

**Leitfaden Geodäsie und BIM**

# **BIM in der Ingenieurgeodäsie**

**Christian Clemen, Ralf Becker, Thomas Wunderlich**

1. Die Geodäten befürworten bei größeren Bauvorhaben die Nutzung **offener** und moderner **Standards** und unterstützen daher die Methode BIM als einheitliches Verfahren auf allen Verwaltungsebenen. 2. Die Geodäten spielen durch ihre über 30jährige Erfahrung in der Digitalisierung und im **Datenmanagement** eine zentrale Rolle in der Verknüpfung zwischen **Realwelt** und den mit der Methode BIM erzeugten **digitalen Modellen**. 3. Zum gemeinsamen Arbeiten mit der Methode BIM über alle Gewerke hinweg ist ein einheitliches **Leistungsbild** erforderlich. 4. Genehmigungsprozesse sind durch die gemeinsame Nutzung von Geodaten und BIM-Daten durchzuführen. Ein **medienbruchfreier Datenaustausch** in Genehmigungsverfahren steigert die Planungssicherheit. 5. Voraussetzung für den Einsatz der Methode BIM ist eine digitale **3D-Bestandsaufnahme** und die Integration der BIM-Modelle in die bestehenden Geodateninfrastrukturen. 2D-Geobasis-daten sind nicht mehr ausreichend für die 3D-Planung in BIM. 6. Bei größeren Bauvorhaben ist die Beziehung zwischen den **Bezugssystemen** des Bauwesens und der Geodäsie zwingend zu beachten. 7. Jede **BIM-Phase** erfordert die Kopplung von BIM zu Vermessung und/oder GIS.

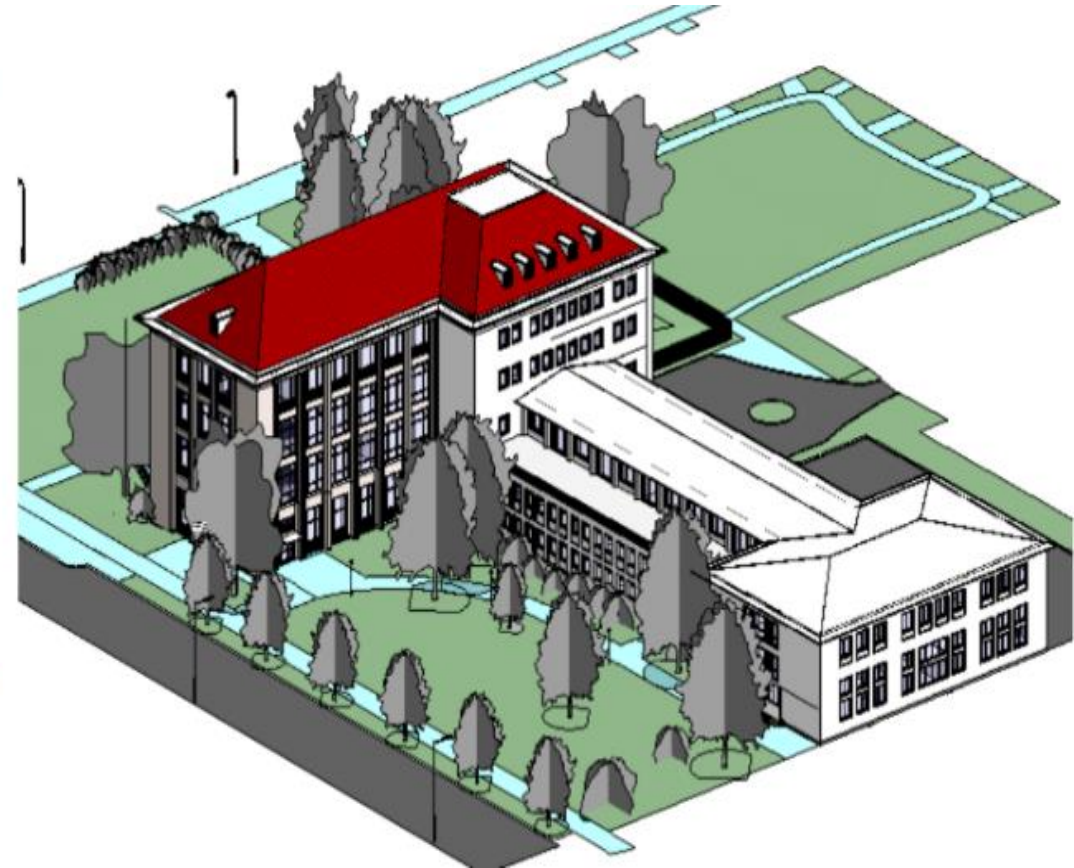
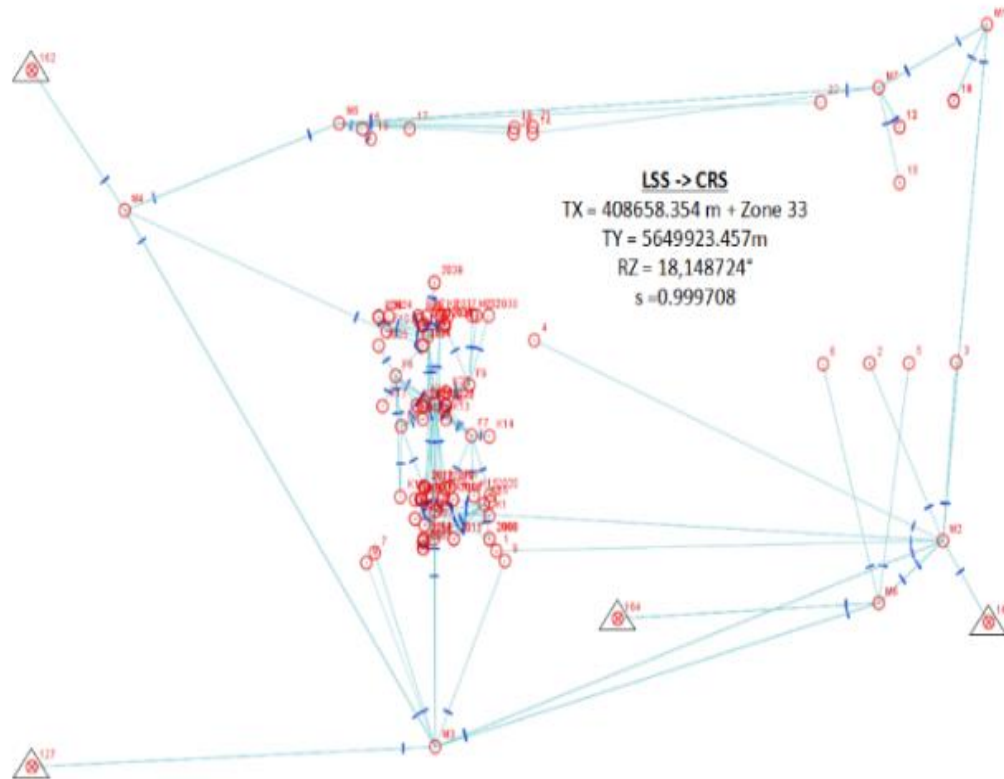
- 1. Planungsbegleitende Vermessung (Bestandsdokumentation)**
- 2. Baubegleitende Vermessung (Absteckung, Baufortschrittskontrolle)**
- 3. Prozesse und Management**



**Projekt-Basispunkt**



**Vermessungspunkt**

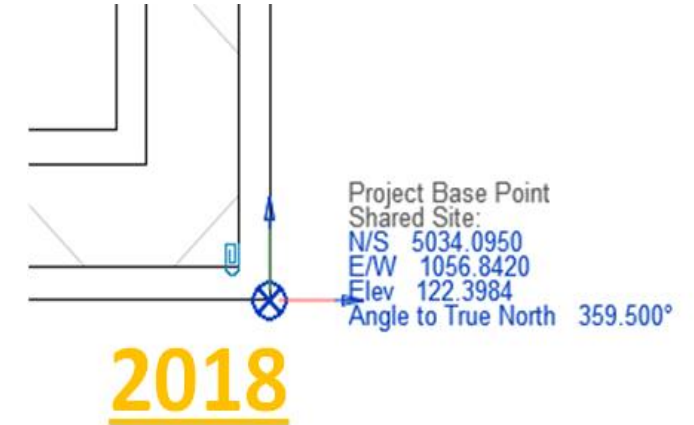


Robert Kaden und Christian Clemen (2017):  
Applying Geodetic Coordinate Reference  
Systems within Building Information Modeling  
(BIM) – Proceedings of FIG Working Week 2017



## Georeferenzieren

- Baulagenetz (maßstabsfrei, gekürzte Koordinaten)
- Passpunkte/-linien (exakt in Model und Realität)
- Modell in Baulagenetz einpassen (Bsp. Autodesk Revit)
  - Projektbasispunkt (Recht/Hoch/Höhe/Azimut)
  - Georeferenzierten CAD-Lageplan als Referenz + Höhe
  - Spezialsoftware (z.B. Autodesk PointLayout)



