

LOIN für Elemente des geologisch-geotechnischen Baugrundmodells

Die ÖNORM EN 17412-1 definiert die Informationsbedarfstiefe bzw. den Level of Information Need (LOIN) durch klare Vorgaben zu Anforderungen und Verantwortlichkeiten, die Einbindung von geometrischen und alphanumerischen Informationen sowie Dokumentationsvorgaben. Für geologisch-geotechnische Baugrundmodelle wurde der LOIN mit dem Ziel einer Definition für Baugrundelemente noch nicht näher beschrieben. Bisherige Arbeiten fokussierten sich auf die geometrische Umsetzung von Baugrundmodellen, hier erfolgt nun die erweiterte Beschreibung des LOIN um alphanumerische Informationen. Es wird erläutert, wie geologische Informationen der vier Planungsphasen Grundlagenerhebung, Erkundungsplanung, Erkundung und Interpretation strukturiert und vollständig in digitale Modelle zu implementieren sind, um eine verlustfreie Übergabe an die geotechnische Planung zu gewährleisten. Eine projektbezogene Definition des LOIN für spezifische Baugrundelemente, sowie beispielhaft für das Element Bohrung, ermöglicht eine präzise und strukturierte Bereitstellung von Daten, vermeidet Informationsüberschuss und unterstützt fundierte Entscheidungen sowie eine effiziente Planung über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Betont werden die Notwendigkeit eines klar definierten LOIN sowie die frühzeitige Einbindung und Abstimmung mit den Projektbeteiligten für eine effektive geotechnische Planung und die fortlaufende Modellierung geologischer Daten.

Stichworte BIM; digitales Baugrundmodell; geologisch-geotechnische Planung; LOIN; Baugrundelemente

LOIN for elements of the geological-geotechnical ground model

The ÖNORM EN 17412-1 defines the Level of Information Need (LOIN) through clear specifications on requirements and responsibilities, as well as the integration of geometric and alphanumeric information and as well as documentation requirements. For geological-geotechnical ground models with the aim of defining ground elements, the LOIN has not yet been described in more detail. Previous work focused mainly on the geometric realisation of ground models, in this paper the focus of the LOIN is set on the alphanumeric information. It is explained how geological information of the four planning phases the basic survey, exploration planning, exploration and interpretation can be implemented in digital models in a structured and comprehensive way to ensure a transfer without loss of information to geotechnical planning. A project-related definition of the LOIN for selected ground elements, for example the element "borehole", enables a precise and structured provision of data, avoids information overload and supports well-founded decisions and efficient planning over the entire life cycle of a building. It emphasizes the need for a well-defined LOIN, as well as early involvement and coordination with project stakeholders for effective geotechnical planning and ongoing modelling of geological data.

Keywords BIM; digital ground model; geological-geotechnical planning; LOIN; ground elements

1 Einleitung

Der Level of Information Need (LOIN) wird benötigt, um in Bauprojekten sicherzustellen, dass die richtigen Informationen zur richtigen Zeit und in der passenden Detaillierung bereitgestellt werden, damit alle Projektbeteiligten effizient arbeiten und Entscheidungen treffen können. Diese Herangehensweise bewährt sich bereits seit Jahren in BIM-Projekten und schafft sowohl auf der Seite der Auftraggeber als auch der Auftragnehmer mehr Klarheit in der Definition der zu liefernden Informationen und damit auch Leistungen. Dieser Beitrag behandelt die Informationsbedarfstiefe bzw. den Level of Information Need (LOIN) für Elemente des geologisch-geotechnischen Baugrundmodells. Das Ziel ist die Darlegung einer Systematik, welche zur Definition des LOIN für Baugrundelemente anwendbar ist. In den wissenschaftlichen Bearbeitungen zum Thema Building Information Modeling (BIM) im Baugrund von Massimo et al. [1]

und Erharter et al. [2] erfolgte die Betrachtung der geometrischen Umsetzung des Baugrundmodells. Die Beschreibung des LOIN in Umfang und Struktur basierend auf Daten aus der geologischen Planung wurde bisher jedoch in keinem wissenschaftlichen Rahmen bearbeitet. Mit Juni 2023 listet die ÖIAV [3] den Anwendungsfall 02: BIM Baugrunderfassung als möglichen Anwendungsfall auf, dieser ist für die Fragestellungen der tunnelbautechnischen Planung in der vorliegenden Beschreibung nicht ausreichend. Im Rahmen dieses Beitrags erfolgt daher eine Bestimmung des LOIN zur *Bereitstellung von geologisch-geotechnischen Informationen für die geotechnische Planung*. Im Zuge der Erarbeitung erfolgt die Betrachtung der Informationsstruktur in digitalen Modellen mit Bezug auf die BIM-ÖNORM EN 17412-1:2021-06-01 [4]. Die geltende ÖGG-Richtlinie Geotechnische Planung von Untertagebauten Zyklischer und Kontinuierlicher Vortrieb und die ihr zugehörigen Normen [5] mit ihren geologisch-geotechnischen Aspekten dienen als Basis

zur Festlegung der Informationsinhalte. Basierend auf dieser Aufgabenstellung können z. B. ein Anwendungsfall für Geotechnik (AwF_GT) *Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für Tunnelplanung* sowie ein Anwendungsfall für Geologische Dokumentation (AwF_GD) *Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für Ausführungsdokumentation* bedient werden. Die Betrachtungen in diesem Aufsatz erfolgen unter dem Aspekt des angeführten AwF_GT. Es werden einzelne Baugrundelemente vorgestellt, für das Element Bohrung erfolgt beispielhaft eine detaillierte Betrachtung des LOIN.

