

Kontinuierliche BIM-basierte Energieeffizienzplanung (BIM2BEM-Flow)

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 1/2026

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung (interimistisch): DIⁱⁿ (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

Assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger, Ass.Prof. Bmstr. Dipl.-Ing. Dr. techn. Georg Fröch, Josef
Miller MSc (Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften)

Univ.-Prof. Dr. Ruth Breu, Alexandra Jäger MSc (Universität Innsbruck, Institut für
Informatik)

Dipl.-Ing. Dr. Martin Hauer (Bartenbach GmbH)

Wien, Innsbruck, 2025. Stand: Mai 2025

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	6
2	Abstract.....	9
3	Ausgangslage.....	11
4	Projekthalt.....	13
5	Ergebnisse	15
6	Schlussfolgerungen	18
7	Verzeichnisse.....	21
8	Anhang.....	22
	8.1. Data Management Plan (DMP)	22

1 Kurzfassung

In der Praxis werden geometrische Daten zwischen BIM-Autorentools und BEM-Werkzeugen weitestgehend bereits zufriedenstellend übergeben. Alphanumerische Eigenschaften (z. B. U-Werte, Material- oder Leuchteigenschaften) dagegen werden bislang nur unzuverlässig und selten automatisiert übertragen. Das verhindert eine kontinuierliche, phasenübergreifende energetische Optimierung in frühen Entwurfsphasen [1]. Vor diesem Hintergrund lautete die zentrale Fragestellung: **Wie lassen sich projekt- und toolspezifische Parameter so handhaben, dass BIM2BEM-Arbeitsprozesse effizienter werden und frühe Entwurfsoptimierungen — etwa zur Einhaltung eines Energiestands — möglich sind?**

Parameter-Server wie der Merkmalsserver [2] oder das buildingSMART Data Dictionary (bSDD) [3] schaffen die Grundlage für eine einheitliche Beschreibung von Bauteilen und Projektdaten [4]. In der AECO-Branche werden solche Angebote jedoch nur langsam in etablierte Prozesse integriert. Viele Planungsbüros verwalten über Jahre gewachsene Definitionen in Excel-Listen, Tools wie BIMQ helfen dabei, diese zu koordinieren und in Autoren-Tools zu überführen [5]. Trotz vorhandener IFC-Funktionalitäten bleiben die Standards oft unvollständig für komplexe, projektspezifische Anforderungen — es existieren regelmäßig Informationen, die nicht standardisiert abgebildet sind [1]. Hinzu kommt, dass viele BEM-Programme aktuell keinen vollständigen alphanumerischen IFC-Import unterstützen: Ein BIM-Modell kann zwar alle relevanten Parameter enthalten, doch ohne Mapping ins Ziel-BEM ist der Nutzen eingeschränkt [1]. Folglich sind Datentransformationen aufwändig und erfordern oft manuelle Nacharbeit.

Zur Lösung dieser Probleme entwickelte BIM2BEM-Flow ein workflow-getriebenes Framework mit drei Kernelementen:

1. **Parameter-/Merkmalsverwaltung (YAPS)** — zentrale Verwaltung projekt- und firmenspezifischer Parameter
2. **Project Workflow Manager (PWM)** inkl. **Energie-Zielkorridor-Dashboard (EZD)** zur Orchestrierung von Prozessen und Visualisierung der Simulationsergebnisse
3. **Revit Workflow Manager (RWM)** — Plugin zur konsistenten Integration und IFC-konformen Übergabe der Parameter.

Ergänzt werden die Entwicklungen durch Mapping-/Transformationsmodule und Proof-of-Concept-Anbindungen (z. B. DALEC, PHPP, IES VE, SCALE, Rhino/Grasshopper). Ziel ist eine durchgängige, phasenübergreifende Energiebewertung, eine nutzerfreundliche Toolorchestrierung sowie die langfristige Nutzbarkeit der Parameter über den Lebenszyklus.

Methodisch kombinierte das Projekt Design-Science (Artefaktentwicklung) mit agiler Softwareentwicklung. **Ablauf:** State-of-the-Art-Analysen, Requirements-Erhebung via Workshops und Expertenbefragungen, Entwurf einer domänenspezifischen Beschreibungsform (DSL) für Parameter, iterative Implementierung von YAPS/PWM/RWM sowie PoC-Evaluierungen in realistischen Szenarien. Technisch kamen Model-Engineering-Methoden und automatisierte Modell-Transformationen zum Einsatz.

Im Projekt entstand eine integrierte Toolchain aus YAPS, PWM und RWM, die das Anlegen und Verwalten von Parameterbibliotheken mit Standardwerten und Schwellwerten erlaubt, Workflows so steuert, dass nur relevante Eigenschaften ins BIM-Modell übernommen werden, einen geprüften IFC-Export für spezifische BEM-Tools sicherstellt und Simulationsergebnisse mittels standardisierter Mappings im Energie-Zielkorridor-Dashboard zusammenführt und darstellt.

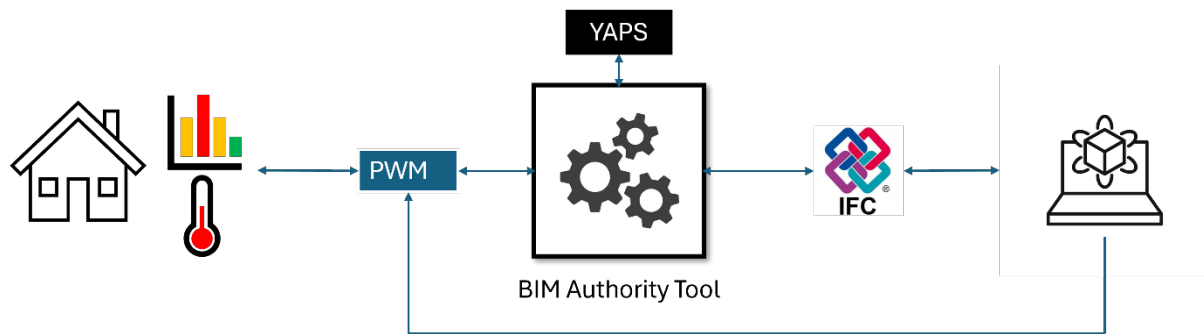


Abbildung 1: BIM2BEM-Flow Prozessdiagramm (Quelle: eigene Darstellung)