## Verwalten

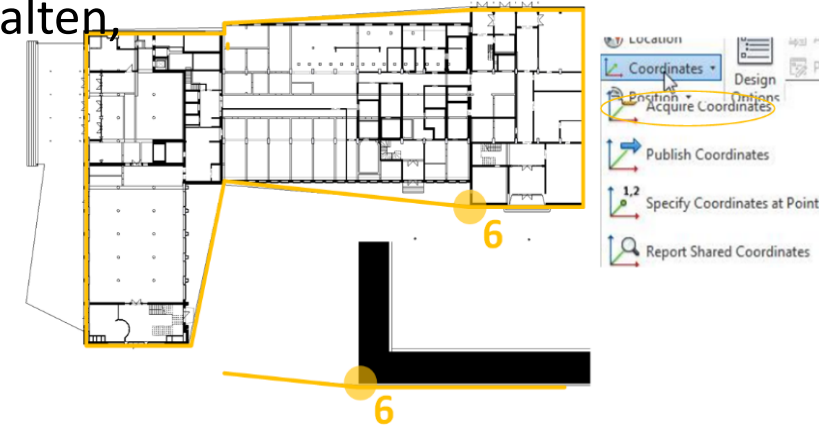
- BIM Software kann mehrere (Vermessungs-) Koordinatensysteme verwalten,  
z.B.: Baulagenetz und Landeskoordinaten
- Aber nur 3P + 1P Transformation, keine EPSG

## Validieren

- z.B. Beschriftung von Kontrollpunkten (Lage + Höhenkote)

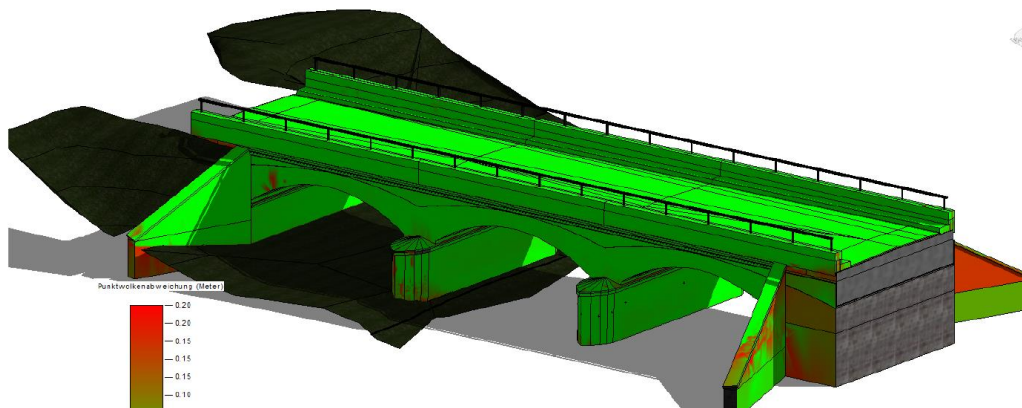
## Austauschen

- IFC/CAD Datei übertragen werden
- Georeferenzierung über IFCSite / IFCLocalPlacement bzw. WKS



Robert Kaden und Christian Clemen (2017):  
Applying Geodetic Coordinate Reference  
Systems within Building Information Modeling  
(BIM) – Proceedings of FIG Working Week 2017

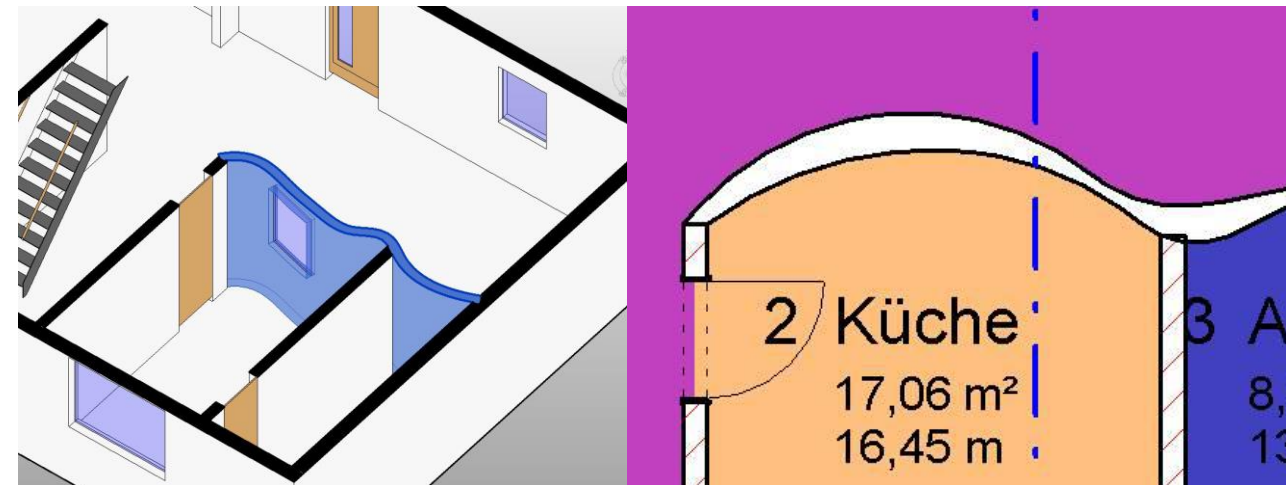
Bauteile: Also kann ich kein verformungstreues Aufmaß für BIM durchführen?



BIMiger



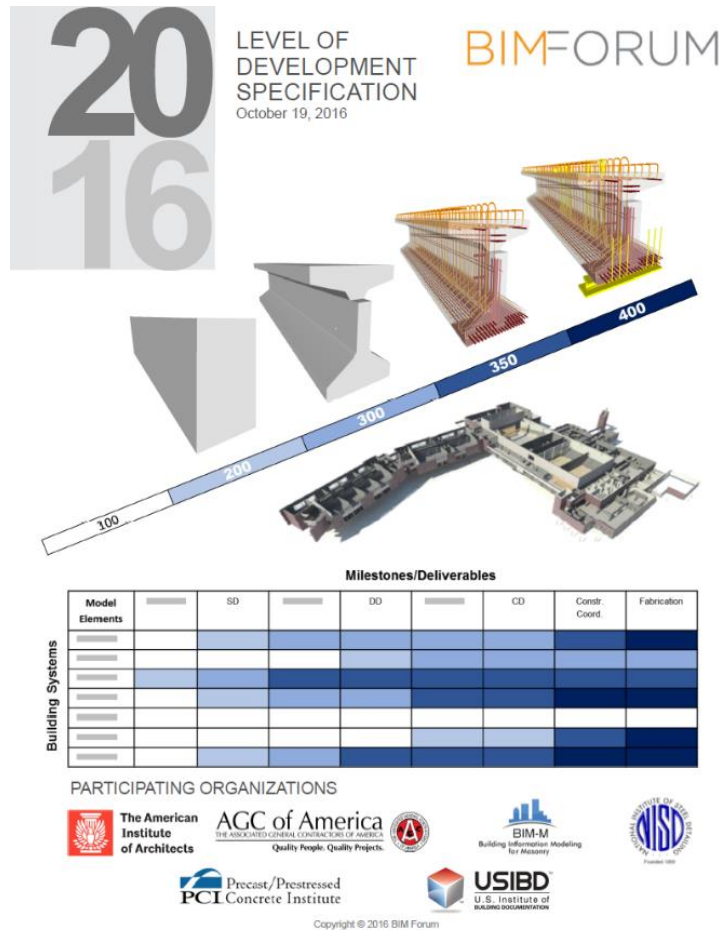
1. CAD-Elemente einfügen/verlinken
2. BIM-Proxy-Elemente erzeugen
3. Einfach klassifizierte Volumenkörper
4. Je einen komplexen Bauteiltyp für ein Bauteil erzeugen



## Verformungstreues Aufmaß mit Bauteilen

Haupt u.a. „BIM-konforme Modellierung des Brückenbauwerkes an der B85 in Kelbra“, Leitfaden Geodäsie und BIM, 2017

Verformungstreue Körper **können an BIM-Logik teilhaben!** (Fenster in Wand, Flächenberechnung, ... )



Modelle und Modellelemente enthalten nicht alle Eigenschaften des Originals, das sie repräsentieren.

LOD = Level of development for BIM objects (not models):

LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built

NATSPEC (2013). BIM and LOD, Building Information Modelling and Level of Development.

