

Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeit-Überwachung

| | |
|--|----------|
| 1. Zielerreichung und Projektstatus | 1 |
| 2. Durchgeführte Arbeiten im Berichtszeitraum | 2 |
| 2.1. Projektleitung | 2 |
| 2.2. Wissenschaftliche Leitung | 2 |
| 2.3. Nachhaltiges Betreibermanagement | 2 |
| 2.4. Nachhaltige Bauwerksmodellierung | 5 |
| 2.5. EcoTwin Architektur - Datenintegrationsplattform | 7 |
| 2.6. Dashboard und Toolintegration | 8 |
| 3. Erläuterung von wesentlichen Änderungen bei den Kosten | 9 |
| 4. Beitrag der Projektergebnisse zur Nachhaltigkeit | 9 |

1. Zielerreichung und Projektstatus

Als übergeordnetes Ziel des Projekts EcoTwin wird die prototypische Entwicklung einer **Plattform zur Verknüpfung von digitalen Bauwerksmodellen und Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturbauwerken**, sowie eines Dashboards zur Visualisierung der dabei berechneten Nachhaltigkeitsindikatoren verfolgt. Ziel ist die Erarbeitung allgemein nutzbarer Grundlagen für eine modellbasierte und zustandsbasierte Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturen, insbesondere Tunnel und Brücken. Die Plattform soll Bauwerksmodelle, Ökodaten und Zustandsinformationen miteinander verknüpfen, während das Dashboard die daraus abgeleiteten Nachhaltigkeitsindikatoren in übersichtlicher Form aufbereitet und somit in der Erhaltungsstrategie über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks unterstützen soll. Die Bearbeitungen bauen dabei auf der im Forschungsprojekt LZinfra (FFG-Projektnr. 926624) geschaffenen prototypischen Toollandschaft auf, welche bereits die ökologische und ökonomische Lebenszyklusbewertung für Bestandstrassen und Trassenvarianten auf Korridorebene, Bauwerksoptimierung auf Bauwerksebene, sowie Fragestellungen der Bauabwicklung auf Baustellenebene ermöglicht.

Aufbauend auf dieser Zielsetzung lag der Fokus des ersten Forschungsjahres auf der Schaffung zentraler inhaltlicher und technischer Grundlagen. Dazu zählten insbesondere die Analyse des **Status quo** bei Infrastrukturbetreibern im Hinblick auf **Lebenszyklus- und Nachhaltigkeitsbewertungen**, die **Ableitung zentraler methodischer Ansätze für eine modellbasierte Ökobilanzierung und Kreislaufwirtschaftsbewertung** sowie die **Entwicklung eines ersten EcoTwin-BIM-Standards** mit Klassifikationsschema, Informationsanforderungen und Modellierungsansätzen für Brücken und Tunnel. Ergänzend wurde ein **Rapid Prototyping der Systemarchitektur** durchgeführt, um die Integration von Bauwerksmodellen, Bewertungsmethoden und Analysewerkzeugen vorzubereiten. Die definierten Ziele sind weiterhin uneingeschränkt aktuell und haben durch die Erkenntnisse aus Betreiberinterviews zusätzlich an Relevanz gewonnen, insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden Anforderungen an Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft.

Für das erste Projektjahr liegt prinzipiell ein planmäßiger Arbeitsfortschritt vor. Der vorgesehene Projektstart zum 01.04.2025 konnte nur bedingt eingehalten werden, da der Förderzuschlag erst im Juli 2025 erfolgte und mit dem Kick-off-Meeting am 23. September 2025 gemeinsam mit den Projektpartnern die inhaltliche Bearbeitung vollständig aufgenommen wurde. Unabhängig davon konnten insbesondere in den AP5 und AP6 wesentliche Vorarbeiten geleistet werden, da diese nicht unmittelbar von Ergebnissen anderer Arbeitspakete abhängen. Die AP3 und AP4 wurden infolge notwendiger Abstimmungen mit den Projektpartnern verstärkt ab September 2025 bearbeitet. Das Projektteam hält zum gegenwärtigen Zeitpunkt unvermindert an den Projektzielen fest.

Im Folgenden werden die wesentlichen Highlights und Ergebnisse des ersten Forschungsjahres dargestellt:

- Ermittlung und Analyse des Status Quo der Infrastruktur-Betreibern hinsichtlich Lebenszyklus-, Kreislaufwirtschaftsbewertung und ökologische Nachhaltigkeitsbewertung durch Interviews
- Durchführung eines AP-übergreifenden Präsenz-Workshops mit den Wirtschaftspartnern (Betreiber, Planer und Verbände) zur Identifizierung von userzentrierte Bedarfen und Anforderungen an einen automatisierten Workflow zur modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung
- Entwicklung eines ersten EcoTwin-BIM-Standards, inkl. Klassifikationsschema, Informationsanforderungen und Modellieransätzen für Brücken und Tunnel
- Eine Systemarchitektur für die zu entwickelnde Plattform wurde aufgesetzt.
- Entwicklung einer Schnittstelle zur bestehenden LZinfra-Rechnerlandschaft, welche deren Nutzung erlaubt ohne ihre Funktionalität nachbilden zu müssen (erste Algorithmen wurden entwickelt und ein erster Prototyp einer Benutzerschnittstelle mit clientseitiger, teilweise geometriebasierter IFC-Modell-Auswertung wurde entwickelt).

2. Durchgeführte Arbeiten im Berichtszeitraum

2.1. Projektleitung

Fertigstellungsgrad: 100%

Neben der Vertretung gegenüber der FFG wurden während der Projektlaufzeit die terminliche und kaufmännische Projektkoordination, die Organisation von Projektmeetings, die Koordination der Kommunikation zwischen den Projektpartner:innen, die Partnerkommunikation (Wirtschaft und Wissenschaft), sowie das Vertrags- und Kostenmanagement abgewickelt.

Aufgrund der verzögerten Förderzusage sowie des entsprechend später durchgeführten Kick-off-Termins im September 2025 kam es in einzelnen Arbeitspaketen zu einem späteren Einstieg in die inhaltliche Bearbeitung als ursprünglich vorgesehen. Die daraus resultierenden zeitlichen Verschiebungen betreffen insbesondere die Arbeitspakete AP3 und AP4 mit erhöhtem Abstimmungsbedarf zwischen den Projektpartnern.

Insgesamt verläuft die Projektumsetzung weiterhin im geplanten Rahmen und ohne wesentliche inhaltliche Abweichungen. Der Projektfortschritt liegt mit 33 % im Plan, bezogen auf die Gesamtprojektlaufzeit.

2.2. Wissenschaftliche Leitung

Fertigstellungsgrad: 100%

Die wissenschaftliche Projektleitung fungiert als Bindeglied zwischen der übergeordneten Projektleitung durch die Österreichische Bautechnik Vereinigung (öbv) und den forschenden Partner:innen. Als wesentliche Hauptaufgaben der wissenschaftlichen Projektleitung kann die terminliche und fachliche Projektkoordination innerhalb des Bearbeitungsteams/ der Forschungseinrichtungen in Hinblick auf die periodischen und regelmäßigen Projektbesprechungen und Workshops zu den einzelnen Arbeitspaketen genannt werden. Zudem wurde die interne Koordination mit den AP-Leadern, sowie die fachliche Abstimmung, Koordination und Kommunikation mit den Projektpartner:innen (Infrastrukturbetreiber, Bauunternehmen, Herstellerverbänden etc.) abgewickelt.

Insgesamt verläuft die Projektumsetzung weiterhin im geplanten Rahmen und ohne wesentliche inhaltliche Abweichungen. Der Projektfortschritt liegt bezogen auf die Gesamtprojektdauer mit 33% im Plan.

2.3. Nachhaltiges Betreibermanagement

Fertigstellungsgrad: 100%

Das Arbeitspaket 3 setzt sich aus den folgenden drei Bearbeitungsschwerpunkten zusammen:

- AP 3.1: Methodisches Einbinden von bestehenden Ökobilanzisierten Lebenszyklusbewertungen in Infrastrukturmanagementsysteme
- AP 3.2: Evaluierung und methodisches Einbinden der Kreislauffähigkeit in Infrastruktursysteme

- AP 3.3: Sensorik und Messtechnik zur Optimierung von Nachhaltigkeits- und Kreislauffähigkeitsbewertungen

Die gemäß GANTT-Diagramm vorgesehenen Aufgaben sehen im 1. Projektjahr eine Bearbeitung und einen Gesamtfertigungsgrad des AP3 von 33% der aufgelisteten 3 Arbeitspakete vor.

Das AP3 verfolgt im Wesentlichen die Entwicklung und Bereitstellung nachhaltigkeitsorientierter und optimierter Lösungen für bestehende Infrastrukturmanagementsysteme unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsanforderungen (ökobilanzielle Wirkungsindikatoren, Indikatoren zu Kreislaufwirtschaft, ...) als Basis für eine Nachhaltigkeits-orientierte Instandhaltungsstrategie über den gesamten Lebenszyklus.

Im Bearbeitungszeitraum (1. Projektjahr) können folgende Arbeiten erfolgreich absolviert werden:

- **Konzeption und schrittweise Ausgestaltung von Schnittstellen von der LZinfra Rechnerlandschaft als Ausgangsbasis (AP3) zu den APs 4 & 5.**

Dabei erfolgte aus dem AP3 heraus die schrittweise Unterstützung der methodischen Bearbeitung der darauf aufbauenden Arbeitspakete.

Schnittstelle AP3 & AP4: Support bei der Entwicklung eines EcoTwin-Klassifikationsschemas für das offene Austauschformat IFC, welches eine eindeutige Identifikation von Bauteilen in einer hierarchischen Struktur ermöglicht (=> Konzeption um das PropertySet „EcoTwinSet_SemantikTopologie“).

Darüber hinaus erfolgte im AP3 eine Begleitung der Festlegung alphanumerischer Informationsanforderungen, insbesondere in Bezug auf Materialeigenschaften und Mengenermittlungen (Anbindung an die in LZinfra hinterlegten Materialspezifikationen, um eine direkte Verknüpfung mit Ökobilanzdatensätzen zu gewährleisten).

Weiters wurde die Entwicklung von Mapping-Regeln zu bestehenden Auftraggeber-Standards begleitet, um eine automatisierte bzw. teilautomatisierte „Übersetzung“ der Daten zu ermöglichen (Weitere Details siehe Kapitel 2.4 bzw ANHANG 1)

Schnittstelle AP3 & AP5 (unter Berücksichtigung von AP4):

Support bei der Sicherstellung eines korrekten Prototypings der Hauptfunktionen (Task 5.1) als Quelle für die Indikatorberechnungen und Vorbereitung für eine spätere Nutzung in einer Plattform - zunächst anhand des LCCO2 Tools, später anhand der vollwertigen LZinfra xls-Berechnungsapplikation, welche Daten und Algorithmen, sowie eine Bauwerksstruktur enthält.

Support bei der Integration von Bauwerksmodellen (Task 5.3), dh der technische Integration von IFC-Modellen in die verschiedenen Softwarekomponenten und beim Verarbeiten der Objekthierarchien und der PropertySet/Property-Strukturen in den Bauwerksmodellen.

Begleiten der ersten Vorarbeiten für Task 5.4 (Ökobilanzielle Grundlagendatenbank integrieren)

Support im Zuge der Entwicklung der Berechnung der Indikatoren in Task 5.6 (Integration oder Umsetzung modellbasierter Mengenermittlung), dh der Extraktion Geometrie-basierter Quantitäten (Volumen, Längen, Oberflächen) aus den IFC-Daten (Weitere Details siehe Kapitel 2.5 bzw ANHANG 1).

- **Grundlagenuntersuchung zur Kreislauffähigkeitsbewertung**

In Österreich existieren einige Ansätze zur Bewertung der Kreislauffähigkeit (u.a. IBO, ZiFa, Madaster, ...), die jedoch überwiegend auf den Hochbau ausgerichtet sind. Für Brücken- und Tunnelbauwerke besteht daher Bedarf, eine sektorspezifische Bewertung zu entwickeln, die die spezifischen Anforderungen dieser Bauwerke berücksichtigt. Im Rahmen dieses Arbeitspaket-Tasks wird eine entsprechende Methodik entwickelt und darauf aufbauend ein entsprechender Rechner erstellt. Dieser Rechner wird in Anlehnung an die bereits bestehenden LZinfra-Toollandschaften entwickelt und folgt dessen Aufbau und Berechnungslogiken. Dabei folgt die Kreislauffähigkeitsbewertung den Prinzipien der ISO 59004. Im Mittelpunkt stehen die Bilanzierung der Materialflüsse sowie die Bewertung von Nachnutzbarkeit, Rückbauaufwand und Trennbarkeit der Materialien, um eine belastbare Beurteilung der Kreislauffähigkeit

über den Lebenszyklus zu ermöglichen. Dadurch ist eine nahtlose und vereinfachte Implementierung in die EcoTwin Architektur/Toollandschaft möglich. (siehe ANHANG 1)

• **userzentrierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse für einen automatisierten Workflow zur modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung**

Dazu wurden 2 wesentliche Schritte gesetzt:

1) Präsenzworkshop mit allen Sponsoren am 17.03 mit der Erhebung/Ausarbeitung der nachfolgenden Themenschwerpunkte:

- Status quo der Nachhaltigkeitsbewertung & BIM in den Organisationen
- Identifikation von Einsatzszenarien /-punkten von Ecotwin im Asset-/ Erhaltungsmanagement
- Einsatz von dT (Digital Twin) im Prozess – bereits eingesetzt / geplant / Ausblick

Die Erarbeitung mit den Sponsoren erfolgte in einem World Cafe Format in 3 Sessions und lieferte dementsprechend:

1. Learnings Instandhaltungs-Management in den Betreiber-Organisationen (ASFINAG / BBT / ÖBB / WL), gereiht nach nach Umsetzungsgrad (Fokus AP3)

- Transformation von reaktiver zu präventiver IH-Strategie (RVS 13.05.11 Lebenszyklus– Ablösekosten)
- BIM & Nachhaltigkeit vom pilotenhaften Einsatz zunehmend in der Verbreiterung begriffen
- Sensoren zur Zustandsüberwachung spielen im bautechnischen Erhaltungsmanagement eine sehr untergeordnete Rolle
- Wesentliche Punkte zur Nachbetrachtung im Projekt
- INPUTDATEN-KOMPATIBILITÄT: Arbeitskreis Ökodaten (ÖBV) vs. FSV Ökodaten zur LB-VI (FSV)
- Betrachtungslevel KORRIDOR-BAUWERK-BAUSTELLE (Lzinfra) vs. Einreichung – Ausschreibung – as-built (Baupraxis) ...

1. Learnings Modellierung/Twin (Konkretisierung in Hinblick auf die AP4 & 5)

Status quo: Begrenzte Verfügbarkeit von BIM-Modellen im Erhaltungsmanagement

BIM-Modelle stehen derzeit nur eingeschränkt für Erhaltungsstrategien zur Verfügung. Sie entstehen überwiegend in Neubauprojekten und meist erst ab der Einreichplanung.

Zukünftiger Hebel: Digitale Modelle für nachhaltigkeitsoptimierte Erhaltungsstrategie

Der größte Hebel für Nachhaltigkeitsoptimierung liegt beim Betreiber bzw. Erhaltungsmanagement. Digitale Bauwerksmodelle in Form von vereinfachten Geometriemodellen aus Bestandserfassungen, oder As-built-Modellen aus aktuellen Neubauprojekten

Rolle von Echtzeitdaten: Unterstützung bei der Szenarienbewertung

Dynamische Echtzeitdaten (z. B. Verkehrs- oder Sensordaten) sind insbesondere auf Betreiberseite relevant. Sie unterstützen vor allem die Interpretation des Infrastrukturzustands zur Festlegung von Szenarien und in weiterer Folge die Bewertung dieser.

1. Learnings Nachhaltigkeitsbewertung (Konkretisieren in Hinblick auf AP6 & AP7)

Analyse / Ergebnisse:

- Gesamtbetrachtung vom Entwurf, Ausführung über den Betrieb bis zum Abbruch
- Szenarien/Optimierungsaufgaben für einzelne Bauteile/Materialgruppen, Abgleich mit Annahmen
- Es sollen HOT SPOTS ersichtlich sein, wo CO2 Einsparpotential möglich ist
- Benchmarks und deren zeitliche Entwicklung, wenn sich Kennwerte über die Zeit nachweislich ändern...
- Für Bauherren, Baufirmen und Fachplaner als Entscheidung, Zuschlag oder Nachweis
- Aktuell sind CO2 und Ressourcenverbrauch relevant aber andere WK zukünftig auch sinnvoll
- Managementtaugliche, alphanumerische Ergebnisse

Weitere Details sind dem **ANHANG 1** zu entnehmen

2) Durchführung von Experteninterviews

Zur Erhebung des Status quo wurden gezielte Interviews durchgeführt. Befragt wurden Expert:innen aus den Bereichen Erhaltungsmanagement, Nachhaltigkeit und BIM von verschiedenen Betreiberorganisationen sowie Vertretern der Bundesländer. Die inhaltlichen Schwerpunkte umfassen Lebenszyklusbewertungen, ökologischen Nachhaltigkeitsbewertungen und Kreislaufwirtschaftsbewertungen; der fachliche Fokus liegt auf Brücken- und Tunnelbauwerken. Grundlage bildet ein vorab ausgearbeiteter Leitfaden (siehe ANHANG 4), der belastbare Aussagen zum aktuellen Stand in den jeweiligen Organisationen sicherstellt. Die Ergebnisse bieten eine fundierte Basis, um Anforderungen und bestehende Prozesse sachgerecht in die weiteren Entwicklungsschritte zu integrieren. Insgesamt wurden 10 Interviews durchgeführt. Die Auswertungen bzw. insbesondere die übergeordnete Interpretation sind derzeit noch am Laufen. Zentrale Erkenntnisse zum jetzigen Zeitpunkt sind:

- Derzeit erfolgen Lebenszyklusbewertungen, ökologische Nachhaltigkeitsbewertungen und Kreislaufwirtschaftsbewertungen bei den Betreibern überwiegend manuell. Um die Bewertungen übergreifend einzusetzen, wird eine (teil-)automatisierte Umsetzung angestrebt.
- BIM-Modelle im Bestand sind bislang nur partiell verfügbar.
- Ökologische Nachhaltigkeits- und insbesondere Kreislauffähigkeitsbewertungen finden bislang nur vereinzelt statt. Obligatorische Berichte, wie sie etwa die EU-Taxonomie fordert, sind oftmals Treiber für die Durchführung und den Ausbau entsprechender Bewertungsverfahren. Für Ökobilanzen werden überwiegend Durchschnittsdaten herangezogen.
- Für Lebenszyklusbewertungen im Erhaltungsmanagement sind Regularien wie die RVS 13.05.11 maßgeblich.
- Sensordaten werden hauptsächlich bei kritischen Infrastrukturbauwerken eingesetzt und sind bislang nicht automatisiert in die Bewertungsverfahren integriert.

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 3.1 liegt bei 35%.

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 3.2 liegt bei 25%.

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 3.3 liegt bei 10%.

Der Gesamtfertigungsgrad des Arbeitspakets kann demnach auf ca. 25% beziffert werden.

Im Einklang mit der bereits eingangs erwähnten, schrittweisen Inangriffnahme des Forschungsprojektes infolge verspätetem Kick Off-Termin mit den Sponsoren liegt eine maßvolle Unterschreitung des geplanten Fertigstellungsgrades nach dem 1.FJ vor. Die vorliegenden Abweichungen sind in diesem Umfang bei Forschungsprojekten dieser Komplexität und Größe nicht außergewöhnlich. Inhaltlich werden die vorgesehenen Ziele im Rahmen des angepassten Zeitplans durch das Projektteam sehr gezielt weiterverfolgt. Die Ziele für den weiteren Projektverlauf sind weiterhin aktuell und realistisch.

Aus jetziger Sicht sind keine Anpassungen oder Veränderungen der Ziele und Kosten des Projektplanes zu erwarten.

2.4. Nachhaltige Bauwerksmodellierung

Fertigstellungsgrad: 100%

Das Arbeitspaket setzt sich aus den folgenden drei Bearbeitungsetappen zusammen:

- AP 4.1: Erarbeiten von Leitlinien für nachhaltigkeitsgerechte Bauwerksmodellierung
- AP 4.2: Entwicklung von LOIN-Vorgaben (Level of Information Need)
- AP 4.3: Entwicklung eines Qualitätssicherungsprozesses für LOIN-Vorgaben

Die gemäß GANTT-Diagramm vorgesehenen Aufgaben sehen im 1. Projektjahr eine Bearbeitung und einen Gesamtfertigungsgrad des AP4 von 33% der aufgelisteten 3 Arbeitspakete vor.

Für das erste Forschungsjahr lag der Schwerpunkt des Arbeitspakets auf der Erarbeitung von Mindestanforderungen an eine nachhaltigkeitsgerechte Bauwerksmodellierung als Grundlage für die weitere methodische und technische Umsetzung in EcoTwin.

Ausgangspunkt bildeten einerseits die Anforderungen aus LZInfra, welche darauf abzielen, möglichst umfassende und qualitätsgesicherte Informationen direkt aus BIM-Modellen für die ökologische Bewertung extrahieren zu können. Andererseits wurden die bereitgestellten Auftraggeber Datenstrukturen und Standards für BIM analysiert.

Als Erkenntnis daraus kann geschlossen werden, dass sich diese trotz ähnlicher technischer und organisatorischer Anforderungen bei gleichen Asset-Kategorien sowohl im Aufbau als auch Inhalt unterscheiden. Insbesondere die verbreitete Nutzung von IFC2x3, welche infrastrukturenspezifische Entitäten und Klassen nur unzureichend abbildet, sowie die bislang geringe Anwendung von IFC 4.3 führen zu Herausforderungen hinsichtlich der eindeutigen Klassifikation und Identifikation von Bauteilen.

Zur vertieften Analyse und als praktische Grundlage wurde ein von der ASFINAG bereitgestelltes Brückenmodell herangezogen und im Hinblick auf die Anforderungen der LZInfra-Eingabemaske aufbereitet. Dabei zeigte sich, dass neben Unterschieden in der Klassifikation und Attributbenennung insbesondere die vorhandenen Attributwerte häufig nicht den Anforderungen hinsichtlich Syntax, Wertebereichen und Einheiten entsprechen. Vor dem Hintergrund einer angestrebten weitgehenden Automatisierung wird deutlich, dass BIM-Modelle in einer Form vorliegen müssen, die eine direkte Weiterverarbeitung in der EcoTwin-Umgebung ermöglicht. Anstelle einer Anpassung der originären Auftraggebermodelle wird daher ein Ansatz verfolgt, bei dem EcoTwin-spezifische Attribute ergänzt und durch Transformation vorhandener Daten befüllt werden. Erste Umsetzungen erfolgten für ausgewählte Teilbereiche, insbesondere Betonbauteile, unter Einsatz von IFC-Editoren wie BIM-T und simpleBIM.

Aus diesen Arbeiten resultierte die zentrale Erkenntnis, dass die Entwicklung eines eigenständigen EcoTwin-BIM-Standards allein nicht ausreichend ist. Vielmehr sind ergänzend strukturierte „Übersetzungsregeln“ bzw. Mapping-Ansätze erforderlich, um eine konsistente Überführung von Auftraggeberdaten in die EcoTwin-Systematik sicherzustellen.

Darauf aufbauend wurde eine methodische Vorgehensweise für die Weiterentwicklung der Arbeitspakete AP 4.1 und AP 4.2 definiert, bestehend aus drei wesentlichen Schritten:

1. Erstens die Entwicklung eines EcoTwin-Klassifikationsschemas für das offene Austauschformat IFC, welches eine eindeutige Identifikation von Bauteilen in einer hierarchischen Struktur ermöglicht. Hierfür wurde unter anderem das PropertySet „EcoTwinSet_SemantikTopologie“ konzipiert, das sowohl der semantischen Zuordnung als auch der späteren Filterung dient.
2. Zweitens die Festlegung alphanumerischer Informationsanforderungen, insbesondere in Bezug auf Materialeigenschaften und Mengenermittlungen. Dabei ist die Anbindung an die in LZInfra hinterlegten Materialspezifikationen von zentraler Bedeutung, um eine direkte Verknüpfung mit Ökobilanzdatensätzen zu gewährleisten.
3. Drittens die Entwicklung von Mapping-Regeln zu bestehenden Auftraggeber-Standards, um eine automatisierte bzw. teilautomatisierte „Übersetzung“ der Daten zu ermöglichen.

Diese Vorgehensweise wurde exemplarisch für die Assetkategorie „Brücke“ angewendet und bildet die Grundlage für die weitere Standardisierung.

Inhaltlich bestehen enge Schnittstellen zu Arbeitspaket 3, insbesondere zu Aufgabe 3.1, in der die fachlichen Anforderungen an die Nachhaltigkeitsbewertung und damit auch die notwendigen Modellinhalte definiert werden. Gleichzeitig stellt AP4 eine zentrale Voraussetzung für Arbeitspaket 5 dar, da die dort vorgesehenen Anwendungen und Bewertungen maßgeblich auf der strukturierten und qualitätsgesicherten Bereitstellung der Modelldaten aufbauen. Wesentliche Grundlagen hierfür wurden im Rahmen des AP-übergreifenden, nutzerzentrierten Workshops erarbeitet. Als konkretes Ergebnis für AP4 gingen drei Anwendungsfälle (AwF) zur nutzer- und phasenabhängigen Ableitung von Zielen und Anforderungen für die modellbasierte Nachhaltigkeitsbewertung hervor. Diese dienen als Basis

für die weiteren Bearbeitungen sowie für die anwendungsfallbezogene Konkretisierung des EcoTwin-BIM-Standards im 2. FJ.

Weitere Details siehe Kapitel 2.3 sowie ANHANG 1

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 4.1 liegt bei 20%.

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 4.2 liegt bei 35%.

Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets AP 4.3 liegt bei 20%.

Der Gesamtfertigungsgrad des Arbeitspakets kann demnach auf ca. 25% beziffert werden.

Die vorliegenden Abweichungen sind in diesem Umfang bei Forschungsprojekten dieser Komplexität und Größe nicht außergewöhnlich. Inhaltlich werden die vorgesehenen Ziele im Rahmen des angepassten Zeitplans durch das Projektteam sehr gezielt weiterverfolgt. Die Ziele für den weiteren Projektverlauf sind weiterhin aktuell und realistisch.

Aus jetziger Sicht sind keine Anpassungen oder Veränderungen der Ziele und Kosten des Projektplanes zu erwarten.

2.5. EcoTwin Architektur - Datenintegrationsplattform

Fertigstellungsgrad: 100%

Das Arbeitspaket gliedert sich in die folgenden Aufgaben

- AP 5.1: Rapid Prototyping der Hauptfunktionen
- AP 5.2: Basisplattform aufbauen
- AP 5.3: Bauwerksmodell integrieren
- AP 5.4: Ökobilanzielle Grundlagendatenbank integrieren
- AP 5.5: Indikatoren modellieren und integrieren
- AP 5.6: Integration oder Umsetzung modellbasierter Mengenermittlung
- AP 5.7: Integration von Sensoren in die Plattform

Vorgesehen ist im ersten Jahr ein Gesamtfertigungsgrad von 33% dieser Aufgaben.

Die Arbeitsschritte konnten dem Plan entsprechend erarbeitet werden. Im ersten Jahr lag der Fokus auf der iterativen Entwicklung der fachbezogenen Funktionalität (etwa Indikatorberechnung, IFC-Analyse und -Darstellung). Dieser Entwicklungsprozess ist der für den Erfolg des Projekts wesentliche. Nicht-fachliche Aspekte (etwa die Bereitstellung der Funktionalität als öffentlich verfügbare Website) sind im Rahmen eines Forschungsprojekts nur zu Zwecken des Requirements Engineering, der Validierung, und der Demonstration nötig und stark abhängig von den fachbezogenen Ergebnissen. Daher wurden solche Aspekte im ersten Jahr nicht behandelt. Mit der Erreichung eines minimalen Prototypstadiums in einem lokalen Deployment, voraussichtlich zu Beginn des zweiten Forschungsjahres, wird damit begonnen, das System öffentlich erreichbar zu machen.

- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.1 liegt bei 100%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.2 liegt bei 15%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.3: liegt bei 80%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.4: liegt bei 10%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.5: liegt bei 0%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.6: liegt bei 60%
- Der Fertigstellungsgrad von AP 5.7: liegt bei 0%

Das Arbeitspaket wird als zu 35% abgeschlossen eingeschätzt – es wird über den gesamten Projektzeitraum Arbeiten in diesem Arbeitspaket geben.

Im Task 5.1 (Prototyping der Hauptfunktionen) wurde zunächst das Ergebnis des LCCO2-Projekts, eine Microsoft Excel Arbeitsmappe, die Daten und Algorithmen, sowie eine Bauwerksstruktur enthält, als Quelle für die Indikatorberechnungen herangezogen und für eine spätere Nutzung in einer Plattform vorbereitet. Später wurde vom parallel laufenden Projekt LzInfra ein auf LCCO2 basierendes Zwischenergebnis, ebenfalls eine Excel-mappe, verfügbar und die in Ecotwin entwickelte Wrapper-Komponente für die Nutzung dieses Artefakts adaptiert.

In Task 5.2 (Basisplattform aufbauen) wurden erste Vorarbeiten für den Betrieb der Komponenten im Rahmen einer Webplattform geleistet, etwa die Vorbereitung der Lösungsarchitektur mit Docker-containern und HTTP-basierter Kommunikation der Komponenten untereinander.

In Task 5.3 (Bauwerksmodell integrieren) wurde die technische Integration von IFC-Modellen in die verschiedenen Softwarekomponenten umgesetzt und das Verarbeiten der Objekthierarchien und der PropertySet/Property-Strukturen in den Bauwerksmodellen vorgenommen.

Für Task 5.4 (Ökobilanzielle Grundlagendatenbank integrieren) wurden erste Vorarbeiten geleistet.

Task 5.5 (Indikatoren modellieren und integrieren) wurde noch nicht begonnen.

Zur Berechnung der Indikatoren wurden in Task 5.6 (Integration oder Umsetzung modellbasierter Mengenermittlung) mit verschiedenen Techniken Geometrie-basiert Quantitäten (Volumen, Längen, Oberflächen) aus den IFC-Daten entwickelt. Dabei wurden zuerst mit verfügbaren Bibliotheken serverseitige Auswertungen ermöglicht. Eine Portierung dieser Ansätze auf die Clientseite (Auswertung der Modelle im Browser ohne Modell-Upload) wurde begonnen, jedoch nicht im selben Umfang abgeschlossen.

Task 5.7 wurde noch nicht begonnen.

In AP5 wurde im Rahmen des Stakeholder-Workshops (AP3, siehe Kapitel 2.3) die Anforderungen der zukünftigen Benutzer:innen abgefragt und in die Arbeitsplanung eingearbeitet.

Ergebnisse: Eine Beschreibung des technischen Systems findet sich in ANHANG 3.

2.6. Dashboard und Toolintegration

Fertigstellungsgrad: 100%

Das Arbeitspaket gliedert sich in die folgenden Aufgaben:

- AP 6.1: Rapid Prototyping der Hauptfunktionen
- AP 6.2: Dashboard entwickeln
- AP 6.3: Szenarien ermöglichen
- AP 6.4: Auswertungstools integrieren

Im Berichtszeitraum konnten die vorgesehenen Arbeiten im Arbeitspaket im Wesentlichen **planmäßig umgesetzt** werden. Die definierten Arbeitsschritte wurden vollständig bzw. weitgehend wie geplant bearbeitet, wobei sich keine wesentlichen inhaltlichen Abweichungen ergeben haben. Anpassungen im Detail – etwa im Hinblick auf die technische Ausgestaltung einzelner Komponenten – erfolgten im Sinne einer iterativen Weiterentwicklung und stellen keine Abweichung vom Gesamtziel dar, sondern tragen zur Verbesserung der Gesamtarchitektur bei. Entsprechend ergeben sich **keine negativen Auswirkungen auf Zeitplan oder Zielerreichung**, und eine grundlegende Anpassung der Planung ist derzeit nicht erforderlich. Der Fertigstellungsgrad des Arbeitspakets wird insgesamt als **mit ca. 12%** eingeschätzt. Das Arbeitspaket baut auf die Ergebnisse der Arbeitspakete anderen Arbeitspakete auf und wurde daher im Vergleich mit diesen im ersten Jahr mit geringerer Intensität als jene bearbeitet. Es wird bis zum Projektende beibehalten und die Bearbeitungsintensität im weiteren Projektverlauf erhöht.

Der Fertigstellungsgrad von AP 6.1 liegt bei 30%

Der Fertigstellungsgrad von AP 6.2 liegt bei 10%

Der Fertigstellungsgrad von AP 6.3: liegt bei 0%

Der Fertigstellungsgrad von AP 6.4: liegt bei 0%

In Task 6.1 wurden erste Auswertungsmöglichkeiten entwickelt und das Konzept des Data Cube für die Analyse der Daten durch BenutzerInnen gewählt und in der Form spaltenorientierter Datendateien als Datenaustauschformat zwischen Back-End und Front-End umgesetzt.

In Task 6.2 wurde die Basis für die Benutzerschnittstelle in technischer Sicht geschaffen - eine Browser-basierte Applikation für EcoTwin, die in Zukunft im Web verfügbar gemacht werden soll.

Tasks 6.3 und 6.4 wurden noch nicht begonnen.

Ergebnisse: Eine Beschreibung des technischen Systems findet sich in ANHANG 3

3. Erläuterung von wesentlichen Änderungen bei den Kosten

Im aktuellen Forschungsjahr gab es keine wesentlichen Änderungen hinsichtlich der Kosten.

Wie im Erstantrag beschrieben, waren die In-Kind-Kosten aufgrund der nicht exakt abschätzbaren Aufwendungen je Partner nicht in den einzelnen Finanzierungsbestätigungen ausgewiesen. Stattdessen wurden sie für das Forschungsprojekt überschlägig berechnet und gleichmäßig auf die Partner aus Auftraggebern (Betreibern), Planern und Ausführenden verteilt.

Die real angefallenen InKind Aufwände - in diesem Forschungsjahr - sind samt Anhängen (Bestätigungen) in den Kosten aufgelistet.

4. Beitrag der Projektergebnisse zur Nachhaltigkeit

Die ökologischen Nachhaltigkeitsziele werden mit EcoTwin durch

- die Feststellung der ökologischen Nachhaltigkeit durch Ergebnisse implementierter Rechner (Global Warming Potential, Acidification Potential, nonrenewable cumulative energy demand etc.),
- die Feststellung von Optimierungspotentialen zur Ressourcenschonung auf allen Ebenen und Lebenszyklusphasen und damit geplanten und gesetzten Maßnahmen

angesprochen und anhand der jeweiligen Werte quantifiziert.

Die ökonomischen Nachhaltigkeitsziele werden in EcoTwin durch

- die Feststellung der Ökonomie durch Ergebnisse implementierter Rechner (Lebenszykluskosten etc.),
- die Feststellung der Einsparungspotentiale im Hinblick auf Soll-Ist-Vergleiche bzw. Variantenvariationen,

angesprochen und anhand der jeweiligen Werte quantifiziert.

Die Soziokulturellen Nachhaltigkeitsziele werden im Projekt EcoTwin durch die Feststellung der sozialen

Nachhaltigkeit durch Ergebnisse aus dem implementierten Rechner angesprochen und anhand der jeweiligen Werte quantifiziert.

Nachhaltigkeitseffekte: Das Projekt trägt zur Standardisierung von Nachhaltigkeitsbewertung, Ökobilanzierung und Lebenszyklusbewertung für digitale Bauwerksplanung und Portfoliomanagement von Infrastrukturbauwerken bei und wirkt damit in Richtung einer breiten Optimierung der Nachhaltigkeit durch Planer:innen, Betreiber:innen und Bauunternehmen. 5 Jahre nach Projektende sollen die entwickelten Technologien und Bewertungsverfahren methodisch standardisiert in jedem Projekt einsetzbar sein. Der Effekt hängt dann maßgeblich von der Umsetzungsgeschwindigkeit der Bauwirtschaft in Bezug auf die ökologische Transformation ab.

Beitrag zum Klimaschutz: Das Projekt leistet insofern einen Beitrag, als es die Schwelle für Nachhaltigkeitsbewertung, Ökobilanzierung und Lebenszyklusbewertung senkt und damit einer größeren Nutzer:innengruppe zugänglich macht.

