

## Digitales Planen, Bauen und Betreiben von Untertagebauten

# Modellanforderungen – Teil 1

## Objektdefinition, Codierung und Merkmale

Ergänzung zur DAUB-Empfehlung BIM im Untertagebau (2019)

DAUB-Arbeitskreis

## Digitales Planen, Bauen und Betreiben von Untertagebauten. BIM im Untertagebau Modellanforderungen – Teil 1: Objektdefinition, Codierung und Merkmale Ergänzung zur DAUB-Empfehlung BIM im Untertagebau (2019)

### Herausgeber

Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB)  
 German Tunnelling Committee (ITA-AITES)  
 Mathias-Brüggen-Str. 41, 50827 Köln  
 Tel. +49 - 221 - 5 97 95-0  
 Fax +49 - 221 - 5 97 95-50  
 E-Mail: info@daub.de  
 www.daub-ita.de

Erarbeitet von der Arbeitsgruppe „BiT-Objektinformation“ innerhalb des Arbeitskreises „BIM im Tunnelbau“

### Mitglieder des Arbeitskreises:

Dr.-Ing. Frank Abel	HOCHTIEF Infrastructure GmbH
Dipl.-Ing. Lars Babendererde	BabEng GmbH
Dipl.-Ing. Sascha Boxheimer	Wayss & Freytag Ingenieurbau AG
Wolfgang Braunert	Implenia Construction GmbH
Dipl.-Ing. ETH Heinz Ehrbar	DB Netz AG
Dipl.-Ing. Wolfgang Fentzloff	Implenia Construction GmbH
Dr. Stefan Franz	DEGES GmbH
Dipl.-Ing. Stephan Frodl	Ed. Züblin AG
Dipl.-Bergbau-Ing. Stefan Gielchen (Gast)	Amberg Engineering AG
Thomas Honacker	PORR GmbH & Co. KGaA
Dipl.-Ing. Alexander Kropp	Max Bögl
Prof. Dr.-Ing. Roland Leucker (Layout + Druck)	Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V.
Dr.-Ing. Peter-Michael Mayer	Ed. Züblin AG
Carin Meißner	HOCHTIEF Infrastructure GmbH
M. Eng. Florian Riedel (Gast)	Drees & Sommer SE
M. Sc. Markus Scheffer (Gast)	SD Ingenieure GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Zdravko Stojic	Alfred Kunz Untertagebau GmbH
Dr.-Ing. Thorsten Weiner	PORR GmbH & Co. KGaA
Dipl.-Ing. Andre Wesch	Implenia Construction GmbH
Dipl.-Ing. Markus Wessels	HOCHTIEF Infrastructure GmbH
Dipl.-Ing. Klaus Würthele	Ed. Züblin AG

# Inhalt

<b>Präambel.....</b>	<b>5</b>	<b>Anlage 1 Objektkatalog.....</b>	<b>17</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>5</b>	<b>Anlage 2 Beispiele Objektcodierung.....</b>	<b>17</b>
1.1 Ausgangssituation.....	5	<b>Anlage 3 Beispiele Merkmale und Attribute.....</b>	<b>17</b>
1.2 Geltungsbereich und Zielgruppe.....	5	Anlage 3.1 Merkmale und Attribute Objektgruppe	
1.3 Abgrenzung .....	6	Hohlraumsicherung .....	17
<b>2 Modellstruktur.....</b>	<b>6</b>	Anlage 3.2 Merkmale und Attribute Objektgruppe	
2.1 Koordinationsmodell .....	6	Innenschale-Massivbau.....	17
2.2 Fachmodell .....	6	Anlage 3.2 Merkmale und Attribute Objektgruppe	
2.3 Teilmodelle .....	6	Vortriebsausbruch .....	17
2.4 Objektgruppen.....	6	<b>Anlage 4 Beispiele Visualisierungen .....</b>	<b>17</b>
2.5 Objekt (Bauteil, Gerät und Raum).....	7		
2.6 Teilobjekt .....	7		
<b>3 Objektkatalog .....</b>	<b>7</b>		
3.1 Beschreibung .....	7		
3.2 Objektcodierung .....	9		
3.2.1 Ebene 010: Auftraggeber.....	10		
3.2.2 Ebene 020: Autor .....	11		
3.2.3 Ebene 030: Projekt .....	11		
3.2.4 Ebene 040: Teilprojekt.....	12		
3.2.5 Ebene 050: Bauwerk .....	12		
3.2.6 Ebene 060: Funktionalität.....	12		
3.2.7 Ebene 070: Lokalisierung.....	12		
3.2.8 Ebene 080: Gewerk .....	12		
3.2.9 Ebene 090: Objektgruppe .....	12		
3.2.10 Ebene 100: Objekt.....	13		
3.2.11 Ebene 110: Teilobjekt.....	13		
3.2.12 Ebene 120: Identifikator.....	13		
3.2.13 Ebene 130: Lage 1 – Objekt.....	13		
3.2.14 Ebene 140: Lage 2 – Objekt.....	14		
<b>4 Merkmale und Attribute .....</b>	<b>14</b>		
<b>5 Ausblick.....</b>	<b>15</b>		
<b>6 Glossar .....</b>	<b>16</b>		