# LOD = LOG + LOI

Die einheitliche Beschreibung von Modelldetaillierungsgraden liefert allen BIM-Akteuren eine gemeinsame Sprache zur Abwicklung von Bauprojekten



## Beispiel aus UK: BIM Survey Specification and Reference Guide

- Bezug aller Vermessungsleistungen zu RIBA **Leistungsphasen** (Stage 1-7). Speziell für Auswertung von 3D-Punktwolken aus Laserscanning
- Spezifikation von **LOD** – für „as-is-survey“
  - LOD1 – einfacher Volumenkörper
  - LOD2 – Bauteile, Öffnungen, ... Nur Standardfamilien
  - LOD3 – Bauteile, Öffnungen, Fenster, ... Bauteilbibliothek
  - LOD4 – Detailliertes Bauteilmodell mit speziellen Details, TGA, Möbel
- Spezifikation von **LOI** – für „as-is-survey“
  - LOI100 Modelkategorie „Basiswand“
  - LOI200 + Parametrische Maße
  - LOI300 + Detaillierter Typ „Innenwand“
  - LOI400 + Visuelle Inspektion und Dokumentation (nicht intrusiv)
  - LOI500 + FM Daten (von Dritten)



-> **Sehr einfache, umfangreiche und fachbezogene LOD + LOI Definition.**

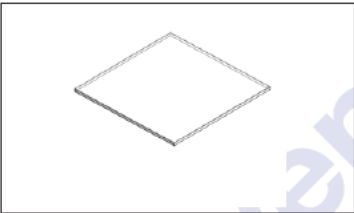
## 7 Appendix B – Detailed Modelling Methods and Considerations

This Appendix provides a more detailed description of the modelling techniques used for the primary surveyed building components specified in the LOD or otherwise agreed with the Client. It also contains a description of more detailed aspects of BIM modelling that need to be considered as part of the BIM Survey Specification. Examples are also given for typical parameters which would be included at each LOI.

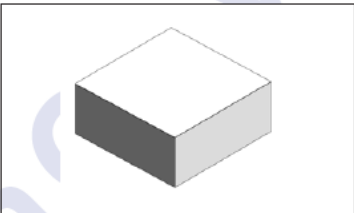
This section should be used for reference by the Client's BIM Manager or Technical Team in order to agree and understand the precise method used to model the building. It is imperative to agree modelling methods prior to a survey being taken as re-work of the model can incur significant costs and delays.

### 7.1 Floors/Slab

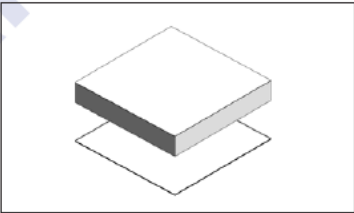
All floors and slabs will be modelled using the Revit® System Family: Floors. In some instances, or where appropriate, floors may have to be modelled In-Place. The floor will be referenced to the appropriate Level and given an overall thickness from Finished Floor Level (FFL) to Underside of Slab - or to that which was measured or visible at the time of survey. In many instances floor thicknesses cannot be ascertained from a survey due to finishes, etc., therefore a floor will be given a nominal thickness and named as 'undefined'.



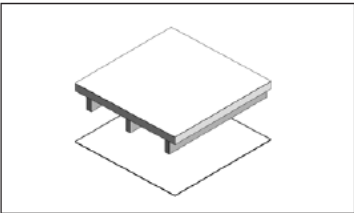
LOD 1



LOD 2



LOD 3



LOD 4

### Typical Levels of Information

LOI 100	Conceptual Mass
LOI 200	Floor: SURVEY 180mm
LOI 300	Floor: SURVEY STRUCTURAL 180mm
LOI 400	Floor: SURVEY STRUCTURAL 180mm [Carpet]
LOI 500	Floor: SURVEY STRUCTURAL 180mm [75mm Sand/Cement Screed]

DOORS AND WINDOWS			LEVEL OF INFORMATION				
LEVEL OF DETAIL	Not Required	<input type="checkbox"/>	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 400	LOI 500
	LOD 1	N/A					
	LOD 2	Structural openings shown only		<input type="checkbox"/>			
	LOD 3	Modelled using generic families with basic detail			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	LOD 4	Modelled using generic families showing detail such as sills, frames and architraves			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comments:

SITE TOPOGRAPHY				LEVEL OF INFORMATION					
LEVEL OF DETAIL	Not Required	<input type="checkbox"/>	Linked AutoCAD	<input type="checkbox"/>	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 400	LOI 500
	LOD 1	Topography shown as simplified contour Revit® surface			<input type="checkbox"/>				
	LOD 2	As LOD 1, with roads shown as sub-regions			<input type="checkbox"/>				
	LOD 3	As LOD 2, with all hard surfaces identified, including car parks and pavements			<input type="checkbox"/>				
	LOD 4	As LOD 3, with street furniture, lighting and surface evidence of underground services modelled in basic form				<input type="checkbox"/>			

Comments:

UNDERGROUND SERVICES			LEVEL OF INFORMATION				
LEVEL OF DETAIL	Not Required	<input type="checkbox"/>	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 400	LOI 500
	LOD 1	N/A					
	LOD 2	3D CAD underground services and topographic survey as linked AutoCAD DWG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	LOD 3	Underground services modelled as intelligent Revit* objects		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	LOD 4	N/A					

Comments:

## Beispiel aus UK: BIM Survey Specification and Reference Guide

- Umfangreiches Modellierungshandbuch
- Vereinheitlichte Checklisten für die Vertragsgestaltung

Frage: Das bezahlt doch keiner. Wie soll ich das den alles modellieren?

- DIN18710 ist Grundlage für Genauigkeitsklassen
- Getrennte Angabe von Mess- und Modellgenauigkeit
- Definition von Standardfällen (Normal, Denkmalpflege, Metrisch, Imperial)
- Unterschied zwischen relativer und absoluter Genauigkeit
- Zwischen Bauteiltypen wird der LOA unterschieden!
- Angaben zur Kontrolle (Validation)