2 Grundlagen/Allgemeine Aspekte

Das Überführen eines klassischen geologischen Planungsablaufs in ein BIM-Modell sowie die digitale Aufbereitung geologischer Daten mit der BIM-Methode erweisen sich als herausfordernd. Das Folgen und Harmonisieren der normativen Vorgaben der Fachbereiche Geologie und Geotechnik [5], der BIM-Methode [4, 6] und des Eurocode 7 [7] ermöglicht jedoch die Definition der Informationsbedarfstiefe = LOIN, um die geologische Planung über ein digitales Modell darzustellen. Die ÖNORM EN 17412-1 [4] befasst sich mit dem Konzept des LOIN. Der LOIN beschreibt die erforderliche Menge und den Detaillierungsgrad an Informationen, die in verschiedenen Phasen eines Bauprojekts benötigt werden. Hierfür ist einer vorgegebenen Struktur zu folgen (Bild 1), welche für jeden Fachbereich gleichermaßen gültig ist.

Der Vorteil der normativen Vorgabe zur Definition des LOIN nach [4] besteht darin, dass sie einen standardisierten und konsistenten Ansatz für das erforderliche Informationsniveau über verschiedene Projektphasen und Anwendungsfälle bietet. Dadurch erleichtert sich die Kommunikation, verringern sich Inkonsistenzen und erhöht sich die Effizienz und Eindeutigkeit des Informationsaustauschs zwischen Projektbeteiligten. Die Erstellung automatisiert prüfbarer und vergleichbarer digitaler Modelle wird erleichtert, wodurch Entscheidungsprozesse und die Gesamtergebnisse der Projekte verbessert werden können. Somit wird eine Grundlage zur automatisierten Prüfung aller strukturierten (geometrischen und alphanumerischen Informationen) sowie unstrukturierten Informationen (Dokumente) gemäß ÖNORM EN ISO 19650-1:2018 [6] geschaffen. Aus der Bauwerksart kann sich ein unterschiedlicher Informationsanspruch zur Geometrie, Alphanumerik und Dokumentation ergeben. So werden für die Bauwerke Brücke und Tunnel zum Teil unterschiedliche geologisch-geotechnische Informationen benötigt. Ein erstes Ziel ist nun, die Vorgaben für Untertagebauten der ÖGG-Richtlinie [5] gemäß der LOIN-Definition [4] in einem 3D-Baugrundmodell zu implementieren.

2.1 Erläuterung der allgemeinen Bedingungen und Voraussetzungen

Zentrales Element der ÖNORM EN 17412-1 sind eine für alle Projektbeteiligten verständliche Definition sowie eine nutzbare Strukturierung von Informationsanforderungen. Zur Beschreibung des LOIN (Bild 1) sind folgende Voraussetzungen wesentlich:

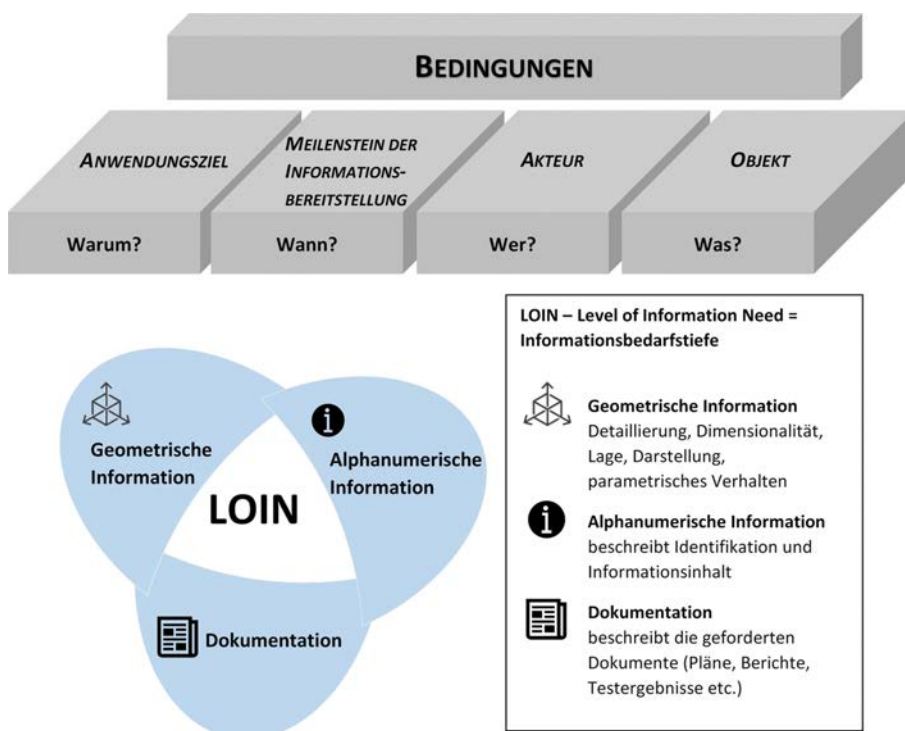


Bild 1 Darstellung der Relationen für die Informationsbedarfstiefe gemäß [4]
Representation of the relations for the information requirement depth acc. to [4]

Anwendungsziel: Der Zweck und die Ziele der Informationsanforderungen werden klar definiert. Dies stellt sicher, dass die bereitgestellten Informationen aus der Baugrunderkundung für die jeweilige Aufgabe relevant und nützlich sind.