## Präambel

Zur Sicherstellung einer nachhaltigen Nutzung der vielfältigen Informationen im Infrastrukturbau ist es notwendig, dass auch im Untertagebau der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen wird.

Empfehlungen des DAUB bilden üblicherweise „best-practice“-Lösungen aus dem Untertagebau im DACH-Raum ab. Die im Mai 2019 veröffentlichte DAUB-Empfehlung „Digitales Planen, Bauen und Betreiben von Untertagebauten – BIM im Untertagebau“ wurde mit der Zielsetzung erstellt, ein Grundverständnis über die Anwendung von BIM im Untertagebau zu vermitteln. Basierend auf dieser Empfehlung hat sich ein Arbeitskreis „BIM im Tunnelbau“ mit der weiteren Differenzierung der Modellanforderungen speziell für den Untertagebau beschäftigt, um die im Rahmen von ersten Pilotprojekten entwickelten Ansätze zu standardisieren und zu homogenisieren. Das vorliegende Dokument erläutert das grundlegende Verständnis der Modellstruktur und soll einheitliche Bezeichnungen für tunnelbautypische Objekte und zugehöriger Objektinformationen schaffen. Für eine eindeutige Identifizierung von einzelnen Objekten innerhalb eines Projektes wird eine Grundstruktur für eine Objektcodierung vorgestellt.

Es ist davon auszugehen, dass diese Empfehlung in den nächsten Jahren sukzessive an die sich weiterentwickelnden Anforderungen angepasst wird.

Das vorliegende Dokument ist der Beginn einer Konkretisierung von verschiedenen Aspekten, die in der Empfehlung „Digitales Planen, Bauen und Betreiben von Untertagebauten – BIM im Untertagebau“ genannt sind und die in weiteren Teilen fortgeführt werden.

## 1 Einführung

### 1.1 Ausgangssituation

Um eine Umsetzung von BIM im Untertagebau zu ermöglichen, bedarf es weiterer Konkretisierungen bzw. Standardisierungen. Für die Modellerstellung in BIM-Projekten lassen sich folgende grundsätzliche Anforderungen nennen:

- Aufnahme der Projektierungsgrundlagen
- Verlinkung von 3D-Modellen mit Kalkulation (LV), Terminplanung und anderen Informationen und Prozessen
- Erfordernis eines hohen Detaillierungsgrades mit einer Vielzahl von Objekten (Bauteile und Geräte)
- Erfordernis der eindeutigen Zuordnung von Objekten zu verschiedenen Prozessen und Informationen
- Kompatibilität der Modelle im Austausch unabhängig vom Autor

Zum näherungsweisen Erreichen dieser Anforderungen werden bisher entsprechende Strukturen und Definitionen in den unterschiedlichen Planungsbüros und Unternehmen projektindividuell entwickelt. In BIM-Projekten werden derartige Strukturen im BIM-Abwicklungsplan (BAP) projektspezifisch festgelegt.

Zielsetzung dieser Empfehlung ist, eine Standardisierung für die Projektstruktur und die verwendeten

Bezeichnungen zu schaffen. Daraus ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Aufgabenstellungen dieses Arbeitskreises:

- Schaffung eines grundlegenden Verständnisses der Modellstruktur
- Unabhängig vom Autor gleichlautende Benennung von Objekten
- Identifikation und Definition der Objektinformationen (Merkmale und Attribute)
- Eindeutige Kennzeichnung unterschiedlicher Objekte über einen bestimmten „Objektcode“ zur Herstellung der Beziehungen zwischen Modell und z. B. Terminplanung oder Kalkulation (3D, 4D, 5D)

Darüber hinaus kann die erarbeitete Modellstruktur mit den Objektdefinitionen und den zugehörigen Merkmalen als Grundlage zur Erstellung eines standardisierten, objektorientierten Leistungsverzeichnisses dienen.