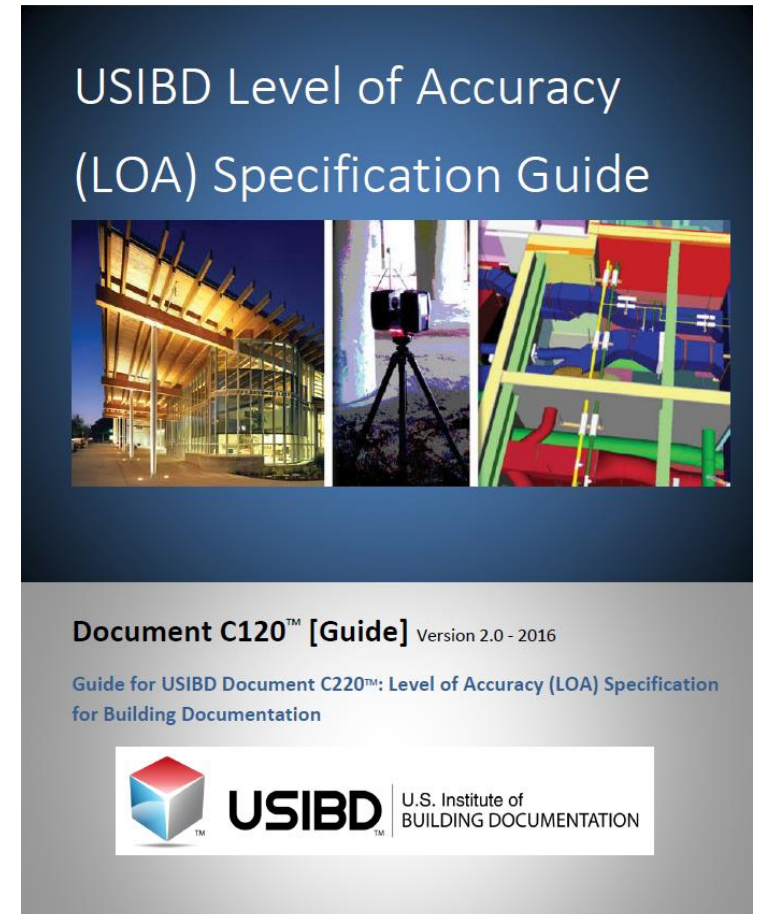
**LOA10** User defined - 5 cm

**LOA20** 5 cm - 15 mm

**LOA30** 15 mm - 5 mm

**LOA40** 5 mm - 1 mm

**LOA50** 1 mm - 0

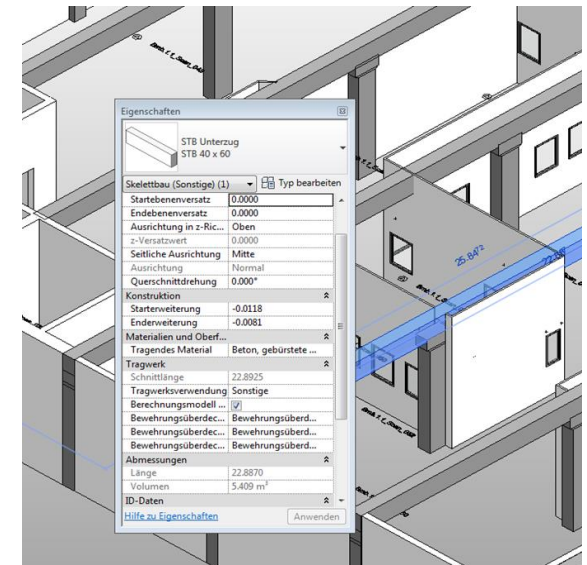
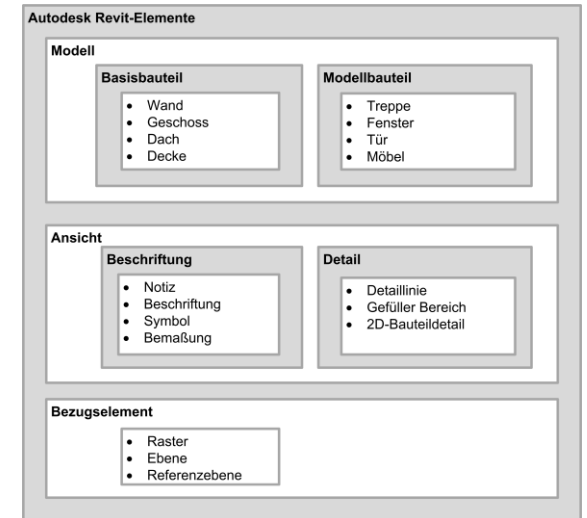


## Aufgabe 1: Wie klassifizieren und attributieren?

- Reihenfolge der Klassifizierungsebenen: Lage, statische Funktion, Kostenstelle, Material, Terminplan, Hersteller,....
- Bezeichnung und Umfang der Attribute

## Aufgabe 2: Datenaustausch mit unterschiedlichen semantischen Modelle

- Software vs. Software,
- Software vs. Standard,
- Gewerk vs. Gewerk





## Semiautomatische Verfahren zum Auswerten von Punktwolken

**Snapping.** Erkennen von geometrischen Elementen in Punktwolke

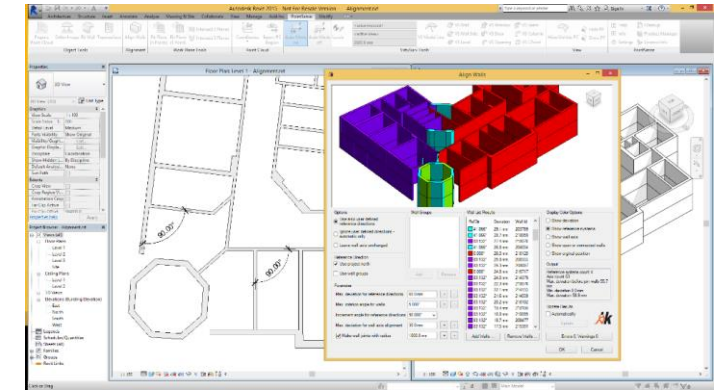
**Fitting.** Automatische Zuordnung Bauteil aus Katalog zur Punktwolke

**Verwalten.** Erzeugen von neuen Bauteiltypen

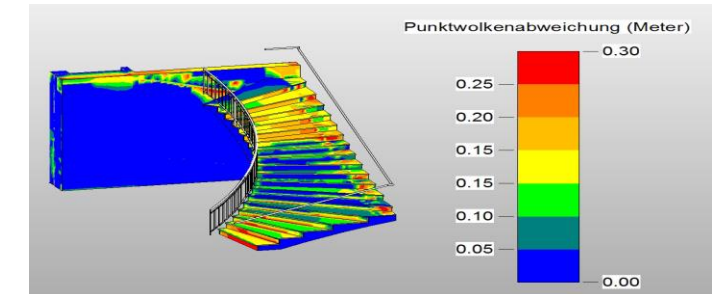
**Generalisieren.** Geometrische Generalisierung von Winkelbedingungen

**Vergleichen.** Soll-Ist-Vergleich mit Punktwolke

**All inclusive.** Vollautomatisches Bauwerksmodell?



Generalsierung mit Faro PointSense for Revit, Faro 3D Software GmbH, Dresden



EdgeWise Building Modeling Tools, ClearEdge3D, Trimble



## Codierte **Polar**aufnahme

- Einheitlicher Raumbezug
- Code (Fenster, Mauer) und Weisung
- (BA,BM,BE)
- vermessungstechnische Auswertesoftware

## Zwangsbedingungen prüfen/ausgleichen

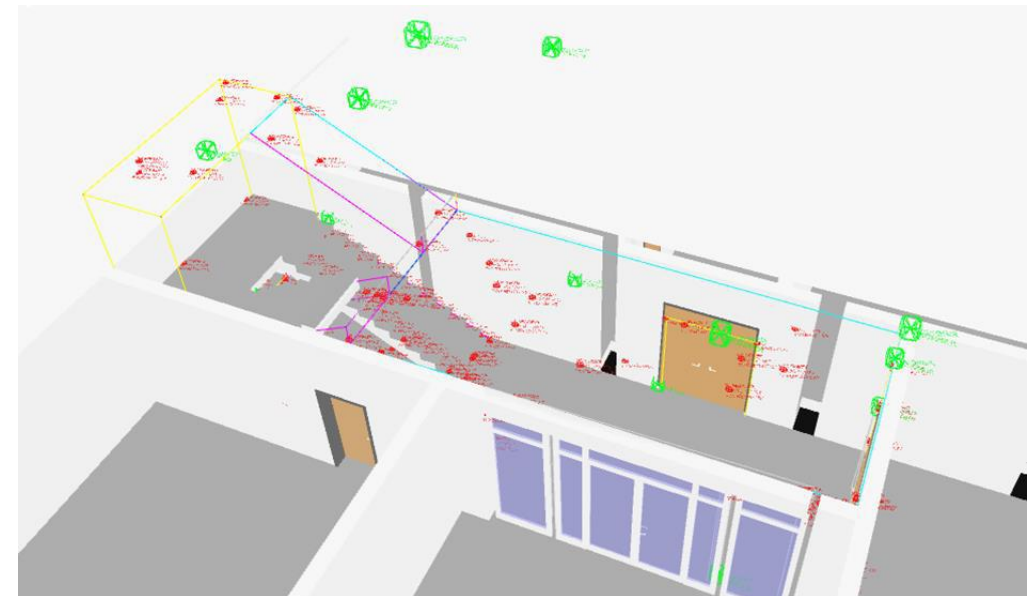
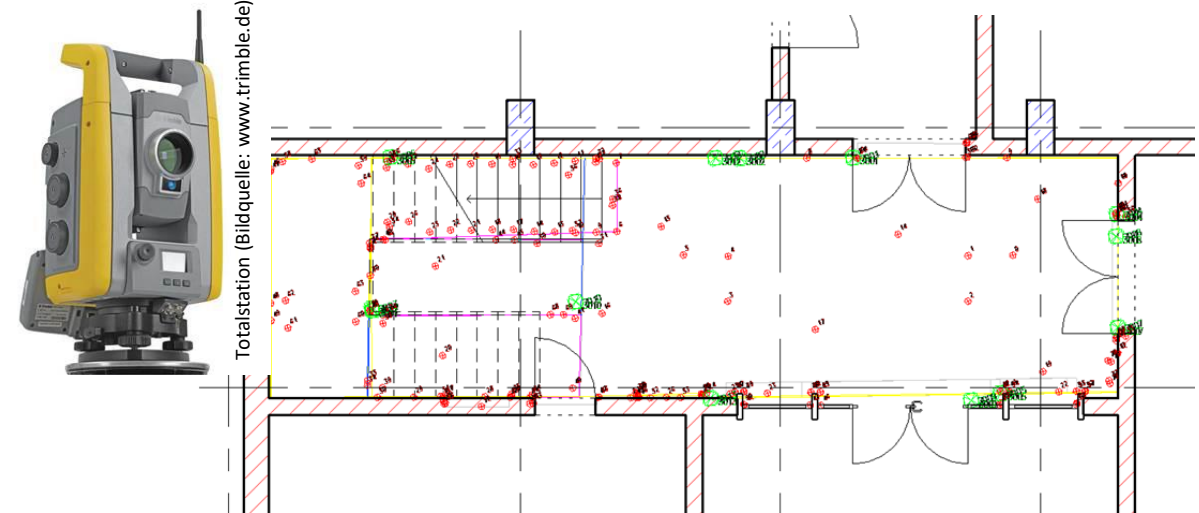
- Planarität (Punkte in einer Ebene)
- Orthogonalität (Wand, Decke)

