

# Digitale Technologien als Schlüssel für die Zirkuläre Wertschöpfung

12.10.2023

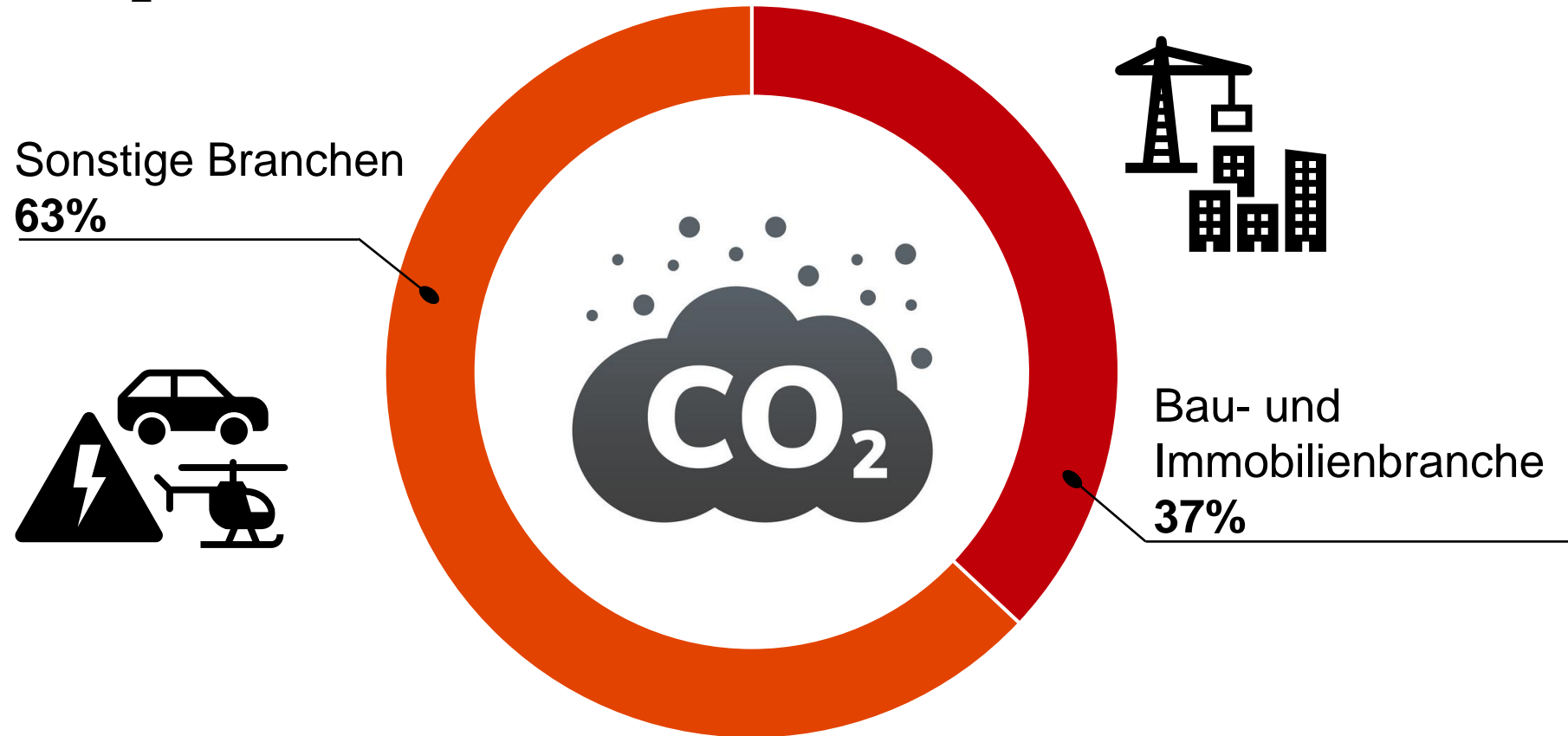
Prof. Dr.-Ing. Niels Bartels  
Ringvorlesung Zirkulär Bauen  
Münster WiSe 2023/2024

Seite 1

**Technology**  
**Arts Sciences**  
**TH Köln**

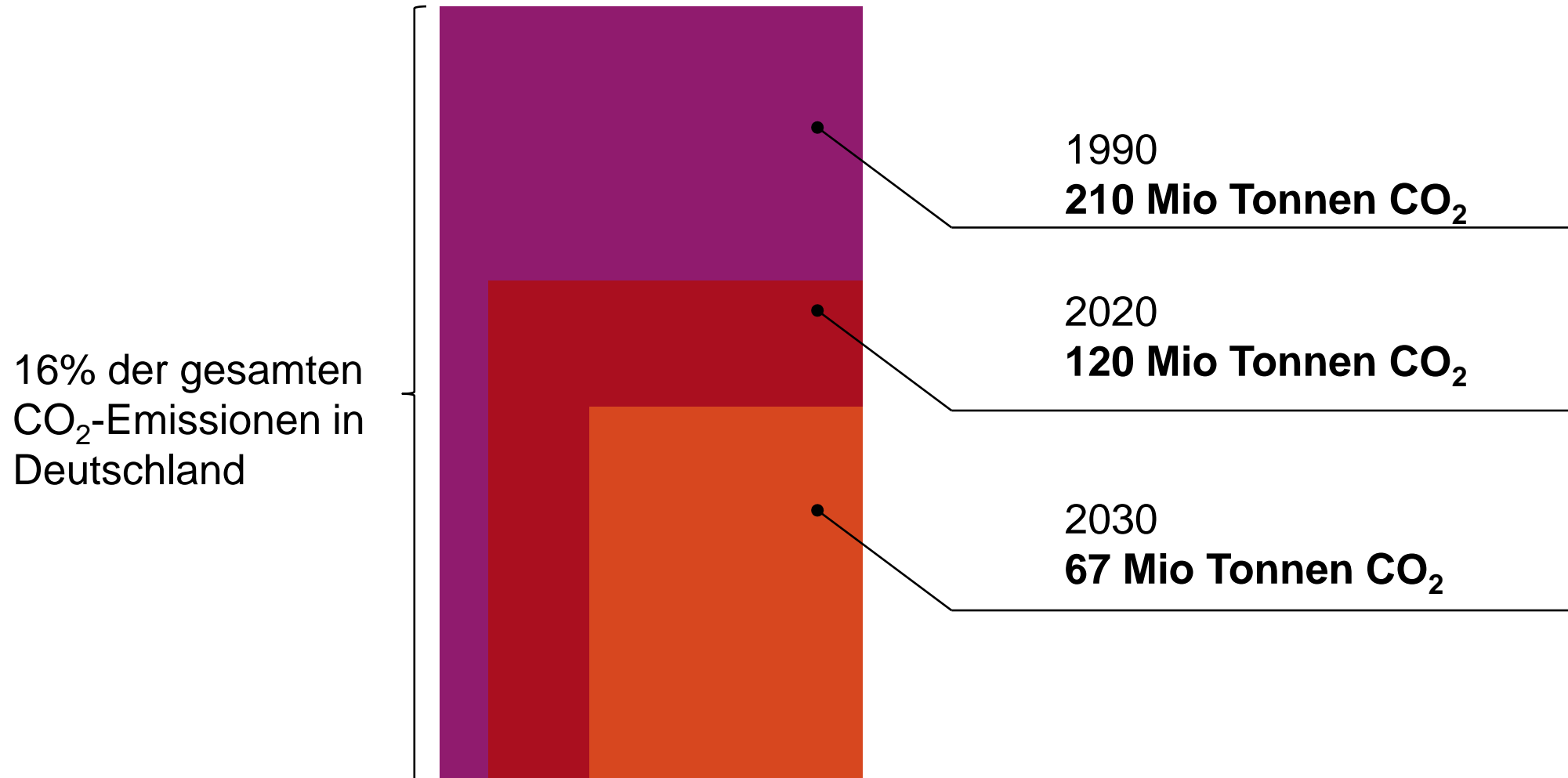
# Warum ist Nachhaltigkeit für Immobilien notwendig?

## Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit

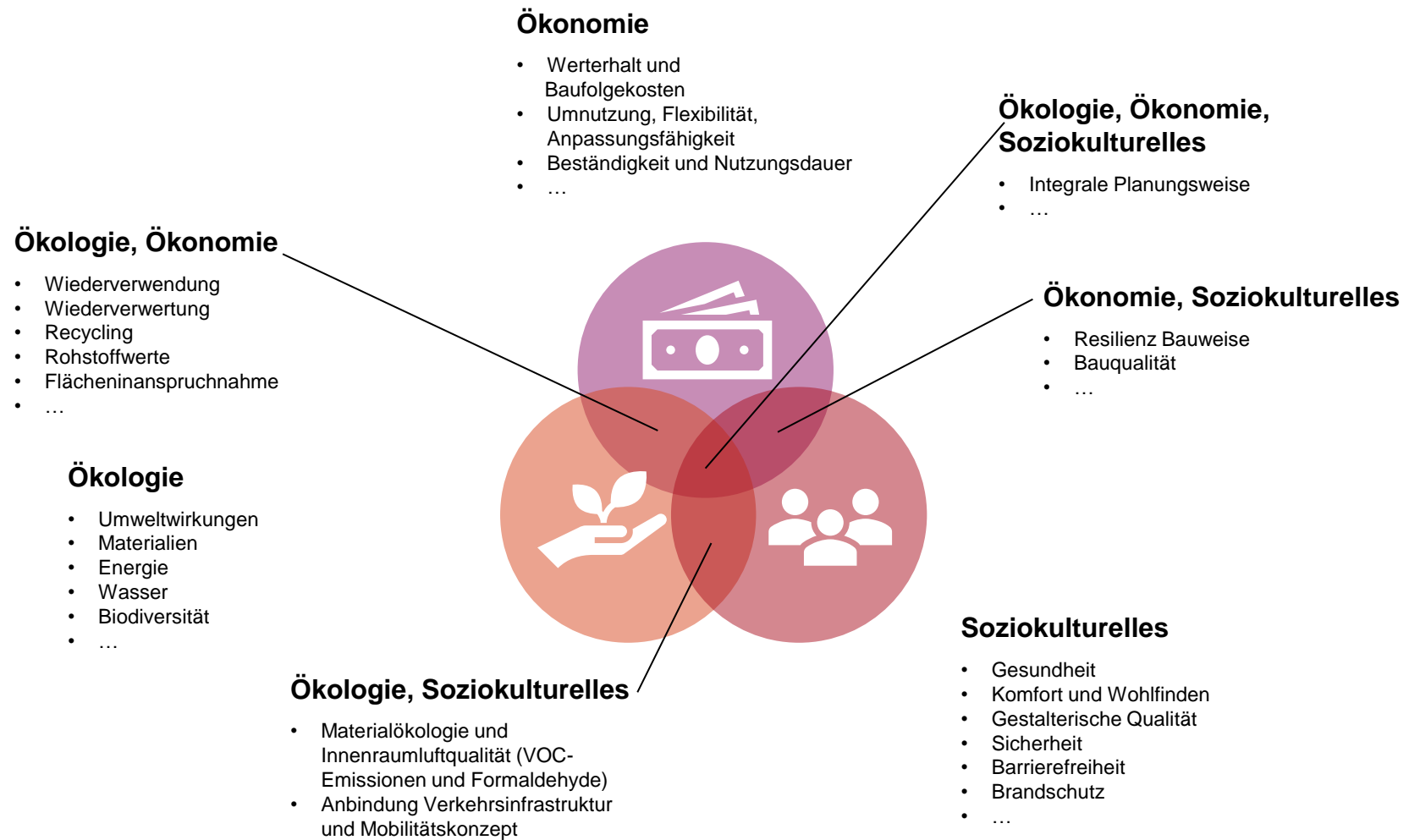


Quelle: Global Status Report For Buildings And Construction – Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector

# Ziele der Bundesregierung



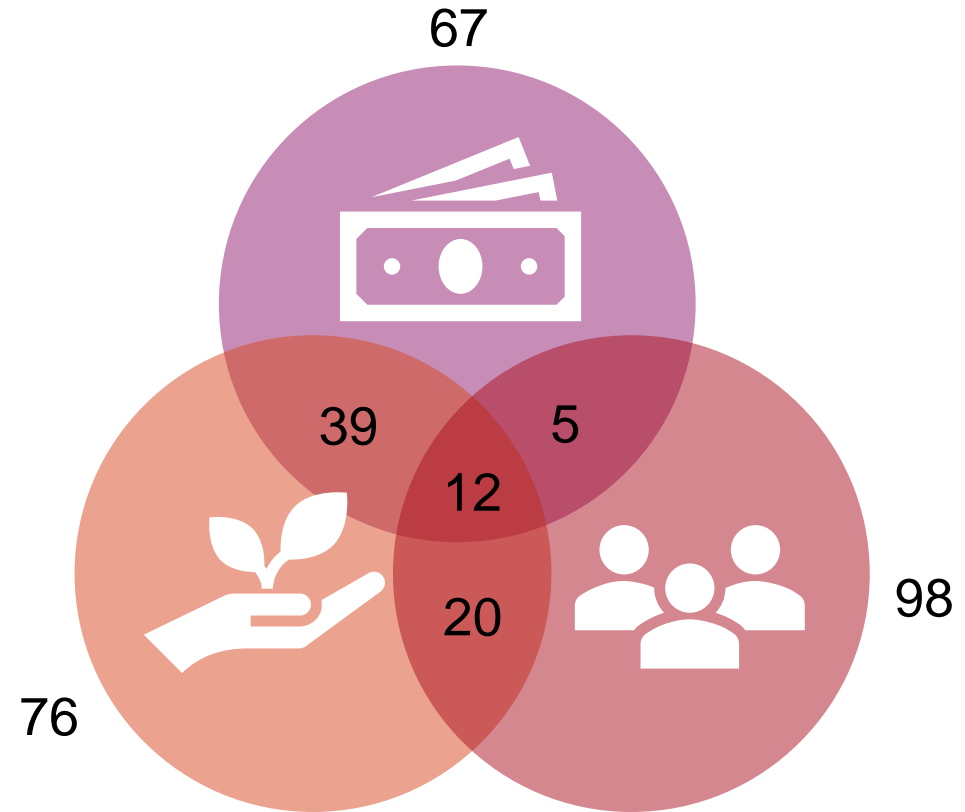
# Worin liegt die Verknüpfung zwischen Nachhaltigkeit und BIM?



Quelle: Bartels et al. 2022: Anwendung der BIM-Methode im Nachhaltigem Bauen

# Worin liegt die Verknüpfung zwischen Nachhaltigkeit und BIM?

Anwendung der BIM-Methode im Bereich des Nachhaltigen Bauens (Anzahl der genannten Veröffentlichungen)



