



BIM entlang der Wertschöpfungskette aus Perspektive der Bauwerksabdichter

Univ. Prof. Dr. DI Arch. Iva Kovacic

FOB Integrale BauPlanung und Industriebau
Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
TU Wien

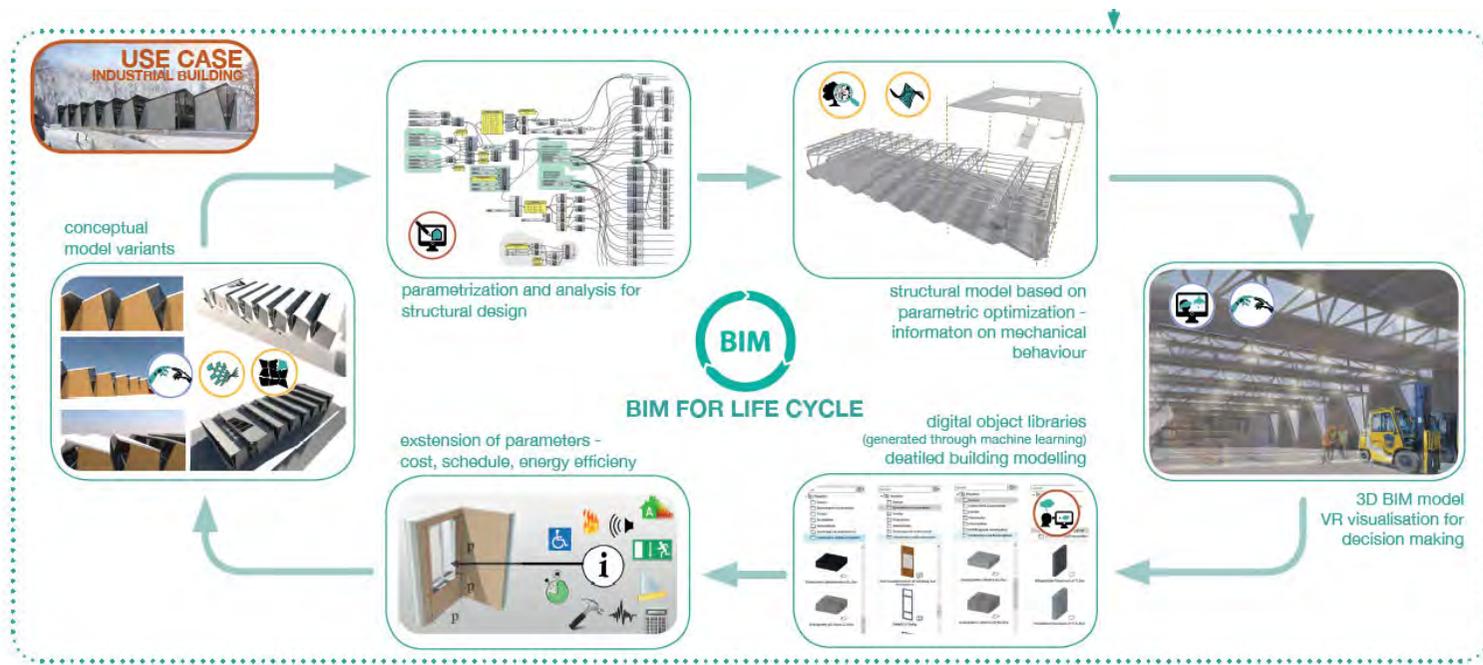
FB INTEGRALE BAUPLAUNG

Motivation:

Forschung und Entwicklung der Integralen, Kollaborativen Planung mittels BIM und Digitalen Design- und Optimierung Werkzeugen

Fokus:

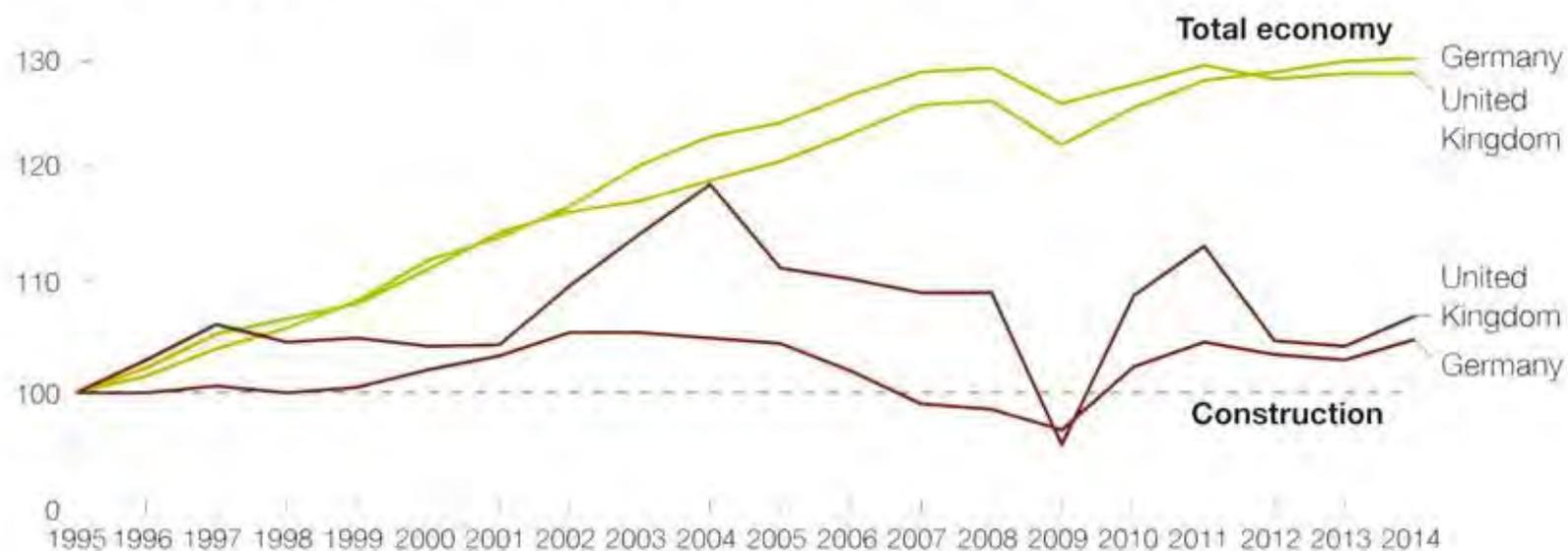
- Digital Design & Planung
- Digitale Plattformen für Kreislaufwirtschaft
- Forschungsgeleitete Lehre



HERAUSFORDERUNGEN im BAUWESEN - PRODUKTIVITÄT

Construction labor productivity has not kept pace with overall economic productivity.

Labor productivity, gross value added per hour worked, constant prices,¹ index: 100 = 1995



¹Based on 2010 prices.

Source: Organisation for Economic Co-operation and Development

HERAUSFORDERUNGEN im BAUWESEN - DIGITALISIERUNG

The construction industry is among the least digitized.

McKinsey Global Institute industry digitization index; 2015 or latest available data

Relatively low digitization  Relatively high digitization
● Digital leaders within relatively undigitized sectors



¹Based on a set of metrics to assess digitization of assets (8 metrics), usage (11 metrics), and labor (8 metrics).

²Information and communications technology.

Source: AppBrain; Bluewolf; Computer Economics; eMarketer; Gartner; IDC Research; LiveChat; US Bureau of Economic Analysis; US Bureau of Labor Statistics; US Census Bureau; McKinsey Global Institute analysis

HERAUSFORDERUNGEN im BAUWESEN

- FRAGMENTIERUNG der INDUSTRIE
- Sequentielle Prozesse
- „Silo-Denken“
- unterschiedliche professionelle Sprachen



LÖSUNGSVORSCHLAG_INTEGRALE PLANUNG

Integrale Planung (IP)

- Ganzheitliche Lebenszyklus-orientierte Planungsmethode,
- basierend auf der frühen Zusammenarbeit aller am Projekt beteiligten Disziplinen;
- gestützt durch IKT, zwecks kontinuierlichem Datenaustausch zwischen Disziplinen

Wichtigkeit der frühen Planungsphasen:

- hohes Beeinflussungspotential (Kosten, Änderungen)
- Schaffung von gemeinsamem Wissen