Die praktischen Tests und Mappings zeigten deutlich, dass ein workflow- und mappingorientiertes Vorgehen den manuellen Aufwand reduziert und frühe energetische Simulationen besser in den Entwurfsprozess integrierbar macht. Vollständige Automation bleibt jedoch begrenzt, weil viele BEM-Werkzeuge derzeit keinen durchgängige alphanumerische IFC-Import unterstützen, sind in der Praxis weiterhin toolspezifische Anpassungen oder API-Workarounds nötig [1]. Nutzerfeedback aus PoCs unterstreicht, dass Benutzerfreundlichkeit, klare Zuständigkeiten (z. B. eine definierte Rolle für YAPS-Manager) und gute Dokumentation entscheidend für die Akzeptanz automatisierter Austauschprozesse sind — diese Erkenntnisse flossen direkt in das Tooldesign ein. Insgesamt zeigt das Projekt: Eine Kombination aus klar definierten Projekt- und oder Tool-spezifischen Parametern, flexiblen Mapping-Mechanismen und einer schlanken Toolchain verbessert die BIM2BEM-Interoperabilität und macht frühe Design-Optimierungen praktikabel — vorausgesetzt, BEM-Hersteller und die Branche unterstützen die Entwicklungen und gemeinsame Bibliotheken werden gepflegt.

Als nächster Schritt sind die systematische Weiterentwicklung der Mappings und die stärkere Automatisierung der Rückschreibprozesse (Simulation → BIM) prioritär, damit Analyse-Feedback unmittelbar in die Modellpflege zurückfließt. Parallel dazu sollte die Tool-Abdeckung skaliert werden: Weitere BEM-Solver und Plattformen sowie robuste API-Schnittstellen sind anzubinden, um Wiederverwendbarkeit und Praxistauglichkeit zu erhöhen. Zur Reduktion von Heterogenität und Redundanzen ist der Aufbau und die Pflege öffentlicher, versionierbarer Property- und Default-Value-Bibliotheken (z. B. auf Basis bestimmter Austauschforderungen von Simulations-Tools) dringend zu forcieren. Kooperationen mit BEM-Softwareherstellern sind notwendig, um die IFC- und alphanumerische Unterstützung zu verbessern und proprietäre Workarounds zu minimieren. Ergänzend sind Governance-Regeln und Mechanismen zum Redundanz- und Konfliktmanagement (z. B. Versionierung, Merge-Regeln) zu etablieren. Abschließend sollten Tools, Property-Sets und Mappings breit in der Praxis validiert werden — durch Pilotprojekte mit unabhängigen Planungsbüros, begleitende Evaluierungen zur Nutzbarkeit und Wirtschaftlichkeit sowie durch öffentliche Bereitstellung der Artefakte und APIs. Dies fördert die Akzeptanz und eröffnet zugleich Verwertungsoptionen (z. B. Spin-off-Services) für eine nachhaltige Weiterentwicklung.

2 Abstract

In practice, geometric data is already transferred satisfactorily between BIM authoring tools and BEM tools. Alphanumeric properties (e.g., U-values, material or luminaire properties), on the other hand, are currently only transferred unreliably and rarely automatically. This prevents continuous, cross-phase energy optimization in early design phases [1]. Against this background, the central question was: **How can project- and tool-specific parameters be handled in such a way that BIM2BEM work processes become more efficient and early design optimizations—for example, to comply with an energy standard—become possible?**

Parameter servers such as Merkmalsserver [2] or the buildingSMART Data Dictionary (bSDD) [3] create the basis for a uniform description of components and project data [4]. In the AECO industry, however, such offerings are only slowly being integrated into established processes. Many planning offices manage definitions that have grown over years in Excel lists; tools such as BIMQ help to coordinate these and transfer them to authoring tools [5]. Despite existing IFC functionalities, the standards often remain incomplete for complex, project-specific requirements — there is regularly information that is not represented in a standardized way [1]. In addition, many BEM programs currently do not support complete alphanumeric IFC import: Although a BIM model can contain all relevant parameters, its usefulness is limited without mapping to the target BEM [1]. As a result, data transformations are time-consuming and often require manual rework.

To solve these problems, BIM2BEM-Flow developed a workflow-driven framework with three core elements:

1. **Parameter/feature management (YAPS)** — central management of project- and company-specific parameters;
2. **Project Workflow Manager (PWM)** including **Energy Target Corridor Dashboard (EZD)** for orchestrating processes and visualizing simulation results;
3. **Revit Workflow Manager (RWM)** — plugin for consistent anchoring and IFC-compliant transfer of parameters.

The developments are supplemented by mapping/transformation modules and proof-of-concept connections (e.g., DALEC, PHPP, IES VE, SCALE, Rhino/Grasshopper). The goal is a consistent, cross-phase energy assessment, user-friendly tool orchestration, and long-term usability of the parameters over the life cycle.

Methodologically, the project combined design science (artifact development) with agile software development. Process: state-of-the-art analyses, requirements gathering via workshops and expert interviews, design of a domain-specific language (DSL) for parameters, iterative implementation of YAPS/PWM/RWM, and PoC evaluations in realistic scenarios. Model engineering methods and automated model transformations were used on the technical side.

The project resulted in an integrated toolchain consisting of YAPS, PWM, and RWM, which allows the creation and management of parameter libraries with default values and thresholds, controls workflows so that only relevant properties are transferred to the BIM model, ensures a verified IFC export for specific BEM tools, and consolidates and displays simulation results using standardized mappings in the energy target corridor dashboard.

