



# Wie kommt die Koordinate ins BIM?

Im Spannungsfeld von Modellierung, Interoperabilität und Software

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach

Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme

RWTH Aachen University

# Einleitung

## Agenda

- Einführung
  - Vermessung und Geoinformation für/im BIM
- BIM-Modellierungsgrundlagen
- Raumbezug und BIM
  - Software und IFC
- Fazit



# Einführung

## BIM-Definition

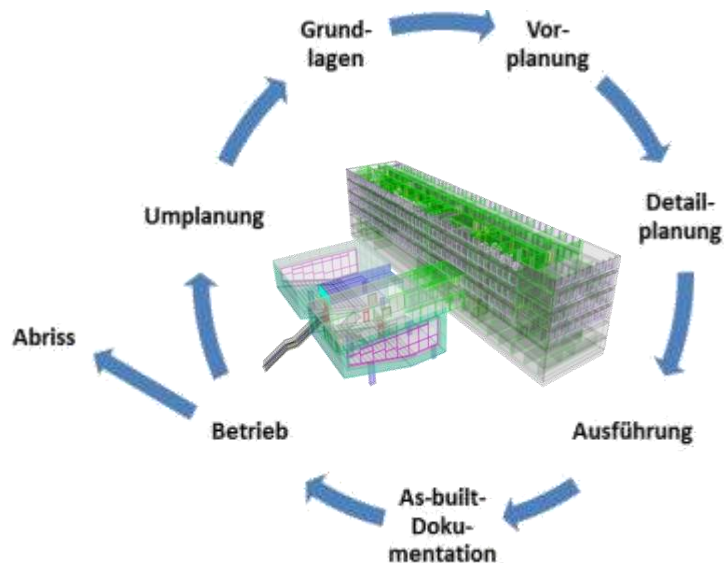
„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ (BMVI 2015)

## BIM-Definition

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage **digitaler Modelle** eines Bauwerks die für seinen **Lebenszyklus relevanten Informationen** und **Daten** konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten **Kommunikation zwischen den Beteiligten** ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ (BMVI 2015)

## BIM-Definition

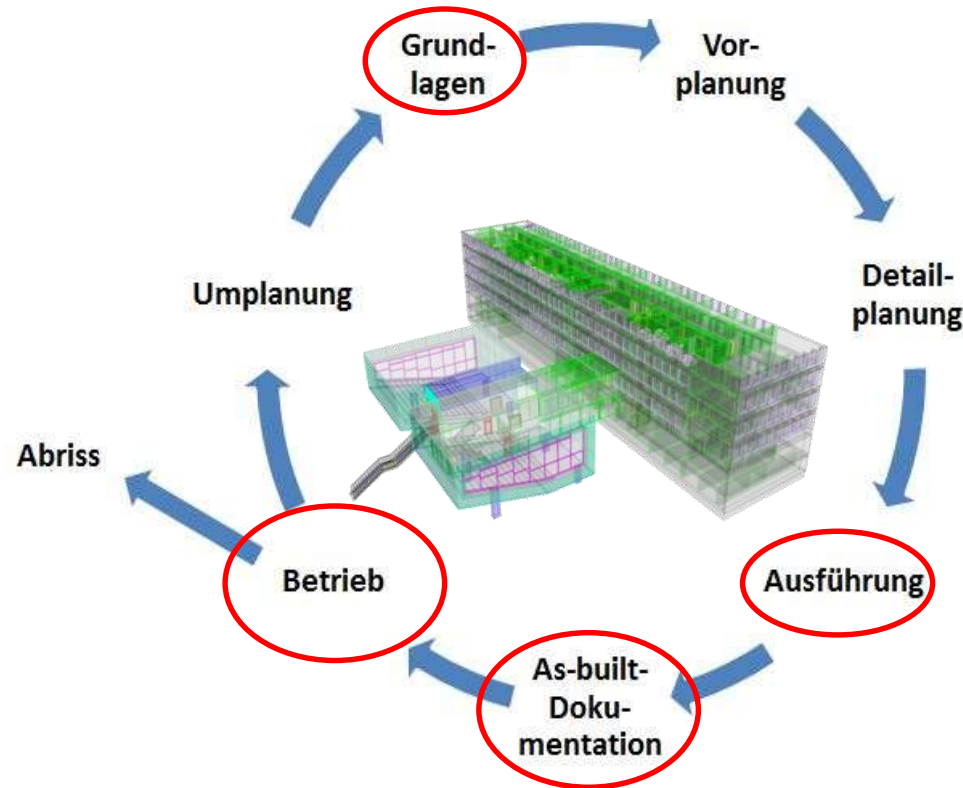
„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage **digitaler Modelle** eines Bauwerks die für seinen **Lebenszyklus relevanten Informationen** und **Daten** konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten **Kommunikation zwischen den Beteiligten** ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ (BMVI 2015)



BIM ist durch die Planungssicht geprägt

- Entwurfs-/Planungsmodelle für die Realisierung der **geplanten** realen Welt  
→ Verknüpfung zur bereits **existierenden** realen Welt und deren Daten erforderlich  
→ Vermessung und Geoinformation

## Vermessung und Geoinformation im Bauwerkslebenszyklus



- Geobasisdaten: Liegenschaftsdaten, Orthofotos, Geländemodelle,...
  - Lagepläne (, B-Pläne)
  - Übertragung der Planungsdaten in die Örtlichkeit (Absteckung), Baukontrollvermessungen
  - Einmessung, Aufmaß
  - Erfassung der Veränderungen
  - ...
- Verknüpfung von BIM mit Vermessung & Geoinformation?
- Raumbezug/Geokoordinaten!?

## Unterschiedlicher Blick auf die „Welt“

- „BIM-Welt“

- Top-down:

↓ Entwurfs-/Planungsmodelle für die Realisierung der realen Welt

- Ziel ist die detaillierte Repräsentation der **geplanten** Welt

→ Modellierung konstruktiver Elemente (Bauteile)



<http://www.tweesnoeken.nl/default.asp?pageId=433>

- „Geo-Welt“

- Bottom-Up:

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

- Ziel ist die generalisierte Repräsentation der **realen** Welt

→ Modellierung beobachtbarer Elemente (Oberflächen)



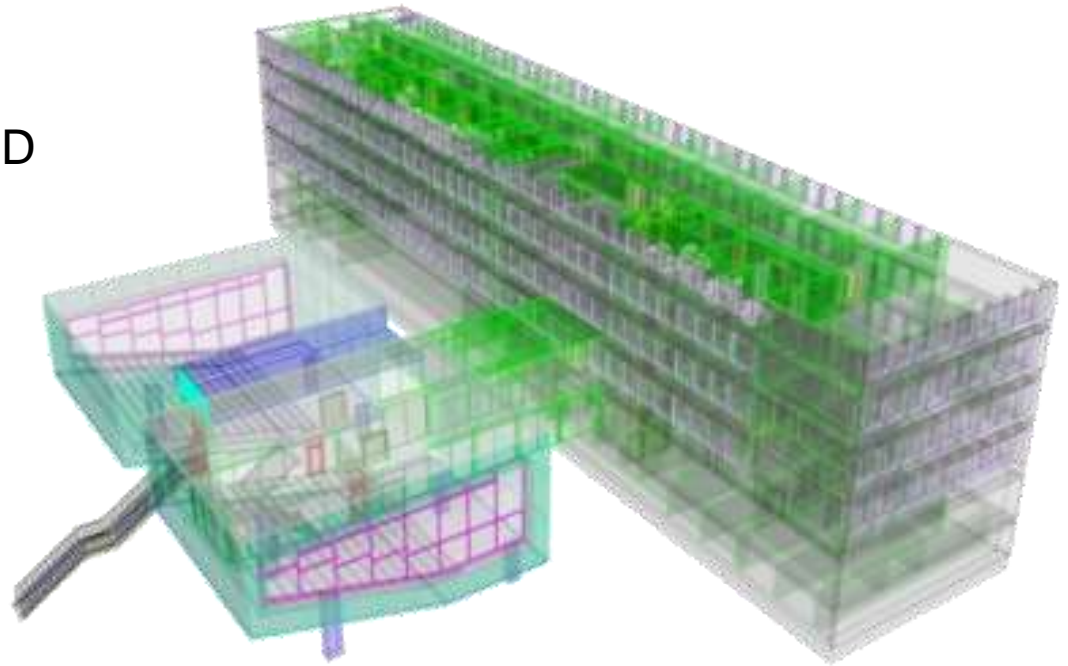
[http://www.dresden.de/media/bilder/vermessung/Canalettoblick\\_3d\\_2015\\_OhneLogo.png](http://www.dresden.de/media/bilder/vermessung/Canalettoblick_3d_2015_OhneLogo.png)



# BIM-Modellierungsgrundlagen

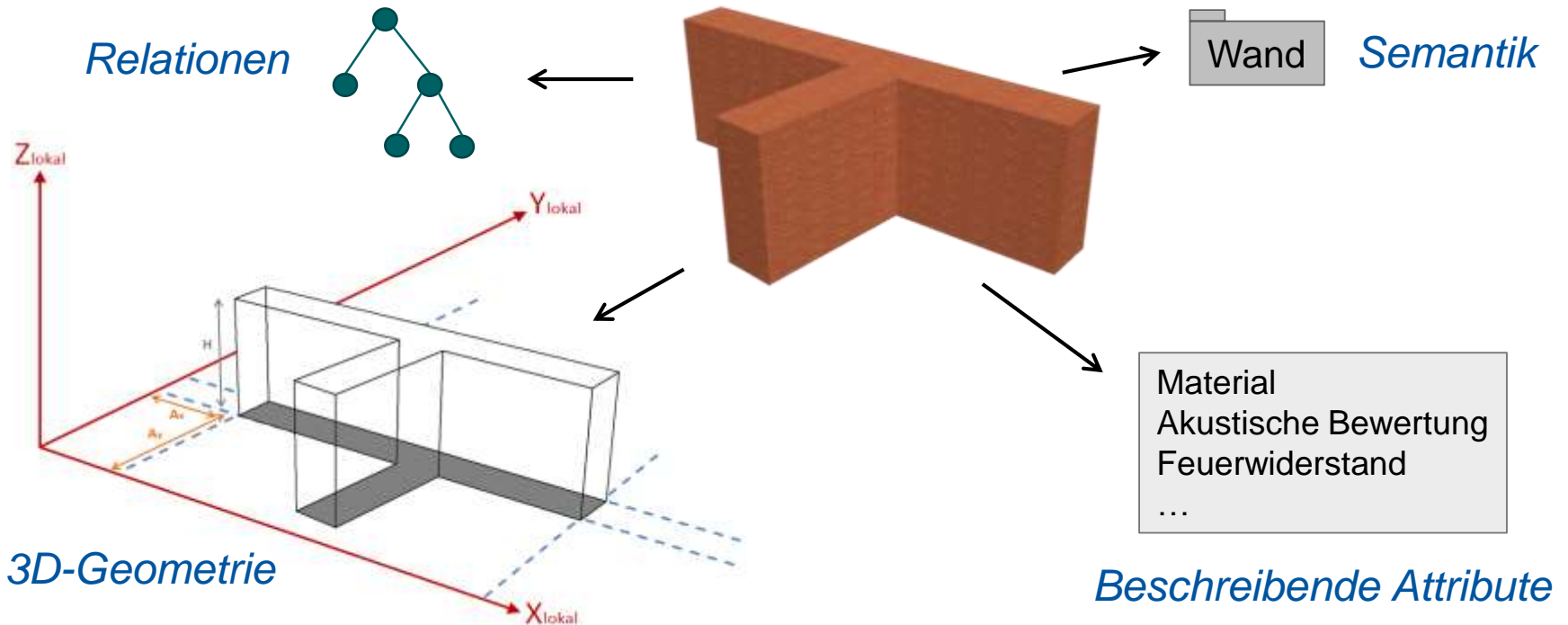
## Digitale Bauwerksmodelle für BIM

- Geometrie & Konstruktionsinformationen → 3D
- Physikalische, technische/funktionale und beschreibende Eigenschaften
- Dokumentationsinformationen (z.B. Baufortschritt)
- Organisation und Zeitpläne → 4D
- Kosten → 5D
- Analysen und Simulation
- ...