ANHANG 1

Stakeholder Meetings und Workshops



EcoTwin – Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für
Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeit-Überwachung

Kick-off Meeting

Universität Innsbruck, 23.09.2025

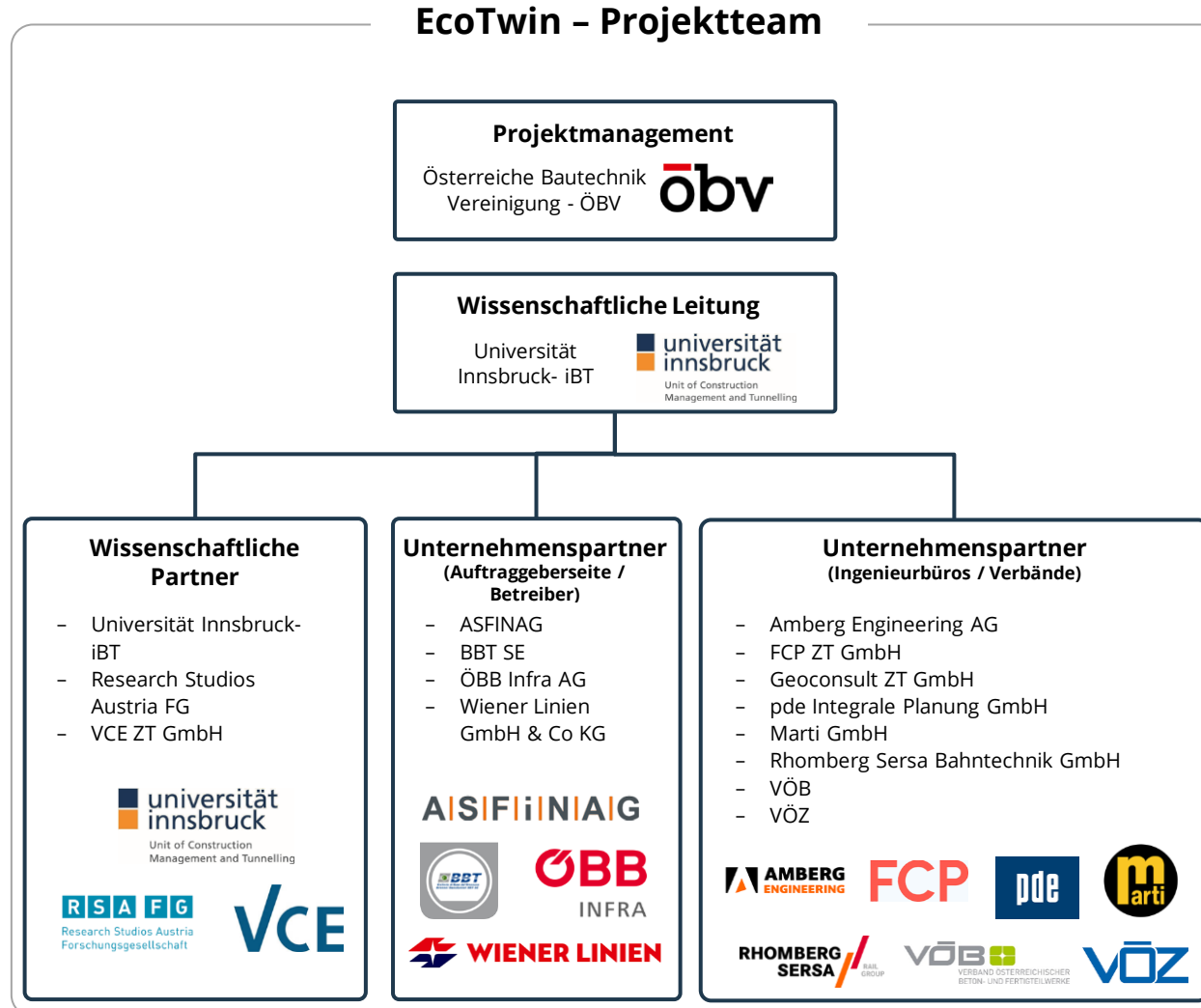
Agenda

- Einführung – ÖBV
- Fakten & Projektpartner
- Vorstellung – Wissenschaftliches Projektteam
- Motivation und Ausgangslage
- EcoTwin – Vorgehen
 - Projektziele
 - Arbeitspakete
 - Zeitplan
- Erste Forschungsergebnisse
 - Vergleich von modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertungsansätzen im Infrastrukturbau
 - Mengenermittlung an IFC-Modellen
- Diskussion

Fakten

| EcoTwin | |
|---|----------------------|
| <i>Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeit-Überwachung</i> | |
| Projektvolumen: | ca. 1.410.000,- Euro |
| Projektlaufzeit: | 3 Jahre |
| Projektstart: | 1.4.2025 |
| Projektende: | 2. Quartal 2028 |
| Projektpartner: | 13 |

Projektpartner



Wissenschaftliches Projektteam



**INSTITUT FÜR KONSTRUKTION UND
MATERIALWISSENSCHAFTEN**

**ARBEITSBEREICH FÜR
BAUMANAGEMENT, BAUBETRIEB UND
TUNNELBAU**



Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft

**RESEARCH STUDIOS AUSTRIA
FORSCHUNGSGESELLSCHAFTMBH**



**VIENNA CONSULTING ENGINEERS ZT
GMBH**

**COMPETENCE CENTER LIFE CYCLE
ENGINEERING & ASSET MANAGEMENT**

Wissenschaftliches Projektteam



INSTITUT FÜR KONSTRUKTION UND
MATERIALWISSENSCHAFTEN

ARBEITSBEREICH FÜR
BAUMANAGEMENT, BAUBETRIEB UND
TUNNELBAU

Funktion im Projekt:

Wissenschaftliche Projektleitung
Projektkoordination
Forschungseinrichtung & Technologie
Partner

Forschungs- und Betätigungsfelder

- Baubetrieb und Bauwirtschaft
- Nachhaltigkeitsbewertungen
- Building Information Modelling
- Tunnel Information Modelling
- Normung
- Lehre

Wiss. Projektleiter

Dipl.-Ing. Larissa Schneiderbauer

Technikerstraße 13 – A-6020 Innsbruck

E-Mail: larissa.schneiderbauer@uibk.ac.at

Telefon: +43 512 507-63113

Projektassistenten

Anika Häberlein, M.Eng.

E-Mail: anika.haeberlein@uibk.ac.at

Melanie Ernst, M.Sc.

E-Mail: melanie.ernst@uibk.ac.at

Projektkoordinatoren / Experten

Assoz. Prof. Dipl.-Ing. Dr. sc. Florian Gschösser

E-Mail: florian.gschoesser@uibk.ac.at

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Georg Fröch

E-Mail: georg.froech@uibk.ac.at

Relevante Forschungsprojekte am Institut

- LZinfra - Lebenszyklustool zur Nachhaltigkeitsbewertung von Verkehrsinfrastrukturen, 2024-2026
- Stiftungsprofessur „Tunnel Information Modeling“ (TIM), 2020-2026
- BIM2BEM-Flow - Kontinuierliche BIM-basierte Energieeffizienzplanung, 2021-2024
- ...

Laborant & Studentische Mitarbeiter

Markus Gantner

E-Mail: markus.gantner@uibk.ac.at

Felix Gostner

E-Mail: felix.gostner@uibk.ac.at



Wissenschaftliches Projektteam



Research Studios Austria
Forschungsgesellschaft

**RESEARCH STUDIOS AUSTRIA
FORSCHUNGSGESELLSCHAFTMBH**

Funktion im Projekt:

Projektpartner, Forschungseinrichtung &
Technologie Partner

Forschungs- und Betätigungsfelder

- Web Technologies
- Digital Platform Engineering
- Semantische Systeme
- Data Analytics

Projektleitung RSA

Prof. Christian Huemer (wiss.)
Dipl.-Ing. Florian Kleedorfer

E-Mail:
florian.kleedorfer@researchstudio.at

Telefon: +43 (0) 1 90 42 165 -316

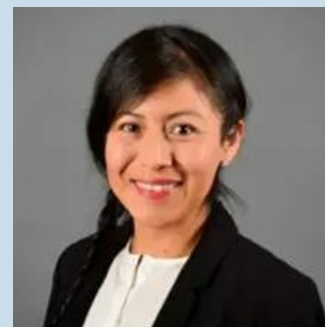
ExpertInnen

DI Dr. Yerania Campos

E-Mail: yerania.campos@researchstudio.at

Dr. Stefan Gindl

E-Mail: stefan.gindl@researchstudio.at



Relevante Forschungsprojekte im Studio

ÖBV BIM Merkmalservice, 2020-2025
TRUSTS, 2020-2023
AGRARSENSE, 2023-2025
CAPTCHA, 2024-2025

Rafael Kupsa, MSc

E-Mail: rafael.kupsa@researchstudio.at

Michael Boch, Msc

E-Mail: michael.boch@researchstudio.at



Wissenschaftliches Projektteam



VIENNA CONSULTING ENGINEERS ZT
GMBH

COMPETENCE CENTER LIFE CYCLE
ENGINEERING & ASSET MANAGEMENT

Funktion im Projekt:

Projektpartner, F&E und Technologie
Partner

Forschungs- und Betätigungsfelder

Gutachter/Beratungstätigkeit

- Structural Assessment
- Structural Health Monitoring
- Life Cycle Engineering

Forschung und Entwicklung

- Technologieentwicklung,
- Software- und Hardwareentwicklung,
- Ausschusstätigkeit (Regelwerke),
- Publikationswesen, Vortragstätigkeit



Projektleitung VCE

Dipl.-Ing. Anja Woods

Untere Viaduktgasse 2 – A-1030 Wien

E-Mail: woods@vce.at

Telefon: +43 1 90292-1356



Wissenschaftliche Begleitung VCE

Dipl.-Ing. Dr. techn.

Robert Veit-Egerer

Abteilungsleiter VCE

Life Cycle Engineering & Asset Management

Untere Viaduktgasse 2 – A-1030 Wien

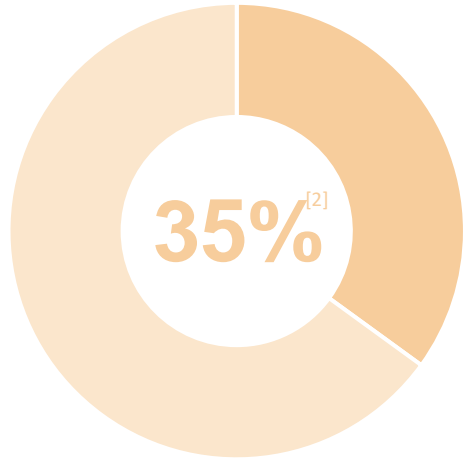
E-Mail: veit-egerer@vce.at

Telefon: +43 1 90292-1420

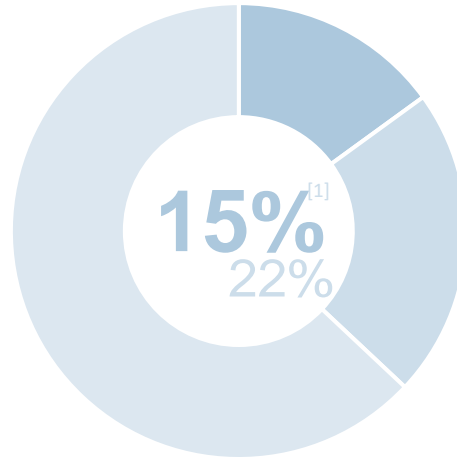
Relevante Tätigkeitsschwerpunkte/Vorprojekte der Abteilung

- **Life Cycle Engineering (LCE)**
 - Prognose-Rechnungen zur (Rest-)Nutzungsdauer
 - Simulation langfristig notwendiger baulicher Interventionen (Instandhaltung/Tausch)
 - Ermittlung langfristig notwendiger Budgets / Optimierung der bestehenden Finanzmittel / Backlog Analysen
 - Analyse hinsichtlich der indirekten Lebenszykluskosten (Nichtverfügbarkeit f. d. Verkehr / Umweltfolgekosten / etc.)
 - Ökobilanzierung & - Optimierung
 - Einzelanlagen/Strecken/Teil-/Gesamtportfolien
- **LZ Infra** - Lebenszyklustool zur Nachhaltigkeitsbewertung von Verkehrsinfrastrukturen (2024-2026)
- VIF 2020 Projekt **DeCarbonisation First (2021-2023)**
Berechnungsmethodik und Toolentwicklung
- Anwendungsprojekte **Carbon Footprint Bilanzierung** (2011-lfd)
- **Strecken- & Portfolio-LCM Analysen** ASFINAG, ÖBB, Wiener Linien, MA29 (2010-2024)
- **STANDARDBEHALTUNGSPLÄNE (STEPS)** Brücken-Instandhaltung f. d. gewichteten KM im **ÖBB Streckennetz** (2020-2024)
- **RVS 13.05.11 & 13.05.21** (Lebenszyklus & Ablösekosten von Brücken und anderen Kunstbauten) (2014-2025)
- **RVS 13.05.12 & 13.05.22** (Lebenszyklus & Ablösekosten von Straßen und Wegen) (2023-lfd)
=> LZK-Tool zur Ermittlung der Lebenszyklus- und Ablösekosten (ÖBB/ASFINAG und Länder)
- uvm.

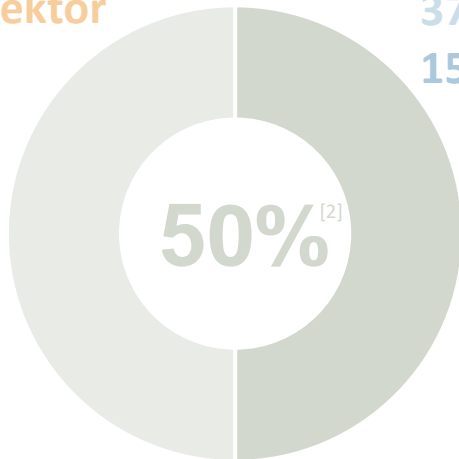
Motivation



... des gesamten Abfallaufkommens
aus dem Bausektor



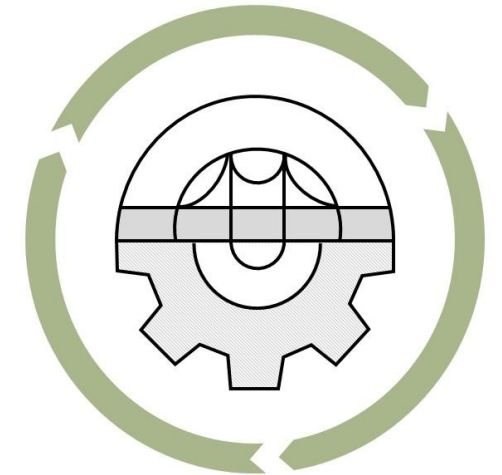
37% der globalen CO₂-Emissionen durch Bausektor
15% davon durch den Infrastrukturbau



... des gesamten Materialabbaus durch die gebaute Umwelt

- Hohe Kosten und Risiken im Erhaltungsmanagement
- Szenarienvergleich
- Digitalisierung/BIM als Schlüsseltechnologie
- Integration ökologischer Bewertungsansätze
- Integration einer Kreislauffähigkeitsbewertung
- Nutzung dynamischer Zustandsdaten
- Transparente Entscheidungsgrundlagen

EcoTwin

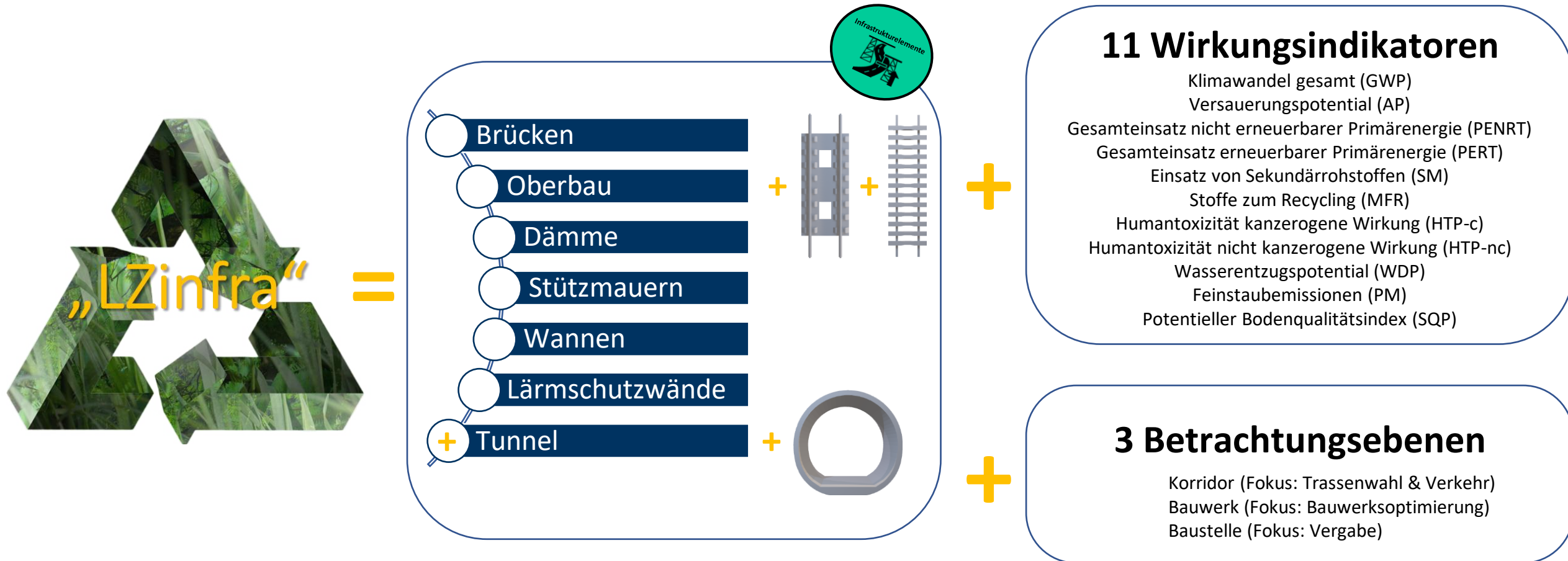


[1] <https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction-20242025>

[2] https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en

Forschungsprojekt „LZinfra“

„LZinfra“ - Lebenszyklustool zur Nachhaltigkeitsbewertung von Verkehrsinfrastrukturen

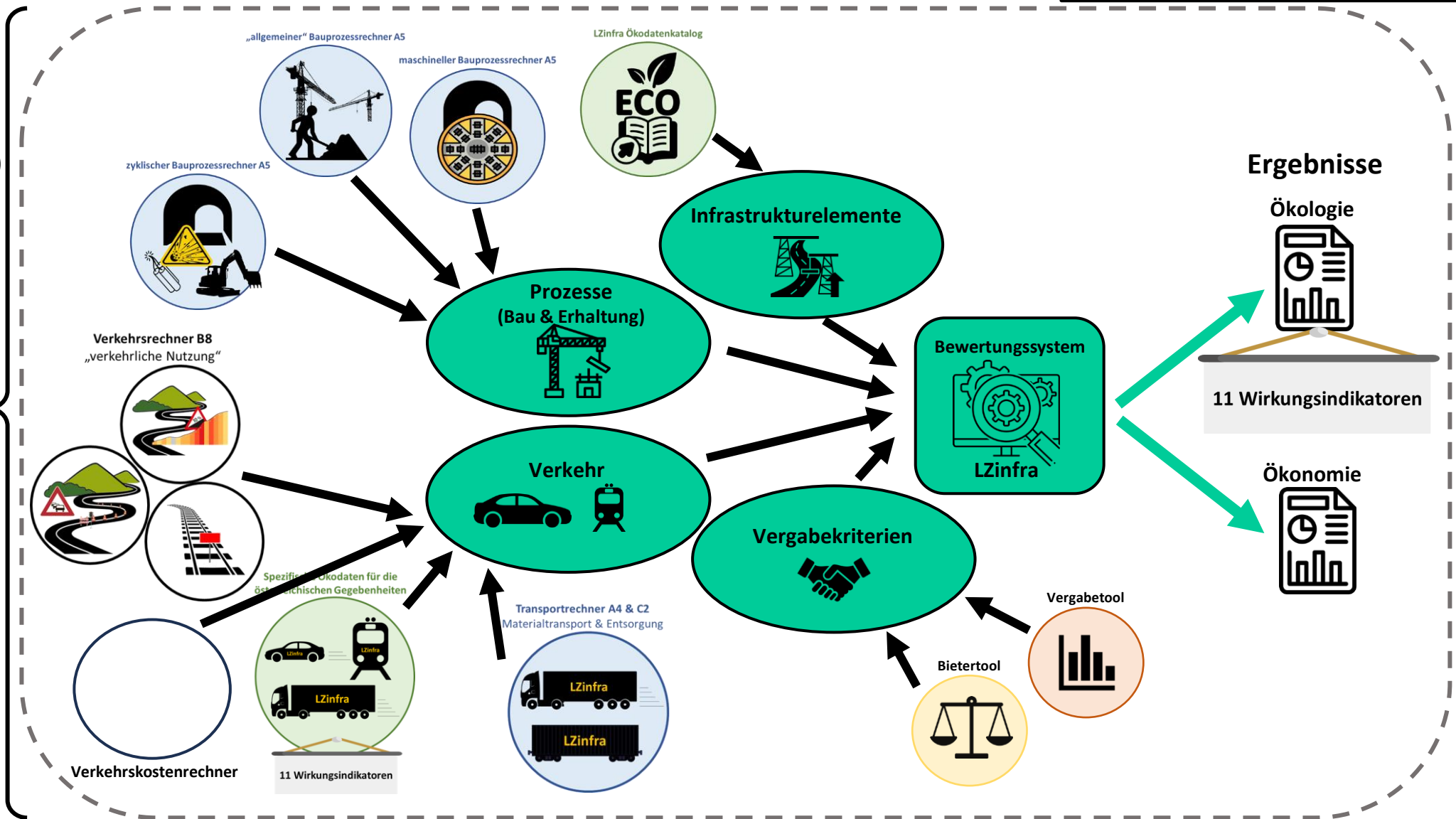


LZinfra Rechenmodell

Lebenszyklusphasen

Bewertungs-
ebenen
Korridor, Bauwerk,
Baustelle

Nachhaltigkeit



EcoTwin – Ziele

Ziel 1: Automatisierte, modellbasierte Nachhaltigkeitsbewertung

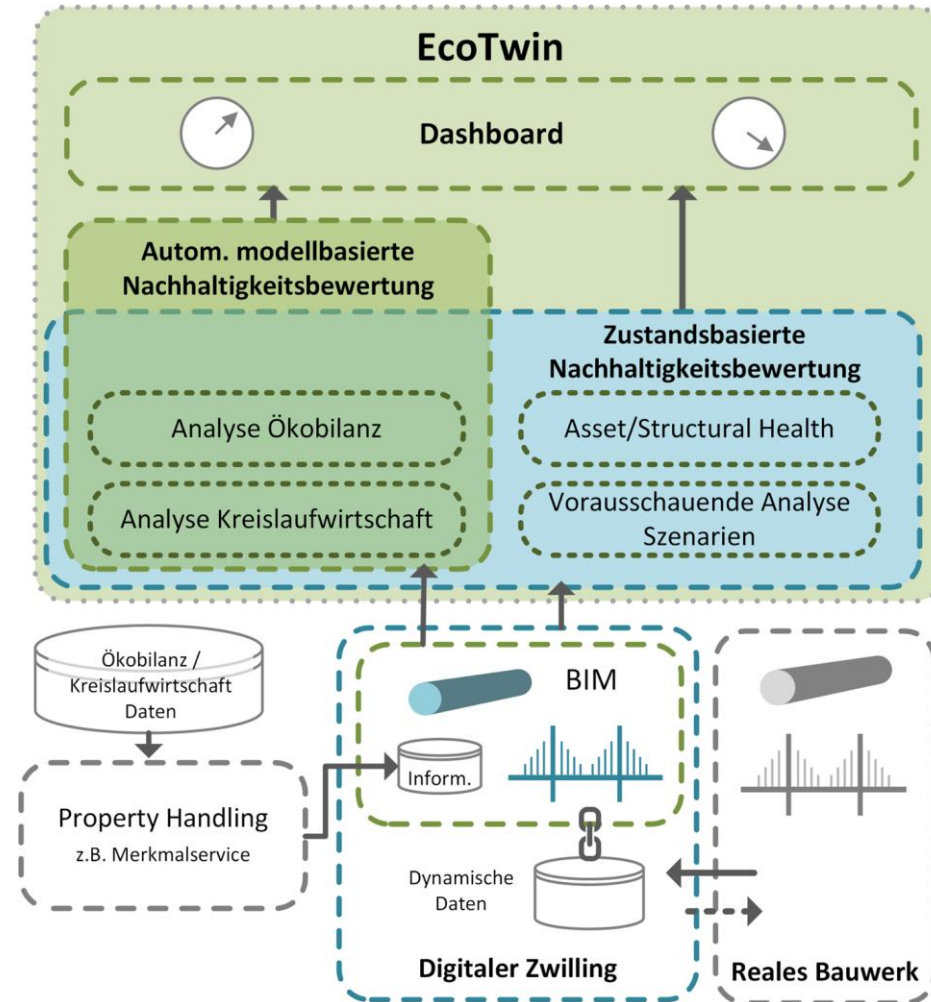
- Verknüpfung von Ökodaten mit digitalen Bauwerksmodellen
- Digitale Bauwerksmodelle als Datenquelle für statische Bauwerksinformationen (z.B. Material, Mengen)
- Bewertung von Ökobilanz und Kreislauffähigkeit
- Übersichtliche Darstellung von Bewertungsergebnissen in Bauwerksdashboard

Ziel 2: Zustandsbasierte Nachhaltigkeitsbewertung durch Integration dynamischer Zustandsdaten

- Erfassung des tatsächlichen Zustands des Bauwerks (dynamische Daten, z.B. Sensoren)
- Unterstützung zur Nutzung der Daten in Digitalen Zwillingen
- Szenarienbasierte Nachhaltigkeitsbewertung für Nutzung/Erhaltung
- Unterstützung der Entscheidungsfindung für präventive Erhaltungsmaßnahmen



EcoTwin – Grundlegender Aufbau



Chancen



Transparenz

- Nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage
- Transparente Kommunikation von Variantenvorschlägen

- Lebenszyklusorientierte Planung und Durchführung
- Kosteneffizienz durch optimierten Materialeinsatz
- Reduzierung Betriebskosten

Wirtschaftlichkeit



Nachhaltigkeit & Innovation



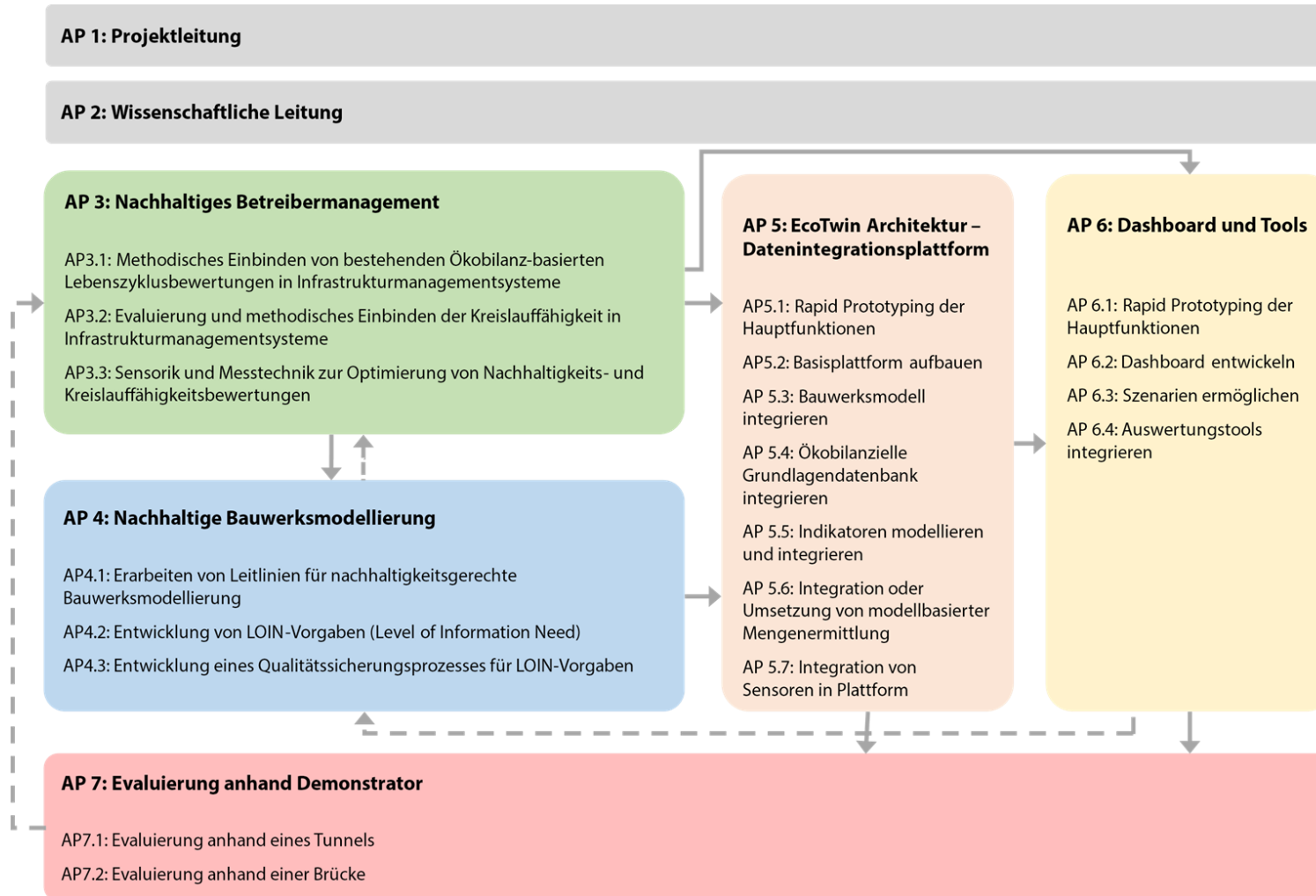
- Nachweis Einhaltung von NaHa-Anforderungen z.B. EU-Taxonomie
- Bewertung Kreislauffähigkeit

- Vollständige & konsistente Datenbasis
- Fundierte Entscheidungen
- Integrationsmöglichkeit Zustandsdaten

Datenvalidität



EcoTwin – Arbeitspakete



AP 3: Nachhaltiges Betreibermanagement

AP 3

Inhalt

- nachhaltigkeitsorientierten Instandhaltungsstrategie und Lösungen für Infrastrukturmanagementsysteme
- Ganzheitliche Berücksichtigung über den gesamten Lebenszyklus:
 - Ökobilanzielle Wirkungsindikatoren
 - Kreislaufwirtschafts-Indikatoren
- Identifikation geeigneter Sensorik und Messtechnik zur Optimierung der Nachhaltigkeits – und Kreislauffähigkeitsbewertung

Hauptverantwortliche

VCE, iBT



nachhaltige
Instandhaltung



ganzheitliche
Nachhaltigkeit



Sensorik und
Nachhaltigkeit

AP 4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung

AP 4

Inhalt

- Entwicklung Anforderungsdokumentationen für digitale Bauwerksmodelle / Zwillinge
- LOIN (Level of Information Need)-Anforderungen aus:
 - Ökobilanz-basierten Lebenszyklusbewertungen
 - Kreislauffähigkeitsbewertungen
 - Modellierungsstandards
- Modellbasierter Qualitätssicherungsprozess

Hauptverantwortliche

iBT, RSA



Handlungsempfehlungen
Modellierung



LOIN-Vorgaben



Qualitätssicherung (z.B.
durch .IDS)

AP 5: EcoTwin-Architektur - Datenintegrationsplattform

AP 5

Inhalt

- Aufbau einer Webplattform für
 - Arbeit mit einem IFC Modell
 - Berechnung von Nachhaltigkeitsindikatoren
 - Vergleich von Szenarien
 - Darstellung eines Dashboards

Hauptverantwortliche

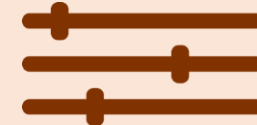
RSA, iBT



IFC



Indikatoren



Szenarien

AP 6: Dashboards und Tools

AP 6

Inhalt

- Einbindung der Auswertungstools zur Indikatorberechnung in die Plattform
- Dashboard-Modul
 - Konzeption und Design eines benutzerfreundlichen Dashboards zur Darstellung des Bauwerks
 - Integration von Visualisierungen für Nachhaltigkeitsindikatoren, Szenarien, Mengenermittlung und simulierte Sensordaten
- Szenario-Modul

Hauptverantwortliche

RSA, iBT



Dashboard



Viewer

AP 7: Evaluierung anhand Demonstrator

AP 7

Inhalt

- Evaluierung und Anwendung der entwickelten EcoTwin-Umgebung
 - Reale Praxisprojekten
 - spezifische Anwendungsszenarios zur modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung
 - Fehlende Daten (z.B. Sensordaten) ergänzt durch realitätsnahe, simulierte Daten ergänzt
- Evaluierung anhand eines Tunnels
- Evaluierung anhand einer Brücke

Hauptverantwortliche

iBT, RSA und VCE



Tunnel

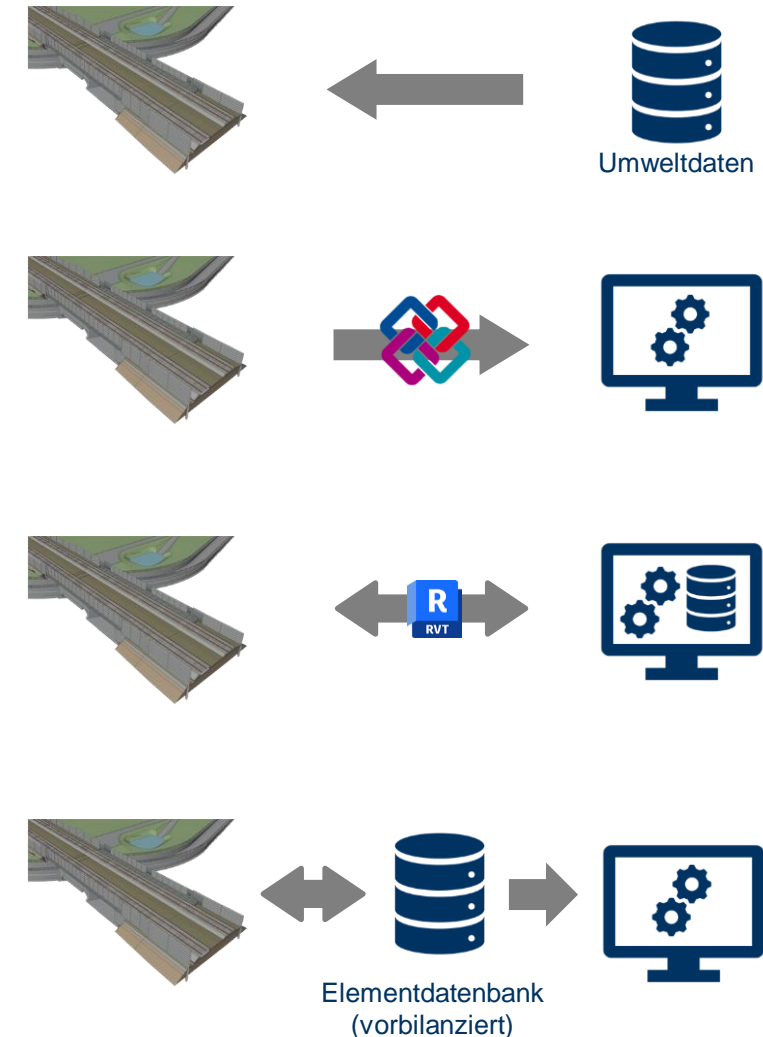


Brücke



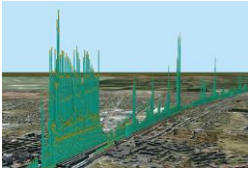


Studie: Vergleich von modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertungsansätzen im Infrastrukturbau

BIM-basierte Nachhaltigkeitsbewertung - status quo

- Nachhaltigkeitsbewertung mit BIM zunehmend in frühen Planungsphasen
- Wesentliche Informationen aus Modell
 - Bauwerksstruktur und -elemente
 - Materialeigenschaft
 - Mengen
 - Standort
- Verknüpfungsweisen von BIM und Ökodaten/Tools
 - Integration von Umweltdaten im Modell
 - Mapping von Bauteilen/Informationen in Nachhaltigkeitsbewertungstool
 - Referenzieren/Verlinken von Bauteilen und Tools (Closed BIM)
 - Elementmethode

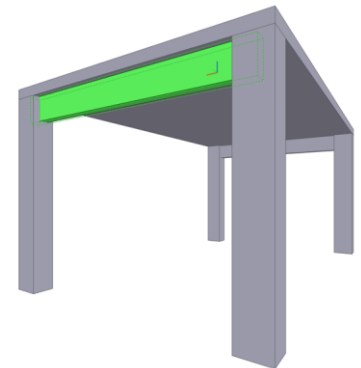
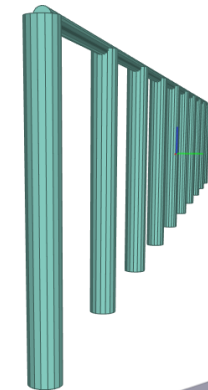
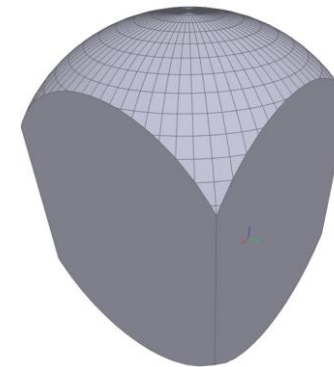
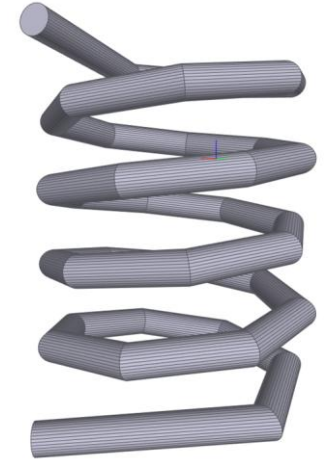
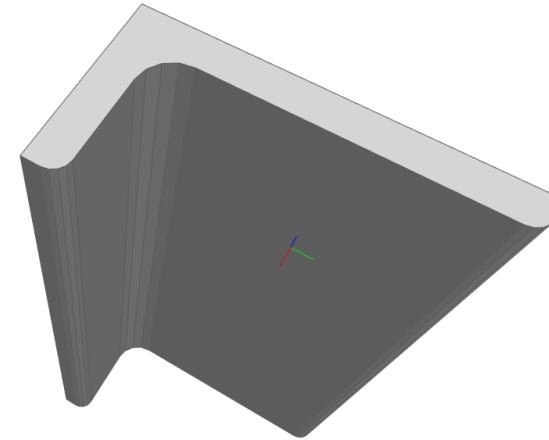
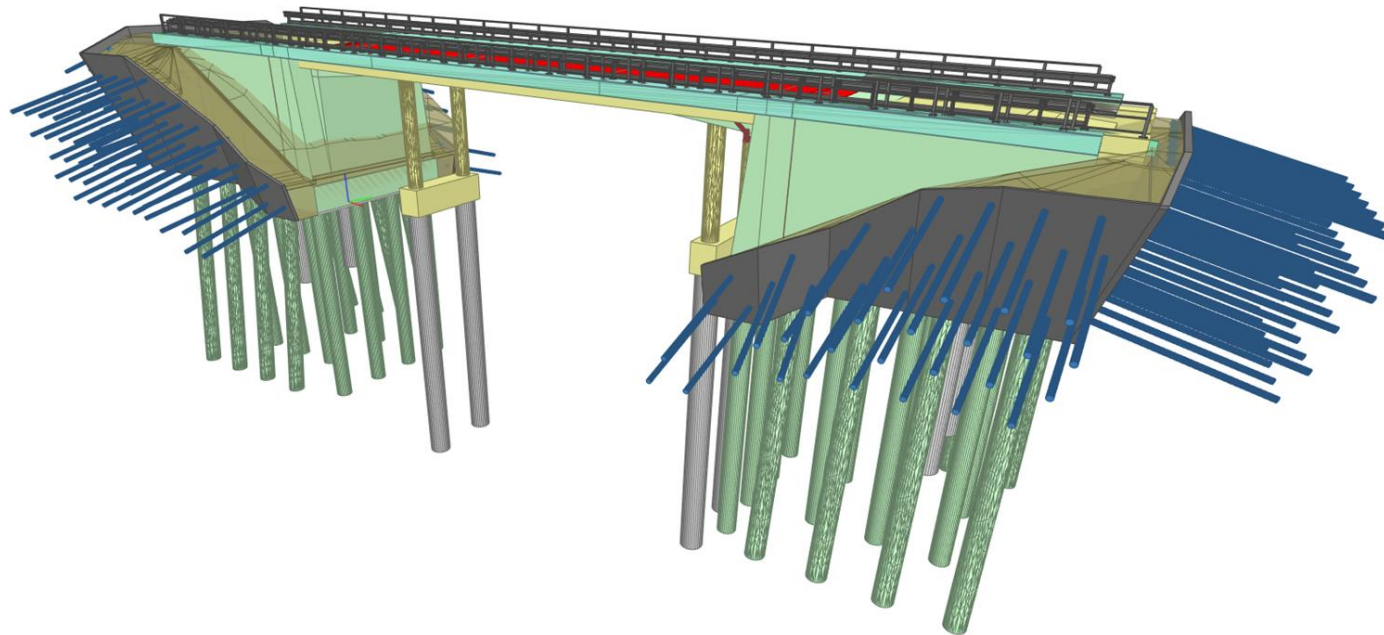


Studie: Vergleich von modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertungsansätzen im Infrastrukturbau

| | Ökobilanz in Revit + Dynamo | Ökobilanz in Revit + VDC Manager | BIMetrix | IntegBridge | API Integration OCLCA |
|--|--|--|---|--|---|
| Entwickler | (Fallbeispiel von RWTH Aachen) [1] | Bundesministerium für Digitales und Verkehr [2] | AFRY [3] | Forschungsprojekt KIT [4] | One Click LCA [5] |
| Anwendungsbereich | unabhängig (Fallbeispiel: Tunnel) | Unabhängig (Anwendung: Fernstraßen) | Streckenzug | Brücke | Infrastrukturprojekte |
| Nachhaltigkeitsbewertung | Ökobilanz (A1-A3) | Ökobilanz (A1-A3) | Ökobilanz (A1-A3) | Ökobilanz (A1-A5, B1-B4, C1-C4, D) + Ökonomie (WLC) + Soziales | Ökobilanz (A1-A5, B1-B4, C1-C4, D) + Ökonomie (LCC) |
| Bewertungsansatz | Bauteil- und Bauerwerkbewertung (Meso- und Mikroebene) | Bauteil- und Bauerwerkbewertung (Meso- und Mikroebene) | Ganzheitlicher Streckenzug (Makroebene); Bauteil- und Bauerwerkbewertung (Meso- und Mikroebene) | Gesamtes Bauwerk (Mesoebene) | Bauteil- und Bauerwerkbewertung (Meso- und Mikroebene) |
| Verknüpfung BIM und Nachhaltigkeits-tool | Integration von Umweltdaten in Autorensoftware - Umfangreicher Attributzugriff (z.B. Mengen) | Mapping von Informationen in Model Checker - Manuelles Mapping | Mapping von Bauteilen/Informationen in Nachhaltigkeitsbewertungstool - Mapping mithilfe von KI - Teilung Geometrie in 3x3m Raster | Elementmethode - Vorbilanzierte Elemente verknüpft mit BIM - Integration von Folgeelementen für Instandhaltungsstrategie | Verlinkung von Bauteilen und Tools |
| Limits | - Standardisierte EPDs - Strukturierte bzw. eindeutige Parametrik & Qualitätssicherung Modelle erforderlich | | | | |
| Darstellung Ergebnisse |  |  |  |  |  |

Erste Ergebnisse – RSA

- Tool zur Berechnung von Mengen in IFC-Objekten
 - Ziel: **Volumen**, exponierte Oberfläche, Länge
 - Getestet mit verschiedenen Geometrietypen



Erste Ergebnisse – RSA

- Steuerung der IFC-Auswertung anhand Excel-Tool
 - 1. Finde Inputs und Outputs in Excel Tool
 - 2. Berechne Inputs aus IFC
 - 3. Berechne Ergebnisse via Excel tool
 - Erste Anwendung: LCCO2-Tool

| Eingabe Massen (Betriebs bewertete Fläche) | | GESAMTSUMME | | | | | Einkaufspreis | | CO2 | |
|--|----------------------|-------------|-------------------|---------------|---------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|--|
| ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | Einkaufspreis | CO2 | ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | |
| Bezeichnung | Materialbeschreibung | Menge | Einheit | Menge | Einheit | ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | ERGÄNZUNG | BETRIEB / NUTZUNG | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | |
| 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | |
| 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | |
| 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | |
| 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | |
| 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | |
| 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | |

Diskussion - Allgemein



1. **Wo im Lebenszyklus und zu welchem Zwecke ist eine NaHa-Bewertung erforderlich?**
 - Dokumentation des Bauwerkszustandes
 - Entscheidungsprozesse für Instandhaltungen (KPIs der Nachhaltigkeit?)
 - Reporting / Nachweisführung
2. **Wer ist der Main-User (innerhalb des Unternehmens) für ein Tool wie EcoTwin?**

Diskussion – Nachhaltigkeit



1. Welche Indikatoren werden jetzt schon berücksichtigt? (CO₂, Versauerungspotenzial, etc.)
 - Ökonomische Indikatoren, Lebenszykluskosten
 - Ansprüche an Indikator für Bewertung für Kreislauffähigkeit
 - Getrennte oder Kombinierte Betrachtung?
2. Wohin entwickelt sich Thema hinsichtlich Finanzierungszusagen, Vergabekriterien (EU-Taxonomie) ?