Meilenstein der Informationsbereitstellung: Die spezifischen Anforderungen für jede Projektphase (Planung, Bau, Betrieb, Wartung) werden festgelegt. Der jeweils unterschiedliche Informationsbedarf der geologischen Planungsetappen muss entsprechend berücksichtigt werden (gemäß Phasenmodell).

Akteur: Die Rollen und Verantwortlichkeiten der am Projekt beteiligten Parteien werden klar definiert. Dies stellt sicher, dass den Beteiligten bekannt ist, welche geologischen Informationen für die geotechnische Planung von wem bereitzustellen sind.

Objekt: Bauelementklassen sind grundlegende Bestandteile der Semantik eines BIM-Modells und umfassen sowohl strukturelle als auch nicht strukturelle Teile eines Bauwerks bzw. des Baugrunds wie Bohrungen, geologische Strukturen oder Grundwasserstände. Jedes Bauelement kann detaillierte Informationen zu seinen geometrischen Eigenschaften, Materialeigenschaften und weitere relevante Daten enthalten, die während des gesamten Lebenszyklus des Bauwerks genutzt werden können.

Aus der Festlegung des Anwendungsziels einer (allgemeinen) Informationsanforderung kann in weiterer Folge definiert werden, welche Anwendungsfälle damit bedient werden können. Die Definition eines Anwendungsfalls ist somit nicht zwingend die Grundlage zur Festlegung des LOIN, kann aber jedenfalls daraus resultieren.

2.2 Definition der Informationsbedarfstiefe bzw. Level of Information Need (LOIN)

Die Beschreibung des generellen LOIN erfolgt gemäß [4] über drei Komponenten, welche die notwendigen Informationen eindeutig und zweckmäßig für verschiedene Phasen eines Bauprojekts bestimmen (Bild 1).

Die *geometrischen Informationen* umfassen die Beschreibungen zu Darstellung, Dimensionalität, Detaillierungsgrad, Lage und parametrischem Verhalten in einem digitalen Modell. Parametrisches Verhalten beschreibt, ob Form, Position und Ausrichtung eines Objekts so gestaltet sind, dass sie abhängig von anderen Informationen bleiben, die dem Objekt oder dem Kontext, in den das Objekt eingefügt wird, zugeordnet sind, wodurch eine vollständige oder teilweise Neukonfiguration ermöglicht wird. Diese Informationen sind entscheidend für die visuelle und räumliche Darstellung des Bauelements. So werden Bohrungen zur Baugrunderkundung u.a. über ihre Koordinaten und ihre Ausmaße wie Durchmesser und Bohrtiefe eindeutig beschrieben.

Die *alphanumerischen Informationen* umfassen Informationen, die zur Beschreibung der Eigenschaften von Bauelementen erforderlich sind. Dazu gehören z.B. geologische Strukturen und geotechnische Eigenschaften sowie Materialeigenschaften. Diese in alphanumerischer oder numerischer Form verfügbaren Daten ergänzen die geometrischen Informationen.

Die *Dokumentation* umfasst Schriftstücke und Nachweise, die zur Ergänzung der anderen Informationsarten dienen. Sie umfasst u.a. Pläne, Berichte, Bohrprofile und Versuchsergebnisse. Über den LOIN werden Umfang und Spezifität (u.a. Datenformat) der Dokumentation für jede Projektphase definiert. Dies trägt zur Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Projektverlaufs bei und ermöglicht eine umfassende Dokumentation des gesamten Prozesses – von der Planung über die Ausführung bis zu Betrieb und Wartung des Bauwerks.

Durch die Definition des erforderlichen Umfangs und des Detaillierungsgrads der geometrischen und alphanumerischen Information sowie die notwendigen Dokumente für jede Projektphase stellt der LOIN sicher, dass die Daten präzise und vollständig bereitgestellt werden, um den jeweiligen Anforderungen und Anwendungsfällen gerecht zu werden, ohne dabei überflüssige Informationen zu liefern. Somit werden fundierte Entscheidungen ermöglicht, Unsicherheiten und Missverständnisse reduziert und eine effiziente Planung, Ausführung und Erhaltung eines Bauwerks über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg erleichtert.

2.3 Ablauf der geologischen Planung

Als Basis zur Planung von Tunnelbauwerken dienen Erkenntnisse aus der geologischen Planung, Erkundung und Erhebung. Daher ist eine qualitativ hochwertige geologische Planung und Erkundung für solide Prognosen und Entscheidungsfindungen sowie als Basis für die geotechnische Planung unumgänglich. Dazu sind erhobene Daten und gewonnene Erkenntnisse in nachvollziehbarer und evaluierbarer Form zu dokumentieren, zu bewerten und darzustellen. Die geologische Planung erfolgt auf Basis vorhandener Normen und Richtlinien [5] sowie mit Bezug auf Eurocode 7 [7] in den vier Phasen: (1) Grundlagenenerhebung – umfasst (1a) die Erhebung von Bestandsdaten aus Bohrungen und geologischen Karten und (1b) die Evaluierung und Erhebungen durch geologische Neuaufnahme der Geländedaten, (2) Erkundungsplanung auf Basis der ersten Prognose der Geologie, (3) Erkundung mit weiterer Erhebung geologischer Daten und (4) Interpretation und Bereitstellung der geologischen Daten und Prognose für die weitere geotechnische Planung auf Basis der Phasen 1–3 (Bild 2).

