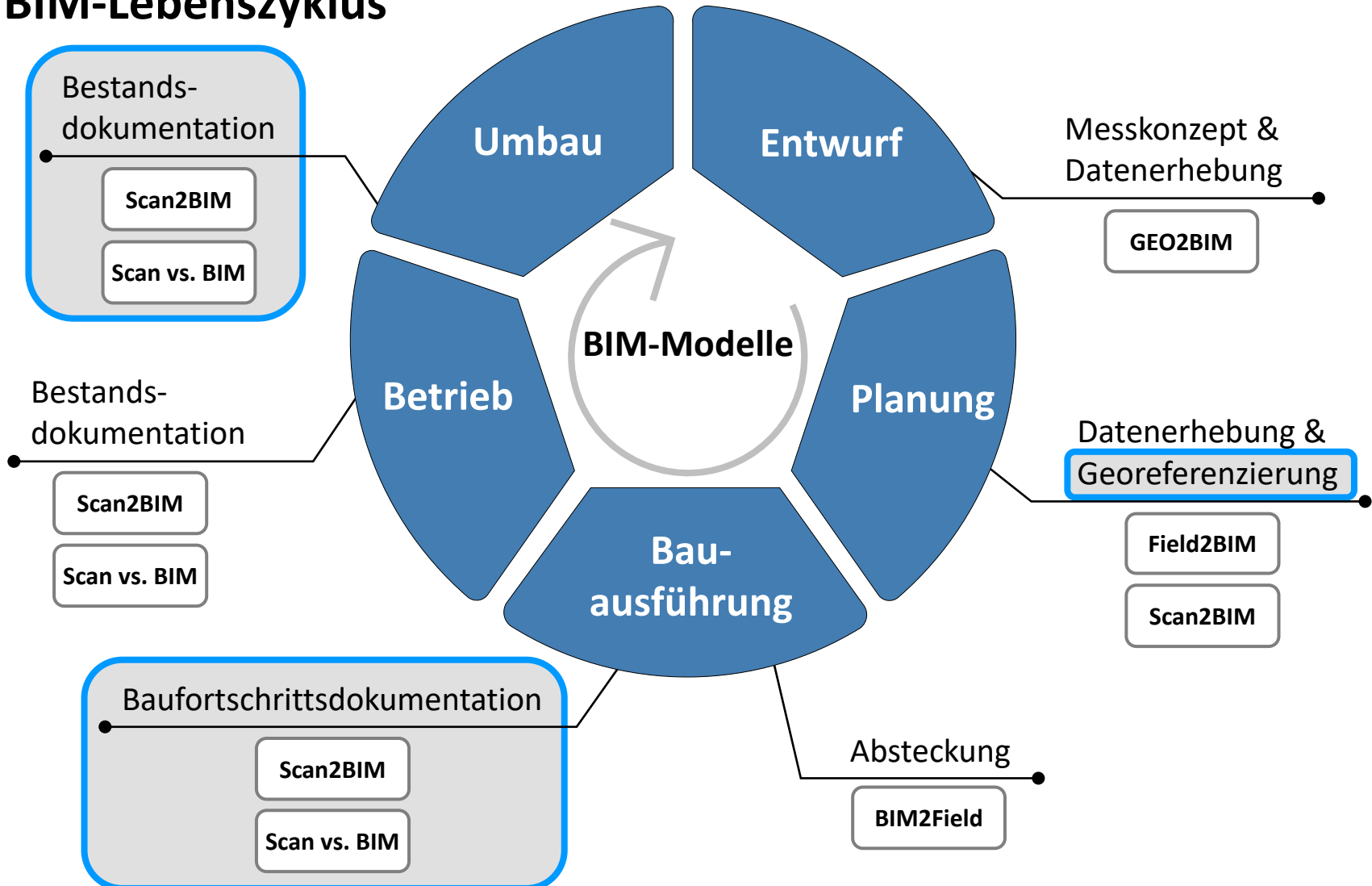
Automatische
Modellierung

Autom. Überprüfung
der Modellqualität

Einheitlicher
Workflow

Beispiele aus der Praxis

BIM-Lebenszyklus



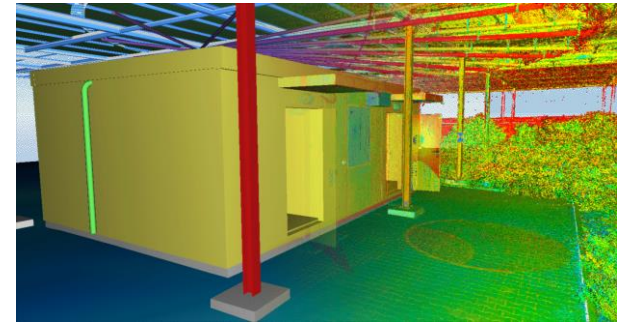
TPI Vermessungsgesellschaft mbH
Otto-Hahn-Straße 46
63303 Dreieich
und in Marburg

- Gründung: 2000
- Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Och
- > 50 Mitarbeitende
- 12 vollausgestattete Messfahrzeuge
- Aus- und Weiterbildung ist uns wichtig



TPI bietet Leistungen aus allen Bereichen der Vermessung:

- Ingenieurvermessung
- Industrievermessung
- 3D-Laserscanning
- BIM
- GIS / CAD
- UAS-Befliegung
- Mobile Mapping
- Gutachten, Sachverständigenwesen
- ...