### 1.2 Geltungsbereich und Zielgruppe

Mit der vorliegenden Empfehlung sollen grundsätzlich alle Projektbeteiligte im Untertagebau angesprochen werden. Die vorgestellten Grundlagen können in der Planung sämtlicher Untertagebauwerke Anwendung finden. Sie sollten bereits in der Entwurfsphase konsequent angewendet werden. Eine durchgängige Anwendung dieser Ansätze sollte anschließend von

der Genehmigungsphase, über die Ausschreibungsphase, während der Bauausführung bis zum späteren Betrieb konsequent beibehalten und umgesetzt werden.

### 1.3 Abgrenzung

Die am Untertagebau beteiligten Gewerke sind abhängig von der Nutzungsart und dem Bauverfahren des jeweiligen Projekts. Sehr häufig sind Schnittstellen zum Ingenieurbau, Spezialtiefbau, Hochbau, Straßen- oder Gleisbau und zur Tunnelausrüstung vorhanden. Um eine klare Abgrenzung zu treffen, fokussiert sich diese Ausarbeitung auf das Untertagebauwerk in der Planungsphase, im Bauzustand sowie in der Betriebsphase, inkl. der hierfür erforderlichen Geräte und Räume. Schnittstellen zu anderen Gewerken werden lediglich schematisch aufgezeigt.

## 2 Modellstruktur

Das Modell ist die Grundlage für die Anwendung von BIM. Daher ist dieses fachlich und technisch richtig zu erstellen. Aufgrund der Vielfältigkeit von Bauprojekten, sind sehr häufig mehrere Planer und Ausführende an der Modellerstellung beteiligt.

In diesem Kapitel werden die nachfolgend verwendeten Begriffe zur allgemeinen Übersicht beschrieben.

### 2.1 Koordinationsmodell

Bei einem Koordinationsmodell (**Abbildung 2.1**) handelt es sich um ein Modell, das aus unterschiedlichen Fachmodellen zusammengespielt wird, um die Koordination dieser Planungen durchzuführen. Im Untertagebau ist dies aufgrund der üblichen Projektgrößen mit Projektbereichen bzw. Projektabschnitten oder Losen gleichzusetzen. Beispielhaft kann hier das Koordinationsmodell „Tunnel“ herangezogen werden. Durch das Zusammenfügen der Fachmodelle „Ausbau“ und „Entwässerung“ können z. B. die Höhenangaben der Entwässerungsplanung frühzeitig abgestimmt werden.

### 2.2 Fachmodell

Das Fachmodell beinhaltet die gewerkespezifischen Informationen des Fachplaners. Die am Projekt beteiligten Fachplaner erstellen somit jeweils mindestens ein Fachmodell, wobei die räumlichen Schnittstellen und die Projektkoordinaten untereinander abzustimmen sind. Für den Untertagebau können exemplarisch die Fachmodelle Tunnelbau, Ausbau, Entwässerung oder Brandschutz herangezogen werden. Zur

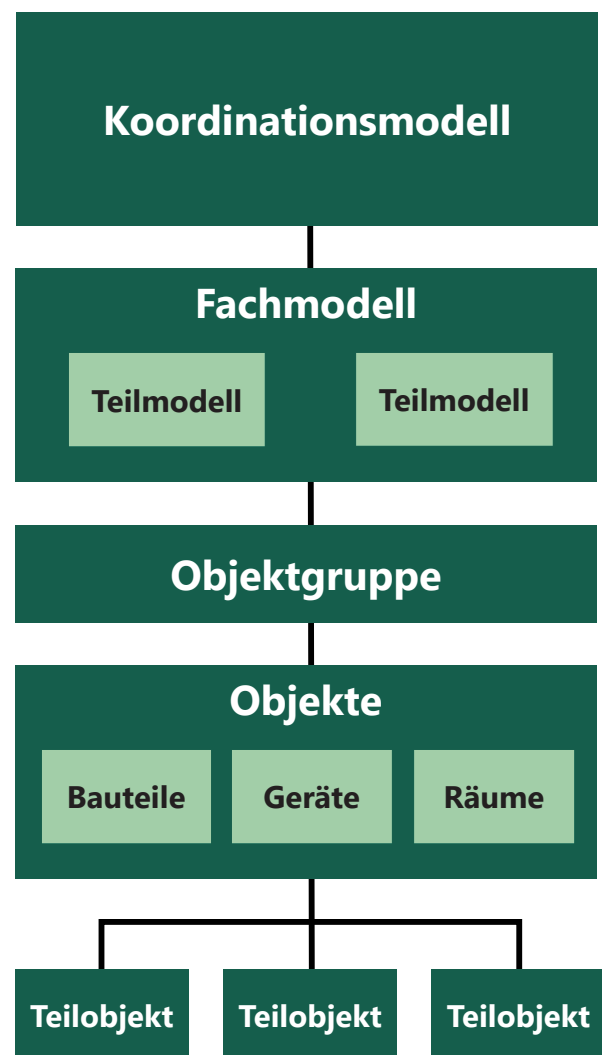
übersichtlichen Strukturierung und aus Performancegründen kann es von Vorteil sein, das Fachmodell in einzelne Teilmodelle zu unterteilen.