Diskussion – Digitale Methoden



1. Welche Rolle werden digitale Bauwerksmodelle bei der Planung der Instandhaltung spielen?
 - Test-Modelle (Tunnel / Brücke)
 - AG-seitige Datenstrukturen/Modellierrichtlinien/AIAs
 - Weiterentwicklung/Adaptierung Modelle/Anforderungen innerhalb des EcoTwin-Projekts
2. Welche Systeme/Zwillinge sind vorhanden hinsichtlich Erhaltungsstrategie? Wie könnte Ecotwin bei Betreibern integriert werden?

Let's discuss

Dipl.-Ing. Larissa Schneiderbauer / DI Dr. Georg Fröch

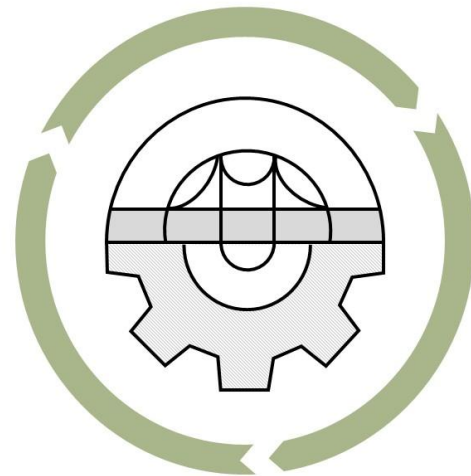
Larissa.Schneiderbauer@uibk.ac.at / georg.froech@uibk.ac.at

Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau, Universität Innsbruck
EcoTwin - Kick-off Meeting

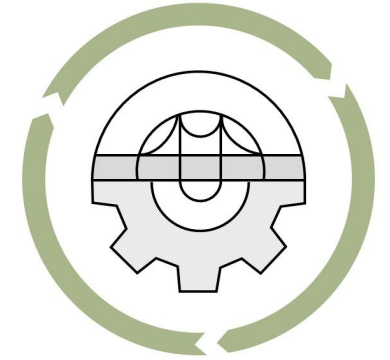
EcoTwin – Workshop

Userzentrierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse

03.03.2026



Agenda

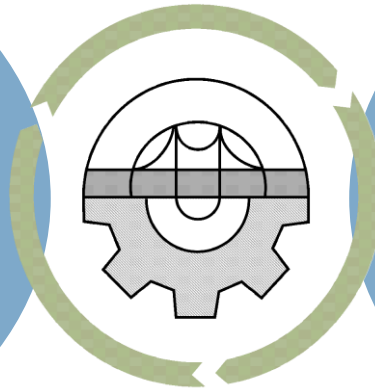


| Uhrzeit | Dauer | TOP |
|---------------|--------|--|
| 9:00 – 9:15 | 15 min | Eintreffen und Begrüßung |
| 9:15 – 9:45 | 30 min | Zielsetzung Workshop und Erste Ergebnisse EcoTwin + Menti-Umfrage (PreWorkshop) |
| 9:45 – 10:30 | 45 min | Block 1: World Café |
| 10:30 – 10:40 | 10 min | <i>Pause</i> |
| 10:40 – 11:25 | 45 min | Block 2: World Café |
| 11:25 – 11:35 | 10 min | <i>Pause</i> |
| 11:35 – 12:20 | 45 min | Block 3: World Café |
| 12:20 – 13:00 | 40 min | <i>Pause</i> |
| 13:00 – 14:00 | 60 min | Wrap Up + Menti-Umfrage (PostWorkshop) |

EcoTwin – Ziele

1.

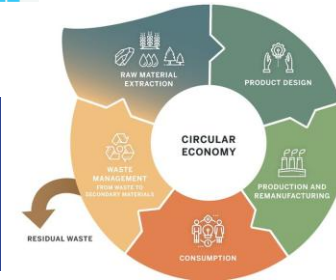
Automatisierte,
modellbasierte
Nachhaltigkeits-
bewertung



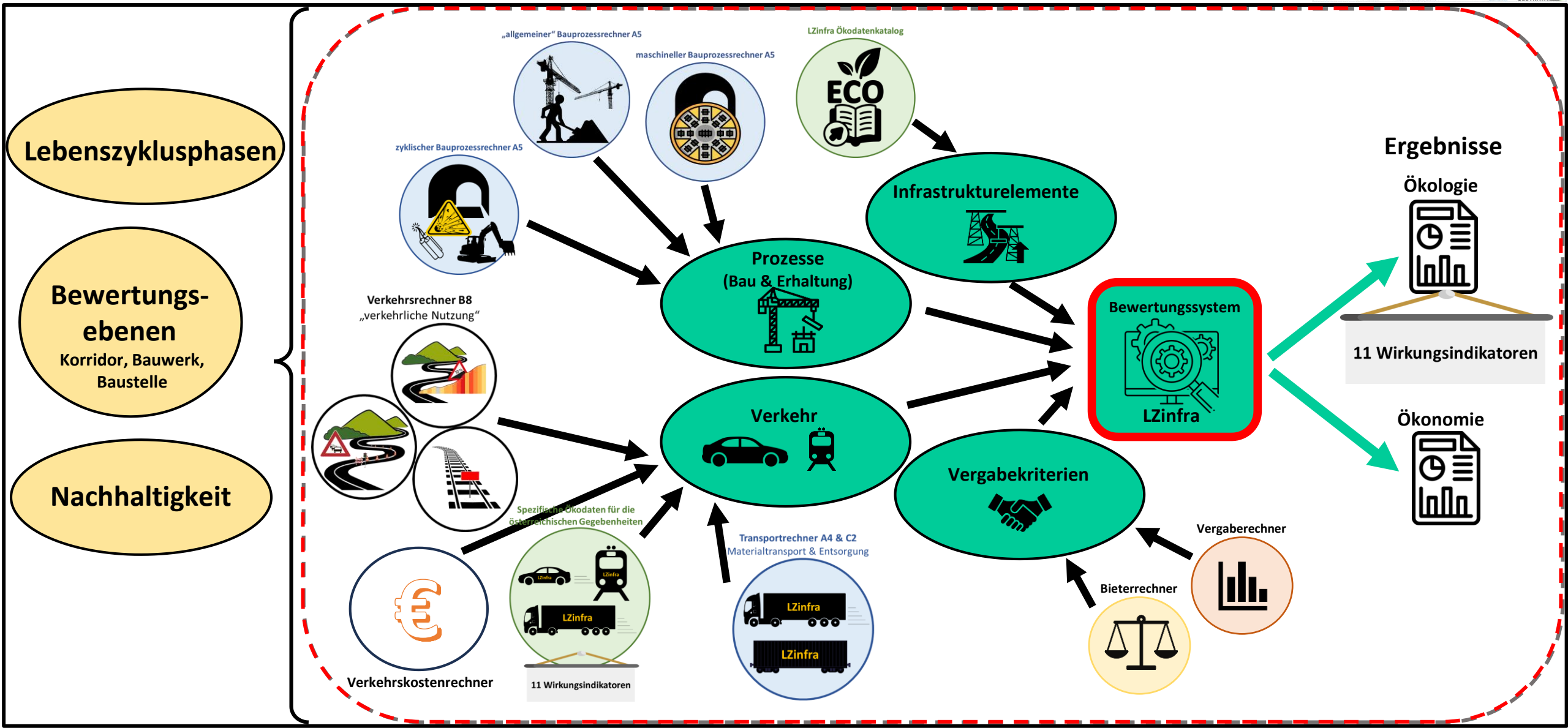
2.

Zustandsbasierte
Nachhaltigkeits-
bewertung

durch Integration
dynamischer
Zustandsdaten
(DigiTwin)



Ausgangslage LZinfra

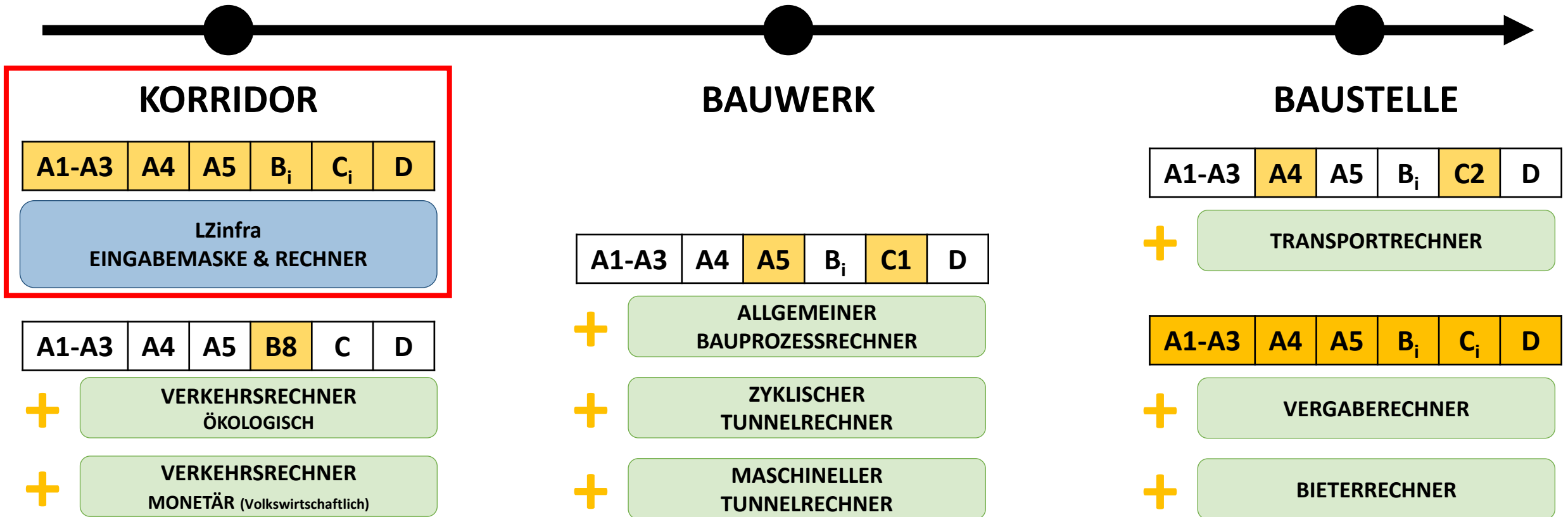


Ausgangslage LZinfra

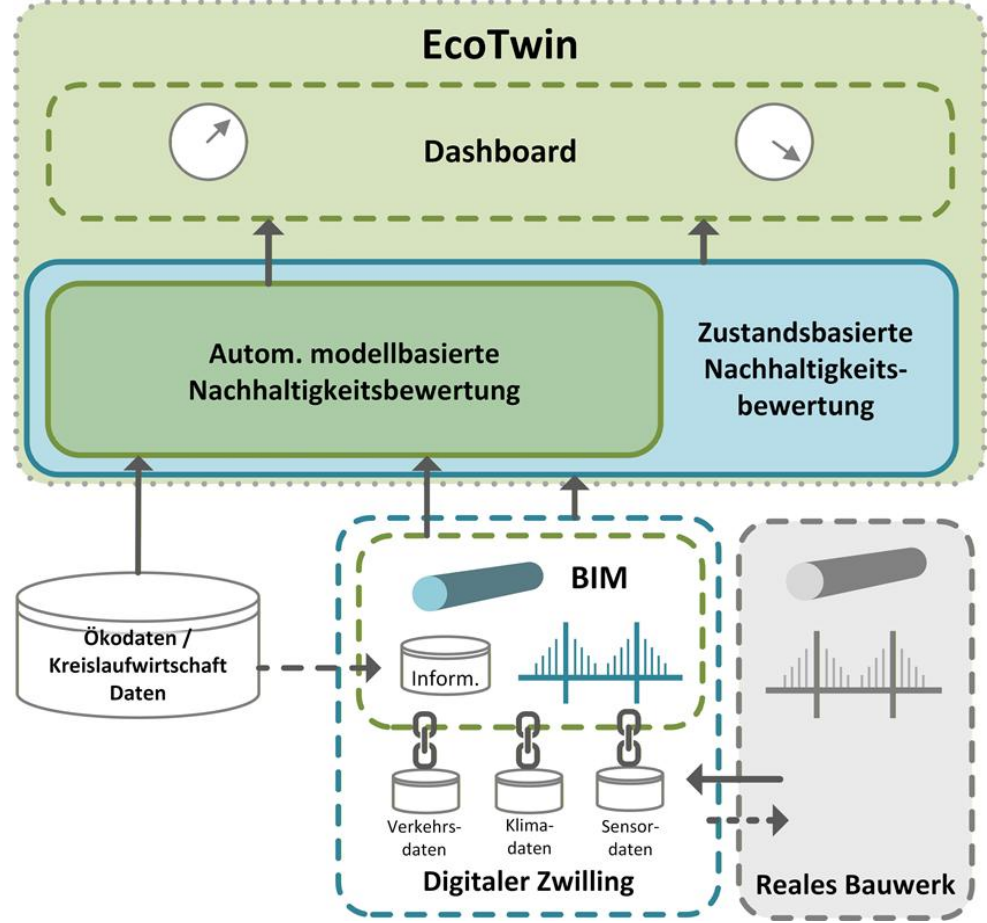


Kernziele:

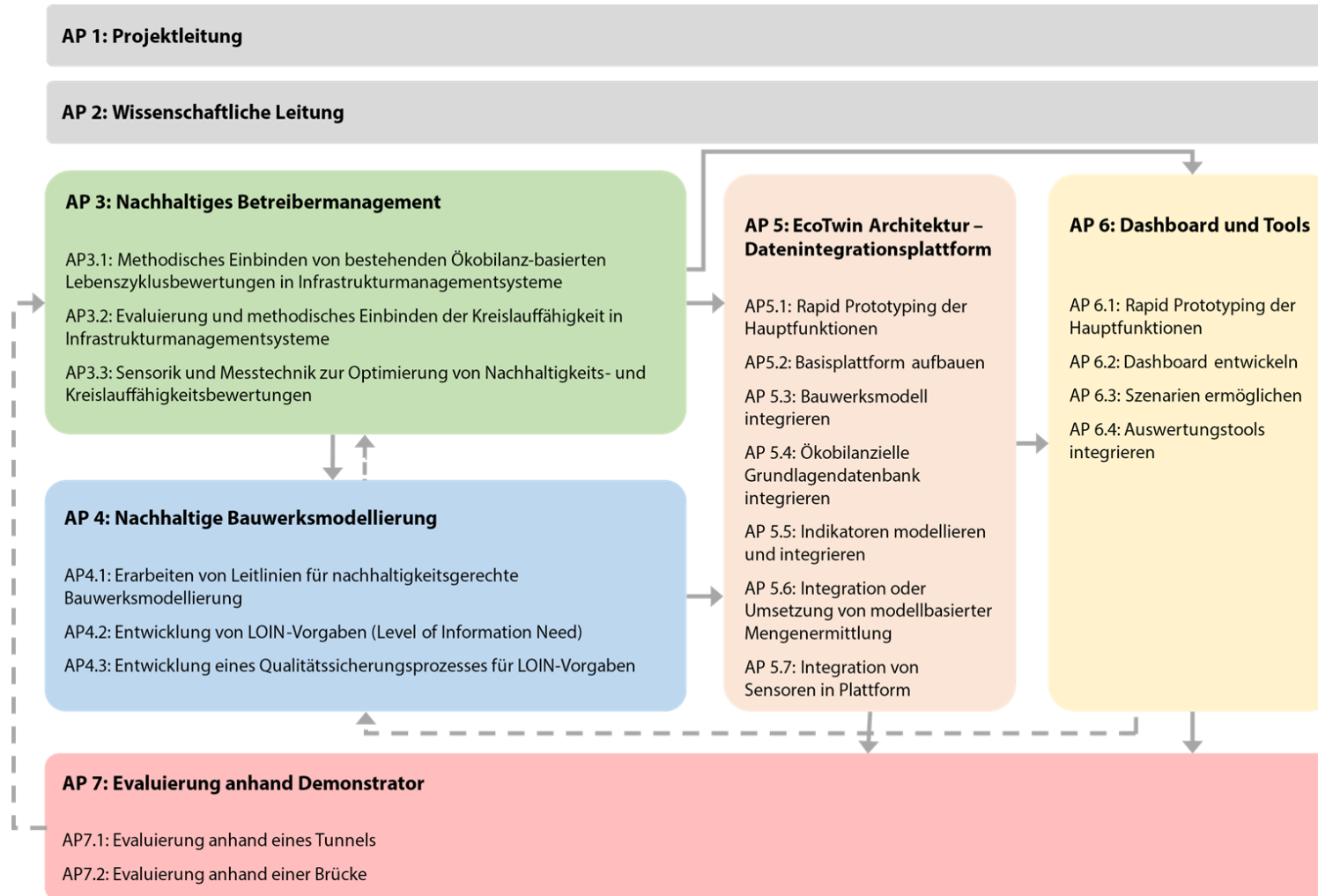
2/2...als Andock-Rechner für eine Schnittstellen-basierte Modifikation der Ergebnisse durch die anderen Berechnungsmodule



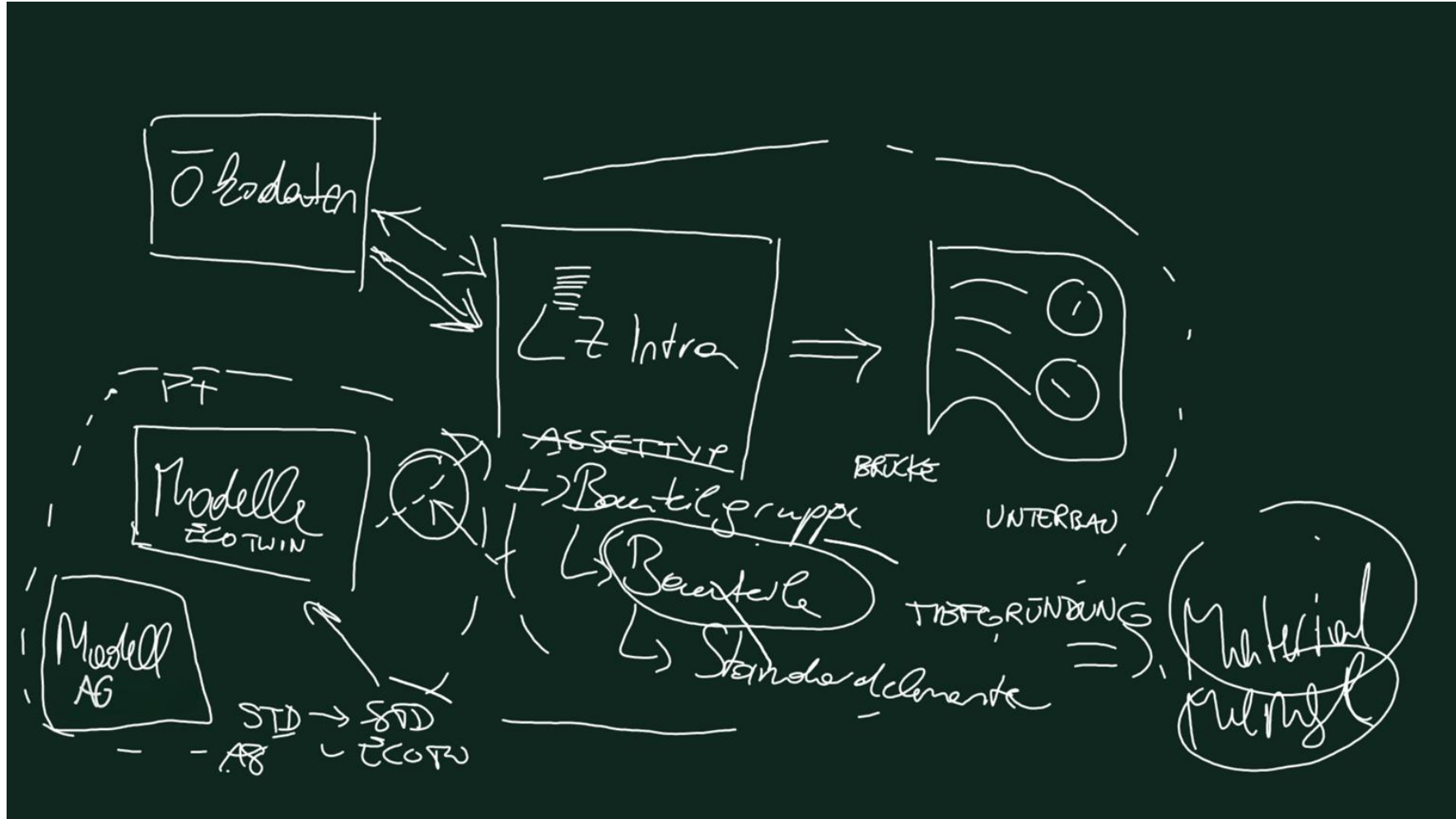
EcoTwin – Grundlegender Aufbau



EcoTwin – Arbeitspakete



Kickoff Tafelbild



AP 3: Nachhaltiges Betreibermanagement

AP 3

Rahmenbedingungen

- **Zielgruppe:** Betreiber und Länder
- **Methode:** Einzelinterviews je 30 Minuten

Ziel: Status quo Erhebung

- Lebenszyklusbewertung
- ökologische Nachhaltigkeitsbewertung
- Kreislaufwirtschaftsbewertung

Bitte nur teilnehmen wenn Sie auf
Betreiberseite tätig sind!



weitere
Interviews

Auswertung

6 Interviewteilnehmende

Kreislauffähigkeitsbewertung

- Analyse bestehender Regelwerke sowie aktueller Bewertungsverfahren
- ISO 59004
- Einige partielle Ansätze
- Fokus oftmals auf den Hochbau



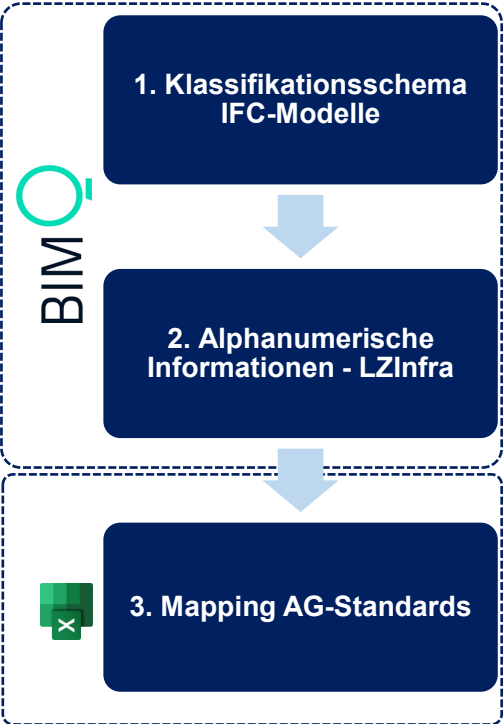
Interviews



Kreislauf-
fähigkeit

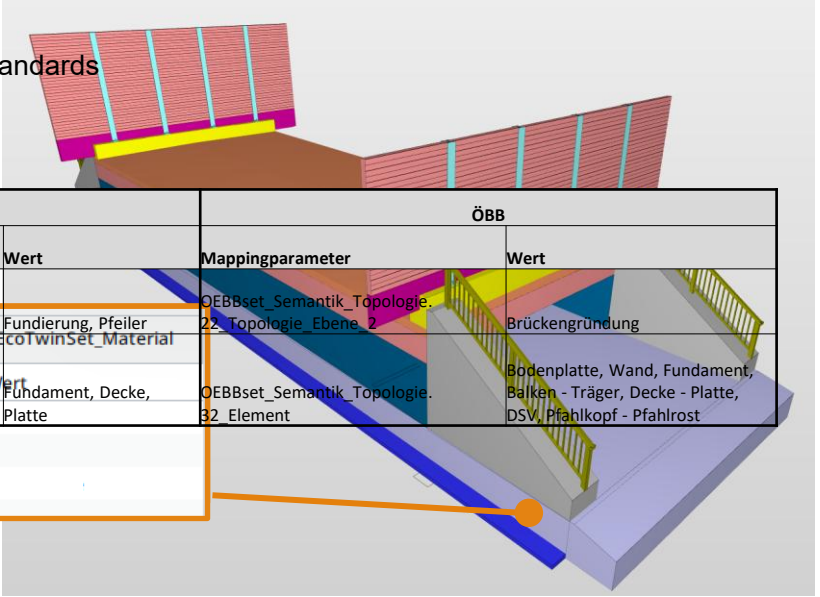
AP 4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung

AP 4



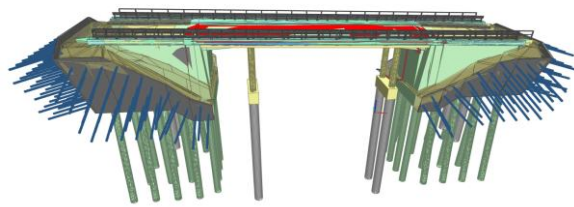
- Identifizierung der Eingabelemente aus AG-Standards
- Mapping-Bedingungen zur „Übersetzung“ der Materialeigenschaften in PropertySet
- EcoTwinSet „Semantik Topologie“ zur

| EcoTwin | | ASFINAG | | ÖBB | |
|---------------|-----------------|---|--------------------------|---|---|
| Elementgruppe | Element | Mappingparameter | Wert | Mappingparameter | Wert |
| Unterbau | Flachgründung | ASF_Mset_Semantik_Topologie. Bauteilgruppe | Fundierung, Pfeiler | OEBBset_Semantik_Topologie. 22_Topologie_Ebene_2 | Brückengründung |
| | Eigenschaft | ASF_Mset_Semantik_Topologie. Element | Fundament, Decke, Platte | OEBBset_Semantik_Topologie. B2_Element | Bodenplatte, Wand, Fundament, Balken - Träger, Decke - Platte, DSV, Pfahlkopf - Pfahlrost |
| | Bewehrungsgrad | 130 | | | |
| | Bewehrungsstahl | Matten / Mittelwert | | | |

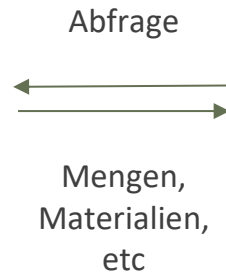


AP 5: EcoTwin-Architektur - Datenintegrationsplattform

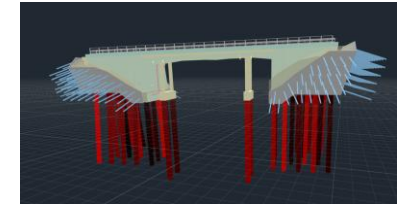
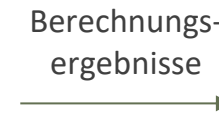
AP 5



IFC Modell



LzInfra Tool



Viewer

Nutzung des EcoTwin Standards

Bericht über Fehler (fehlende Properties etc.)

Mengenberechnung aus Geometrie als Fallback

Vollständige Nachhaltigkeitsberechnung anhand von Modell

Zusätzliche/fehlende Informationen Manuell Eingeben/hochladen

Ergebnisse als 'Data Cube' für flexible Analyse durch Benutzer

Flexible Analysetools

- slice and dice
- zoom in/rollup
- Linearkombinationen (zb kg[CO₂]/m³)
- diverse Statistiken

Visualisierung

- am Modell
- mit Diagrammen
- mit Tabellen

Workshop: Zielbild

userzentrierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse für einen **automatisierten Workflow** zur **modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung (EcoTwin)**

Erwartetes Ergebnis

- Status quo der Nachhaltigkeitsbewertung in den Organisationen: Einsatz, Modellanbindung?
- Verständnis der Rolle von Nachhaltigkeitsbewertungen im bestehenden Management der Assets Bauwerke
- Identifikation von Einsatzszenarien / -punkten von Ecotwin im Asset- / Erhaltungsmanagement
- Einsatz von dBT (digital building Twin) im Prozess – bereits eingesetzt / geplant / Ausblick

Ziel des Workshops



Prozessuale und organisatorische Leitplanken



Erwartete Mehrwerte aus Anwendersicht

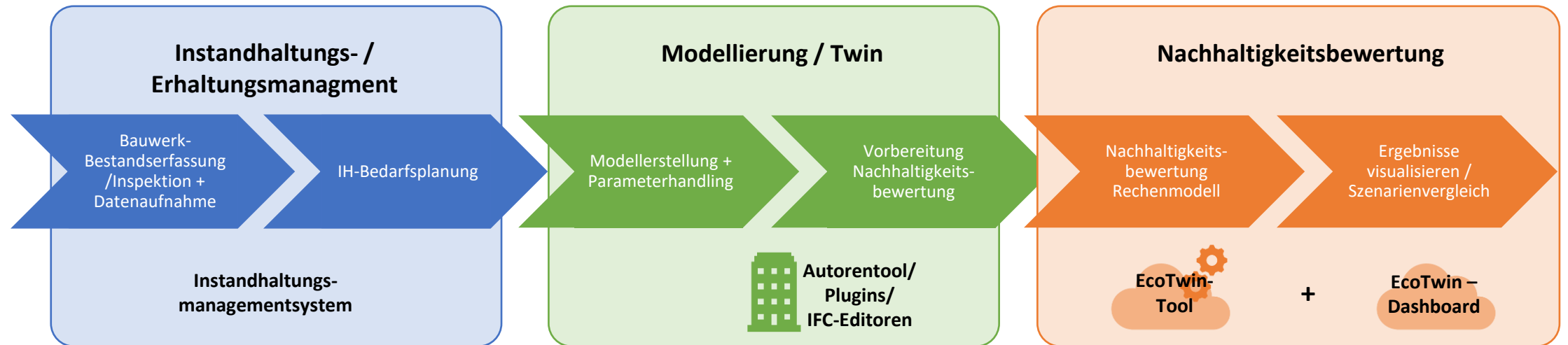


Keine Erstellung eines Pflichtenhefts



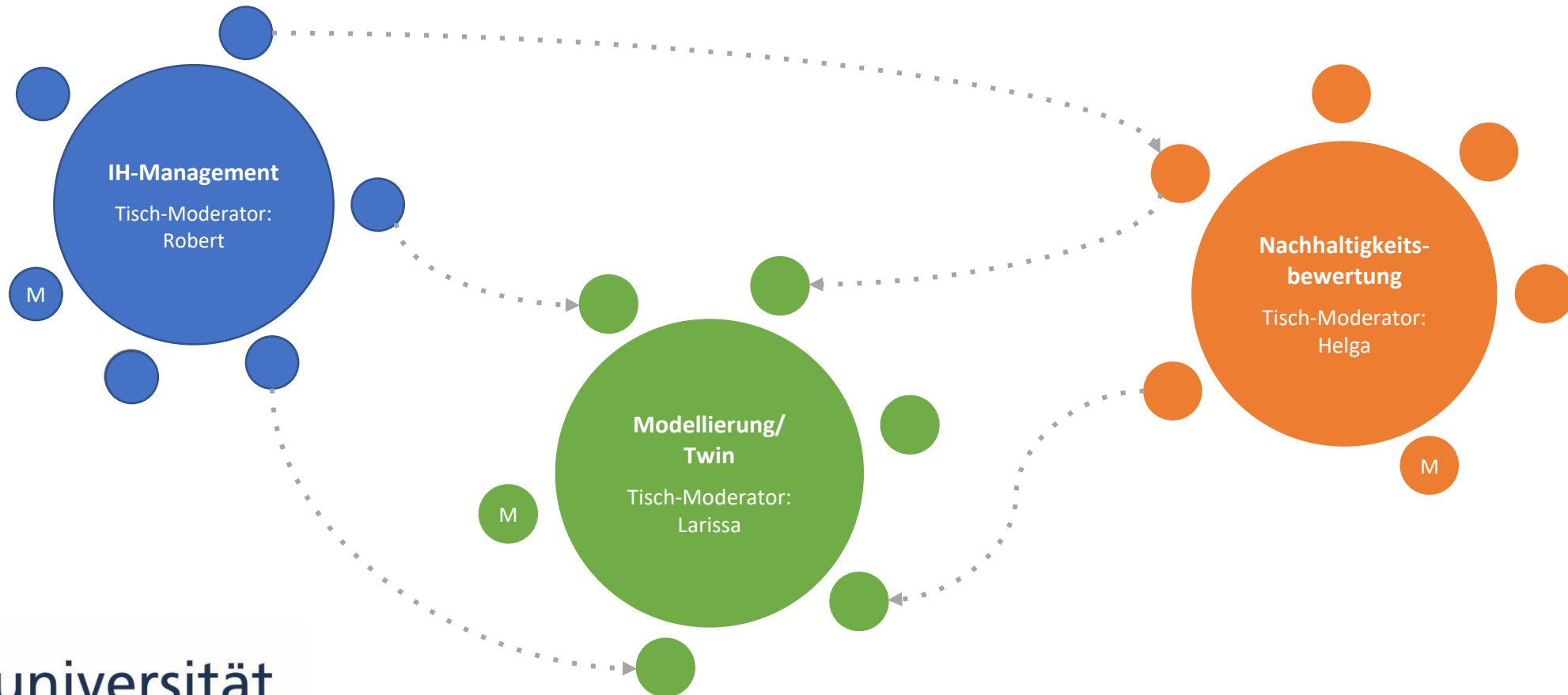
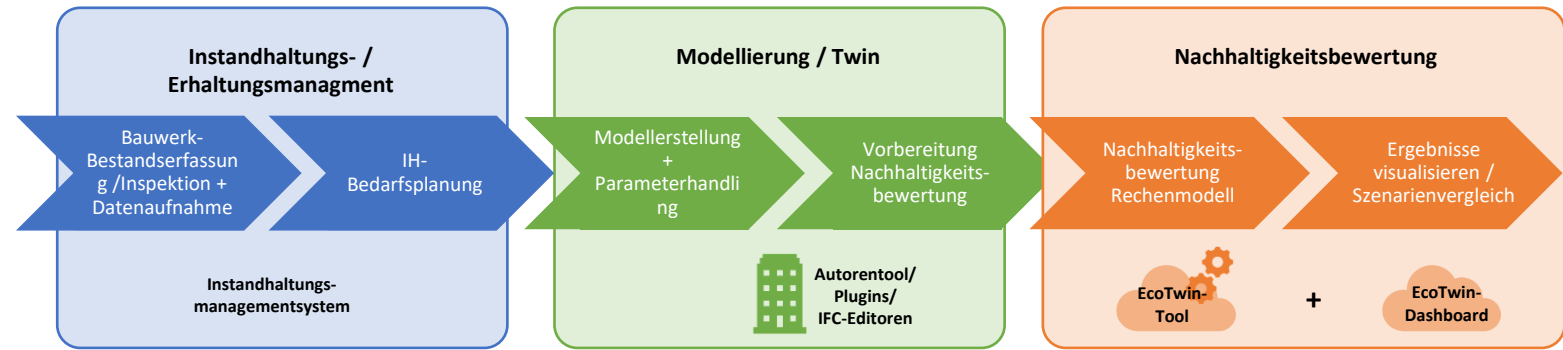
Keine ausformulierte Ergebnisdokumentation