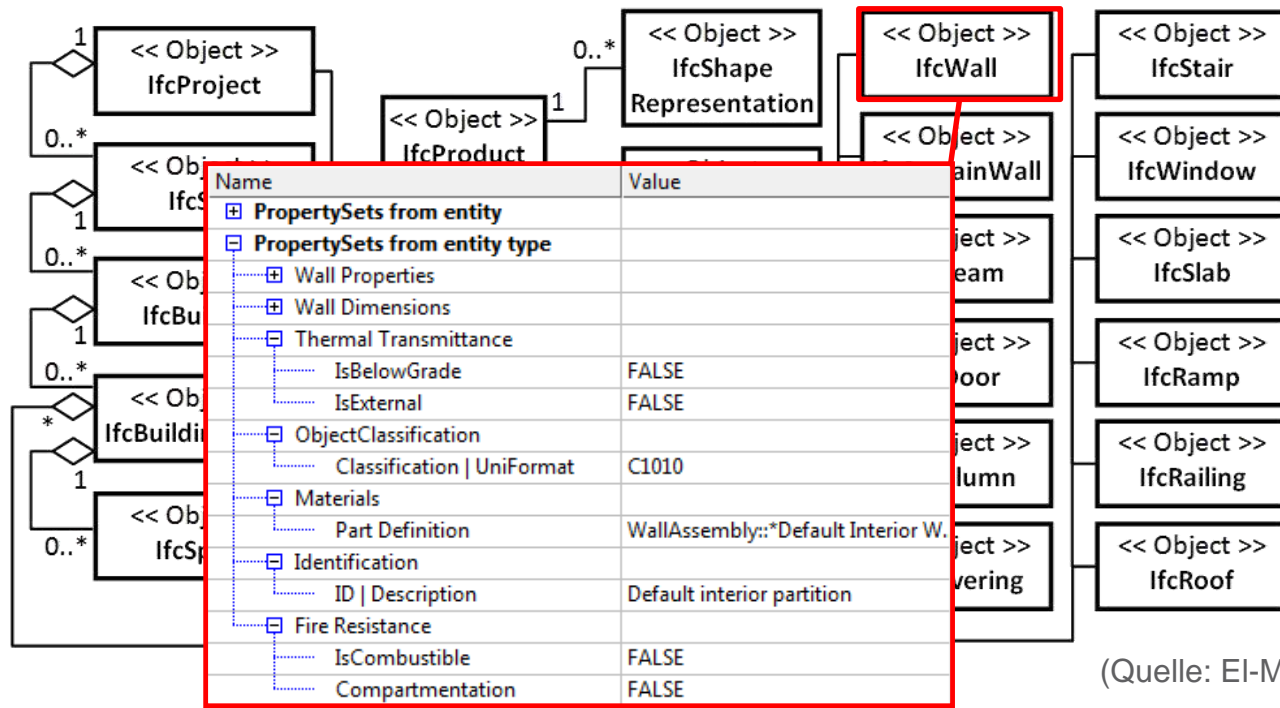
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen



## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle



(Quelle: El-Mekawy 2010)

## Semantisches Modellieren

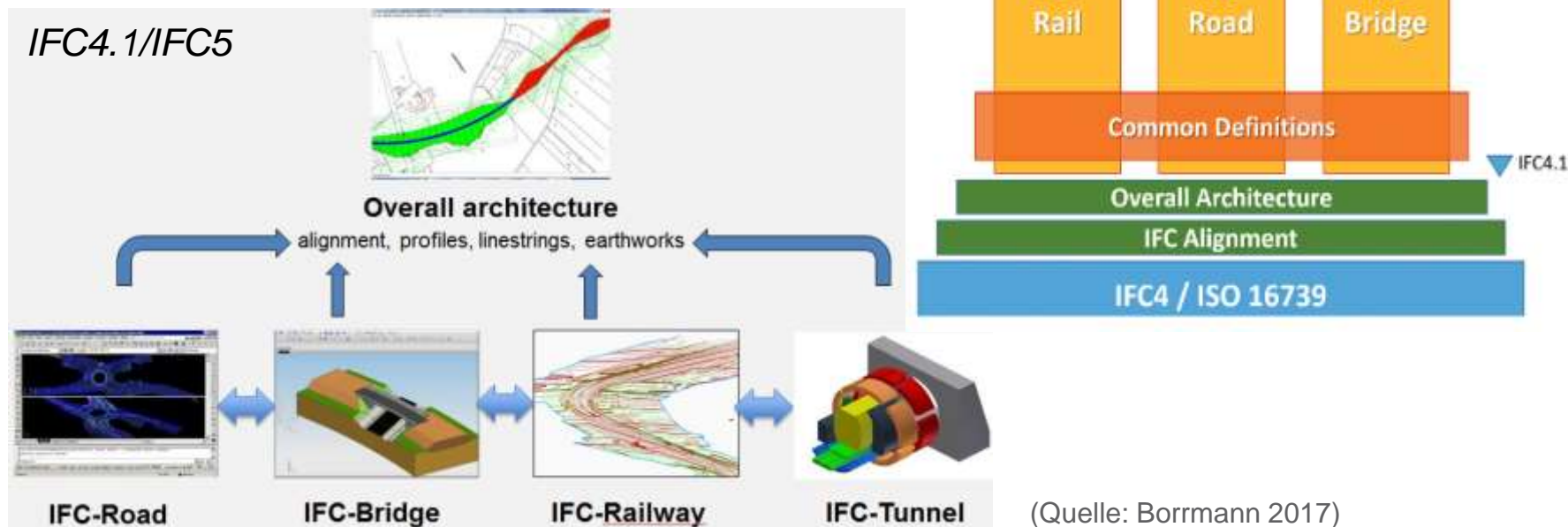
- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat für Bauwerksmodelle



```
:1069=IFCFACETEDBREP ((#1062,#1063,#1064,#1065));  
:1070=IFCFACEOUTERBOUND (#1069, .T.);  
:1071=IFCFACE ((#1070));  
:1072=IFCPOLYLOOP ((#1044,#1065,#1048,#1039));  
:1073=IFCFACEOUTERBOUND (#1072, .T.);  
:1074=IFCFACE ((#1073));  
:1075=IFCPOLYLOOP ((#1043,#1064,#1065,#1044));  
:1076=IFCFACEOUTERBOUND (#1075, .T.);  
:1077=IFCFACE ((#1076));  
:1031=IFCCLOSEDSHELL ((#1038,#1047,#1052,#1056,#1060,#1063,#1068,#1071,  
:80=IFCFACETEDBREP (#1078);  
:1079=IFCCARTESIANPOINT ((0.,-0.09525,2.1336));  
:1080=IFCCARTESIANPOINT ((0.,-0.04445,2.1336));  
:1081=IFCCARTESIANPOINT ((0.,-0.04445,0.));  
:1082=IFCCARTESIANPOINT ((0.,-0.09525,0.));  
:1083=IFCPOLYLOOP ((#1079,#1080,#1081,#1082));
```

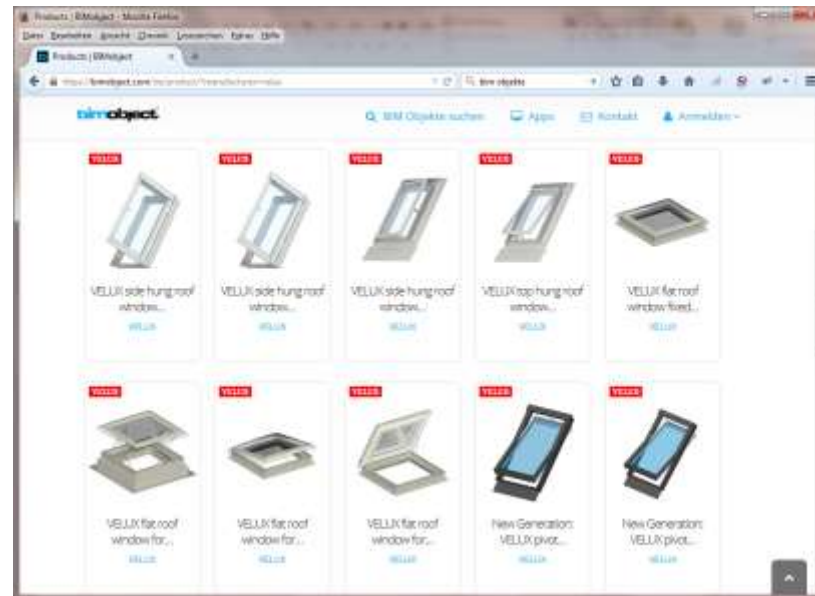
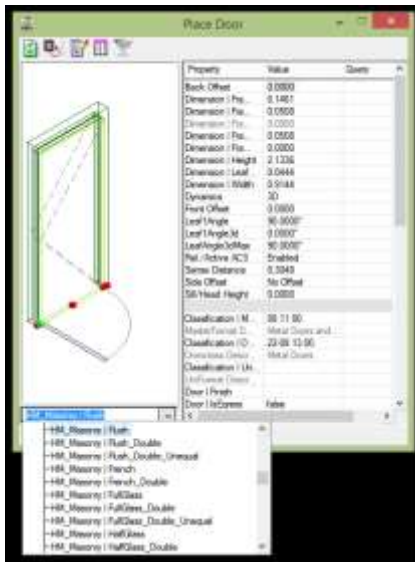
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat für Bauwerksmodelle



## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge



(Quelle: <http://bimobject.com>)

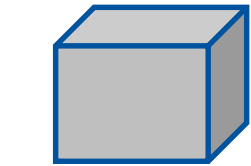
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung

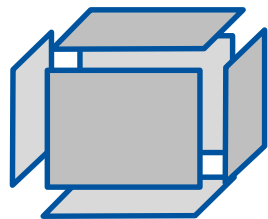


# Exkurs: Geometriemodellierung

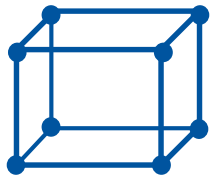
## Boundary Representation (B-Rep)



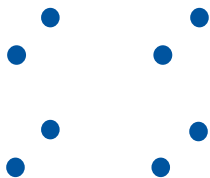
Volumenmodell



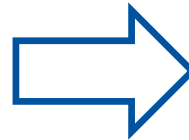
Flächen



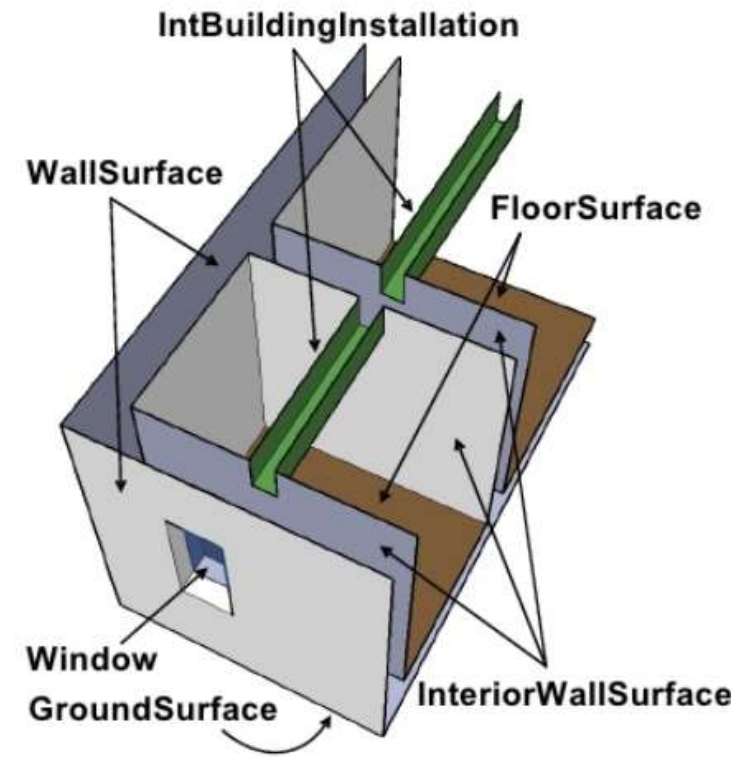
Kanten



Knoten



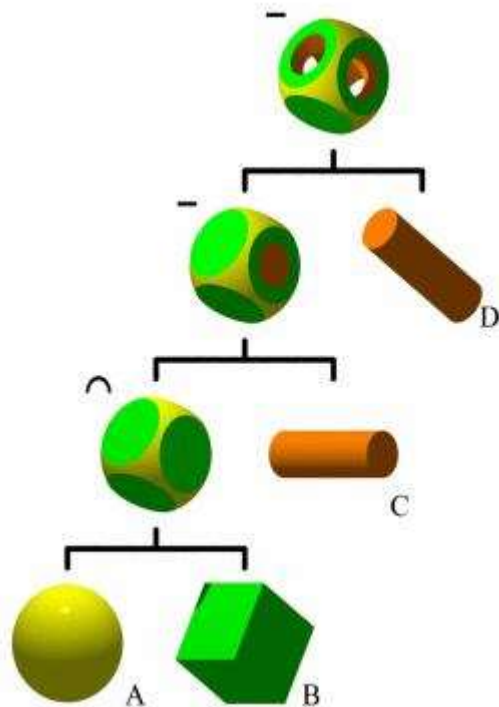
## CityGML



(Quelle: Kolbe 2016)