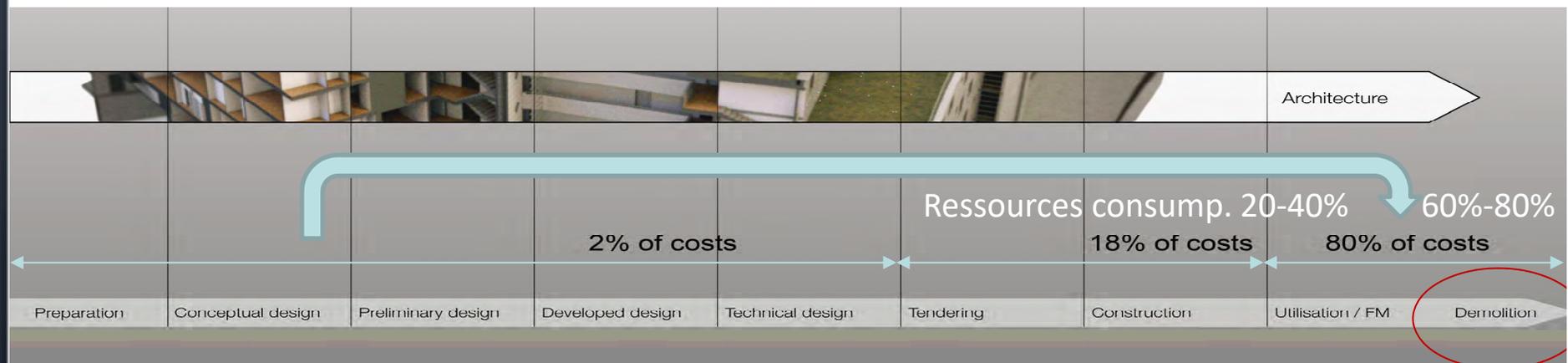
Figure 4. Factors Driving Increased Adoption of IPD

[http://marcharch.com/
integrated-project-delivery-and-design-build/](http://marcharch.com/integrated-project-delivery-and-design-build/)

INTEGRALE PLANUNG

- Wichtigkeit der frühen Planungsphasen: bestimmend für den Lebenszyklus
- Schaffung von gemeinsamem Wissen für Innovation
- Reduktion der Kosten, Zeit und Risiken; Steigerung der Planungsqualität
- frühe Planungsphasen sind problematisch: wenig Information, wenig Werkzeuge – aber großer Einfluss auf Lebenszyklus

Herstellungskosten : Folgekosten = 20 % : 80 %



BIM für Integrale Planung

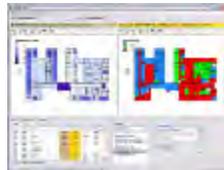
- BIMs sind digitale, dreidimensionale, reichhaltige **Gebäudemodelle**, die die Planung sowie den Datenaustausch innerhalb eines Projektteams erleichtern und idealerweise im gesamten Lebenszyklus eingesetzt werden können (Eastman et al., 2008).
- BIM ist vor allem als **Prozess** mit Schwerpunkt auf Modellbildung und Informationsaustausch zu verstehen
- **METHODE** um die Planung in digitalen Format abzubilden, und die Projektdaten im Lebenszyklus **zu managen** (Penttilä, 2006).
- BIM kann als **Katalysator** für die Veränderung in der Bauindustrie bezeichnet werden, um die Fragmentierung der Industrie zu reduzieren...
...die Effizienz zu steigern, sowie die hohe Produktionskosten entstanden durch die Informationsverluste zu minimieren. (Succar, 2009)

Courtesy of Autodesk

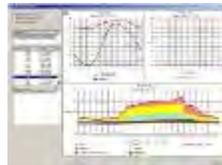


BIM für Integrale Planung

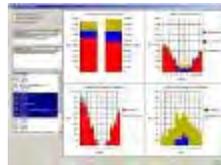
Requirements' management



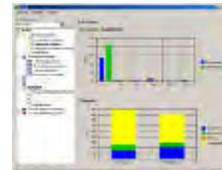
Comfort simulation of spaces



Energy simulation of building



Investment and LCC analysis

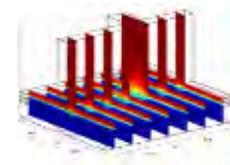


Environmental analysis (LCA)



Kiviniemi A., 2013

Multiphysics calculations



Analysis building modelling



BIM model auditing



Building services Network BIM



Visualization of combined models



Technical visualizations



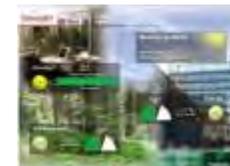
Lightning simulations



Virtual reality



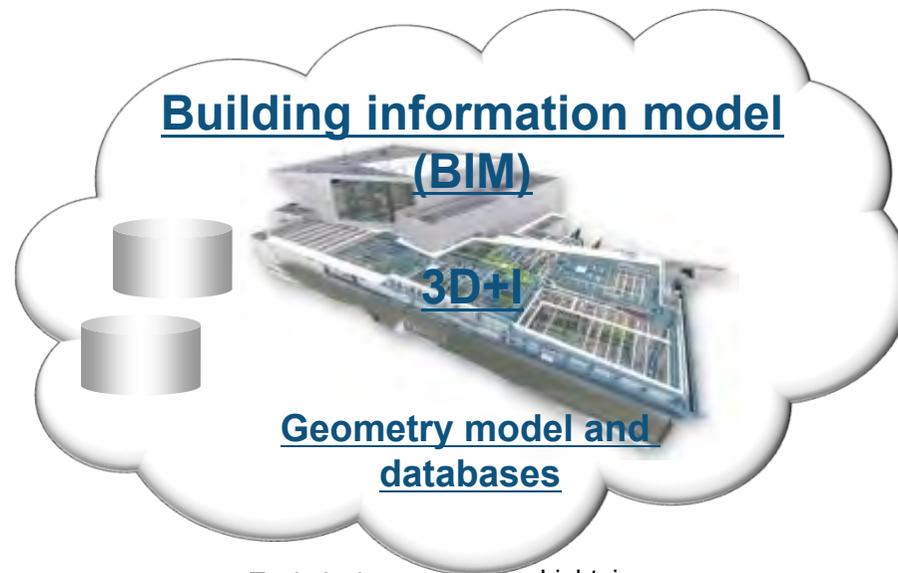
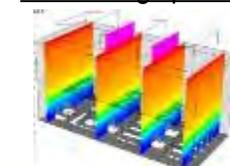
Self-reporting building



FM and building portals



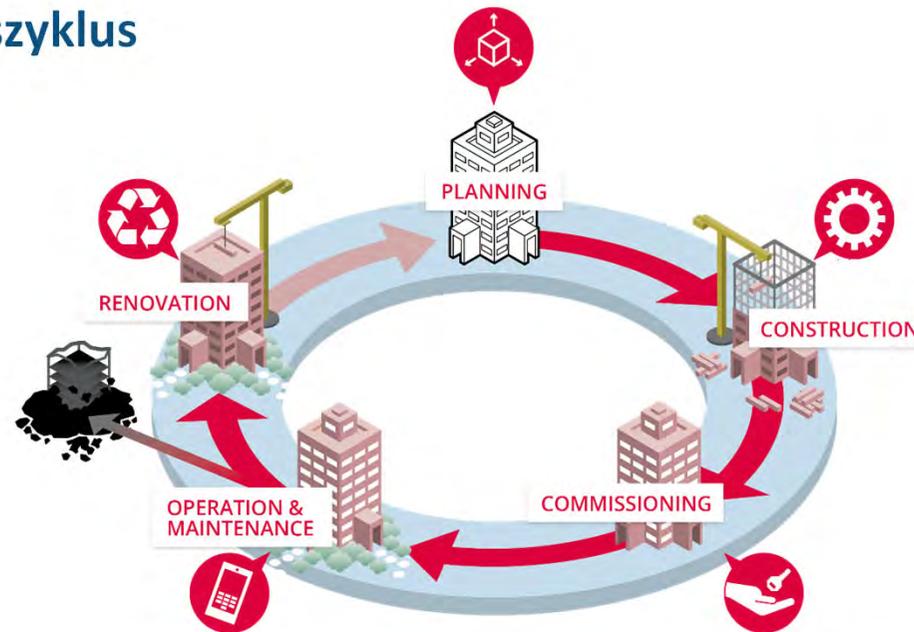
CFD simulation of demanding spaces



BIM Dimensionen?

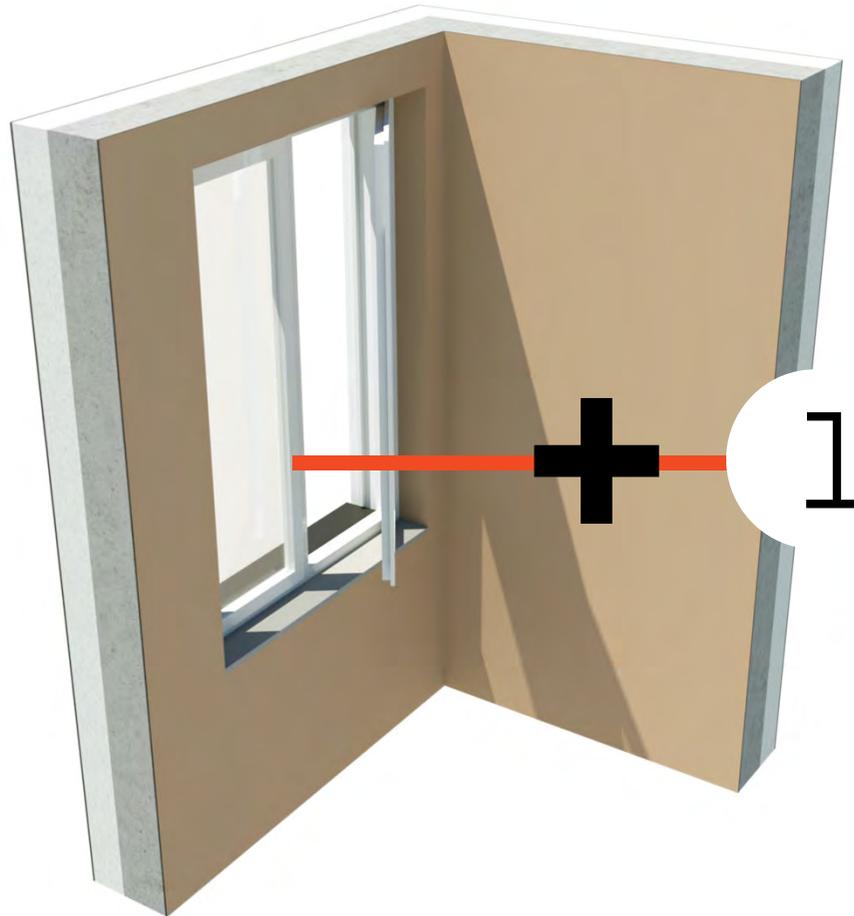


BIM für Lebenszyklus



- 3D geometrische BIM Modelle sind nur ein Teil von Integralen Digitalen Plattformen in Bauprojekten von Herstellung über Planung und Herstellung bis zum Betrieb
- Organisation, Kommunikation und Strukturierung - Prozess Design mit Langzeithorizont notwendig
- End of Life: Reduce – Reuse – Repair - Recycle