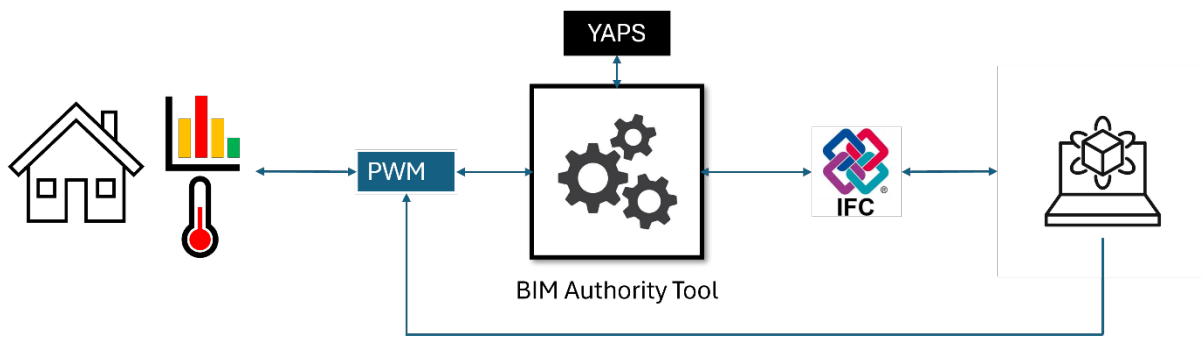


Abbildung 2: BIM2BEM-Flow process diagram (Source: own illustration)

The practical tests and mappings clearly showed that a workflow- and mapping-oriented approach reduces manual effort and makes early energy simulations easier to integrate into the design process. However, full automation remains limited because many BEM tools currently do not support consistent alphanumeric IFC import, so tool-specific adjustments or API workarounds are still necessary in practice [1]. User feedback from PoCs emphasizes that user-friendliness, clear responsibilities (e.g., a defined role for YAPS managers), and good documentation are crucial for the acceptance of automated exchange processes—these findings were directly incorporated into the tool design. Overall, the project shows that a combination of clearly defined project- and/or tool-specific parameters, flexible mapping mechanisms, and a lean toolchain improves BIM2BEM interoperability and makes early design optimizations feasible — provided that BEM manufacturers and the industry support the developments and shared libraries are maintained.

The next step is to prioritize the systematic further development of mappings and greater automation of write-back processes (simulation → BIM) so that analysis feedback flows directly back into model maintenance. At the same time, tool coverage should be scaled: additional BEM solvers and platforms as well as robust API interfaces should be connected to increase reusability and practicality. To reduce heterogeneity and redundancies, the establishment and maintenance of public, versionable property and default value libraries (e.g., based on exchange requirements from simulations tools) must be urgently promoted. Cooperation with BEM software manufacturers is necessary to improve IFC and alphanumeric support and minimize proprietary workarounds. In addition, governance rules and mechanisms for redundancy and conflict management (e.g., versioning, merge rules) must be established. Finally, tools, property sets, and mappings should be widely validated in practice—through pilot projects with independent planning offices, accompanying evaluations of usability and cost-effectiveness, and public provision of artifacts and APIs. This promotes acceptance and at the same time opens up exploitation options (e.g., spin-off services) for sustainable further development.

3 Ausgangslage

In der Praxis werden geometrische Gebäudedaten zwischen BIM-Autorentools und BEM-Simulationswerkzeugen häufig erfolgreich ausgetauscht. Anders verhält es sich mit den alphanumerischen Parametern (z. B. U-Werte, Materialeigenschaften, Leuchten- oder Bauteil-Parameter), diese werden bislang unzuverlässig und selten automatisiert übertragen [1]. Daraus resultiert, dass eine kontinuierliche, phasenübergreifende energetische Optimierung — insbesondere in frühen Entwurfsphasen — in der Regel nicht durchgängig realisierbar ist [6]. Die zentrale Forschungsfrage des Projekts lautete daher: Wie lassen sich projekt- und toolspezifische Parameter so strukturieren und handhaben, dass BIM2BEM-Arbeitsprozesse automatisierbar, reproduzierbar und für frühe Entwurfsoptimierungen (z. B. Einhaltung eines Energiestandards) tauglich werden?

Auf Basis dieser Fragestellung verfolgte das Projekt die Zielsetzung, ein workflowbasiertes Framework zu entwickeln, das Anwendern ohne tiefgehendes Formatwissen erlaubt, projektbezogene Parameter-Workflows zu konfigurieren, Parameterbibliotheken zentral zu verwalten und Energiebewertungen phasenübergreifend nachzuverfolgen. Kernkomponenten sind eine zentrale Parameterverwaltung, ein Workflow-Manager und ein BIM-Plugin für IFC-konforme Exporte sowie Tools zur Visualisierung von Simulationsergebnissen. Das buildingSMART Data Dictionary (bSDD) sowie lokale Merkmalserver bieten die technische Grundlage für eine einheitliche, maschinenlesbare Identifikation von Eigenschaften. Sie ermöglichen die Harmonisierung von Merkmalen, Wertelisten und Mehrsprachen-Belegungen und stellen damit zentrale Bausteine für standardisierte Parameter-Sätze dar [4]. IFC stellt ein umfangreiches Entity-Set zur Verfügung, deckt aber nicht alle projektspezifischen alphanumerischen Anforderungen vollständig ab. In der Praxis haben sich viele Datenaustauschlösungen als punktuell für einzelne Tool-Paare erwiesen, was ihre Übertragbarkeit einschränkt [7,8]. Darüber hinaus bieten viele BEM-Programme primär geometrische Importe, der alphanumerische Import ist jedoch oft unvollständig oder erfordert proprietäre Anpassungen [1].