## Ermittlung der (Bauteil-) **Parameter**

- Direkt aus Handaufmaß
- Berechnen aus Polaraufnahme (CAD)

## Übergabe an **BIM**

- Punkte, Feldbuch
- **CAD als Digitalisierungsreferenz**





Blut & Görtz (2015): BIM im Bestand – Entwicklung einer optimierten Methode für die parametrische Modellierung auf Grundlage des tachymetrischen Gebäudeaufmaßes

## Preiswert!

## Voraussetzung

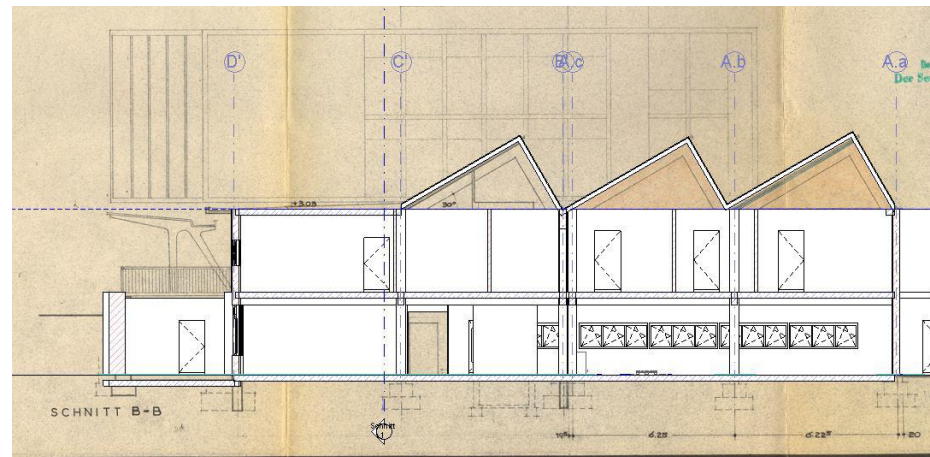
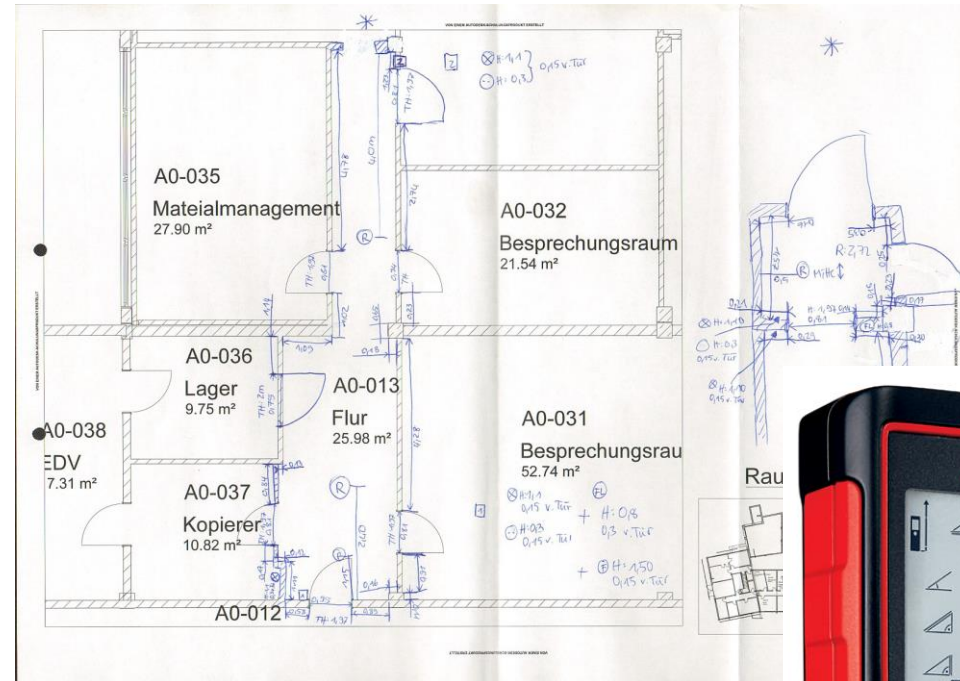
- rechtwinklig
- Abstraktionsgrad 2-3cm

## BIM Konstruktion

- Maße sind Parameterwerte!
- Konsistenzregeln

## BIM für das Datenmanagement!

- Gescannte analoge Pläne
- Vorhandene CAD Daten
- Raumbücher

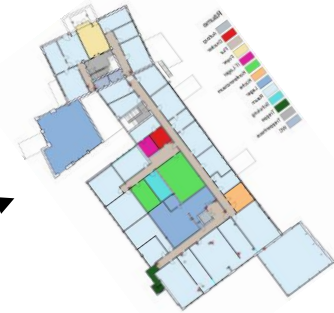


Disto Bildquelle: [www.leicageosystems.de](http://www.leicageosystems.de)

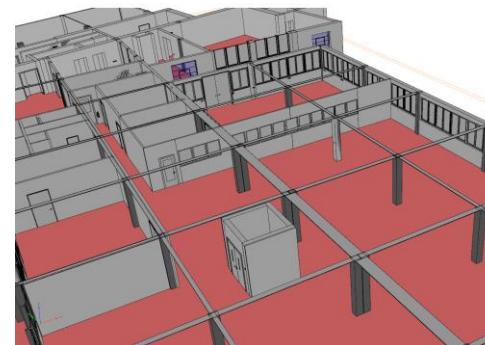
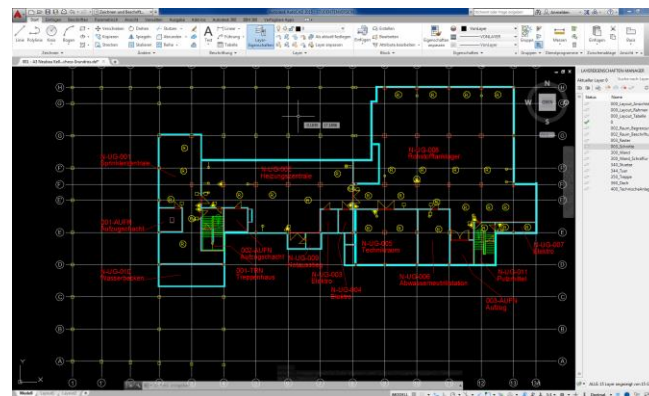
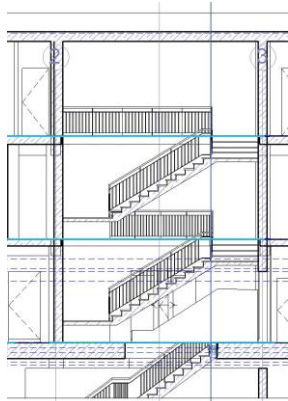


# Planungsbegleitende Vermessung – Automation (Export)

A	B	C	D
Nr.	Name	Fläche	Umfang
AU-004	Geschliffenstation	44.13 m²	26.770
AU-005	Rückstauwasser Laborbereich	34.55 m²	41.650
AU-003	Heizzentrale	34.74 m²	24.395
AU-024	Lager	12.63 m²	17.590
AU-023	Lager	109.59 m²	44.960
AU-021	Lager	6.39 m²	8.990
AU-020	Raum	6.03 m²	11.300
AU-019	Lager	40.65 m²	26.230
AU-022	Lager	39.15 m²	27.185
AU-008	Elektro	6.74 m²	10.545
ELT	Hochspannung BEWAG	19.85 m²	21.405
AU-007	Pumpenraum	10.90 m²	15.310
AU-009	Lager	71.75 m²	36.015
AU-010	Lager	4.42 m²	8.725
AU-011	Lager Motoren	9.75 m²	13.655
AU-012	VVC II	6.93 m²	10.600
AU-013	VVC I	6.76 m²	10.475
AU-014	Bereitgung	18.35 m²	16.355
AU-015	Lager	56.75 m²	31.190
AU-009	Flur	29.43 m²	26.390
AU-016	Büro	11.70 m²	13.945
AU-017	Werkstatt	155.91 m²	73.550
AU-018	Produktion Linie 160	509.94 m²	99.440
D17-AD08(LA) Lager		11.55 m²	13.960
D27	Lager (Laubengang)	144.31 m²	76.745
AU-001	Flur	25.08 m²	41.905
AU-0	Flur	7.80 m²	17.705
20	Kellergeschoss	1463.18 m²	