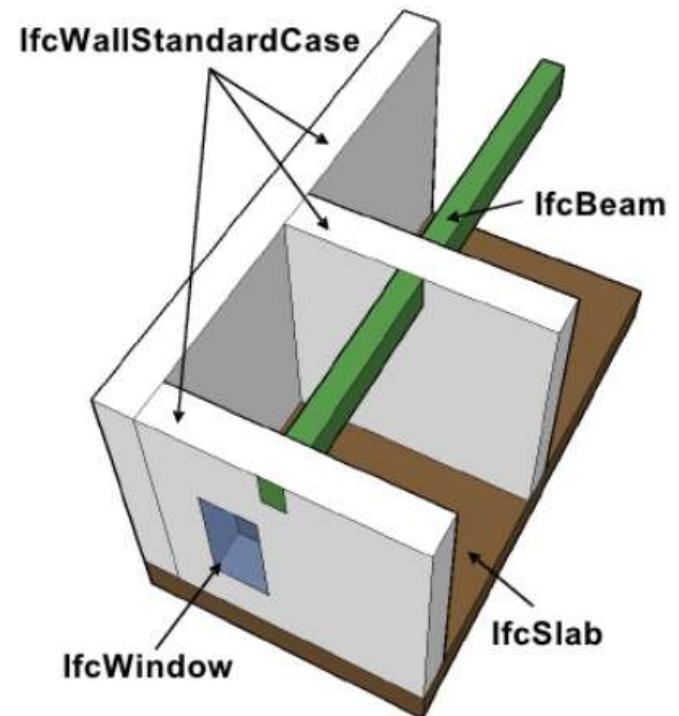
# Exkurs: Geometriemodellierung

## Constructive Solid Geometry (CSG)



(Quelle: <http://www.cs.carleton.edu>)

## Industry Foundation Classes (IFC)



(Quelle: Kolbe 2016)

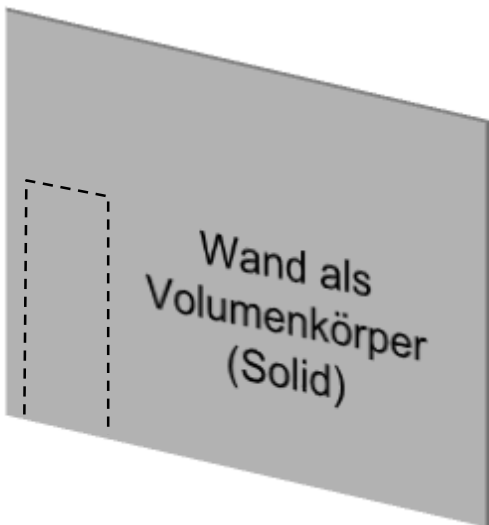
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)...



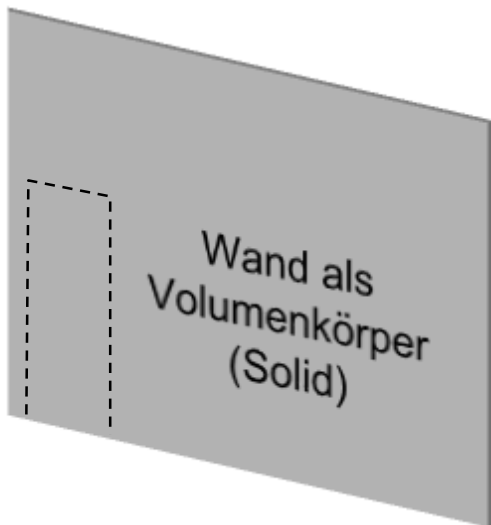
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)...



## Semantisches Modellieren

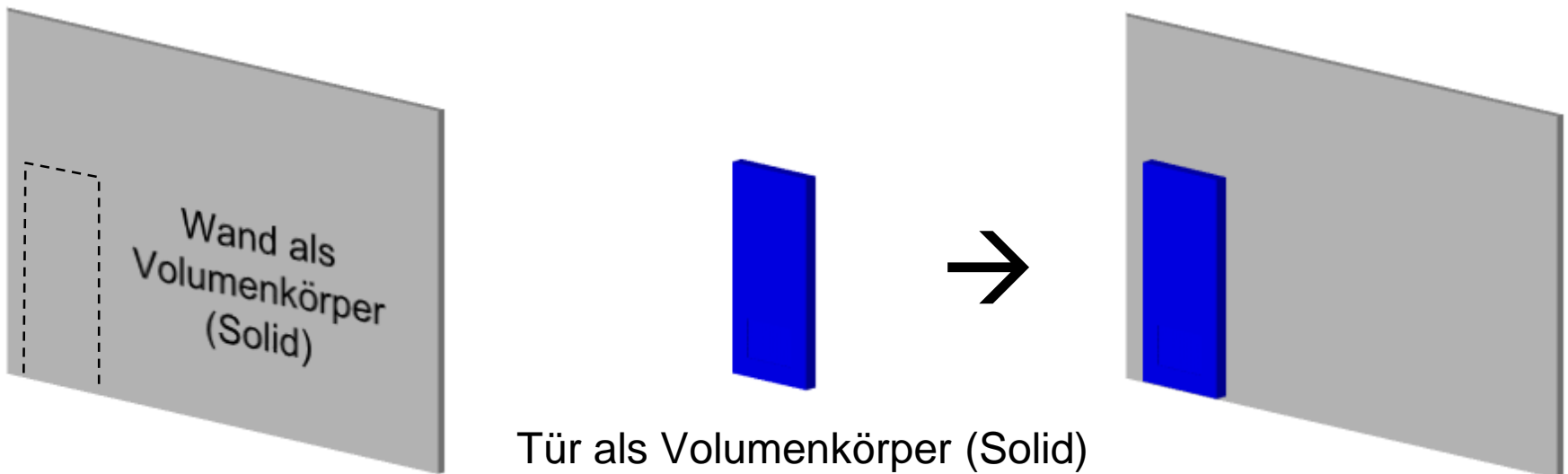
- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)...



Tür als Volumenkörper (Solid)

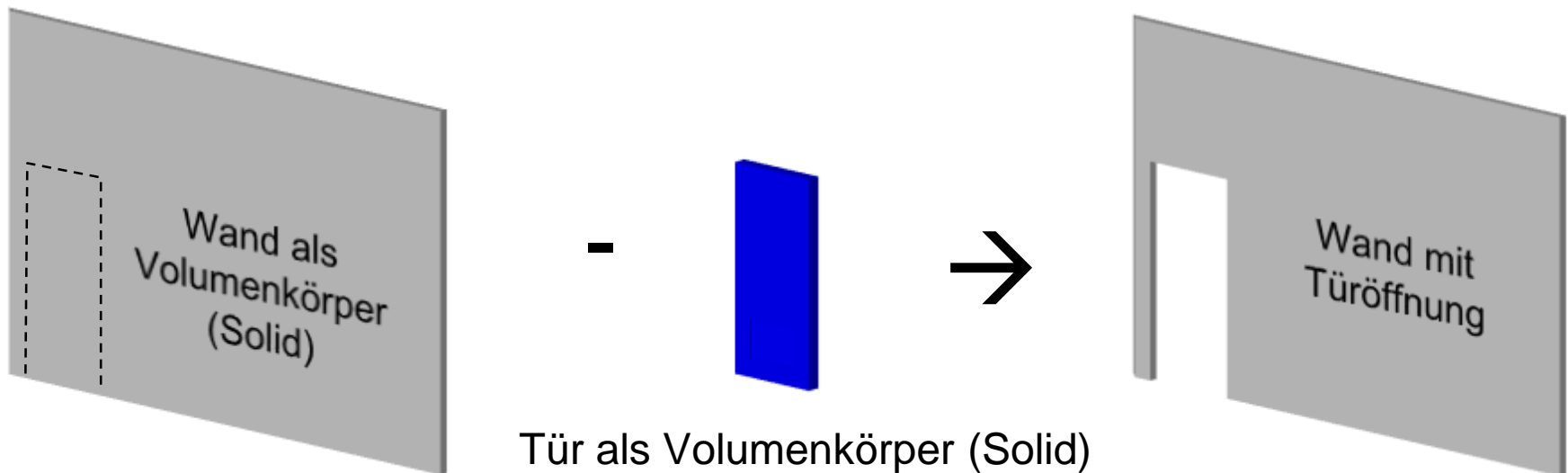
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)...



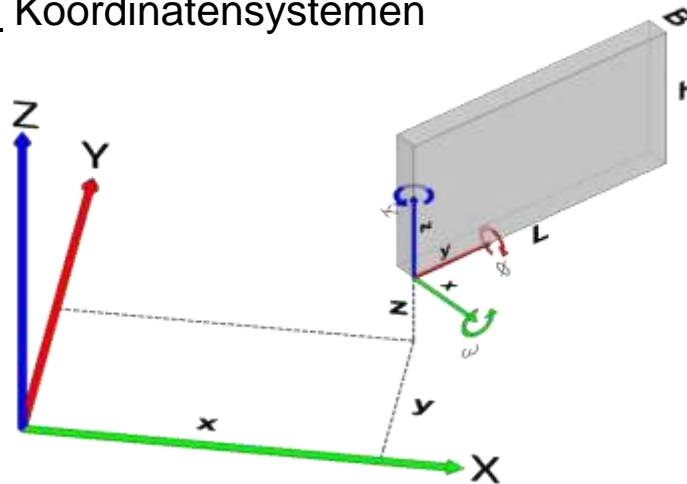
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)...



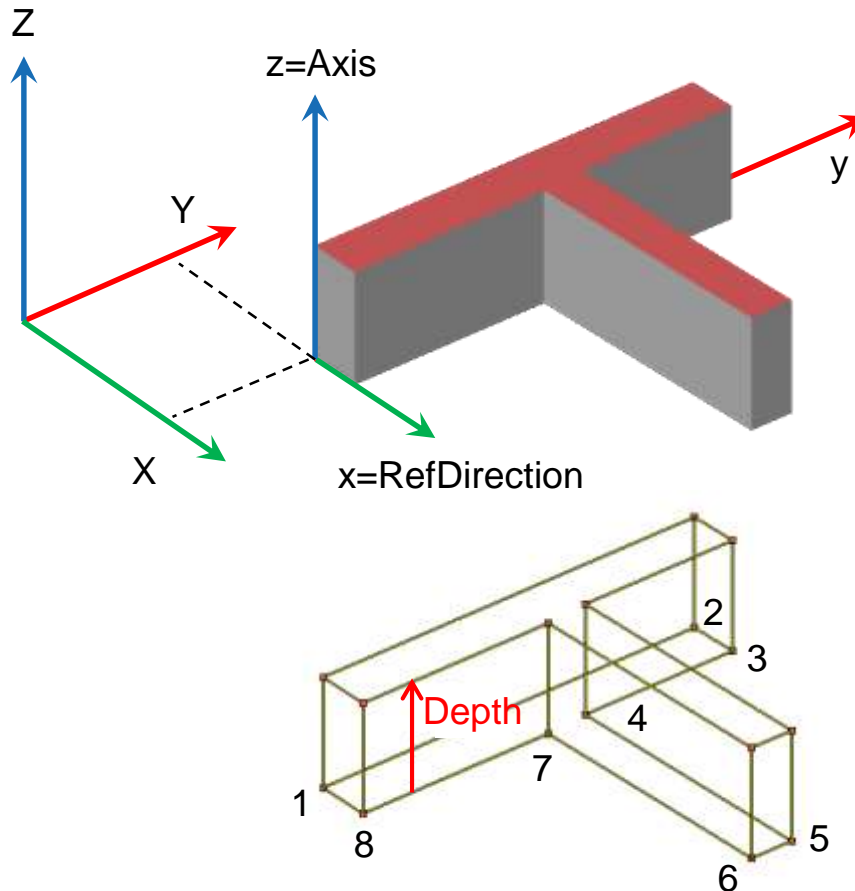
## Semantisches Modellieren

- Bauteilorientiert
  - Objekte mit Attributen und Beziehungen
- Datenmodelle
  - IFC = offenes und standardisiertes Datenmodell und Austauschformat
- Bauteilkataloge
- Geometriebeschreibung: implizit/direkt (CSG, Extrusion, Sweep)
  - in parametrischer Beschreibung
  - und in lokalen kartesischen Koordinatensystemen