Model-Engineering-Methoden (Meta-Modellierung, automatisierte Modell-Transformationen, Mappings auf Meta-Modell-Ebene) sowie workflow-basierte Orchestrierung haben sich als vielversprechende Ansätze herausgebildet, um semantische Differenzen zwischen BIM und BEM zu überbrücken. Ontologien oder Mediator-Layer können ergänzend semantische Vermittlung leisten. Vorarbeiten aus Projekten wie DALEC und BIM2IndiLight lieferten schnelle Tageslicht- und thermische Solveransätze sowie spezifische Simulationsparameter, die in das Framework übernommen wurden. Middleware-Ansätze (z. B. bim2PH) demonstrieren erfolgreiche IFC-basierte Transfers zu Werkzeugen wie PHPP, zeigen aber zugleich den Bedarf an Templates und manuellen Zwischenschritten. Internationale Aktivitäten zur Standardpflege und Merkmal-Harmonisierung liefern wichtige Referenzpunkte, sind jedoch in ihrer Umsetzung in der Praxis noch uneinheitlich.

Interne PoCs und Pilotanwendungen bestätigten die technische Machbarkeit einer webbasierten Parameterverwaltung, eines Workflow-Managers und eines Revit-Plugins. Die Aggregation und Visualisierung von Simulationsergebnissen in einem Energie-Zielkorridor-Dashboard erwies sich als praktikable Unterstützung für Entwurfsentscheidungen. Einschränkungen blieben bei der vollständigen Bidirektionalität: die automatische Rückführung von Simulationsdaten in BIM-Modelle

war aufgrund heterogener Tool-APIs und fehlender alphanumerischer IFC-Import-Funktionalitäten vieler BEM-Werkzeuge nicht vollständig automatisierbar.

Der Stand der Technik zeigt eine deutliche Fragmentierung: Einzelne, erfolgreiche Workflows existieren, doch es fehlen allgemein anwendbare, workfloworientierte Frameworks und gepflegte, versionierbare Property-Bibliotheken. Das im Projekt entwickelte, konfigurierbare Framework adressiert diese Lücke direkt, indem es Paramterserver-Integration, Workflow-Orchestrierung und Toolkonnektoren kombiniert.

Der erwartete Nutzen liegt in der Reduktion manueller Nacharbeiten, einer verbesserten Nachvollziehbarkeit von Verantwortlichkeiten im Datenaustausch und einer erleichterten Integration früher energetischer Simulationen in den Entwurfsprozess. Voraussetzung für die breite Wirksamkeit sind jedoch weitergehende Maßnahmen: verstärkte Zusammenarbeit mit BEM-Herstellern, Pflege gemeinsamer Property-Sets sowie klare Governance-Regeln für Versionierung und Merge-Strategien.

4 Projektinhalt

BIM2BEM-Flow wurde als interdisziplinäres Forschungs- und Entwicklungsprojekt zwischen Bauingenieurwesen und Informatik angelegt. Methodisch kombinierte das Projekt **Design-Science** (Entwicklung nutzbarer Artefakte) mit **agiler Softwareentwicklung**: systematische Literaturanalysen (WP2), Requirements-Erhebung durch Expertenbefragungen und Tool-Analysen, konzeptionelle Modellierung projekt-spezifischer Parameter-Workflows (WP3) sowie iterative Implementierung und PoC-Evaluierung (WP4–WP6). Zur technischen Umsetzung wurden Techniken des Model-Engineering (Meta-Modell-Evolution, automatisierte Modell-Transformationen, generative Model-to-Service Ansätze) eingesetzt, um aus konzeptionellen Workflows ausführbare Mappings und Datentransformatoren zu generieren.

Auf Basis dieser methodischen Grundlinie wurden drei Kernkomponenten implementiert:

- **YAPS (Yet Another Property Server)** — webbasierte, projekt-, tool- und firmenspezifische Parameterverwaltung;
- **PWM (Project Workflow Manager)** — Workflow-Verwaltung inklusive Energie-Zielkorridor-Dashboard (EZD);
- **RWM (Revit Workflow Manager)** — Revit-Plugin zur IFC-konformen Einbettung und Export von Parametern.
Die Anwendungen wurden webbasiert bzw. als Revit-Plugin entwickelt und sukzessive in PoC-Szenarien getestet.

Verwendete Daten und Erhebungsmethoden:

- **Parameterlisten:** Die Parameterbasis stammt aus dem Vorgängerprojekt BIM2IndiLight (initial 454 Properties, später bereinigt/auf 385 reduziert) und wurde in YAPS übernommen und weiter harmonisiert. Die Parameter-Revision und die Abgleichsprozedur mit IFC 4.3 erfolgten algorithmisch (Extraktion aller IFC-PropertySets) und manuell (Validierung der Matches). Diese Daten bildeten die Grundlage für Mappings und Default-Value-Sets. Zusätzlich wurden Simulationsparameter aus Simulationstools wie DALEC, PHPP, SCALE, EnergyPlus, Relux, DIALux, IDA ICE und IES VE ausgewertet.
- **BIM-Modelle & IFC-Exporte:** Revit-Modelle und deren IFC-Exports (verschiedene LOIN-/LOI-Stufen) wurden als Input für Transformationstests verwendet.
- **Simulationsergebnisse:** PoC-Simulationen (DALEC, PHPP, IES VE, SCALE, Rhino/Honeybee) lieferten Ergebnis-CSV-Dateien; aufgrund fehlender einheitlicher Ergebnisformate wurde ein **CSV-Mapping** implementiert, das Ergebnisparameter dynamisch zuordnet.
- **Erhebung der Anforderungen / Usability-Feedback:** Anforderungen wurden mittels Workshops, Experteninterviews und iterativen PoC-Feedback-Schleifen erhoben; Nutzerfeedback floss kontinuierlich in UI-/Workflow-Anpassungen ein.