Zielbild – Themen



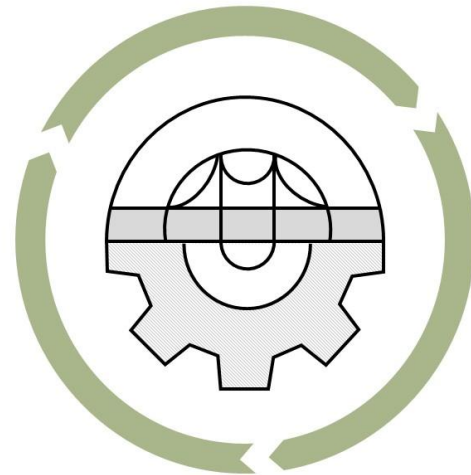
Zielbild - Themen

Block 2: World Café



Umfrage „Stimmungsbild“ EcoTwin

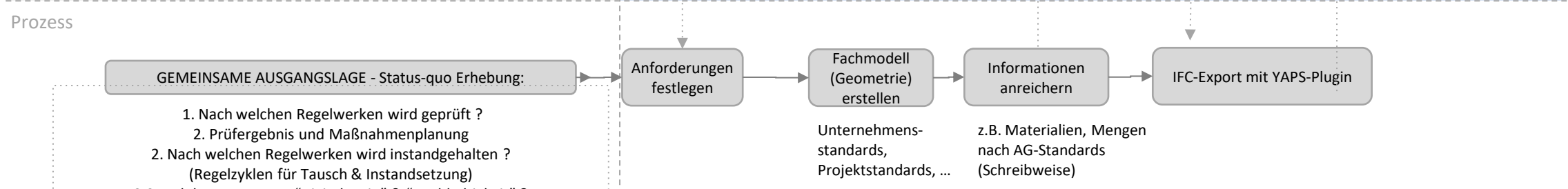
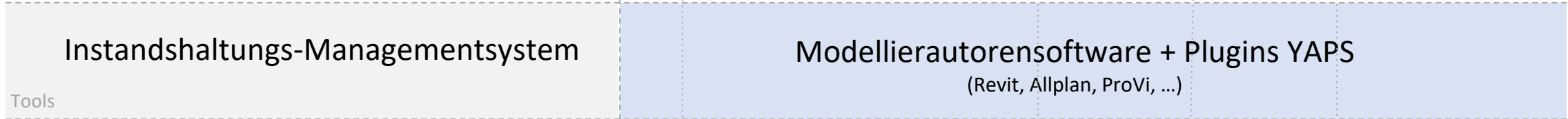
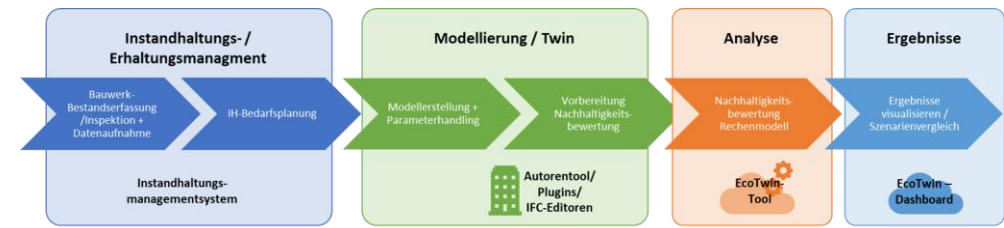
Vor dem World Café



Nach dem World Café

Erhaltungsmanagement/Modellierung

Variante 1: IFC-Export lt. EcoTwin via Autorensoftware

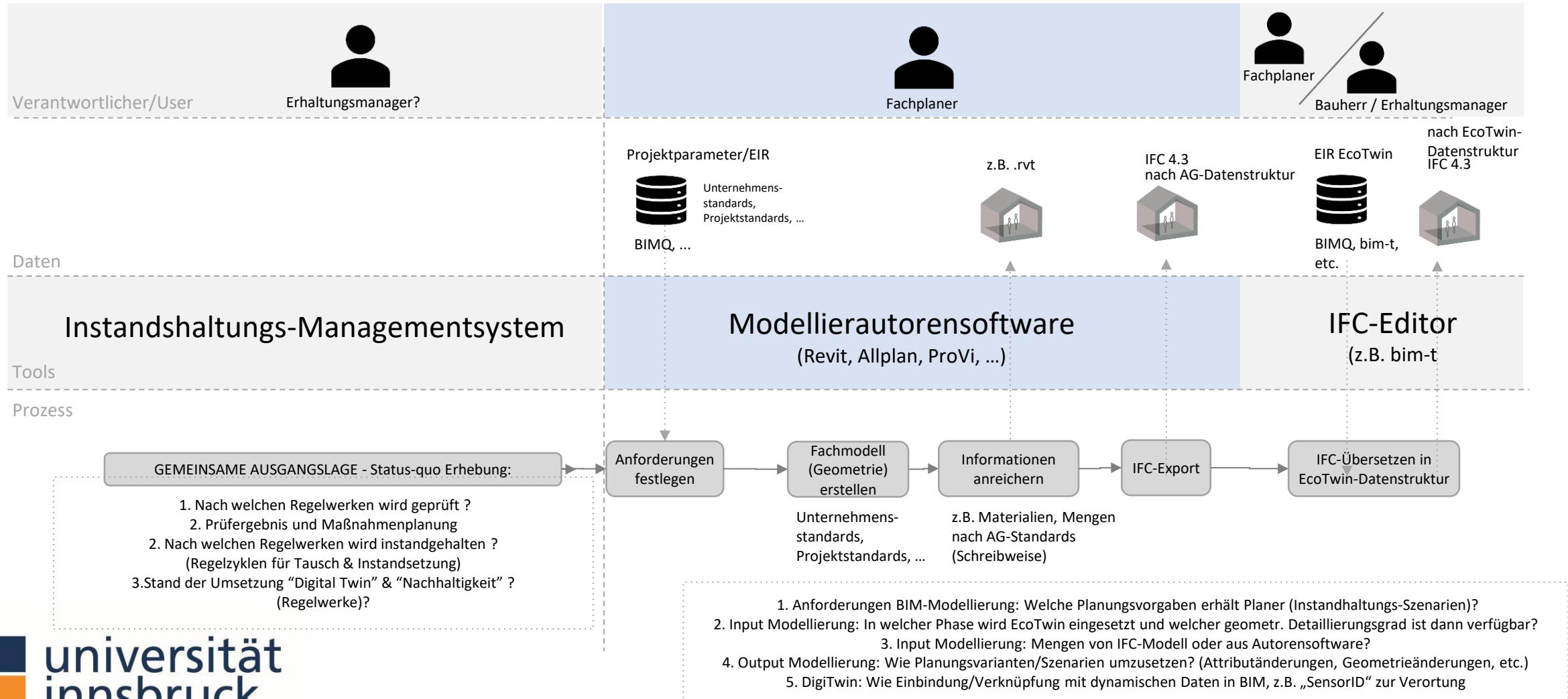
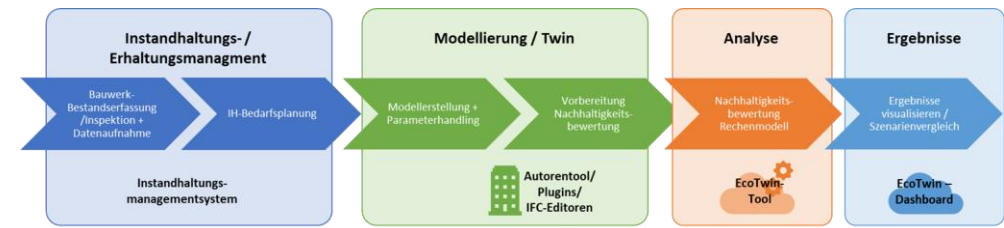


- GEMEINSAME AUSGANGSLAGE - Status-quo Erhebung:**
1. Nach welchen Regelwerken wird geprüft ?
 2. Prüfergebnis und Maßnahmenplanung
 2. Nach welchen Regelwerken wird instandgehalten ? (Regelzyklen für Tausch & Instandsetzung)
 3. Stand der Umsetzung "Digital Twin" & "Nachhaltigkeit" ? (Regelwerke)?

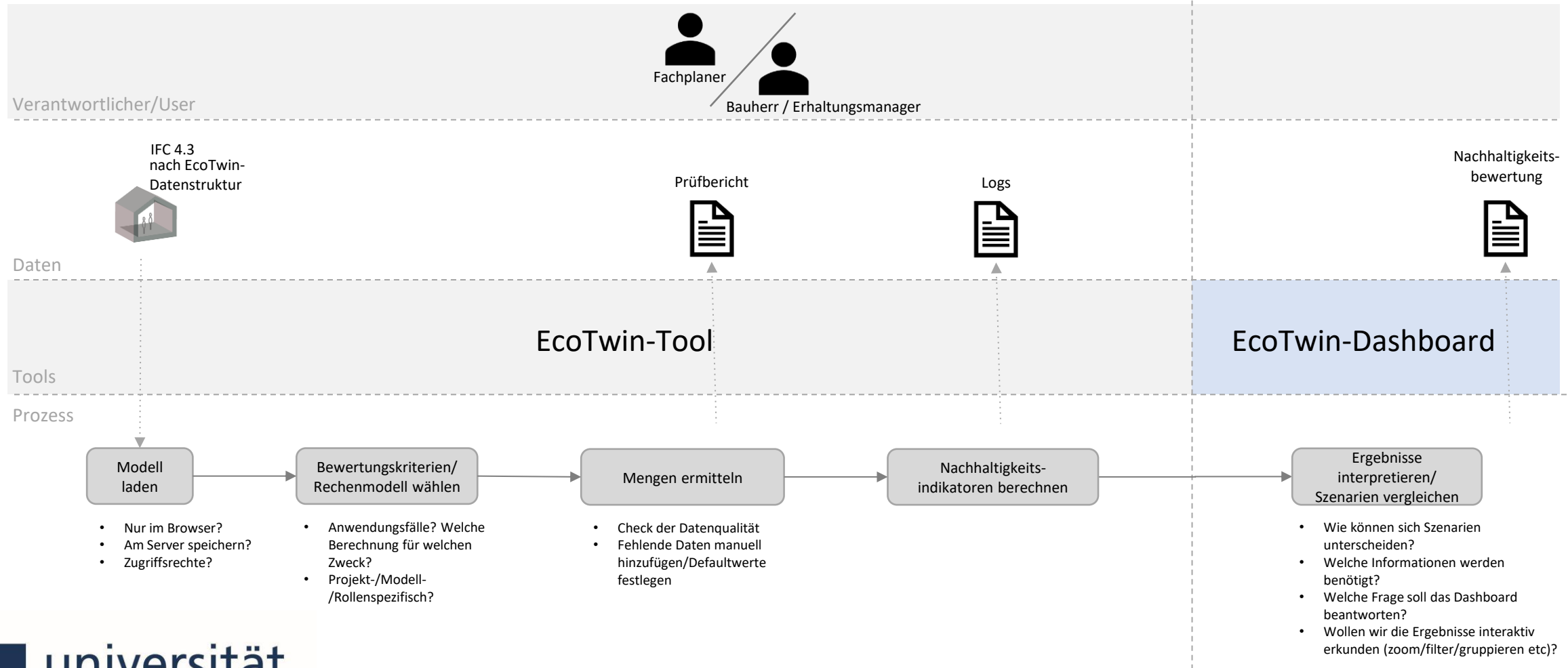
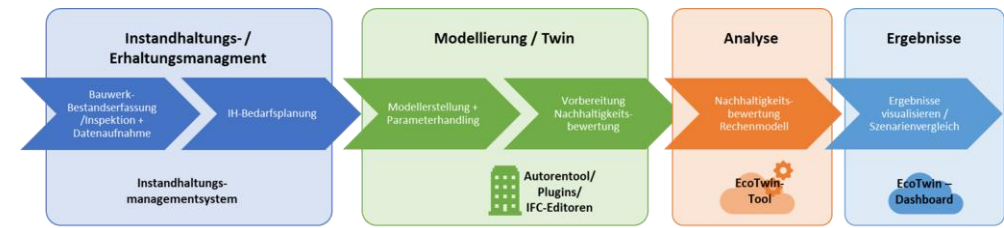
1. Anforderungen BIM-Modellierung: Welche Planungsvorgaben erhält Planer (Instandhaltungs-Szenarien)?
2. Input Modellierung: In welcher Phase wird EcoTwin eingesetzt und welcher geometr. Detaillierungsgrad ist dann verfügbar?
3. Input Modellierung: Mengen von IFC-Modell oder aus Autorensoftware?
4. Output Modellierung: Wie Planungsvarianten/Szenarien umzusetzen? (Attributänderungen, Geometrieänderungen, etc.)
5. DigiTwin: Wie Einbindung/Verknüpfung mit dynamischen Daten in BIM, z.B. „SensorID“ zur Verortung

Erhaltungsmanagement/Modellierung

Variante 2: IFC-Export lt. EcoTwin via bim-t

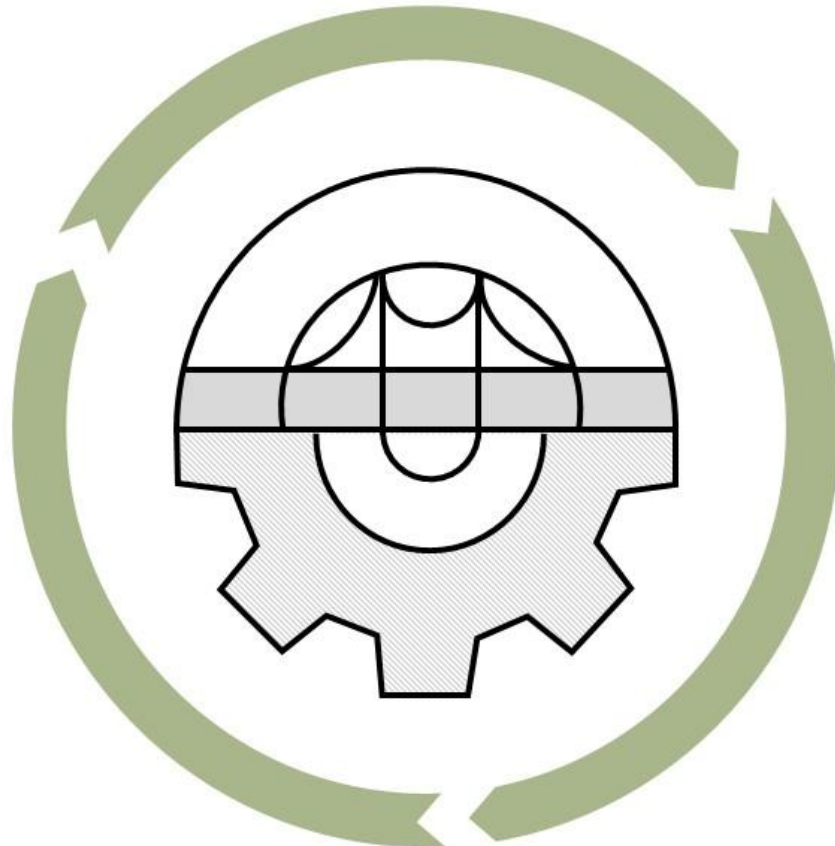


Analyse und Ergebnisse



EcoTwin

Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeit-Überwachung



Jahresabschlussmeeting – 1. Forschungsjahr

17.03.2026

Online – Microsoft Teams

EcoTwin – Projektteam

Wissenschaftliche Partner



Unternehmenspartner (Auftraggeberseite / Betreiber)

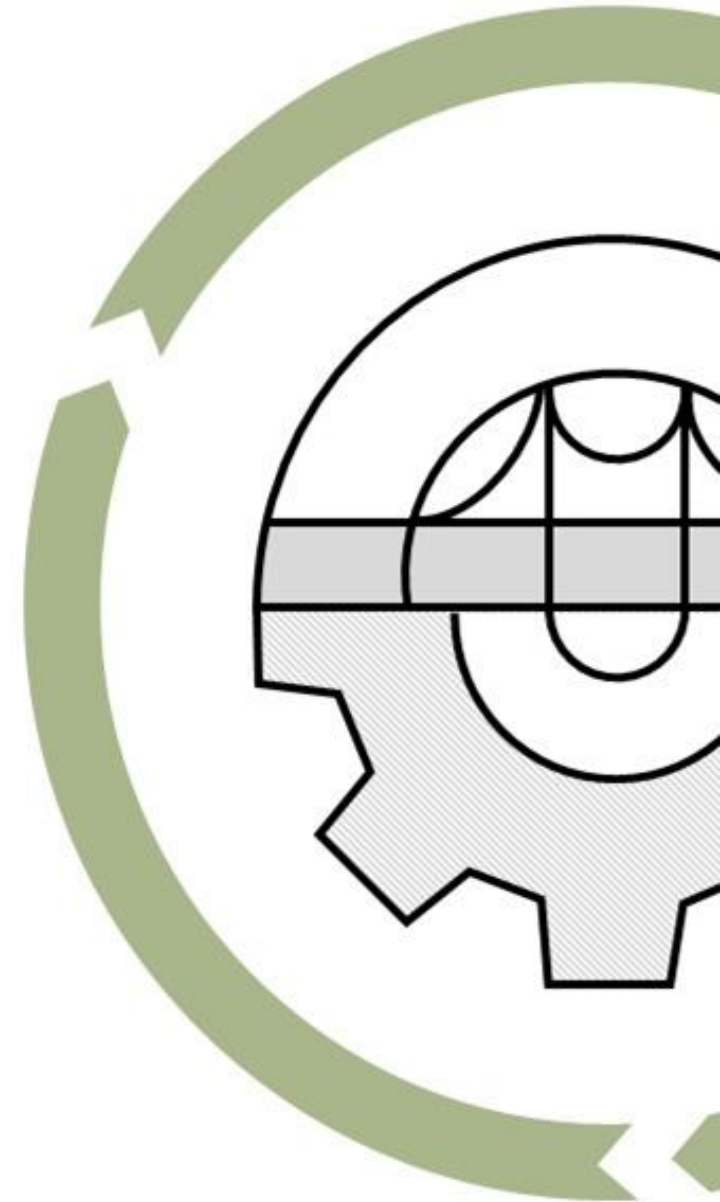


Unternehmenspartner (Ingenieurbüros / Verbände)

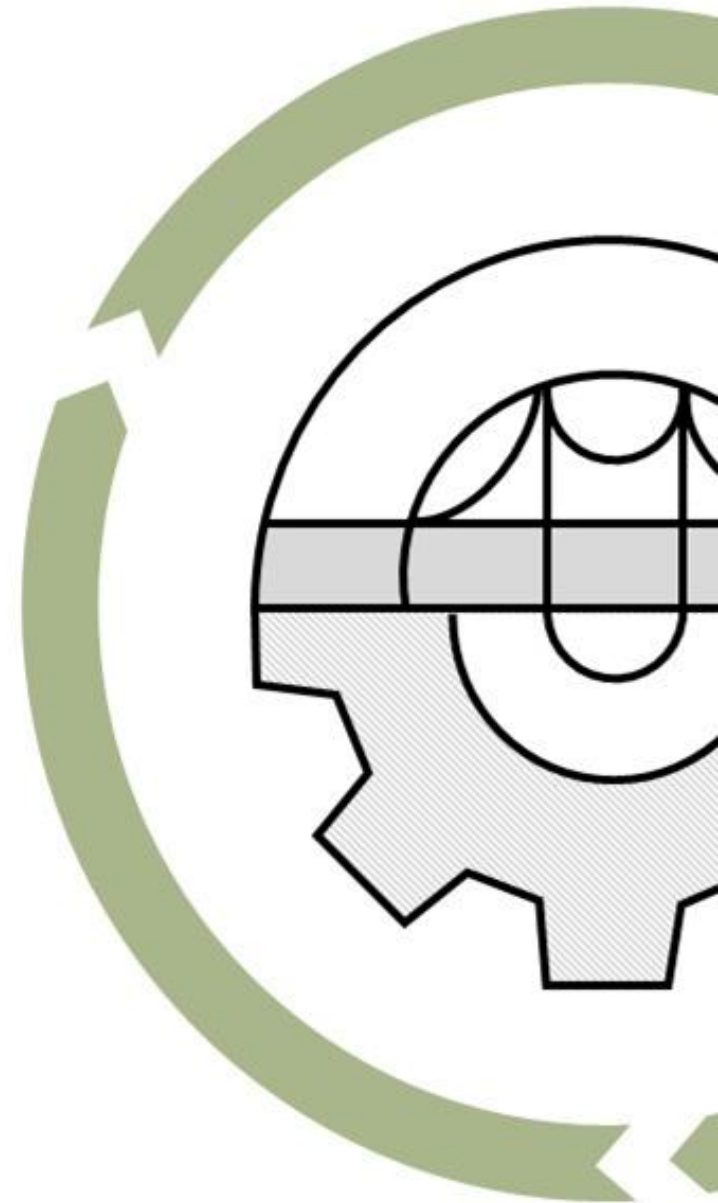


Agenda

- EcoTwin – Zielsetzung
- Projektstatus im Überblick
 - Finanzierung
 - Zeitplan
- Forschungstätigkeit – Berichte zu den AP
 - AP3: Nachhaltiges Betreibermanagement
 - AP4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung
 - AP5: EcoTwin Architektur – Datenintegrationplattform
- Workshop - Userzentrierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse
 - Erkenntnisse aus den Diskussionen
 - Anwendungsfälle EcoTwin
- Ausblick 2. Forschungsjahr



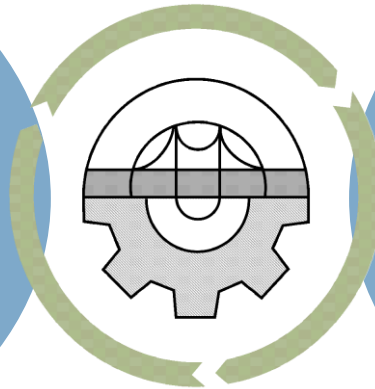
1. EcoTwin – Zielsetzung



EcoTwin - Ziele

1.

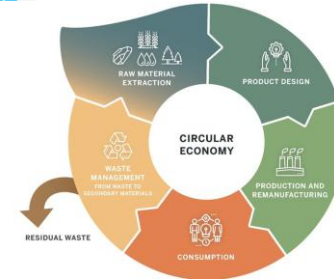
Automatisierte,
modellbasierte
Nachhaltigkeits-
bewertung



2.

Zustandsbasierte
Nachhaltigkeits-
bewertung

durch Integration
dynamischer
Zustandsdaten
(DigiTwin)



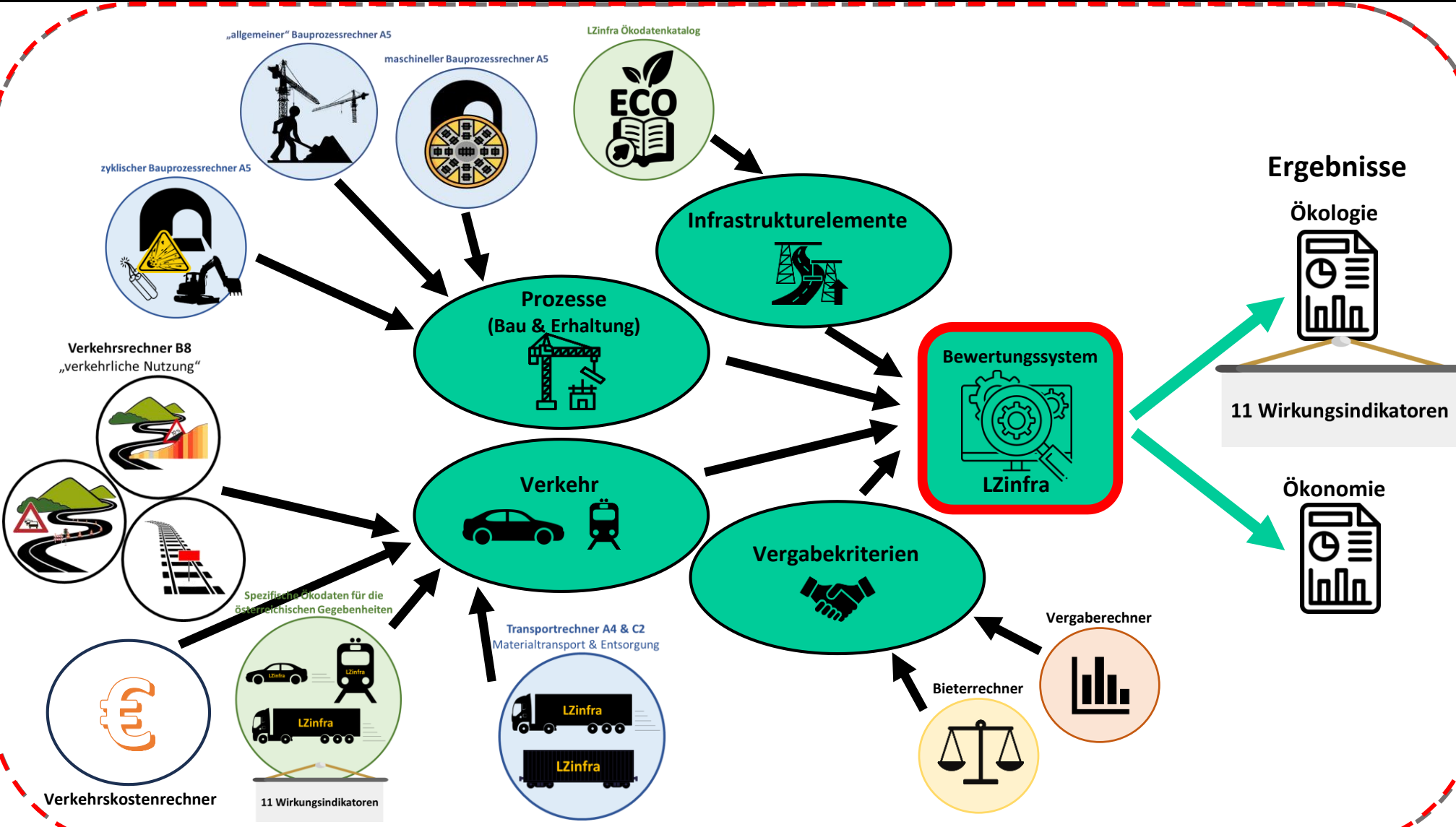
Ausgangslage LZinfra



Lebenszyklusphasen

Bewertungs-
ebenen
Korridor, Bauwerk,
Baustelle

Nachhaltigkeit

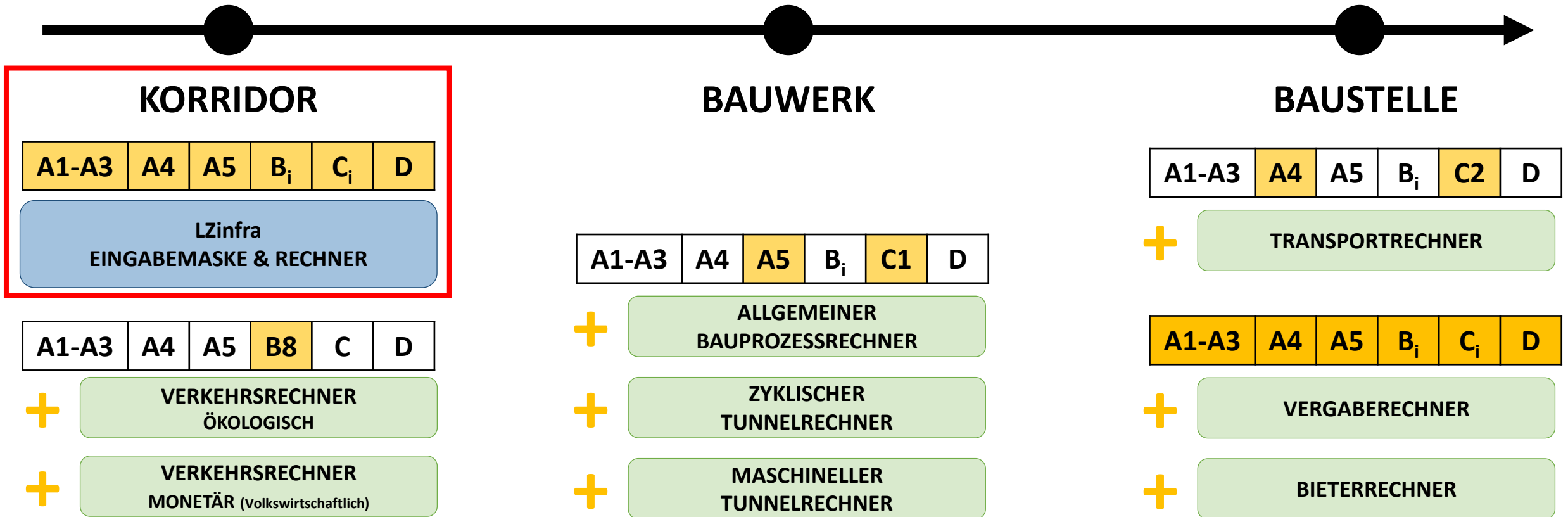


Ausgangslage LZinfra

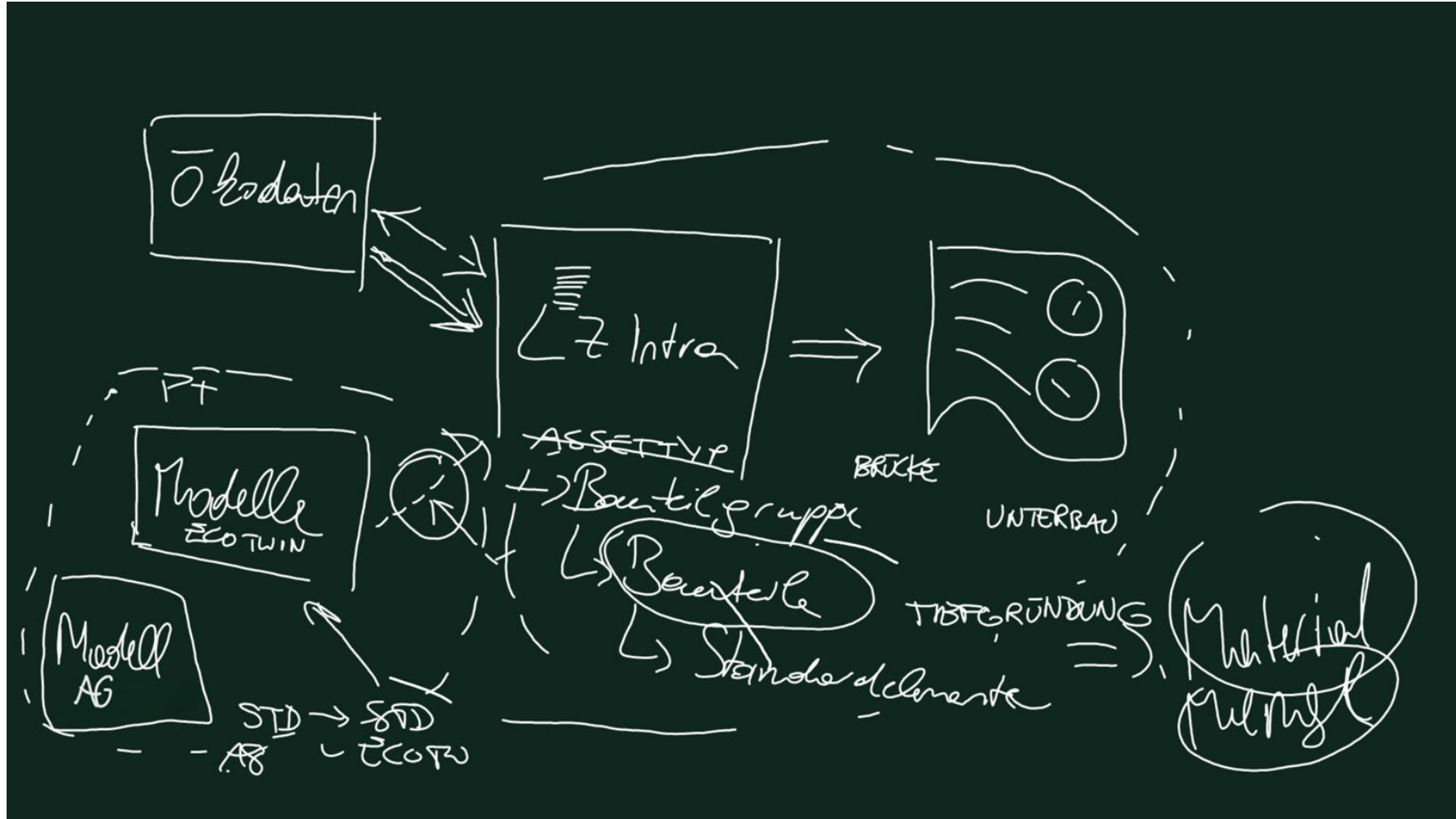


Kernziele:

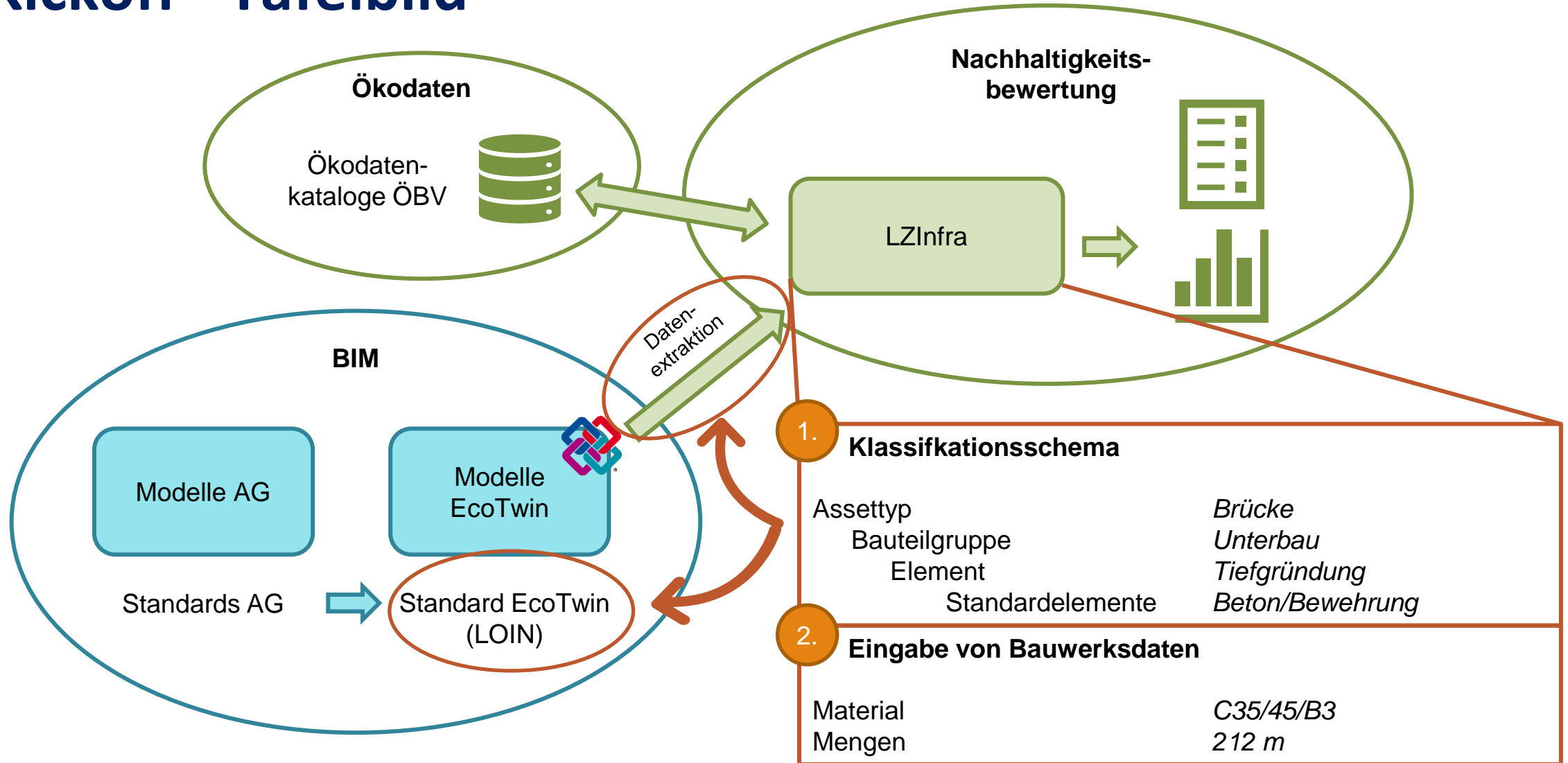
2/2...als Andock-Rechner für eine Schnittstellen-basierte Modifikation der Ergebnisse durch die anderen Berechnungsmodule



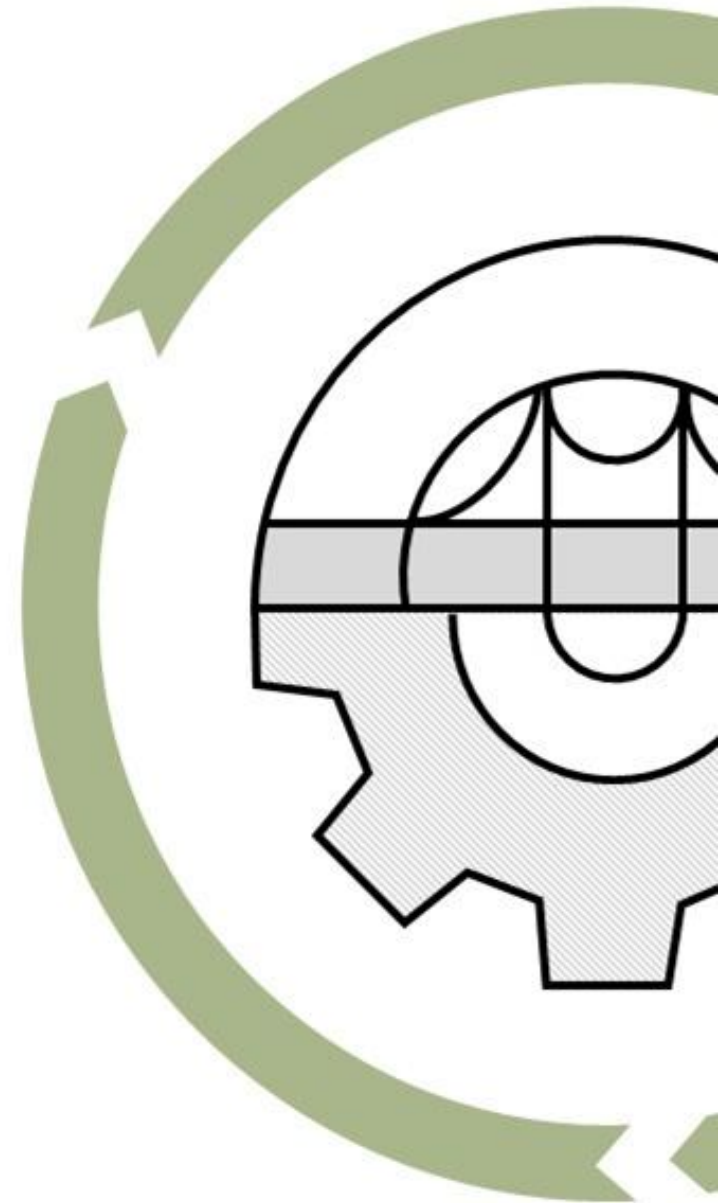
Kickoff - Tafelbild



Kickoff - Tafelbild



2. Projektstatus im Überblick



Finanzierung

■ Hinweis InKind-Leistungen

Die In-Kind-Kosten wurden aufgrund der nicht exakt abschätzbaren Aufwendungen je Partner nicht in den einzelnen Finanzierungsbestätigungen ausgewiesen.