## Lokale kartes. Koordinatensysteme und relative Positionierung in IFC



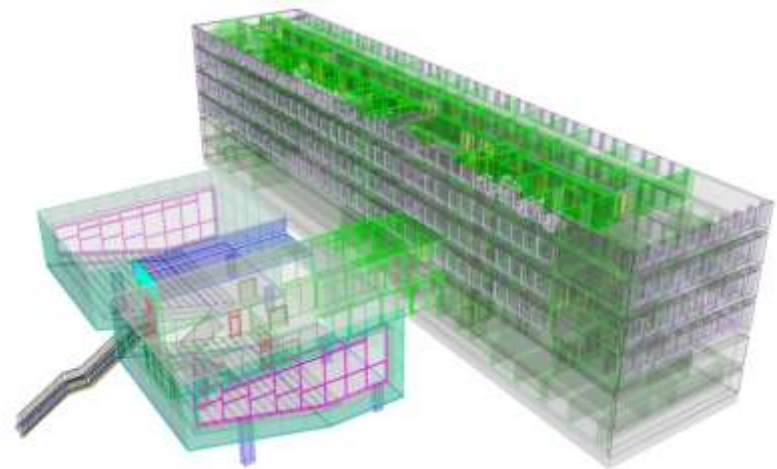
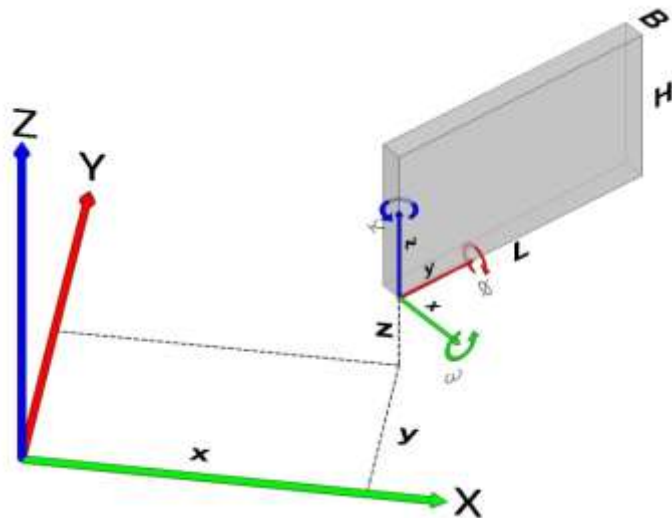
Name	Value	Descrip
[-] Contained in Building		
Building Name	Bldg 1 (#94)	
[-] Contained in Storey		
Storey Name	Floor 1 (#93)	
[-] Local Placement		
Position	13.947564, 8.004555, 0.000000	
X Direction	1.000000, 0.000000, 0.000000	
Y Direction	0.000000, -1.000000, 0.000000	
Z Direction	0.000000, 0.000000, -1.000000	
[-] Geometry		
[-] Box	BoundingBox	
[-] Body	SweptSolid	
[-] Extrusion		Color [F
[-] Profile	ArbitraryClosedProfile	
[-] Position		
[-] Outer Profile		
[-] Polyline	9 Points	
Point	0.000000, 0.000000, 0.000000	
Point	9.832654, 0.000000, 0.000000	
Point	9.832654, 1.206621, 0.000000	
Point	5.928512, 1.206621, 0.000000	
Point	5.928512, 7.722373, 0.000000	
Point	4.868128, 7.722373, 0.000000	
Point	4.868128, 1.303150, 0.000000	
Point	-0.048199, 1.303150, 0.000000	
Point	0.000000, 0.000000, 0.000000	
Depth	2.620000	
ExtrudedDirection	0.000000, 0.000000, 1.000000	
[-] Position		
Location	0.000000, 0.000000, 0.000000	
Axis	0.000000, 0.000000, 1.000000	
RefDirection	1.000000, 0.000000, 0.000000	
[-] Material		
Material	WallAssembly:-:*Default Ext...	

# Raumbezug und BIM

# Wie kommt die Geokoordinate ins BIM?

## Ausgangslage: BIM-Projektkoordinatensysteme (PCS)

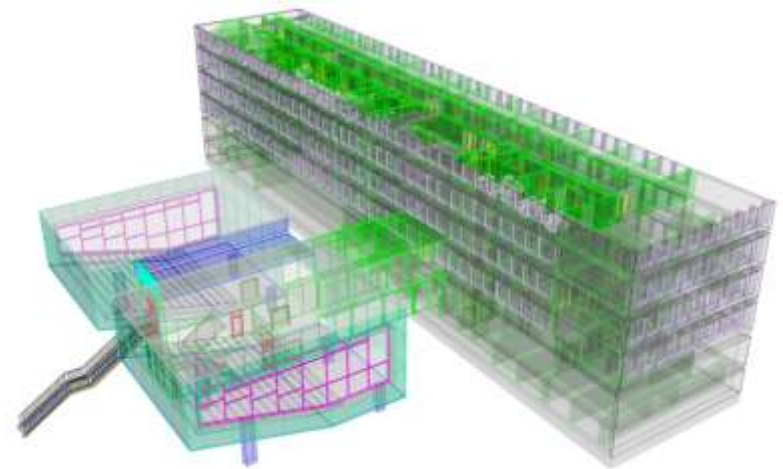
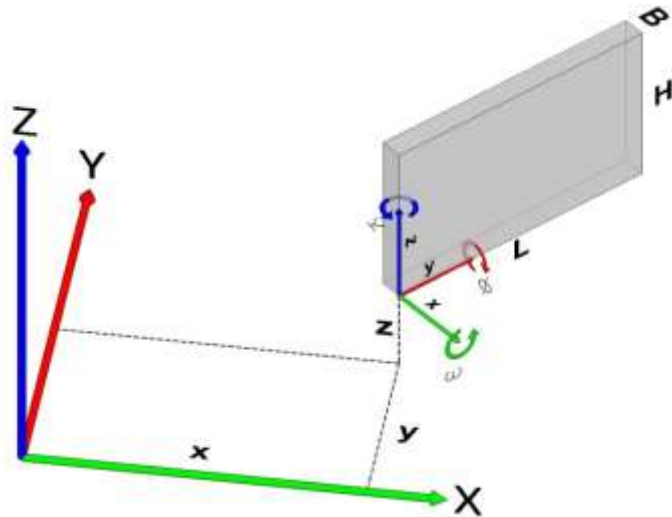
- lokal
- kartesisch (X,Y,Z)
- maßstabsfrei
- projektbezogen
- kleine Koordinatenwerte



# Wie kommt die Geokoordinate ins BIM? – Teil 1

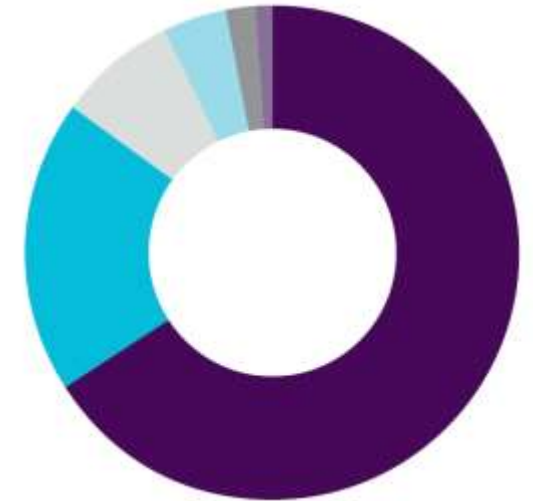
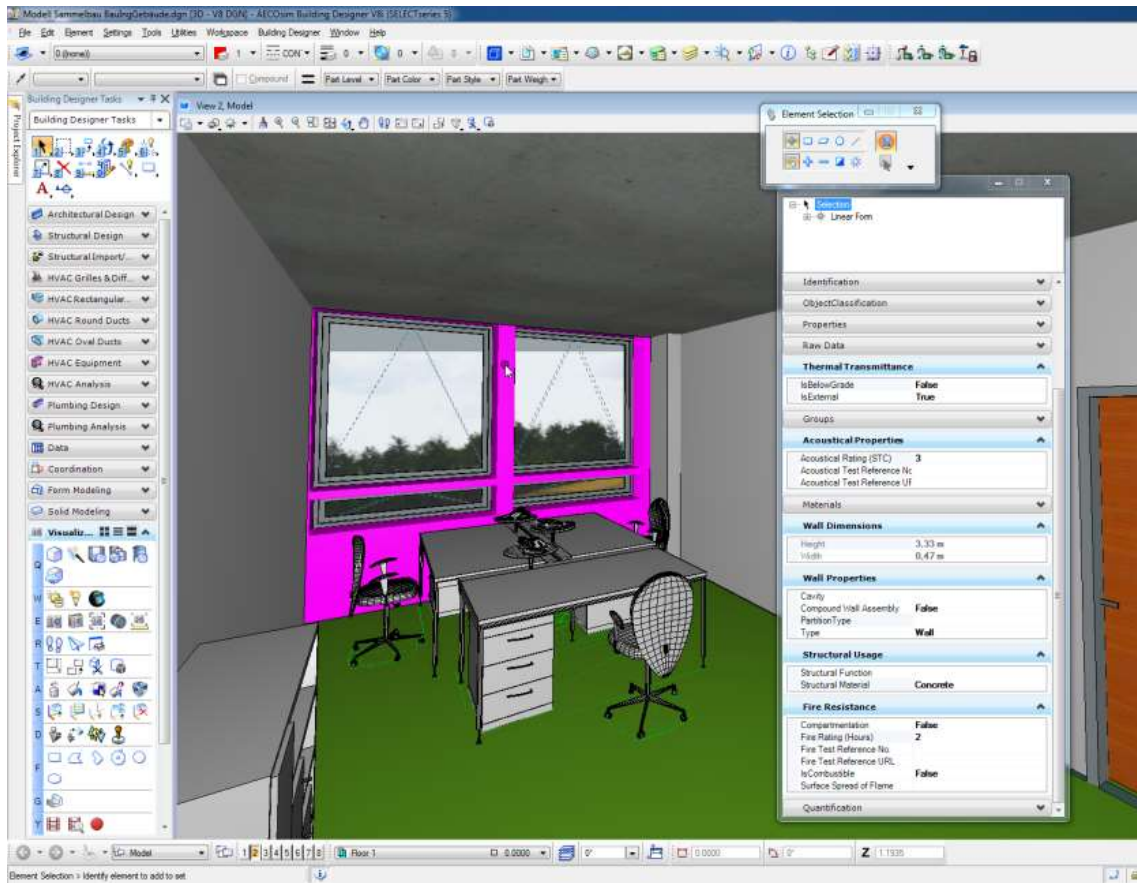
## Ausgangslage: BIM-Projektkoordinatensysteme (PCS)

- lokal
- kartesisch (X,Y,Z)
- maßstabsfrei
- projektbezogen
- kleine Koordinatenwerte



# Georeferenzierung in der Software

## BIM-Software



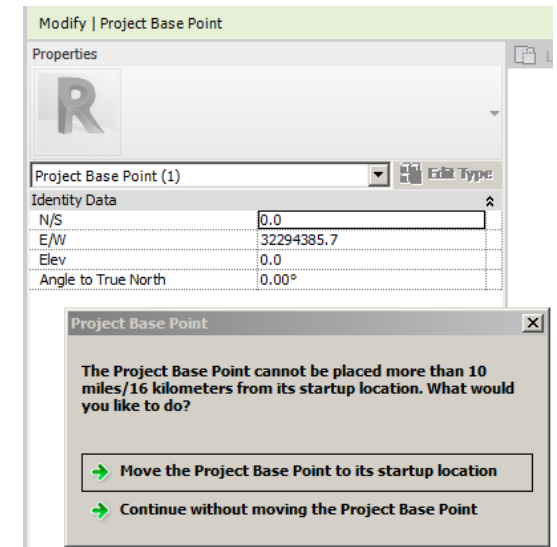
Autodesk	66%
Graphisoft	19%
Other	8%
Nemetscheck	4%
Bentley	2%
Trimble	1%

(Quelle: NBS RIBA Enterprise Ltd., BIM Report 2018)