Erfolgreich / Bewährt:

- Das Zusammenspiel aus konzeptionellem Model-Engineering und agiler Implementierung erwies sich als robust: Kernartefakte (YAPS, PWM, RWM, EZD) konnten umgesetzt und produktiv in PoCs eingesetzt werden. Die Trennung von **Parameterverwaltung (YAPS)**,

Workflow-Orchestrierung (PWM) und **BIM-Integration (RWM)** hat sich in der Praxis bewährt, weil sie Verantwortlichkeiten und Schnittstellen klar trennt und die Wiederverwendbarkeit erhöht.

- Das **Mapping-Konzept** (Parameter-zu-Tool) und die Idee von Default-Value-Sets ermöglichten schnelle frühe-Phase-Simulationen und reduzierten manuellen Aufwand deutlich, insbesondere in Szenarien, in denen ein Großteil der benötigten alphanumerischen Werte durch Defaults abgedeckt werden konnte.

Probleme / Einschränkungen:

- **Alphanumerische IFC-Unterstützung in BEM-Tools:** Zahlreiche BEM-Tools unterstützen IFC primär auf geometrischer Ebene, alphanumerische Informationen werden oft nicht oder nur unvollständig importiert. Das erforderte für mehrere PoCs aufwändige API-Erweiterungen oder Workarounds (z. B. IES VE, IDA ICE, Rhino/Honeybee), und begrenzte damit die Möglichkeit einer vollautomatischen End-to-End-Verarbeitung. Deshalb wurde die ursprünglich angestrebte vollständige Bidirektionalität (BEM → automatisiertes Rückschreiben in BIM) bewusst nicht umgesetzt, stattdessen wurde ein offener CSV-Import als pragmatische Lösung gewählt.
- **Semantische Lücken / IFC-Abdeckung:** Der Abgleich der (bereinigten) 385 Parameter gegen IFC-4.3 zeigte, dass ~40% der Parameter keiner klaren IFC-Zuweisung entsprechen bzw. nur komplex/nur theoretisch zuordenbar sind — dies manifestiert semantische Lücken, die automatisierte Mappings erschweren. Die Validierung erforderte deshalb algorithmische Extraktion plus manuelle Nachprüfung.
- **Aufwand für Tool-Spezifika & Zeitplan:** Das Umsetzen tool-spezifischer Konnektoren und API-Workarounds erwies sich zeitintensiver als geplant, Projektlaufzeit und Implementierungsaufwände stiegen an (z. T. Projektverlängerung um 6 Monate). Iterative Tests führten zu wiederholten konzeptionellen Anpassungen, waren aber gleichzeitig wertvoll für die Verbesserung der Usability.

Insgesamt haben die angewandten Methoden (Model-Engineering + agile Implementierung + PoC-basierte Evaluation) die Zielsetzung des Projekts unterstützt: eine praxisnahe, konfigurierbare Toolchain und ein Mapping-Konzept wurden realisiert und validiert. Die größten Hürden lagen nicht in der Architektur des Frameworks, sondern in der heterogenen, noch unvollständigen Unterstützung alphanumerischer IFC-Exporte/Importe durch bestehende BEM-Software und in der semantischen Divergenz zwischen Parametrierungen und IFC-Strukturen. Diese Erkenntnis liefert zugleich die Roadmap für Folgearbeiten: engerer Vendor-Dialog, Ausbau von Property-Bibliotheken, Governance-Regeln für Versionierung und weitere Automatisierungsarbeiten.

5 Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurde eine funktionsfähige Toolchain entwickelt und bereitgestellt, die aus einer integrierten Tool-Suite besteht. Diese umfasst die webbasierte Parameterverwaltung **YAPS**, den **Project Workflow Manager (PWM)** inklusive **Energie-Zielkorridor-Dashboard (EZD)** sowie das **Revit Workflow Manager (RWM)**-Plugin für validierte IFC-Exporte. Alle Komponenten wurden prototypisch umgesetzt und erfolgreich in Proof-of-Concepts (PoCs) erprobt.

Zur Demonstration der Funktionalität wurden mehrere PoC-Workflows und Tool-Anbindungen implementiert und evaluiert, darunter Schnittstellen zwischen Revit und DALEC, PHPP sowie Verknüpfungen zu IES VE, Rhino/Grasshopper und SCALE. Das entwickelte Dashboard ermöglicht dabei die Aggregation und Visualisierung von Simulationsergebnissen innerhalb eines Energie-Zielkorridors.

Die zugrunde liegende Parameterbasis wurde aus dem Vorgängerprojekt **BIM2IndiLight** übernommen, überarbeitet und konsolidiert. Nach der Harmonisierung umfasst die Datenbasis rund 385 Parameter, die in die YAPS-Datenbank integriert wurden. Die Mappings zu IFC 4.3 erfolgten algorithmisch unterstützt und wurden anschließend manuell validiert, um eine hohe Datenqualität sicherzustellen.

Die erzielten Ergebnisse wurden sowohl in einem wissenschaftlichen Artikel (MDPI), auf der BauSIM 2024 Wien in einem Conference Paper als auch im Projekt-Endbericht dokumentiert und veröffentlicht, wodurch die methodischen und technischen Fortschritte des Projekts umfassend disseminiert wurden.

Innovationen und Weiterentwicklungen

Workflow-zentrierte Interoperabilität statt punktueller Konverter: Statt reiner Dateikonverter verfolgt das Projekt einen workflowbasierten Ansatz (PWM), mit dem Austausch-Szenarien konfigurierbar und reproduzierbar werden — das erhöht Robustheit und Praxisbezug gegenüber Einzellösungen.