- Mobile Mapping: NavVis M6 | VLX (2)



[15]

NavVis



[16]

- Laserscanning: HDS 7000 (2) | Imager 5010C | P40 | BLK2GO | BLK360 | RTC360 (2)



[17]



[18]

- Lasertracker: AT 401 | AT 360

- UAS-Befliegung: DJI Inspire 2 | DJI Mavic 2 Pro | MULTIROTOR Eagle G4 mit Transponder

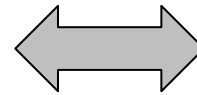


[19]

- GNSS-Systeme, Digitalnivelliere ...

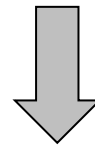
BIM

Realisierung des geplanten/
Dokumentation des
bestehenden Bauwerks

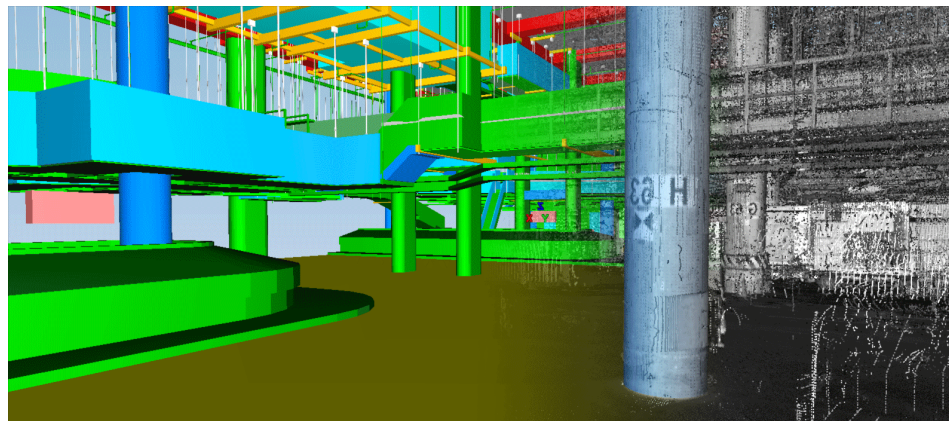


Vermessung

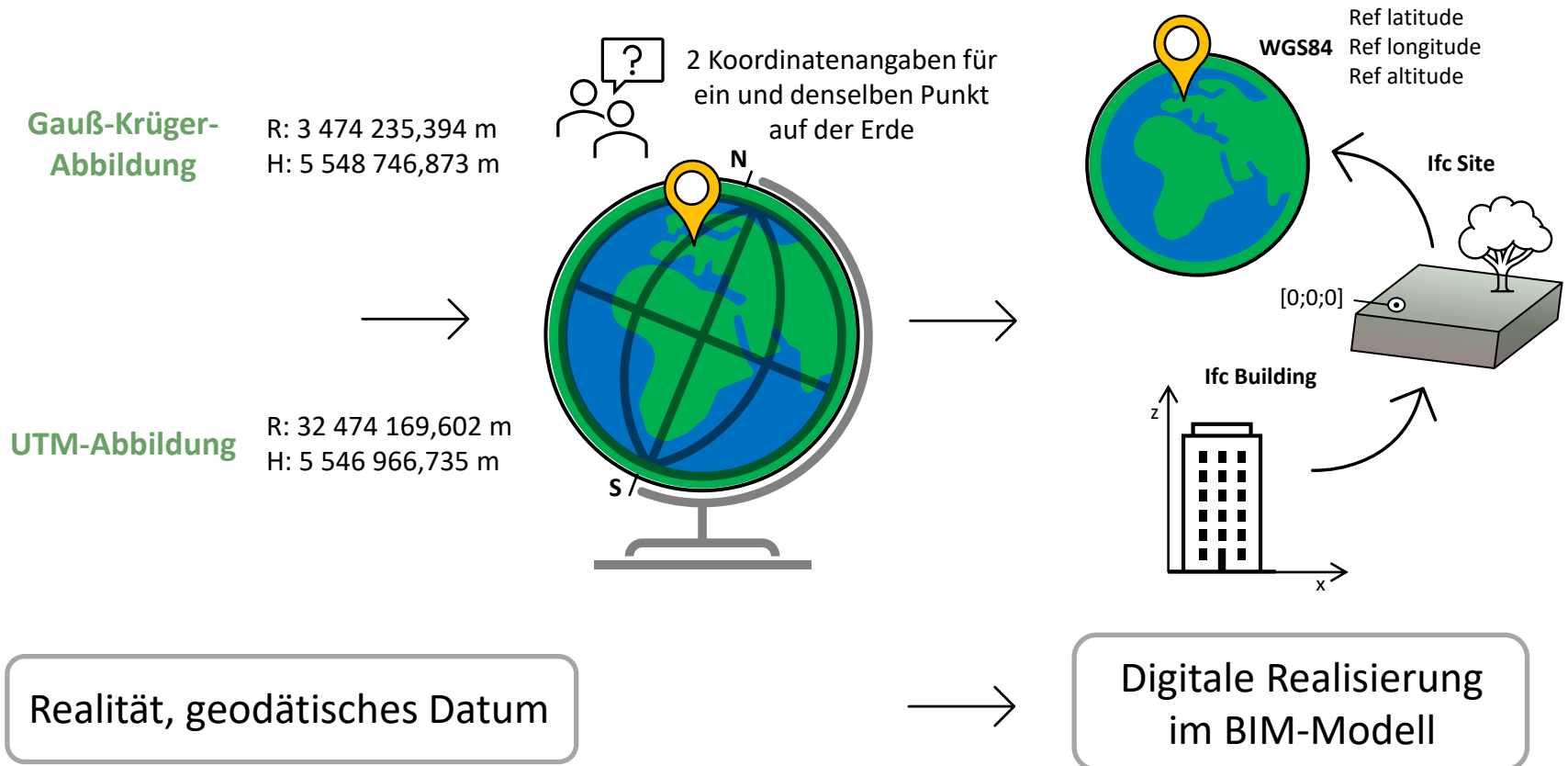
Raumbezogene Modellierung
der (bebauten) Umwelt,
Abstraktion der realen Welt



Verknüpfung zur existierenden realen Welt und deren Daten
→ **Raumbezug, Koordinatensysteme**
= eine Kernkompetenz des Geodäten!