Quelle: Bartels et al. 2022: Anwendung der BIM-Methode im Nachhaltigen Bauen

12.10.2023

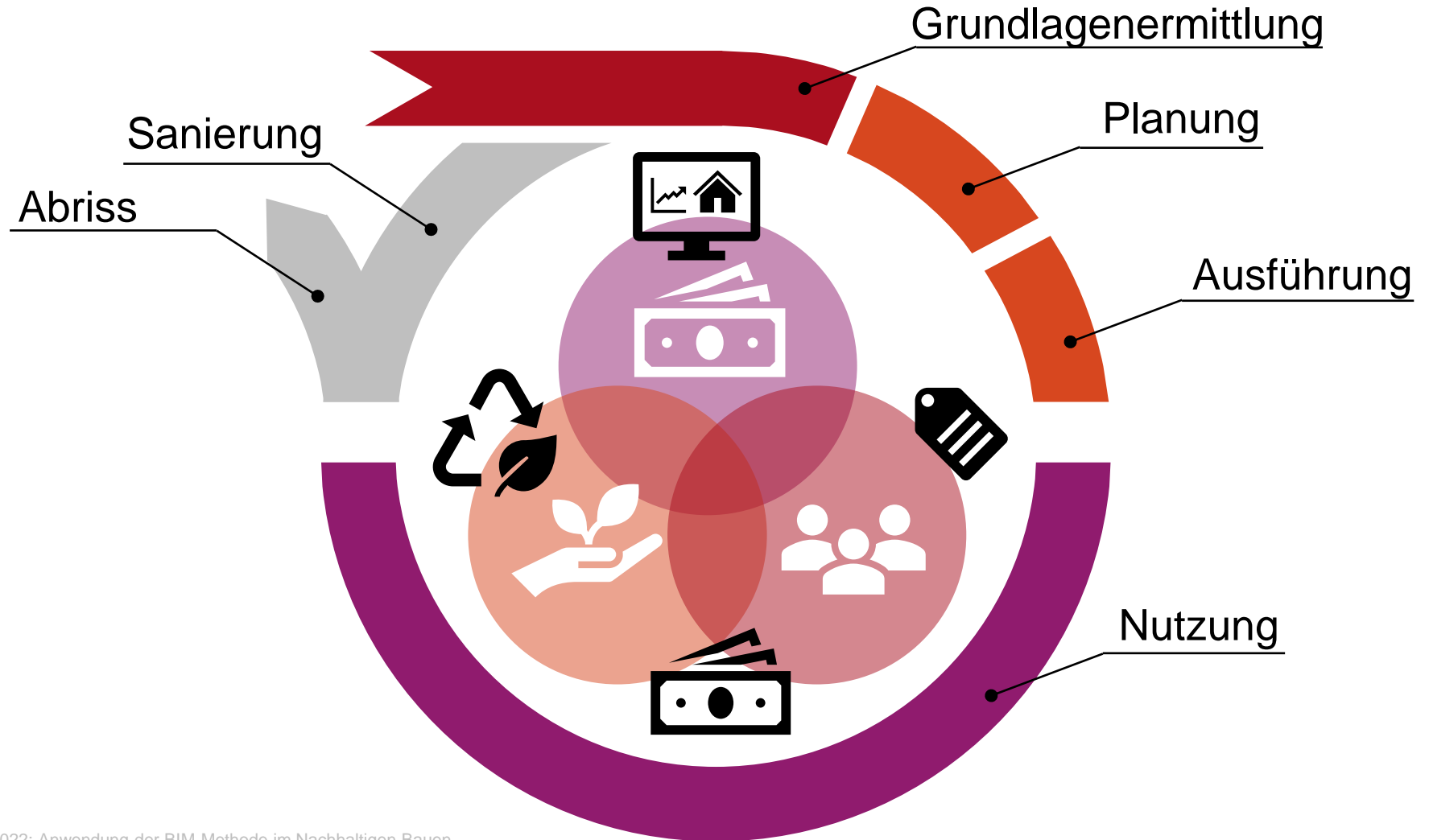
Prof. Dr.-Ing. Niels Bartels

Ringvorlesung Zirkulär Bauen

Seite 6

Münster WiSe 2023/2024

# BIM als Methode im Lebenszyklus – Verknüpfung mit Nachhaltigkeit



Quelle: Bartels et al. 2022: Anwendung der BIM-Methode im Nachhaltigen Bauen

12.10.2023

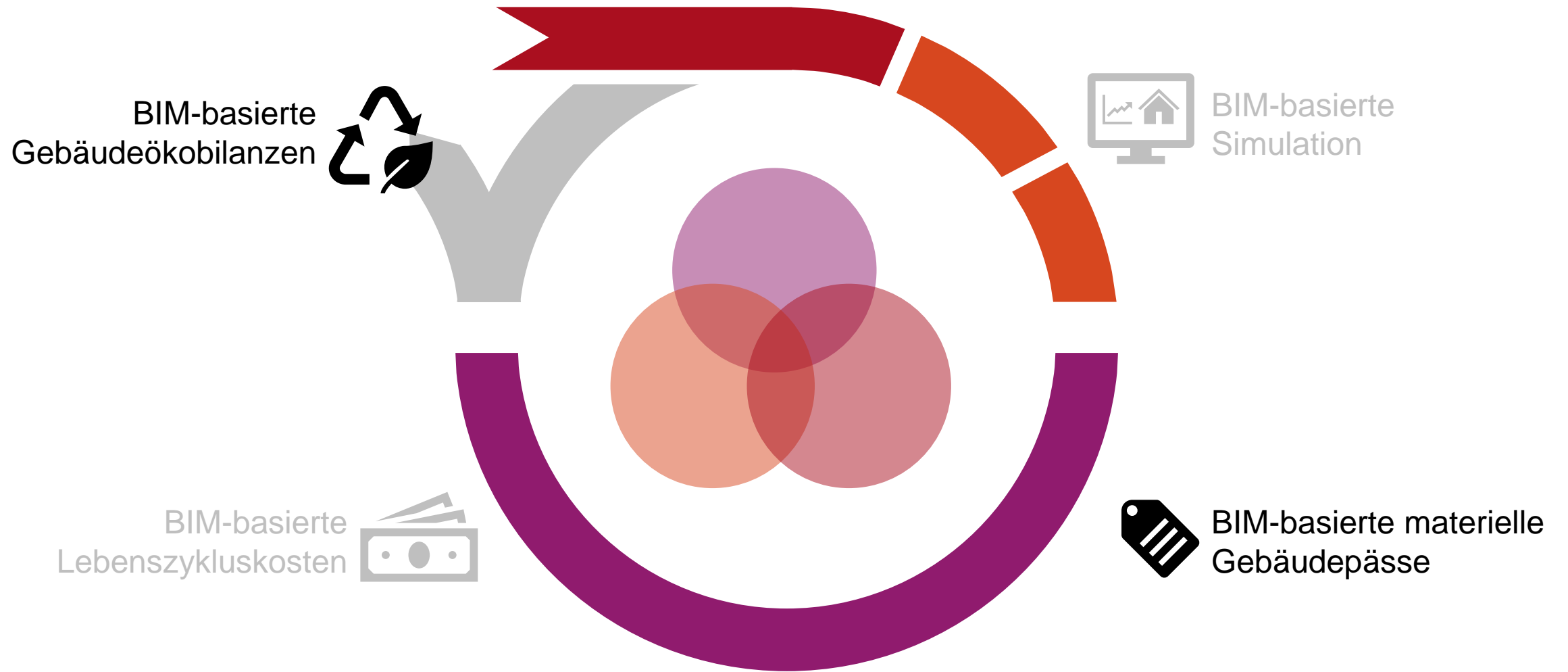
Prof. Dr.-Ing. Niels Bartels

Ringvorlesung Zirkulär Bauen

Münster WiSe 2023/2024

Seite 7

# Nachhaltigkeit im Lebenszyklus

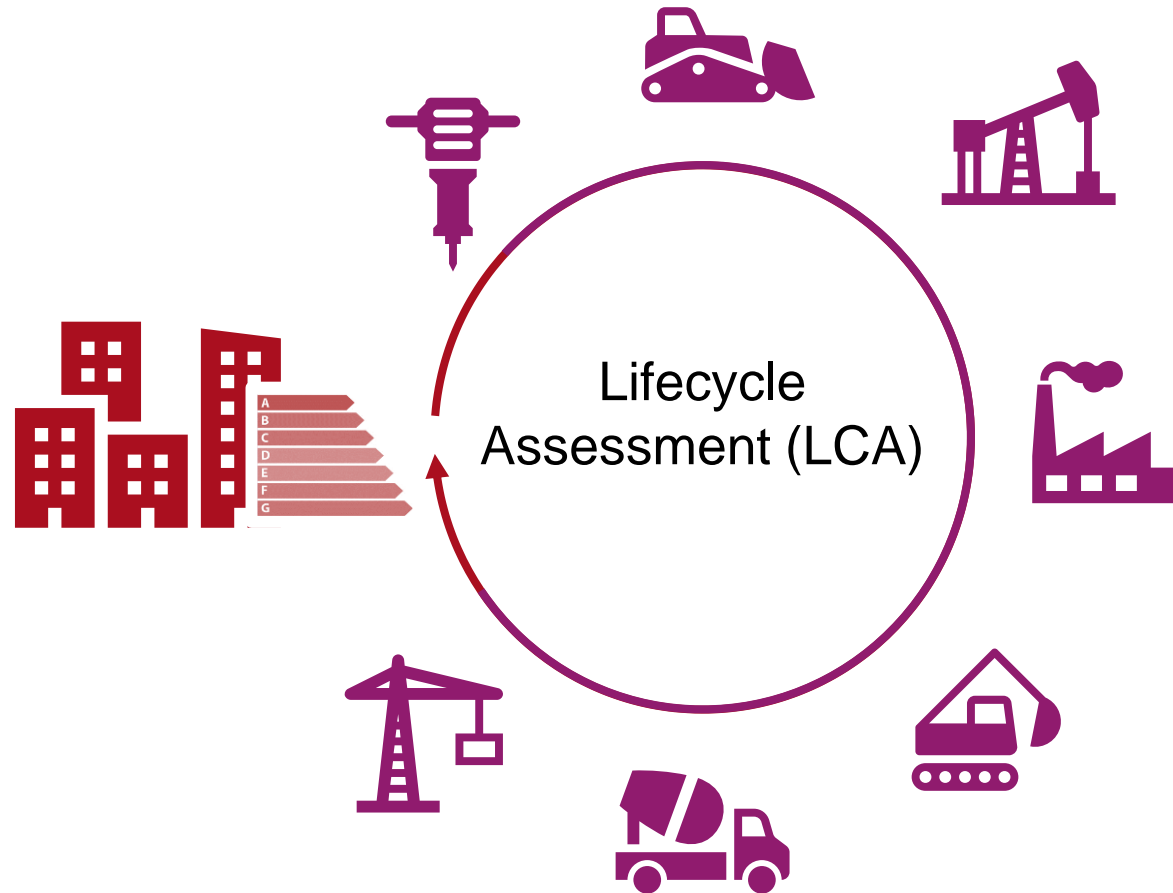




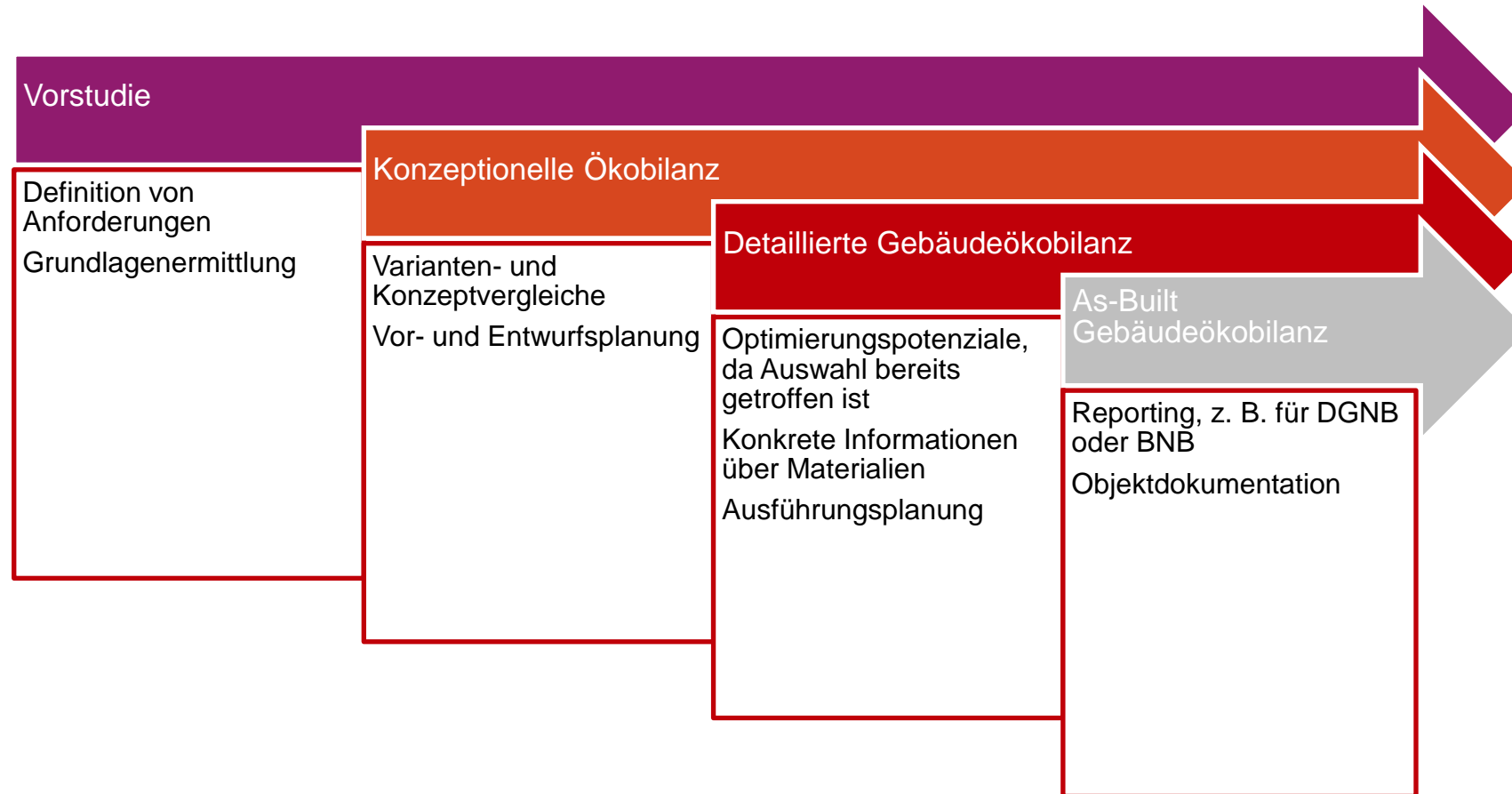
# Gebäudeökobilanz



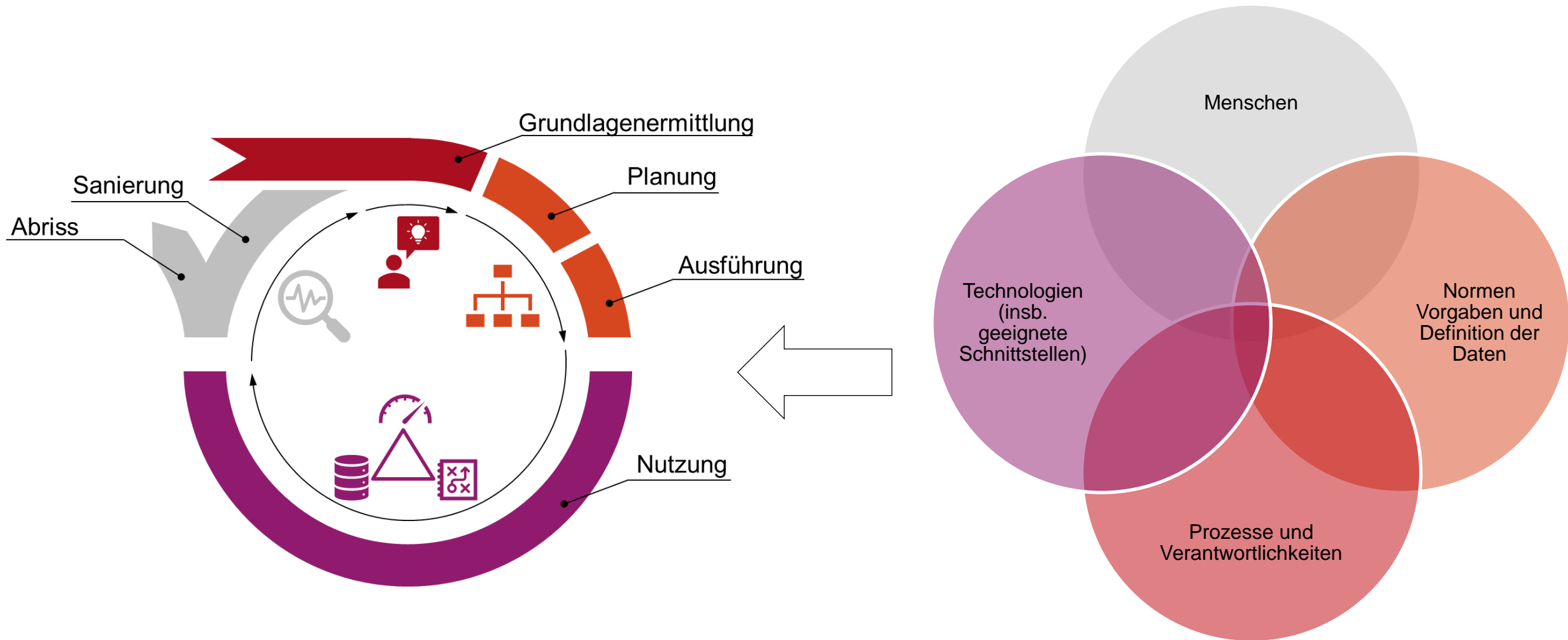
# Grundlagen Gebäudeökobilanz



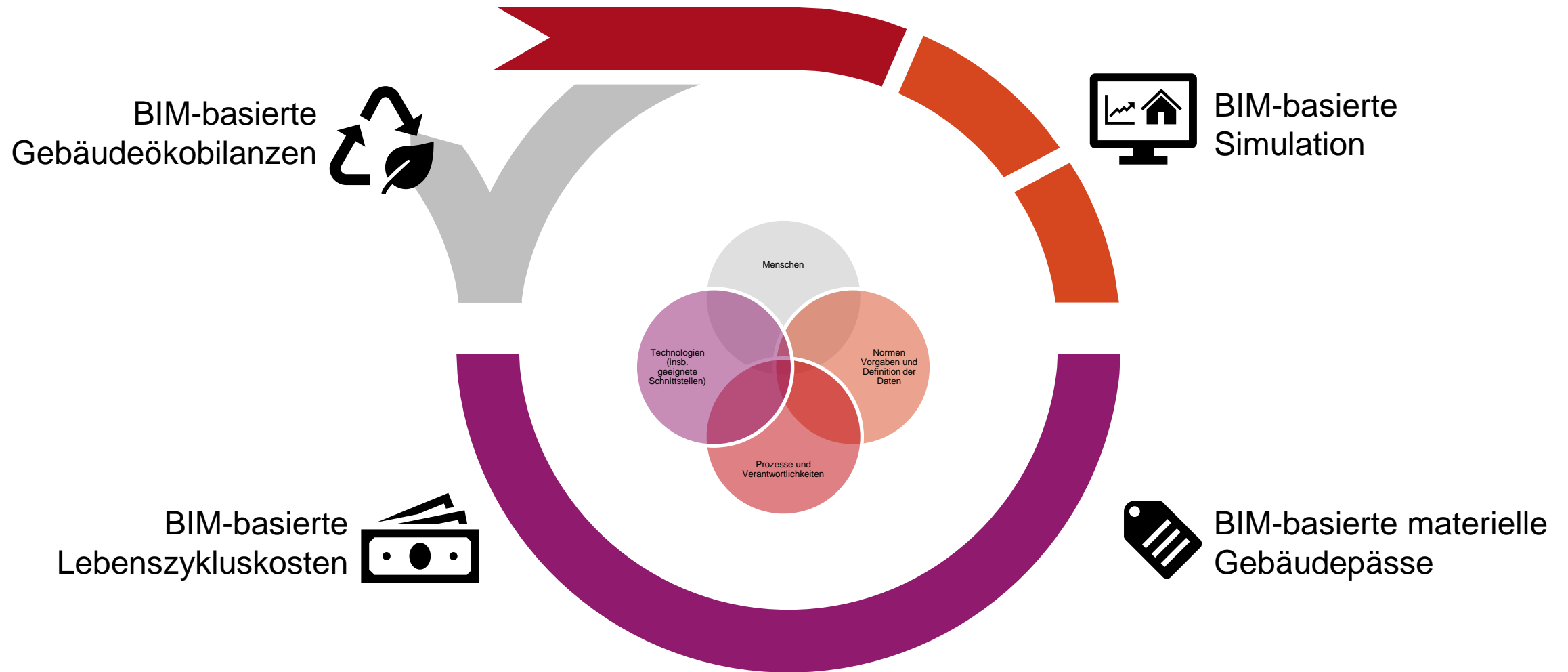
# Vorgehen zur Gebäudeökobilanzierung



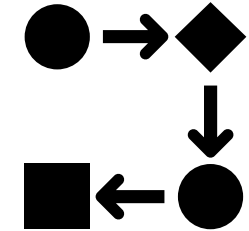
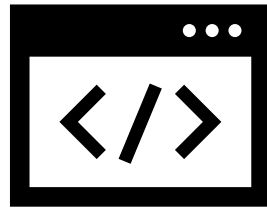
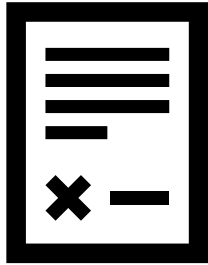
# Dokumentation im digitalen Gebäudemodell



# Dokumentation im digitalen Gebäudemodell



# Anforderungen zum Datenaustausch



Klare Definitionen über AIA und BAP – Welche Daten benötige ich wann und in welcher Form?

Offene und definierte Schnittstellen zum Datenaustausch zwischen Softwaresystemen und Datenbanken

Daten von allen Beteiligten – Vom Auftraggeber über die Planer, Ausführenden bis hin zu Lieferanten und dem Facility Management