# Georeferenzierung in der Software?

## Projekt-Basispunkt (Bsp.: Autodesk Revit)

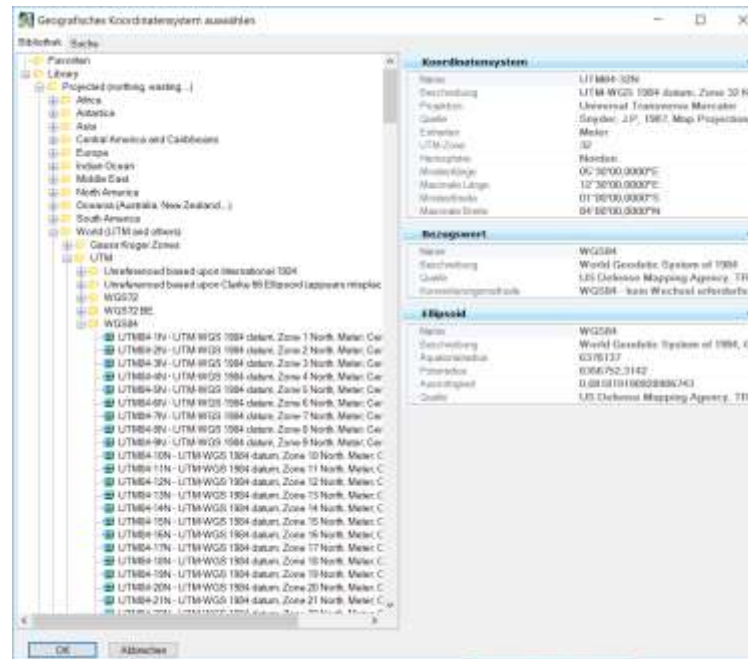
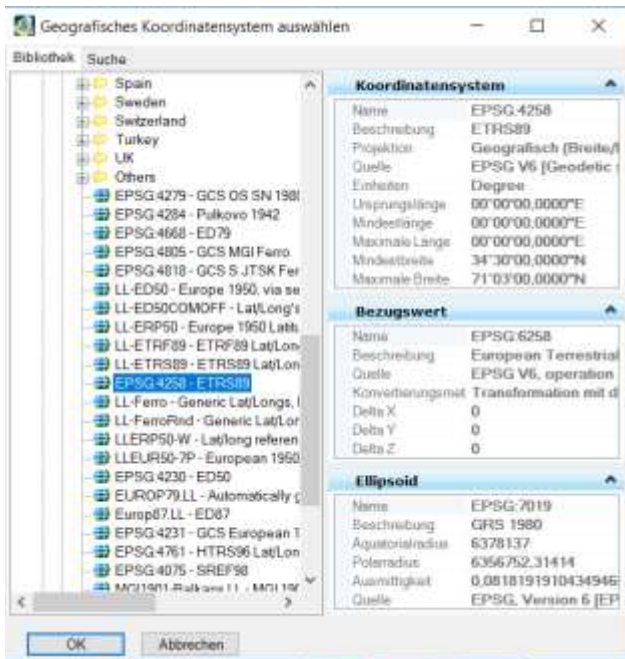
- Der Projekt-Basispunkt definiert den Ursprung (0,0,0) des Projektkoordinatensystems
- Jedes Projekt verfügt über einen Projekt-Basispunkt
- Angabe von Koordinaten + Höhe
- Projektausrichtung zu geogr. Nord  
→ kein Gitternord!
- Aber: Maximale Stellenanzahl beachten!  
→ ggf. Kürzen erforderlich (z.B. bei UTM)  
→ abhängig von Software



# Georeferenzierung in der Software?

## Arbeiten mit Geokoordinaten (Bsp. Bentley AECOSim Building Designer)

- Geografisches Koordinatensystem (z.B. EPSG:4258 – ETRS89) (geograf. Länge und Breite)
- Projektionen (z.B. UTM WGS84 Zone 32 North)

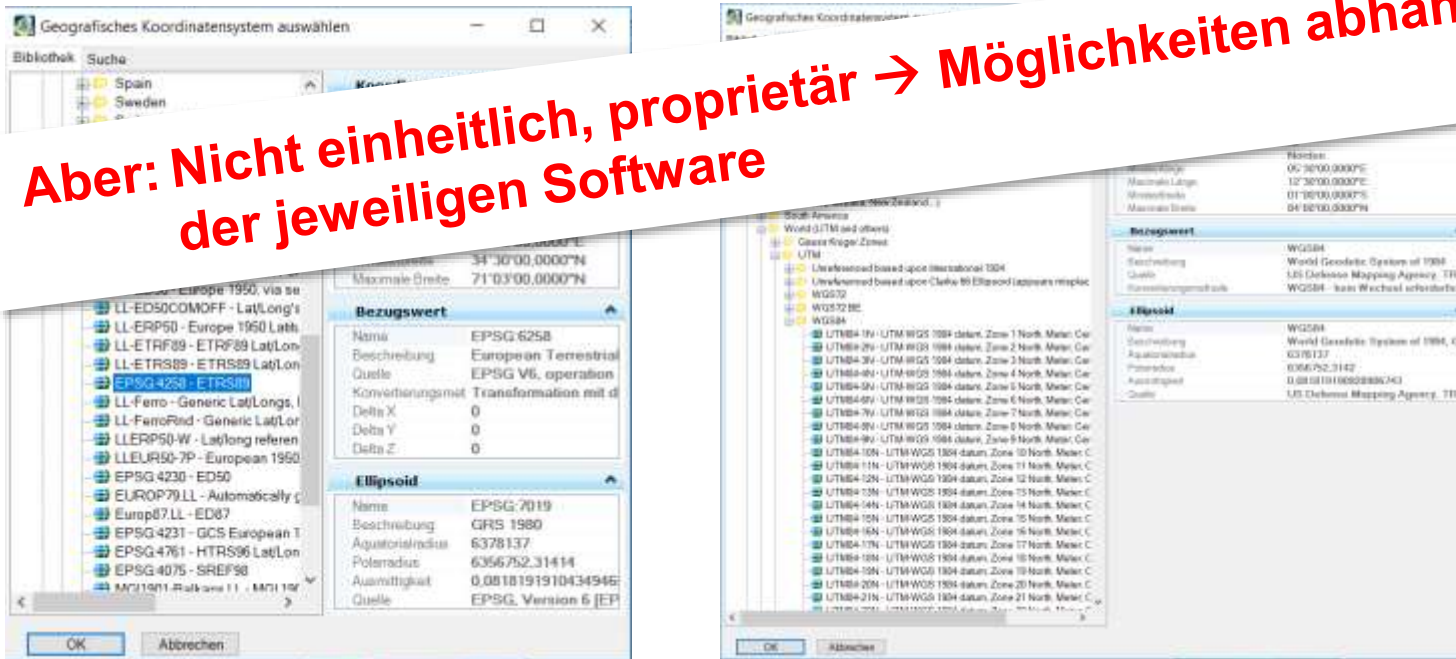


# Georeferenzierung in der Software?

## Arbeiten mit Geokoordinaten (Bsp. Bentley AECOSim Building Designer)

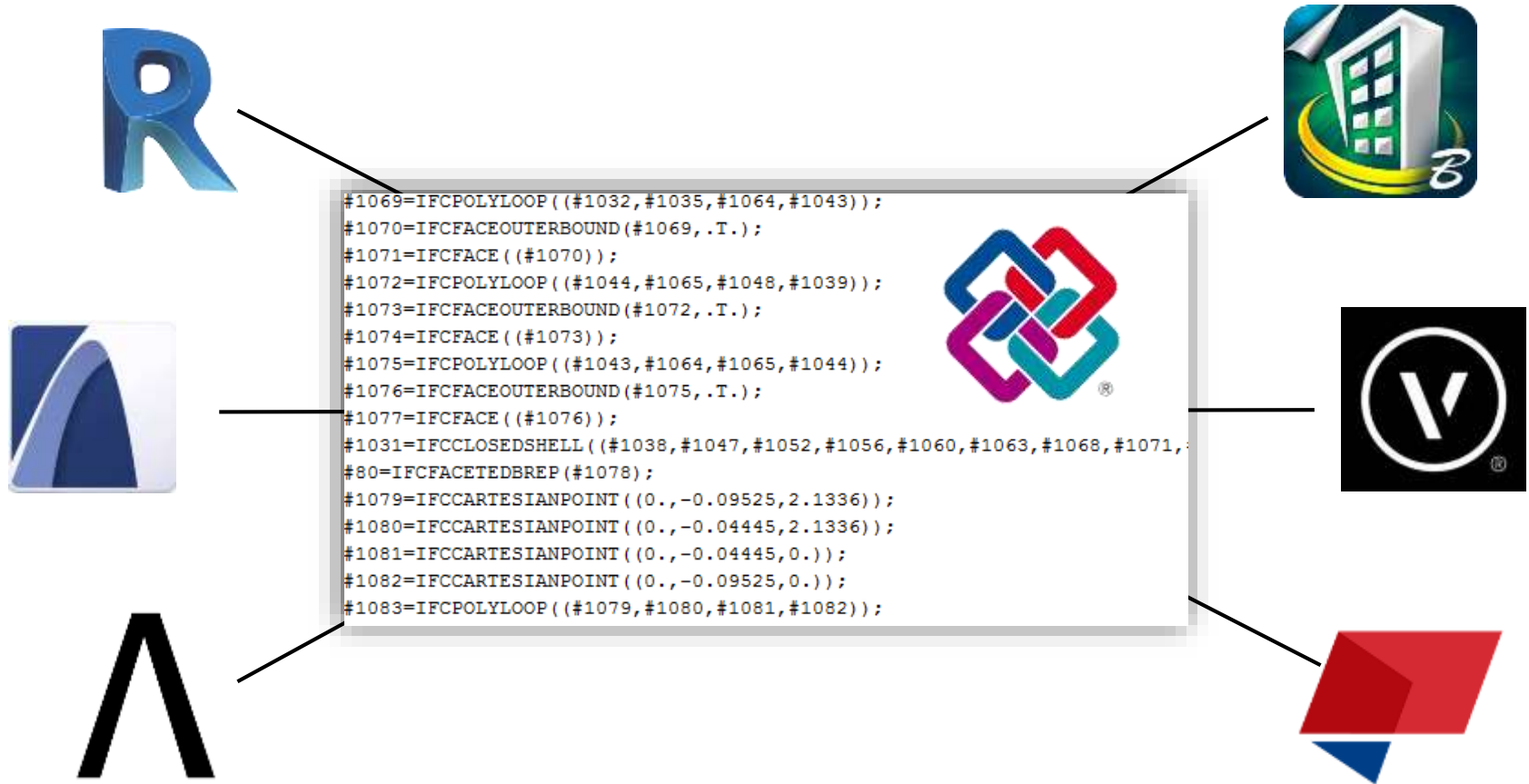
- Geografisches Koordinatensystem (z.B. EPSG:4258 – ETRS89) (geograf. Länge und Breite)
- Projektionen (z.B. UTM WGS84 Zone 32 North)

**Aber: Nicht einheitlich, proprietär → Möglichkeiten abhängig von der jeweiligen Software**





## Industry Foundation Classes (IFC)



# Georeferenzierung in IFC?

## Geografische Lage (Geographic Location)

- Geografische Koordinaten + Höhe (Elevation):

```
#410= IFCSITE ('1Yns4XXBr2pQcCqTZ_0z78', #42, 'Default', $, ' ', #409, $, $, .ELEMENT., 50, 46, 47, 102966), (6, 4, 5, 34599), 99.9999999999999, $, $);
```

Attribute	Type	Description
RefLatitude	IfcCompoundPlaneAngle Measure	World Latitude at reference point with respect to WGS84.
RefLongitude	IfcCompoundPlaneAngle Measure	World Longitude at reference point with respect to WGS84.
RefElevation	IfcLengthMeasure	Datum elevation relative to sea level.



Beispiel: Autodesk Revit

- Differenz zur Nordrichtung :

```
#99= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT ($, 'Model', 3, 0.01, #96, #97);
```

```
#97= IFCDIRECTION ( (-0.25881904510252, 0.965925826289068) );
```

(Quelle <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2/HTML/>)

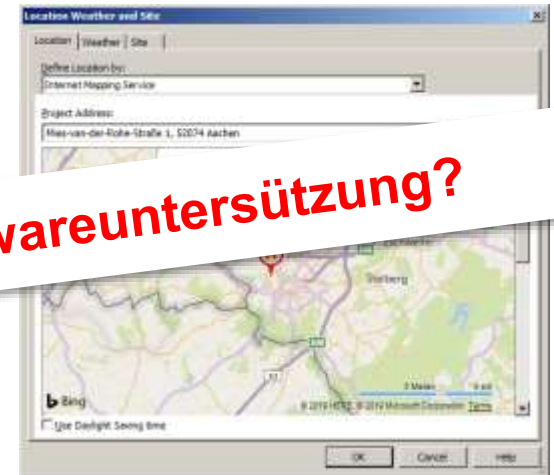
# Georeferenzierung in IFC?

