

"Digitale Welten" – Kongress für Geoinformatik und Geodäsie Geodäsie und BIM

Prof. Dr.-Ing. Robert Kaden
robert.kaden@fh-erfurt.de

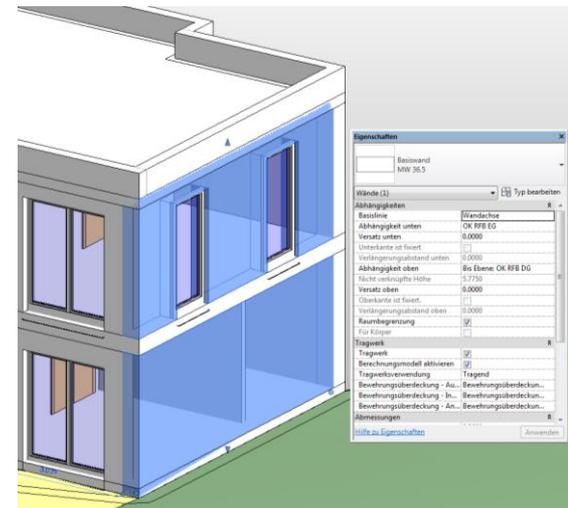
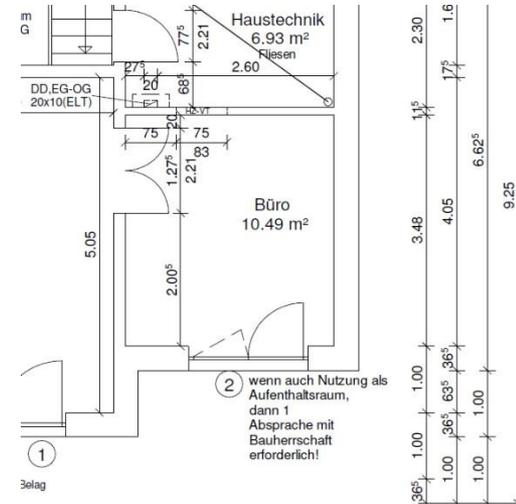
Building Information Modeling – ein kurzer Einstieg

- Begriff **Building Information Modeling (BIM)** wurde 1992 von Autodesk geprägt, um „dreidimensionalen, objektorientierten, AEC-spezifischen computergestützten Design-Prozess“ zu beschreiben
- Seit Verabschiedung des *United States National Building Information Modeling Standard* (NBIMS) im Dezember 2007 entwickelte sich BIM rasant
- Methode für das Entwerfen, Planen, Erstellen und Betreiben von Bauwerken → **über den gesamten Lebenszyklus**
- Unterstützt kollaboratives Arbeiten aller Beteiligten **über den Lebenszyklus** eines Gebäudes



Paradigmenwechsel: von CAD zu BIM

- BIM ist **keine Weiterentwicklung von CAD** sondern basiert auf völlig anderen Herangehensweise
- Computer Aided Design (CAD)
 - CAD-Systeme imitieren traditionelles Zeichnen von 2D-Plänen in Form von Grundrissen, Schnitten und Ansichten
 - beinhalten einfache geometrische Elemente wie Linien und Bögen sowie Beschriftungen
- Building Information Modeling (BIM)
 - In BIM werden die realen Weltstrukturen in Form von **3D-Modellen** imitiert → Digitaler Zwilling
 - Im Fokus der Modellierung stehen die **Realweltobjekte** wie z. B. Gebäude, Wände, Böden, Fenster und Türen



BIM-Welt

- Top-down:
 - ↓ Entwurfs-/Planungsmodell
 - ↓ Realisierung
 - ↓ Reale Welt
- Ziel ist die detaillierte Repräsentation der geplanten Welt
- Modellierung konstruktiver Elemente (Bauteile)



<http://www.twesnoeken.nl/default.asp?pagelid=433>

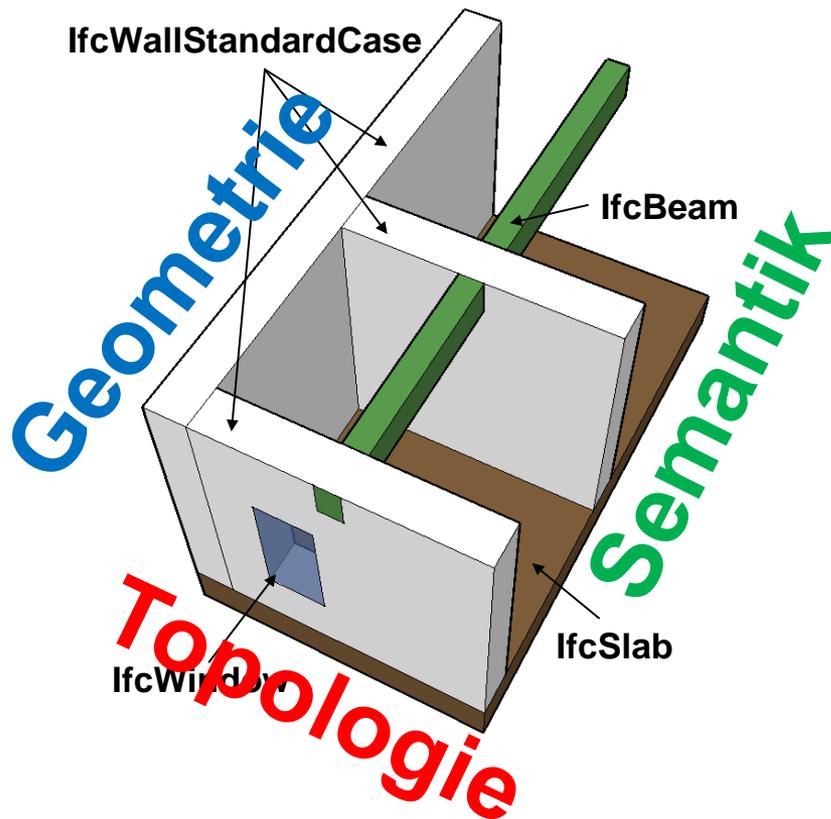
Geo-Welt

- Bottom-up:
 - ↑ Stadt- und Landschaftsmodell
 - ↑ Abstraktion
 - ↑ Reale Welt
- Ziel ist die generalisierte Repräsentation der realen Welt
- Modellierung beobachtbarer Flächen (Objektoberflächen)