Klare und definierte Prozesse zum Datenaustausch

# Datenbanken

**ÖKOBAUDAT**  
INFORMATIONSPORTAL NACHHALTIGES BAUEN

**WECOBIS**  
Basiswissen zu Umwelt- und Gesundheitsaspekten bei der Baustoffwahl.

**EMMy**

**DGNB**  
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen  
German Sustainable Building Council

**Nachhaltiges Bauen**

**CERTIFIED**  
**cradle to cradle**  
PRODUCTS PROGRAM

**Building Material Scout**

**IBU.data**

# Daten

Objekte, verknüpfte Dokumente

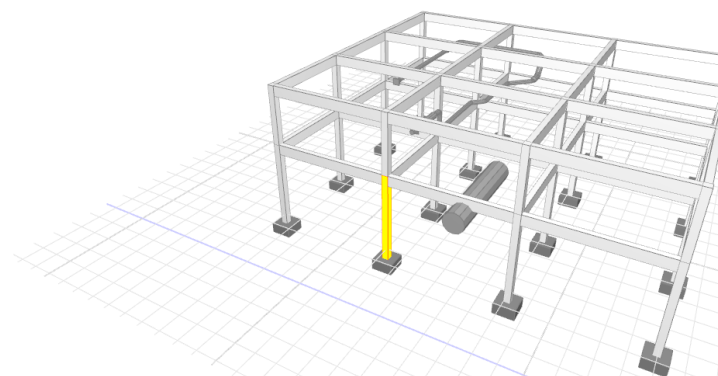
Datenblatt

Nur aktive Eigenschaften zeigen

Eigenschaftsnamen filtern ...

cp			
7	: BaseArea	0,0900 [m <sup>2</sup> ]	xsd:double
8	: BaseAreaContact	0,0900 [m <sup>2</sup> ]	xsd:double
9	: BaseAreaFarbMax	0,0900 [m <sup>2</sup> ]	xsd:double
10	: BaseAreaFarbMin	0,0900 [m <sup>2</sup> ]	xsd:double
11	: BBoxDX	0,3000 [m]	xsd:double
12	: BBoxDY	0,3000 [m]	xsd:double
13	: BBoxDZ	4,5000 [m]	xsd:double
14	: BBoxMaxX	-4,1500 [m]	xsd:double
15	: BBoxMaxY	18,1500 [m]	xsd:double
16	: BBoxMaxZ	4,0000 [m]	xsd:double
17	: BBoxMinX	3,8500 [m]	xsd:double
18	: BBoxMinY	17,8500 [m]	xsd:double
19	: BBoxMinZ	-0,5000 [m]	xsd:double
20	: COGx	4,0000 [m]	xsd:double
21	: COGy	18,0000 [m]	xsd:double
22	: COGz	1,7800 [m]	xsd:double
23	: Count	1 [psc]	xsl:long
24	: CountFaces	6 [psc]	xsl:long
25	: CountLines	0 [psc]	xsl:long
26	: CountTriangles	20 [psc]	xsl:long
27	: CountVertices	12 [psc]	xsl:long