**BIM**



```

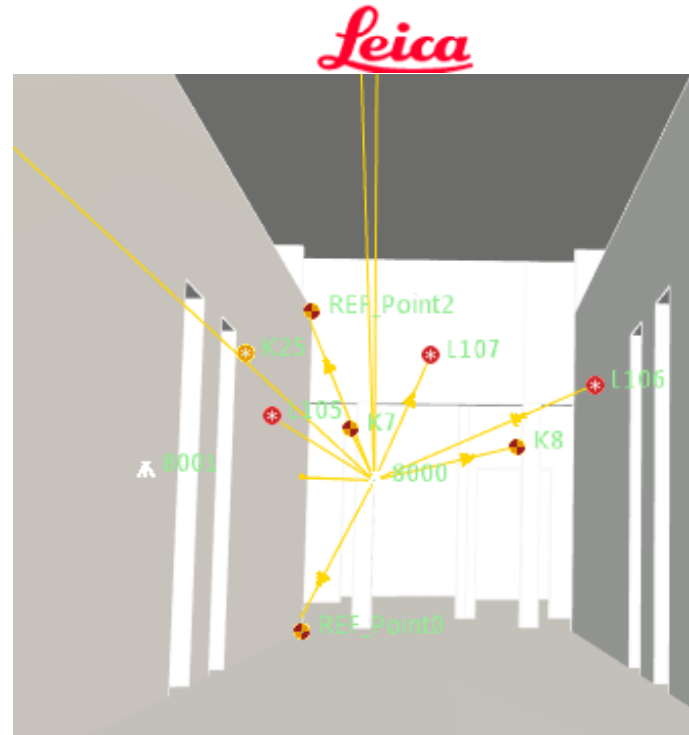
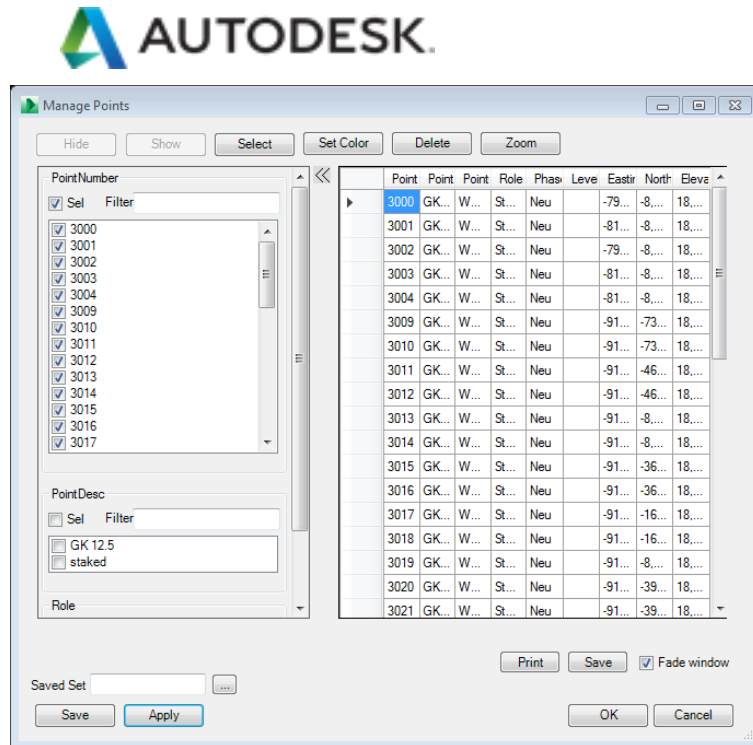
</PolyLoop>
</PlanarGeometry>
</Surface>
<Surface id="sp-1307" surfaceType="Air">
  <Name>X-AU-009-AU-009-I-O-1307</Name>
  <AdjacentSpaceId spaceIdRef="sp-AU-009-Flur">
    </AdjacentSpaceId>
  <AdjacentSpaceId
    <AdjacentSpaceId spaceIdRef="sp-AU-009-Flur">
      </AdjacentSpaceId>
    </AdjacentSpaceId>
  <RectangularGeometry>
    <Azimuth>270.000000</Azimuth>
    <CartesianPoint>
      <Coordinate>30.182966</Coordinate>
      <Coordinate>13.578726</Coordinate>
      <Coordinate>-0.250000</Coordinate>
    </CartesianPoint>
    <Tilt>90.000000</Tilt>
    <Height>0.250000</Height>
    <Width>0.392500</Width>
  </RectangularGeometry>
  <PlanarGeometry>
    <PolyLoop>
      <CartesianPoint>
        <Coordinate>30.182966</Coordinate>
        <Coordinate>13.186226</Coordinate>
        <Coordinate>-0.250000</Coordinate>
      </CartesianPoint>
      <CartesianPoint>
        <Coordinate>30.182966</Coordinate>
        <Coordinate>13.186226</Coordinate>
        <Coordinate>0.000000</Coordinate>
      </CartesianPoint>
      <CartesianPoint>
        <Coordinate>30.182966</Coordinate>
        <Coordinate>13.578726</Coordinate>
        <Coordinate>0.000000</Coordinate>
      </CartesianPoint>
      <CartesianPoint>
        <Coordinate>30.182966</Coordinate>
        <Coordinate>13.578726</Coordinate>
        <Coordinate>-0.250000</Coordinate>
      </CartesianPoint>
    </PolyLoop>
  </PlanarGeometry>

```

1. Planungsbegleitende Vermessung (Bestandsdokumentation)
- 2. Baubegleitende Vermessung (Absteckung, Baufortschrittskontrolle)**
- 3. Prozesse und Management**



Frage: Ich bekomme eine „BIM Datei“. Wie kann ich das Bauwerk abstecken?



- 1) **Modell** laden (proprietär, **offene Standards**)
- 2) Punkte **erzeugen** (Achsenschnittpunkte, Modellelemente)
- 3) Punkte **benennen und verwalten**
- 4) Punkte an Tachymeter **übertragen** (CSV, Punktdatenbank/XML, online)

Schinke, Marcel (2017): Building Information Modeling (BIM) für Vermessungsingenieure – Durchführung und Dokumentation einer Absteckung mit offenen Standards (IFC), Bachelorarbeit an HTW Dresden

Mehr zu Absteckung, Baufortschrittsdokumentation, Monitoring und FM:



RUNDER TISCH GIS e.V.



## Leitfaden Geodäsie und BIM

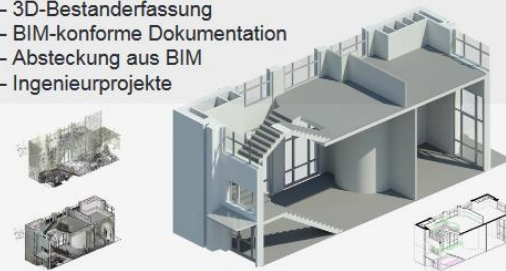


Version 1.0  
ISBN 978-3-00-057794-9

## 164. DVW-Seminar

### Vermessung und BIM – Bestandserfassung und Absteckung 2017

- BIM-Grundlagen
- 3D-Bestanderfassung
- BIM-konforme Dokumentation
- Absteckung aus BIM
- Ingenieurprojekte



9. November 2017 in Darmstadt

#### Leitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn, TU Darmstadt  
Prof. Dr.-Ing. Christian Clemen, HTW Dresden