BIM_Objekte, Parameter, Attribute

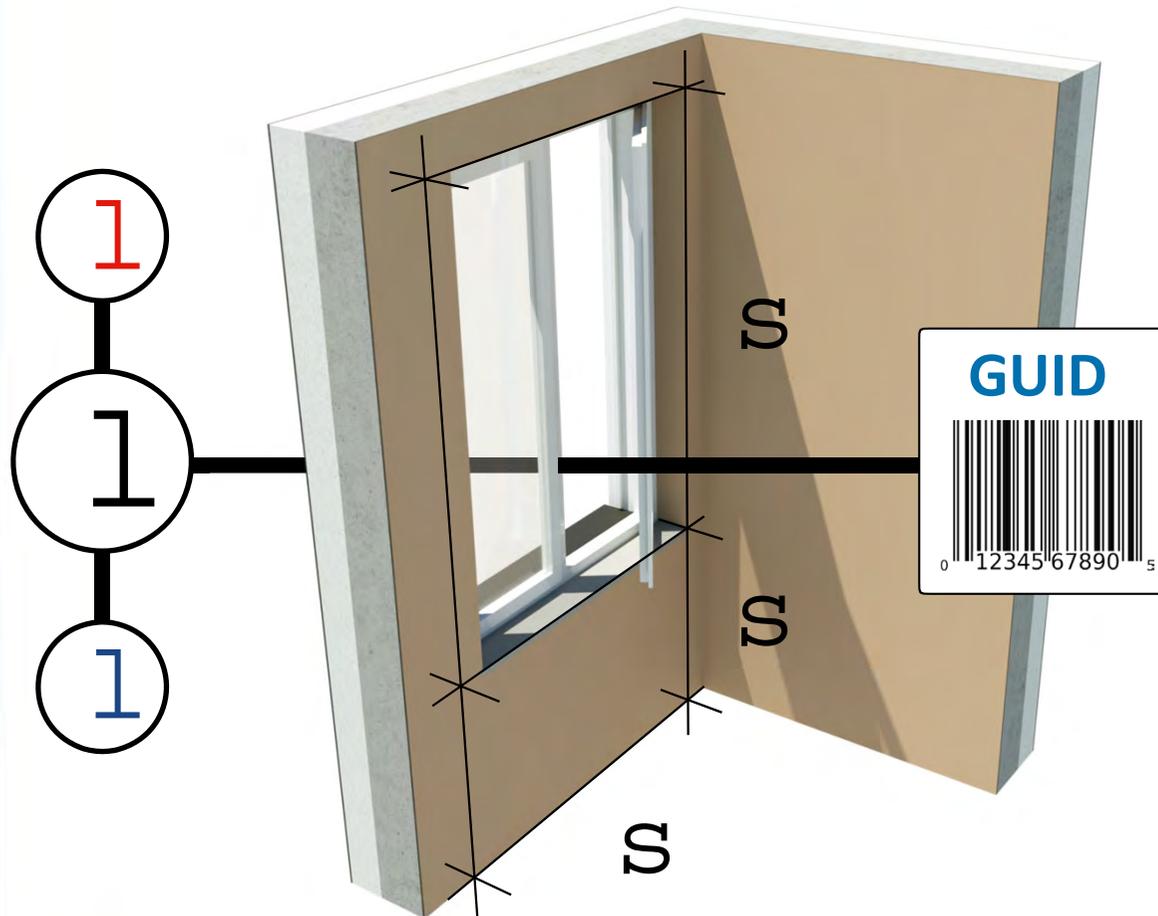


- **Building Information Models** bestehen aus dreidimensionalen Einzelobjekten, „digitaler Zwilling“; Mini-Softwares

- Diese Objekte werden über **Parameter** in ihrer Darstellung gesteuert und über die Zeit mit Informationen Angereichert

© Lars Oberwinter, plandata

BIM_Parameter/Attribute



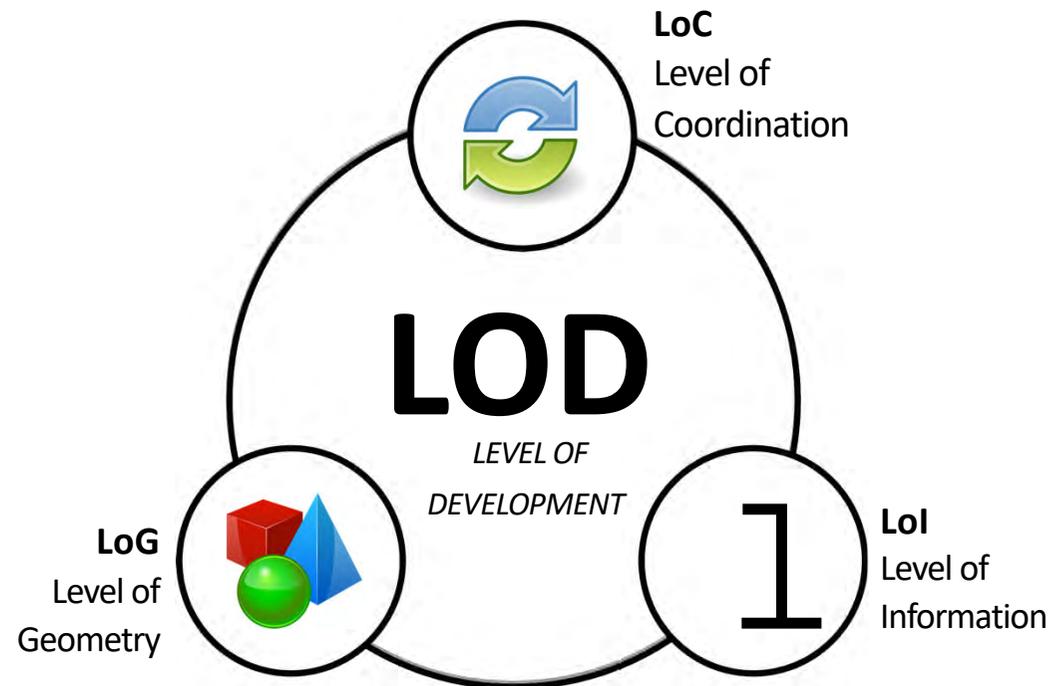
© Lars Oberwinter, plandata

- **Parameter** steuern die Geometrie eines Objekts
z.B. Fenster: Breite, Höhe, Brüstungshöhe, Anschlagtiefe, Flügelanzahl, Öffnungsverhalten, usw.

- **Attribute (österreich.: Merkmale)** sind i.d.R. Geometrieunabhängige Sachinformationen
z.B. Baustoffe, Brandverhalten, Schallschutz, Kosten, Hersteller, Bauzeit, usw.

- **Gliederungs-Informationen** ordnen das Objekt im Gesamtmodell ein:
z.B. Fenster 1 in Wand 2 im Geschoss 3 im Bauteil 4

BIM_Organisation



The Level of Development

© Lars Oberwinter, plandata

BIM_Objekte



ca. 10.000
Polygone



Modelliert
oder
errechnet?

