

# TransIT: Interdisziplinäres Forschungsprojekt zur digitalen Transformation im Tief- und Tunnelbau

Alexandra Mazak-Huemer / Robert Galler / Robert Wenighofer / Gerald Goger / Thomas Bednar / Christian Huemer / Manuel Wimmer

TransIT ist ein studienrichtungs- und universitätsübergreifendes Kooperationsprojekt von Forschungsgruppen der Montanuniversität Leoben, der Technischen Universität Wien und der Johannes Kepler Universität Linz zur digitalen Transformation im Tief- und Tunnelbau. Dieses Forschungsprojekt startete am 1. 4. 2020 und wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung in der Ausschreibung zur Unterstützung von Vorhaben zur digitalen und sozialen Transformation in der Hochschulbildung gefördert.<sup>1</sup> Die interuniversitäre Zusammenarbeit in einem offenen Kooperationsmodell ist dabei ein Markenzeichen von TransIT, denn nur durch die Zusammenführung der Kernkompetenzen (Subsurface Engineering, interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Bauphysik, inter-organisationalen Systeme, Software und Industrial Engineering) der beteiligten Institute und Arbeitsgruppen kann das Thema der Digitalisierung im Tief- und Tunnelbau umfassend behandelt und nachhaltig in Forschung und Lehre etabliert werden. Diese Zusammenarbeit garantiert ein gemeinsames technologisches Fundament, das alle notwendigen Aspekte des Tief- und Tunnelbaus, des Bauingenieurwesens, der Informatik und Wirtschaftsinformatik berücksichtigt, um zukunftssträchtige und nachhaltige digitale Lösungen zu schaffen. Dabei werden auch neue Wege bei der Verwertung von Forschungsergebnissen beschritten.

Laut der „Roadmap Digitalisierung von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich“<sup>2</sup> braucht es eine solche Bündelung der Kräfte unterschiedlicher Disziplinen zur Umsetzung der digitalen Transformation. Der Tief- und Tunnelbau hat in der Digitalisierung gegenüber der stationären Industrie einen großen Aufholbedarf mit der zusätzlichen Herausforderung, dass jeder Tunnel einen eigenen Prototyp darstellt. Für den Untertagebau schafft das Kooperationsforschungsprojekt TransIT dafür die notwendigen Weichenstellungen. Die wichtigsten Forschungs Herausforderungen im Projekt können als Anwendungsherausforderungen, methodische Herausforderungen sowie ökologische und soziale Herausforderungen zusammengefasst werden.

Im Projekt werden die beiden Leitprinzipien „data only once“ und „digital by default“ konsequent verfolgt, um systemische Lösungen für Herausforderungen, die sich aus dem Technologie-Lebenszyklus (Konzeption – Entwicklung – Betrieb – Migration) ergeben, zu lösen. Die dazu nötige Anforderungsanalyse erfolgt iterativ und inkrementell. Mittels des Prinzips „data only once“ soll auf Basis von Big Open BIM eine „single source of truth“ für alle Akteure im Tief- und Tunnelbau geschaffen werden, um Daten ab ihrem Entstehen durchgängig und verlustfrei über die Engineering-Kette hinweg zu nutzen. Gemäß dem Prinzip „digital by default“ sollen existierende papiergebundene Prozesse kritisch hinterfragt und durch digital optimierte Prozesse ersetzt oder eventuell auch eliminiert werden. Beide Leitprinzipien sollen dazu dienen, die Digitalisierung entlang des Lebenszyklus bruchstellen- und verlustfrei zu implementieren.

Dazu bedarf es der Schaffung offener Schnittstellen und Datenformate für die softwaretech-

nische Unterstützung mittels einer geeigneten Werkzeugkette. Zielsetzung ist es dabei, die Artefakte (zB Fachmodelle, 3D-Modelle) entlang des Lebenszyklus durchgängig verknüpft und verfolgbar zu machen; zurzeit stehen dafür jedoch nur einzelne paarweise Verbindungen zwischen den Werkzeugen, wenn überhaupt, zur Verfügung. Hinzu kommt, dass sich Daten nur durch spezifische bilaterale Integration für ein anderes Werkzeug zugänglich machen lassen. Möchte man die Integration funktional erweitern, ist eine neue Anpassung oder Erweiterung des Datenzugriffs erforderlich.

Gemäß Big Open BIM und dem darin propagierten offenen standardisierten Datenaustausch arbeitet das Forschungskonsortium daran, die im Projekt eingesetzten Werkzeuge nicht isoliert, sondern integriert zu nutzen; dabei soll die Verknüpfung von Artefakten über Werkzeuge und die Zuordnung von Verantwortlichkeiten über Prozesse hinweg ohne beschwerlichen manuellen Overhead erfolgen. Zur Schaffung durchgängiger Datenketten und Regelkreise werden die vorhandenen digitalen Inseln identifiziert und aufgebrochen. In einem weiteren Schritt wird ein Ansatz entwickelt, um einen durchgängigen und verlustfreien Datenaustausch zwischen den Akteuren und unterschiedlichen Softwaretools zu gewährleisten. Daten sollen ab ihrem Entstehen durchgängig über die Engineering-Kette hinweg verlustfrei genutzt werden können. Dafür wird ein digitaler Modellierleitfaden mit geeigneten Konzepten und Methoden zur Abfrage, Konsistenz-, Konfliktbehandlung und Versionierung von Modellen über den gesamten Lebenszyklus erarbeitet. Diese Schritte sind notwendig, um Interoperabilität zu gewährleisten und um so ein paralleles Arbeiten in evolvierenden Tief- und Tunnelbauprojekten überhaupt zu ermöglichen.