#### Veranstalter

DVW AK 4 »Ingenieurgeodäsie«

#### Mitveranstalter

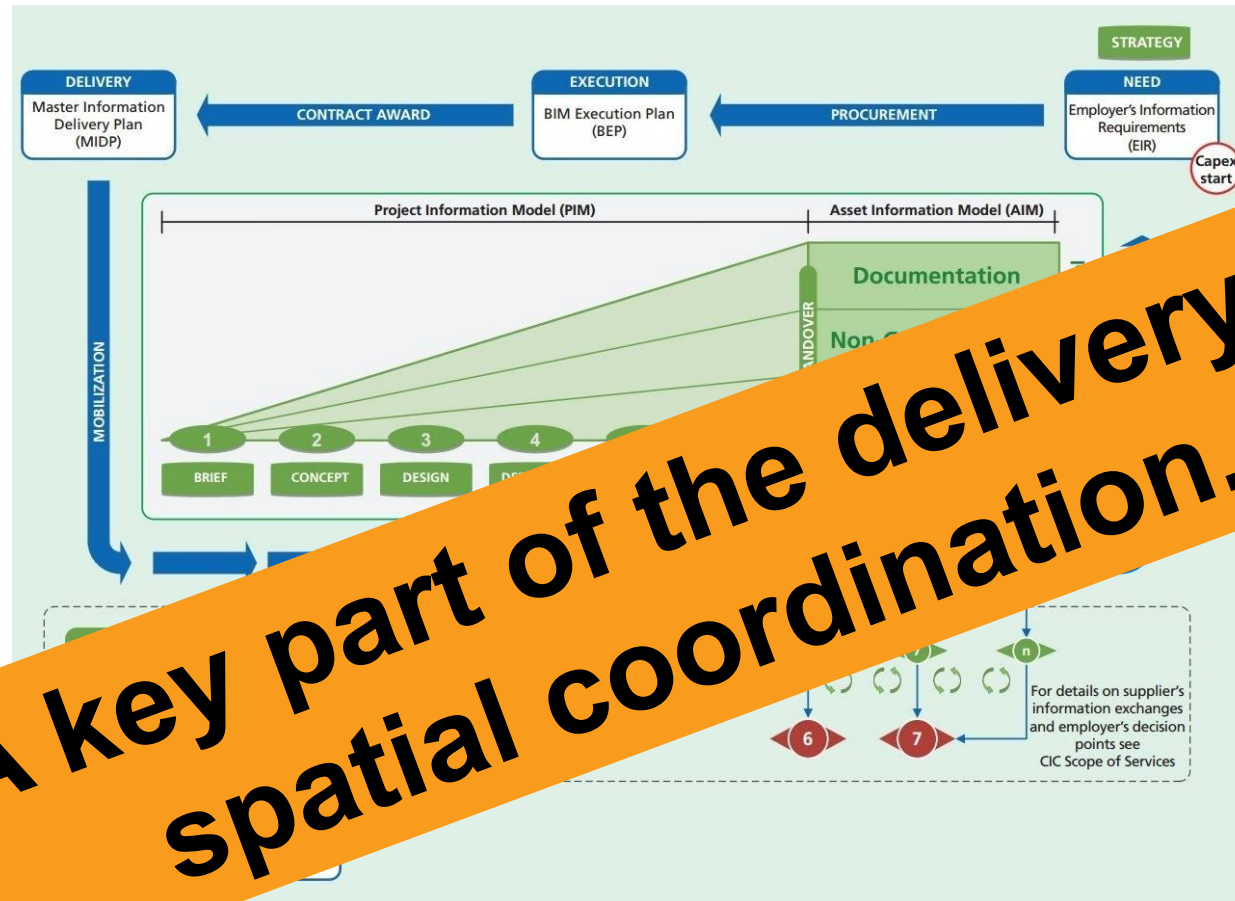
BILDUNGSWERK VDV

DVW-Seminar zur  
beruflichen Weiterbildung



1. Planungsbegleitende Vermessung (Bestandsdokumentation)
2. Baubegleitende Vermessung (Absteckung, Baufortschrittskontrolle)
- 3. Prozesse und Management**

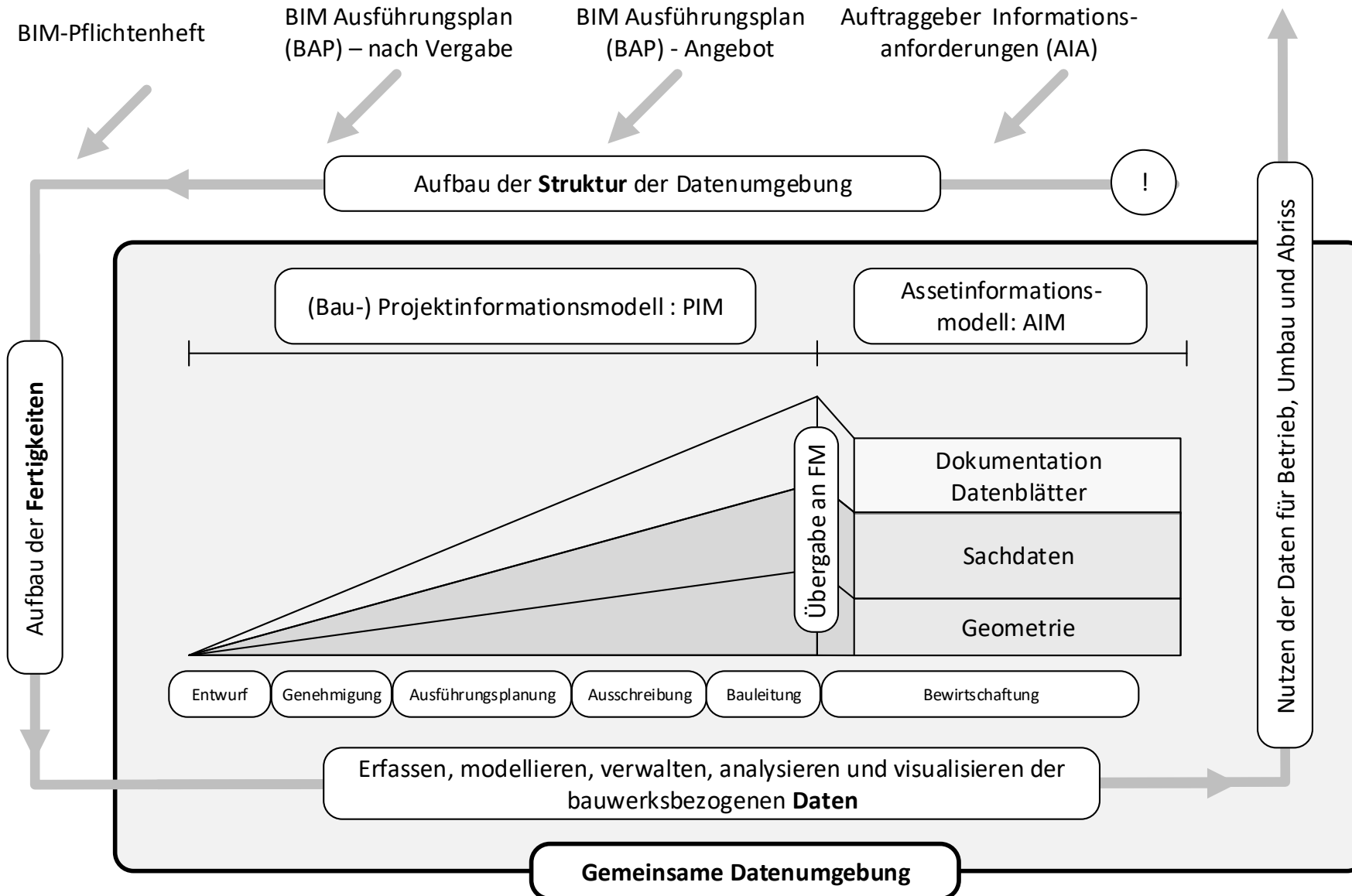
## The BIM Process (“Race Tracks”)



**„A key part of the delivery process is spatial coordination.“** (BSI 2013)

2, image from <http://www.atd.london/home-1/bim/pas-1192-2>, Author: Mervyn Richards