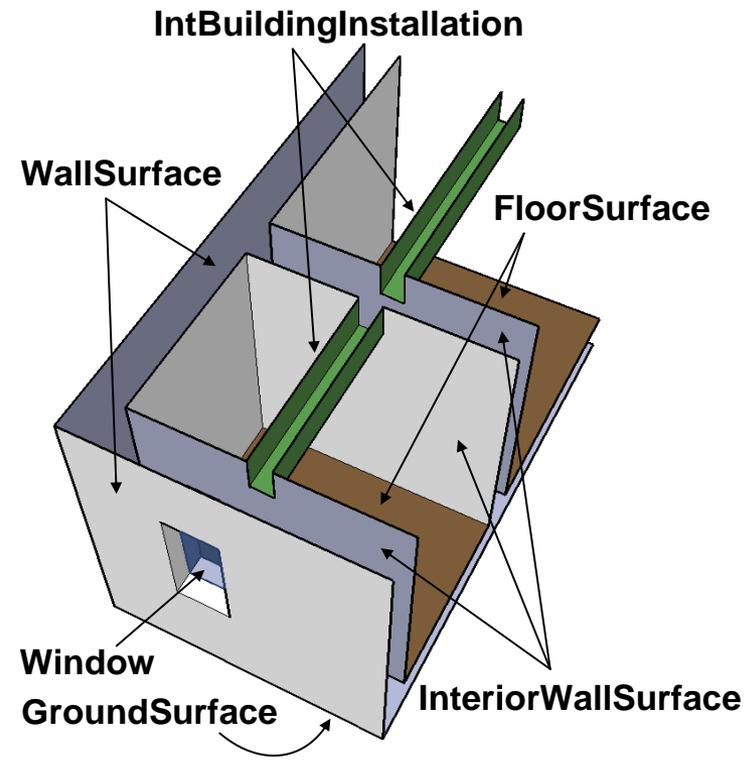


http://www.dresden.de/media/bilder/vermessung/Canalettblick_3d_2015_OhneLogo.png

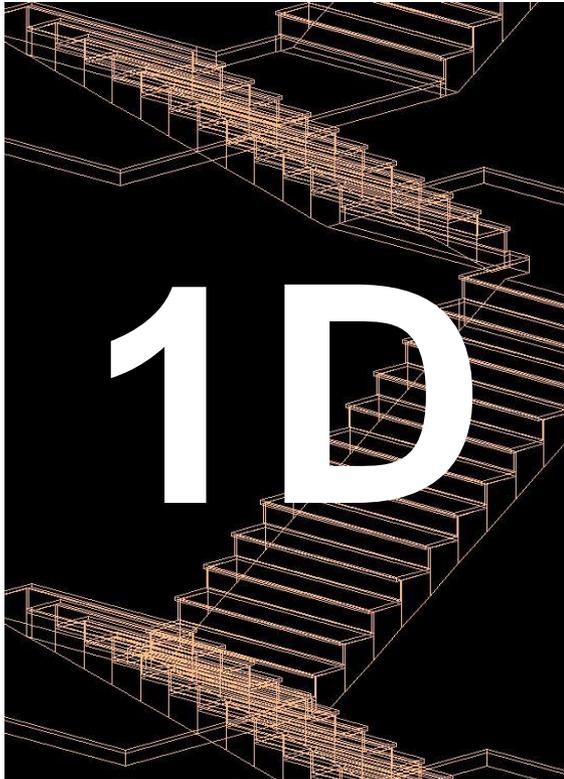
BIM-Welt: IFC



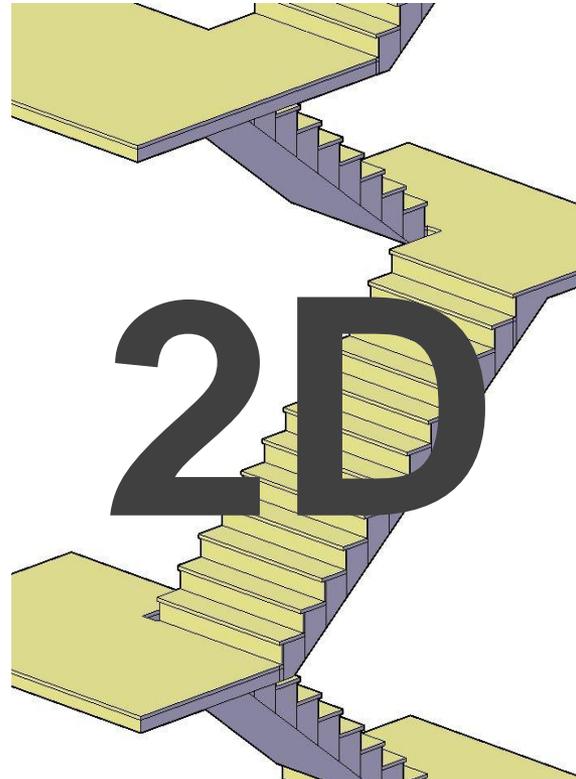
Geo-Welt: CityGML



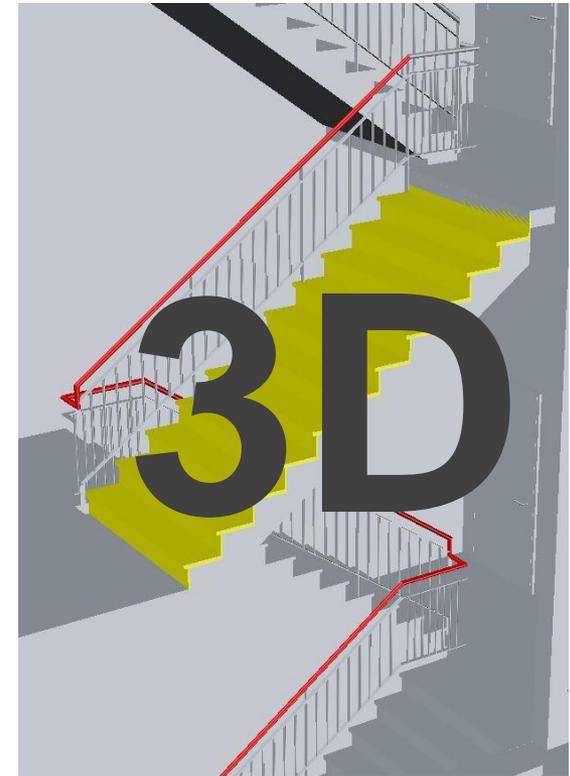
Quelle: T. H. Kolbe und C. Nagel



Drahtgitter
CAD/GIS



Oberflächen
CAD/GIS



Volumen
BIM

Quelle: Christian Clemen, HTW Dresden

Werden aus **Volumenkörpertypen**, logischen Operationen und relativer Platzierung gebildet