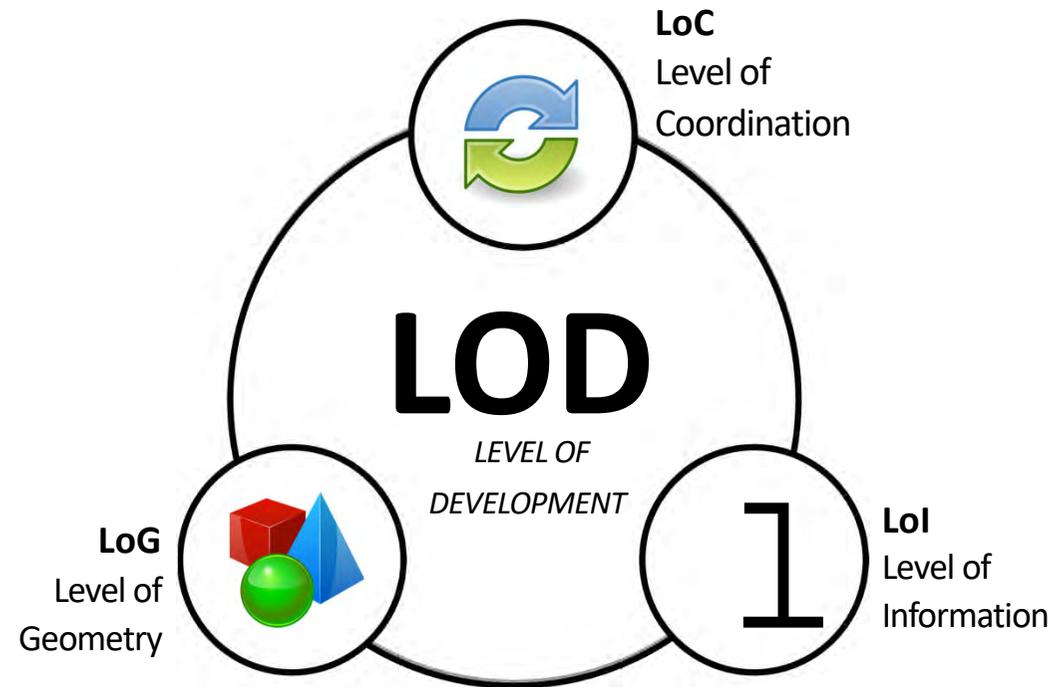


ca. 40.000
Polygone

© Lars Oberwinter, plandata

- Viele BIM Objekte der Produkthersteller sind geometrisch viel zu detailliert, produzieren große Datenmengen
- Unterschiedliche Meinungen je nach Disziplin, Bürostandard usw. Welche Objekte sollen Modelliert werden oder nicht
- Nicht-Modellierte Objekte können leicht bei der 5D BIM Planung übersehen werden
- Geometrie-reduzierte Dummies gut für Ausführungsplanung, nicht für Visualisierung – Variable LoDs für Objekte
- Geometrie nicht mehr als 1:50

BIM_Objekte



LoG
zu
hoch

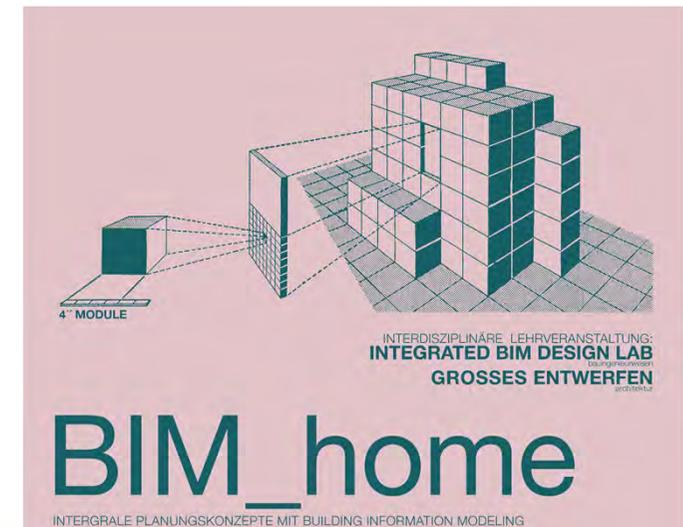
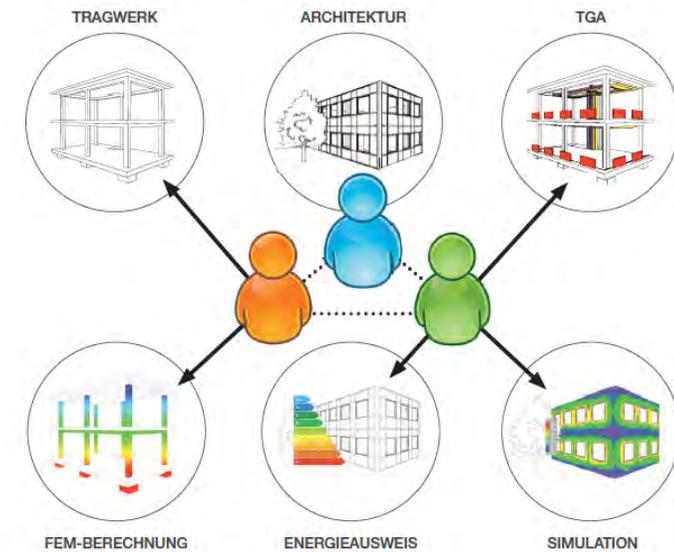
LoI
zu
niedrig und
unstrukturiert!

© Lars Oberwinter, plandata

Forschungsgeleitete Lehre_Integrated BIM Design Lab

Simulation der BIM gestützten
Planungsprozess im Team:
Architektur, Tragwerksplanung, Bauphysik

Disziplinspezifische Modellierung und
interdisziplinärer Datenaustausch



Autodesk Revit

GRAPHISOFT.
ARCHICAD 16



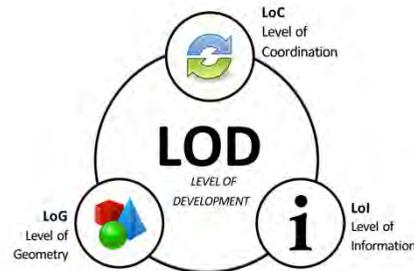
Forschungsgeleitete Lehre_Integrated BIM Design Lab

BAUMHOME TU WIEN 253.E27 BIM_HOME Wohnen 4.0 | Modulare Bauweisen für Leistbares Wohnen
BAUMHOME | MADELEINE KILIAN & RAFFAELLA STANISZ | G07

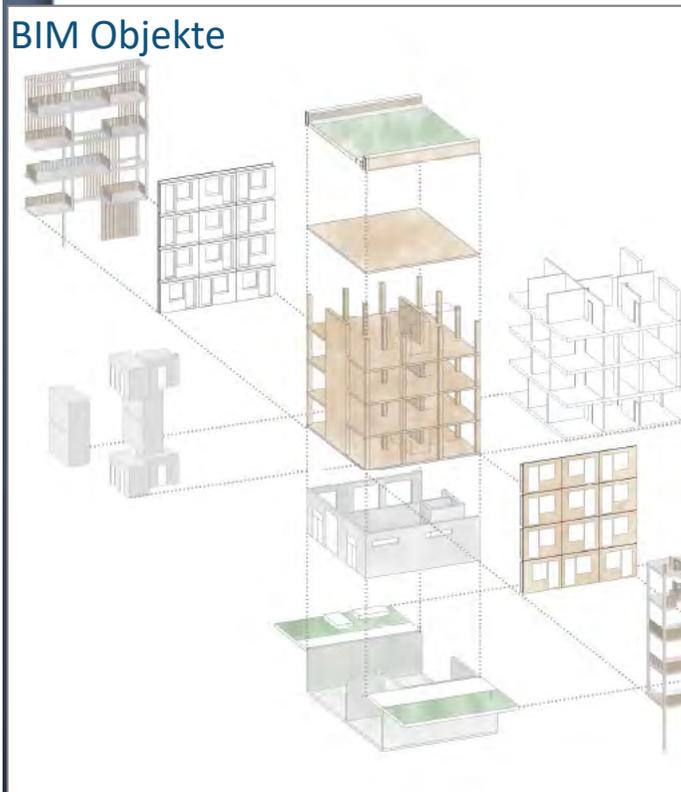


Forschungsgeleitete Lehre_Integrated BIM Design Lab

BAUMHOME TU WIEN 253.E27 BIM_HOME Wohnen 4.0 | Modulare Bauweisen für Leisbares Wohnen
 BAUMHOME | MADELEINE KILIAN & RAFFAELLA STANISZ | G07