**bsi.**

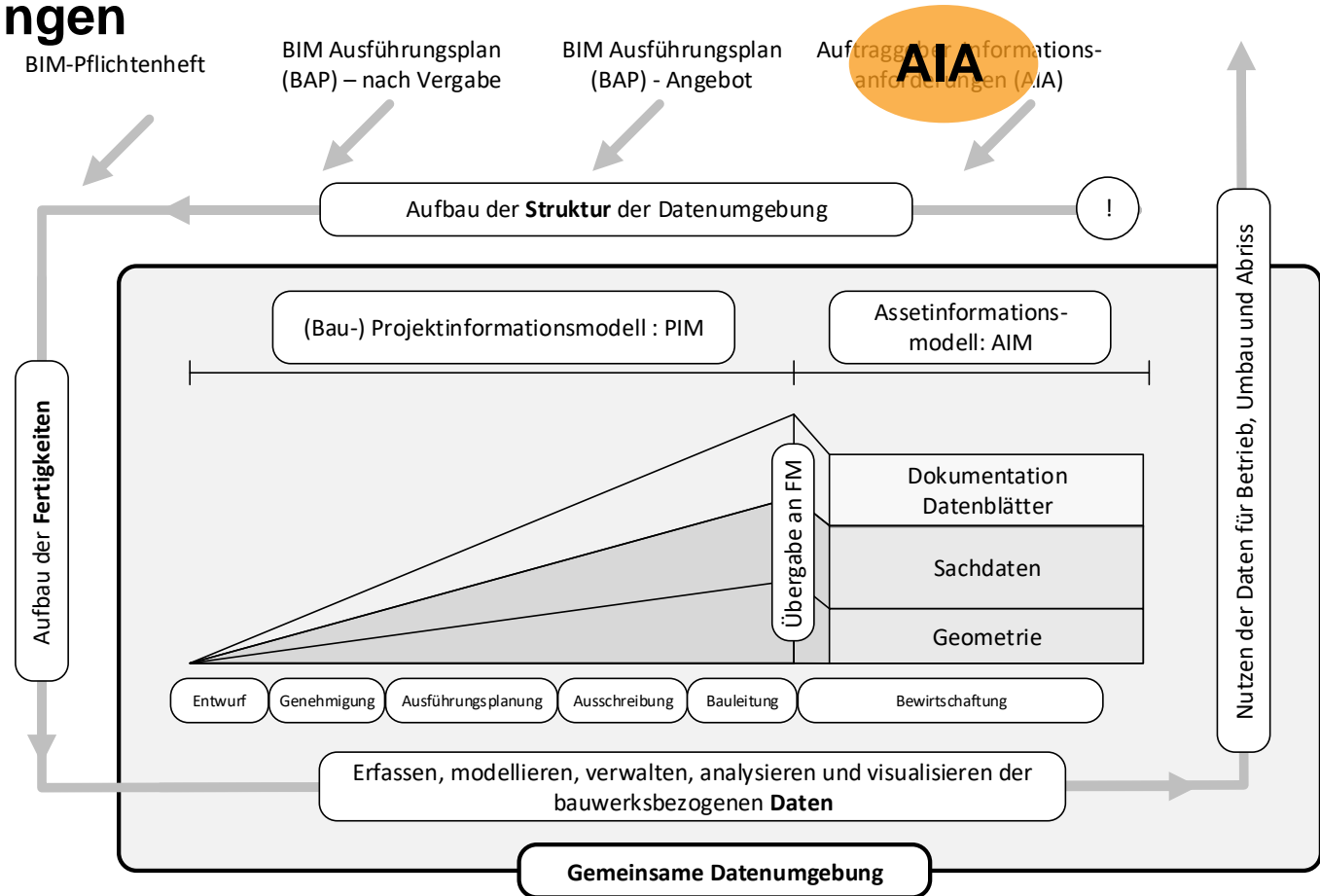


Clemen (übersetzt und leicht verändert) nach BS1192-2



## AIA: Auftraggeber Informationsanforderungen

Der Auftraggeber hat genau festzulegen, welche Daten er wann benötigt. Dazu gehören insbesondere Angaben, wann, in welcher Detailtiefe und in welchem Format die angeforderten Daten geliefert werden sollen. [...] Bei der Erstellung dieser AIA ist mit dem späteren Nutzer bzw. Betreiber des Bauwerks eng zusammenzuarbeiten. [BMVI,2015]. Die AIA sind Teil der Ausschreibungsunterlagen.



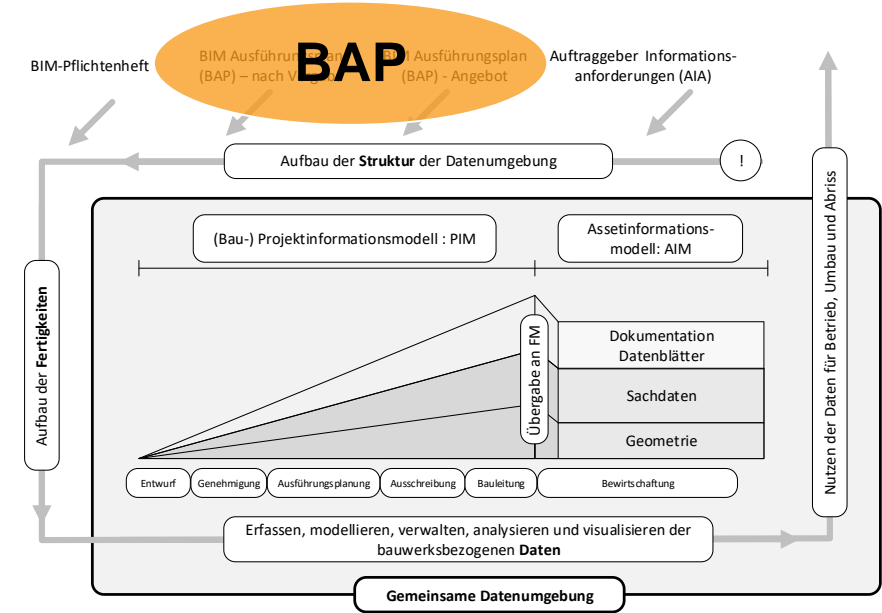
## Geodäsie: Bezugssystem, Bestandserfassung, Rolle „G“, as-built

## BAP: BIM Abwicklungsplan

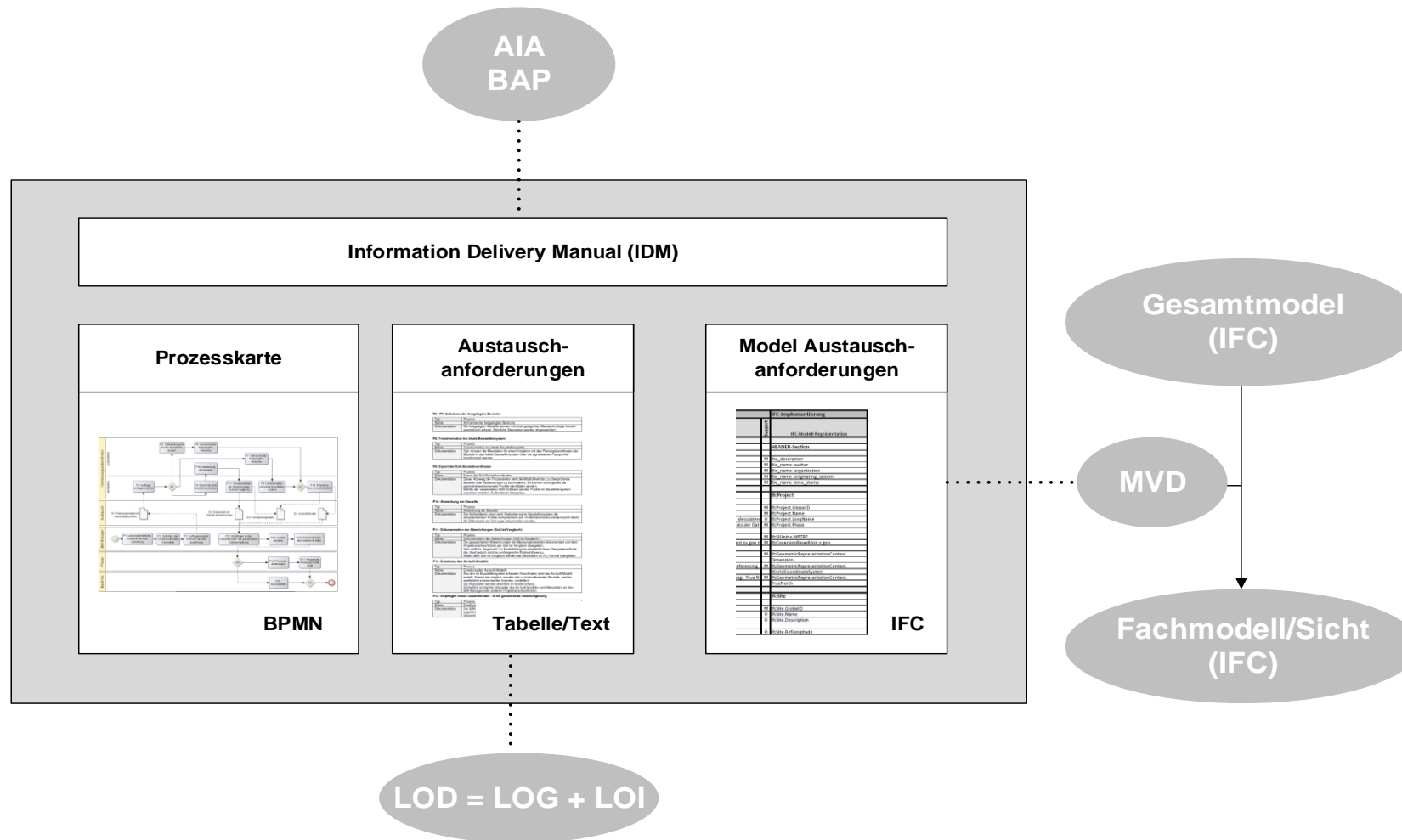
Der BAP stellt den Fahrplan eines jeden BIM-Projekts bezüglich der Erstellung, Weitergabe und Verwaltung von Daten dar. Der Prozess zur Herstellung der geforderten Daten ist unter Festlegung aller dafür notwendigen Rollen, Funktionen, Abläufe, Schnittstellen, Interaktionen sowie der genutzten Technologien in einem BIM-Abwicklungsplan zu definieren. [BMVI, 2015]

Pre-Tender: Vor Vergabe (Konzept, Angebot)

Post-Tender: Nach Vergabe (Absprachen, Details, Mündet in BIM Pflichtenheft)



**Geodäsie: Vermessungsstrategie, Genauigkeit, LOG/LOI, Realisierung der Transformation, Namenskonventionen + Personal und Fertigkeiten nachweisen!**



## Geodäsie: Eigene Leistungsbilder und Prozesse definieren!

Prof. Dr. - Ing. Christian Clemen  
Fachgebiet CAD und Virtual Reality / Chair of CAD and Virtual Reality  
Fakultät Geoinformation/ Faculty of Geoinformation

HTW Dresden/ Dresden University of Applied Sciences  
Friedrich-List-Platz 1  
D-01069 Dresden

Germany

[christian.clemen@htw-dresden.de](mailto:christian.clemen@htw-dresden.de)