Die geotechnischen Eigenschaften des Untergrunds beeinflussen die Bauwerksplanung und -ausführung (Trassenwahl, Vortriebsmethode, Machbarkeit, Schutzmaßnahmen etc.) maßgeblich. Eine qualitativ hochwertige

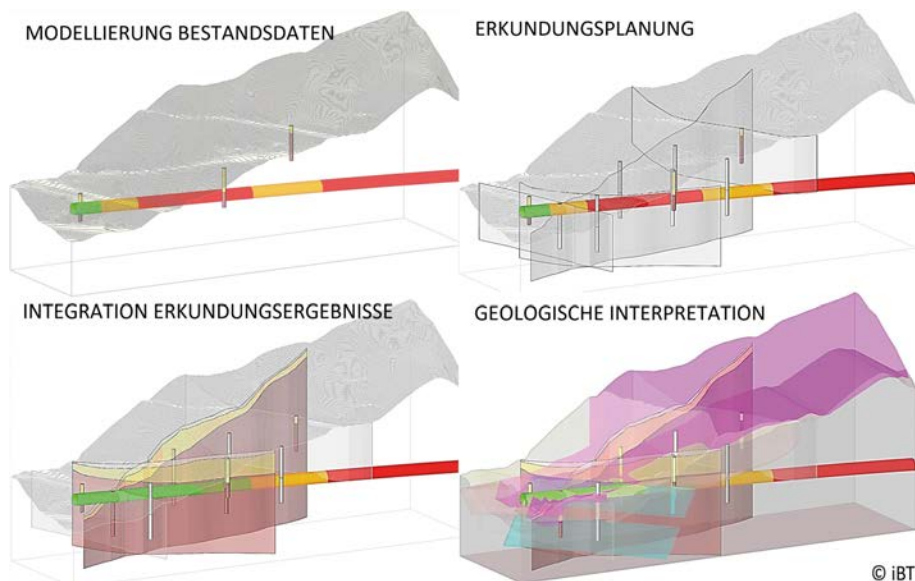


Bild 2 Modelldarstellung der Phasen der geologischen Planung [1]
Model representation of the phases of geological planning [1]

geologisch-geotechnische Planung stellt die Grundlage jedes Tunnelbauprojekts dar. Mit dem Blick in die Praxis zeigt sich die Entwicklung der Datendichte sowie der Anzahl der zur Verfügung stehenden Datensätze projekphasenübergreifend wie in Bild 3 dargestellt.

Aufgrund der umfangreichen Datenmengen (blaue durchgehende Linie) stellt sich die Frage, welche erhobenen geologisch-geotechnischen Daten in welcher Detaillierung vom geologischen Fachpersonal in ein Baugrundmodell integriert werden müssen, um auch der geotechnischen Planung die projektspezifisch notwendigen Grundlagendaten friktionsfrei, eindeutig und vollständig zur

Verfügung zu stellen. In der Praxis ist die Vergleichbarkeit neuer Informationen mit Altdaten im herkömmlichen Projektverlauf (blau strichlierte Linie) aufgrund von schlechter Strukturierung, Informationsverlusten bei Datenübergaben an neue Beteiligte, unterschiedlicher Dokumentenstandards oder Generalisierung der Untersuchungsergebnisse gemäß ÖGG-Richtlinie [5] ohne nachvollziehbare Dokumentation nicht gegeben. Das wiederholte Evaluieren von nicht aufbereiteten und unstrukturierten Grundlagendaten führt zumindest zur Doppelung von Arbeit. Für die Ausführungsarbeiten, während derer eine immense Menge neuer Daten gesammelt wird (grüne Kurve), kann es wiederum maßgeblich