Objekte, verknüpft... Fo... Skripte für B... Vo... No... Koll... Sk... Leisun...



```
#220259-IFCPROPERTYSET('Volume', $, IFCVOLUMEMEASURE(0.95399999999998764), $);
#220260-IFCPROPERTYSET('026AjRnPzCvxPPKjgT8hix', #20, 'Abn\X\Engelkeiten', $, (#488, #489, #490, #491, #493, #494, #495, #496, #497, #498, #499, #220256));
#220261-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('026AjRnPzCvxPPKsoT8hix', #20, $, $, (#220244), #220260);
#220262-IFCPROPERTYSET('026AjRnPzCvxPPKigT8hix', #20, 'Bema\X\Ufungen', $, (#220257, #220258, #220259));
#220263-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('026AjRnPzCvxPPKyT8hix', #20, $, $, (#220244), #220262);
#220264-IFCPROPERTYSET('026AjRnPzCvxPPK1UT8hix', #20, 'Phasen', $, (#500));
#220265-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('026AjRnPzCvxPPKyUT8hix', #20, $, $, (#220244), #220264);
#220266-IFCPROPERTYSET('026AjRnPzCvxPPKacT8hix', #20, 'Querschnittdefinition', $, (#487));
#220267-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('026AjRnPzCvxPPKqcT8hix', #20, $, $, (#220244), #220266);
#220268-IFCPROPERTYSET('1RE6GoceH2ega53eTmVT2M', #20, 'Sonstige', $, (#506, #508, #518, #519, #520));
#220269-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('09YBhVp9n51hCsZupTKUz0', #20, $, $, (#220244), #220268);
#220270-IFCPROPERTYSET('026AjRnPzCvxPPK1M1T8hix', #20, 'Tragwerk', $, (#501, #502));
#220271-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('026AjRnPzCvxPPKyM1T8hix', #20, $, $, (#220244), #220270);
#220272-IFCPROPERTYSET('3VUSOKW65d1WfcsDrZ', #20, 'Pset_QuantityTakeOff', $, (#855));
#220273-IFCPROPERTYSET('Reference', $, IFCLABEL('GK 100'), $);
#220274-IFCPROPERTYSET('3Q44WmUQypgY1qs544q55', #20, 'Pset_ReinforcementBarPitchOfWall', $, (#220273));
#220275-IFCPROPERTYSET('3Z41Y0s0vD87jybY8gvM', #20, 'Pset_WallCommon', $, (#556, #557, #558, #559));
#220276-IFCPROPERTYSET('Typ', $, IFCLABEL('GK 100'), $);
#220277-IFCPROPERTYSET('Breite', $, IFCLENGTHMEASURE(0.09999999999999978), $);
#220278-IFCPROPERTYSET('F1\X\E4che', $, IFCAREAMEASURE(9.5399999999999764), $);
#220279-IFCPROPERTYSET('Volume', $, IFCVOLUMEMEASURE(0.95399999999998764), $);
#220280-IFCPROPERTYSET('0UBok306wnrOH1YdLvaLn', #20, 'AVA - WANDLISTE', $, (#220276, #220277, #220278, #220279));
#220281-IFCPROPERTYSET('Typ', $, IFCLABEL('GK 100'), $);
#220282-IFCPROPERTYSET('Material', $, IFCLABEL('D\X\E4mmung - weich'), $);
#220283-IFCPROPERTYSET('Breite', $, IFCLENGTHMEASURE(0.09999999999999978), $);
#220284-IFCPROPERTYSET('L\X\E4nge', $, IFCLENGTHMEASURE(3.4599999999999889), $);
#220285-IFCPROPERTYSET('F1\X\E4che', $, IFCAREAMEASURE(9.5399999999999761), $);
#220286-IFCPROPERTYSET('Volume', $, IFCVOLUMEMEASURE(0.95399999999998764), $);
#220287-IFCPROPERTYSET('0yEV96gzYewQ2InnPz71', #20, 'ING - WANDLISTE', $, (#220281, #220282, #220283, #220284, #220285, #220286));
#220288-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('25VMe5nJ9z09U2e1JhX', #20, $, $, (#220244), #220272);
#220289-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('0CohDsEaXE1vaBe_7sWiyX', #20, $, $, (#220244), #220274);
#220290-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('3R0PpGx11FxbPngen2qX', #20, $, $, (#220244), #220275);
#220291-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('3Lj0h0jvElgkoEtw_23Wl', #20, $, $, (#220244), #220280);
#220292-IFCDEFINITIONBYPROPERTIES('0kVx31gD4nPdnNRW10mY', #20, $, $, (#220244), #220287);
#220293-IFCAXIS2PLACEMENT3D(#220343, $, $);
#220294-IFCLOCALPLACEMENT(#9, #220293);
#220295-IFCARTESIANPOINT(1.2, 0.7999999999999988, 7.3799999999999946, 0.);
#220296-IFCARTESIANPOINT(0.74999999999999627, 4.049999999999998, 1.9225763964014606);
#220297-IFCARTESIANPOINT(4.0500000000000105, 4.049999999999998, 1.9225763964014606);
#220298-IFCARTESIANPOINT(0.7200000000000097, 7.3799999999999946, 0.);
#220299-IFCPOLYLOOP(#220295, #220296, #220297, #220298);
#220300-IFCFACEOUTERBOUND(#220299, .T.);
```

<Skelettbauliste>

A	B	C	D
IFCGUID	Gewicht	Hersteller	Volumen
0915y42oH1fOsSg5STpKQG			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKVb			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKVm			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKV9			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKGE			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKlk			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKld			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKlm			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKlM			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKlN			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJe			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJf			2,14 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJg			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJh			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJi			1,76 m <sup>3</sup>
0915y42oH1fOsSg5STpKJj			1,76 m <sup>3</sup>

Eigenschaften

STB Stütze - rechteckig  
STB 300 x 300

Tragwerkstützen (1) Typ bearbeiten

Abhängigkeiten

Basisebene Ebene 0  
Versatz unten -2,5000 m  
Oberste Ebene Ebene 1  
Versatz oben 0,0000 m  
Stützstil Vertikal  
Verschieben mit Raster   
Raumbegrenzung   
Stützpositionsmarkierung A-2

Tragwerk

Betonüberdeckung - Obere Fläche cr:2.0cm <2.0 cm>  
Betonüberdeckung - Untere Fläche cr:2.0cm <2.0 cm>  
Betonüberdeckung - Andere Flächen cr:2.0cm <2.0 cm>

Bemaßungen

Volumen 0,405 m<sup>3</sup>

ID-Daten

Bild  
Kommentare  
Kennzeichen  
Hat Verknüpfung

Phasen

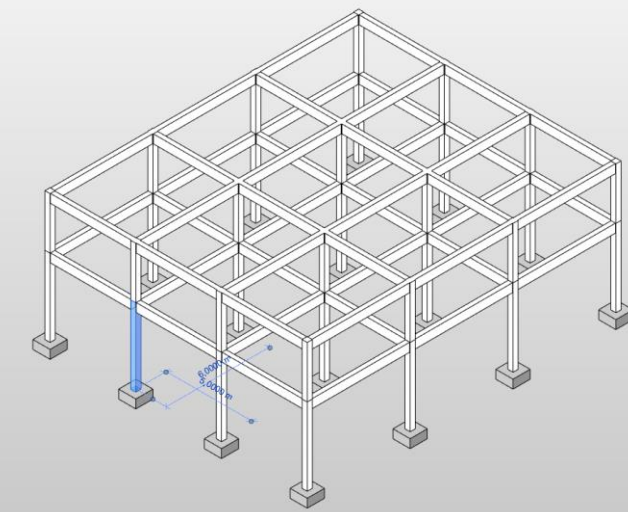
Phase erstellt Phase 01  
Phase abgebrochen Keine

IFC-Parameter

Vordefinierter IFC-Typ  
In IFC exportieren als  
In IFC-Datei exportieren Nicht Typ  
IFCGUID 0915y42oH1fOsSg5STpKcN

Hilfe zu Eigenschaften Anwenden

Projektbrowser - Projekt\_Grip1  
Ebene 0  
Ebene 1

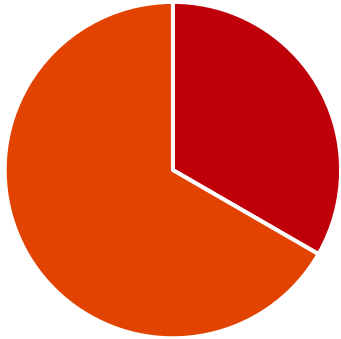




# BIM-basierte Gebäudeökobilanz und digitaler Ressourcenpass



# Warum ist ein digitaler Gebäderessourcenpass so wichtig?



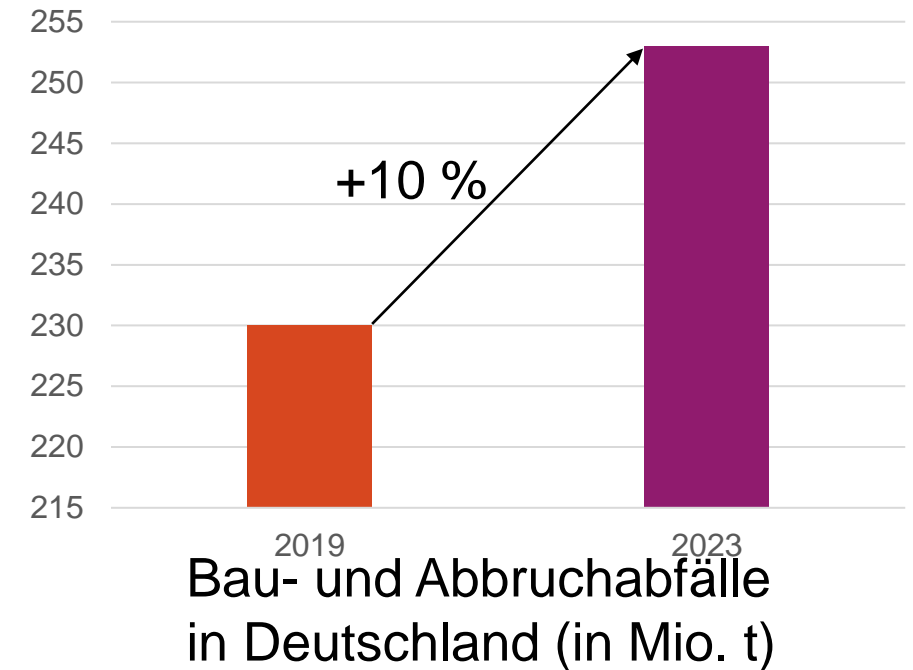
Ein Drittel der globalen Ressourcen werden durch die gebaute Umwelt verbraucht