- **Projekt-, Tool- und Firmen-spezifische Parameterverwaltung (YAPS):** Die Idee einer zentralen, versionierbaren Property-Registry, die Default-Sets, Schwellwerte und projektbezogene Overrides unterstützt, bildet eine neuartige Grundlage für frühe, standardisierte Energiesimulationen.
- **Validated IFC export via RWM:** Die Kombination aus Mapping-Logik und einem IFC-konformen Export aus dem Autoren-Tool (Revit) stellt sicher, dass für definierte Use-Cases ein „validierter“ Datentransfer möglich ist — das verringert Abstimmungsfehler beim Übergang zu BEM-Tools.
- **Pragmatische Ergebnisintegration (EZD + CSV-Mapping):** Wegen heterogener Ergebnisformate wurde ein standardisiertes CSV-Mapping eingeführt, das Simulationsergebnisse konsistent in das Energie-Zielkorridor-Dashboard einspeist — ein praktikabler Kompromiss zur Erreichung durchgängiger Feedback-Schleifen.

Highlights

Technisch-praktische Umsetzbarkeit: Die prototypische Umsetzung (YAPS/PWM/RWM) bestätigte, dass ein workflow-basiertes Framework realisierbar ist und in frühen Projektphasen Mehrwert erzeugt — besonders durch Default-Sets für schnelle Erstsimulationen.

- **Quantifizierte Lücke in IFC-Abdeckung:** Die Validierung der 385 Parameter gegen IFC-4.3 zeigte, dass rund 40 % nicht ohne Weiteres zuordenbar sind — ein konkreter Messwert, der die Notwendigkeit von Ergänzungen und Governance bestätigt.
- **Praxisrelevantes Feedback:** Pilottests und Nutzer-Workshops bestätigten die Bedeutung von Usability, klarer Zuständigkeiten (z. B. YAPS-Manager) und guter Dokumentation für die Akzeptanz automatisierter Datenaustausche.

Probleme / Grenzen

Heterogene BEM-Toollandschaft: Viele kommerzielle BEM-Programme unterstützen alphanumerische IFC-Imports nicht vollständig → es blieben für einige Konnektoren API-Workarounds notwendig.

- **Semantische Lücken:** Teile der benötigten Parameter sind in IFC entweder zu tief verschachtelt oder gar nicht abgebildet, die Folge sind manuelle Validierungsschritte und teilweise eingeschränkte Automatisierung.

Das Programm „Stadt der Zukunft“ fördert Technologien und Systemintegration, die Plus-Energie-Quartiere und Ressourceneffizienz ermöglichen. Es fokussiert u. a. auf **Digitales Planen, Bauen und Betreiben** sowie die Systemintegration innovativer Lösungen. BIM2BEM-Flow ordnet sich hier wie folgt ein:

- **Digitales Planen, Bauen und Betreiben (direkter Beitrag):** Durch die Standardisierung und Orchestrierung von Datenaustausch-Workflows verbessert das Projekt die digitale Planungsqualität und ermöglicht frühzeitige energetische Optimierung im Entwurf — ein Kernziel des Themenfeldes. nachhaltigwirtschaften.at
- **Plus-Energie-Quartiere / Verbrauchsoptimierung (indirekter Beitrag):** Indem BIM2BEM-Flow kontinuierliche Energiesimulationen und ein Energie-Zielkorridor-Monitoring unterstützt, leistet es einen Beitrag zur Verbrauchsoptimierung auf Gebäude- und Quartiersebene (Planungs- und Entscheidungsgrundlage für energieeffiziente Quartierskonzepte). nachhaltigwirtschaften.at
- **Systemintegration & Wettbewerbsfähigkeit:** Das workflow-orientierte Framework und die Integration von Merkmalservern (bSDD/ASI-Merkmale) fördern interoperable Lösungen und stärken damit die Wettbewerbsfähigkeit heimischer Software- und Planungsakteure — ein Ziel des Programms. nachhaltigwirtschaften.at

Das entwickelte System bietet ein hohes Nutzenpotenzial und eröffnet vielfältige Verwertungsperspektiven. Im Praxisbetrieb ermöglicht die Toolchain eine deutlich schnellere Variantenbewertung bereits in frühen Planungsphasen. Durch den Einsatz von Default-Sets und automatisierten Mappings

werden Planungsaufwand und Fehlentscheidungen reduziert, was zu einer effizienteren und fundierteren Entscheidungsfindung führt.

Aus wirtschaftlicher Sicht schaffen die entwickelten Tools die Grundlage für neue Beratungsangebote im Bereich der energetischen Vorplanung. Darüber hinaus eröffnen sie Potenziale für Verwertungsoptionen wie etwa Spin-offs, Dienstleistungsangebote oder eine kommerzielle Integration der entwickelten Softwarelösungen.

Auch im Bereich der Standards und Policy-Entwicklung leisten die Projektergebnisse einen wertvollen Beitrag. Die erarbeitete Mapping-Methodik und die konsolidierten Property-Sets liefern konkrete Impulse für Standardisierungs- und Governance-Diskussionen, insbesondere zur Verbesserung der IFC-Semantik im Hinblick auf alphanumerische Anforderungen.

6 Schlussfolgerungen

Das BIM2BEM-Flow-Projekt hat wesentliche praktische und methodische Erkenntnisse geliefert: Entscheidend für den Erfolg technisch anspruchsvoller Integrationslösungen ist die frühzeitige Einbindung der Planenden. Die iterativen PoC-Schleifen zeigten deutlich, dass Anwender ohne geeignete Unterstützung und Schulung schnell überfordert sind, praxisnahe Bedienkonzepte und klare Verantwortlichkeiten sind deshalb unerlässlich. Die Erfahrung aus den Tests und Workshops macht außerdem deutlich, dass etablierte Arbeitsprozesse in Planungsbüros nur schwer zu ändern sind — der konkrete Nutzen muss daher unmittelbar erkennbar und die Integration in bestehende Abläufe so einfach wie möglich sein.