- **Parametrische Modellierung**

- **Der wichtigste BIM Volumenkörpertyp!**
- Volumenobjekte mit einer begrenzten Menge an Parametern (Länge, Breite, Höhe....)
- Parameterwerte beziehen sich auf den Typ oder die Instanz

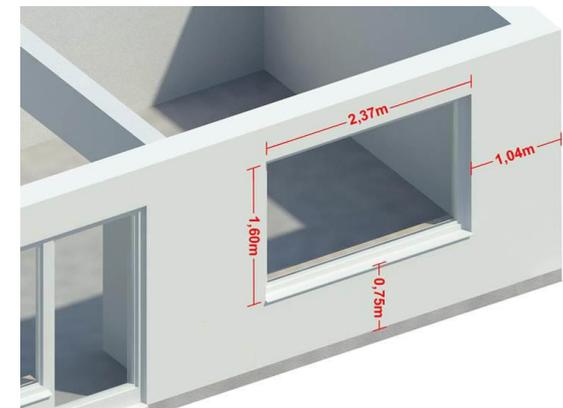
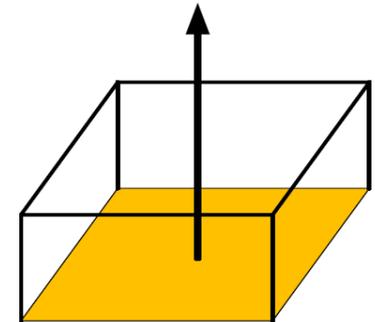
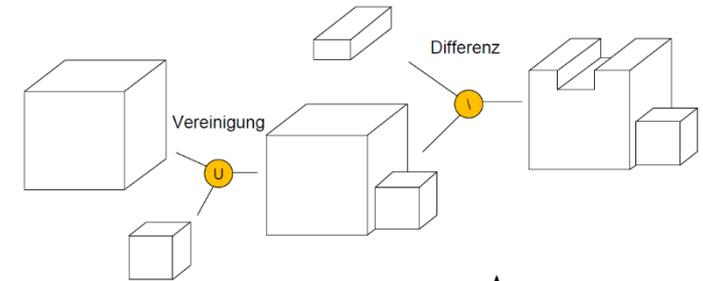
- **Constructive Solid Geometry (CSG)**

- Definierte Menge an geometrischen Grundtypen
- Zusammensetzung durch logische Operatoren

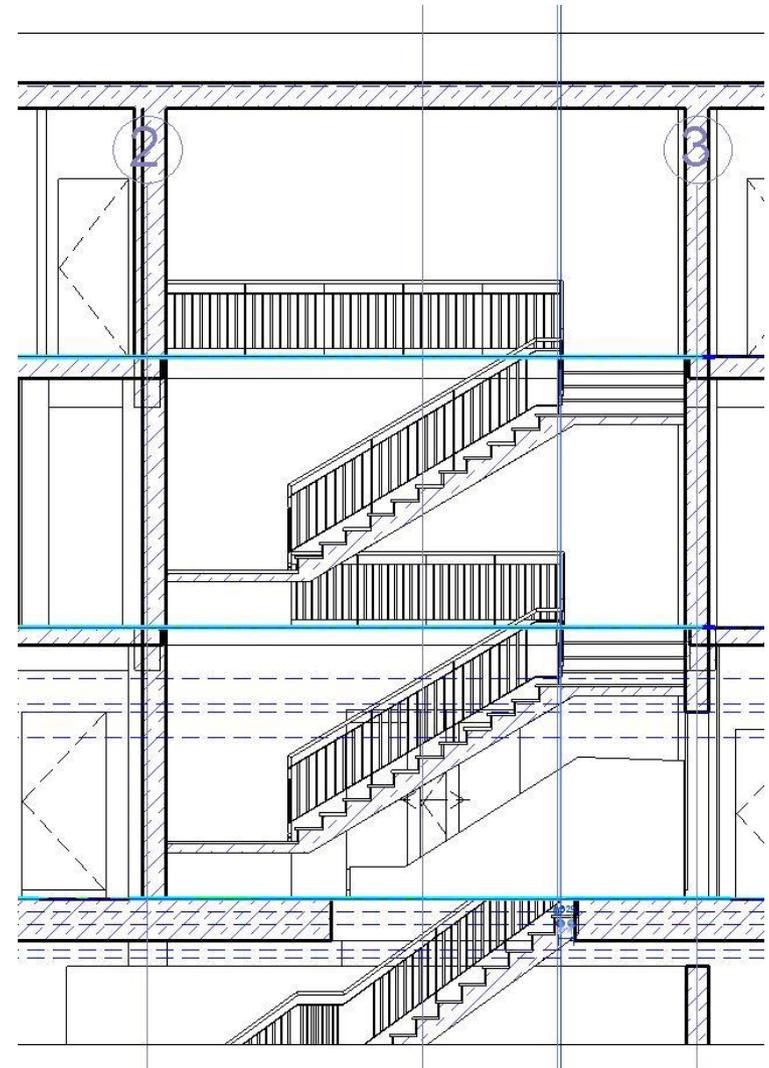
- **Sweep** (Extrusion und Rotation)

- Primitiv: Modellierung einer Querschnittfläche (Profil)
- Operation: Bewegung des Profils entlang eines gegebenen Vektors