Um diese ganzheitliche Strategie auch nachhaltig zu verankern, wird die proaktive Teilnahme an bestehenden Initiativen (zB buildingSMART Aus-

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr. techn. Alexandra Mazak-Huemer**

ist Professorin am Lehrstuhl für Subsurface Engineering der Montanuniversität Leoben.

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Robert Galler**

ist Leiter des Lehrstuhls für Subsurface Engineering der Montanuniversität Leoben sowie Departmentleiter des Untertageforschungszentrums „Zentrum am Berg“.

**Dipl.-Ing. Robert Wenighofer**

ist Projektassistent am Lehrstuhl für Subsurface Engineering der Montanuniversität Leoben und am Department „Zentrum am Berg“.

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerald Goger**

ist Inhaber des Lehrstuhls für Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement der Technischen Universität Wien.

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Bednar**

ist Inhaber des Lehrstuhls für Bauphysik am Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie der Technischen Universität Wien.

**Univ.-Prof. Mag. Dr. Christian Huemer**

ist Professor in der Business Informatics Group der Technischen Universität Wien und derzeit dort als Studiendekan für Wirtschaftsinformatik tätig.

**Univ.-Prof. Mag. Dr. Manuel Wimmer**

ist Vorstand des Instituts für Wirtschaftsinformatik – Software Engineering der Johannes Kepler Universität Linz sowie Leiter des Christian-Doppler-Labors für modellintegrierte intelligente Produktion.

<sup>1</sup> Siehe <https://www.bmbwf.gv.at/Ministerium/Presse/Digitale-soziale-Transformation-HS.html>.

<sup>2</sup> Online abrufbar unter [https://www.fma.or.at/fileadmin/uploads/FMA/dokumente/fachliteratur/plattform\\_4.0\\_schriften/Roadmap\\_April\\_180501\\_final.pdf](https://www.fma.or.at/fileadmin/uploads/FMA/dokumente/fachliteratur/plattform_4.0_schriften/Roadmap_April_180501_final.pdf).

tria, Austrian Standards) angestrebt. Dabei sollen etablierte Standards (wie beispielsweise IFC,<sup>3</sup> AutomationML<sup>4</sup> oder SysML v2)<sup>5</sup> genutzt und für die Anwendungsdomäne spezifisch weiterentwickelt werden. Dabei wird sowohl eine horizontale wie auch eine vertikale Integration angestrebt, um eine flexible und standardisierte Referenzinformationsarchitektur zu implementieren.

Neben der Schaffung dieser technischen Voraussetzungen müssen auch domänenspezifische, wirtschaftliche Überlegungen mitberücksichtigt werden, um die Wertschöpfungskette in geeignete digitale Modelle zu transformieren, dies im Sinne der oben erwähnten Leitprinzipien. Die Berücksichtigung von domänenspezifischen, wirtschaftlichen und technischen Überlegungen ermöglicht eine der Digitalisierung entsprechende Flexibilität und Durchgängigkeit in den Prozessen Planen, Bauen und Betreiben. Durch die dadurch ermöglichte volle Datenverfügbarkeit und die evolvierenden Modelle kann eine *Digital-twin*-Umgebung, wie sie aus der stationären Industrie bekannt ist, geschaffen werden. Eine solcher *digital twin* ermöglicht es, Tunnelbauprojekte in der Vorplanung virtuell zu planen, zu bauen und zu betreiben. Diese simulierten Modelle können dann in den nachfolgenden Phasen Bauen und Betreiben über die Zeit mitgezogen und kontinuierlich durch reale Daten angereicht, angepasst und optimiert werden. Zu jedem Zeitpunkt können so verschiedene Prognosemodelle für die zukünftige Entwicklung des Projekts (zB *best case* bzw *worst case*) modelliert werden.