## Geografische Lage (Geographic Location)

- Geografische Koordinaten + Höhe (Elevation):

```
#410= IFCSITE ('1Yns4XXBr2pQcCqTZ_0z78', #42, 'Default', $, ' ', #409, $, $,  
.ELEMENT., 50, 46, 47, 102966), (6, 4, 5, 34599), 99.9999999999999, $, $);
```

Attribute	Type	Description
RefLatitude	IfcCompoundPlaneAngle Measure	World Latitude at reference point with respect to WGS84.
RefLongitude	IfcCompoundPlaneAngle Measure	World Longitude at reference point with respect to WGS84.
RefElevation	IfcLengthMeasure	World Elevation at reference point with respect to WGS84.



**Aber: Nur geografische Koordinaten, Softwareuntersützung?**

- Abweichung zur Nordrichtung :

```
#99= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT  
($, 'Model', 3, 0.01, #96, #97);
```

```
#97= IFCDIRECTION (-0.25881904510252, 0.965925826289068);
```

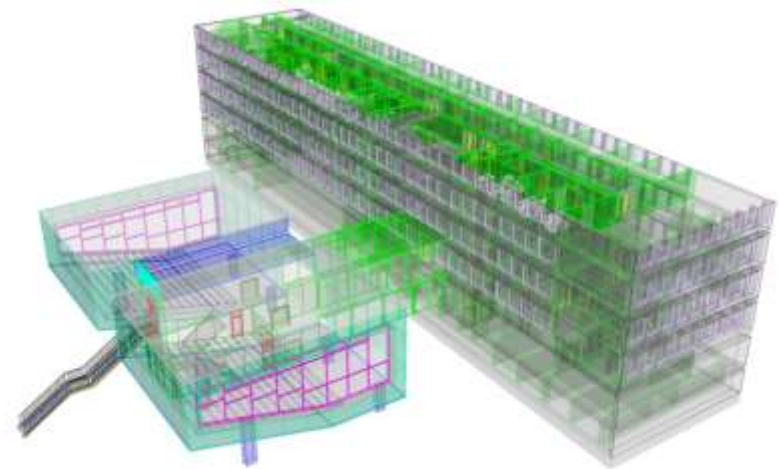
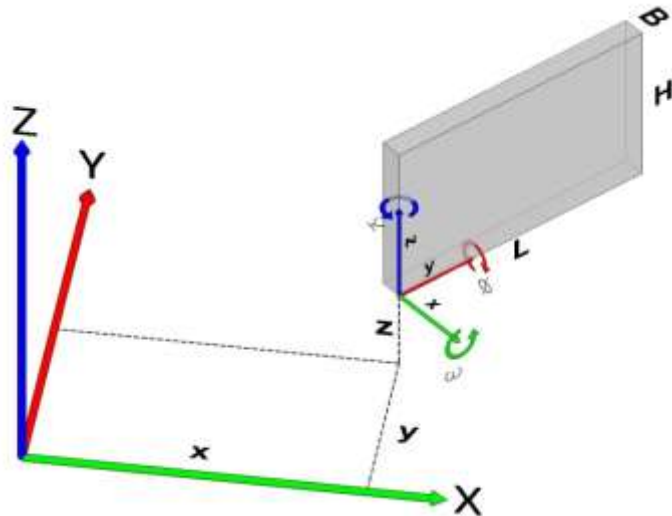
*Beispiel: Autodesk Revit*

(Quelle <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2/HTML/>)

# Wie kommt die Geokoordinate ins BIM? – Teil 2

## Ausgangslage: BIM-Projektkoordinatensysteme (PCS)

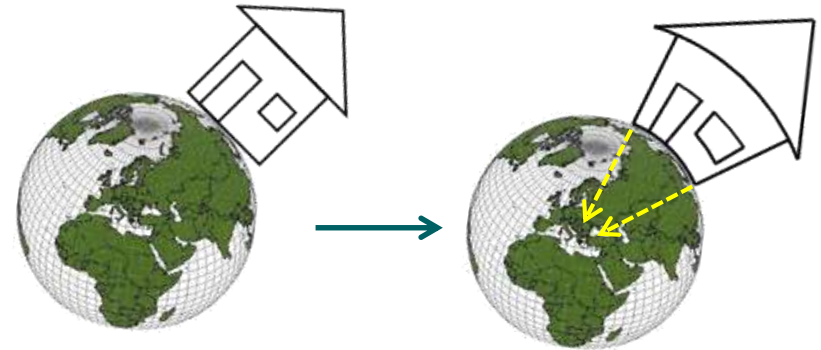
- lokal
- kartesisch (X,Y,Z)
- maßstabsfrei
- projektbezogen
- kleine Koordinatenwerte



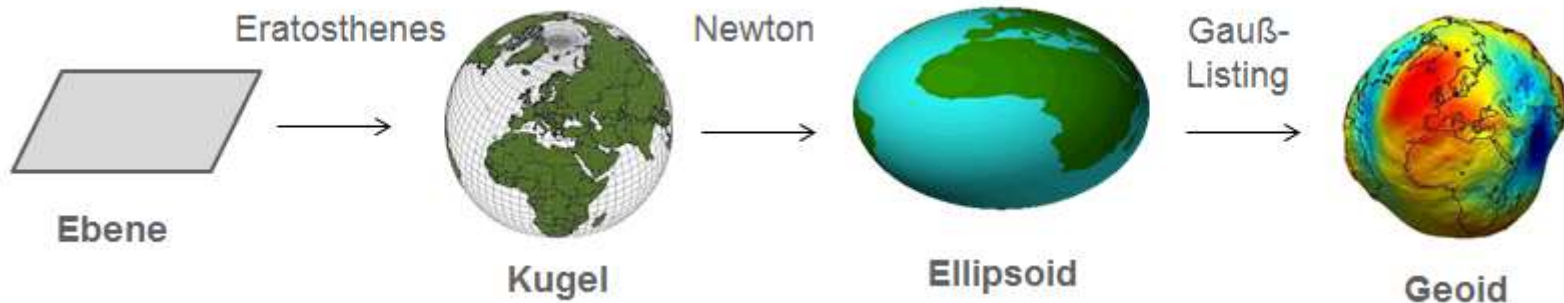
# Wie kommt die Koordinate ins BIM?

## Die Erde ist rund!

- Einführung von Referenzflächen
  - mathematisch-geometrisch: Ellipsoid
  - physikalisch-dynamisch: Geoid
- Abbildungsprojektion des Ellipsoids in die Ebene
  - Lagekoordinaten in Projektionskoordinaten: UTM, Gauß-Krüger
- Höhenbezug auf das Geoid bzw. Quasigeoid → Normalhöhennull (NHN)



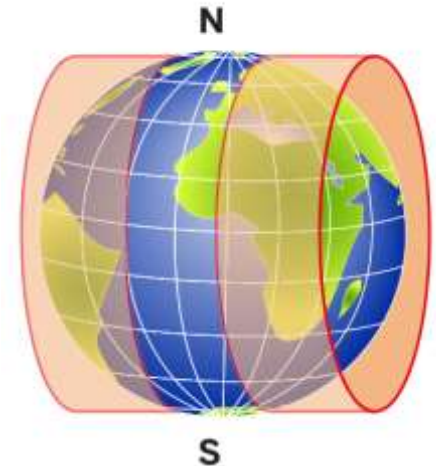
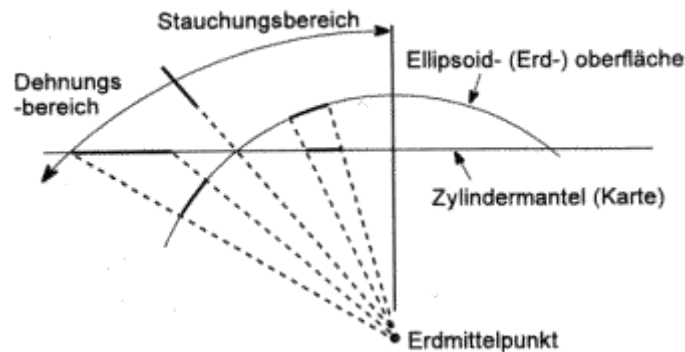
→ Kartesische „BIM-Welt“ im Widerspruch zur Abbildung der Erdoberfläche



# Wie kommt die Koordinate ins BIM?

## Wie kommt das Ellipsoid in die Ebene?

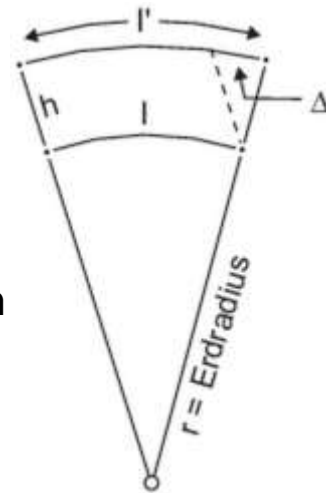
- Theorema egregium (C.F. Gauß, 1827)  
„Zwei Flächen sind nur dann längentreu aufeinander abbildbar, wenn sie die gleiche Gaußsche Krümmung  $K$  besitzen.“
  - Eine Abbildung der Kugel oder des Rotationsellipsoides in die Ebene kann nie zugleich längen-, flächen- und winkeltreu sein!
- UTM-, Gauß-Krüger-Abbildungen sind winkeltreu
- Abbildungsverzerrung und
- Höhenreduktion



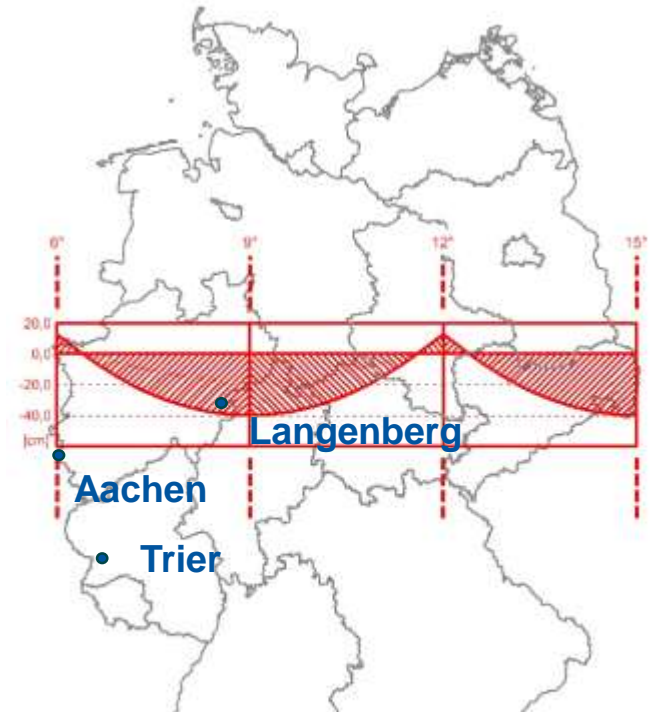
# Wie kommt die Koordinate ins BIM?

## Abbildungskorrektur und Höhenreduktion bei UTM

- **Abbildungskorrektur**
  - je nach Abstand zum Mittelmeridian  
+20 bis -40 cm/km
  - bei einer Länge von 500 m  
Für Aachen: -5,9 cm  
Für Trier: +2,0 cm  
Für Langenberg (Sauerland): +19,4 cm
- **Höhenreduktion**
  - bei NHN-Höhen bis 1000 m  
bis zu -16 cm/km  
Aachen (Höhe 175 m ü.NHN): +1,7 cm  
Trier (130,45 m ü.NN): +1,4 cm  
Langenberg (843 m ü.NHN): +1,7 cm
- **Zusammen:**
  - für Aachen: -4,2 cm
  - für Trier: +3,4 cm
  - für Langenberg: +21,1 cm



Höhenreduktion




# Koordinatentransformation in der Software?

## Projekt-Vermessungspunkt / Survey Points (Bsp.: Autodek Revit)

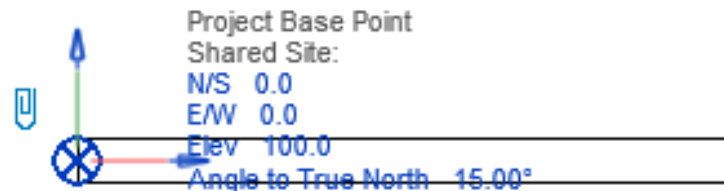
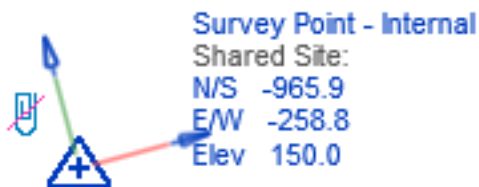
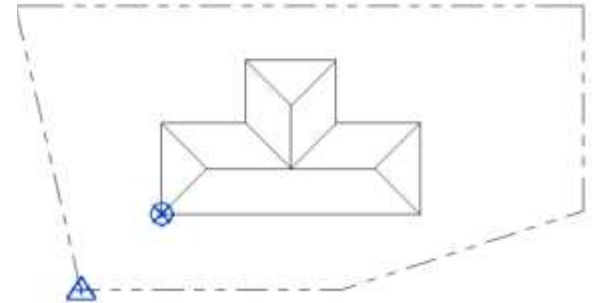
Der Vermessungspunkt bietet einen realen Kontext für das Revit-Modell.