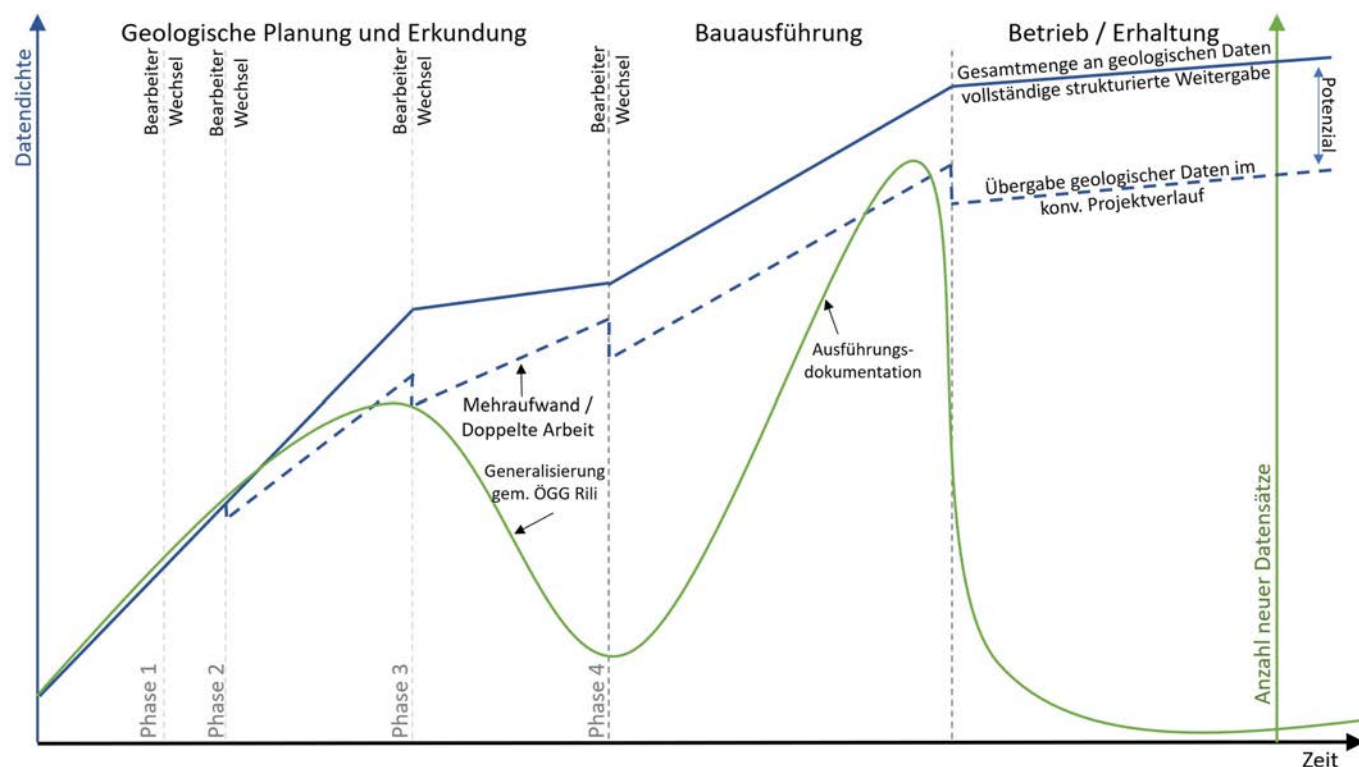


Bild 3 Darstellung der geologischen Informationsmengen und Datensätze im Projektverlauf
Presentation of the geological information volumes and data sets in the course of the project

sein, vollständige geologische Grundlagendaten zur Verfügung zu haben, um eine Neubewertung der geologischen Gegebenheiten durchführen zu können. Unbestritten ist, dass die Qualität der geologischen Interpretationen und Prognosen zu jedem Zeitpunkt von den zugrunde liegenden Daten und deren fachlicher Beurteilung abhängt. Um einen Informationsverlust zu verhindern, ermöglicht das Bereitstellen geologischer Erkenntnisse und Informationen in digitaler strukturierter Form effektive Datenübergaben. Mit der Festlegung des LOIN können diese Strukturen und deren Anforderungen gezielt aufgebaut und erfüllt werden.

3 LOIN für Baugrundelemente

Als Teil der laufenden Forschungsarbeiten zum modellbasierten geologisch-geotechnischen Baugrundmodell [1] erfolgt im Rahmen der Dissertation der Hauptautorin eine mögliche Beschreibung des LOIN für ein konkretes Anwendungsziel und ausgewählte Baugrundelemente des geologisch-geotechnischen Baugrundmodells gemäß ÖNORM EN 17412-1. Dabei entsteht eine Datenbasis, welche eine Evaluierung und automatisierte Prüfung der geologischen Planung und des Baugrundmodells in den Planungsphasen sowie in der Ausführungsphase ermöglicht. Im Zuge der Forschungsarbeit wurden hierfür zu definierende Voraussetzungen gemäß der Beschreibung des LOIN wie folgt festgelegt:

- *Warum:* Bereitstellung geologisch-geotechnischer Daten und Eigenschaften für geotechnische Planung
- *Wann:* Projektphasen der geologischen Planung
- *Wer:* geologische Planung (projektspezifisch in Abstimmung mit geotechnischer Planung)
- *Was:* Baugrundelemente wie Geländeaufschluss/Tiefenaufschluss (Bohrung, Schurf)/Seismik/schematischer Ausbruchskörper

Die Informationsanforderung an die projektspezifische geologische Planung folgt fachlichen normativen Vorgaben wie dem Eurocode 7 [7] bzw. dem jeweiligen Erkundungsziel [5]. Herausfordernd ist die Strukturierung dieser umfassenden Daten gemäß Projektanforderung und Bauwerksart in einem Baugrundmodell. Über die Definition eines Anwendungsfalls können Umfang und Art der Information spezifiziert werden. Gelingt es, die Effizienz der Datenbereitstellung über die Definition des Informationsbedarfs zu gewährleisten, wird ein Datenüberschuss vermieden. Um geologisch-geotechnische Daten strukturiert zu erfassen und somit erhobene Grundlagen für weitere Anwendungsfälle nutzbar zu machen, folgt die Bestimmung des Umfangs geometrischer und alphanumerischer Informationen sowie der Dokumentationen für die Phasen der geologischen Planung.