### 2.3 Teilmodelle

Das Teilmodell bildet einen definierten Teil des Fachmodells des Fachplaners ab und ist georeferenziert zum Fachmodell. Die Aufteilung eines Fachmodells in Teilmodelle ist nur dann erforderlich, wenn es die Projektumstände bzw. die Projektgröße erfordern. Ebenfalls ist es ratsam, das Darstellen von Zwischenbauzuständen wie z. B. die Einfahrtsituation der TBM in den Schacht, in Teilmodellen zu planen.

### 2.4 Objektgruppen

Eine Objektgruppe ist eine Gruppierung mehrerer Objekte, die aus unterschiedlichen Montagevorgän-



**Abbildung 2.1** Modellstruktur

gen zu einem Endprodukt führen. Exemplarisch kann hier die Spritzbetonaußenschale herangezogen werden. Die Spritzbetonaußenschale wird für die Objektcodierung (siehe **Kapitel 3.2**) als „Hohlraumsicherung“ bezeichnet und beinhaltet die Objekte „Auskleidung“, „Abdichtungsträger“, „Bewehrung“, „Anker“ und ggf. weitere Objekte. Die **Anlage 1** gibt unter dem Reiter „Anlage 1 - Objektabelle“ in der Spalte „Ebene 090 – Objektgruppe“ eine Übersicht der möglichen Objektgruppen.

## 2.5 Objekt (Bauteile, Geräte und Räume)

Ein Objekt ist ein mit Informationen hinterlegtes, einzelnes Modellelement. Hiermit können das endgültige Bauwerk, die Ausstattung, Hilfsbauwerke bzw. temporäre Bauwerke oder Geräte des Bauverfahrens dargestellt werden.

Aktuell sind im Bausektor und in der Normung unterschiedliche Festlegungen über die Bezeichnung eines Objektes bzw. eines Bauteils oder eines Geräts gebräuchlich. Daher empfiehlt der DAUB die folgende Begriffsdefinition, die ebenfalls in **Abbildung 2.1** dargestellt ist:

- Ein **Bauteil** ist ein Objekt, welches notwendig ist, um den Endzustand des Bauwerks herzustellen
- Ein **Gerät** ist ein Objekt, welches zum Herstellen der Bauteile notwendig ist
- Ein **Raum** ist ein immaterielles Objekt, dem eine Funktion zugewiesen ist, wie z. B. Lichtraumprofil, bautechnischer Nutzraum etc.

## 2.6 Teilobjekt

Teilobjekte sind prinzipiell für die Planung von Detaillösungen notwendig. Somit stellen die Teilobjekte unterschiedliche Teile des Objektes dar und bilden dadurch die inneren Mengen des Objektes ab. Teilweise ist die Einführung eines Teilobjektes auch erforderlich, um die generische, hierarchische Struktur durchgängig abbilden zu können. Das Objekt „Anker“ kann so z. B. die Teilobjekte Ankerstab, Ankermörtel oder Ankerplatte aufweisen.

# 3 Objektkatalog

## 3.1 Beschreibung

Der Objektkatalog ist eine strukturierte Sammlung aller Objekte bzw. Teilobjekte, die zur Modellierung eines Untertagebauwerkes in relevanter Detaillierung erforderlich sind. In der Anlage 1 ist der Objektkatalog als Auflistung in hierarchischer Struktur mit 14 Ebenen

beigelegt. Die Erläuterung der Ebenen und die Systematik der eindeutigen Identifikation der (Teil-)Objekte ist im folgenden **Kapitel 3.2** erläutert.