■ 20.000€ InKind-Kosten je Forschungsjahr

- Alle Wirtschaftspartner (Ausnahme VÖB und VÖZ) mit 2000€/Projektjahr in Projektantrag ausgewiesen
- Die tatsächliche Verteilung der In-Kind-Leistungen wird unter den Partnern je nach spezifischer Projektphase und den jeweiligen Aufgaben variieren.
- Verrechenbare Leistungen: Interview-Teilnahme, Teilnahme Workshop, Aufbereitung von Daten, Bereitstellung von Modelldaten, etc.

Absender:

Firma

Straße

PLZ ORT

An:

Österreichische Bautechnik
Veranstaltungs GmbH
Karlgasse 5
1040 Wien

Ort, am 16.03.2026

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das FFG-Forschungsprojekts „EcoTwin - Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeit-Überwachung“ (FFG Projektnummer FO999926670) wurde von der Firma Firma im Zeitraum 01.04.2025 bis 31.03.2026, folgende Kind-Leistungen¹ erbracht.

| Datum | Leistung | Einheitspreis* | Menge | Gesamtpreis |
|-------|----------|----------------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

* Für Personalstunden sind max. 54€/h inkl. Gemeinkostenzuschlag ansetzbar.

Oben angeführte Positionen haben Kosten in der Höhe von € xxxxxx,xx (excl. Ust.) verursacht.

Unterschrift

Name

Firma

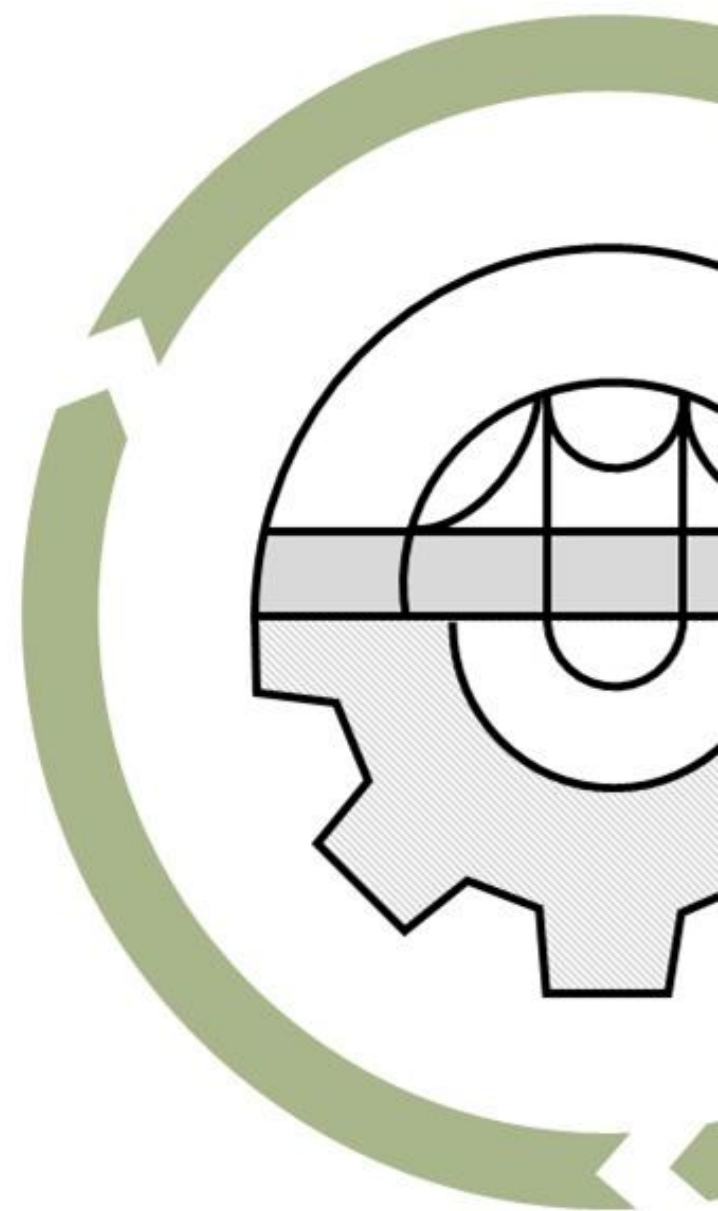
¹ * Unter In-Kind-Leistungen fallen z.B. die Bereitstellung von für das Projekt notwendigen Materialien oder Infrastruktur. Personalstunden können ebenfalls berücksichtigt werden. Hierbei sind € 45/h (exkl. 20% Gemeinkostenzuschlag) möglich.

Zeitplan

Kickoff heute

| | 2025 ↓ | | | | | | | | | | | | 2026 ↓ | | | | | | | | | | | | 2027 | | | | | | | | | | | | 2028 | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| AP | 1. Forschungsjahr | | | | | | | | | | | | 2. Forschungsjahr | | | | | | | | | | | | 3. Forschungsjahr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Nachhaltiges Betreibermanagement | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Ökobilanz LZ-Bewertungen in IMS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Einbinden der Kreislauffähigkeit in IMS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 Sensorik und Messtechnik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Nachhaltige Bauwerksmodellierung | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 Leitlinien für Bauwerksmodellierung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 Entwicklung von LOIN-Vorgaben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 Entwicklung Qualitätssicherungsprozess | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 EcoTwin Architektur - Datenintegrationsplattform | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 Rapid Prototyping der Hauptfunktionen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2 Basisplattform aufbauen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.3 Bauwerksmodell integrieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.4 Ökobilanzielle GL-Datenbank integrieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.5 Indikatoren modellieren und integrieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.6 Modellbasierte Mengenermittlung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.7 Integration von Sensoren in Plattform | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Dashboard und Tools | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 Rapid Prototyping der Hauptfunktionen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.2 Dashboard entwickeln | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 Szenarien Ermöglichen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.4 Auswertungstools integrieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Evaluierung anhand Demonstrator | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | [Grey] | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 Evaluieren anhand eines Tunnels | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 Evaluieren anhand einer Brücke | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. Forschungstätigkeit Berichte zu den AP



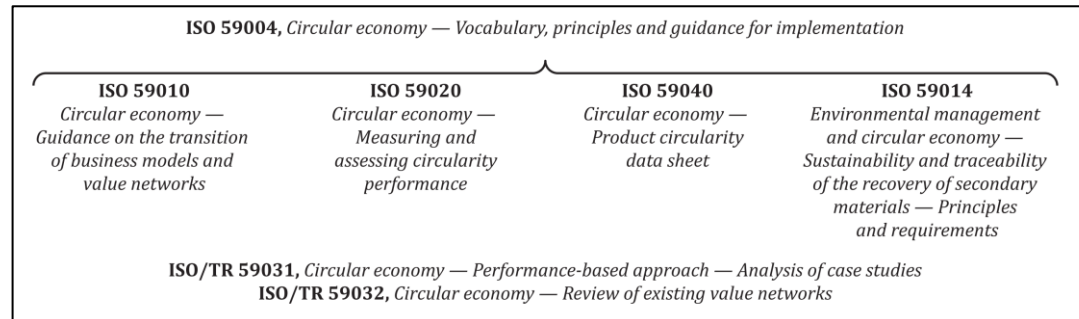
AP 3: Nachhaltiges Betreibermanagement



AP 3

Kreislauffähigkeitsbewertung

- Analyse bestehender Regelwerke sowie aktueller Bewertungsverfahren
- ISO 59004
- Einige partielle Ansätze bzw. Indikatoren
- Fokus oftmals auf den Hochbau



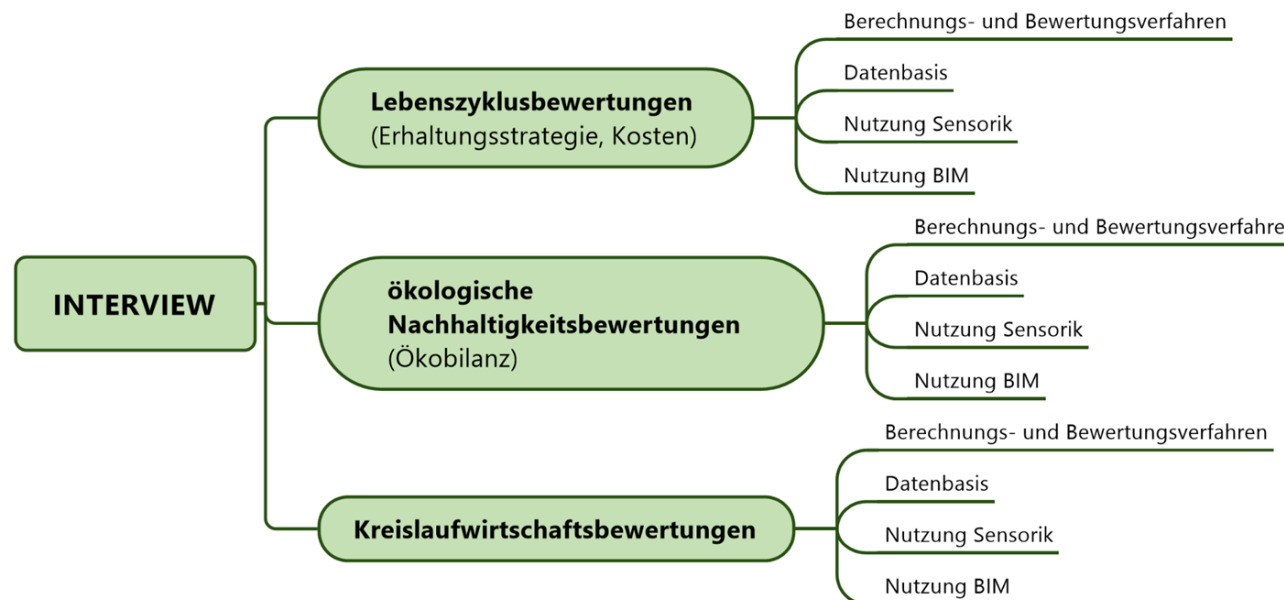
Quelle: ISO 59020

AP 3: Nachhaltiges Betreibermanagement



Rahmenbedingungen

- **Ziel:** Status quo: Lebenszyklusbewertung, Ökologische Nachhaltigkeits- und Kreislaufwirtschaftsbewertung
- **Zielgruppe:** Betreiber und Länder (10 Interviewteilnehmende)
- **Methode:** Einzelinterviews je 30 Minuten



Interviews

Auswertung

AP 3: Nachhaltiges Betreibermanagement



AP 3

| Top-Level-Code | Subkategorie | Untercode - Ebene 1 | Untercode - Ebene 2 | Untercode - Ebene 3 | |
|---|--------------|---------------------|---|----------------------------------|--|
| Lebenszyklusbewertungen/ LCA/ Kreislaufwirtschaftsbewertung | Verfahren | Berechnungsmethoden | interne Berechnungsmodelle | Lebensdauern Kosten | |
| | | | externe Berechnungsmodelle | Lebensdauern Kosten | |
| | | Benchmarks | intern extern | | |
| | | Einsatzgebiet | Varianten-Untersuchungen Einzelstudien | | |
| | | Analyse-Perspektive | Vorschau-Entwurf Nutzungsphase Strategische Erhaltungsplanung | | |
| | | Fallbeispiele | | | |
| | | Datenbanken | Herkunft | firmeninterne externe | |
| | | | Daten | spezifische durchschnittliche | |
| | | | Fallbeispiele | | |
| | | Sensordaten | Nutzung | ja nein | |
| | | | Anwendungsbereich | | |
| | | | Fallbeispiele | | |
| | BIM | Nutzung | ja nein | | |
| | | Analyse-Perspektive | Vorschau-Entwurf Nutzungsphase Strategische Erhaltungsplanung | | |
| | | Anwendungsbereich | | | |
| | | Fallbeispiele | | | |

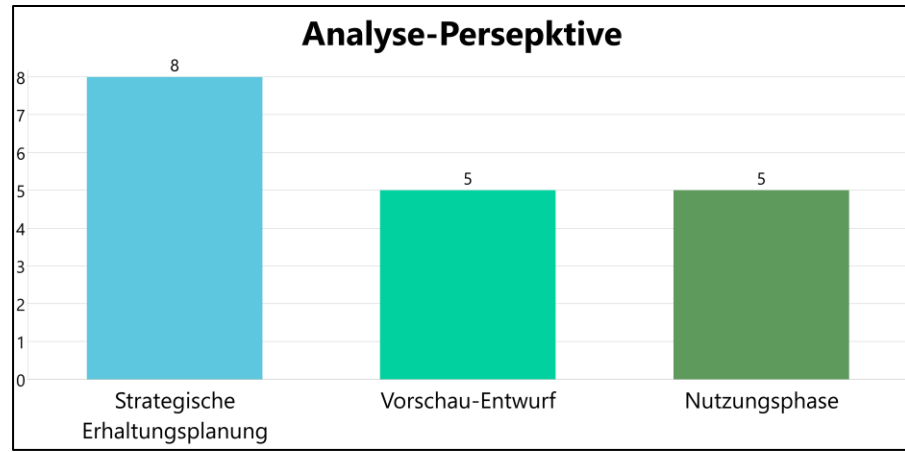
Lebenszyklusbewertung

→ Status quo

→ Verfahren

→ Analyse-Perspektive

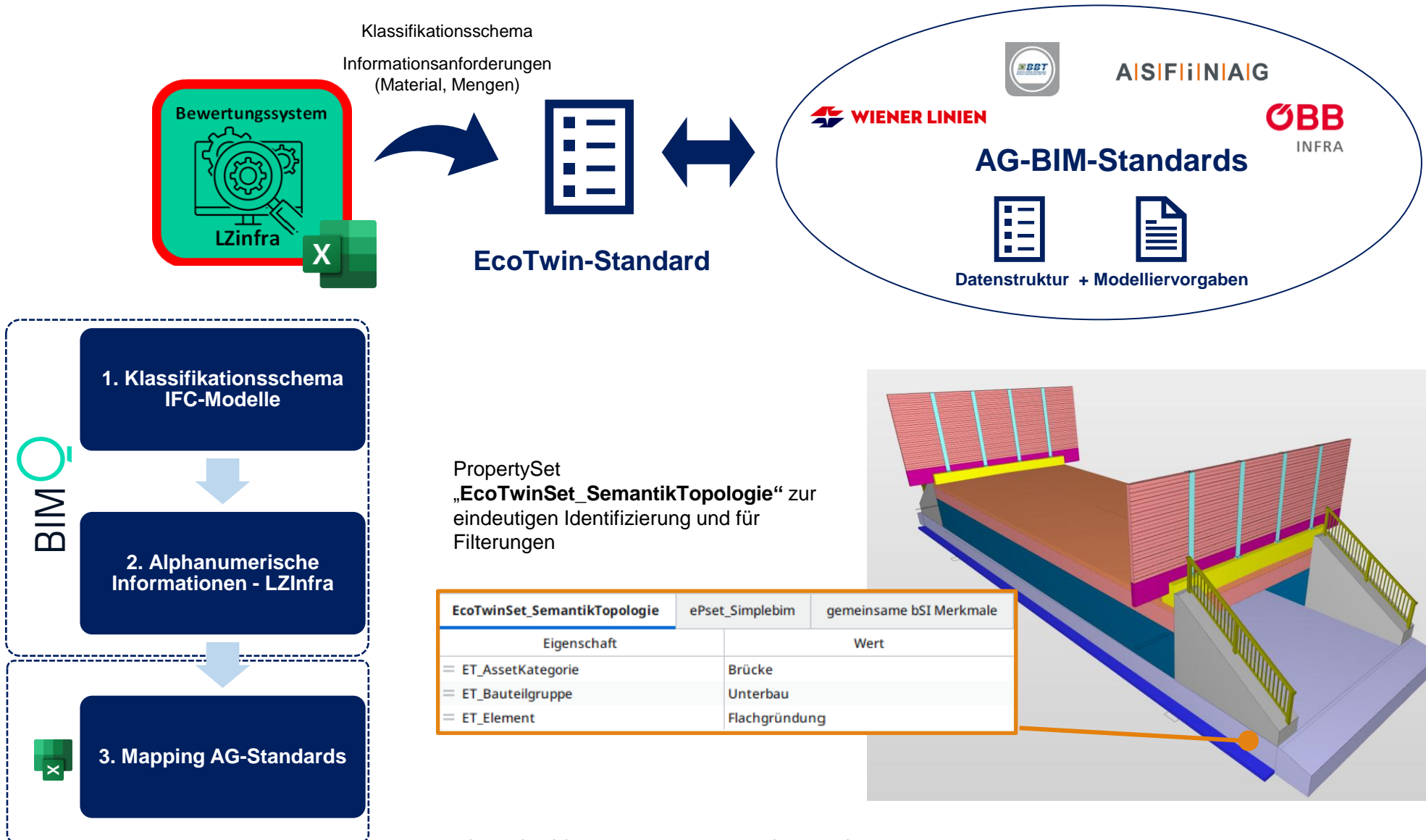
- Vorschau-Entwurf
- Nutzungsphase
- Strategische Erhaltungsplanung



Für diese Fragestellung 8 Interviews auswertbar
(6x2 Antworten, 2x3 Antworten)

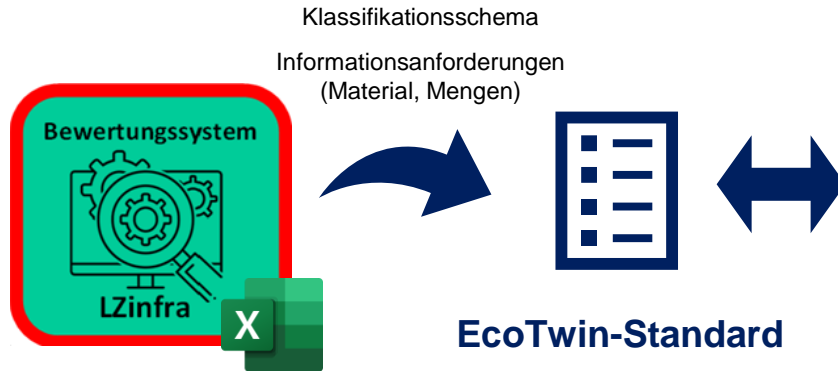
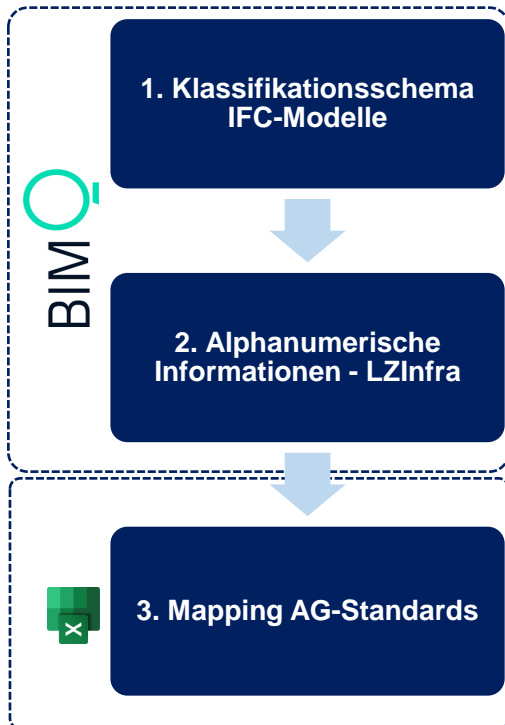
AP 4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung

AP 4



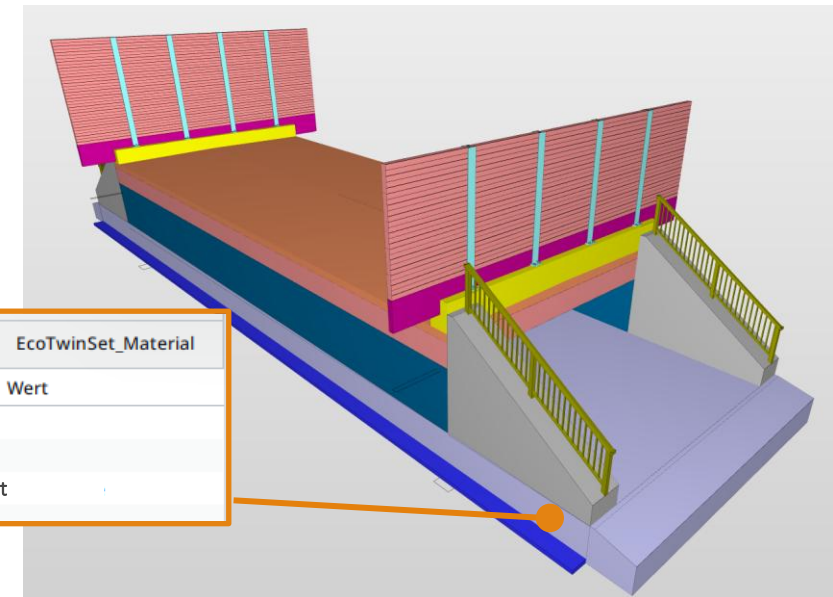
AP 4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung

AP 4



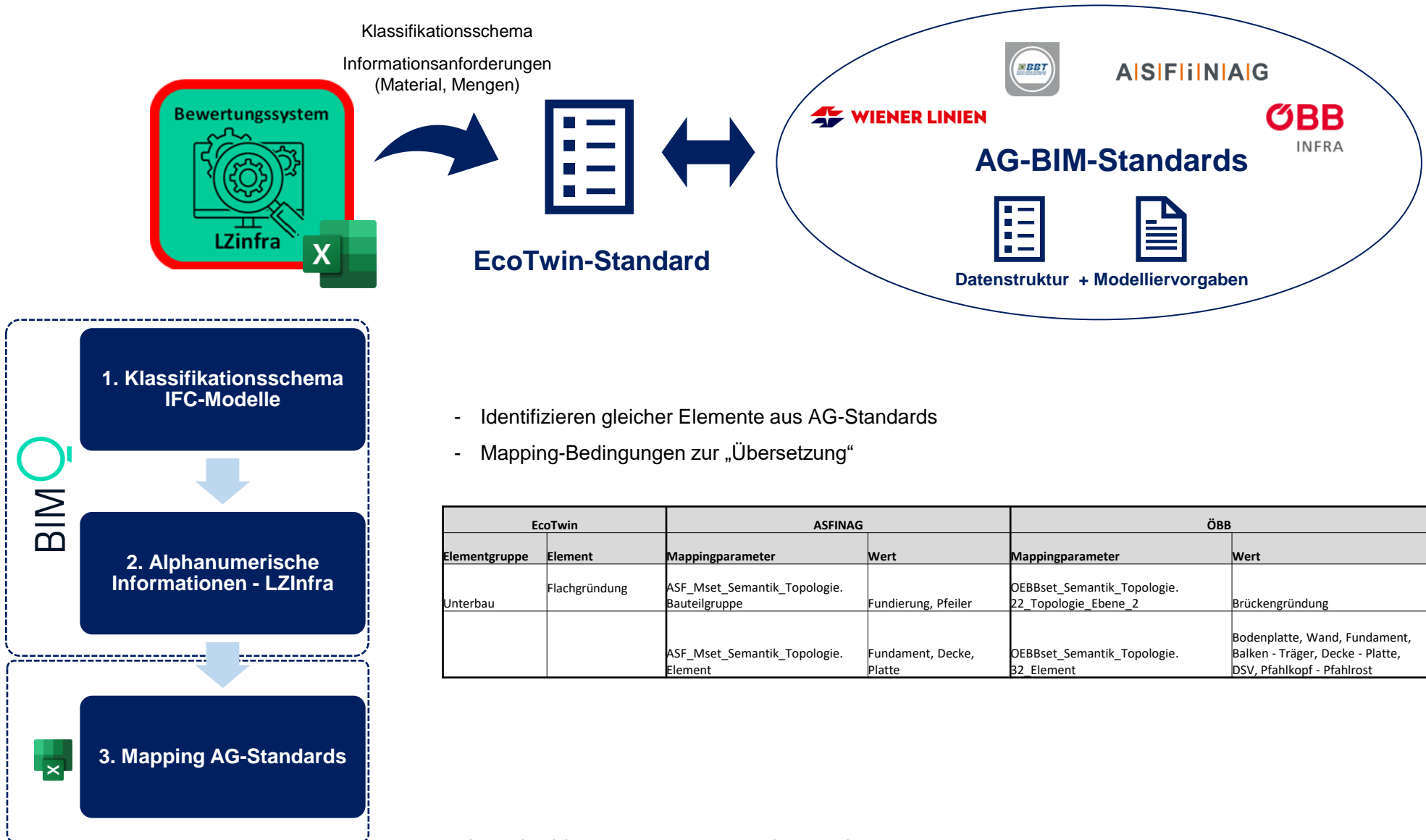
- Anforderungen „Eingabemaske“ aus LZInfra
 - Materialeigenschaften
 - Mengen
- Wertelisten
- Einheiten

| | EcoTwinSet_Beton | EcoTwinSet_Material |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| Eigenschaft | Wert | |
| = Betonguete | C25/30/B5 | |
| = Bewehrungsgrad | 130 | |
| = Bewehrungsstahl | Matten / Mittelwert | |



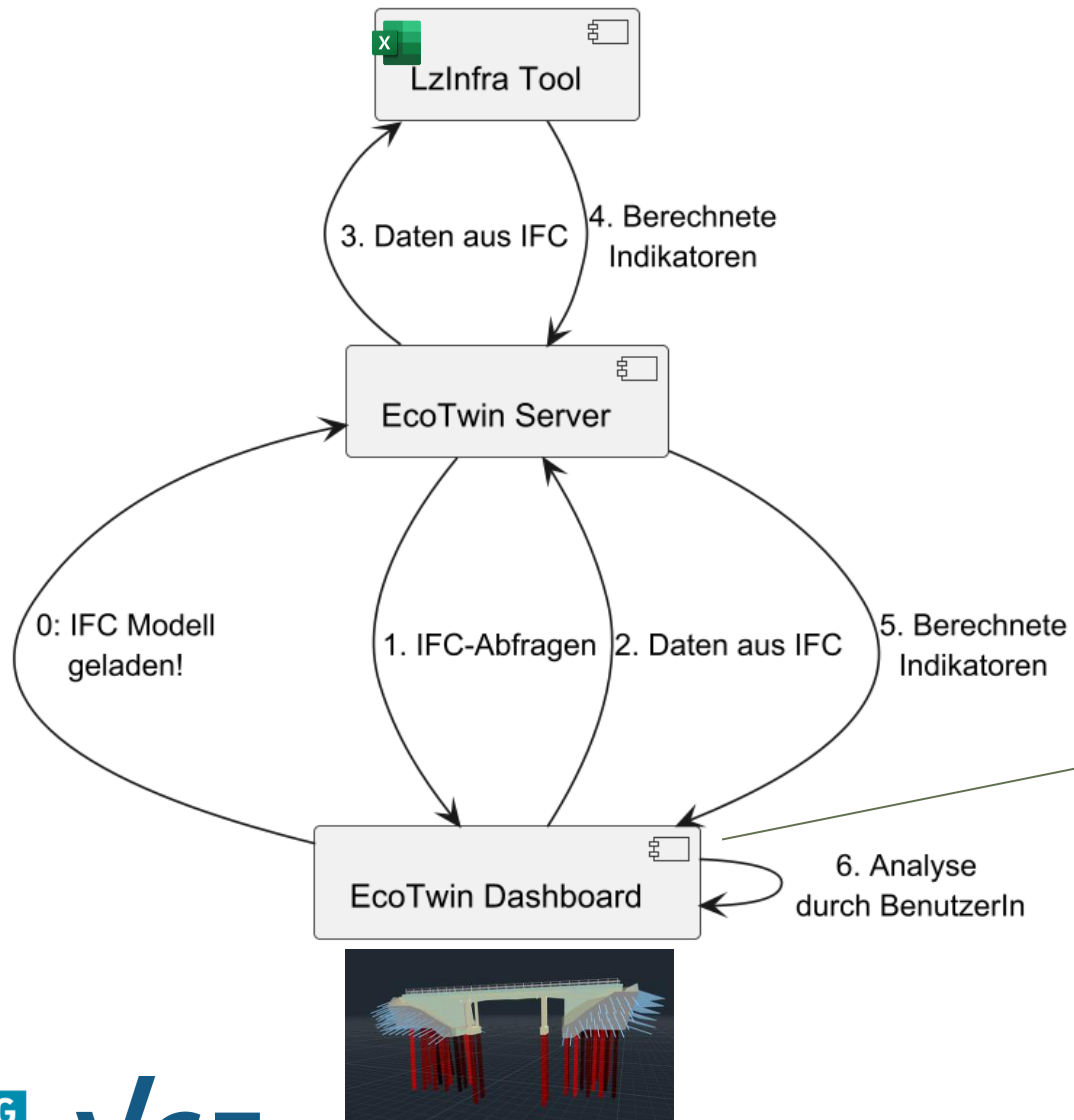
AP 4: Nachhaltige Bauwerksmodellierung

AP 4



AP 5: EcoTwin-Architektur - Übersicht

AP 5



Flexible Analysetools

- slice and dice
- zoom in/rollup
- Linearkombinationen (zb $\text{kg}[\text{CO}_2]/\text{m}^3$)
- diverse Statistiken

Visualisierung

- am Modell
- mit Diagrammen
- mit Tabellen

Manuelle Eingabe-/
Korrekturmöglichkeiten

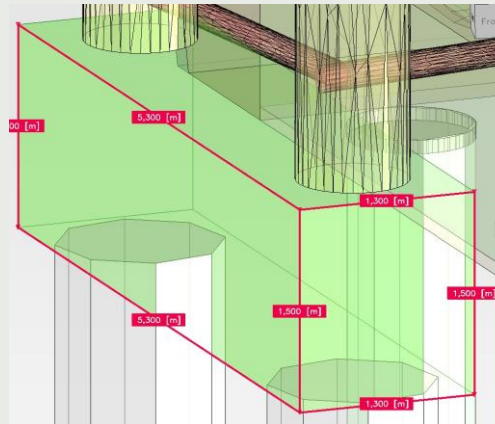
AP 5: EcoTwin-Architektur - Datenintegrationsplattform

- IFC-evaluator Tool: Informationen aus Modell
 - Materialeigenschaft (Name, Type): IFC-Datei
 - Mengen (Name, Value, Unit): IFC-Datei, Analytische und Numerische Lösungen

Tool zur Berechnung von Mengen in IFC-Objekten

Python (IFCopenshell, BrepMesh)

- Analytische Lösungen
 - Pros: Genauigkeit
 - Cons: nur für regelmäßige Formen
- Numerische Lösungen:
 - Volumen, Gesamtoberfläche, und Länge des Objekts
 - Mengenvalidierung (Prozentualer Fehler)
 - Parallele Verarbeitung für Optimierung der Recheneffizienz
 - Bewertung aller Objekte im Modell
 - Pros: Regelmäßige und Unregelmäßige Formen
 - Cons: Mit zunehmender Unregelmäßigkeit einer Form nehmen auch der Berechnungsfehler und der Zeitaufwand zu.



Implementierung läuft ...