- Klare Absprache des geodätischen Raumbezugs**



- **Eindeutige Festlegung der Koordinatensysteme**

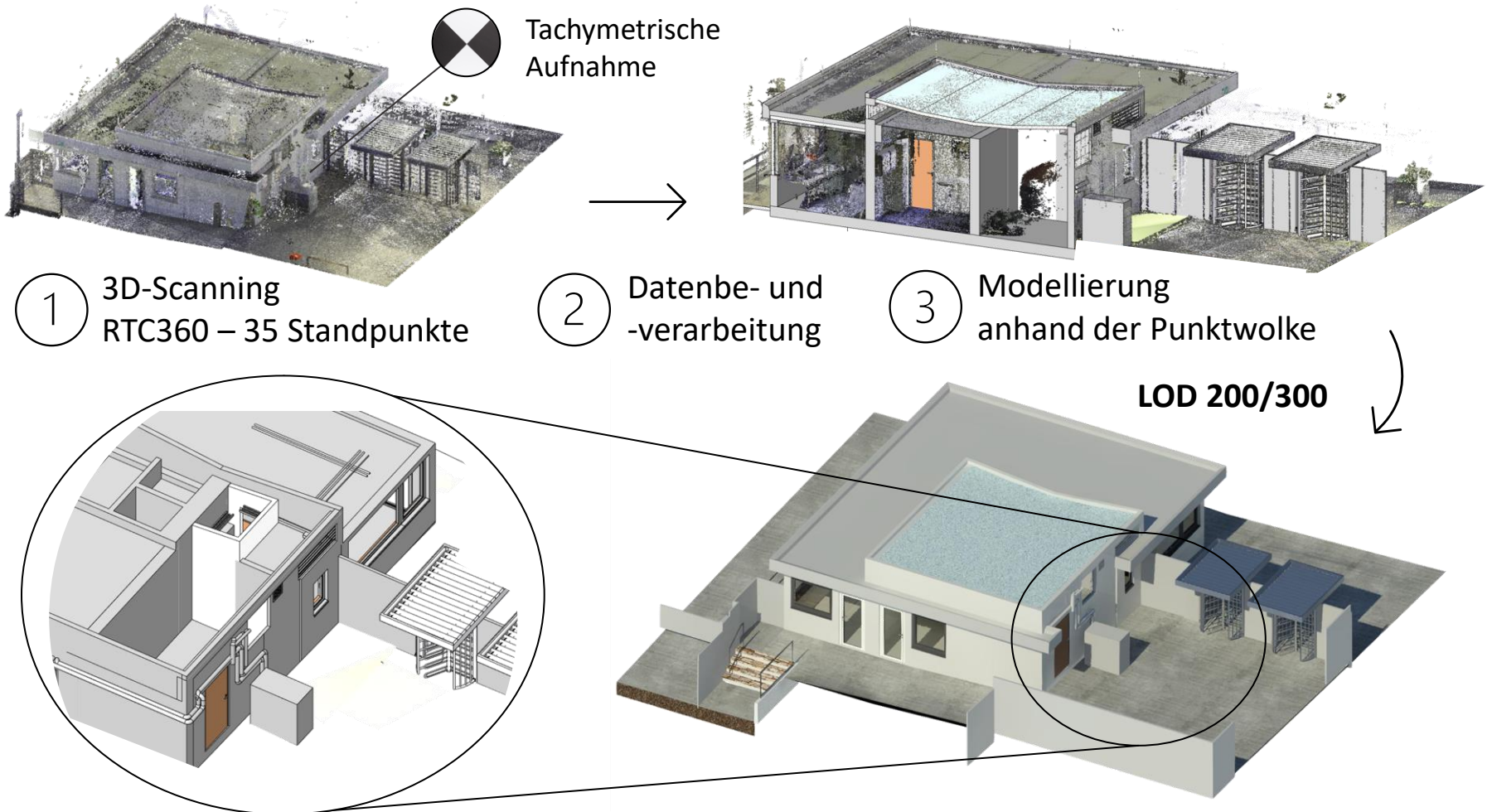


- ✗ Festpunkt
- Definition des Koordinatensystems beim Scanning (Soll)
- Verdrehung des Koordinatensystems aufgrund zu kleiner Basis (Ist)

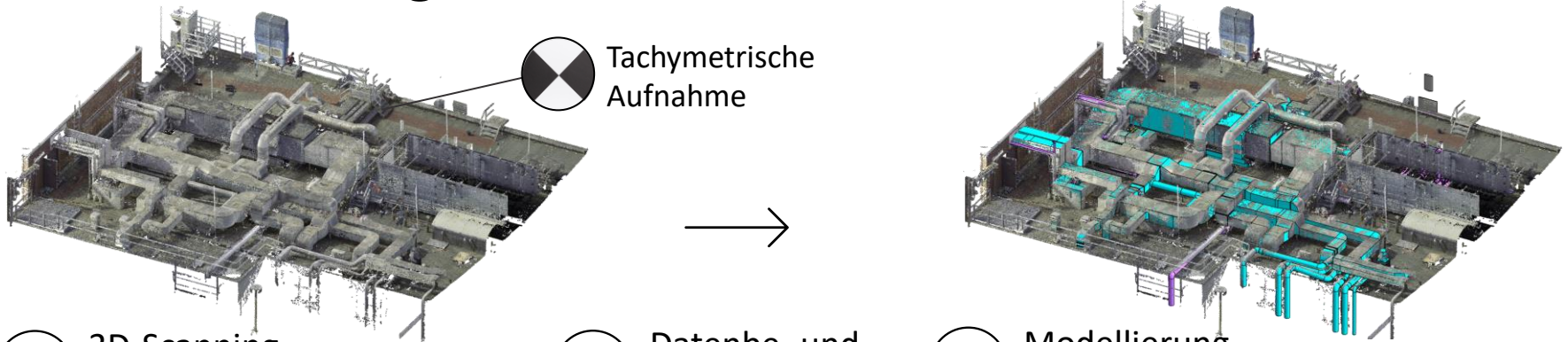
Abbildung dient nur als Beispiel [20]