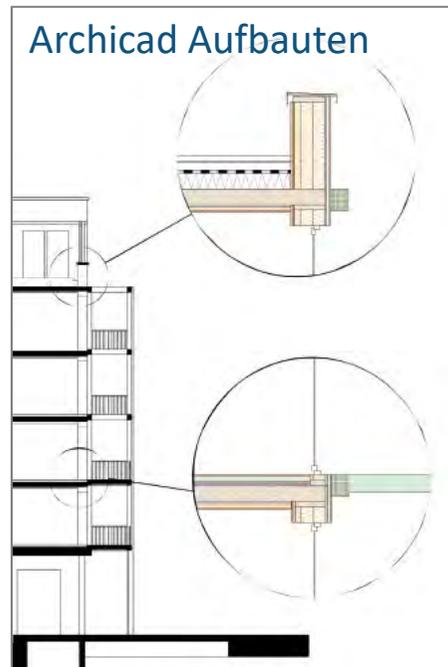


BIM Objekte

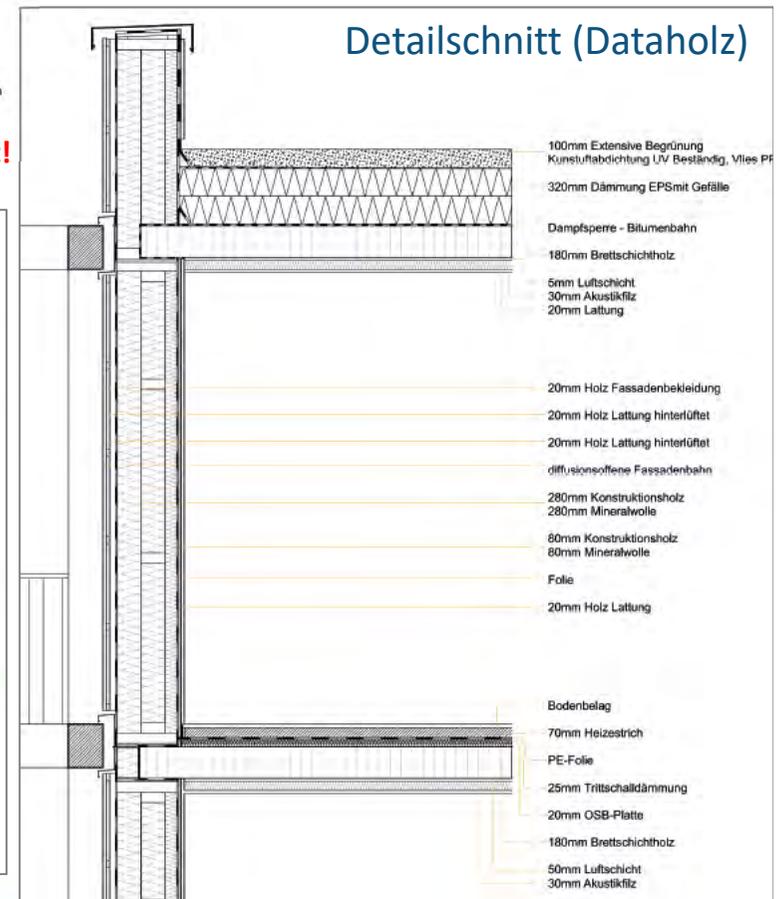


LoI zu niedrig und unstrukturiert!

Archicad Aufbauten



Detailschnitt (Dataholz)



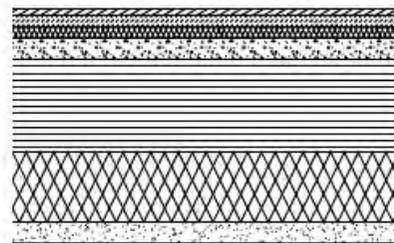
BIMaterial Process-Design für BIM basierten, materiellen Gebäudepass

Projektdauer: 10.2015 – 09.2017

BIMATERIAL



5.1.4 Decke "01Decke gegen Außenluft"

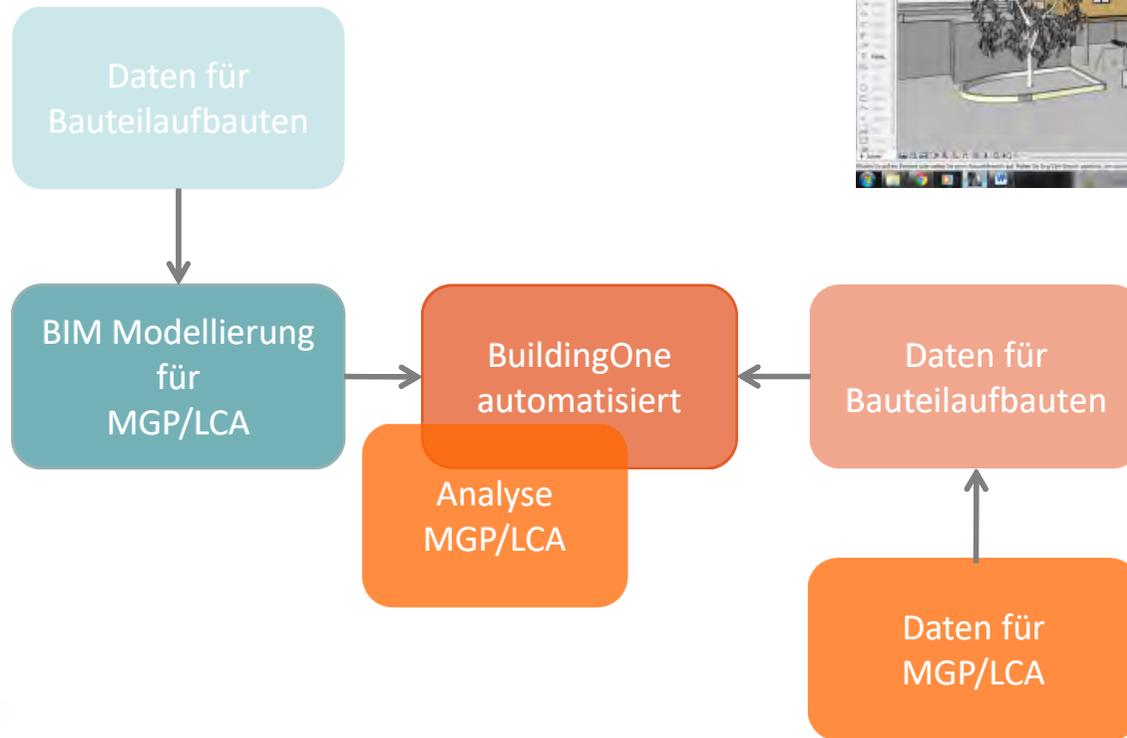
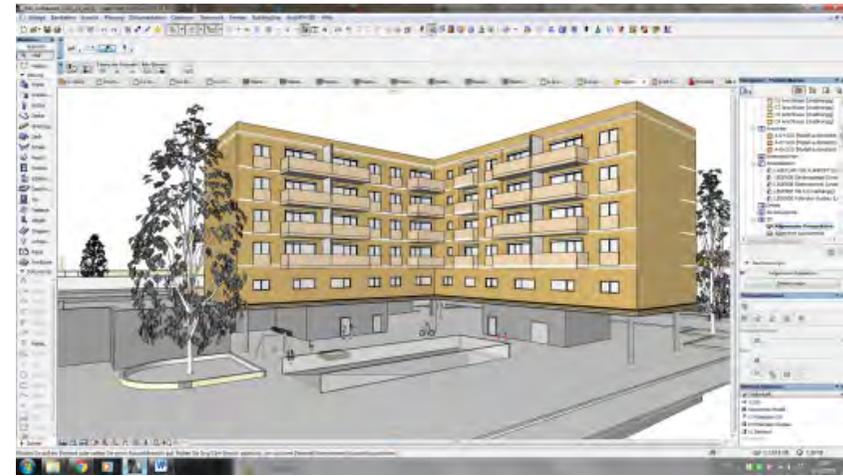


Forschungsziele

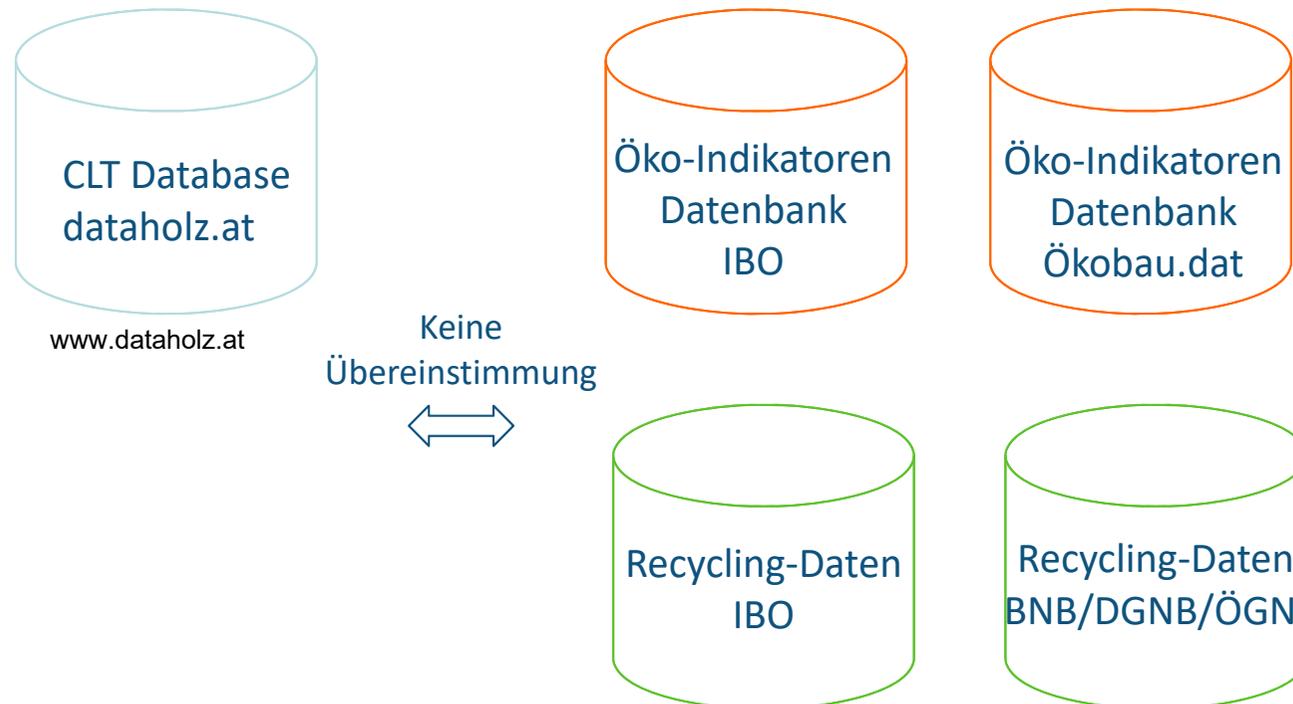
- Urban Mining; Circular Economy – Steigerung der Recycling-Quoten, Minimierung der Emissionen und Absalls
- Der Bereich der Charakterisierung des **neu** hinzukommenden Urbanen Lagers ist Gegenstand des gegenständlichen Forschungsvorhabens.
- Ein **materieller Gebäudepass (MGP)** ist eine Dokumentation über die materielle Zusammensetzung eines Bauwerkes, die quantitative und qualitative Auskunft über die relevanten Rohstoffe in einem Bauwerk gibt.
- Potential von BIM – Informationsreiche Modelle → Assessment von Materiellen Information und gleichzeitig LCA