Leitgedanke des Forschungsnetzwerks ist „*open science*“. Zu diesem Zweck wird eine virtuelle universitätsübergreifende Forschungsplattform implementiert, ein sogenannter *shared open space for science and innovation*. Damit greift TransIT die „Open Innovation Strategie für Österreich“<sup>6</sup> zentral auf. Diese gemeinsame geschaffene Forschungsplattform, der sogenannte Tunnelling Hub,<sup>7</sup> ermöglicht eine offene Zugänglichkeit von wissenschaftlichen Resultaten, die im Zuge von TransIT entstehen. Dabei sollen koordinierte Dienste nicht nur für die am Forschungsprojekt beteiligten Partneruniversitäten, sondern global für alle Universitäten, Unternehmen und die interessierte Öffentlichkeit zur Verfügung stehen, wodurch Forschungsergebnisse nachhaltig verankert werden können. Der Tunnelling Hub soll Forschungsgruppen unterschiedlicher Disziplinen sowie Studierende national wie auch international vernetzen, um an interdisziplinären Lösungen von anwendungsgetriebenen wissenschaftlichen Problemstellungen zu arbeiten. Dabei bietet der Hub eine digitale Infrastruktur, um Forschungsthemen über Technologien, Disziplinen und Grenzen hinweg zu bearbeiten. Dadurch treibt TransIT die Verwirklichung eines vitalen europäischen For-

schungsraums<sup>8</sup> weiter voran und fördert so auch die europäische Forschungspolitik in Österreich, indem eine grenzüberschreitende Forschungs- und Technologiezusammenarbeit aktiv forciert wird.

TransIT trägt auch der sozialen Dimension Rechnung, indem neue Studienmöglichkeiten und Berufsfelder aufgezeigt und vorhandene Studienprofile durch die Setzung von interdisziplinären Themenschwerpunkten geschärft werden. Wichtige Zielsetzung ist es dabei, die digitale Transformation für traditionelle Studiengruppe besser begreif- und in der Kooperation mit Informatikstudierenden besser umsetzbar zu machen. TransIT ist geprägt durch Interdisziplinarität als Motor für innovative Lösungen. Während in vielen Disziplinen eine „Bindestrich-Informatik“ durch die Selbstaueignung von Informatikkonzepten durch Domänenexperten entsteht, wird in TransIT bewusst die interdisziplinäre Zusammenarbeit gesucht. Anstatt eine „Tunnelbau-Informatik“ aus dem Bauingenieurwesen herauszubilden, wird bewusst auf die Kooperation mit Experten der Informatik gesetzt. Diese interuniversitäre Zusammenarbeit in der Lehre soll die interdisziplinären Experten von morgen ausbilden. Daher gehen wir in TransIT der Frage nach, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien künftig für Studierende über die beteiligten Disziplinen hinweg notwendiger Bestandteil der akademischen Ausbildung sein sollen. Durch diese Untersuchung soll der bestehende „*digital skill gap*“ im Tief- und Tunnelbau – über ein grundlegendes technisches Verständnis hinausgehend – geschlossen werden. In TransIT findet jedoch nicht eine *One-fits-all*-Strategie Anwendung, sondern vielmehr soll durch die gegenseitige Befruchtung der unterschiedlichen Disziplinen der wachsenden Diversität der Studierenden Rechnung getragen werden.

In TransIT werden somit die komplementären Expertisen multidisziplinär genutzt, um in den kommenden vier Jahren an der nachhaltigen Umsetzung von Digitalisierungsthemen im Tief- und Tunnelbau anwendungsorientiert zu forschen. Durch die Vernetzung unterschiedlicher Forschungsstandorte wird ein Höchstmaß an digitaler Kompetenz erzielt. Somit ist TransIT von großer Wichtigkeit für den Universitätssektor und die Industrie, um Österreichs *Front-runner*-Position im zyklischen Vortrieb und dessen Ausbildung zu stärken und nicht Gefahr zu laufen, diese Rolle mangels Digitalisierungskonzepts zu verlieren. Darüber hinaus soll im Zuge des Projekts eine gemeinsame digitale und interdisziplinäre Forschungsagenda etabliert werden.

Durch das Zentrum am Berg<sup>9</sup> stellt die Montanuniversität Leoben eine europäisch einzigartige *core facility* im Projekt zur Verfügung, wodurch wissenschaftliche Ansätze praxisnah im Maßstab 1:1 evaluiert werden können. Schon heute führt das Zentrum am Berg Planer, Errichter und Betreiber von Untertagebauwerken sowie Einsatzorganisationen in einem einzigartigen Netzwerk zusammen.

3 Siehe <https://www.iso.org/standard/51622.html>.

4 Siehe <https://www.automationml.org/o.red.c/home.html>.

5 Siehe <https://www.omg.sysml.org/SysML-2.htm>.

6 Online abrufbar unter <https://openinnovation.gv.at/wp-content/uploads/2016/08/Open-Innovation-barrierefrei.pdf>.

7 Siehe <https://www.tunnellinghub.at>.

8 Siehe <https://www.bmbf.de/de/der-europaeische-forschungsraum-gemeinsam-forschen-gemeinsam-wachsen-279.html>.

9 Siehe <https://www.zab.at>.

Über das Zentrum am Berg als physische- und den Tunnelling Hub als digitale Infrastruktur sollen sich die nationale und internationale Wissenschaft und Wirtschaft auch künftig austauschen und vernetzen, denn es ist geplant, die durch TransIT initiierten Kooperationen über die Projektlaufzeit fortzusetzen. TransIT stellt eine Initialzündung für die Digitalisierung im Tief- und Tunnelbau dar, um erste machbare Resultate für eine weitere erfolgreiche Zukunft in dieser Domäne zu schaffen.