Er markiert einen bekannten Punkt in der realen Umgebung, z. B. einen geodätischen Messpunkt oder den Schnittpunkt zweier Grundstücksgrenzen. Der Vermessungspunkt dient dazu, die Gebäudegeometrie in anderen Koordinatensystemen wie z. B. dem in Anwendungen für das Bauwesen verwendeten, korrekt auszurichten.

In einem Revit-Modell definiert der Vermessungspunkt einen Referenzpunkt für das Vermessungskoordinatensystem. In Ansichten wird dies wie folgt dargestellt: 

- Beim Importieren oder Verknüpfen anderer Modelle mit dem aktuellen Revit-Modell kann der Vermessungspunkt zur Ausrichtung dieser Modelle verwendet werden. Weitere Informationen finden Sie unter [Info zu gemeinsam genutzten Koordinaten](#).

(Quelle: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/DEU/Revit-Model/files/GUID-81CB0DD4-DF6E-43A3-AADA-DABC5ED30C6F-htm.html>)



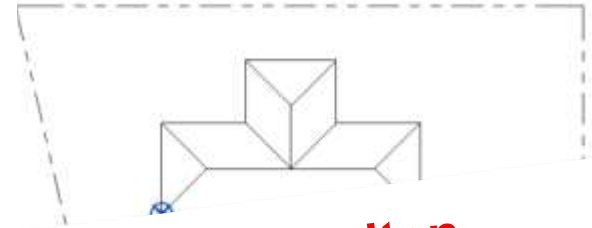


# Koordinatentransformation in der Software?

## Projekt-Vermessungspunkt / Survey Points (Bsp.: Autodesk Revit)

Der Vermessungspunkt bietet einen realen Kontext für das Revit-Modell.

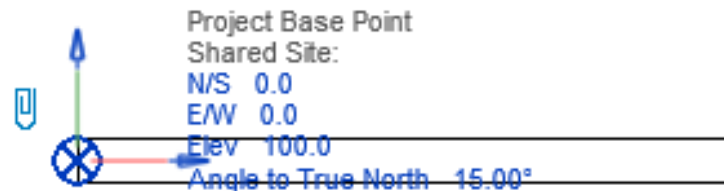
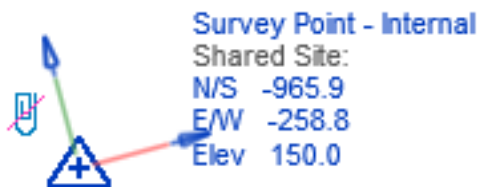
Er markiert einen bekannten Punkt in der realen Umgebung, z. B. einen geodätischen Messpunkt oder den Schnittpunkt zweier Grundstücksgrenzen. Der Vermessungspunkt dient dazu, die Gebäudegeometrie in anderen Koordinatensystemen wie z. B. dem in Anwendungen für das Bauwesen verwendeten, korrekt auszurichten.



**Aber: keine überbestimmte Transformation, Möglichkeiten softwareabhängig**

In einem Revit-Modell definiert der Vermessungspunkt die Vermessungskoordinaten.

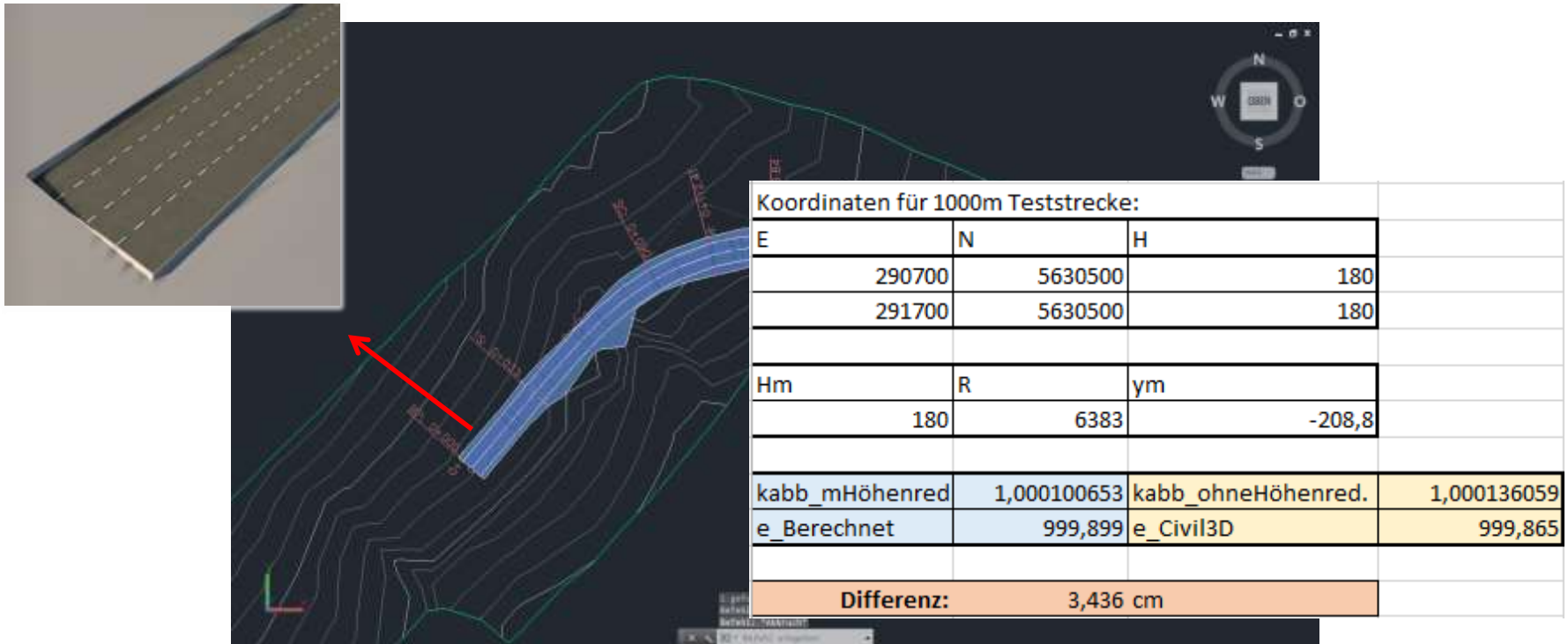
(Quelle: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/DEU/Revit-Model/files/GUID-81CB0DD4-DF6E-43A3-AADA-DABC5ED30C6F-htm.html>)



# Koordinatentransformation in der Software?

## Verwendung von Projektionskoordinaten (Bsp.: Autodesk Civil3D)

- Nutzung von Projektionskoordinaten möglich



→ keine Berücksichtigung der Höhenreduktion

# Koordinatentransformation in IFC?

## IFC 4x1

### 3.1 Geodetic reference systems

In large infrastructure projects the specification and consistent use of the geodetic reference system (GRS) is of utmost importance. To this end, the IFC standard provides the entity *IfcCoordinateReferenceSystem*, which allows for the following information to be defined:

...

While *IfcCoordinateReferenceSystem* is an abstract class, its subclass *IfcProjectedCRS* is used to define a concrete projected coordinate reference system.

- **MapProjection:** Name by which the map projection is identified. Examples: UTM, Gauss-Krueger
- **MapZone:** Name by which the map zone is identified, which also relates to the MapProjection. Based on the above-mentioned MapProjection examples, the following MapZones can be identified: first, for UTM the zone number 32S is represented as UTM32 South; second, for Gauss-Krueger the zones of longitudinal width are represented as 3'.
- **MapUnit:** Unit of the coordinate axes composing the map coordinate system.

(Quelle: IFC Infra Overall Architecture Project - Documentation and Guidelines, 2017, [https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08\\_bSI\\_OverallArchitecture\\_Guidelines\\_final.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08_bSI_OverallArchitecture_Guidelines_final.pdf))

# Koordinatentransformation in IFC?

---

## IFC 4x1: Angabe des Bezugssystems

#47= IFCCOORDINATEREFERENCESYSTEM (<Name>, <Description>, <GeodeticDatum>, <VerticalDatum>);

Attribute	Type	Description
Name	IfcLabel	Name by which the coordinate reference system is identified
Description	IfcText	Informal description of this coordinate reference system
GeodeticDatum	IfcIdentifier	Name by which this datum is identified (e.g. WGS84)
VerticalDatum	IfcIdentifier	Name by which the vertical datum is identified (e.g. DHHN92)

(Quelle: <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2/HTML/link/ifccoordinatereferencesystem.htm>)

# Koordinatentransformation in IFC?

## IFC 4x1: Angabe des Bezugssystems als Projektion (Subtyp)

#47= IFCPROJECTEDCRS (<Name>, <Description>, <GeodeticDatum>, <VerticalDatum>, <MapProjection>, <MapZone>, <MapUnit>);

Attribute	Type	Description
Name	IfcLabel	Name by which the coordinate reference system is identified
Description	IfcText	Informal description of this coordinate reference system
GeodeticDatum	IfcIdentifier	Name by which this datum is identified (e.g. WGS84)
VerticalDatum	IfcIdentifier	Name by which the vertical datum is identified (e.g. DHHN92)
MapProjection	IfcIdentifier	Name by which the map projection is identified (e.g. UTM, Gaus-Krueger)
MapZone	IfcIdentifier	Name by which the map zone, relating to the <i>MapProjection</i> , is identified, for UTM, the zone number, like 32 for UTM32
MapUnit	IfcNamedUnit	Unit of the coordinate axes composing the map coordinate system

(Quelle: <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2/HTML/link/ifcprojectedcrs.htm>)

# Koordinatentransformation in IFC?

## IFC 4x1: Angabe der Transformation

#49= IFCMAPCONVERSION (<SourceCRS>, <TargetSRS>, <Eastings>, <Northings>, <OrthogonalHeight>, <XAxisAbscissa>, <XAxisOrdinate>, <Scale>);

Attribute	Type	Description
SourceCRS	IfcCoordinateReferenceSystemSelect	Source coordinate reference system for the operation
TargetCRS	IfcCoordinateReferenceSystem	Target coordinate reference system for the operation
Eastings	IfcLengthMeasure	Specifies the location along the easting of the coordinate system of the target map coordinate reference system
Northings	IfcLengthMeasure	Specifies the location along the northing of the coordinate system of the target map coordinate reference system
OrthogonalHeight	IfcLengthMeasure	Orthogonal height relativ to the vertical datum specified
XAxisAbscissa	IfcReal	Specifies the value along the easing axis of the end point of a vector indicating the position of the local x axis of the engineering coordinate reference system
XAxisOrdinate	IfcReal	Specifies the value along the northing axis of the end point of a vector indicating the position of the local x axis of the engineering coordinate reference system
Scale	IfcReal	Scale to be used, when the units of the CRS are not identical to the units of the engineering coordinate system. If omitted, the value of 1.0 is assumed

(Quelle: <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2/HTML/link/ifcmapconversion.htm>)

# Koordinatentransformation in IFC?

## Case Study (buildingSMART Australasia)

A local grid coordinate system has been made for the site to reduce the size of the coordinates and to align the site to better fit on paper plans. The resulting coordinates (in metres) of the reference points in the local grid coordinate system are:

```
Ref1 X = 0.000 Y = 0.000 Z = 0.000
Ref2 X = 116.611 Y = 75.960 Z = 0.834
```

where X, Y, Z represent a right handed Cartesian coordinate system with Z equivalent to up. All values are in metres.