Forschungsmethodik: MGP/LCA Analyse



Heterogene Daten



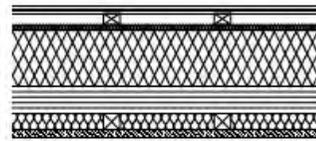
IBO OI3 (2013) OI3-INDIKATOR, ÖKO Kennzahlen ,Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie. <http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm>

<http://www.baubook.info/index.php>

<http://www.oekobaudat.de>

https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/verwaltungsgebaeude/neubau/v_2011_1/BNB_BN2011-1_414.pdf

Datendurchgängigkeit



Dicke [m]	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten in der IBO -Tabelle
1 0,024	Außenverkleidung	Brettsper Holz
2 0,04	Holz Fichte Lattung (40/60) (10%)	Schnit Holz Fi rauh. luft trocken
3 0,022	Holz faserdämmplatte	Holz faserplatte, porös 250 kg/m³
4 0,2	Holz faserdämmung	Holz faser-Dämmplatte 160 kg/m³
5 0,1/0,095	Brettsper Holz	Brettsper Holz
6 0,06	Holz Fichte Lattung (60/60) (10%)	Schnit Holz Fi rauh. luft trocken (10%)
7 0,06	Mineralwolle (90%)	Steinwolle MW-W (90%)
8 0,025	Rigips Feuerschutzplatte	Gipskartonplatte (Flammschutz)
0,471/0,466		



Keine
Übereinstimmung
↔



LCA / MGP Datenmodellierung



Aufbau der Datenbanken auf der Basis von IBO-Kennzahlen mit durchgängigen Datenbenennungen und Datenstrukturen

- Basierend auf Baubook Bauteilaufbauten und deren ökologischen Kennzahlen
- Verbindungsmöglichkeiten der einzelnen Schichten
- IBO Verwertungsindikator auf der Basis von verbauten Materialmengen und deren Verwertungswegen

→ Bauteildatenbank wird aufgebaut und in die Modellierungssoftware übertragen

→ alphanumerische Datenbank wird in BuildingOne aufgebaut

<http://www.baubook.info/index.php>

IBO OI3 (2013) OI3-INDIKATOR, ÖKO Kennzahlen ,Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie. <http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm>

MGP im Gebäudelebenszyklus

MGP als Optimierungswerkzeug, Dokumentation, Inventar und Basis für einen kommunalen Rohstoffkataster



MGP a – Vorplanung

Diese Phase hat den größten Einfluss auf die lebenszyklische Performance bezüglich Recycling und Abfall. Das Optimierungspotential ist hier am größten.

MGP b – Entwurfsplanung

Planungs- und Optimierungswerkzeug und Unterstützung für ein Rückbaukonzept.

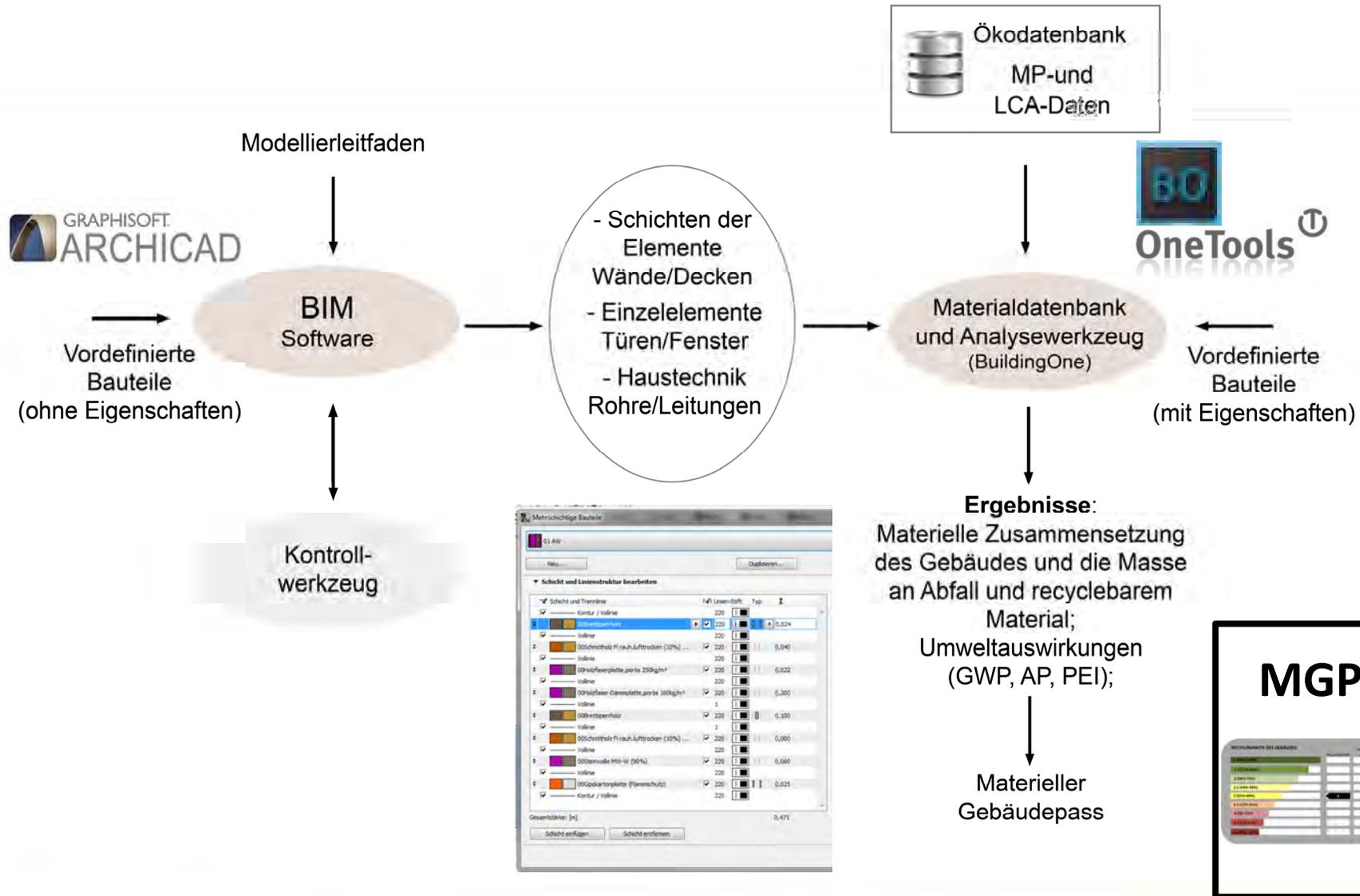
MGP c – Ausschreibung

Dokumentation der materiellen Zusammensetzung.

MGP d – Dokumentation

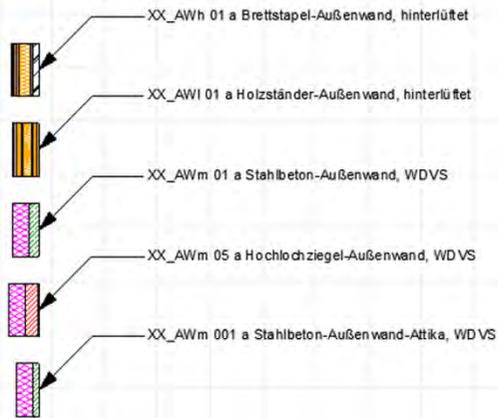
As-Built Zusammensetzung eines Gebäudes.