→ Die Erzeugung des Modells wird gespeichert, nicht das Ergebnis

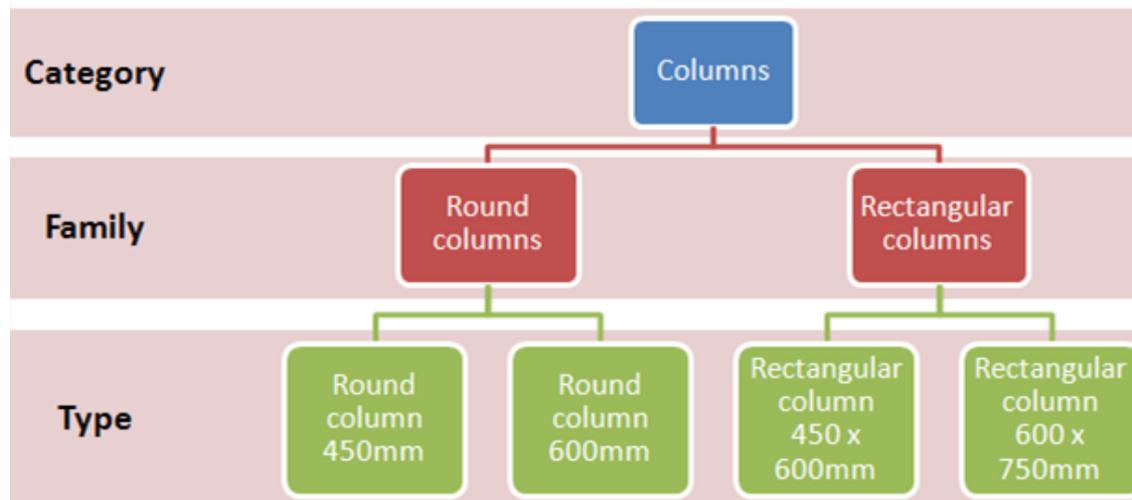


- **Mengenermittlung** (z.B. Beton) aus technischen Gründen und Kostenschätzung
- Ableitung von **2D-Zeichnungen mit richtiger Schraffur** (z.B. Grundriss, Schnitte und Ansichten)



Quelle: Christian Clemen, HTW Dresden

- Semantische Information == **Sachdaten/Nichtgraphische Daten**
- **Klassifizierung** gleichartiger Objekte, **Attributierung** (atomare Eigenschaft-Wert Paare) objektspezifischer Eigenschaften und **Hierarchiebildung** vom Groben ins Feine)
- Zum Vergleich: In CAD werden Zeichenelemente in Layern gruppiert, um Punkte, Linien und Oberflächen zu klassifizieren



z. B. Wände, Stützen

Gemeinsame Menge von Parametern

Gemeinsame Menge von Werten

[<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/>]

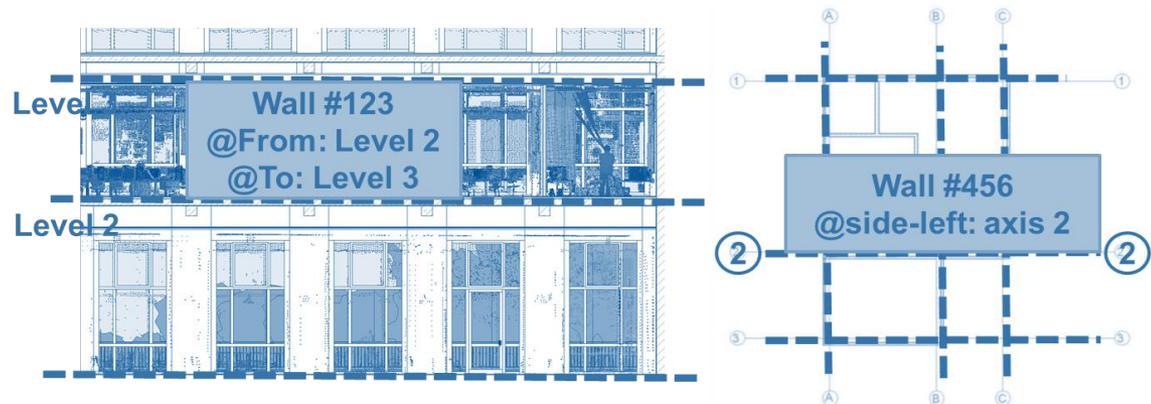
- Bieten einen **Konsens über unterschiedliche Anwendungsbereiche** und der beteiligten Fachdomänen (Architektur, Bau, TGA, Vermessung)
- Detaillierter **Informationsaustausch** zwischen verschiedenen Fachdomänen **auf Basis der Objekte**
 - z. B. Wand als Informationsträger über ihren Aufbau, Zustand, etc.
- **Maschinell interpretierbar** und analysierbar auf Knopfdruck
 - Erstellung von Gebäude-, Raum-, oder Bauteillisten
 - Ermittlung benötigter Materialien (Beton, Farbe, Fußbodenbelag)
 - Berechnung der ungefähren Kosten

Raumliste						
Nummer	Fläche	Volumen	Belegung	Oberflächen		
				Fußboden	Wandoberfläche	Deckenoberfläche
5	115.37 SF	1673 CF	Shared	Ceramic Tile	White Painted	Acoustic Tile 2'x2'
27	1988.39 SF	28833 CF	Shared	Ceramic Tile	White Painted	Acoustic Tile 2'x2'
Flur : 2		2103.76 SF				
10	436.32 SF	6327 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
13	313.14 SF	4541 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
14	358.36 SF	5196 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
15	350.66 SF	5085 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
17	235.44 SF	3414 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
18	235.44 SF	3414 CF	Office	Ceramic Tile	Light Blue Painted	Acoustic Tile 2'x2'
21	265.59 SF	3851 CF	Office	Ceramic Tile	Light Green Painted	Acoustic Tile 2'x2'
22	235.44 SF	3414 CF	Office	Ceramic Tile	Light Green Painted	Acoustic Tile 2'x2'
25	268.48 SF	3893 CF	Office	Ceramic Tile	Light Green Painted	Acoustic Tile 2'x2'
26	262.69 SF	3809 CF	Office	Ceramic Tile	Light Green Painted	Acoustic Tile 2'x2'
Büro : 10		2961.54 SF				

- Topologische Beziehungen sind entweder
 - implizit (können aus Geometrie berechnet werden)
 - **explizit (Beziehungen werden im Model gespeichert)**

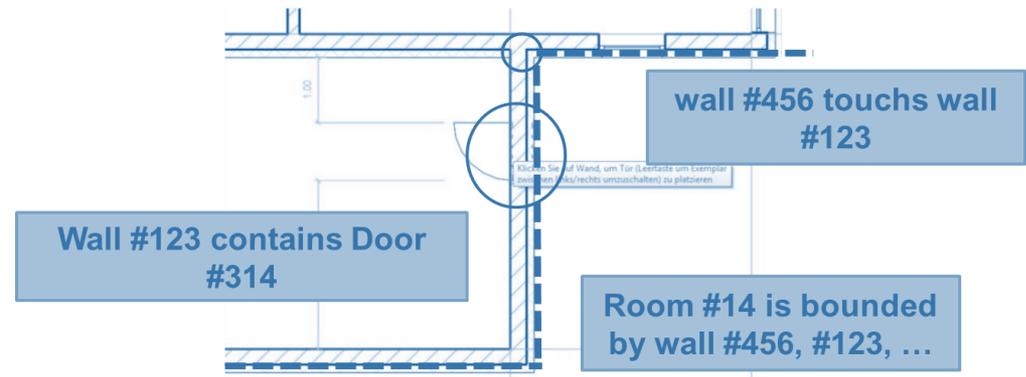
- **Indirekte Topologie**
mit Referenzelementen