187 t

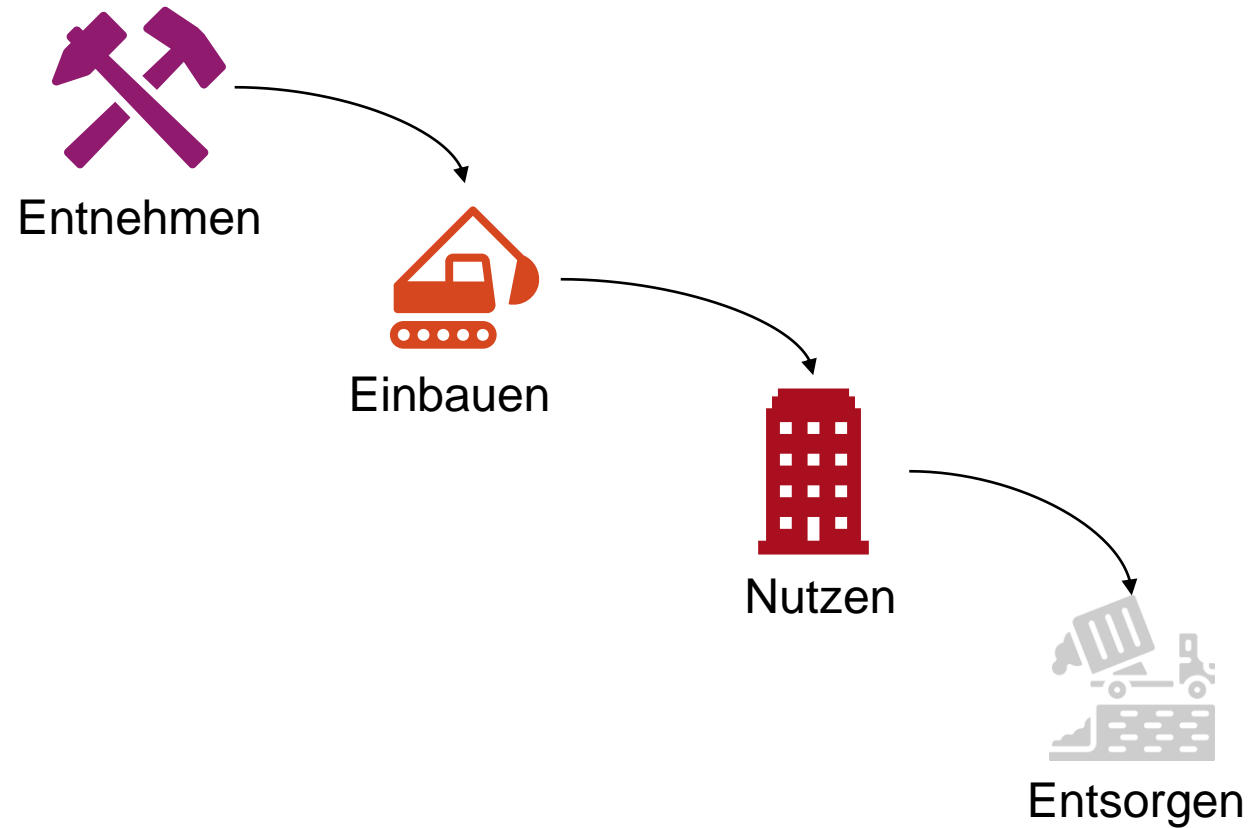
Material sind pro Kopf In Deutschland in Gebäuden verbaut



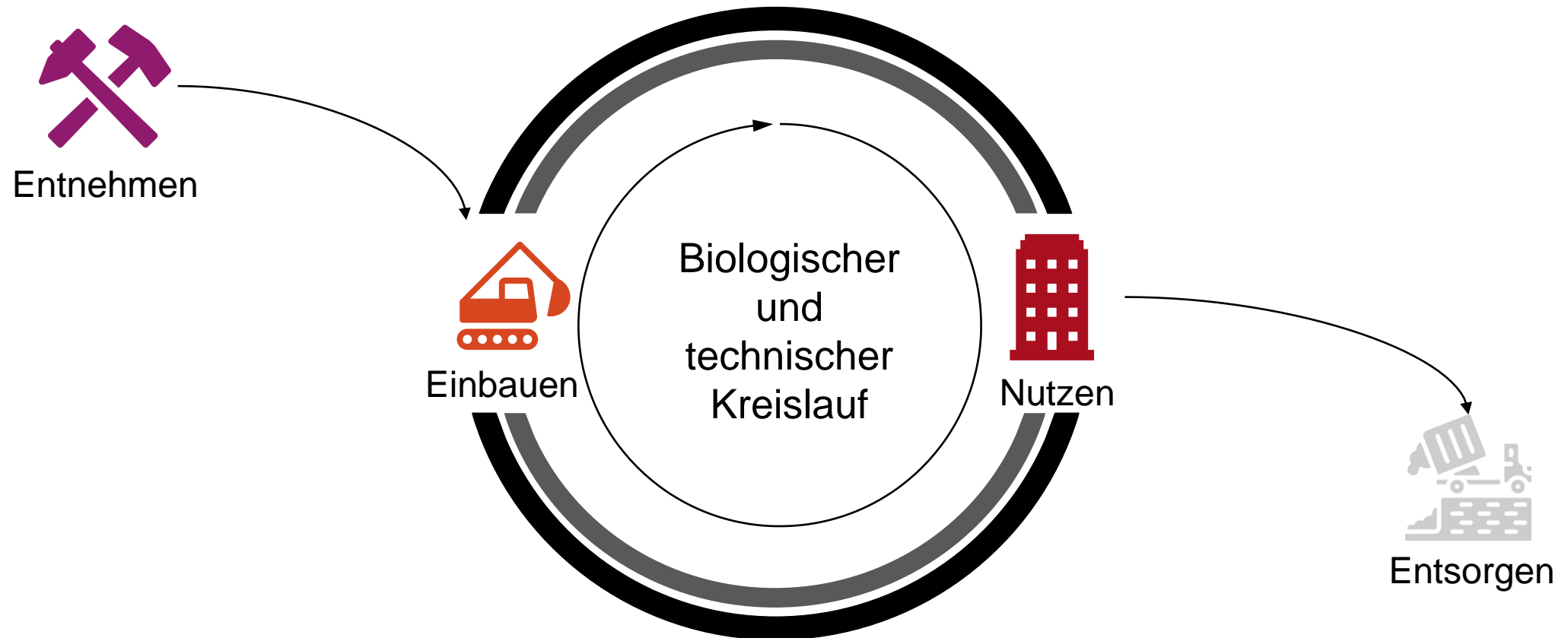
50% der entnommenen Rohstoffe in Deutschland sind Baumaterialien



# Bisheriges Vorgehen: linearer Umgang mit Ressourcen



# Zukunft: zirkulär und vernetzter Umgang mit Ressourcen



# Der Gebäuderessourcenpass der DGNB

Der Gebäuderessourcenpass enthält aggregiert Informationen zu

- Materialität eines Gebäudes
- Beitrag des Gebäudes zur Kreislaufwirtschaft heute
- Lebenszyklus CO<sub>2</sub> und Energiebilanz
- Ausgewählte Informationen zur effizienten Nutzung
- Mögliche Verwend oder Verwertbarkeit des Gebäudes in Zukunft und zur Dokumentation

# Ziele des digitalen Gebäuderessourcenpasses

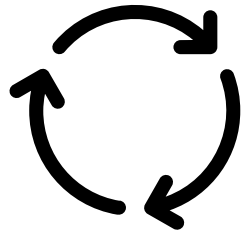
- Der Gebäuderessourcenpass soll die nötigen Informationen zur Verfügung stellen, um Ressourcen in Szenarien für ein Urban Mining, Sanierung & Abbruch bestmöglich zu nutzen
- Langfristig schafft er die Grundlage für eine konsistente Kreislaufwirtschaft im Bausektor, in der frühe und späte Lebenszyklusphasen (Produktdesign und Produktrecycling) optimal miteinander koordiniert und verzahnt sind.
- Erforderlich dafür sind die vollständige Transparenz über verbaute Materialien und Komponenten, ihrer Werte und Besitzverhältnisse



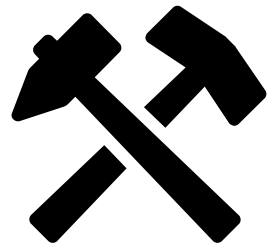
# Forschungsarbeiten und relevante Standards



# Wofür soll der Gebäuderessourcenpass eingesetzt werden?



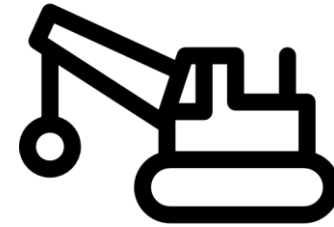
Zirkularitäts- und wesentliche Umwelt-Eigenschaften von Gebäuden strukturiert offenlegen



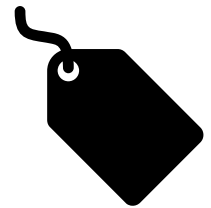
Daten für eine Dokumentation zum Aufbau „Urbaner Minen“



Informations- und Daten- Grundlage für Lenkungs-instrumente (z.B. Einhaltung von Quoten)



Fachliche Grundlage für ressourcenbewusste Um- und Rückbau-planung und Umsetzung

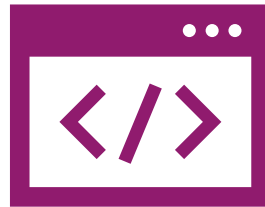


Fachliche Grundlage für die Definition wesentlicher Nachhaltigkeits-Eigenschaften von Materialien, Produkten, Bauteilen

# Anforderungen zum Datenaustausch



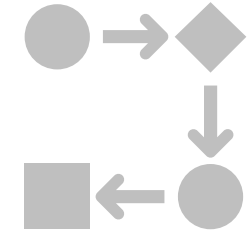
Klare Definitionen über AIA und BAP – Welche Daten benötige ich wann und in welcher Form?