MGP: Workflow

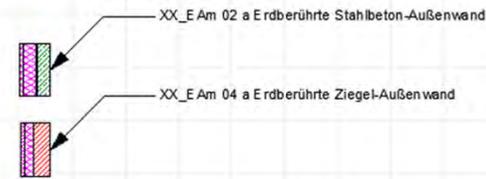


Baubook als Vorlage für den Bauteilkatalog in BIM

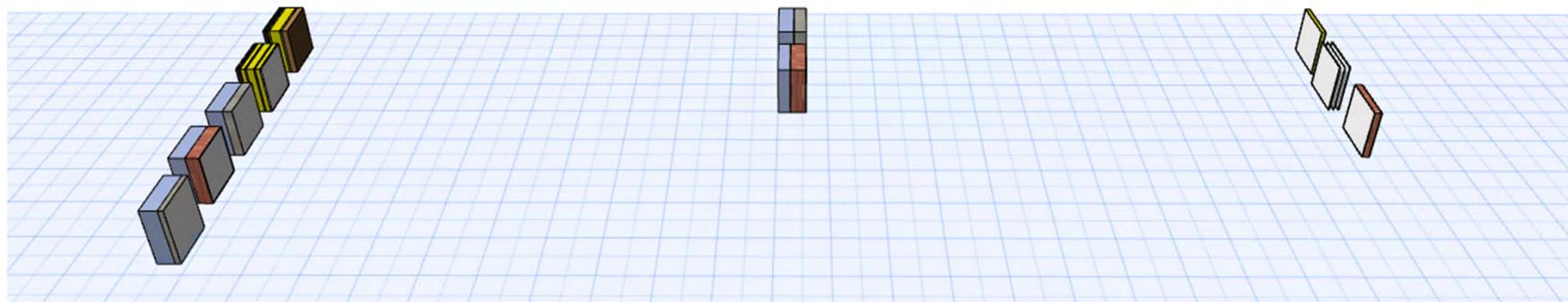
Außenwände



Erdberührte Außenwände



Innenwände



LCA Daten - Eco2Soft

	Einheit	Verwendetes Material	Datenbestand in baubook	Unterschied
Material (Deutsch)		Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - gehobelt, techn. getrocknet	Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - gehobelt, techn. getrocknet	-
Material (Englisch)		Timber (475 kg/m ³ - e.g. spruce/fir) - planed, technically dried	Timber (475 kg/m ³ - e.g. spruce/fir) - planed, technically dried	-
Spez. Wärmeleitfähigk. (λ)	W/mK	0,12	0,12	-
Dichte	kg/m ³	475	475	-
Flächengewicht	kg/m ²			-
Schraffur	Nummer	15	15	-
PENRT	MJ/Funkt. Einh.	3,587971	3,587971	-
GWP100 Summe	kg CO ₂ equ./Funkt. Einh.	-1,438492	-1,438492	-
GWP100 Prozess	kg CO ₂ equ./Funkt. Einh.	0,213333	0,213333	-
GWP100 C-Gehalt	kg CO ₂ equ./Funkt. Einh.	1,651825	1,651825	-
AP	kg SO ₂ equ./Funkt. Einh.	0,001283	0,001283	-
PERT	MJ/Funkt. Einh.	17,9312918379	17,9312918379	-
Funktionale Einheit		kg	kg	-
Entsorgung_Ist	Schulnote	1	1	-
Entsorgung_Pot	Schulnote	1	1	-
Entsorgung_Min	%	0	0	-
Entsorgung_Org	%	100	100	-
Entsorgung_Met	%	0	0	-
Dicke(n), Dickenbereich(e)				-

- Notwendige Eigenschaften für den MGP, Quelle Eco2Soft, IBO

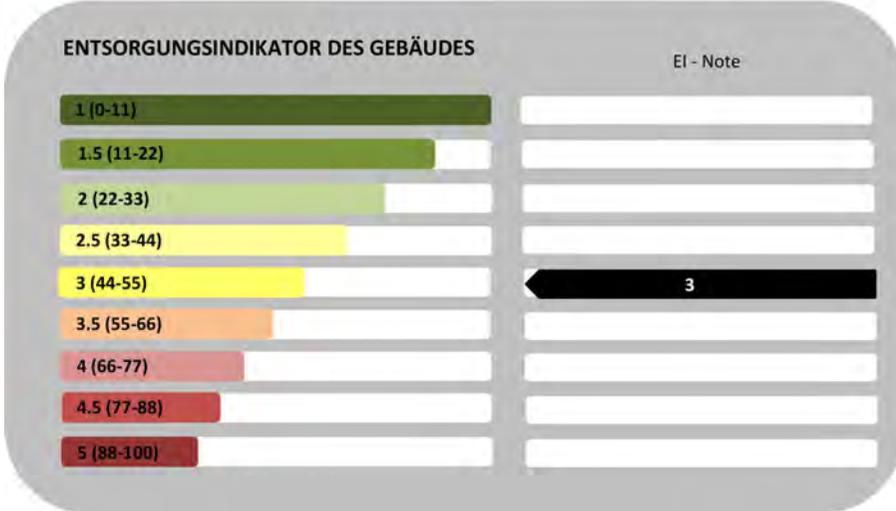
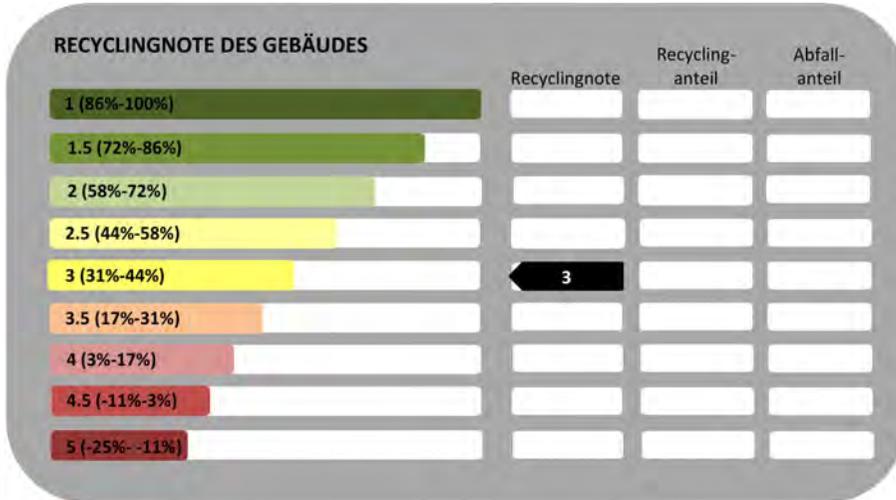
Recycling/Abfall - IBO

- Folgende Eigenschaften müssen bewertet werden
 - Verwertungspotential
 - Verbindungsmittel
 - Nutzungsdauer angepasst
 - Recyclingweg/Grad der Reinheit

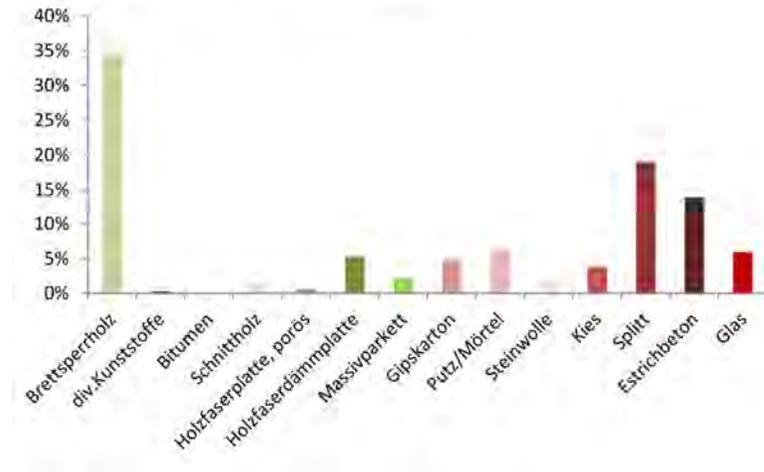
Außenwände																
AWh 01 a Brettstapel-Außenwand, hinten																
IBO		IBO	IBO	bewertet	berechnet	berechnet	berechnet	berechnet	berechnet	berechnet	berechnet	berechnet	bewertet	bewertet	IBO	bewertet
Baubook-Katalog		entsorgung_M	entsorgung_Is	Verwert_Pot	Abfall	Recycling	Masse [kg]	Abfall [kg]	Recycling [kg]	Gewichtung Entsorgung	Gewichtung Verwertung	bewertet	Verbindungs-mittel	Nutzungsdauer	Nutzungsdauer	
Nr.	Schicht (von innen nach außen)	Met	Ist	Pot	Faktor	Faktor	Jahr 100	Jahr 100	Jahr 100			Reinheitsgrad		Korrektur] [a	angepasst [
1	Brettstapelwand, vernagelt	0	1	1	0,25	0,75	57	14,25	42,75	0,120	0,03		-	100	100	
2	Dichtungsbahn Polyethylen (PE)	0	3	3	0,75	0,25	0,784	0,588	0,196	0,001	0,00		getackert und überlebt	25 (50)	25	
3a	Isotomen (Elemente horizontal) 58,5 cm (94%) Glaswolle MV(GV)-V (18 kg/m³)	0	4	3	0,75	0,25	2,7072	2,0304	0,6768	0,160	0,12		geklemmt	50	25	
3b	Isotomen (Elemente horizontal) 4 cm (8%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rau, technisch getrocknet	0	1	1	0,25	0,75	4,56	1,14	3,42	0,040	0,01		verleimt	50	25	
4a	Isotomen (Elemente horizontal) 61,1 cm (98%) Glaswolle MV(GV)-V (18 kg/m³)	0	4	3	0,75	0,25	15,5232	11,6424	3,8808	0,880	0,66		geklemmt	50	25	
4b	Isotomen (Elemente horizontal) 1,4 cm (2%) OSB-Platten (850 kg/m³)	0	3	3	0,75	0,25	11,44	8,58	2,86	0,660	0,50		verleimt	50	25	
5a	Isotomen (Elemente horizontal) 58,5 cm (94%) Glaswolle MV(GV)-V (18 kg/m³)	0	4	3	0,75	0,25	2,7072	2,0304	0,6768	0,160	0,12		geklemmt	50	25	
5b	Isotomen (Elemente horizontal) 4 cm (8%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rau, technisch getrocknet	0	1	1	0,25	0,75	4,56	1,14	3,42	0,040	0,01		geschraubt	50	25	
6	MDF-Platten mitteldichte Faserplatte (800 kg/m³)	0	3	3	0,75	0,25	38,4	28,8	9,6	0,048	0,04		geschraubt / genagelt	50	25	
7a	Isotomen (Elemente horizontal) 72 cm (90%) Luftschicht stehend, Värmefluss horizontal 45 < d <= 50 mm						0	0	0	0,000	0,00		-	50	0	
7b	Isotomen (Elemente horizontal) 8 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m³ - zB Fichte/Tanne) - rau, technisch getrocknet	0	1	1	0,25	0,75	9,5	2,375	7,125	0,050	0,01		geschraubt / genagelt	50	25	
8	Nutzholz (525 kg/m³ - zB Lärche) - gehobelt, techn. getrocknet	0	1	1	0,25	0,75	52,5	13,125	39,375	0,025	0,01		geschraubt / genagelt	50	25	
							199,68	85,70	113,98			1,50				