Die in den Bildern 4, 5 angeführten Eigenschaften bilden einen Auszug einer Gesamtliste geologisch-geotechnischer alphanumerischer Informationen ab, welche Baugrundelementen für die jeweiligen Planungsphasen

(Bild 2) zugewiesen werden können. Zusätzlich zu den alphanumerischen Informationen müssen geometrische Informationen sowie relevante Dokumente berücksichtigt werden, um die gewünschte Informationstiefe (LOIN) zu erreichen. Bild 4 zeigt ausgewählte Beispiele für Elemente des Baugrundmodells in verschiedenen Projektphasen.

Anhand dieser Elemente wird die Notwendigkeit eines einheitlichen Bezeichnungssystems unterstrichen, denn auf Basis der Informationen des Geländeaufschlusses und der Bodengeophysik leiten sich die Inhalte der Eigenschaften für den schematischen Ausbruchskörper, auch als Tuxel bezeichnet [8], ab. Über dieses Baugrundelement können in weiterer Folge in einem adaptiven Modell geologisch-geotechnische Informationen dem Bauwerk zugeordnet und beliebig farblich ausgewiesen und ausgewertet werden.

4 LOIN für das Baugrundelement Bohrung

Für den Tiefenaufschluss Bohrung erfolgt die detaillierte Beschreibung des LOIN für das Anwendungsziel *Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für geotechnische Planung*. Der zugehörige Akteur der Informationsbereitstellung ist das *geologische Fachpersonal*.

4.1 Festlegung der geologisch-geotechnischen Informationsbedarfstiefe

Der LOIN definiert, welche Daten zu welchem Zeitpunkt in welcher Form im digitalen Modell bereitgestellt werden müssen. In den verschiedenen Phasen der geologischen Erkundung (Abschnitt 2.3) werden unterschiedlichste Informationen zu den festgelegten Eigenschaften erhoben. Somit wird nachfolgend auch die Modellevolution über die geologischen Planungsphasen hinweg für ein Element verdeutlicht. Auf Basis der vorhandenen geometrischen und alphanumerischen Informationen der Bestandsdaten, deren Dokumentation und Evaluierung (Phasen 1a, 1b) im Baugrundmodell kann eine bauwerksbezogene Erkundungsplanung (Phase 2) erfolgen und im Detail im Modell dargestellt werden.

In den Phasen 1a, 1b der geologischen Planung werden erste Daten mit Bezug auf ein geplantes Bauwerk erhoben. Maßgeblich hierbei sind die geometrischen Informationen, auf deren Basis sich eine erste Prognose zur Baugrundsituation ergibt. Da Bestandsdaten zu Tiefenaufschlüssen meist unterschiedlichste Informationstiefen und Strukturierungen aufweisen, ist eine schematische Darstellung der vorhandenen geologischen Informationen in einem ersten Modellstadium ausreichend. Nach erfolgter Evaluierung kann eine Anpassung der geometrischen und alphanumerischen Informationen erfolgen. Auf Basis dieser Informationen erfolgt die Erkundungsplanung (Phase 2), um modellbasiert festgestellte Informationsdefizite aufzufüllen und eine Kostenschätzung der Erkundungsmaßnahmen zu erleichtern. In der Er-



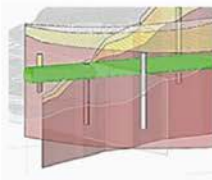
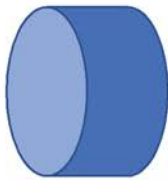
Anwendungsziel: Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für geotechnische Planung		Objekt: Geländeaufschluss	Objekt: Tiefenaufschluss, Bohrung	Objekt: Bodengeophysik, Seismik	Objekt: Schematischer Ausbruchskörper
Meilenstein Phase		Phase 1b: Grundlagenerhebung, Geländeaufnahme, Evaluierung	Phase 3: Erkundung	Phase 3: Erkundung	Phase 4: Interpretation für Geotechnik
Akteur: geologisches Fachpersonal					
Geometrische Information	Detaillierung	schematisch	detailliert	detailliert/realistisch	vereinfacht auf Gebirgsarten (GA) reduziert
	Dimensionalität	3D	3D	2D oder 3D	3D
	Lage	absolut, Koordinaten	absolut, Koordinaten Geländeoberkante und Endteufe	absolut, Koordinaten Eindringtiefe	absolut: Koordinaten relativ: Tunnelachse
	Darstellung	Kugel mit Streich – und Fallzeichen	Zylinder, realistisch	Linien, Flächen	Zylinder
	parametrisches Verhalten	ja	ja	ja	ja
Alphanumerische Information	Identifikation	Aufslusstyp, Aufschluss_Identifikation	Aufslusstyp Bohrungs_ID	Aufslusstyp Seismikprofil_ID	Bauwerk Station (km oder Tunnelmeter)
	Informationsgehalt	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • geologische Beschreibung • Orientierung der geologischen Strukturen (Einfallen und Streichen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • Geländeoberkante und Endteufe • Durchmesser • Ausbau • Nutzung • Schichtaufbau • geologische Beschreibung • Wasserstand absolut • Teufe bzw. Koordinaten von Kernproben und Versuchen in situ und Labor 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • Profillänge • Schichtaufbau • Orientierung zum Bauwerk • Referenzaufschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • Durchmesser • Ausbruchfläche • Gebirgsart • geologische Beschreibung • Vortriebsart • Überlagerung • Wasserzutritt • Prognosesicherheit
		weitere Eigenschaften gem. Phase 1b bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 3 bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 3 bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 4 bzw. projektspezifischer Definition
Dokumentation		<ul style="list-style-type: none"> • Geländekartierung • geologische Karte Bestand und evaluiert • Aufschlussdokumentation • Fotodokumentation • Gesteinsproben 	<ul style="list-style-type: none"> • Bohrprofil • Fotodokumentation • Bohrlochmessungen • Wasserstandsdaten • bestehende geologisch-geotechnische Berichte 	<ul style="list-style-type: none"> • Seismikprofile • Referenzaufschluss • Auswertung • Fotodokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Gebirgsartenbeschreibung • geologische Berichte • Versuchsberichte • Laborergebnisse • Fotodokumentation • Bohrkernfotos