Offene und definierte Schnittstellen zum Datenaustausch zwischen Softwaresystemen und Datenbanken



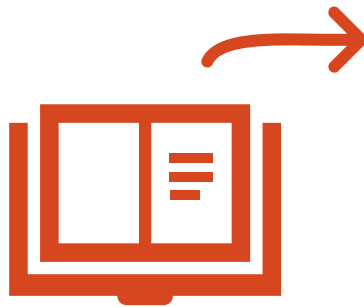
Daten von allen Beteiligten – Vom Auftraggeber über die Planer, Ausführenden bis hin zu Lieferanten und dem Facility Management



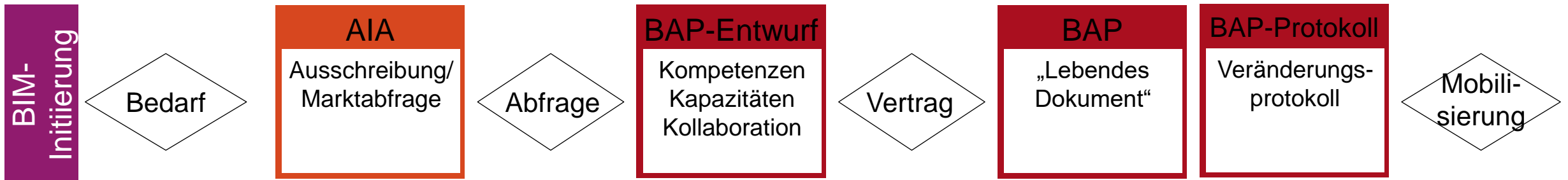
Klare und definierte Prozesse zum Datenaustausch



# Festlegung von Informationen in AIA



- ✓ Erkenntnisse aus IDM, ERs und MVD werden genutzt, um die AIAs („Lastenheft“) zu erweitern
- ✓ konkrete Modellierungshinweise und Empfehlungen
- ✓ z. B. monolithische vs. schichtweise Modellierung