- Vertikaler Bezug mit horizontalen Ebenen
- Horizontaler Bezug durch Achsen



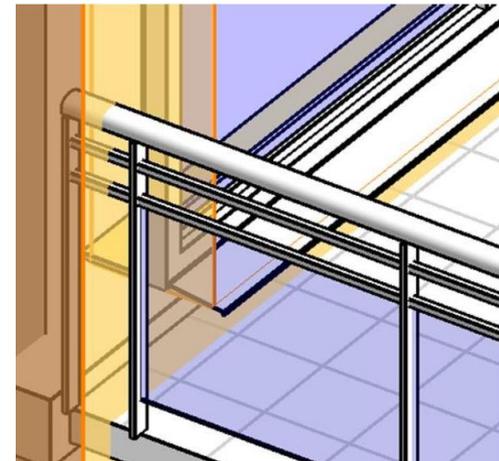
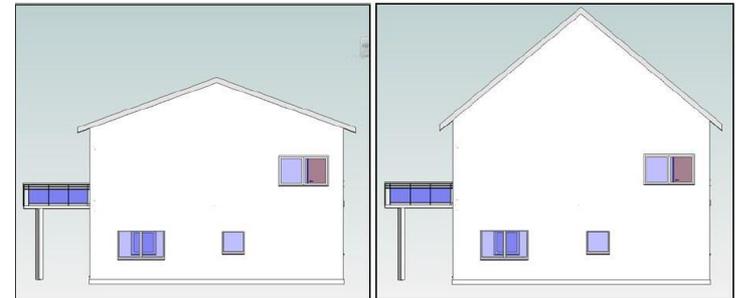
- **Direkte Topologie**

- regelbasiert
- Regeln werden durch Elementtyp festgelegt (Semantik)