- **Bestandsmodell** aus CAD-Plänen mit festgelegtem Achsraster des Gebäudes
- **Bestandsaufnahme: Punktwolke → 3D-Modell (as-built)**
- Bestandsmodell stimmt nicht mit dem as-built-Modell überein ⚡

- Modellierung von Außenanlage, TGA und Architektur



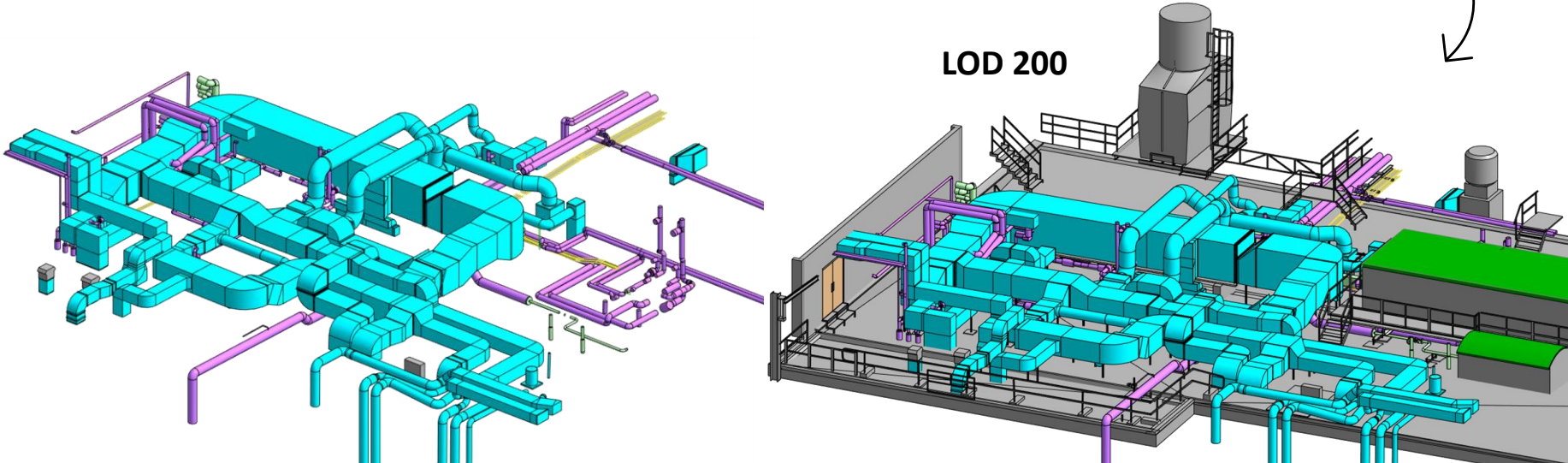
- Modellierung einer Dachzentrale mit TGA