IFC.js

- Wird im Browser ausgeführt
- Einfache Integration
- Search/Test: Werkzeug zur numerischen Berechnung von Formeigenschaften

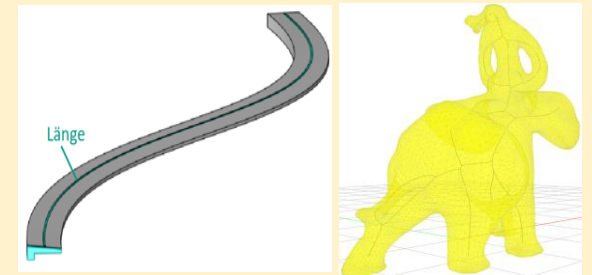
IFC.lite

- Wird im Browser ausgeführt
- Laufzeiteffizienz
- Funktionen zur Ermittlung von Dateneigenschaften und Größen

Offene Ausgabe

Längenelemente

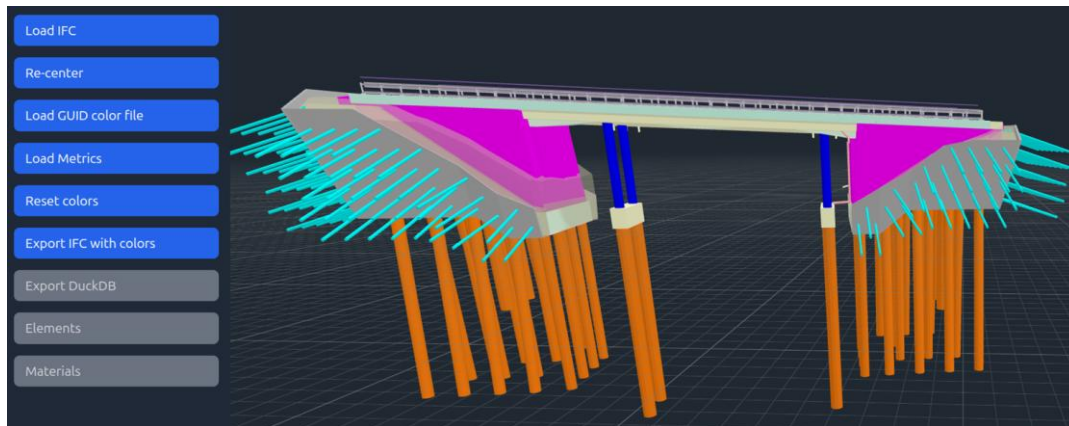
Freiliegende Oberfläche



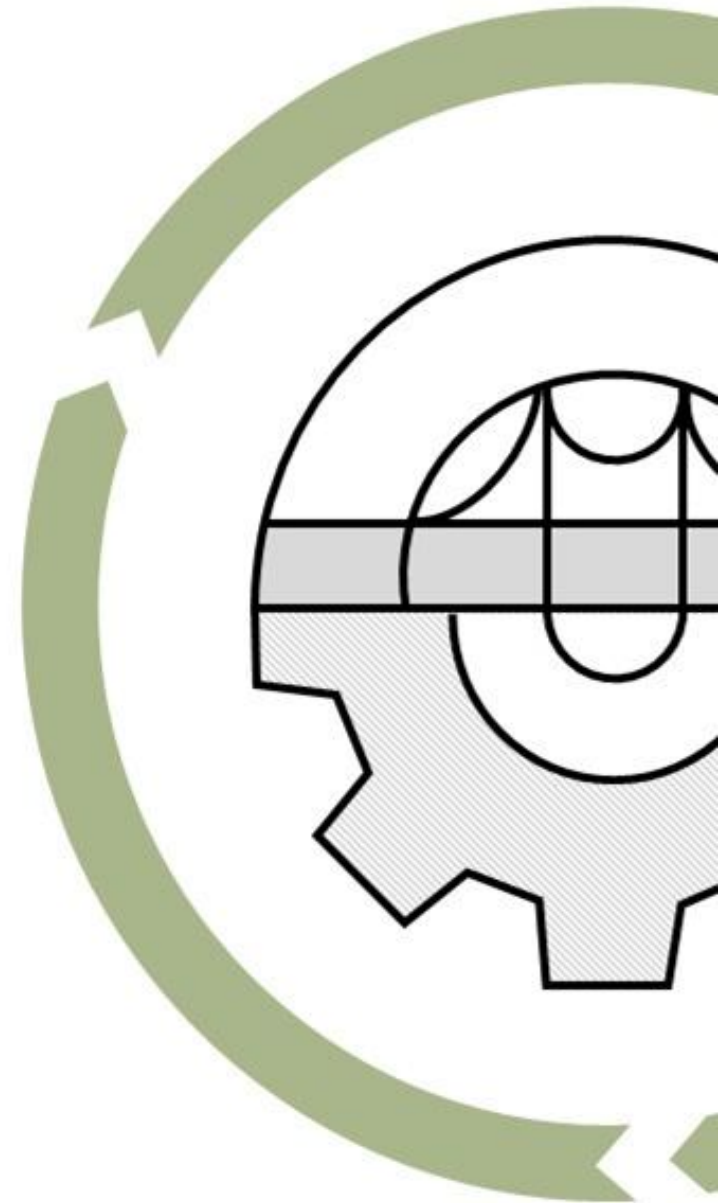
CGAL Python Module: 3D Shape Skeletonization

AP 6: EcoTwin-Architektur - Dashboard

- Tool zur Visualisierung unterschiedlicher Aspekte von IFC-Modellen
 - Ziel: unterschiedliche (Nachhaltigkeits-) Indikatoren anhand des Modells interaktiv untersuchen
 - Beispiel: GWP unterschiedlicher Elemente/Materialien farblich darstellen



4. Rückblick Workshop

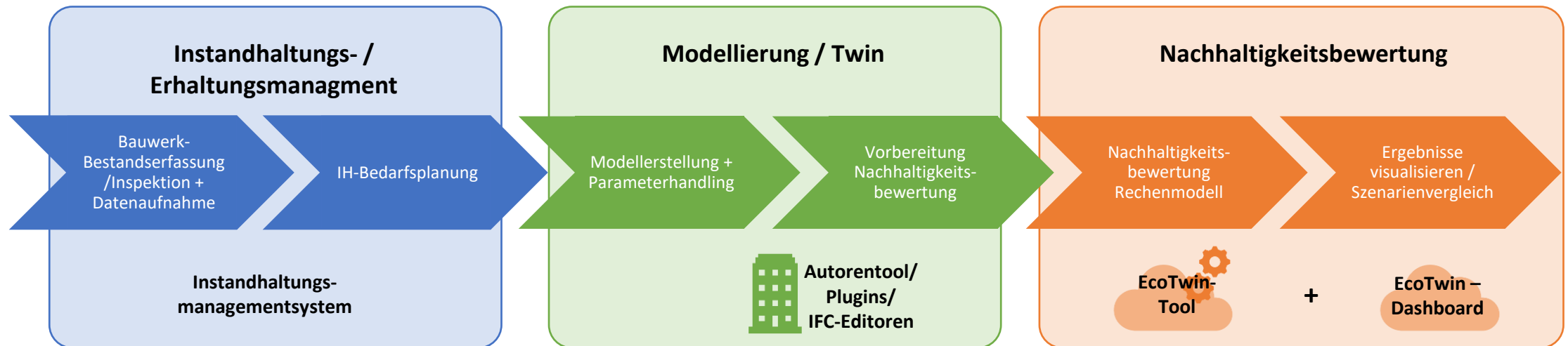


Workshop: Worldcafé

userzentrierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse für einen **automatisierten Workflow** zur **modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung (EcoTwin)**

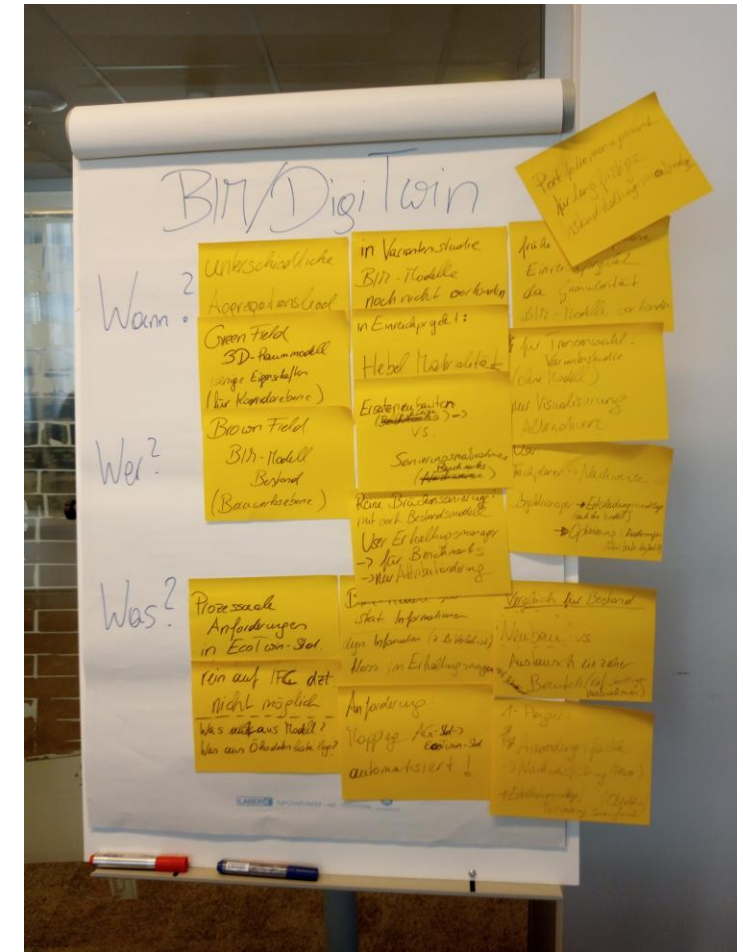
Erwartetes Ergebnis

- Status quo der Nachhaltigkeitsbewertung & BIM in den Organisationen
- Identifikation von Einsatzszenarien / -punkten von Ecotwin im Asset- / Erhaltungsmanagement
- Einsatz von dT (Digital Twin) im Prozess – bereits eingesetzt / geplant / Ausblick



Workshop: Learnings Modellierung/Twin

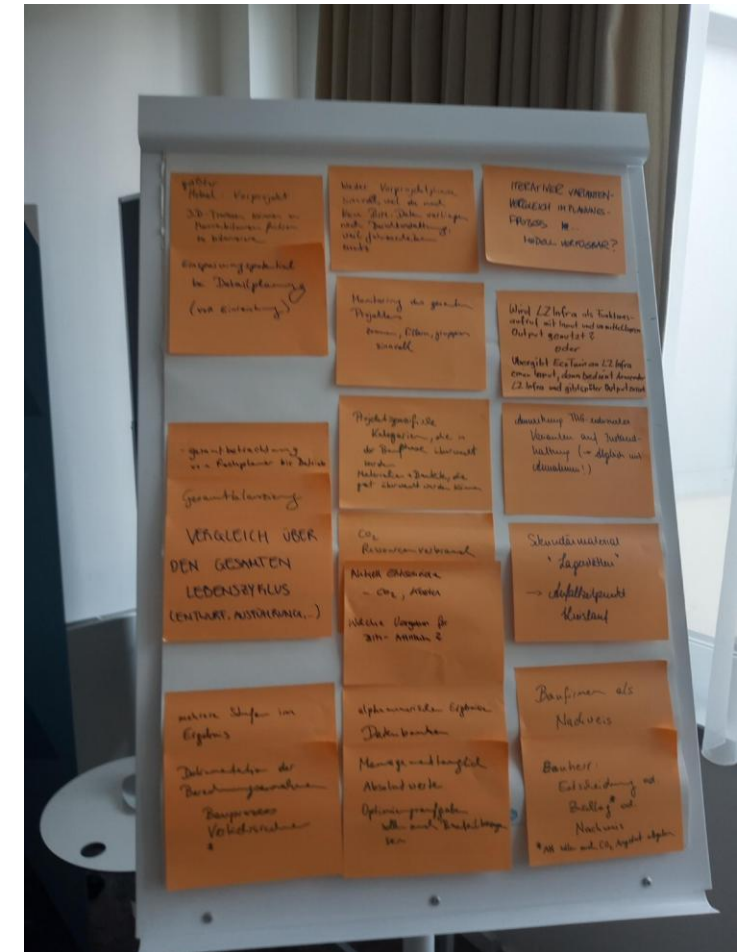
- Status quo: Begrenzte Verfügbarkeit von BIM-Modellen im Erhaltungsmanagement**
 BIM-Modelle stehen derzeit nur eingeschränkt für Erhaltungsstrategien zur Verfügung. Sie entstehen überwiegend in Neubauprojekten und meist erst ab der Einreichplanung.
- Zukünftiger Hebel: Digitale Modelle für nachhaltigkeitsoptimierte Erhaltungsstrategien**
 Der größte Hebel für Nachhaltigkeitsoptimierung liegt beim Betreiber bzw. Erhaltungsmanagement. Digitale Bauwerksmodelle in Form von
 - vereinfachten Geometriemodellen aus Bestandserfassungen, oder
 - As-built-Modellen aus aktuellen Neubauprojekten
- Rolle von Echtzeitdaten: Unterstützung bei der Szenarienbewertung**
 Dynamische Echtzeitdaten (z. B. Verkehrs- oder Sensordaten) sind insbesondere auf Betreiberseite relevant. Sie unterstützen vor allem die Interpretation des Infrastrukturzustands zur Festlegung von Szenarien und in weiterer Folge die Bewertung dieser.



Workshop: Learnings Nachhaltigkeitsbewertung

Analyse / Ergebnisse:

- Gesamtbetrachtung vom Entwurf, Ausführung über den Betrieb bis zum Abbruch
- Szenarien/Optimierungsaufgaben für einzelne Bauteile/Materialgruppen, Abgleich mit Annahmen
- Für Bauherren, Baufirmen und Fachplaner als Entscheidung, Zuschlag oder Nachweis
- Aktuell sind CO2 und Ressourcenverbrauch relevant aber andere WK zukünftig auch sinnvoll
- Managementtaugliche, alphanumerische Ergebnisse



Anwendungsfall 1: Nachhaltigkeitsoptimierung

Bewertung und Optimierung von **Erhaltungs- oder Planungsmaßnahmen eines Bauwerks** hinsichtlich Nachhaltigkeit auf Basis eines BIM-Modells durch **Varianten- und Szenarienvergleiche**.

Projektphasen:

| Bauwerksinspektion | Strategische Erhaltungsplanung | Entwurfsplanung | Einreichplanung | Ausführungsplanung |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| x | x | x | x | |

Betrachtungsebene: Bauwerksebene

Nutzen:

- Bessere Entscheidungsgrundlage
- Variantenvergleich/ Szenarienvergleich
- Optimierte Planung der Erhaltungsmaßnahmen
- Optimierung Bauwerk

Voraussetzung:

- (reduziertes) digitales Bauwerksmodell nach EcoTwin-Klassifikationsschema inkl. Mengen

Nutzer:



Erhaltungsmanager, Planer

Umsetzung:



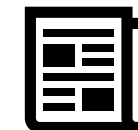
BIM Modell:

As-Built, Geometriemodell, Planungsstand



EcoTwin:

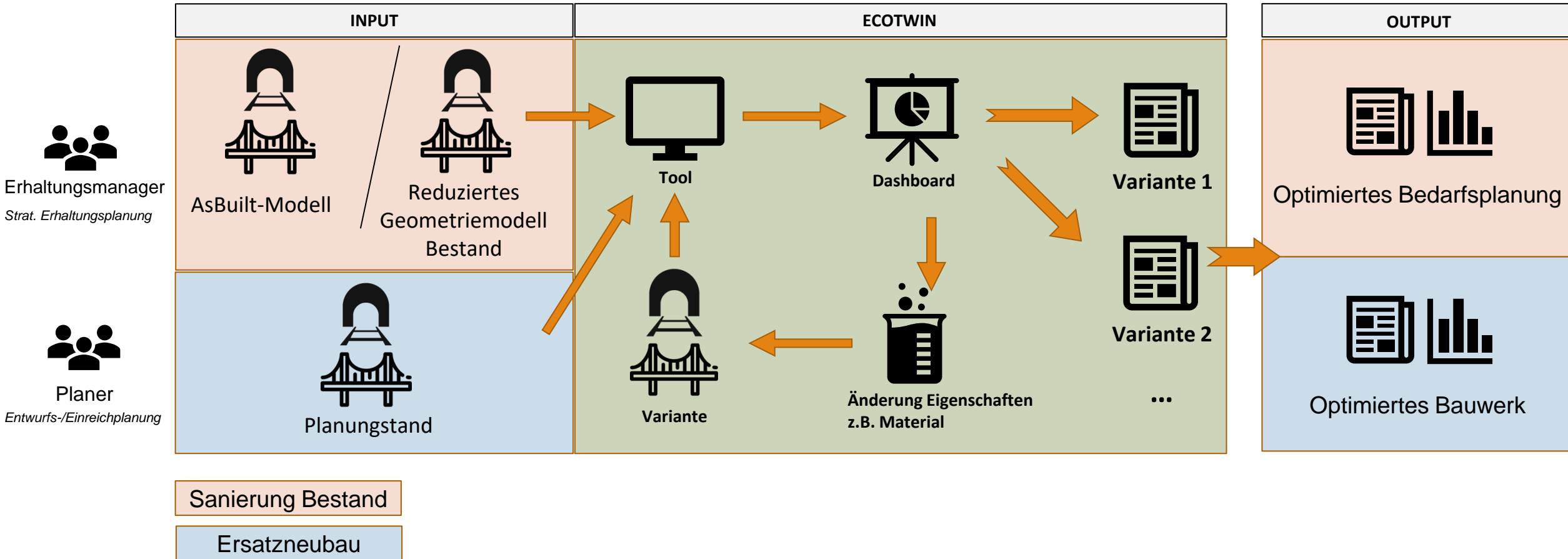
Nachhaltigkeitsbewertung unterschiedlicher Varianten durch Ändern der Eigenschaften



Ergebnisse:

Nachhaltigkeitsoptimierte Lösung für Bauwerk oder Bedarfsplanung

Anwendungsfall 1: Nachhaltigkeitsoptimierung



Anwendungsfall 2: Dokumentation und Nachweisführung

Erstellung von **Nachhaltigkeitsdokumentationen und Nachweisen** auf Basis eines BIM-Modells und der im EcoTwin Tool durchgeführten Nachhaltigkeitsbewertung..

Projektphasen:

| Bauwerksinspektion | Strategische Erhaltungsplanung | Entwurfsplanung | Einreichplanung | Ausführungsplanung |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | | | x | x |

Betrachtungsebene: Bauwerksebene

Nutzen:

- Automatisierte Erstellung von Nachhaltigkeitsnachweis
- Erhöhte Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Bewertung
- Reduzierter manueller Dokumentationsaufwand
- Nachweisführung bzw. Grundlage für CSRD-Berichte

Voraussetzung:

- digitales Bauwerksmodell nach EcoTwin-Klassifikationsschema inkl. Mengen + **Materialspezifikation**

Nutzer:



Planer, Baufirma

Umsetzung:



BIM Modell:
Finales Planungsmodell

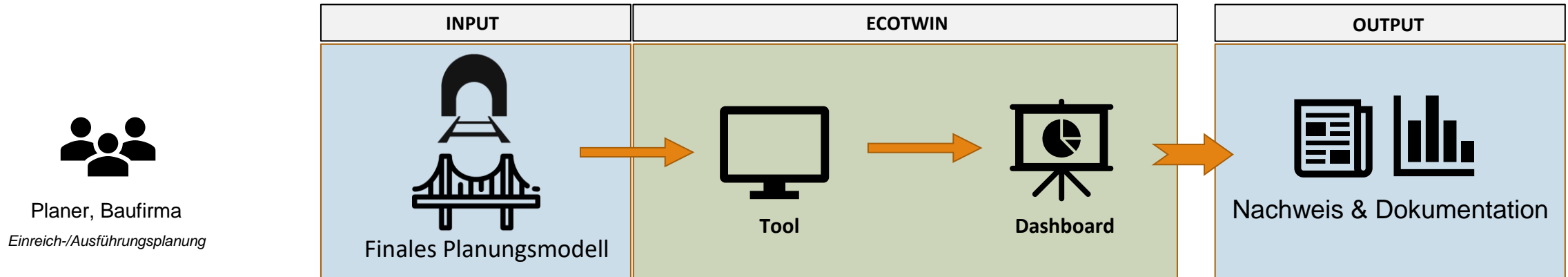


EcoTwin:
Nachhaltigkeitsbewertung



Ergebnisse:
Nachhaltigkeitsdokumentation und Nachweis für das Bauwerk

Anwendungsfall 2: Dokumentation und Nachweisführung



Ersatzneubau

Anwendungsfall 3: Nachhaltigkeitsoptimierung am Portfolio

Erstellung von **Nachhaltigkeitsdokumentationen und Nachweisen** auf Basis eines BIM-Modells und der im EcoTwin Tool durchgeführten Nachhaltigkeitsbewertung..

Projektphasen:

| Bauwerksinspektion | Strategische Erhaltungsplanung | Entwurfsplanung | Einreichplanung | Ausführungsplanung |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | x | | | |

Betrachtungsebene: Bauwerksebene => Korridor => (Teil)portfolio

Nutzen:

- Bessere Entscheidungsgrundlage
- Variantenvergleich/ Szenarienvergleich
- Optimierte Planung der Erhaltungsmaßnahmen

Voraussetzung:

- **Modellmodell** oder **Portfoliomodell** ((reduziertes) digitales Bauwerksmodell nach EcoTwin-Klassifikationsschema inkl. Mengen)

Nutzer:



Erhaltungsmanager

Umsetzung:



BIM Modell:

Modellmodell oder Portfoliomodell



EcoTwin:

Nachhaltigkeitsbewertung unterschiedlicher Varianten durch Ändern der Eigenschaften

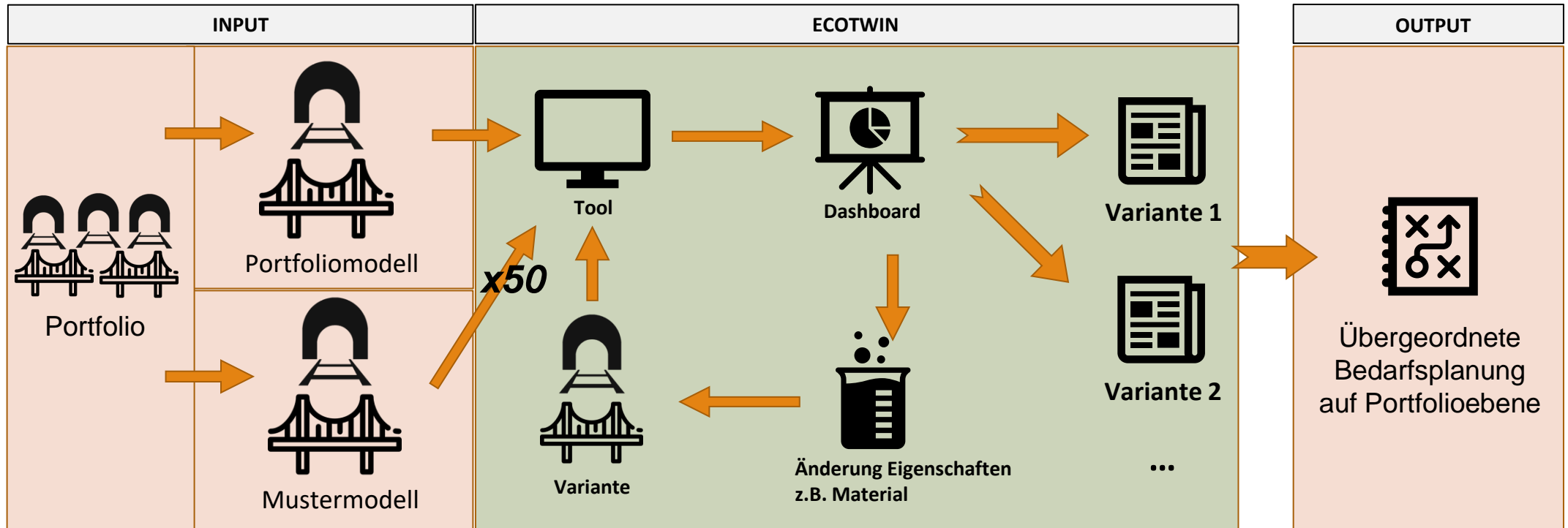


Ergebnisse:

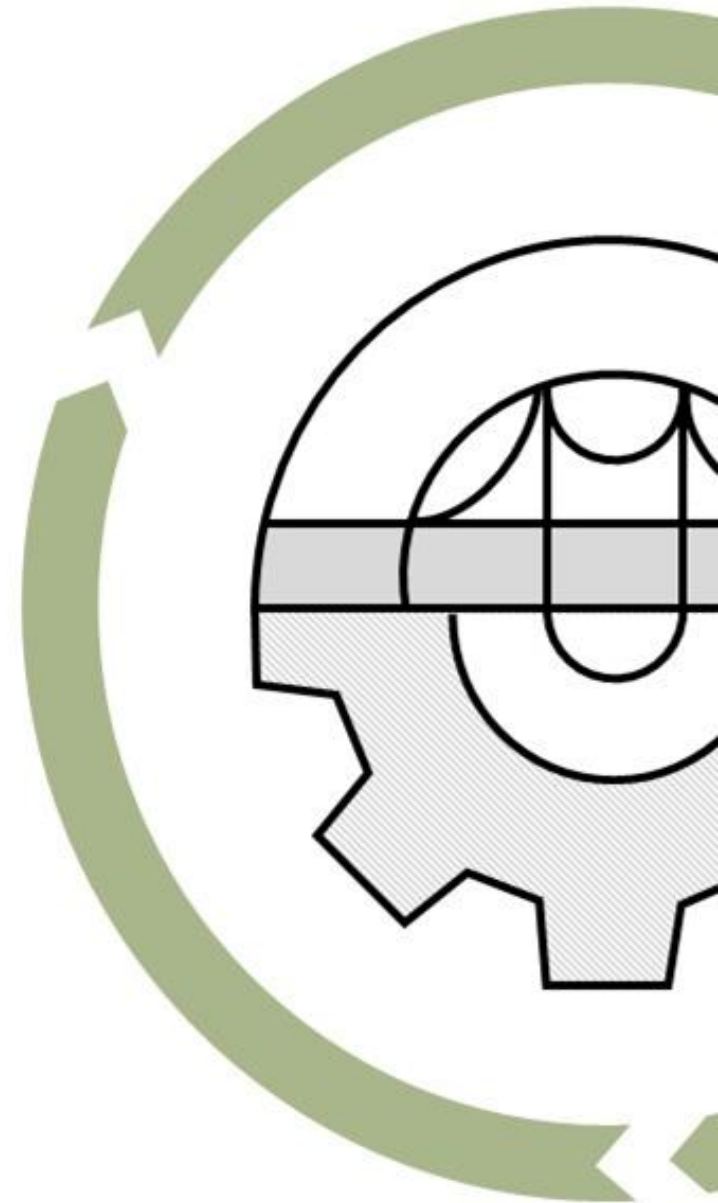
Übergeordnete Bedarfsplanung auf Portfolioebene

Anwendungsfall 3: Nachhaltigkeitsoptimierung am Portfolio

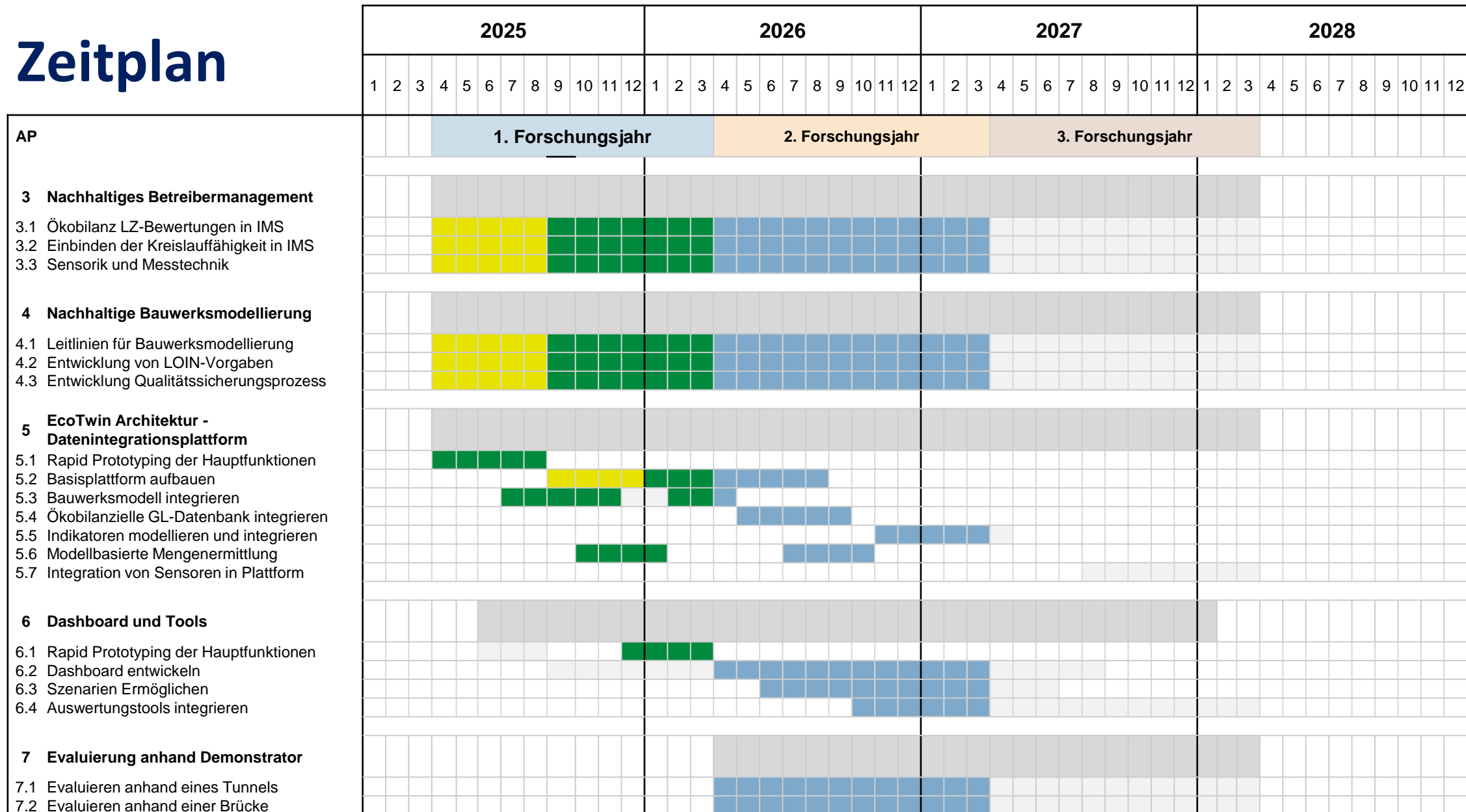

 Erhaltungsmanager
 Strat. Erhaltungsplanung



5. Ausblick 2. Forschungsjahr

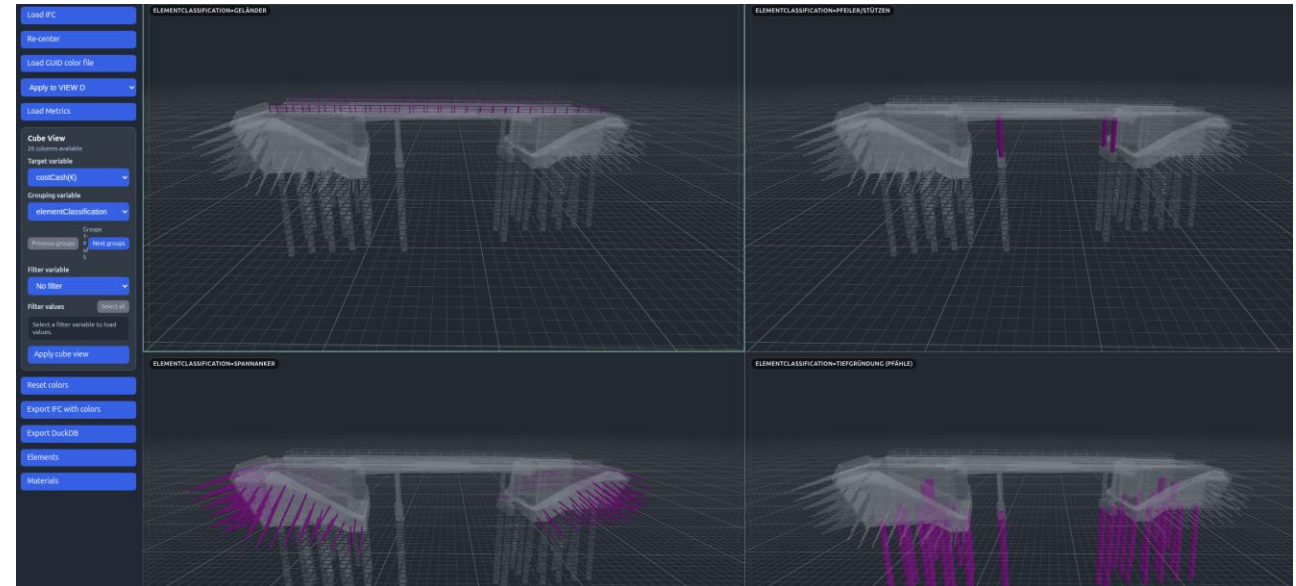


Zeitplan

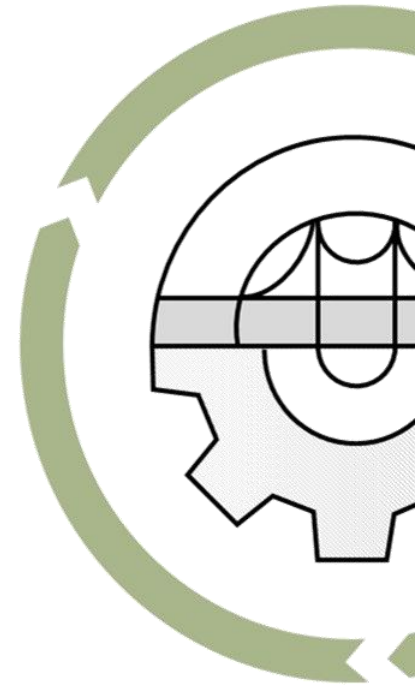


Ausblick

- AP3: Gesamtauswertung der Interviews und methodische Berücksichtigung der wesentlichen Rückschlüsse daraus
- AP3: Entwicklung eines geeigneten methodischen Ansatzes zur Kreislauffähigkeitsbewertung
- AP4: Weiterentwicklung des EcoTwin-BIM-Standards
 - Anforderungen für (Semi-)manuelle Dateneingabe (z.B. Materialanpassung) bei unvollständigen Modellen
 - Anforderungen für Reduziertes Geometriemodell Bestand
- AP4/5/6: Vertiefung der automatisierten Auswertung von BIM-Modellen, insbesondere in Hinblick auf Mengenberechnung
- AP5/6: Weiterentwicklung der EcoTwin-Datenplattform/Dashboard
 - (Semi-)manuelle Dateneingabe bei unvollständigen Modellen
 - Interaktive Analysemöglichkeiten
 - Vergleich von Auswertungsergebnissen verschiedener Varianten
- AP7: Evaluierung der entwickelten Methoden anhand konkreter Anwendungsfälle und Demonstratoren



Let's discuss!



ANHANG 2

Dokumentation wissenschaftlicher
Projektfortschritt

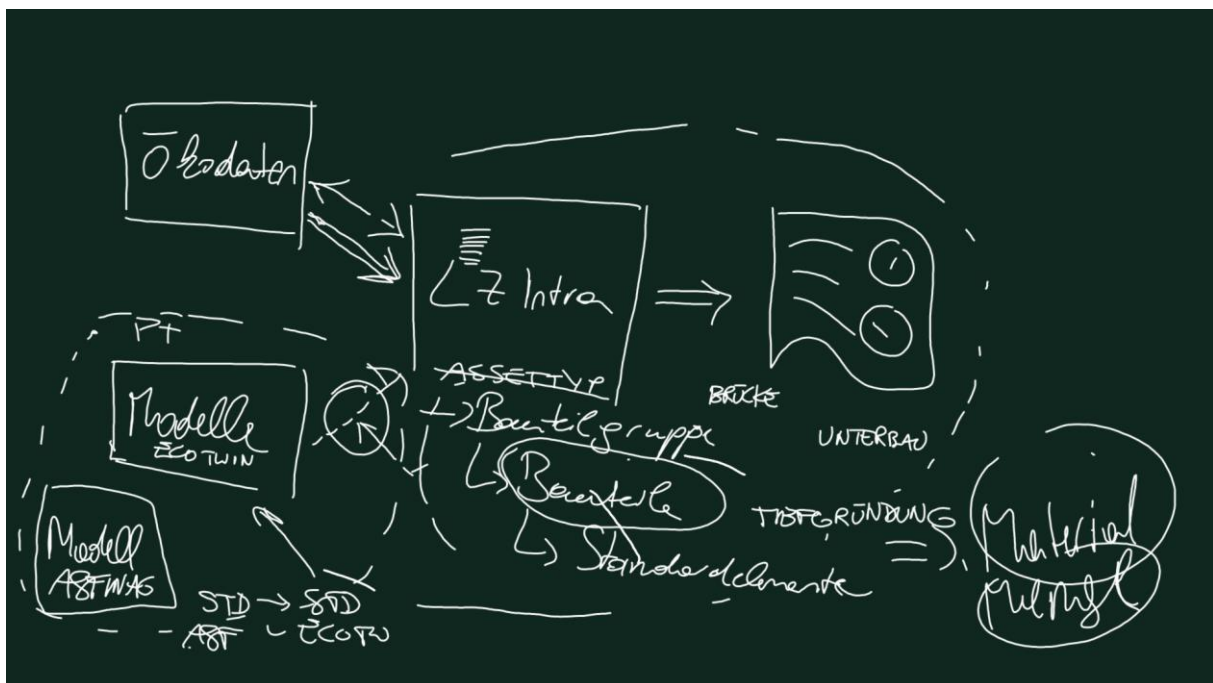
Anhang 4 – Technische Arbeitsdokumentation EcoTwin

1. Forschungsjahr

Dieses Dokument stellt eine chronologisch aufgebaute Dokumentation und Zusammenfassung der im Projektverlauf durchgeführten Arbeitsmeetings dar. Es dient der strukturierten Nachvollziehbarkeit der erarbeiteten technischen Erkenntnisse sowie der wesentlichen Diskussionsprozesse über den Projektzeitraum des 1. Forschungsjahres.