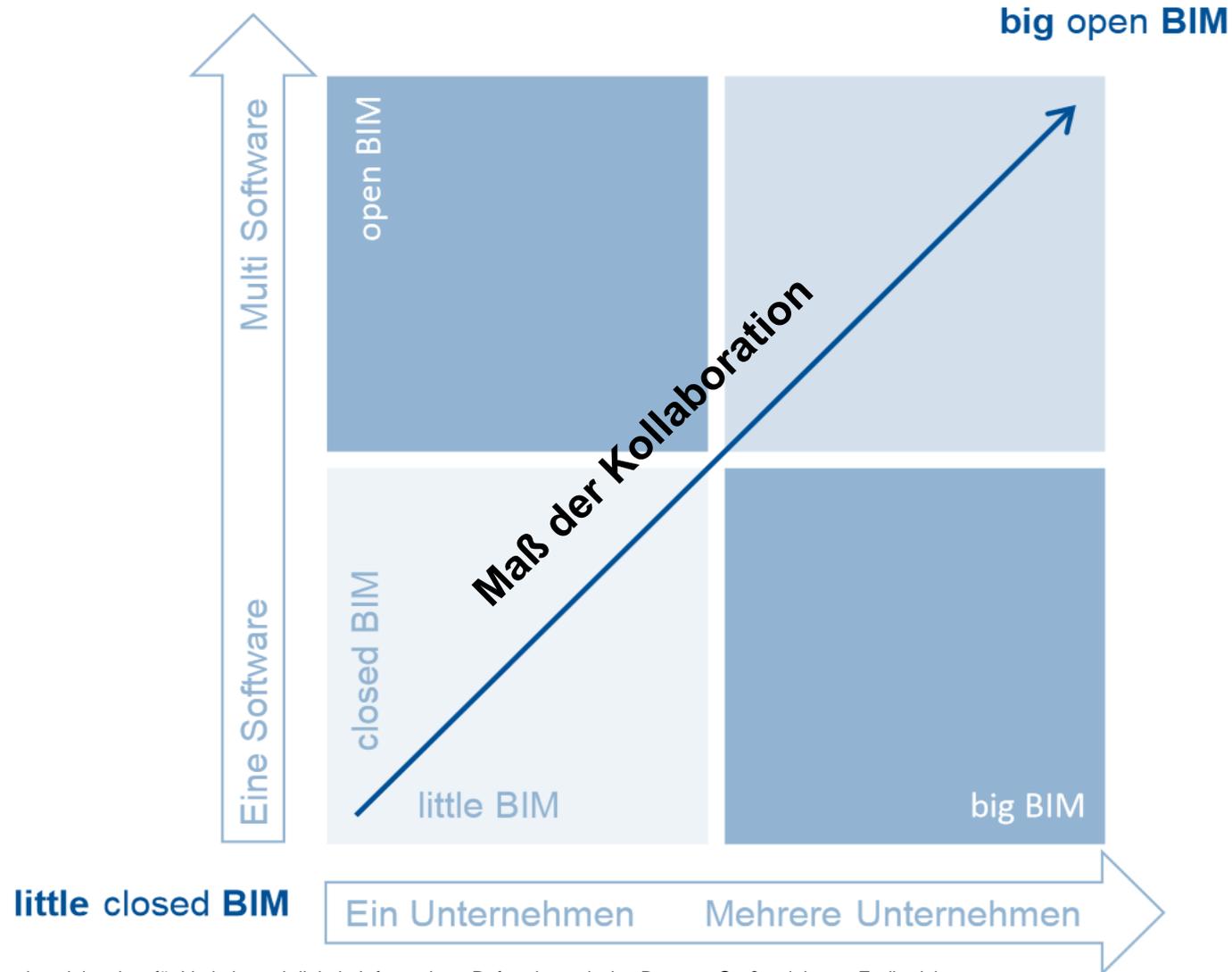


Quelle: Christian Clemen, HTW Dresden

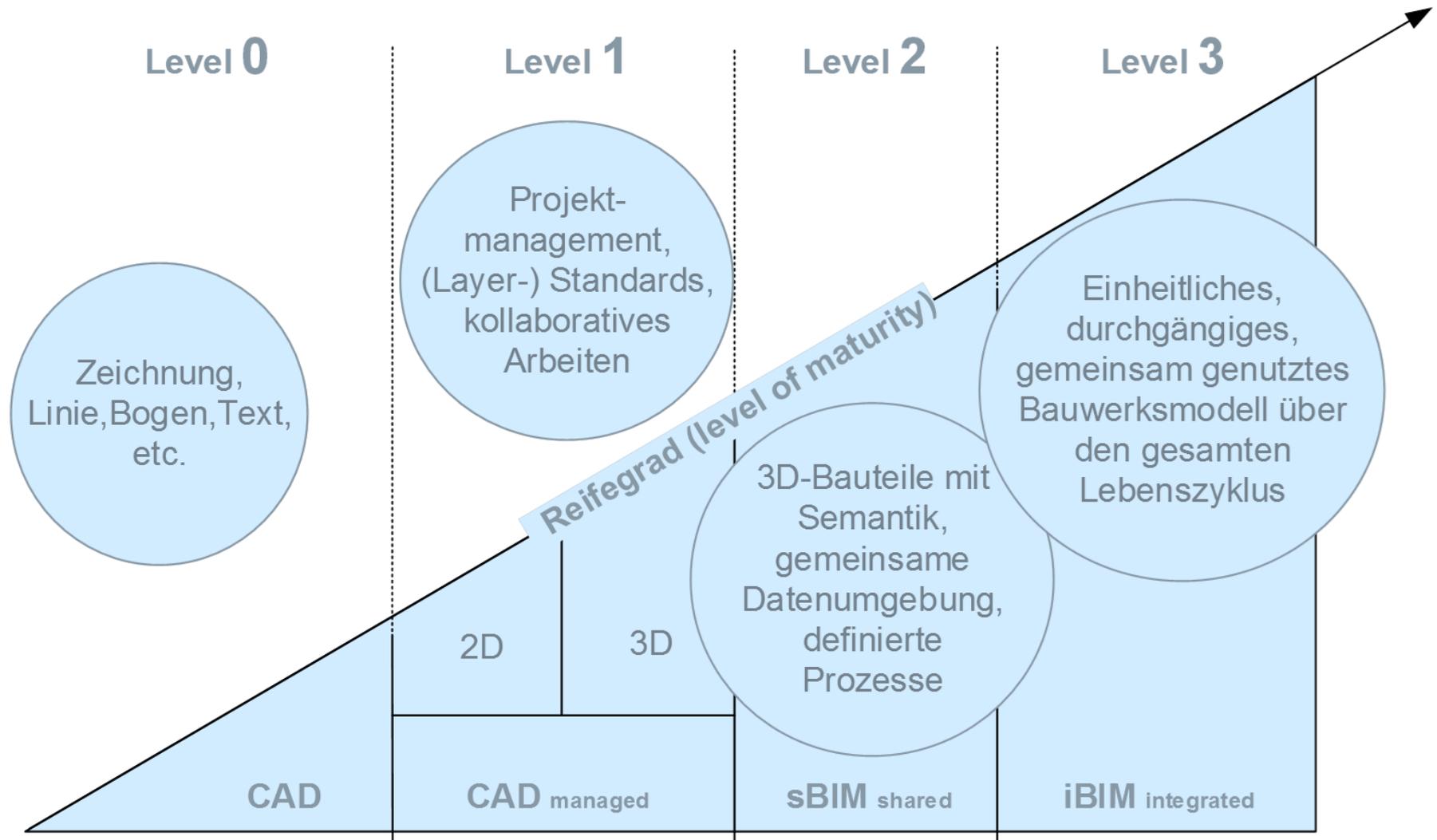
- **Einfache Änderungen** am Planungsmodell
 - Automatische Anpassung der betroffenen geometrischen Elemente
 - Keine Lücken/Durchdringungen
- **Automatische Kollisionsanalysen**
 - Wenn Körper den Raum nicht vollständig und eindeutig zerlegen können Lücken und Kollisionen detektiert werden



Quelle: Christian Clemen, HTW Dresden



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Reformkommission Bau von Großprojekten - Endbericht.



Darstellung nach BIM Industry Working Group 2011

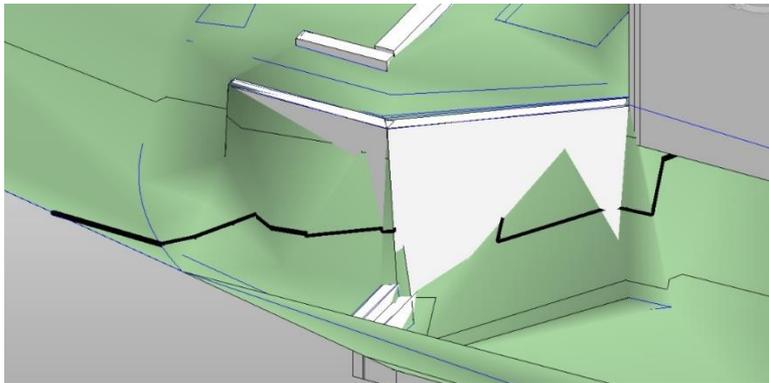
Herausforderungen für Geodäten

Praktische Erfahrungen verschiedener Machbarkeitsstudien
(mit der BIM-Software Autodesk Revit)