1 3D-Scanning
RTC360 – 79 Standpunkte

2 Datenbe- und
-verarbeitung

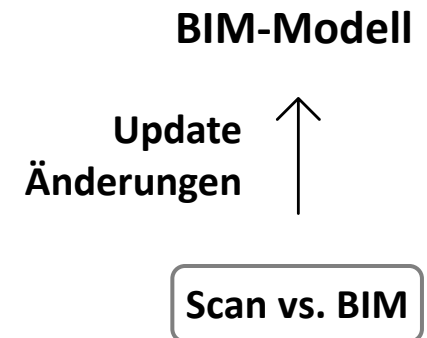
3 Modellierung
anhand der Punktwolke



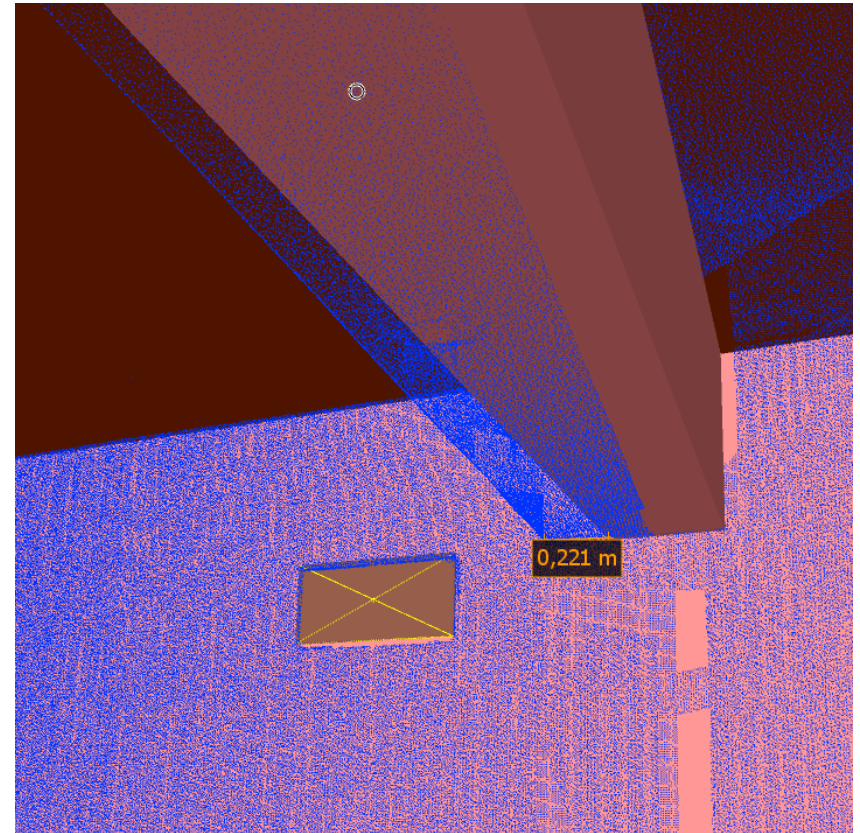
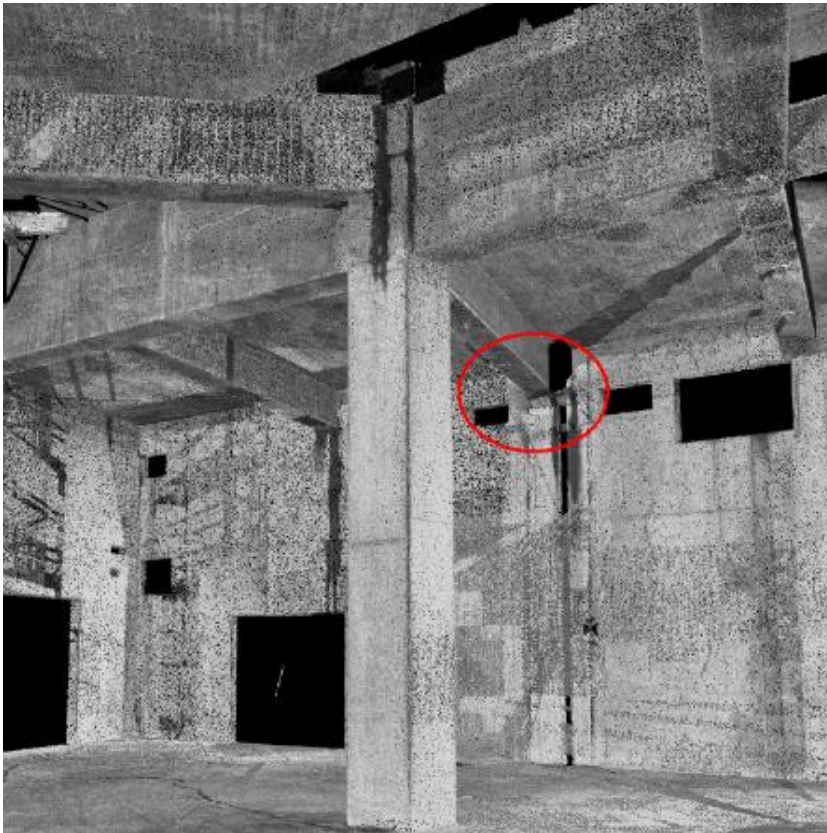
LOD 200

→ Soll-Ist-Vergleich

- Verschiedene Zustände in unterschiedliche Bauphasen eines Bauwerks, z.B.:
 - Rohbau <-> BIM-Modell
 - TGA <-> BIM-Modell
- Von Interesse: Abweichende Ausführungen (Position, Inhalt, Größe), Kollisionsprüfung, Vollständigkeit, Kontrollmessung