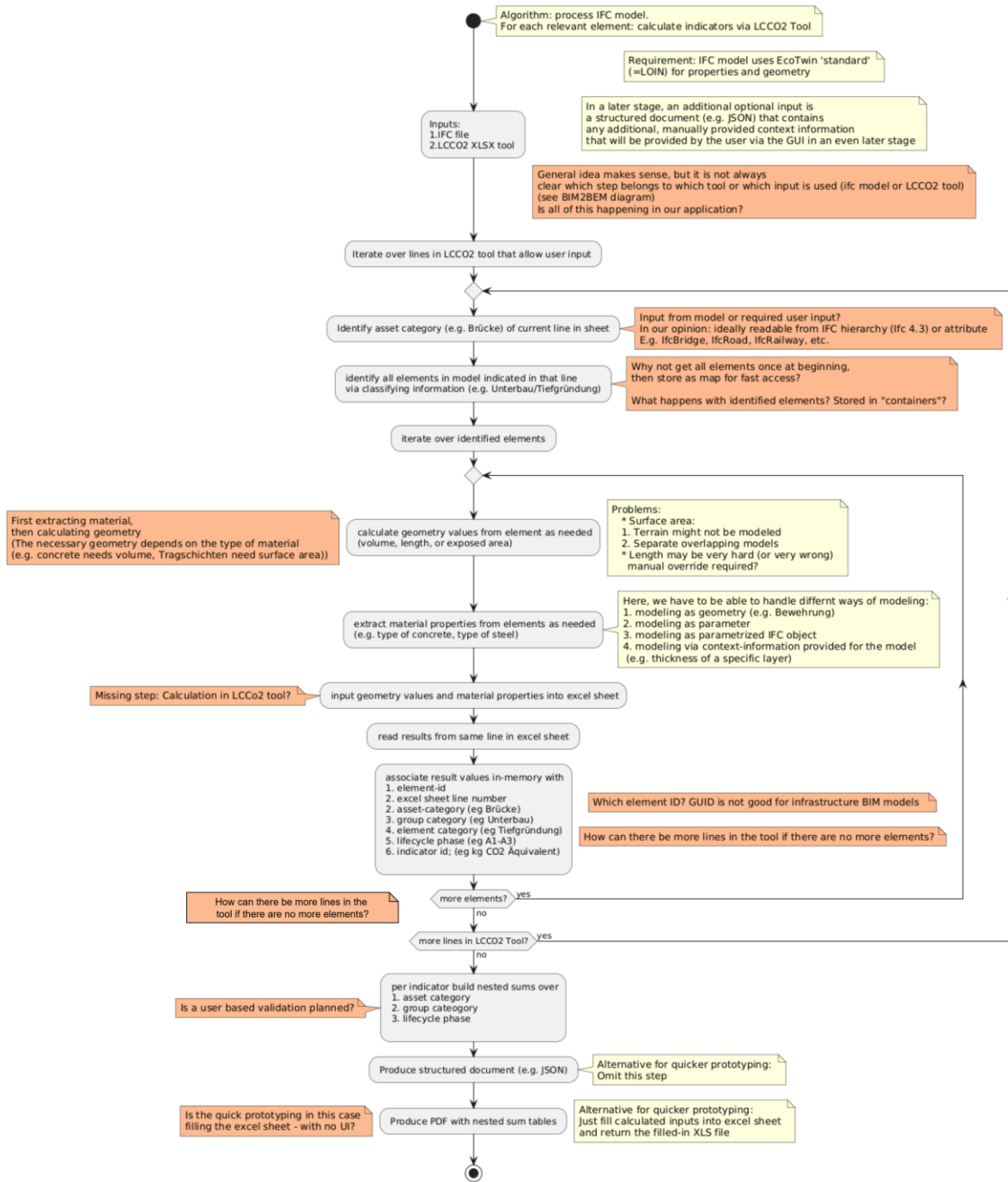
Jour Fixe 23.09.2025 -Wissenschaftliches Team

Tafelbild zur Erarbeitung von Zusammenhängen zwischen BIM, Lzinfra und Ökodaten



Jour Fixe 21.10.2025 -Wissenschaftliches Team

Vorstellung Erster Entwurf Flussdiagramm für XLS-Tool-Integration durch RSA

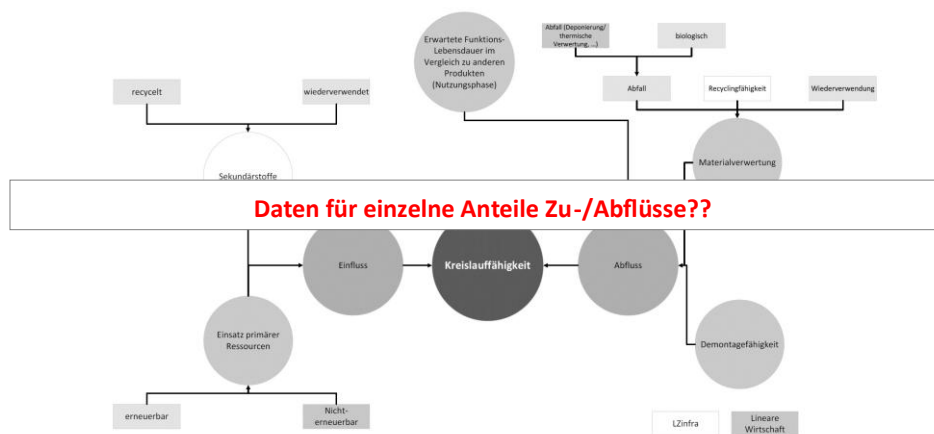
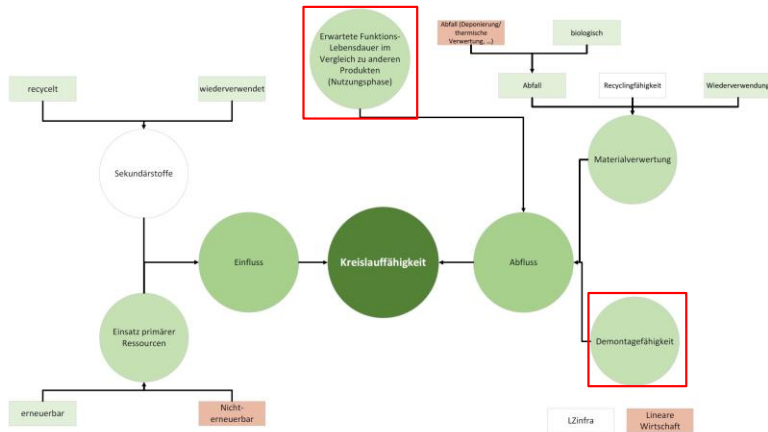


Jour Fixe 18.11.2025 -Wissenschaftliches Team

- AP3: Kreislauffähigkeitsbewertung
 - Anforderungen aus ISO 59020:2024
 - Darstellung Bewertung der Kreislauffähigkeit (1. Entwurf)

Indikatoren gemäß ISO 59020

| Indikatoren Kategorie | Obigatorisch / Optional | Indikator Zielkriterium | Kurzbeschreibung | Zusätzliche Information |
|-----------------------|-------------------------|--|--|---|
| Ressourcenflüsse | Obigatorisch | Durchschnittlicher wiederverwendbarer Anteil eines Zuflusses [A.2.2] | Anteil der eingesetzten Materialressourcen, die wiederverwendete Komponenten und Produkte sind | Erhalt des Ressourcenwerts |
| | Obigatorisch | Durchschnittlicher Recyclinganteil eines Zuflusses [A.2.3] | Anteil der eingesetzten Materialressourcen, die aus recyceltem Material besteht | Steigerung Ressourcenwert |
| | Obigatorisch | Durchschnittlicher erneuerbarer Anteil eines Zuflusses [A.2.4] | Anteil der zugeführten Materialressourcen, die aus nachhaltig produzierten erneuerbaren Materialien stammen | Steigerung Ressourcenwert |
| Ressourcenhalt | Optional | Durchschnittliche Lebensdauer von Produkten oder Materialien im Vergleich zum Branchendurchschnitt | relativer Indikator, die eine Output-Ressource (z. B. ein Produkt) im Gebrauch nicht, im Vergleich zum Branchendurchschnitt für diese Ressource | Erhalt des Ressourcenwerts |
| | Obigatorisch | Prozentualer Anteil tatsächlich wiederverwendeter Produkte und Komponenten aus dem Abfluss | Anteil des Abflusses, der wiederverwendet wird | Erhalt des Ressourcenwerts |
| | Obigatorisch | Prozentualer Anteil des tatsächlich recycelten Materials aus dem Abfluss | Anteil des Abflusses, der zu Recyclingmaterial wird | Widergewinnung von Ressourcenwert |
| | Obigatorisch | Prozentuale biologische Rückführung des Abflusses in dem biologischen Zyklus | Anteil des Abflusses, der am Ende seiner Lebensdauer zur sicheren Rückführung in die Biosphäre wiederverwertet wird und die Voraussetzungen für die Wiederverwertung erfüllt | Widerrstellung des Ressourcenwertes |
| Energie | Optional | prozentualer Durchschnitt des erneuerbaren Energieverbrauchs | Anteil der netto verbrauchten Energie, die als erneuerbare Energie gilt, unter Berücksichtigung sowohl der Energieflüsse als auch der Energieflüsse | Widergewinnung von Ressourcenwert |
| | Optional | Prozentuale Wasserentnahme von lokalen Eintragsquellen [A.1.2] | Prozentualer Anteil des jährlichen Wasserbedarfs, der aus zirkulären Quellen stammt | Aufrechterhaltung des Kreislaufes der Ressource |
| Wasser | Optional | prozentualer Anteil des gemäß den Qualitätsanforderungen abgetrennten Wassers | Prozentualer Anteil (nach Volumen) der gesamten entnommenen Wassermenge, die gemäß den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft abgetrennt wird | Aufrechterhaltung des Kreislaufes der Ressource |
| | Optional | Verhältnis (vor Ort oder intern) Wasserwiederverwendung oder -rückführung | Wiederverwendungszyklen von Wasser vor Ort | Aufrechterhaltung des Kreislaufes der Ressource |
| Wirtschaft | Optional | Materialproduktivität | Verhältnis des Umsatzes, der durch die Gesamtmasse aller linearen Ressourcenflüsse generiert wird | Zielt Ressourcenreduzierung an |
| | Optional | Ressourcenintensitätsindex | Quantitative Messung des Wirtschaftswachstums im Vergleich zum gesamten Ressourcenverbrauch | Zielt Ressourcenreduzierung an |



Demontagefähigkeit

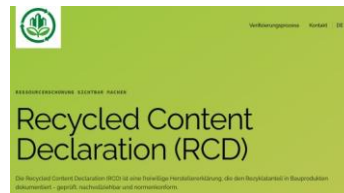
- Qualitative Bewertung
 - Quelle: Madaster ZI
- ➔ Problem: genaue Bewertung
- ➔ Lösung: Kontakt zu Universität Wuppertal (Lehr und Forschung mit Madaster)

Die Fraktion der einzutragenden Bauteile und/oder Produkte muss mehrere Bedingungen erfüllen (Design for Disassembly). Diese Bedingungen müssen erfüllt sein, weil die Wiederverwendung von Bauteilen und/oder Produkten nur möglich ist, wenn diese erfolgreich aus einem Gebäude ausgebaut werden können. Die auf Produktebene zu erfüllenden Bedingungen, die Sie auf der Registerkarte "Verwaltung" finden, sind:

1. Die Montagepunkte sind leicht zugänglich, und das Produkt kann leicht entfernt werden, ohne andere Teile des Gebäudes zu beschädigen (ja/nein).
2. Das Produkt kann mit Standardwerkzeugen leicht demontiert werden, ohne dass das Objekt oder die Objekte, an denen das Produkt befestigt ist, beschädigt werden.
3. Die Montagepunkte und Montagemethoden, die zur Installation des Produkts verwendet werden, sind standardisiert und vorgefertigt.

Recycled Content Declaration (RCD)

- Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
- Tatsächlicher Recyclinganteil eines konkreten Bauproduktes
- Nach ISO 14021, EN 45557, ISO 59020



- ➔ Problem: Datenverfügbarkeit
- ➔ Lösung: Kontakt zu Mitentwicklerin Frau Therese Daxner von Daxner&Merl

Kreislaufwirtschaftsindikatoren

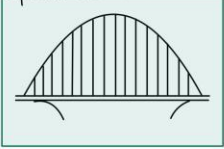
| | LCA / Indikatoren | Material Circular Indicator (MCI) | Circular Economy Toolkit (CET) |
|------------------------|---|--|---|
| Beschreibung | Umweltauswirkungen von Materialien / Bauwerken entlang ihres Lebenszyklus | Abschätzung der Kreislauffähigkeit von Produkten und Dienstleistungen | Verbesserungspotenzial von Produkten hinsichtlich Kreislauffähigkeit und Empfehlungen |
| Berechnung | Ecolvent oder Tool (SimaPro) | Excel-Tabelle | Website |
| Benötigte Daten | Materialien, Energien; Prozesse und Abfall aus jedem Teil des Produktes | Anteile primärer, rezyklierter und wiederverwendeter Materialien, Angaben zur Nutzung des Produktes (Verwendung, Verwendungsintensität, Langlebigkeit, Wartung und Reparatur) und Verbleib am Nutzungsende (Verwertung oder Beseitigung) sowie die Effizienz der Verwertung. | Fragen müssen beantwortet werden |
| Ergebnisse | Ökobilanz (Wirkungsabschätzung) | Einzelwert zwischen 0 und 1 (höhere Werte = höhere Kreislaufwirtschaft) | |
| | ISO 14040; ISO 14044 | Ellen McArthur Foundation, 2019 | Circular Economy Toolkit, 2013 |

Quelle: <https://www.tuwien.at/index.php?eID=dumpFile&f=f&f=126912&token=14db94ef0652f8adb91d34f04610488094ae06bc>

RESSOURCEN-ZUFLUSS

- Ø wiederverwendbarer Anteil
- Ø Recyclinganteil
- Ø erneuerbarer Anteil
- Primär-, nicht-erneuerbarer Anteil

System im Fokus



RESSOURCEN-ABFLUSS

- wiederverwendbare Produkte [?]
- recyceltes Material [?]
- Rückführung in biologischen Zyklus [?]
- nicht zirkulärer Abfluss [?]

Durchschnittlicher Anteil wiederverwendeter Inhalte eines Zuflusses (X) (Komponenten und Produkte, die bereits einem Zweck gedient haben) [siehe A.2.2]

Durchschnittlicher Recyclinganteil eines Zuflusses (X) (einschließlich Materialien, die vor dem Recycling ursprünglich aus erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Quellen stammten) [siehe A.2.3]

Durchschnittlicher Anteil erneuerbarer Anteile eines Zuflusses (X) [siehe A.2.4]

+

Primär-, nicht-erneuerbarer Inhalt

=

100% Ressourcenfluss

Prozentualer aktueller Anteil wiederverwendete Produkte und Komponenten abgeleitet vom Abfluss (X) (Komponenten und Produkte vom Abfluss, welche wiedergefertigt und wiederverwendet sind) [siehe A.3.3]

Prozentualer aktueller Anteil recycelter Materialien abgeleitet vom Abfluss (X) (inkludiert recycelte Materialien aus erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Quellen) [siehe A.3.4]

Prozentualer aktueller Anteil Restzirkulation vom Abfluss (X) im biologischen Kreis (X) [siehe A.3.5]

+

Prozentualer Anteil nicht zirkulärer Abfluss (z.B. Abfall), Freisetzung, Verluste, Produkte und Ressourcen welche nicht wiedergefertigt werden können)

=

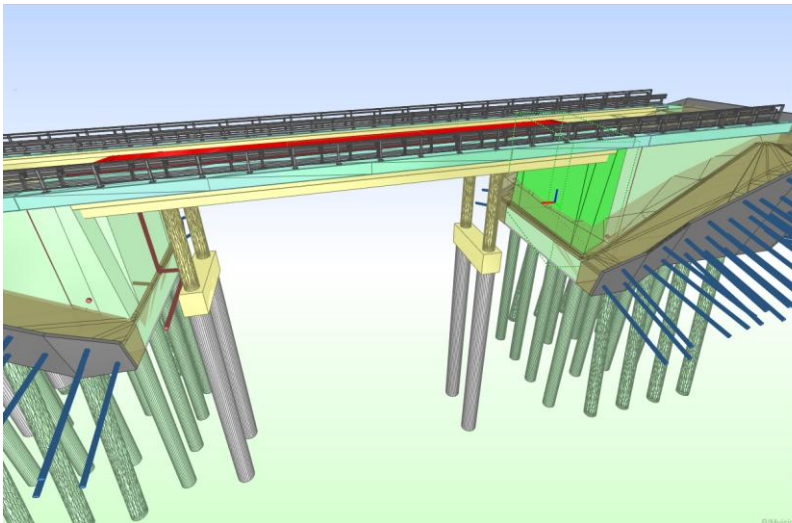
100% Ressourcenfluss

universität innsbruck
Kampus für Bauingenieurwesen, Bautechnik und Tunnelbau

Anika Häberlein

10

- AP4: BIM-Datenstruktur und LOIN-Standard
 - Vorstellung EcoTwin-Standards in einer ersten Version inkl. Erstes IFC-Modell
 - Lessons Learned/Limitationen (?) bim-t



| ABF | Typ | Name | Beschreibung |
|-----|--------------------|---|--------------|
| ✓ | ▫ Bauelement Proxy | Widerlager 0 Neu/Widerlager 0 Neu: 13236235 | |
| ✓ | ▫ Bauelement Proxy | Widerlager Neu 1/Widerlager Neu 1: 13236678 | |
| ✓ | ▫ Bauelement Proxy | Fundament Widerlager 0 Neu/Fundament Widerla... | |
| ✓ | ▫ Bauelement Proxy | Fundament Widerlager 1 Neu/Fundament Widerla... | |

| Eigenschaften | Standard | Klassifizierung | Beziehungen | Name | Wert | Einheit |
|---------------|----------|-----------------|-------------|-------------------------------------|---|---------|
| | | | | Beherrschungstafel_Graebertafel | 120,000 | |
| | | | | Beherrschungstafel_Guete | 85508 | |
| | | | | ASF_Hfset_Projektinformation | | |
| | | | | BPM_Model_Erstellungsdatum | 18.04.2024 | |
| | | | | Leistungsbuch | 18-196 | |
| | | | | Version_ASPNAG_205 | 2024-04-17_VICE_Abgeleitete Klassifizierung | |
| | | | | ASF_Hfset_Semantik_Topologie | | |
| | | | | Abstricht | Unterbauschale | |
| | | | | Abstricht/Bezeichnung | 1.2 | |
| | | | | Baugruppe | Widerlager | |
| | | | | Baugruppenbezeichnung | 1.2.1 | |
| | | | | Beurteilungsbezeichnung | Objekt 1290 | |
| | | | | Element | Wand | |
| | | | | Element_ID | Objekt 1280_Widerlager_02_0021 | |
| | | | | Element_TypeIndikator_1 | Widerlager | |
| | | | | Fachmodell | 531_4487_302100982_A803_12040_Brücke über B62 bei Weppersdorf | |
| | | | | Hauptgliederungselement/Bezeichnung | Tragwerk | |
| | | | | Hauptgliederungselement/Bezeichnung | Weppersdorf | |
| | | | | Projekt | 531 548 Weppersdorf bei Oberpullendorf | |
| | | | | Projektgebiet | A61 Weppersdorf bei Markt St. Martin bei A61 Oberpullendorf Süd | |
| | | | | Sprachegebrauch | Widerlager | |
| | | | | EcoTwinSet_Beton | | |
| | | | | Betongruete | C25_30_B5 | kg/m3 |
| | | | | Belehrungsgad | | |
| | | | | Belehrungstafel | Stäbe und Ringe / Markenlücke | |
| | | | | EcoTwinSet_Material | | |
| | | | | Material_Standardelement1 | Beton | |
| | | | | Material_Standardelement2 | Belehrungstafel | |
| | | | | EcoTwinSet_Mengen | | |
| | | | | Volumen | 65,524 | m3 |
| | | | | EcoTwinSet_Semantik_Topologie | | |
| | | | | Asphaltdeckschicht | Brücke | |
| | | | | Pavt_BuildingElementProxyCommon | Widerlager 0 Neu | |

Jour Fixe 16.12.2025 -Wissenschaftliches Team

Entwurf Fragenkatalog für Betreiberinterviews

EcoTwin Asset Owner Interviews + WS - Vorschlag

12/2025

| Rev. | Anmerkungen | Datum | Erstellt | Geprüft | Freigegeben |
|------|-------------|------------|----------|---------|-------------|
| 00 | | 02.12.2025 | WbA | VeR | |
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | Bestehende Systeme und Prozesse | 3 |
| 1.1 | Infrastrukturmanagementsysteme | 3 |
| 1.2 | Prozesse | 3 |
| 2. | Arbeit mit Ökobilanz-Daten | 3 |
| 2.1 | Aktuelle Vorgehensweise | 3 |
| 2.2 | Integration – Anforderungen | 3 |
| 2.3 | Technische Randbedingungen | 3 |
| 3. | Kreislauffähigkeit | 4 |
| 3.1 | Kreislauffähigkeit aktuell | 4 |
| 3.2 | Anforderungen | 4 |
| 4. | Sensorik & Monitoring | 4 |
| 4.1 | Aktueller Einsatz von Sensorik | 4 |
| 4.2 | Potential zum Einsatz von Sensorik für die Nachhaltigkeitsbewertung | 4 |
| 4.3 | Integration & Betrieb | 4 |
| 5. | BIM Modelle / digitaler Zwilling | 5 |
| 6. | Nutzeranforderungen / Implementierungswünsche | 5 |
| 7. | Demonstratoren | 5 |

1. Bestehende Systeme und Prozesse

1.1 Infrastrukturmanagementsysteme

1. Welche Infrastrukturmanagementsystem verwenden Sie aktuell (Eigenentwicklung, kommerzielle Tools, GIS-Systeme, DMS, etc.)?
2. Welche Datenformate sind im IMS hinterlegt (BIM, IFC, GIS, Tabellen, Wartungsprotokolle, Materiallisten etc.)?
3. Welche Daten stehen strukturiert vor, welche unstrukturiert?
4. Welche Schnittstellen zur Datenübernahme existieren bereits (BIM, Sensorik, ERP, SAP, Prüfberichte)?

1.2 Prozesse

5. Wie erfolgt derzeit die Zustandsbewertung und Instandhaltungsplanung?
6. Wer (intern/extern) ist in diese Prozesse eingebunden?
7. Welche strategischen Ziele verfolgen Sie im Bereich Nachhaltigkeit / Life Cycle Management?

2. Arbeit mit Ökobilanz-Daten

2.1 Aktuelle Vorgehensweise

8. Welche ökobilanziellen Kennzahlen werden bereits genutzt? Sind im Infrastrukturmanagementsystem bereits welche hinterlegt? Mit welchen Tools wird bereits gearbeitet (LZ Infra, LCCO2, andere?)
9. Welche Datenquellen verwenden Sie (EPD, ÖBV- AK Ökodaten, Herstellerangaben, etc?)
10. Sind Daten zu Materialien, Bauteilen oder Bauprozessen digital erfasst? (z.B. BIM Attribute, Datenbanken)

2.2 Integration – Anforderungen

11. Welche Ausgabedaten/Reports benötigen Sie für operative und strategische Entscheidungen?

2.3 Technische Randbedingungen

12. Welche IT-Vorgaben bestehen für Datenhaltung, Datenqualität, Dokumentation?
13. Welche Update-Zyklen für Ökodatenbanken oder EPDs sind für Sie relevant?

3. Kreislauffähigkeit

3.1 Kreislauffähigkeit aktuell

14. Bewerten Sie bereits Aspekte der Kreislaufwirtschaft (Rezyklierbarkeit, Wiederverwendung, Abfallfraktionen)?
15. Welche Methoden werden genutzt (Materialpässe, Urban Mining Kriterien, Recyclingquoten, normative Vorgaben)?
16. In welcher Form liegen Daten zur Wiederverwendbarkeit von Bauteilen oder Materialien vor?
17. Gibt es interne KPIs oder Zielwerte zur Kreislaufwirtschaft?

3.2 Anforderungen

18. Welche Aspekte der Kreislauffähigkeit sind für Ihre Assets am relevantesten? (Reuse, Recycle, Design for Disassembly, Sekundärmaterialanteile, Verlängerung der Nutzungsdauer)
19. Welche Informationen fehlen Ihnen derzeit für eine fundierte Circularity-Bewertung?

4. Sensorik & Monitoring

4.1 Aktueller Einsatz von Sensorik

20. Welche Sensoren werden derzeit eingesetzt (z. B. Inclinometer, Dehnungsmesser, Drainage-Sensorik, Luftqualität)?
21. Wie werden Sensordaten aktuell gespeichert und in welche Systeme fließen sie ein?
22. Welche Erkenntnisse werden heute aus Monitoringdaten gewonnen (Belastungen, Degradation, Feuchte, ...)?

4.2 Potential zum Einsatz von Sensorik für die Nachhaltigkeitsbewertung

23. Welche Fragestellungen möchten Sie zusätzlich mit Sensoren besser beantworten können?
24. Sind Ihnen an Ihrer Infrastruktur Schadensmechanismen bekannt, die ökologisch und wirtschaftlich kritische Eingriffe verursachen?
25. Welche räumlichen, bautechnischen (etc.) Einschränkungen bestehen für Monitoring Systeme?

4.3 Integration & Betrieb

26. Besteht aktuell eine Einbindung von Sensordaten direkt ins Infrastruktur-Managementsystem?
27. Soll dies zukünftig erfolgen? In welcher Form? (Echtzeit? Manuell? Periodisch?)
28. Welche Qualitätsanforderungen bestehen an Sensorik (Genauigkeit, Robustheit, Ausfallszeiten etc.)

29. Welche Visualisierungen wären für Sie nützlich?

5. BIM Modelle / digitaler Zwilling

UIBK / RSA?

6. Nutzeranforderungen / Implementierungswünsche

- 30. Wie sollte die Bewertung in strategische Entscheidungsprozesse einfließen (Budgetierung, Risikomanagement)?
- 31. Welche Funktionalitäten wünschen Sie sich in einem Nachhaltigkeits-bewertenden IMS?
- 32. Welche rechtlichen oder organisatorischen Hürden bestehen?
- 33. Wie sieht für Sie ein „Minimal Viable Product“ der Lösung aus?

7. Demonstratoren

- 34. Welche Beispielbauwerke könnten für Methoden-Demonstratoren genutzt werden?

Dipl.-Ing.ⁱⁿ Anja Woods
Projektleiterin
CC Life Cycle Engineering & Asset Management
VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH

Eco Twin JF - RSA

13.01.2026

Problem

Je Parameter dieser Prozess:



Aber:

1. Parametername im LzInfra sheet nicht immer klar
2. Zuordnung zu PropertySet+Property gibt es nicht

Parameter Mappings: „Pull-down“

„Pull-down“ Parameter: welchen Namen verwenden?

Variante 1: „Material Spezifikation“

| Material | Materialname (EN/US) | Materialnummer | D | h |
|-----------------------|----------------------|----------------|------------------|-----------------|
| Tiefgründung (Pfähle) | Beton | 120/70/01 | D = 120 cm | h = 120 cm |
| | Stahl | | BWG = 1002 kg/m3 | BWG = 100 kg/m3 |

Variante 2: GWP-Katalog, „Material“

| Material | Materialname | Materialnummer |
|----------|--------------------------------------|----------------|
| Kies | Natürliche GK 0/4 mm, rund (ECH) | |
| Kies | Natürliche GK 0/8 mm, gebrochen (E) | |
| Kies | Natürliche GK 4/8 mm, rund (ECH) | |
| Kies | Natürliche GK 4/8 mm, gebrochen (E) | |
| Kies | Natürliche GK 8/16 mm, rund (ECH) | |
| Kies | Natürliche GK 8/16 mm, gebrochen (E) | |

Variante 3: Name der Excel-Ränge

| Material Spezifikation | Material | Materialnummer | Materialname | Materialnummer |
|------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| Einbau (Einheit) | | | | |
| 1,70 t/m3 | Kies (Korngröße 2 bis 40 mm) | | Natürliche GK 0/4 mm, rund (ECH) | |
| 1,34 t/m3 | Gras | | Natürliche GK 0/8 mm, gebrochen (E) | |
| 1,47 t/m3 | Sand (Korngröße 0,063 bis 2mm) | | Natürliche GK 4/8 mm, rund (ECH) | |

| Einbau | Materialname | Materialnummer | Materialname | Materialnummer |
|--------|--------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| | Kies | Schotter | Natürliche GK 0/4 mm, rund (ECH) | |
| | Kies | Schotter | Natürliche GK 0/8 mm, gebrochen (E) | |
| | Kies | Schotter | Natürliche GK 4/8 mm, rund (ECH) | |
| | Kies | Schotter | Natürliche GK 4/8 mm, gebrochen (E) | |
| | | | Rezyklierte GK 0/4 mm (ECH) | |
| | Sand | Schotter | Schotter 0/2 | |
| | Sand | Schotter | Kies (Korngröße 2/32) | |
| | Sand | Schotter | Sand 0/2 | |
| | | | Kies (Korngröße 0,063 bis 2mm) | |
| | | | Gras | |
| | | | Sand (Korngröße 2 bis 63 mm) | |
| | | | Kies (Korngröße 0,063 bis 2mm) | |

Favorit, weil am einfachsten

Parameter Mappings: „Pulldown“

Vorschlag:

Variante 3: Name der Excel-Range



Parameter Mappings: „Umrechnungswerte“

„Additional“ Parameter: welchen Namen verwenden?

Einzige Variante: „Variablenname“ im „Umrechnungsfaktor,“ Feld

| Material Spezifikation | Umrechnungswerte | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|----------------|------------------------|---------|------------------------|-------|----------|----------------|----------------|-----------------|--|----|----|
| Tiefgründung (Pfähle) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Umrechnungsfaktor</th> <th>Einheit</th> <th>Einheit im GWP-Katalog</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Beton</td> <td>220/1000</td> <td>m³</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>Bewehrungsstahl</td> <td></td> <td>kg</td> <td>kg</td> </tr> </tbody> </table> | Material | Umrechnungsfaktor | Einheit | Einheit im GWP-Katalog | Beton | 220/1000 | m ³ | m ³ | Bewehrungsstahl | | kg | kg |
| Material | Umrechnungsfaktor | Einheit | Einheit im GWP-Katalog | | | | | | | | | | |
| Beton | 220/1000 | m ³ | m ³ | | | | | | | | | | |
| Bewehrungsstahl | | kg | kg | | | | | | | | | | |

Parameter Mappings: „Menge“

Einzige Information: „Einheit“, eventuell in Kombination mit „Material Spezifikation“

| Material Spezifikation | Pulldown | Umsatzwert für Rechnung (bündelt) | Menge | Einheit | Einheit im GWP-Katalog |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|------------------------|
| Erdbau EIN/AUS | | | | | |
| 1,73 t/m3 | Kies (Korngröße 2 bis 63 mm) | | 3.000 | m ³ | t |
| 1,54 t/m3 | Erde | | 200 | ms | t |
| 1,47 t/m3 | Sand (Korngröße 0,063 bis 2mm) | | | m3 | t |

Wünsche:

1. eine zusätzliche Spalte mit dem Namen der zu ermittelnden Eigenschaft (hier: „Volumen“)
2. eine Spalte mit dem Namen der Eigenschaft aus dem GWP-Katalog (hier: „Masse“)

Vorschlag: Parameter Mapping LzInfra → EcoTwin

3 separate Mappings

- „Pull-down“ Mappings
- „Umrechnungswerte“ Mappings
- „Menge“ Mappings

In je einer Datei (z.B. CSV), in etwa mit folgenden Inhalten

| mapping_pulldown.csv | | | mapping_umrechnungswerte.csv | | | mapping_menge.csv | | |
|----------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|----------|
| Name | PropertySet | Property | Name | PropertySet | Property | Messgröße | PropertySet | Property |
| BetonListe | EcoWinSet_Beton | Betonguete | D | EcoWinSet_Mengen | Durchmesser | Volumen | EcoWinSet_Mengen | Volumen |
| BetonstahlListe | EcoWinSet_Beton | Bewehrungsstahl | BwG | EcoWinSet_Beton | Bewehrungsgrad | Länge | EcoWinSet_Mengen | Laenge |
| ... | | | ... | | | ... | | |

In der Verantwortung der Standard-AutorInnen

#

Sonderfälle

- Annahme: Spalte B „Spezifizierung“ entspricht immer **einem** IFC Objekt. Gibt es Ausnahmen?
- Beispiele
 - Stahlbeton:
 - Bewehrungsgrad muss annotiert sein
 - Alternative Bewehrung als Geometrie erlaubt?
 - Wenn ja, benötigen wir die Masse des Stahls → Muss angegeben/auffindbar sein
 - Asphalt:
 - Schichten sind eigene Objekte – oder ist Schichtdicke ein Property?
 - Fahrbahnabdichtung, Wandkonstruktion - Abdichtung:
 - Schichten sind eigene Objekte – oder ist Schichtdicke ein Property?

Diskrepanzen LzInfra Sheet vs IFC-Modell

- Mehrfach dieselbe Eigenschaft

| Erdarbeiten/Umwehrung für Kurbaukasten | | Stahl- und Verbandsgerüstwerk | |
|--|---------|-------------------------------------|--|
| Material 1 | 1,35 m³ | Stahl (Stangengröße 2 bis 63 mm) | 1,000 m³ |
| Material 2 | 1,34 m³ | Stahl | 200 m³ |
| Material 3 | 1,47 m³ | Stahl (Stangengröße 120 bis 200 mm) | 100 m³ |
| | | Stahl, Stahltragwerk | Baustahl |
| | | | Baustahl |
| | | | Detail: Beschichtung bewittert STW AUS |
| | | | Detail: Beschichtung unbewittert STW AUS |

- Gut geeignet für manuelle Eingabe...
- .. Aber wie ist das im Modell repräsentiert?
 - Volumen pro Material?
 - Anteil pro Material?
 - Datenmodell?
 - Tabelle? (wohl kaum)
 - Einzelne Properties, wie etwa:
 - Anteil_Erde: 40%,
 - Anteil_Kies: 30%,
 - Anteil_Schotter: 30%
 - Getrennte IFC Elemente pro Material? (wohl kaum)

Kosten-Eigenschaften

Werden Kosten, Zinssatz etc. im Modell abgelegt, wenn ja – wie?

Jour Fixe 10.02.2026 -Wissenschaftliches Team

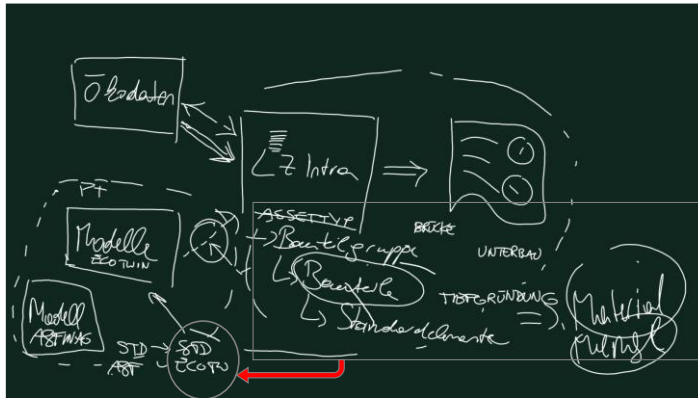
EcoTwin – Status Update AP 4

Nachhaltige Bauwerksmodellierung

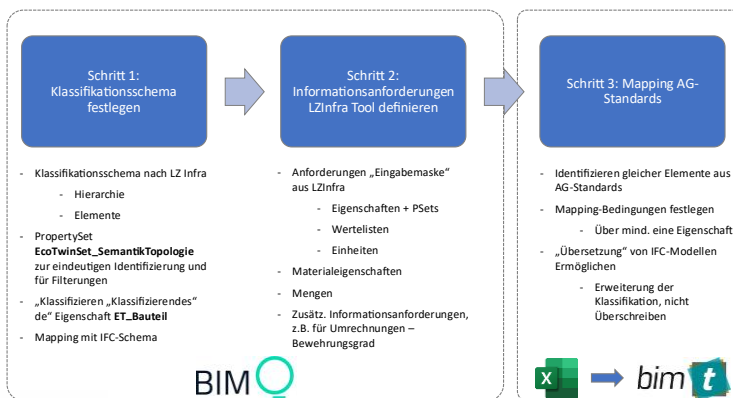
10.02.2026



Ausgangssituation



Vorgehen EcoTwin BIM-Standard



Schritt 1 – Klassifikationsschema

Fachmodelle

| Fachmodelle | Code | Typ | Einheiten |
|-------------|------|--------|-----------|
| Baugrund | BG | Modell | |
| Brücke | BR | Modell | |
| Tunnel | TU | Modell | |

Elemente

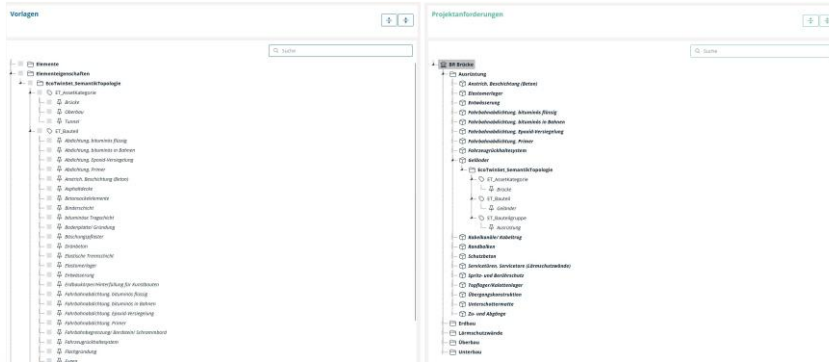
| Elemente | Code | Typ | Struktur | Elementeigenschaften | Verwendet | Revit | IFC 2x3 TC1 | IFC 4.3 | IFC 4.4add |
|---------------------------------------|------|---------|----------|----------------------|-----------|-------|-------------|---|------------|
| Armierung | - | Gruppe | | | | | | | |
| Armiergitter (Beton) | - | Element | | | | | | {Object} ## EcoTwinSet_SemantikTopologie_FT_BauteilArmiergitter (Beton) | |
| Flasensengitter | - | Element | | | | | | {Object} ## EcoTwinSet_SemantikTopologie_FT_BauteilFlasensengitter | |
| Erdebebenring | - | Element | | | | | | {Object} ## EcoTwinSet_SemantikTopologie_FT_BauteilErdebebenring | |
| Fachwerkschichtung, stromlos (Hohl) | - | Element | | | | | | {Object} ## EcoTwinSet_SemantikTopologie_FT_BauteilFachwerkschichtung_stromlos (Hohl) | |
| Fachwerkschichtung, stromlos in Beton | - | Element | | | | | | {Object} ## EcoTwinSet_SemantikTopologie_FT_BauteilFachwerkschichtung_stromlos in Beton | |

Elementeigenschaften

| Elementeigenschaften | Code | Typ | Struktur | Elementeigenschaften | Verwendet | Revit | IFC 2x3 TC1 | IFC 4.3 | IFC 4.4add |
|----------------------|------|---------|----------|----------------------|-----------|-------|-------------|------------------------------|------------------------------|
| Asphaltdeckschicht | - | Gruppe | | | | | | EcoTwinSet_SemantikTopologie | EcoTwinSet_SemantikTopologie |
| Asphaltdeckschicht | - | Element | | | | | | Asphaltdeckschicht | Asphaltdeckschicht |
| Asphaltdeckschicht | - | Element | | | | | | Asphaltdeckschicht | Asphaltdeckschicht |
| Asphaltdeckschicht | - | Element | | | | | | Asphaltdeckschicht | Asphaltdeckschicht |

Schritt 1 – Klassifikationsschema

Zuweisen Werte zu Eigenschaften (eindeutige Informationsanforderungen für Elemente)



Schritt 3.1 – Mapping AG-Standards – Klassifizierung

| EcoTwin | | ASFINAG | | ÖBB | |
|---------------|---------------------|--|-----------------|---|---|
| Bauteilgruppe | Bauelement | Mappingparameter | Wert | Mappingparameter | Wert |
| Unterbau | Tragfundung (Pfahl) | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Element | Pfahl | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Bohrpfahl, Mikropfahl, Rammpfahl(?) |
| | Stützanker (Stütze) | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Bauteilgruppe | Spundwand | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Spundwand |
| | Flächengründung | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Bauteilgruppe | Fundamentierung | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Topologie_Element_2 | Brückengründung |
| | Widerlager | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Element | Widerlager | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Bodenplatte, Wand, Fundament, Balken - Träger, Decke - Platte |
| | Pfeiler/Stützen | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Bauteilgruppe | Pfeiler | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Stütze, Brückenspielfeiler |
| | Böschungsauffasser | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Bauteilgruppe | Widerlager | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Stütze, Brückenspielfeiler |
| | Sperranker | ASF_Miset_Semantik_Topologie.Element | Anker | DEBBset_Semantik_Topologie_32_Element | Anker |

→ Fragen an VCE zu LZInfra-Bauteilen

AG-Standards BIM – Status

| AG | BIM-Beispielmodelle | BIM-Datenstruktur | Modellierleitfaden |
|---------------|--------------------------------------|---|--|
| ASFINAG | Vorhanden - Brücke | Vorhanden - Brücke - Tunnel - Erdbau - Straße ... | Vorhanden |
| BBT | Zusage - Tunnel (nur Geometrie) | Kein BBT-Standard vorhanden - Für Betrieb ÖBB-Standard | Zusage - Modellierleitfaden, bisherige Erkenntnisse |
| ÖBB | Angefragt (bisher keine Rückmeldung) | Vorhanden auf bim-t - Brücke - Tunnel - Erdbau - Schiene... | Vorliegend |
| Wiener Linien | Angefragt (bisher keine Rückmeldung) | Vorhanden auf bim-t | Angefragt (keine Rückmeldung) |

LZInfra Excel Arbeitsmappe

Sheet "Eingabe"

- Wirkungskategorie: sollten ausser GWP noch andere funktionieren? Sehe keine Ergebnisse
In der Zelle E4 ist es möglich die Wirkungskategorie zu ändern
- Spalte A enthält Farbmarkierungen für gewisse Zeilen
 - orange für noch nicht vorhandene Materialien... Auswirkungen für EcoTwin?*In V5.3 gibt es keine Farbmarkierungen mehr - frühere Versionen sind working-documents*
- Spalte C - was bedeutet die, bzw. wie nennen wir sie?
 - Elementteil?
 - Elementaspekt?
 - Ist das Teil der elementklassifikation? Wenn ja, hieße das, dass jede Zeile andere Elemente betrifft*Ich denke diese Spalte ist für EcoTwin irrelevant?*
- Spalte D ("Material Spezifikation") ist inkonsistent:
 - oft Name einer Eigenschaft (zB 'Beton')
 - manchmal berechneter Wert, abhängig von der Dropdown-Auswahl (zb z. 8: 1,73t/m3)
 - manchmal gar nichts
 - --> kann nicht für den Namen der Eigenschaft verwendet werden.*Gegenvorschlag?*
- Spalte F: Umrechnungswerte: wenn die aus dem IFC-Modell extrahierbar sein sollen, muss für jede Messgröße ein Propertyset/Property mapping verfügbar sein:
 - zb: Tiefgründung (Pfähle) hat in Spalte F: "D = 120 cm" als default. In diesem Fall brauchen wir ein Mapping, mit dem wir der Messgröße "D" ein IFC propertyset/property zuordnen (siehe unten bei "Eco Twin Standard")*???*
- Es gibt Zellen, die keinen Parameternamen haben, es würde aber sehr helfen, wenn es einen Namen gäbe
 - Zeile 21 (Spundwand): 150 kg/m2 - könnte man da Dichte = 15kg/m2 schreiben?