Bild 4 Beschreibung LOIN verschiedener Elemente
Description LOIN of various elements

kundung (Phase 3) werden auf Basis der vorgegebenen Eigenschaften weitere Daten erhoben und mit einem hohen Detaillierungsgrad laufend im Modell implementiert. In der vierten Phase (Bild 3) erfolgt auf Basis der vorhandenen und fortgeschriebenen Informationen deren Interpretation, Zusammenfassung und Generalisierung gemäß

der Anforderung der geotechnischen Planung entsprechend der ÖGG-Richtlinie.





Anwendungsziel: Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für geotechnische Planung		Objekt: Tiefenaufschluss, Bohrung	Objekt: Tiefenaufschluss, Bohrung	Objekt: Tiefenaufschluss, Bohrung	Objekt: Tiefenaufschluss, Bohrung
Meilenstein Phase		Phase 1a+b: Grundlagenerhebung, Geländeaufnahme, Evaluierung	Phase 2: Erkundungsplanung auf Basis erster Prognose der Geologie	Phase 3: Erkundung	Phase 4: Interpretation für Geotechnik
Akteur: geologisches Fachpersonal					
Geometrische Information	Detaillierung	vereinfacht	vereinfacht	detailliert	vereinfacht auf Gebirgsarten (GA) reduziert
	Dimensionalität	3D	3D	3D	3D
	Lage	absolut, Koordinaten	absolut, Koordinaten, Neigung/Richtung geplant	absolut, Koordinaten Geländeoberkante und Endteufe	absolut, Koordinaten Geländeoberkante und Endteufe
	Darstellung	Zylinder, schematisch	Zylinder, schematisch	Zylinder, realistisch	Zylinder
	parametrisches Verhalten	ja	ja	ja	ja
Alphanumerische Information	Identifikation	Aufschlusstyp Bohrungs_Identifikation	Aufschlusstyp Bohrungs_Identifikation	Aufschlusstyp Bohrungs_Identifikation	Aufschlusstyp Bohrungs_Identifikation
	Informations-gehalt	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten Geländeoberkante und Rohroberkante • Durchmesser • Endteufe gem. Bohrprofil und Evaluierung • Ausbau • Nutzung • Schichtaufbau • geologische Beschreibung • Wasserstand 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten Geländeoberkante • Neigung/Richtung und Endteufe geplant • Durchmesser Bohrung und Ausbau geplant • Nutzung • Prognose Schichtaufbau • Prognose geologische Beschreibung • Prognose Wasserstand • Versuche geplant in situ • Versuche geplant Labor 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten Geländeoberkante und Endteufe • Durchmesser • Ausbau • Nutzung • Schichtaufbau • geologische Beschreibung • Wasserstand absolut • Teufe bzw. Koordinaten von Kernproben und Versuchen in situ und Labor 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • Durchmesser • Endteufe • Ausbau • Nutzung • Schichtaufbau • geologische Beschreibung • geotechnische Beschreibung • Wasserstand absolut • Teufe bzw. Koordinaten Kernproben und Versuche in situ, Laborversuche
		weitere Eigenschaften gem. Phasen 1a+b bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 2 bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 3 bzw. projektspezifischer Definition	weitere Eigenschaften gem. Phase 4 bzw. projektspezifischer Definition
Dokumentation		<ul style="list-style-type: none"> • Bohrprofil • bestehende geologisch-geotechnische Berichte • Feldprotokoll • Evaluierung • Mängel • Wasserstandsdaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundstück • Eigentümer • bestehende geologisch-geotechnische Berichte • Einbauten 	<ul style="list-style-type: none"> • Bohrprofil • Fotodokumentation • Bohrlochmessungen • Wasserstandsdaten • bestehende geologisch-geotechnische Berichte 	<ul style="list-style-type: none"> • Bohrprofile • Bohrberichte • Wasserstandsdaten • Versuchsberichte • Laborergebnisse • Fotodokumentation • Bohrkernfotos • projektspezifisch erstellte geologisch-geotechnische Berichte

Bild 5 Informationsbedarfstiefe für das Element Bohrung Phasen 1–4
Level of information need for element borehole phases 1–4

4.2 Ergebnisbetrachtung

Ein klar definierter LOIN, wie für das Baugrundelement Bohrung gezeigt, ermöglicht eine effiziente und fort-schreibbare Modellerstellung als Datenbasis. Die Vorga-

be von Eigenschaften, die in einem Baugrundmodell ab der ersten geologischen Planungsphase implementiert und um projektspezifische Eigenschaften ergänzt werden können, ermöglicht eine stete Defizitanalyse und laufen-de Anpassungen zur effektiven Planung und Projektbear-

beitung. Mit dem angeführten Anwendungsziel *Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für geotechnische Planung* können die Anwendungsfälle AwF_GT: *Bereitstellen geologisch-geotechnischer Informationen für Tunnelplanung* und AwF_GD: *Bereitstellung geologisch-geotechnischer Informationen für Ausführungsdocumentation* bedient werden. Um die genannten Anwendungsfälle effektiv und projektspezifisch umzusetzen, sind eine Abstimmung mit den jeweiligen Projektbeteiligten und die frühzeitige Abfrage des notwendigen Lieferumfangs für eine zielführende Erstellung eines geologisch-geotechnischen Baugrundmodells unerlässlich.