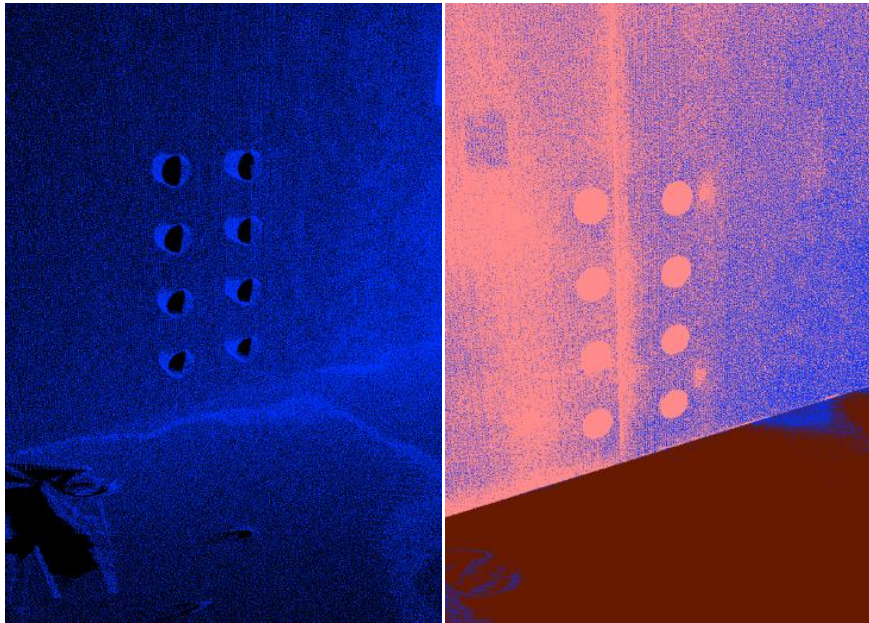
Abweichende Ausführungen



> 20 cm Versatz zur geplanten Position

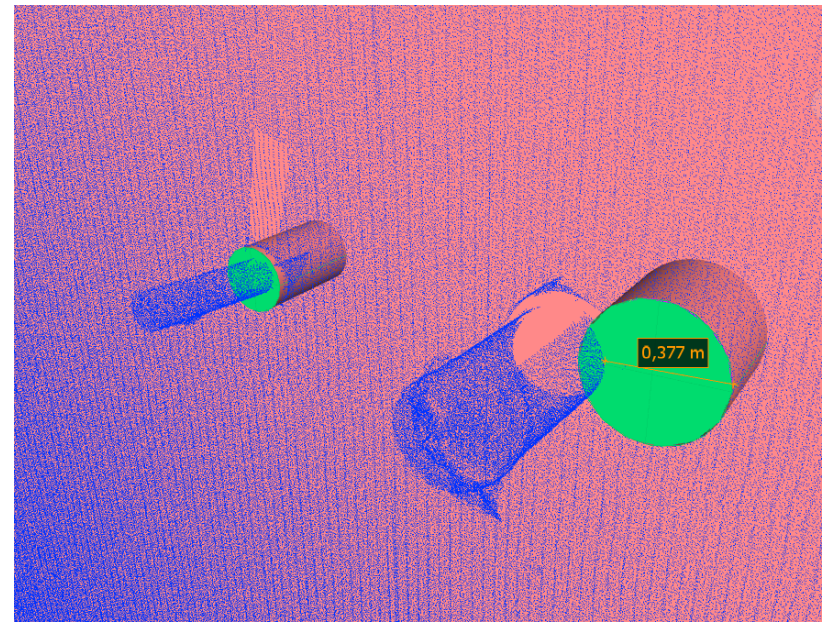
Abweichende Ausführungen

Ungeplante Durchbrüche



Punktwolke

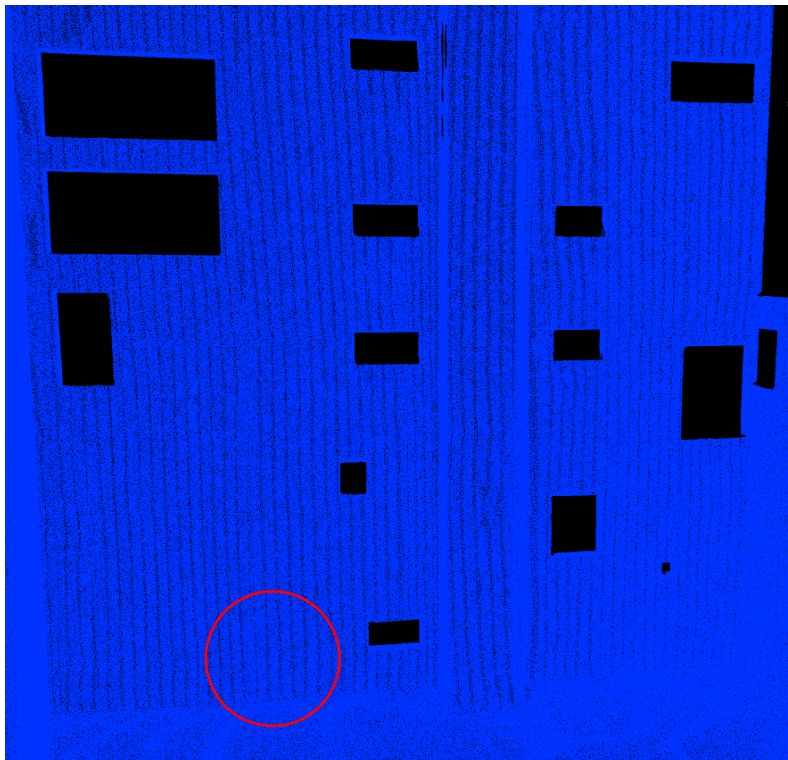
Positionsabweichungen