- Zeile 65 (Spannstahl) Werte: "intern" und "extern" - wäre besser mit Namen, etwa "Lage = intern"

Ist leicht umsetzbar

- Spalte L: warum muss die Einheit von der Auswahl des Pulldowns (Spalte E) abhängig sein? Könnte man die Einheit einheitlich für alle möglichen Pulldown-Werte machen? (Wäre einfacher)
Das liegt daran, dass manchmal die EPDs in anderer Form vorliegen; es ist einfacher die EPDs so zu übernehmen wie sie kommen...
 - Spalten CJ-CM, CO-CR (Errichtungsphase/Entsorgungsphase): sind das Zwischenrechnungen oder ist das ein Ergebnis, das wir liefern sollen?
Zwischenrechnungen für EcoTwin irrelevant
 - Zeile 14: option "Kalk - zur Stabilisierung (Platzhalter)" - Einheit im GWP-Katalog: "0" ... was bedeutet das?
Es liegt keine EPD vor
 - Zeile 18 (Tiefgründung/Pfähle), Spalte BF (Einheitspreis Errichtung): ist das korrekt - das ist ein konstanter Wert (350) pro m. Das kann nur für den Standard-Durchmesser gelten. Wäre es nicht besser, den Preis vom Volumen abhängig zu machen?
Das sind eigentlich Eingaben die vom User zu überprüfen/zu tätigen sein sollten
 - Zeile 20: "Spundwand (gerammte Fläche)" - "gerammte Fläche" meint die Querschnittsfläche des Spundwandprofils? Oder die Oberfläche der Wand, die mit dem Erdreich Kontakt hat?
die Oberfläche der Wand, die mit dem Erdreich Kontakt; die Eingaben sind so, wie sie möglichst einfach vom PLANER getätigt werden können (gemäß einem LV)
 - Zeile 21: Spundwand: wird als m2 mit Umrechnung zu Masse gerechnet - da wäre das Volumen nicht einfacher? (für uns schon!)
die Eingaben sind so, wie sie möglichst einfach vom PLANER getätigt werden können (gemäß einem LV)
 - Zeile 41 "Fugen": input (rot unterlegt) ist unklar: ca 5% der Sichtfläche, Menge in Kilogramm - was soll man da angeben, und wie?
???
 - Zeilen 42-45 "Abdichtung, Primer" etc.:
 - Ist das wirklich eine korrekte Elementkategorie?
 - Vermutung:
 - Elementkategorie: Abdichtung
-

- Eigenschaft: Primer
- Eigenschaft: bituminös, flüssig
- Etc.

???

- Zeilen 69-73 (und andere Stellen): Details Beschichtung bewittert EIN/AUS
 - wie sollen diese Details im IFC Modell aussehen?

Das ist eine gewachsene Struktur; Es gibt keine EPDs; es wird versucht das aus den Ausgangsmaterialien und Prozessen mit EPDs abzubilden
- Zeilen 127-128, 136: ungewöhnliche Zeilen, anders formatiert, haben teilweise material-dropdown, sieht nach bug aus
 - *frühere Versionen sind working-documents*
- Tunnel (Zeilen 158-219): was bedeutet M,Z,Q?
 - *frühere Versionen sind working-documents*
- Oberbau Schiene, Zeilen 131 und 132 "Vergussbeton", "Elastische Trennschicht": die Zeilen scheinen Work in Progress zu sein - oder soll man damit etwas anfangen können?
 - ebenso Zeilen 210, 217, 224, 225, 233
 - *frühere Versionen sind working-documents*
- Zeile 284: "Abbruch/Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark" - was ist das?
 - *Analogie zur RVS*

Kosten:

- manchmal wird "Wert", manchmal "Kosten" verwendet. Sind das hier Synonyme, oder gibt es einen relevanten Unterschied?

???

Sheet "GWP-Katalog"

- wie funktioniert die Namenszuordnung? (nur relevant, wenn wir die Namen von dort extrahieren - sieht derzeit nicht danach aus)
 - Zeile 154-159: Wie heisst die Materialkategorie: Wandverkleidung oder Wände?
 - Zeile 310-313: Wie heisst die Materialkategorie: Fahrzeugrückhaltesystem oder

STAHLSYSTEME(FRS-S)?

- die Unterkategorien (zb Überbau/Spannbeton, Überbau/Stahlbeton) - sind das Alternativen oder können beide fürs selbe Bauwerk befüllt werden?

Änderungswünsche (Stand 20.01.2026)

- Eigenschaftsnamen
 - Material Spezifikation (Spalte D)
 - Derzeit: Inhalt ist variabel - mal leer (was manchmal bedeutet: "wie oben", manchmal aber bedeutet: "kein Name"), mal Formel, mal Text
 - Wunsch: immer ein konstanter Text, den wir auf Pset/Property abbilden können
 - Umrechnungswerte (Spalte F), Zahlenformat
 - Derzeit: mal "{name} = {wert} {einheit}", mal nur "{wert}" (unformatiert)
 - Wunsch: Zahlenformat immer "{name} = {wert} {einheit}", damit wir den Namen auf Pset/Property abbilden und die Einheit extrahieren können
- Messgrößen hinzufügen
 - Einheit (Errichtung, Spalte K):
 - Wunsch: Hinzufügen von Spalte daneben (oder in anderem Sheet, aber eindeutig identifizierbar): Messgröße (Volumen, Länge, Dicke, Oberfläche, bewitterte Oberfläche, Masse, ...)
 - Einheit im GwP-Katalog (Errichtung) (Spalte L)
 - Wunsch: wie für Einheit
 - Einheit (Betrieb/Nutzung) (Spalte O)
 - Wunsch: wie für Einheit
- Ausgangswert für GwP-Berechnungen explizit machen
 - der Wert, der schließlich im GwP-Katalog mit dem Materialspezifischen Faktor multipliziert wird, kommt im sheet nirgends vor - er kommt nur als Zwischenergebnis der Formel für "Umrechnungs-Faktor" vor. Dies macht es unmöglich, den Wert anders zu errechnen als mittels der in der Zeile verwendeten Methode. In manchen Fällen ist es aber schwierig, diese Methode automatisiert anzuwenden, oft führt aber auch eine andere Methode zum gewünschten Wert - nur können wir diesen Wert dann nirgends in das Sheet einfügen.
 - Beispiel: Tiefgründung (Pfähle)
 - Methode im Sheet:
 - Parameter: Länge
 - Parameter: Durchmesser
 - Zielwert: Volumen
 - Probleme bei der Automatisierung der Sheet-Methode
 - Länge ist gar nicht so einfach zu bestimmen und birgt das Risiko,

dass ein falscher Wert ermittelt wird
 - Durchmesser ebenso
 - Volumen kann relativ leicht berechnet werden
 - viel leichter automatisierbare Methode:
 - Volumen direkt berechnen
 - Problem: Es gibt keine Zelle, in die das Volumen eingetragen werden könnte (statt Länge und Durchmesser)

AWF 1: Dokumentation und Nachweisführung (Planer)

Definition: Nutzung des BIM-Modells als Datengrundlage zur strukturierten Dokumentation und Nachweisführung von Nachhaltigkeitskriterien eines Bauwerks im Zuge von Nachweisen für die Behörde oder Ausschreibungskriterien.

Dies umfasst insbesondere die Erfassung, Auswertung und Dokumentation relevanter Nachhaltigkeitsinformationen.

Anwender: Planer, Baufirma

Faktoren: Menge und Material

Nutzen:

- Reduzierter manueller Dokumentationsaufwand
- Erhöhte Transparenz
- Verbesserte Entscheidungsgrundlage in der Einreich- und Ausschreibungsplanung

Umsetzung:

1. BIM-Modell als Grundlage
Das BIM Modell dient als Datengrundlage für die Nachhaltigkeitsbewertung und enthält die geometrischen und alphanumerischen Informationen der relevanten Bauteile, insbesondere Material – und Mengenangaben.
2. Übersetzung der Modellinformationen
Für die Nutzung des Nachhaltigkeitsbewertungstools werden die Informationen übersetzt bzw. hinzugefügt. (Variante Bim-t und Variante Yaps)
3. Nachhaltigkeitsbewertung
Mit dem Bewertungstool kann die Nachhaltigkeitsbewertung auf Basis der aus dem BIM-Modell abgeleiteten Mengen- und Materialinformationen automatisiert stattfinden. Ergänzende Usereingaben wenn notwendig.
4. Nachweisdokumentation
Ergebnisse der Bewertung werden strukturiert und anhand von alphanumerischen und visuellen Ergebnissen dargestellt und für **Behörden, Ausschreibungen und Zertifizierungen verwendet?**

Implementierungsvoraussetzung:

Planungszustand: Ausreichender Planungsstand des Projekts, sodass die relevanten Bauteile sowie deren Materialien und Mengen im BIM-Modell definiert sind.

BIM Modell vorhanden: Vorhandenes BIM-Modell welches für die Nachhaltigkeitsbewertung notwendige geometrische und alphanumerische Informationen enthält.

Trasse und Erhaltungsmaßnahmen sind schon definiert

AWF 2: Entscheidungsgrundlage in der Erhaltungsstrategie (Betreiber)

Definition: Nutzung eines BIM-Modells als Informationsgrundlage für strategische Entscheidungen im Erhaltungsmanagement von Bauwerken und Infrastrukturen. Das digitale Bauwerksmodell dient dabei als zentrale Datenbasis für Bauteileigenschaften, um fundierte Entscheidungen zur Instandhaltung, Sanierung oder Erneuerung eines Bauwerks zu unterstützen.

Anwender: Erhaltungsmanager

Nutzen:

- Bessere Entscheidungsgrundlage
- Optimierte Planung der Maßnahmen?
- Variantenvergleich/ Szenarienvergleich

Umsetzung:

1. BIM Modell als Grundlage
Das BIM-Modell dient als zentrale Informationsbasis und enthält die relevanten Bauwerksinformationen, insbesondere zu Bauteilen, Materialien und Mengen.
2. Ergänzung durch dynamische Daten
Auf Basis der dynamischen Einflussfaktoren (z.B. Streusalzmenge und Verkehrsaufkommen) können unterschiedliche Erhaltungsvarianten oder Szenarien für das Bauwerk definiert werden.
3. Anwendung EcoTwin Tool
Die Varianten werden mithilfe des EcoTwin-Tools bewertet. Durch die Anpassung der Parameter Material und Menge können verschiedene Erhaltungsmaßnahmen miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Auswirkungen analysiert werden.

Implementierungsvoraussetzung:

BIM Modell vorhanden:

Definition möglicher Erhaltungsmaßnahmen: um Varianten- und Szenarienvergleiche durchführen zu können

BIM Modell + dynamische Daten

BIM Modell

ANHANG 3

Technische Beschreibung

EcoTwin Plattform

In diesem Dokument werden die Projektergebnisse in Bezug auf die zu entwickelnde Online-Plattform für EcoTwin beschrieben. Sie beziehen die Outputs aus AP 5 und AP 6 ein.

Infrastruktur

Die **IT-Projektinfrastruktur** des Forschungsprojekts wurde auf einer **GitLab** Instanz aufgebaut und ermöglichte eine klare **Trennung** von **Entwicklung, Dokumentation und Betriebsvorbereitung**. Neben den fachlichen Repositories in den Programmiersprachen Java, TypeScript und Python existieren drei übergreifende Repositories, die die Gesamtarchitektur und die Zusammenarbeit der Komponenten sicherstellen. In einem Repository wird die gesamte Systemarchitektur dokumentiert. Ein weiteres Repository dient der strikten Entkopplung der einzelnen Systemkomponenten und enthält sämtliche API-Schnittstellendefinitionen im OpenAPI-Format sowie die dazugehörigen JSON-Schemas und Testdaten für automatisierte Interfacetests. Schließlich wurde ein eigenes Repository für die Docker-Compose-Konfiguration angelegt, mit der alle relevanten Tools, Services und Abhängigkeiten lokal mit einem einzigen Befehl gestartet und betrieben werden können. Diese Konfiguration wurde von Beginn an so gestaltet, dass sie mit möglichst geringem Aufwand auf den späteren produktiven Betrieb im Kubernetes-Cluster übertragen werden kann.

Architektur

Das im Projekt verwendete **LzInfra-Excel-Workbook** stellt ein zentrales Vorartefakt aus einem vorgelagerten Forschungsprojekt dar und bildet die fachliche Grundlage der Berechnungen: Es enthält sowohl **EPD-Daten** (Environmental Product Declarations) als auch strukturierte Berechnungslogiken für unterschiedliche **Assetkategorien** (z. B. Brücken, Tunnel) und deren **Bauteile** (z. B. Widerlager), anhand derer menschliche Expert:innen bislang auf Basis von Planungs- oder Bauunterlagen (wie Leistungsverzeichnissen) eine Ökobilanz erstellen. Um eine **parallele Weiterentwicklung** beider Projekte zu ermöglichen, wird dieses Workbook im

EcoTwin-Kontext bewusst **nicht nachimplementiert**, sondern direkt integriert und perspektivisch weiter aktualisiert, möglicherweise auch auf weitere Excel-Workbooks aus dem LzInfra Projekt erweitert. In der Systemarchitektur übernimmt ecotwin-lzinfra serverseitig die Rolle, dieses Workbook auszulesen, daraus strukturierte Abfragen abzuleiten und die zur Berechnung notwendigen Eingangsdaten aus einem **IFC-Modell** zu beziehen; die Ergebnisse werden anschließend sowohl zurück in Excel-basierte Artefakte als auch in einen **Data Cube** überführt. Die Softwarekomponenten, die diese beiden Aufgaben ausführen (Excel- bzw. IFC-Handling), kommunizieren über das REST-Service **ecotwin-ifc-orchestrator**. In der ersten Version der Architektur erfolgte die Auswertung des IFC-Modells vollständig serverseitig über den Python-basierten **ecotwin-ifc-evaluator**, was allerdings im Betrieb die Übertragung der Modelle auf den Server erfordern würde. Darauf aufbauend wurde mit **ecotwin-ifc-evaluator-ts** ein clientseitiger Evaluator auf Basis von IFC.js (bzw. künftig IfcLite) entwickelt, der die Modellanalyse direkt beim Nutzer ausführt und so den Upload sensibler oder großer Modelle vermeidet. Der ebenfalls clientseitige **ecotwin-ifc-viewer** ermöglicht die interaktive Visualisierung der Ergebnisse, indem er das IFC-Modell mit dem erzeugten Data Cube verknüpft und NutzerInnen die Auswahl von Dimensionen, Filtern und Gruppierungen erlaubt; die berechneten Kennwerte werden dabei als Farbskalen auf die jeweiligen Bauteile projiziert, wobei pro Gruppierung unterschiedliche Modellansichten erzeugt werden. Diese Kommunikation ist in Abbildung 1 illustriert. Ein wesentlicher Enabler dieser Entwicklung ist die konsequente **Auslagerung der Schnittstellendefinitionen** im Repository **ecotwin-schemas**, wodurch Evaluator, Orchestrator und weitere Komponenten lose gekoppelt sind und der Übergang vom serverseitigen zum clientseitigen Evaluator erheblich vereinfacht wurde. Als nächster Schritt ist vorgesehen, den TypeScript-basierten Evaluator und den Viewer enger zu integrieren, um Berechnung und Visualisierung vollständig auf der Clientseite zusammenzuführen.

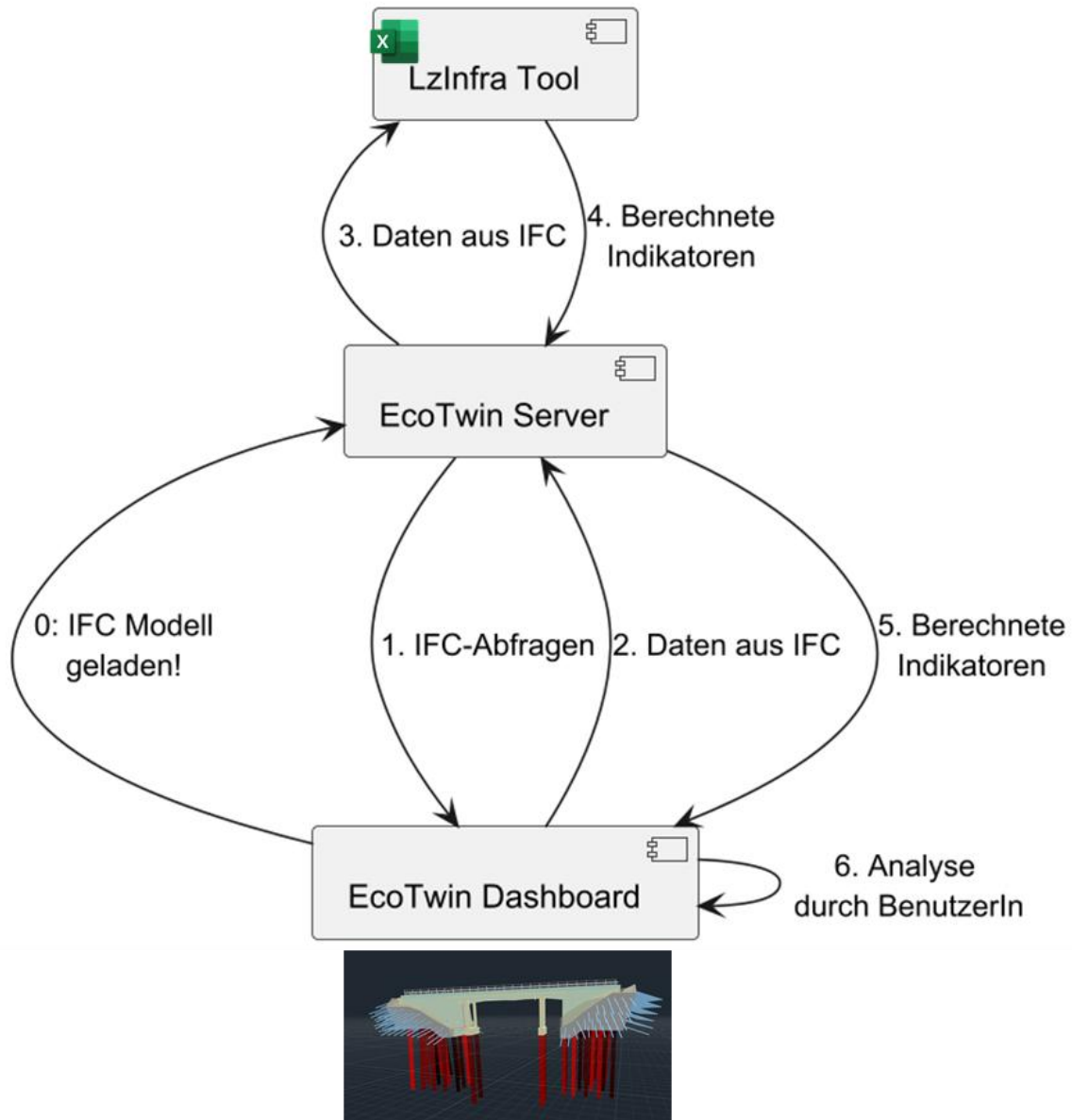


Abbildung 1: Kommunikationsdiagramm der Komponenten

Mengenberechnung

Die Extraktion von Materialeigenschaften und Elementmengen aus IFC-Modellen stellt eine zentrale Grundlage für die automatisierte Ökobilanzierung im EcoTwin-Prozess dar und wurde im Projekt zunächst über den Python-basierten **ecotwin-ifc-evaluator** prototypisch umgesetzt. Dabei werden – sofern entsprechende Mengen nicht direkt im Modell vorhanden sind –

numerische Verfahren zur Geometrieanalyse eingesetzt, um Größen wie Volumen, Oberfläche und Länge aus der impliziten Geometrie abzuleiten. Technisch basiert dies auf der Kombination etablierter Bibliotheken wie IfcOpenShell und OpenCascade zur Erzeugung von BRep-Geometrien sowie Trimesh zur Weiterverarbeitung der daraus abgeleiteten Meshes. Ein zentraler Einflussfaktor für Genauigkeit und Performance ist dabei die Parametrisierung des Meshing-Verfahrens (insbesondere die lineare Abweichung), die einen Zielkonflikt zwischen Rechenzeit und Präzision erzeugt: Während für reguläre Geometrien bei feiner Parametrisierung nahezu fehlerfreie Ergebnisse erzielt werden können, steigen bei komplexeren oder irregulären Strukturen – wie sie insbesondere bei Brückenelementen auftreten – sowohl Rechenzeit als auch Fehleranfälligkeit deutlich an. Die Auswertung erfolgt auf Basis von JSON-basierten Abfragen, deren Ergebnisse ebenfalls strukturiert als JSON bereitgestellt werden – entsprechend den für das Projekt definieren Interfacespezifikationen – sodass sie direkt in die nachgelagerten Berechnungsschritte integriert werden können. Leistungsanalysen zeigen zudem, dass die geometrische Verarbeitung aufgrund der zugrunde liegenden C++-Bibliotheken stark CPU-gebunden ist und insbesondere die Mesh-Erzeugung einen dominanten Flaschenhals darstellt; parallelisierte Ansätze wie Threading und Multiprocessing bieten hier unterschiedliche Trade-offs zwischen Effizienz, Overhead und kontrollierbarer Laufzeitbegrenzung. Ergänzend wurden browserbasierte Ansätze auf Basis von **IFC.js** und perspektivisch **IfcLite** untersucht, die eine clientseitige Verarbeitung ermöglichen, bislang jedoch noch Einschränkungen insbesondere bei der numerischen Geometrieanalyse aufweisen. Offene Forschungsfragen betreffen unter anderem die robuste Definition und Berechnung von Elementlängen sowie exponierten Oberflächen, etwa unter Einsatz von Verfahren der computergestützten Geometrieverarbeitung wie etwa Skelettierung.

Maße und Einheiten

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden Beiträge zur QUDT-Ontologie (Quantities, Units, Dimensions and Types) entwickelt, die im Projektkern für das konsistente Handling von Einheiten und Maßen eingesetzt wird. Zur Absicherung gegen Datenfehler in der QUDT-Datenbasis wurde im qudtlib/rdfio-maven-plugin ein RDF-Pipeline-System implementiert. Dieses System ist über das pom.xml des qudt-public-repo nahtlos in den Build-Prozess integriert und leitet aus den im Repository abgelegten Rohdaten regelbasiert weitere Informationen ab – beispielsweise die vollständige Einheitenfaktorisierung. Dadurch konnten zahlreiche automatisierte Konsistenz- und Integritätsprüfungen realisiert werden. Der entwickelte RDF-

Pipeline-Ansatz ist grundsätzlich für beliebige RDF-basierte Ontologien und Datenbestände anwendbar.

Dashboard/Benutzerschnittstelle

Der **ecotwin-ifc-viewer** ist die clientseitige Visualisierungskomponente des EcoTwin-Systems und bildet die Schnittstelle zwischen den berechneten Ökobilanzdaten und der geometrischen Repräsentation im IFC-Modell. Als Webanwendung auf Basis von **IFC.js** (perspektivisch IfcLite) lädt der Viewer das IFC-Modell direkt im Browser und verknüpft es mit dem zuvor berechneten **Data Cube**, der die Ergebnisse der LzInfra-Berechnung in strukturierter Form enthält.

Nutzer:innen können interaktiv auswählen, welche **Dimensionen, Filter und Gruppierungen** des Data Cubes dargestellt werden sollen, wodurch unterschiedliche analytische Sichten auf die Ergebnisse entstehen. Die Visualisierung erfolgt, indem die berechneten Kennwerte als **Farbskala auf die jeweiligen Bauteile des Modells projiziert** werden; je nach gewählter Gruppierung werden dabei unterschiedliche Modellzustände bzw. -varianten dargestellt. Der Viewer übernimmt damit keine eigene Berechnungslogik, sondern dient als exploratives Analysewerkzeug, das komplexe tabellarische Ergebnisse in einen räumlichen Kontext überführt und so interpretierbar macht. In der aktuellen Architektur ist er als eigenständiger Container integriert und über den Browser zugänglich, wobei perspektivisch eine engere Kopplung mit dem clientseitigen Evaluator vorgesehen ist, um **Modellanalyse und Visualisierung vollständig auf der Clientseite zu vereinen** und so eine durchgängige, datenschutzfreundliche Interaktion ohne serverseitige Modellverarbeitung zu ermöglichen.

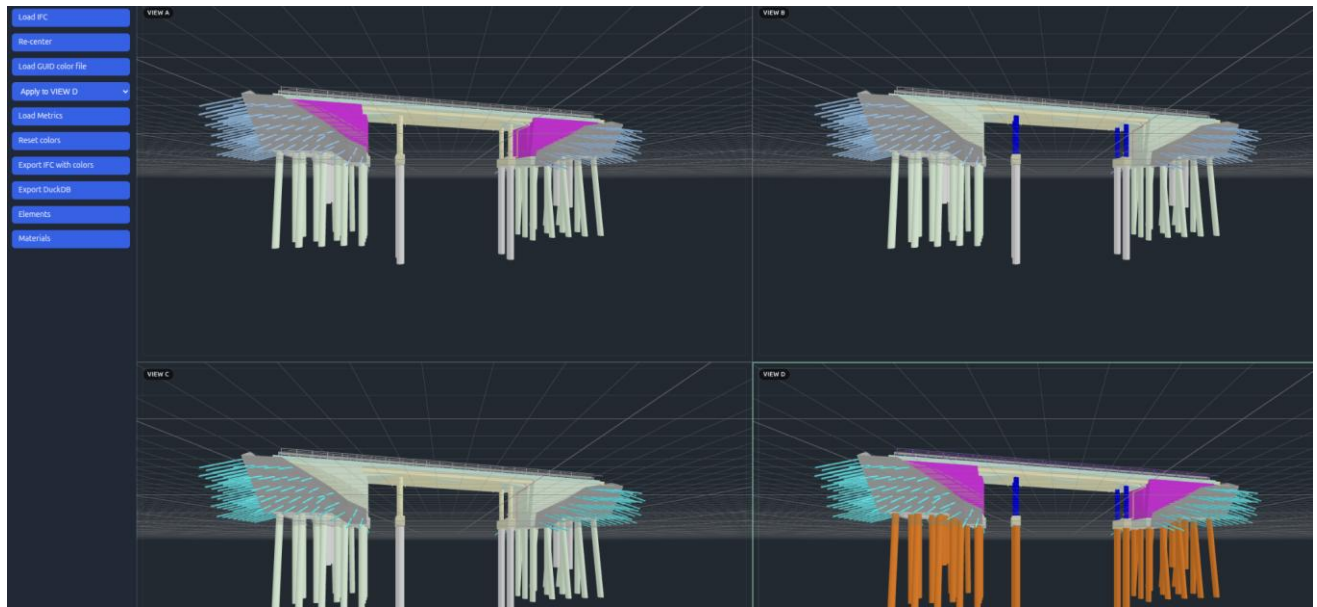


Abbildung 2: Ecotwin IFC Viewer

Abbildung 2 zeigt den **ecotwin-ifc-viewer** bei der Visualisierung von Auswertungsergebnissen eines IFC-Brückenmodells auf Basis des Data Cubes. Das Modell wird in mehreren Ansichten parallel dargestellt, wobei jeweils unterschiedliche **Gruppierungen nach Bauteilklassifikationen** (z. B. Geländer, Pfeiler/

Stützen, Spannglieder, Tiefgründung/Pfähle) hervorgehoben sind. Die relevanten Elemente werden dabei farblich (hier in Magenta) im ansonsten transparent dargestellten Gesamtmodell markiert, wodurch die Zuordnung der Auswertungsergebnisse zu konkreten Bauteilen räumlich nachvollziehbar wird. In der linken Seitenleiste sind interaktive Steuerungsmöglichkeiten sichtbar, mit denen NutzerInnen Dimensionen, Filter und Gruppierungen des Data Cubes auswählen sowie verschiedene Exportfunktionen nutzen können. Die Darstellung verdeutlicht die Fähigkeit des Systems, komplexe tabellarische Analyseergebnisse unmittelbar im geometrischen Kontext zu visualisieren und unterschiedliche Auswertungsperspektiven parallel gegenüberzustellen.

Ein zentrales Konzept für die Weiterverarbeitung und Visualisierung der Ergebnisse ist die Verwendung eines **Data-Cube-basierten, spaltenorientierten Datenformats**, das als einheitliches Interface zwischen Berechnung, Analyse und Darstellung dient. Diese Struktur erlaubt es, die aus dem LzInfra-Workbook abgeleiteten Kennwerte flexibel entlang verschiedener Dimensionen (z. B. Bauteil, Material, Lebenszyklusphase) zu organisieren und effizient auszuwerten. Durch die Integration von **DuckDB** wurde ein leistungsfähiges Werkzeug

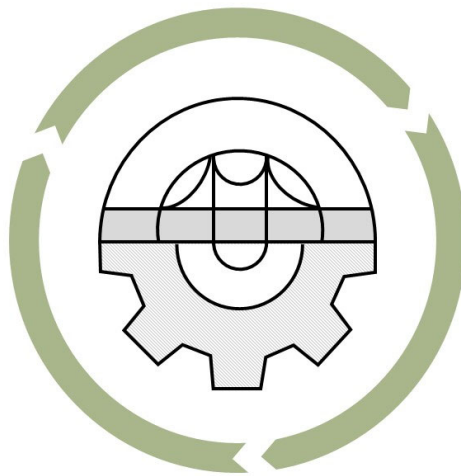
für die **clientseitige Analyse großer, tabellarischer Datenmengen** identifiziert, das es ermöglicht, komplexe Aggregationen, Filterungen und Transformationen direkt im Browser oder lokal auf dem Client durchzuführen, ohne auf serverseitige Datenbanken angewiesen zu sein. Aufbauend darauf ist geplant, den Data Cube nicht nur als einmaliges Ergebnisartefakt zu verwenden, sondern als generisches Format zur **Speicherung und Versionierung verschiedener Analysezustände**, etwa bei Änderungen von Materialien, unterschiedlichen Planungsständen oder beim Vergleich von Planungs- und As-built-Modellen. Perspektivisch sollen darauf aufbauende Werkzeuge entwickelt werden, die es erlauben, die **zeitliche Entwicklung von Bewertungsergebnissen explorativ nachzuvollziehen** und mehrere Varianten systematisch miteinander zu vergleichen, um Entscheidungsprozesse in Planung und Betrieb datenbasiert zu unterstützen

ANHANG 4

AP 3 Interviewleitfaden

EcoTwin

Nachhaltiges, digitales Erhaltungsmanagement für Verkehrsinfrastrukturen durch Echtzeitüberwachung



Interviewleitfaden

Lebenszyklus-, ökologische Nachhaltigkeits- und
Kreislaufwirtschaftsbewertungen

Status quo

02.02.2026



INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | AUSGANGSLAGE | 1 |
| 2 | INTERVIEWS | 1 |
| 3 | FRAGEN | 2 |
| 3.1.1 | Allgemein | 2 |
| 3.1.2 | Lebenszyklusbewertungen | 3 |
| 3.1.3 | Ökologische Nachhaltigkeitsbewertungen | 3 |
| 3.1.4 | Kreislaufwirtschaftsbewertungen | 4 |



1 AUSGANGSLAGE

Die Interviews werden im Rahmen des Collective Research Projektes EcoTwin durchgeführt. Das Forschungsprojekt „EcoTwin“ zielt auf eine prototypische Entwicklung einer Datenintegrationsplattform zur automatisierten, modellbasierten Nachhaltigkeitsbewertung für Verkehrsinfrastrukturbauten ab. Der Ansatz wird exemplarisch anhand von Brücken- und Tunnelprojekten evaluiert.

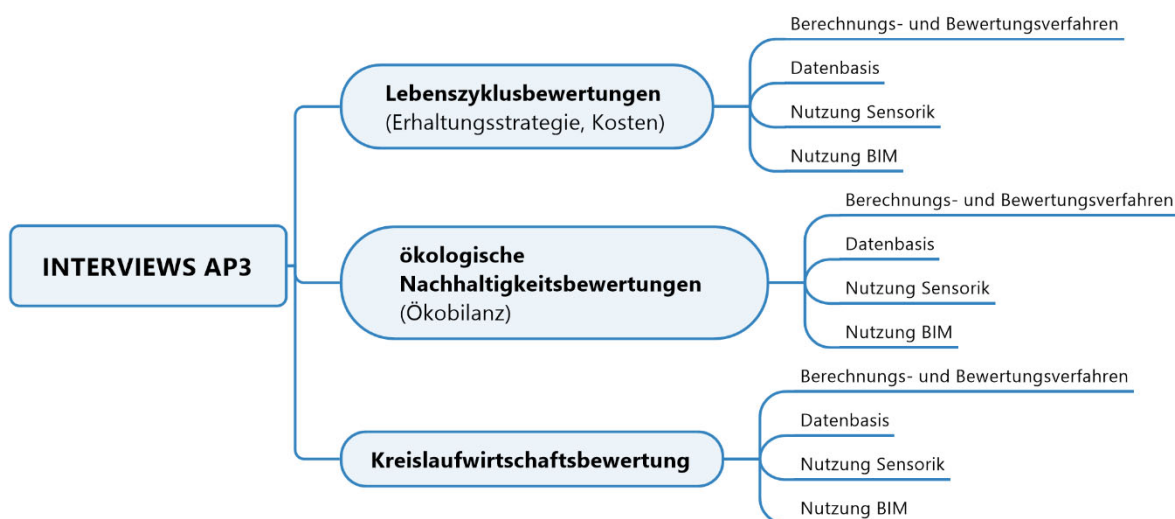
Durch die Einbindung von zustandsbasierten Daten soll die Nachhaltigkeit im Betrieb datenbasiert und vorausschauend bewertet werden. So wird eine nachhaltige Instandhaltungsplanung ermöglicht.

2 INTERVIEWS

Für die Interviews wird eine spezifische Zielgruppe aus Betreibern (ASFiNAG, BBT, ÖBB, Wiener Linien) sowie den Ländern (z.B. Tirol, Niederösterreich, ...) angefragt.

Die Interviews sind für Februar 2026 geplant und werden als Einzelgespräche mit einer Dauer von ca. 30 Minuten durchgeführt. Insgesamt sind 45 Minuten eingeplant, um ausreichend Zeit für den Einstieg sowie Abschluss zu haben. Die Interviews werden über Microsoft Teams geführt, als Audio aufgezeichnet und transkribiert.

Diese sollen erste Erkenntnisse zum aktuellen Stand hinsichtlich Lebenszyklusbewertungen, ökologischen Nachhaltigkeitsbewertungen und der Kreislaufwirtschaftsbewertungen bei den Organisationen liefern (siehe Abbildung).



Die Fragen beziehen sich auf Verkehrsinfrastrukturbauwerke, spezifisch Brücken- und Tunnelbauwerke sowie auf die aktuelle Situation in den Organisationen.

Für die Teilnahme an den Interviews ist eine Einwilligung der Interviewteilnehmenden erforderlich, diese wird den Teilnehmenden vorab zur Verfügung gestellt.



3 FRAGEN

3.1.1 Allgemein

(1) Welche Position haben Sie in Ihrer Organisation

- a. Fachkraft (inkl. Spezialist bzw. wissenschaftlicher Mitarbeiter:in)
- b. Führungskraft (inkl. (Fach-)Bereichs-/Abteilungs-/Projekt-/Teamleitung)
- c. Geschäftsführung (inkl. Vorstände / Professoren)
- d. Geschäftsführende Gesellschafter (inkl. Eigentümer)
- e. Sonstiges: _____

(2) Was ist Ihr höchster Bildungsabschluss?

- a. Berufsausbildung
- b. Bachelor/Vordiplom
- c. Master/Diplom/MBA
- d. Promotion
- e. Habilitation

(3) Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie?

- a. 0-4 Jahre
- b. 5-9 Jahre
- c. 10-19 Jahre
- d. 20+ Jahre



3.1.2 Lebenszyklusbewertungen

- (1) Welche **Berechnungs- und Bewertungsverfahren** (z.B. normative Vorgaben, interne Modelle, ...) nutzen Sie zur Lebenszyklusbewertung (Erhaltungsstrategien, Kosten)?
- (2) Welche **Daten bzw. Datenbanken** (z.B. interne Datenbanken, ...) nutzen Sie für Lebenszyklusbewertungen (Erhaltungsstrategien, Kosten)?
- (3) Nutzen Sie **Sensordaten** für Lebenszyklusbewertungen (Erhaltungsstrategien, Kosten)?
- (4) Welche Rolle spielt **Building Information Modelling (BIM)** für Lebenszyklusbewertungen (Erhaltungsstrategien, Kosten)?

3.1.3 Ökologische Nachhaltigkeitsbewertungen

- (1) Nutzen Sie **Berechnungs- und Bewertungsverfahren** zur ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung (Ökobilanz) und wenn ja welche (z.B. normative Vorgaben, interne Modelle, ...)?
- (2) Welche **Daten bzw. Datenbanken** (z.B. interne Datenbanken, ...) nutzen Sie zur ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung (Ökobilanz)?
- (3) Nutzen Sie **Sensordaten** zur ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung (Ökobilanz) ?
- (4) Welche Rolle spielt **Building Information Modelling (BIM)** zur ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung (Ökobilanz)?



3.1.4 Kreislaufwirtschaftsbewertungen

- (1) Nutzen Sie **Berechnungs- und Bewertungsverfahren** zur Kreislaufwirtschaftsbewertung und wenn ja welche (z.B. normative Vorgaben, interne Modelle, ...)?
- (2) Welche **Daten bzw. Datenbanken** (z.B. interne Datenbanken, ...) nutzen Sie zur Kreislaufwirtschaftsbewertung?
- (3) Nutzen Sie **Sensordaten** zur Kreislaufwirtschaftsbewertung?
- (4) Welche Rolle spielt **Building Information Modelling (BIM)** zur Kreislaufwirtschaftsbewertung?