Muss die Dam

MGP-Dokument

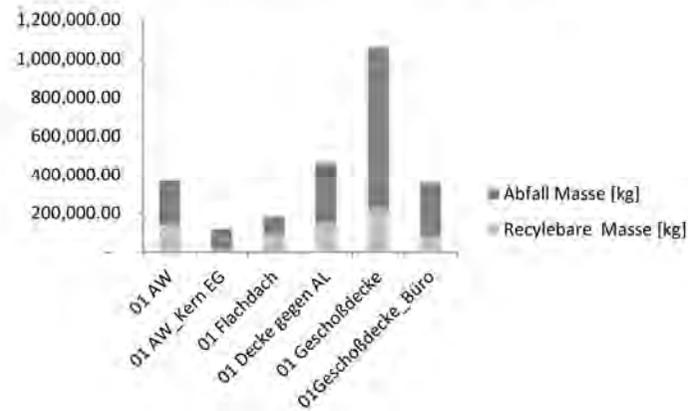


Materielle Zusammensetzung des Gebäudes

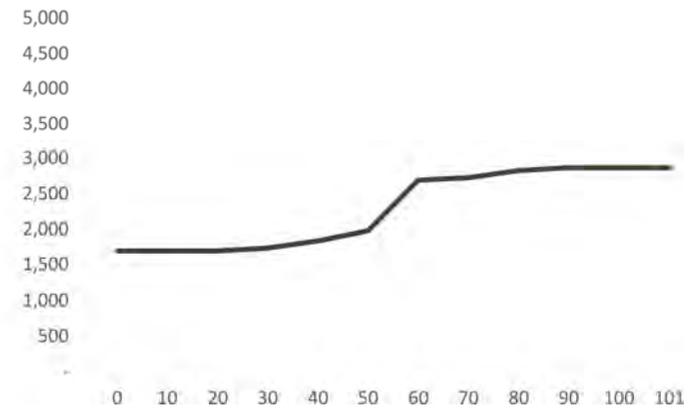


MGP-Dokument

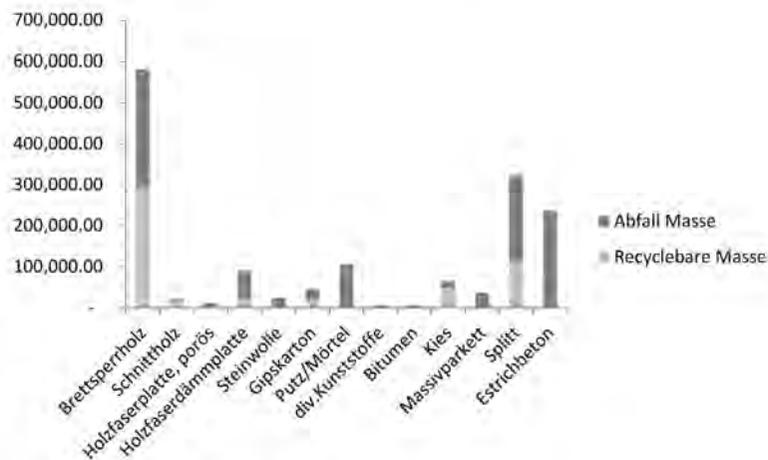
ANTEIL AN RECYCLEBAREN UND ABFALLMATERIALIEN DER BAUTEILE



Anfallende Massen während des Lebenszyklus

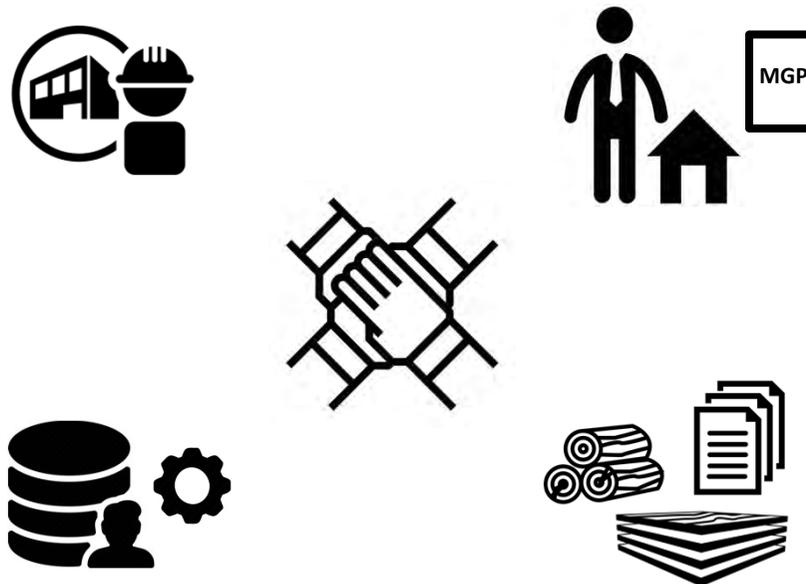


ANTEIL AN RECYCLEBAREN UND ABFALLMATERIALIEN



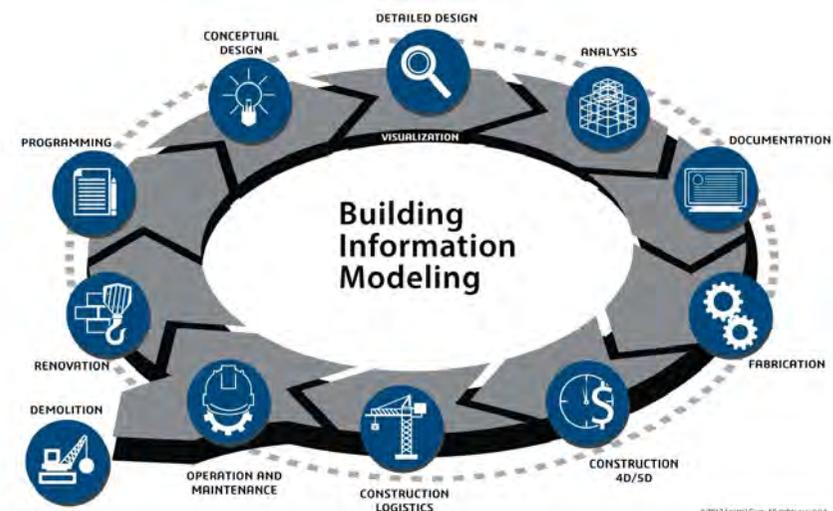
MGP Prozess: Stakeholder

- **Planer** – BIM-Modellierung für MGP und LCA
- **Baustoffindustrie** – **Objektbibliotheken und EPDs (Environmental Product Declarations)**
- **MGP Spezialist** – Verwaltung der Materialdatenbank und des Analysewerkzeugs
- **Gebäudebesitzer** – Enddokument mit Ergebnissen zu Abfall- und Recyclingmassen und LCA



Zusammenfassung

- **Integrale Planung** -> Frühe Planungsphasen ausschlaggebend für optimierten Lebenszyklus (Lebensdauer der Bauteile, Instandhaltung, Wartung und Abbruch) –
- **BIM** als Werkzeug für Integrale Planung, als auch gemeinsame Wissensbasis für den Lebenszyklus
- **BIM** Herausforderungen – Heterogenität der Daten und Software
- **Materielle Gebäudepässe (MGP)** – Dokumentation der materiellen Zusammensetzung der Gebäude
- **MGP** – Optimierungswerkzeug, unterstützend für Kreislaufwirtschaft -> EPDs!



BIM and building life cycle (by Dassault).

© 2017 Spatial Corp. All rights reserved.