The resulting coordinates of the reference points in the national map grid coordinate system (MGA -Map Grid of Australia, Zone 56) are:

```
Ref1 E = 333,780.622 N = 6,246,775.891 H = 97.457
Ref2 E = 333,906.644 N = 6,246,834.938 H = 98.291
```

A Helmert transformation can be computed from the coordinates of the two reference points. The parameters of such a transformation are:

```
X Shift = 333,780.622
Y Shift = 6,246,775.891
Z Rotation = -7°58'28"
Scale = 0.999998
```

The corresponding **ifcMapConversion** parameters

```
Eastings = 333,780.622
Northings = 6,246,775.891
OrthogonalHeight = 97.457
XAxisAbscissa = 0.990330045
XAxisOrdinate = -0.138731399
Scale = 0.999998
```

**IfcCoordinateReferenceSystem**

Attribute	Example 1
Name	Map Grid Australia
Description	Zone 56
GeodeticDatum	GDA 94
VerticalDatum	AHD

### IFC Result

```
#21=IFCCOORDINATEREFERENCESYSTEM('EPSG:28356','Zone 56','GDA94','AHD');
#22=IFCMAPCONVERSION(#nn,#21,333780.622,6,246,775.891,97.457,0.990330045,-0.138731399,0.999998);
```

(Quelle: [https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies\\_v0.3.pdf](https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies_v0.3.pdf))

# Koordinatentransformation in IFC?

## Case Study (buildingSMART Australasia)

A local grid coordinate system has been made for the site to reduce the size of the coordinates and to align the site to better fit on paper plans. The resulting coordinates (in metres) of the reference points in the local grid coordinate system are:

Ref1	X = 0.000	Y = 0.000	Z = 0.000
Ref2	X = 116.611	Y = 75.960	Z = 0.834

where X, Y, Z represent a right handed Cartesian coordinate system with Z equivalent to up.

The corresponding **ifcMapConversion** parameters

Eastings	= 333,780.622
Northings	= 6,246,775.891
OrthogonalHeight	= 97.457
XAxisAbscissa	= 0.990330045
XAxisOrdinate	= -0.138731399

...aber

The IFC standard does not provide the calculations needed to correctly map to and from a Cartesian coordinate system into a geodesic coordinate system. The writing and/or reading application is responsible for this mapping, including the transformation of lengths.

(Quelle: IFC Infra Overall Architecture Project - Documentation and Guidelines, 2017, [https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08\\_bSI\\_OverallArchitecture\\_Guidelines\\_final.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08_bSI_OverallArchitecture_Guidelines_final.pdf))

Scale = 0.999998

### IFC Result

```
#21=IFCCOORDINATEREFERENCESYSTEM('EPSG:28356','Zone 56','GDA94','AHD');  
#22=IFCMAPCONVERSION(#nn,#21,333780.622,6,246,775.891,97.457,0.990330045,-0.138731399,0.999998);
```

(Quelle: [https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies\\_v0.3.pdf](https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies_v0.3.pdf))



# Koordinatentransformation in IFC?

## Case Study (buildingSMART Australasia)

A local grid coordinate system has been made for the site to reduce the size of the coordinates and to align the site to better fit on paper plans. The resulting coordinates (in metres) of the reference points in the local grid coordinate system are:

Ref1	X = 0.000	Y = 0.000	Z = 0.000
Ref2	X = 116.611	Y = 75.960	Z = 0.834

where X, Y, Z represent a right handed Cartesian coordinate system with Z equivalent to up.

The corresponding **ifcMapConversion** parameters

Eastings	= 333,780.622
Northings	= 6,246,775.891
OrthogonalHeight	= 97.457
XAxisAbscissa	= 0.990330045
XAxisOrdinate	= -0.138731399

...aber

The IFC standard does not provide the calculations needed to correctly map a local coordinate system into a geodesic coordinate system. Who is responsible for this mapping?

**Aber: Berechnung der Transformationsparameter und der Transformation, Softwareunterstützung**

### IFC Result

```
#21=IFCCOORDINATEREFERENCESYSTEM('EPSG:28356','Zone 56','GDA94','AHD');  
#22=IFCMAPCONVERSION(#nn,#21,333780.622,6,246,775.891,97.457,0.990330045,-0.138731399,0.999998);
```

(Quelle: [https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies\\_v0.3.pdf](https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/Vol-3-Case-Studies_v0.3.pdf))

# Wie kommt die Geokoordinate ins BIM?

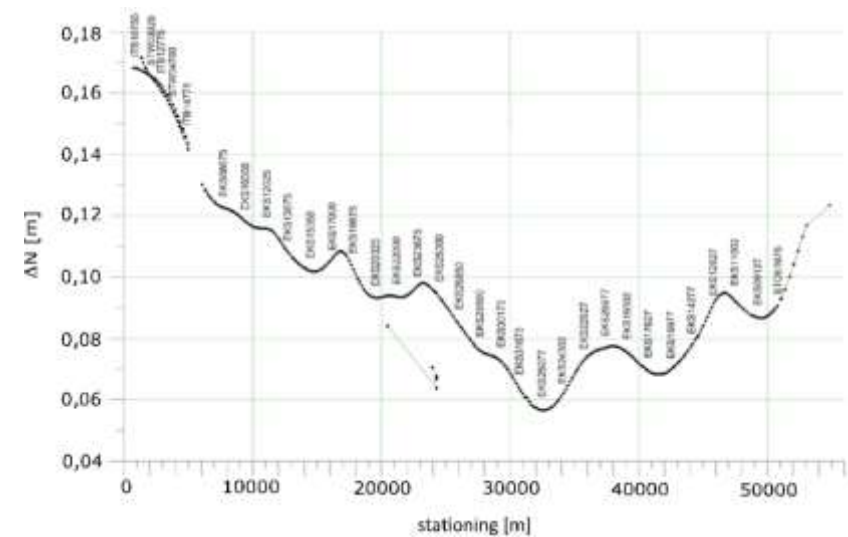
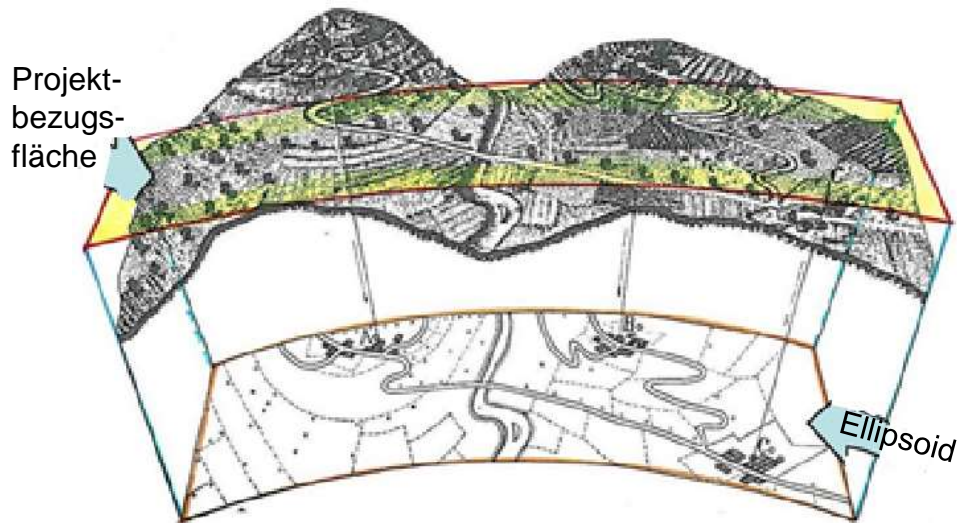
---

## Georeferenzierung und geodätischer Raumbezug

- Kleinräumiger Bereich (=Hochbau)
  - Bezugspunkt(e) und -richtung (Höhe, Lage) für Georeferenzierung im BIM
    - ggf. „Workarounds“ in der BIM-Software erforderlich, z.B. Nutzung von Referenzkörpern in den Fachmodellen
  - Arbeiten in einem lokalen KS (X,Y,h) mit Maßstab = 1; Höhe h = Z (BIM)
    - Verwendung von Realwelt-Strecken
  - Keine Abbildungsverzerrungen; Höhenreduktion und Erdkrümmung können vernachlässigt werden
- Großräumiger Bereich (=Infrastrukturbau)
  - Berücksichtigung der geometrisch-physikalischen Realität erforderlich
  - i.d.R. Verknüpfung mit Landessystem und Geobasisdaten notwendig
    - Reduktionen
    - z.B. Einführung eines gebietsspezifischen Projektmaßstabs
  - **Ansätze vorhanden (IFC) → noch keine Standardlösung (mit Softwareumsetzung) verfügbar**
  - Ggf. weitere Einflüsse zu beachten

# Beispiel: Brenner-Basistunnel

## Modellierung von Tunnelbauwerken in BIM-Systemen unter Berücksichtigung besonderer Referenzsysteme für den länderübergreifenden Lage- und Höhenbezug\*



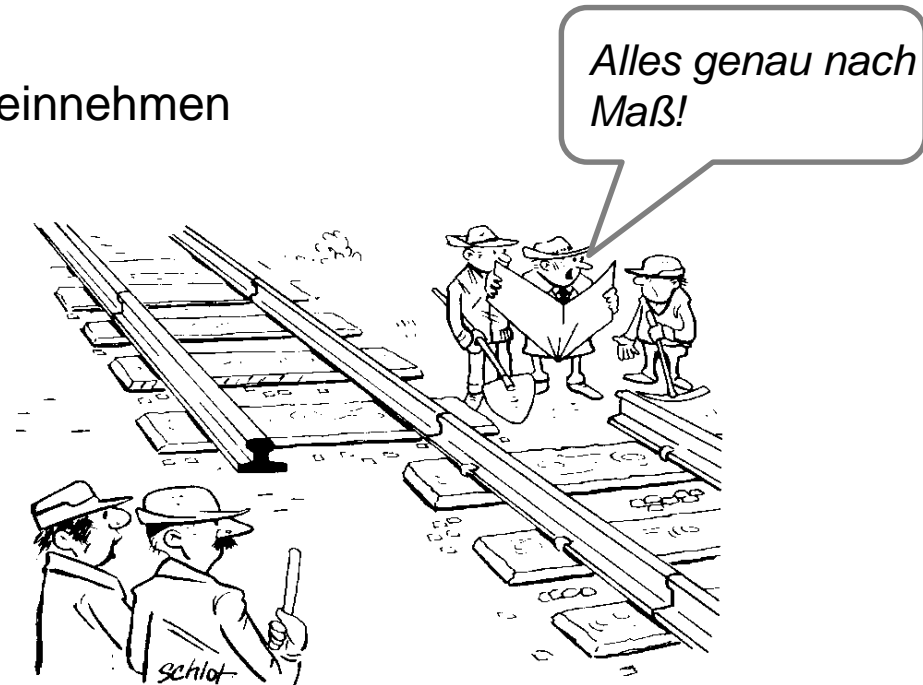
\*Beitrag von Windischer et al. der Geodätische Woche 2019 in Obergurgl → avn 6-7/19

## Zusammenfassung (1/2)

- Georeferenzierung für BIM ein wichtiges Thema  
→ Verknüpfung mit Vermessungsdaten / Geodaten
- BIM erfordert lokale kartesische Koordinaten im Maßstab 1
- Vermessung/Geoinformation arbeitet in/mit räumlichen Referenzsystemen (2,5D; globale Referenzierung; Maßstab  $\neq 1$ )
- Mathematische und physikalische Effekte müssen – insbesondere bei großräumigen Projekten – berücksichtigt werden...
- ..zumal aus BIM alle relevanten Informationen abgeleitet werden sollen, z.B. Mengen- und Volumenermittlung, Vorfertigung, Baudokumentation etc.
- Ansätze zur Georeferenzierung von BIM-Modellen und Workarounds für kleinräumige Projekte vorhanden, aber
  - Methodik teilweise zu hinterfragen
  - Softwareunterstützung für die Praxis derzeit noch unzureichend

## Zusammenfassung (2/2)

- Geodäten sind Experten für Geometrie, Koordinatensysteme und Raumbezug
- Geodäten sollten sich des Themas für BIM annehmen...
- ...zumal die Realisierung (Absteckung, Einmessung/Aufmaß) in geodätischer Hand liegt
- Geodäten können aktivere Rolle in BIM einnehmen
  - BIM-Manager / BIM-Koordinator für raumbezogene Daten und Georeferenzierung?



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**BIM CENTER  
AACHEN**

**183. DVW-Seminar**

**Geodäsie und BIM**

- Grundlagen
- Laborberichte
- Praxisbeispiele

**MIT BIM-ZIRKELTRAINING**

**BIM**  
Building Information Modeling

Planen, Bauen, Betrreiben, Erneuern, Designen

**18. und 19. Juni 2019 in Potsdam**

Frühbuchertermin bis 30. April 2019

**Leitung**  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach  
Prof. Dr.-Ing. Robert Kaden  
Prof. Dr.-Ing. Robert Seuß

**Veranstalter**  
DVW AK 2 »Geoinformation und Geodatenmanagement«

**Mitveranstalter**  
Bildungswerk VDV, Fachgruppe 13 »BIM«  
Geodätisches Institut, GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam  
DVW Berlin-Brandenburg e.V.

DVW-Seminar zur beruflichen Weiterbildung **D V W** **B W B**

<https://www.dvw.de/aktuelles/21721/leitfaden-geod-sie-und-bim-wurde-aktualisiert>