Technisch hat sich der kombinierte Ansatz aus zentraler Parameterverwaltung (YAPS), workflow-orientierter Orchestrierung (PWM) und Autoren-Tool-Integration (RWM) als tragfähig erwiesen: Die Toolchain reduziert manuelle Abstimmungsaufwände, erlaubt standardisierte Default-Sets für frühe Simulationen und macht Austausch-Szenarien reproduzierbar. Allerdings offenbarten die PoCs auch klare Grenzen: Autoren-Tools wie Revit liefern zwar IFC-Exporte, zeigen aber weiterhin Schwächen beim zuverlässigen Import alphanumerischer Informationen, und die BEM-Toollandschaft weist derzeit nur eingeschränkte Motivation auf, IFC-Imports jenseits der Geometrie umfassend zu unterstützen. Hinzu kommen Vertrauens- und Haftungsfragen beim Datenaustausch, die in der Branche einen spürbaren Widerstand gegen die direkte Nutzung externer Modellinformationen hervorrufen. Vor diesem Hintergrund ist die Benennung einer verantwortlichen Rolle — des YAPS-Managers — ein praxisrelevantes Ergebnis. Validierte, projekt- und branchenspezifisch anpassbare Bibliotheken würden die Akzeptanz und Effizienz des Prozesses deutlich steigern.

Zur Fortführung der Entwicklungen werden die erzeugten Artefakte aktiv weiterverwertet: Die Anwendungen fließen in Folgeprojekte ein, werden in Workshops des DIH-West eingesetzt und sollen im AchieVE-ZEB-Kontext als Bestandteil erweiterter BIM2BEM-Übungen genutzt werden. An der Universität Innsbruck (Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen sowie Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau) werden die Tools darüber hinaus in Forschung und Lehre weiterverwendet. Da sich die Softwarelösungen noch in einem frühen Stadium befinden, gibt es derzeit keine öffentliche Beta-Version. Interessierten Partnern werden jedoch auf Anfrage Übergangslösungen angeboten. Die wirtschaftliche Weiterentwicklung und dauerhafte Bereitstellung sind kostenintensiv und erfordern zusätzliche Finanzierungswege — deshalb laufen aktuell Folgeeinreichungen, in denen die Weiterentwicklung zentral vorgesehen ist.

Die Ergebnisse sind für verschiedene Zielgruppen relevant: primär für planende Ingenieur- und Architekturbüros, aber ebenso für Projektleitungen, Bauherren und Facility-Manager, die von schnellerer Variantenbewertung und besserer Nachvollziehbarkeit profitieren. Rechtliche Hürden sind derzeit nicht bekannt, allerdings bleibt die Klärung von Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen beim direkten Austausch und Einsatz fremder Modelldaten eine praktische Herausforderung, die organisatorische und vertragliche Lösungen verlangt.

Die Dissemination fiel breit aus: die Projektergebnisse wurden auf Fachkonferenzen präsentiert (u. a. BauSIM 2024) und in mehreren wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht (z. B. MDPI *Applied Sciences*, Sage Journal *Simulation*, diverse Konferenzbeiträge). Diese Veröffentlichungen und die fortlaufenden Gespräche mit Universitäten, Unternehmen und Planenden zeigen ein hohes Interesse

an den entwickelten Ansätzen. Zugleich ist klar: die weitere Verbreitung und Marktdurchdringung hängen maßgeblich von zusätzlicher Finanzierung, engerer Zusammenarbeit mit BEM-Softwareherstellern und der Verfügbarkeit gepflegter, versionierbarer Property-Bibliotheken ab.

- BauSIM 2024 TU Wien: <https://doi.org/10.26868/29761662.2024.6>)
- MDPI Applied Science: <https://doi.org/10.3390/app15105789>
- Sage Journal Simulation: <https://doi.org/10.1177/00375497241251852>
- PoEM-Companion 2024: <https://ceur-ws.org/Vol-3855/m4s5.pdf>
- Hauer, M, Miller J., Pfluger R., BIM2BEM-Flow – Workflow für eine BIM-basierte Licht- und Energieeffizienzplanung, 25. Europäischer Lichttechnischer Kongress (LICHT2023), Salzburg, 27.03.2023.
- Hauer M., Daylight simulation methods and their integration into BIM-workflows. Academic Conference of Low Carbon Building Daylighting, Shading and BIPV, Changsha, 01.02.2024.
- Hauer M. Technische Innovationen & Tools in der Tages- und Kunstlichtplanung, Planerforum 2024, Wien, 04.06.2024. Ausblick und Empfehlungen

Zusammenfassend hat BIM2BEM-Flow eine praxisorientierte Grundlage geschaffen, die das Parametermanagement im Informationsaustausch zwischen Beteiligten und Tools nachhaltig ordnet und erleichtert. Die technische Architektur und die prototypischen Werkzeuge zeigen das Potenzial, Planungsprozesse energieeffizienter zu gestalten. Um dieses Potenzial voll auszuschöpfen, sind jedoch weitere Schritte erforderlich: Intensivierung der Vendor-Kooperationen, Etablierung von Governance-Regeln für Property-Sets, Finanzierung zur Produktreife und breit angelegte Pilotprojekte zur Validierung von Nutzen und Wirtschaftlichkeit. Mit diesen Maßnahmen kann die im Projekt entwickelte Methodik langfristig zu einem verlässlichen Baustein für digitale, energieorientierte Planungsprozesse werden.