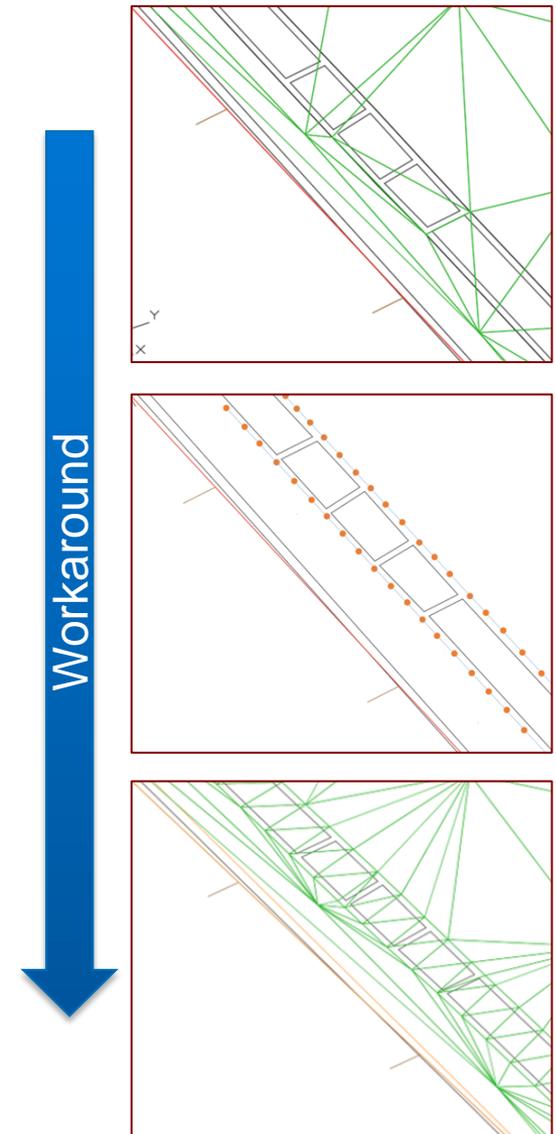


Projekt an der HTW Dresden

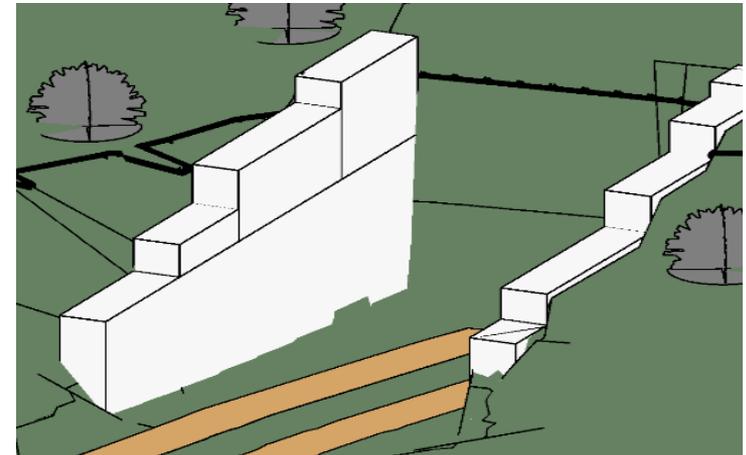
- Revit erlaubt nur Import von Geländepunkten, welche neu trianguliert werden
- Es können keine Bruchkanten verarbeitet werden!
- Tatsächliche Geländeverläufe sind schlecht zu modellieren, Gelände durchdringt oder überdeckt angrenzende Bauteile

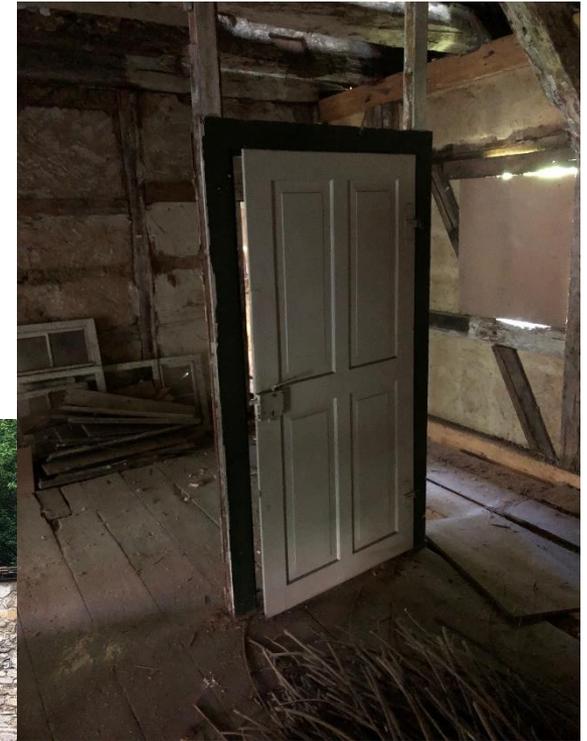


- Workaround:
 - Zerstückelung der Bruchkanten (z. B. aller 20 cm) in einem CAD-Programm
 - Hinzufügen der neuen Punkte zur Geländepunktswolke
 - Import in Revit und Neuvermaschung des Geländes

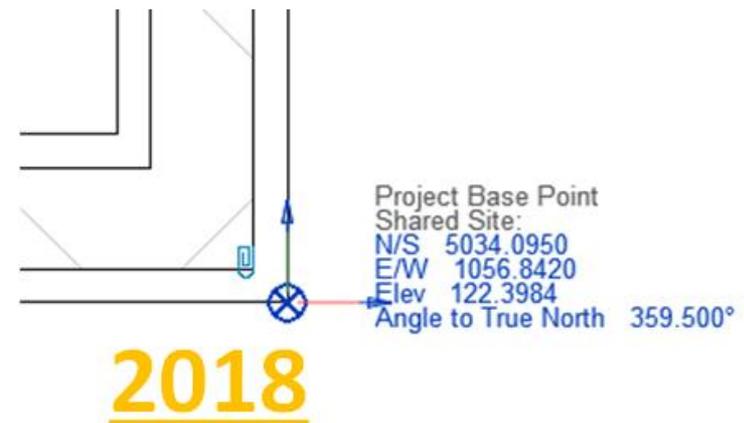


- BIM-Modellierungskonzepte z. T. hinderlich bei der Modellierung von Elementen des Außenbereiches
 - Vertikalität von standardisierten Wänden, z. B. für geneigten Stützmauern
 - Horizontalität von standardisierten Bodenplatten, z. B. für Terrassen mit Gefälle
 - Vertikale Objektplatzierung durch horizontale Bezugsebenen
 - Beispiel: Stützmauer
 - Oftmals geneigt
 - Oberseite der Mauer stufenförmig und ohne topologischen Abschluss
 - Mauersole folgt häufig unregelmäßig geneigtem Gelände
- Individuelle Mauerformen können mit den vordefinierten Wandelementen in Revit nicht modelliert werden, Nutzung von generischen Freiformelementen