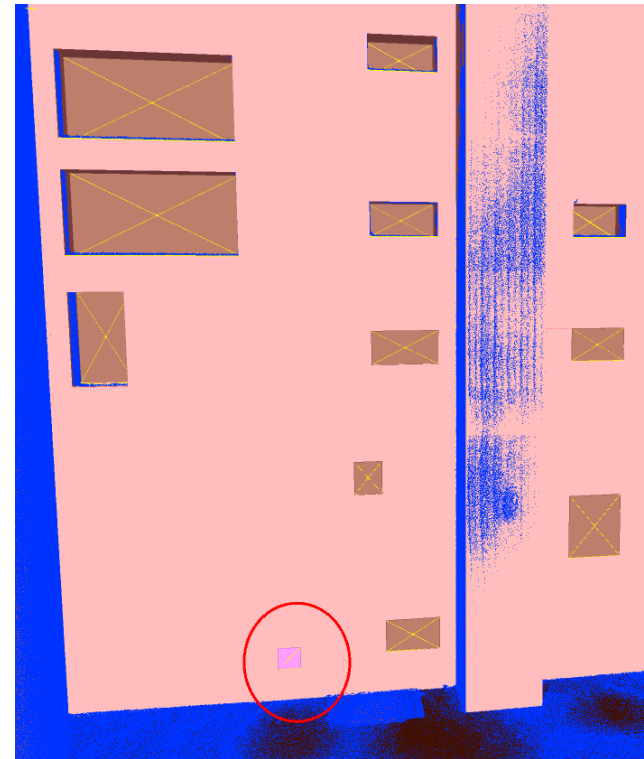
> 30 cm Versatz

Abweichende Ausführungen

Fehlende Aussparungen in ausgeführter Wand



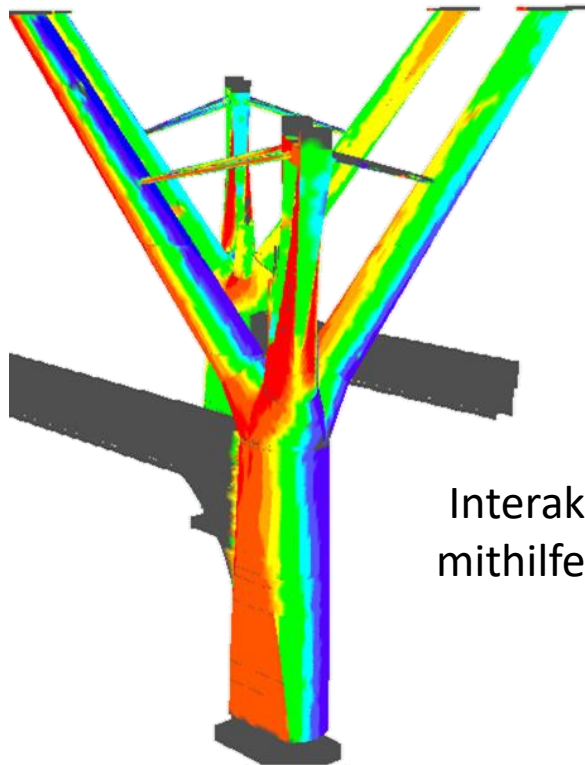
In der Punktwolke nicht vorhanden



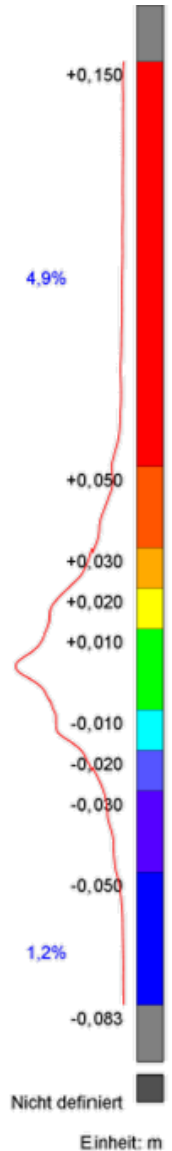
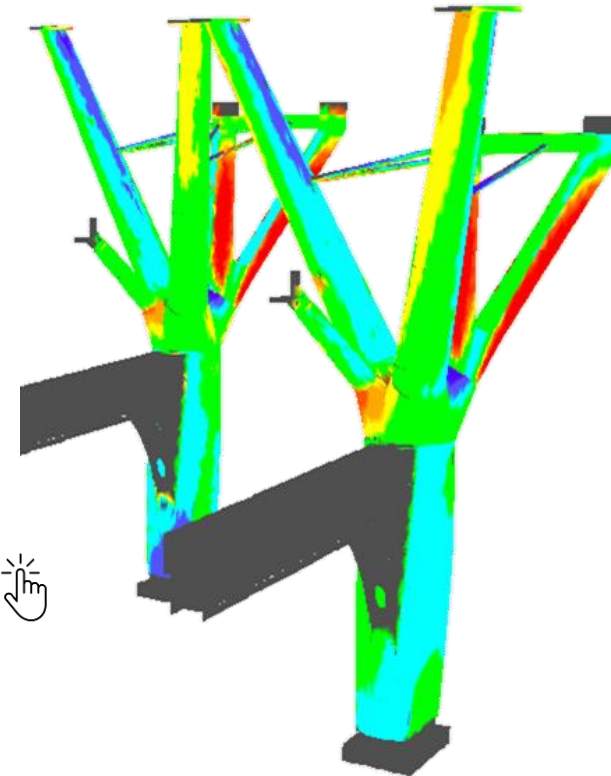
Im BIM-Modell vorgesehen