Für die weiterführende Forschung und Entwicklung empfiehlt das Projektteam mehrere, komplementäre Forschungsstränge: Erstens die Vertiefung semantischer Mappings durch den Einsatz ontologiegestützter Verfahren und Methoden zur Messung und Handhabung von Unsicherheit in Mappings, um die automatische Zuordnung von Properties zu IFC-Entitäten robuster zu machen. Zweitens ist die Erforschung sicherer, verifizierter Mechanismen für die Bidirektionalität (Simulation → BIM) notwendig, damit Analyseergebnisse zuverlässig und nachvollziehbar in Autorenmodelle zurückfließen können. Drittens sollten technische Prototypen und Strategien entwickelt werden, die eine praktikable IFC-alphanumerische Integration bei BEM-Anbietern ermöglichen — z. B. durch standardisierte API-Adapter und hybride Integrationsmuster (IFC + API + CSV-Fallback). Parallel dazu sind soziotechnische Untersuchungen zu Governance-Modellen, Nutzerakzeptanz und Change-Management sinnvoll: konkrete Konzepte zur Versionierung, Rechteverwaltung und Qualitätssicherung von Property-Bibliotheken sowie nutzerzentrierte Onboarding- und Schulungskonzepte würden die Übernahme in der Praxis deutlich erleichtern. Schließlich sind ökonomische Analysen zu tragfähigen Verwertungsmodellen (z. B. Kombination aus Open-Source-Kern und kostenpflichtigen Services) sowie Skalierbarkeitsstudien für große Projekte und Quartiere zu empfehlen.

Das Potenzial für Demonstrationsvorhaben ist hoch: Pilotprojekte an ausgewählten Gebäuden oder Quartieren bieten die Chance, den praktischen Mehrwert (schnellere Variantenbewertung, Einhaltung von Energie-Zielkorridoren) sichtbar zu machen, Stakeholder zu vernetzen und konkrete

Business-Cases zu validieren. Solche Demonstratoren können zudem direkten Einfluss auf Standardisierungs- und Förderdiskussionen nehmen und als Türöffner für Kooperationen mit Software-Herstellern, Planungsbüros und Betreibern dienen. Gleichzeitig sind bei der Umsetzung realistische Herausforderungen zu beachten: die heterogene Toollandschaft verlangt individuelle Konnektoren und treibt den Integrationsaufwand; die Qualität und Vorhaltung geeigneter Ausgangsdaten (IFC-Modelle, gepflegte Property-Sets) ist zeitintensiv und darf nicht unterschätzt werden; und organisatorische Akzeptanz in Planungsbüros erfordert gezieltes Change-Management und Schulungsangebote.

Es bestehen konkrete Risiken — unvollständige IFC-Unterstützung bei BEM-Vendors, Daten- und Rechtsunsicherheit, Finanzierungslücken, mangelnde Nutzerakzeptanz oder die Gefahr eines Vendor-Lock-ins — deren Auftreten durch pragmatische Gegenmaßnahmen deutlich reduziert werden können. Empfohlen wird eine hybride Integrationsstrategie (IFC + verifizierte API-Adapter + CSV-Fallback) sowie frühzeitiger Vendor-Dialog; verbindliche Metadaten- und Provenance-Regeln zusammen mit Standard-Vertragsklauseln sollen rechtliche Unsicherheiten mindern; abgestufte Verwertungsstrategien (Pilotförderung → Förderprojekte → kommerzielle Angebote) adressieren Finanzierungsrisiken; iterative Co-Design-Workshops und niedrigschwellige Onboarding-Pakete sichern die Nutzerakzeptanz; offene Schnittstellen und klare Lizenzmodelle minimieren Lock-in-Gefahren.

In Summe bieten gezielt geplante Demonstrationsvorhaben zusammen mit fokussierter Forschungsarbeit zur Semantik, Integration und Governance die beste Chance, die im Projekt entwickelten Konzepte von der Prototyp- in die produktive Phase zu überführen und so einen spürbaren Beitrag zur digital gestützten, energieeffizienten Planung zu leisten.

7 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BIM2BEM-Flow Prozessdiagramm (Quelle: eigene Darstellung).....	7
Abbildung 2: BIM2BEM-Flow process diagram (Source: own illustration)	10

Literaturverzeichnis

- [1] J. Miller; L. Schneiderbauer; M. Hauer; A. Jäger; G. Fröch; R. Pfluger; S. Moser; *Enhancing Interoperability Between Building Information Modeling and Building Energy Modeling: Alphanumerical Information Exchange for Energy Optimization in Early Design Stages*; Applied Science 15(10), 2025
- [2] G. Fröch; W. Gächter; A. Tautschnig; G. Specht; *Merkmalsserver im Open-BIM-Prozess*; Bautechnik, 2019
- [3] <https://www.buildingsmart.org/users/services/buildingsmart-data-dictionary/>, 24.10.2025, 10:28
- [4] V. Bazjanac, *Impact of the U.S. National Building Information Model Standard (NBIMS) on Building Energy Performance Simulation*, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2007
- [5] R. Doe et al. (2024), *Ecosystem interoperability for the architecture, engineering, construction & operations (AECO) sector*, J. Inf. Technol. Constr., 29, 347-376, 2024
- [6] G. B. Porsani et al, *Interoperability between Building Information Modelling (BIM) and Building Energy Model (BEM)*, Applied Sciences, 2021
- [7] V. Nasyrov et al, *Building information models as input for building energy performance simulation – the current state of industrial implementations*, ECPPM, 2014
- [8] A. Ciccozzi et al. (2023), *BIM to BEM for Building Energy Analysis: A Review of Interoperability Strategies*, Energies, 2023

Abkürzungsverzeichnis

AECO	Architecture, Engineering, Construction, Operation
BEM	Building Energy Modeling
BIM	Building Information Modeling
bSDD	Building SMART Data Dictionary
EZD	Energie-Zielkorridor-Dashboard
PWM	Projekt Workflow Manager
RWM	Revit Workflow Manager
YAPS	Yet Another Property Server

8 Anhang

Da sich die Entwicklungen innerhalb der frühen industriellen Forschung bewegen, sind alle Daten und Tools nur für die Projektpartner zugänglich und nicht öffentlich. Auf Anfrage können jedoch Testzugänge freigeschaltet und Workshops zu Anwendungen angeboten werden.

8.1. Data Management Plan (DMP)

Im Rahmen des Projekts wurden keine Daten erfasst und/ oder gespeichert.