5 Resümee und Ausblick

Durch die frühzeitige Einbindung der geotechnischen Planung in den geologischen Planungsablauf und deren konkretisierte Anforderungen ergibt sich eine zielführende Projektbearbeitung einschließlich der vollständigen

Informationsweitergabe. Die Erstellung eines Baugrundmodells folgt in der Anwendung den Prinzipien der BIM-Normen [4, 6]. Eine klare Vorgabe des LOIN ermöglicht eine effektive Ressourcenplanung, ein Baugrundmodell kann nachvollziehbar und vergleichbar erstellt und bearbeitet werden.

In der weiteren Forschung erfolgen die Betrachtung zusätzlicher geologisch-geotechnischer Themenbereiche, welche über das Anwendungsziel bedient werden können (Nacherkundung, komplexe hydrogeologische Eigenschaften, Bereitstellung für Anschluss- oder Neubauwerke), sowie die verlustfreie Implementierung von Daten aus digitalen Geologiemodellen. Ein weiteres Ziel ist die Anwendung des LOIN einzelner Baugrundelemente in einem Modellversuch und darauf basierend die Erstellung von Modellbausteinen zu den Themenbereichen geologisch-geotechnische Planung. Zusätzlich werden Handlungsempfehlungen für Auftraggeber und Anwender entwickelt.

Literatur

- [1] Massimo-Kaiser, I.; Salzgeber, H.; Flora, M. (2023) *Modellbasierte Darstellung der Prognose(un)sicherheit bei seicht liegenden Tunneln*. Geomechanik und Tunnelbau 16, H. 6, S. 661–667. <https://doi.org/10.1002/geot.202300033>
- [2] Erharder, G. et al. (2023) *Building information modelling based ground modelling for tunnel projects – Tunnel Angath/Austria*. Tunnelling and Underground Space Technology 135. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2023.105039>
- [3] ÖIAV, Arbeitsgruppe öffentliche Auftraggeber Digitalisierung und BIM (2023) *BIM-Anwendungsfälle öffentlicher Auftraggeber*. Schrift 02/Version 1.0.
- [4] ÖNORM EN 17412-1:2021-06-01 (2021) *Building Information Modelling – Informationsbedarfstiefe – Konzepte und Definitionen*. Wien: Austrian Standards. Ausgabe Juni 2021.
- [5] ÖGG (2023) *Richtlinie Geotechnische Planung von Untertagebauten Zyklischer und Kontinuierlicher Vortrieb*. Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Salzburg.
- [6] ÖNORM EN ISO 19650-1:2019-04-15 (2019) *Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO 19650-1:2018)*. Wien: Austrian Standards. Ausgabe April 2019.
- [7] DIN EN 1997-2:2007+AC 2010 (2007) *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1997-2 und nationale Ergänzungen*. Berlin: Beuth.
- [8] Flora, M.; Fröch, G.; Salzgeber, H.; Schneiderbauer, L. (2024) *Tunnel Information Modeling auf dem Weg zum digitalen Zwilling* in: Bergmeister, K.; Fingerloos, F.; Wörner, J.-D. (2024) *Beton-Kalender 2025*. 1. Aufl. Berlin: Ernst & Sohn, S. 215–240.

Autor:innen

Mag. Ines M. Massimo-Kaiser (Korrespondenzautor:in)
 ines.massimo@uibk.ac.at
 Universität Innsbruck
 Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau (iBT)
 Technikerstraße 13
 6020 Innsbruck, Österreich

Dipl.-Ing. Dr. Georg Fröch
 georg.froech@uibk.ac.at
 Universität Innsbruck
 Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau (iBT)
 Technikerstraße 13
 6020 Innsbruck, Österreich

Dipl.-Ing. Hannah Salzgeber
 hannah.salzgeber@uibk.ac.at
 Universität Innsbruck
 Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau (iBT)
 Technikerstraße 13
 6020 Innsbruck, Österreich

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Matthias Flora
 matthias.flora@uibk.ac.at
 Universität Innsbruck
 Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau (iBT)
 Technikerstraße 13
 6020 Innsbruck, Österreich

Zitieren Sie diesen Beitrag

Massimo-Kaiser, I. M.; Fröch, G.; Salzgeber, H.; Flora, M. (2025) *LOIN für Elemente des geologisch-geotechnischen Baugrundmodells*. Bautechnik 102, H. 4, S. 207–214.
<https://doi.org/10.1002/bate.202400052>

Dieser Aufsatz wurde in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet.
 Eingereicht: 12. Juli 2024; angenommen: 15. November 2024.