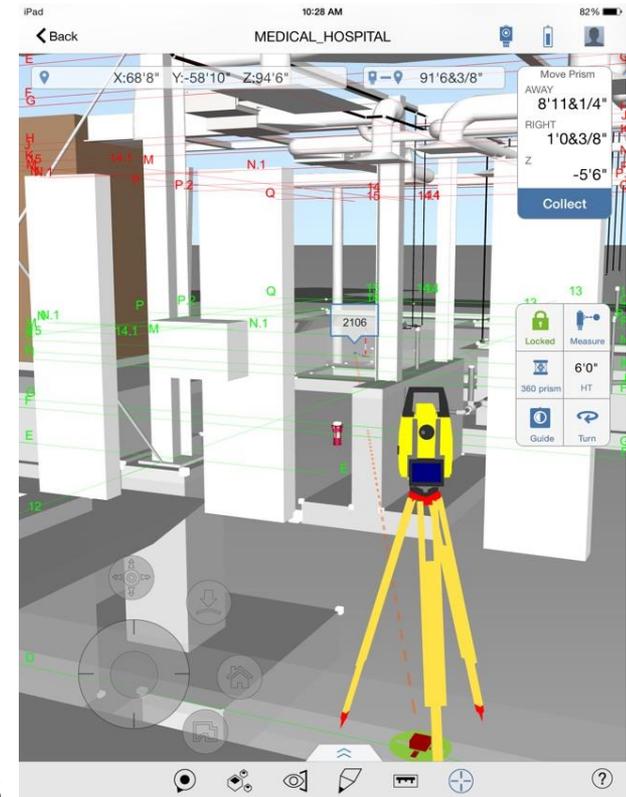


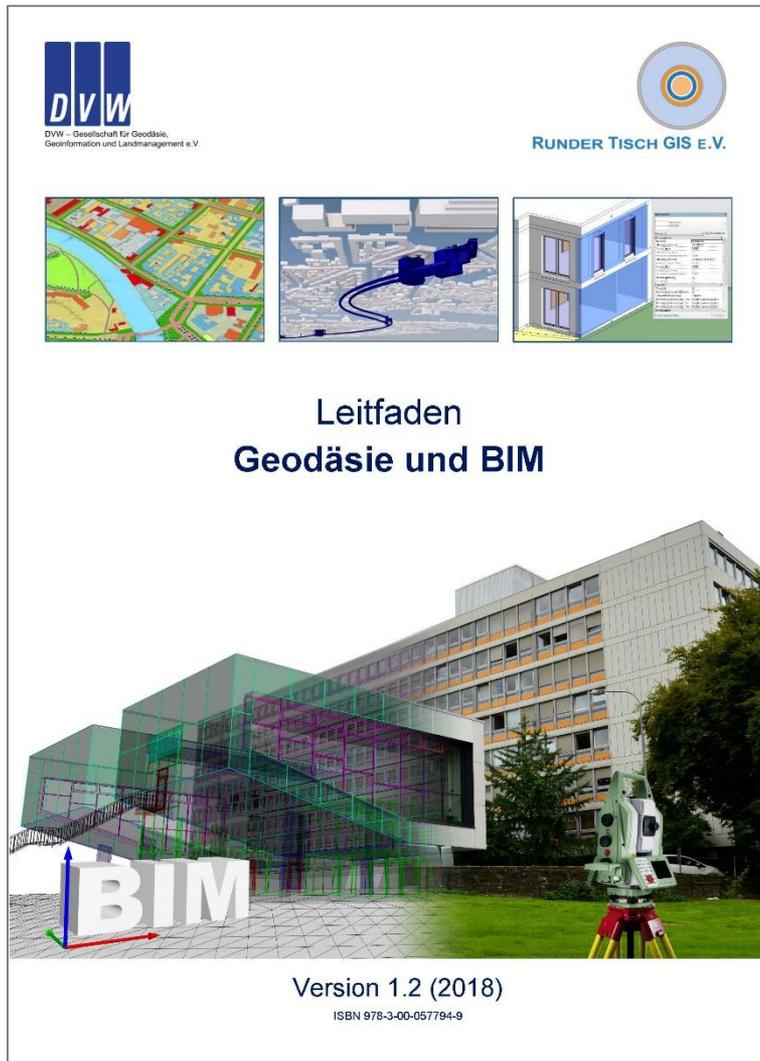
- Aufgrund der Modellierungsparadigmen der BIM-Welt ist Revit (wie auch andere BIM-Systeme und -formate) geeignet zur Arbeit mit maßstabsfreien, lokalen Koordinaten
 - Keine eindeutige Definition möglicher geodätischer Referenzsysteme
 - Georeferenzierung der lokalen Modellkoordinaten i. d. R. durch eine Translation und eine Rotation in einem Punkt
- Möglichkeiten der Georeferenzierung in Revit
 1. Manuelles Verschieben des Projektbasispunktes auf einen Modellpunkt mit bekannten Koordinaten im übergeordneten Koordinatensystem und Eingabe der Koordinaten sowie einen Rotationswinkel
 2. Verknüpfung eines georeferenzierten CAD-Datensatzes und Übernahme der Koordinaten
 3. Mittels kostenpflichtigen Plugin (Autodesk Point Layout (APL)) über zwei Kontrollpunkte mit bekannten Koordinaten im übergeordneten Koordinatensystem



- Durch parametrische Modellierung von Elementen kaum Koordinaten der Eckpunkte direkt gespeichert
 - Durch relatives platzieren der Bauteile, z. B. Bodenplatte relativ zum Grundstück (Site), Fenster relativ zur Wand, etc., zusätzlich sequentielle Transformationen
- Koordinaten zur Absteckung von Gebäudeecken oder -achsen können nicht direkt dem Modell entnommen werden
- Entweder: Aktuelle On-board-Software von Tachymeter oder Feldcomputer unterstützt die Verarbeitung von BIM-Modellen → Koordinaten der gewählten Absteckpunkte werden on-the-fly aus dem Modell berechnet
 - Oder: Absteckpunkte müssen zunächst am PC durch Markieren in der Grafik definiert und die Koordinaten berechnet und exportiert werden, z. B. durch das Autodesk Point Layout-Plugin für Revit

Autodesk® BIM 360™ Layout app for iOS

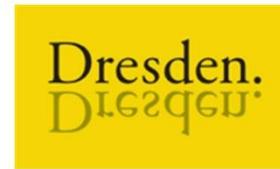




- Herausgeberorganisationen
 - **DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.**
 - **Runder Tisch GIS e.V.**
- Redaktionsteam
 - Prof. Dr. Robert Kaden, FH Erfurt
 - Prof. Dr. Christian Clemen, HTW Dresden
 - Prof. Dr. Robert Seuß, Frankfurt UAS
 - Prof. Dr. Jörg Blankenbach und Dr. Ralf Becker, RWTH Aachen
 - Prof. Dr. Andreas Eichhorn, TU Darmstadt
 - Dr. Andreas Donaubauber, TU München
 - Dipl.-Ing. Ulrich Gruber, Kreis Recklinghausen
- Aktuelle Version 2.0 (2019) wurde veröffentlicht und vorgestellt im September 2019 auf der INTERGEO



LAFT ZENTRUM FÜR ANGEWANDTE
FORSCHUNG & TECHNOLOGIE
AN DER HTW DRESDEN



team  project

 **IPRO** consult

 **Ingenieurbüro
Langenbach**

D V W

dhp:i
Dr. Hesse und Partner Ingenieure



**wuttke
ingenieure**

Kontakt:
Prof. Dr.-Ing. Christian Clemen
christian.clemen@htw-dresden.de



 **A|PLUS|S**



HK
A TRIMBLE COMPANY