Verständliche Visualisierung

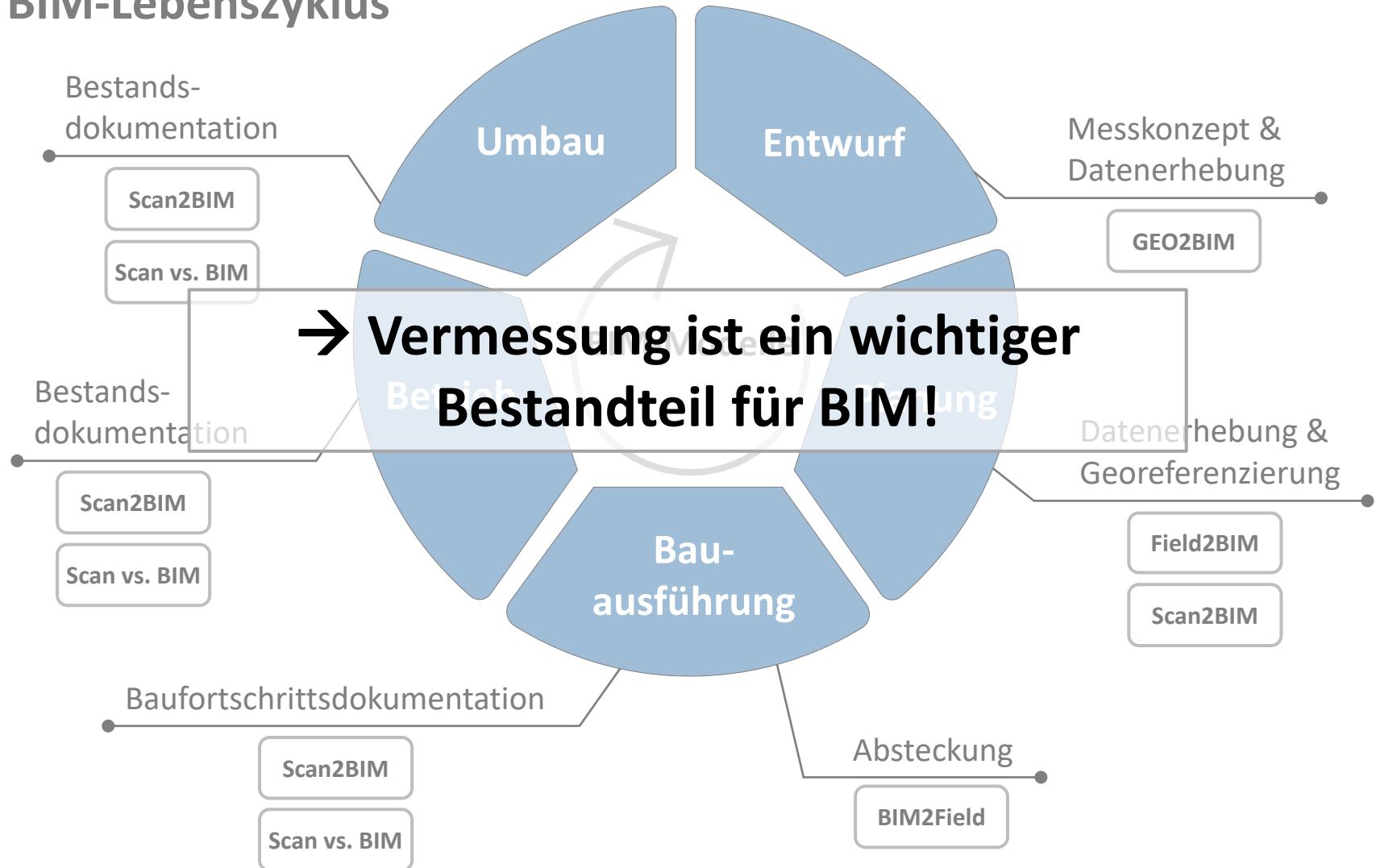
Visuelle Abweichungen zwischen Punktwolke
(Bestandsaufnahme) und bestehendes BIM-Modell



Interaktive Ansicht
mithilfe von 3D-PDF



BIM-Lebenszyklus



- [1] <https://vermessungen.de/bim-building-information-modeling/#vermessung>
- [2] Wang, Q.; Guo, J.; Kim, M.-K. An Application Oriented Scan-to-BIM Framework. *Remote Sens.* 2019, 11, 365. <https://doi.org/10.3390/rs11030365>
- [3] DVW e. V. – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement: Leitfaden für Geodäsie und BIM Version 3.1 (2022)
- [4] <https://www.koester-bau.de/leistungen/planen-optimieren/bim-bei-koester.html>
- [5] Mansour Esnaashary Esfahani, Christopher Rausch, Mohammad Mahdi Sharif, Qian Chen, Carl Haas, Bryan T. Adey, Quantitative investigation on the accuracy and precision of Scan-to-BIM under different modelling scenarios, *Automation in Construction*, Volume 126, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103686>.
- [6] Borrmann / König / Koch / Beetz (Hrsg.): *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, 2., aktualisierte Auflage. 2021, Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-33360-7
- [7] Frédéric Bosché, Mahmoud Ahmed, Yelda Turkan, Carl T. Haas, Ralph Haas: The value of integrating Scan-to-BIM and Scan-vs-BIM techniques for construction monitoring using laser scanning and BIM: The case of cylindrical MEP components, *Automation in Construction*, Volume 49, Part B, 2015, Pages 201-213, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.014>.
- [8] <https://www.itasca.de/software/Rhino>
- [9] Iglesias, Julen & Severiano, Jose & Amorocho, Piedad & Manchado, Cristina & Gomez-Jauregui, Valentin & García, Olmo & Royano, Adrian & González, César. (2020). Revision of Automation Methods for Scan to BIM. 10.1007/978-3-030-41200-5_53.

- [10] Tang-Hung Nguyen, Amr A. Oloufa, Khaled Nassar, Algorithms for automated deduction of topological information, Automation in Construction, Volume 14, Issue 1, 2005, Pages 59-70, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.07.015>.
- [11] Schmidt et. Al: DETECTION OF HIDDEN EDGES AND CORNERS IN SLAM-BASED INDOOR POINT CLOUDS
- [12] Sommer, C., Sun, Y., G., L., Cremers, D., Birdal, T., 2020. From Planes to Corners: Multi-Purpose Primitive Detection in Unorganized 3D Point Clouds. IEEE Robotics and Automation Letters, 5(2), 1764–1771. <https://arxiv.org/pdf/2001.07360>.
- [13] https://cdn.ymaws.com/www.nysapls.org/resource/resmgr/2019_conference/handouts/hale-g_bim_loa_guide_c120_v2.pdf
- [14] <https://www.factoryreality.com/blog/bim-basics-what-is-level-of-accuracy>

- [15] <https://www.navvis.com/de/pricing>; Abrufdatum: 29.08.2023
- [16] <https://www.navvis.com/blog/35-m6>; Abrufdatum: 29.08.2023
- [17] <https://leica-geosystems.com/products/laser-scanners/scanners/leica-rtc360>; Abrufdatum: 29.08.2023
- [18] <https://shop.leica-geosystems.com/gb/de-DE/leica-blk/blk2go/buy>; Abrufdatum: 29.08.2023
- [19] https://shop.leica-geosystems.com/sites/default/files/2019-03/absolute_distance_meter_adm_at401_technical_details_en_small.pdf; Abrufdatum: 29.08.2023
- [20] <https://learn.arcgis.com/de/projects/geolocate-a-3d-digital-building-model/>; Abrufdatum: 29.08.2023