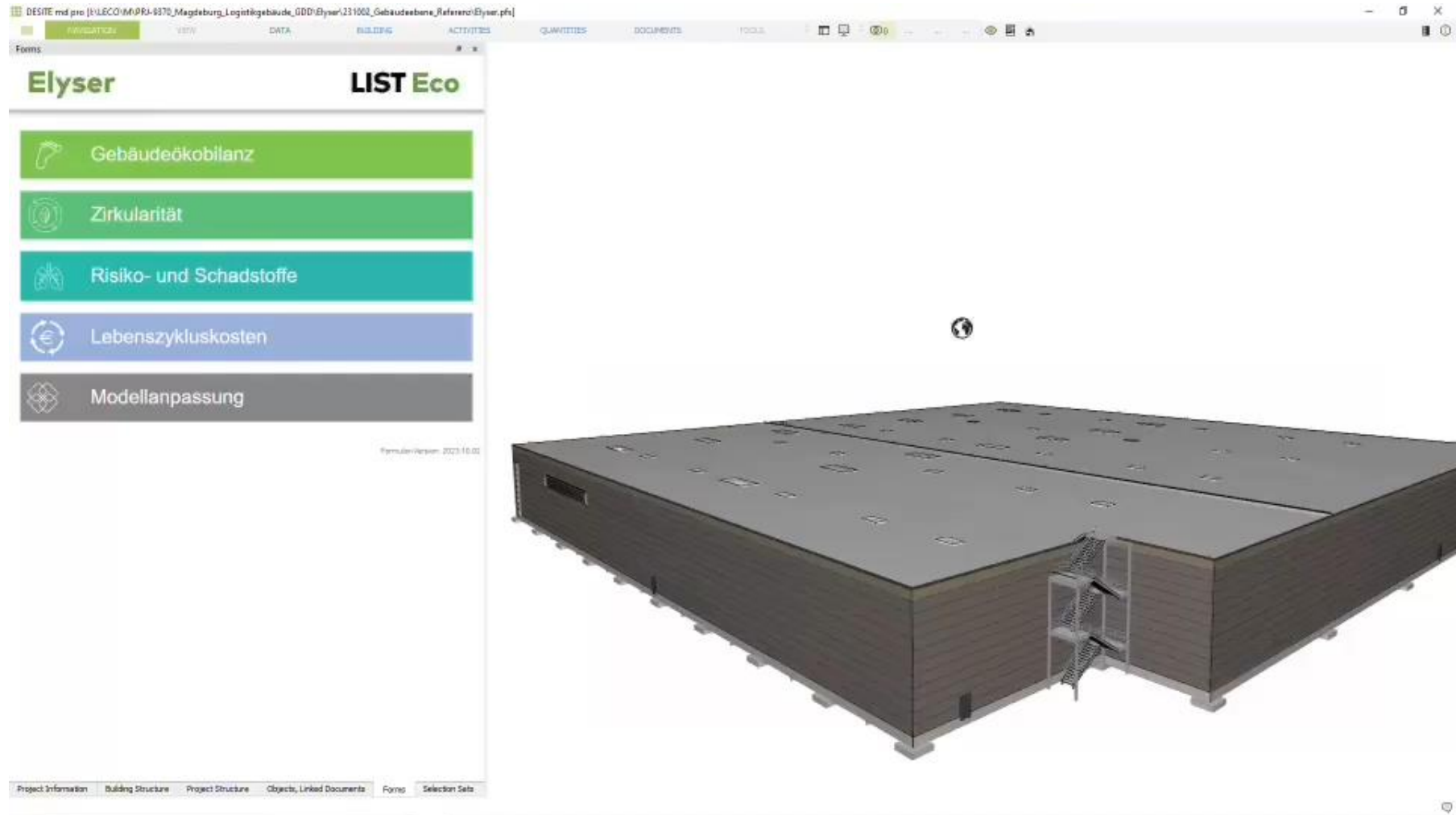


Eigene Darstellung nach VDI 2552 Blatt 10

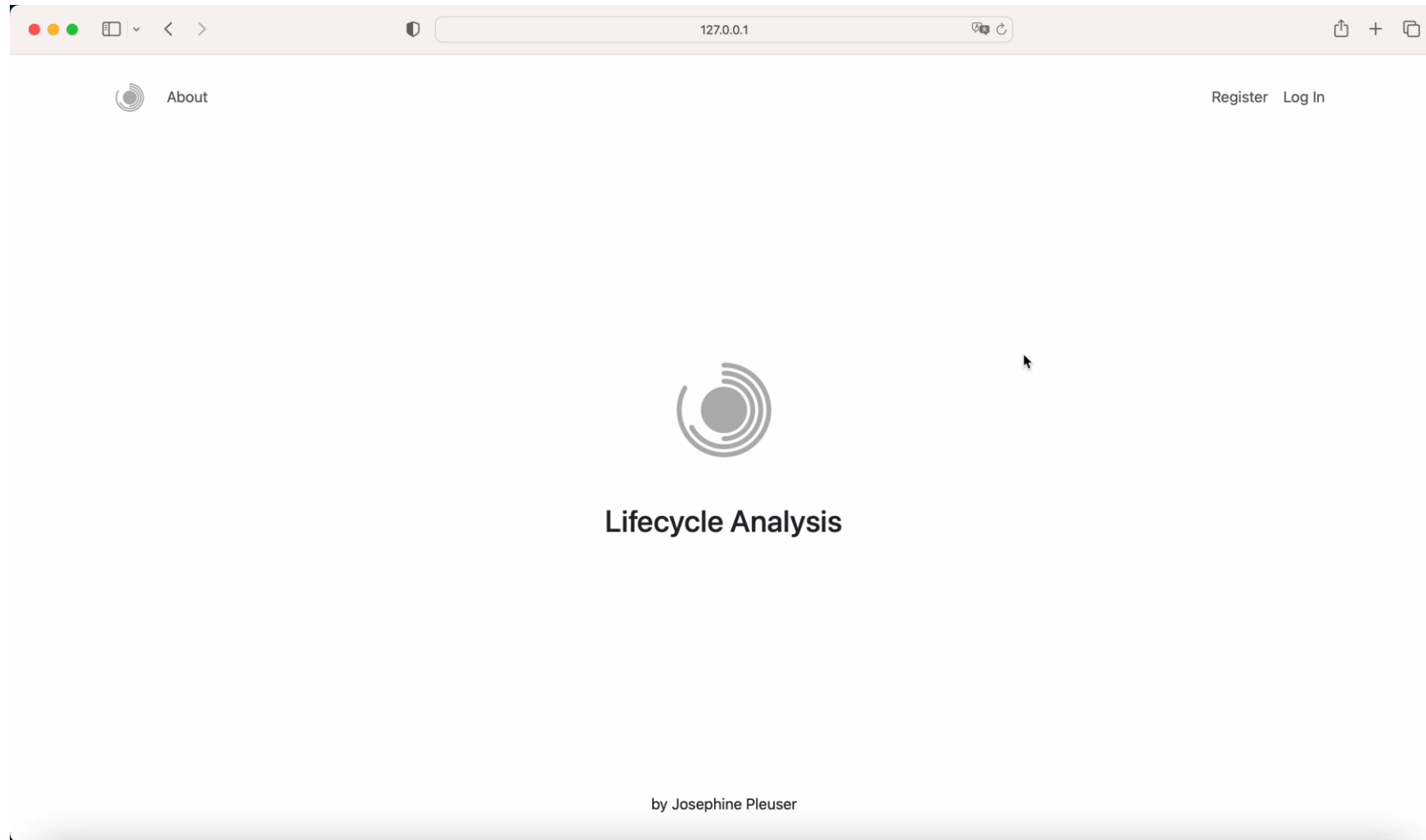


## Beispiele aus der Praxis

# Beispiel LIST Eco



# Beispiel LCC und LCA

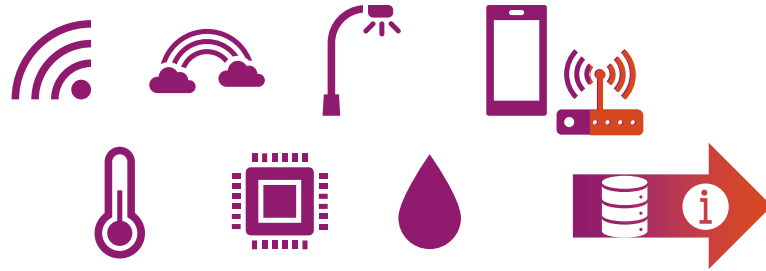




# Ausblick zu BIM und Nachhaltigkeit

# Verknüpfung von BIM und IoT

## Datengenerierung



IoT im Gebäude



Digitales Gebäudemodell  
mithilfe der BIM-Methode

## Datenverarbeitung



Datenverarbeitung  
in der IoT-Daten-  
Cloud (Smart  
Building Zwilling)



## Datennutzung



Datenanalysen



Benutzeroberflächen



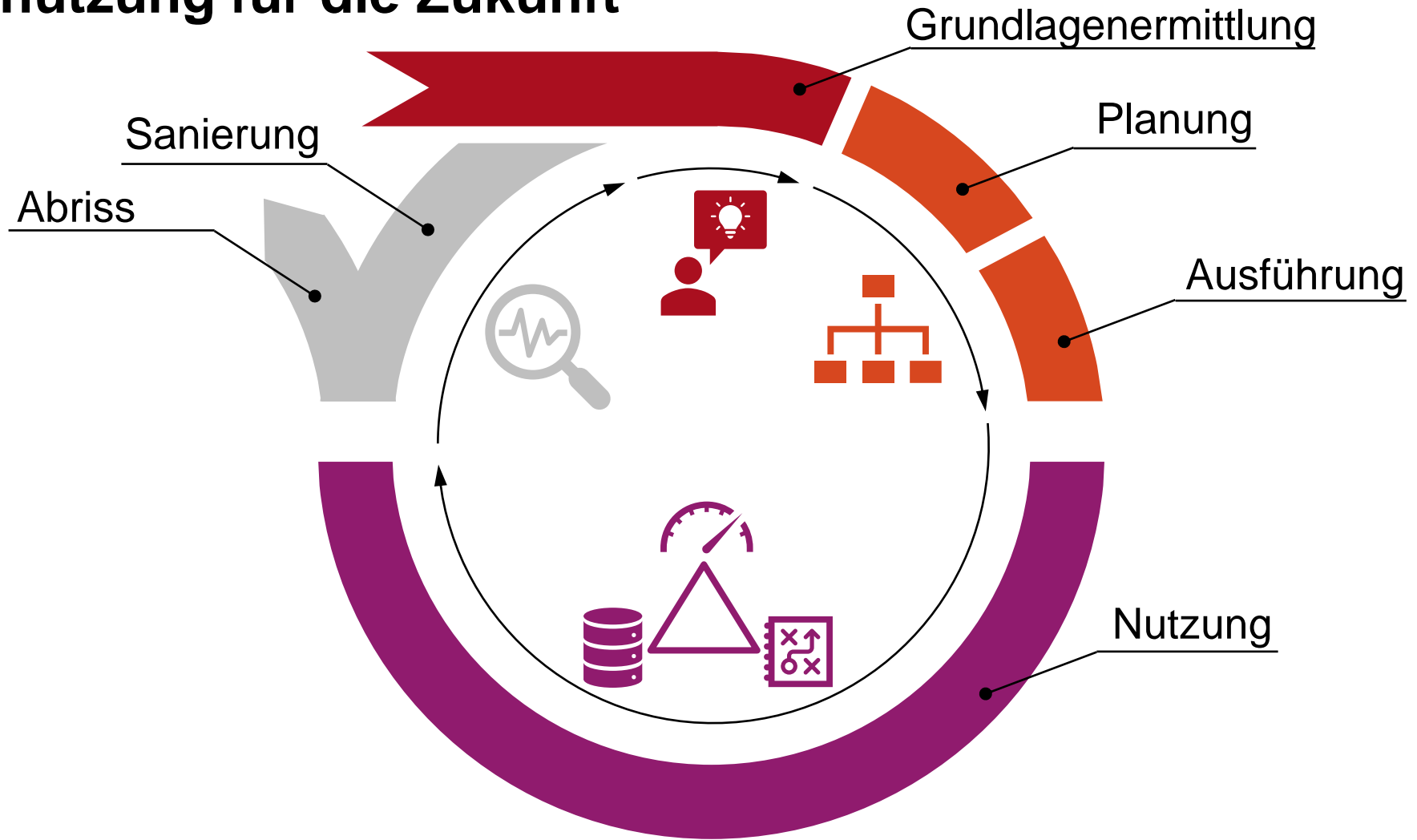
Nutzerzufriedenheit



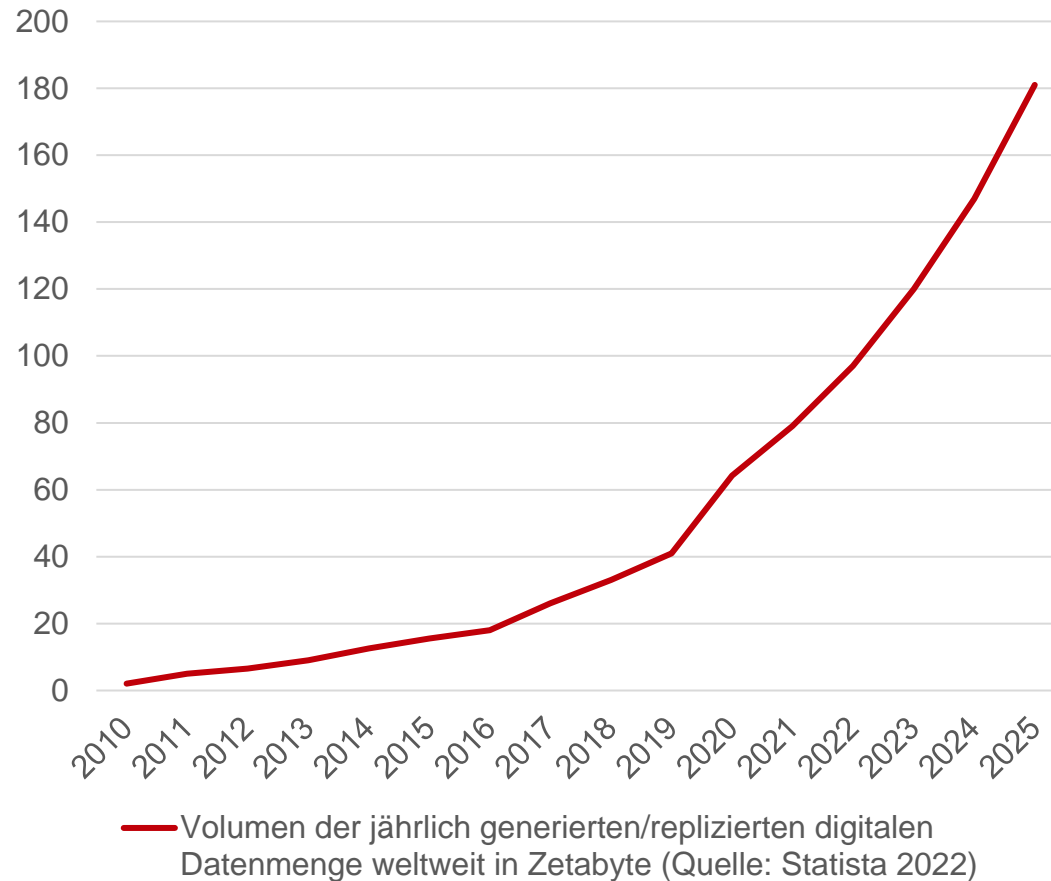
Prozessoptimierung

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Bartels, Weilandt (2020): Smart Building als Erfolgsfaktor und Bartels, Weilandt (2021): Lebenszyklusorientierter Ansatz und durchgängige Nutzung von Daten

# Datennutzung für die Zukunft



# Datendemokratisierung als Schlüssel



- Daten aus Gebäuden für eine breite Masse (im Unternehmen, aber auch außerhalb des Unternehmens) nutzbar machen
- Offene Datenformate nutzen
- Auch Daten, die auf den ersten Blick nicht relevant erscheinen, können später von Nutzen sein





**Technology**  
**Arts Sciences**  
**TH Köln**

Prof. Dr.-Ing. Niels Bartels  
Professor für Digitales Planen und Bauen

TH Köln  
Campus Deutz  
Betzdorfer Str.  
50679 Köln

T: +49 221 8275-4118  
E: niels.bartels@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/personen/niels.bartels/>