Sobald die (Teil-)Objekte einmal als parametrisierte Vorlagen modelliert sind, können sie für jedes Modell im Untertagebau mit den jeweiligen projektspezifischen Anpassungen der Parameter eingesetzt werden. Das 3D-Modell, das auf diese Weise entstanden ist, dient als Grundlage für weitere Anwendungsfälle aus der BIM-Methodik. Die eindeutige Identifikation der (Teil-)Objekte befähigt das Modell zu

- Filtermöglichkeiten
- Mengenabfragen und -berechnungen
- Verknüpfungen mit Vorgängen aus dem Bauablaufplan (4D, Bauablaufsimulationen)
- der Ableitung eines Leistungsverzeichnisses (LV)
- Verknüpfungen mit Positionen bzw. Kosten des LV (5D, Kostenverlauf)
- der Durchführung von Soll-/Ist-Vergleichen
- der Referenzierung von Dokumenten, Fotos, externen Daten etc. auf das jeweilige (Teil-) Objekt

Die BIM-Methodik verfolgt u. a. zwei wichtige Ansätze:

- 1) Zur Vermeidung unnötiger Informationsunterbrüche dient das Modell als „Single Source of Information“ über alle Projektphasen.
- 2) Alle Projektbeteiligte kooperieren an diesem Modell.

Voraussetzung für die Umsetzung dieser Ansätze muss ein gemeinsam definiertes Modell sein, das einem allgemeingültigen Standard genügt. Die Standardisierung des Objektkataloges ist daher unerlässlich und beinhaltet nicht nur die Auflistung der (Teil-) Objekte, sondern auch deren

- Namensgebung
- Namenskürzel
- hierarchische Struktur
- eindeutige Lagebezeichnung

Fachleute aus dem DAUB-Arbeitskreis „BIM im Tunnelbau“ (AK BiT) haben sich aus diesem Grund zusammengeschlossen, um diese zentral wichtige Basis zu erarbeiten. Durch das Zusammentragen der Erfahrungen aus der Modellierung von unterschiedlichen Untertagebau-Projekten der einzelnen Mitglieder des AK BiT und intensiver Diskussionen entstand der in **Anlage 1** abgebildete Objektkatalog.

Der Fokus der Erarbeitung des Objektkataloges liegt auf den technischen Inhalten, die ein Objektkata-

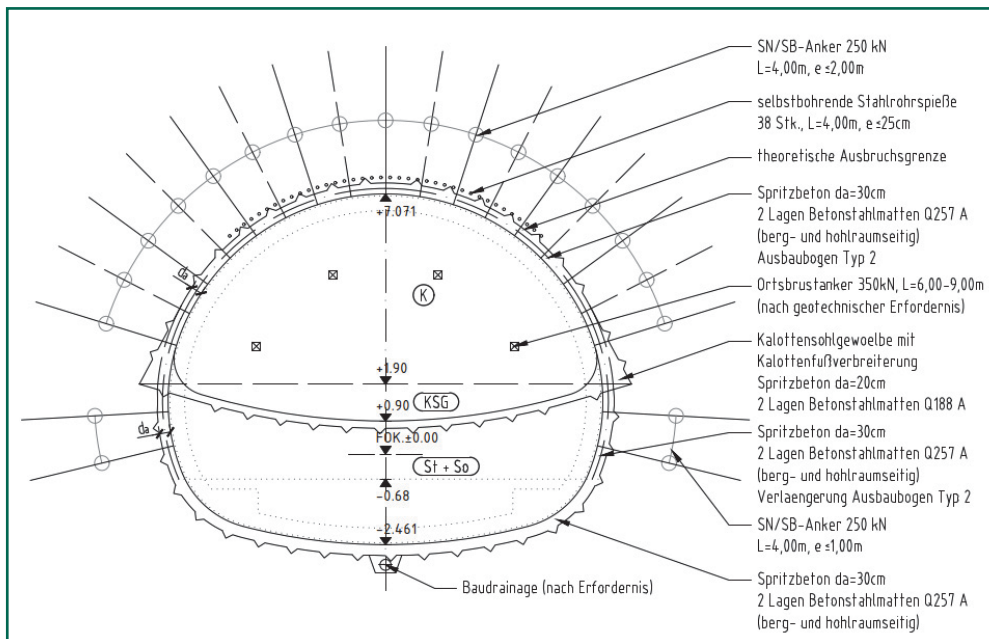


atalog für den Untertagebau enthalten sollte. Der Katalog enthält dabei nicht nur (Teil-) Objekte, die rein dem Untertagebau zuzuordnen sind. Er umfasst vielmehr auch verwandte Gewerke, da diese oft in Kombination bei Untertagebauprojekten auftreten.

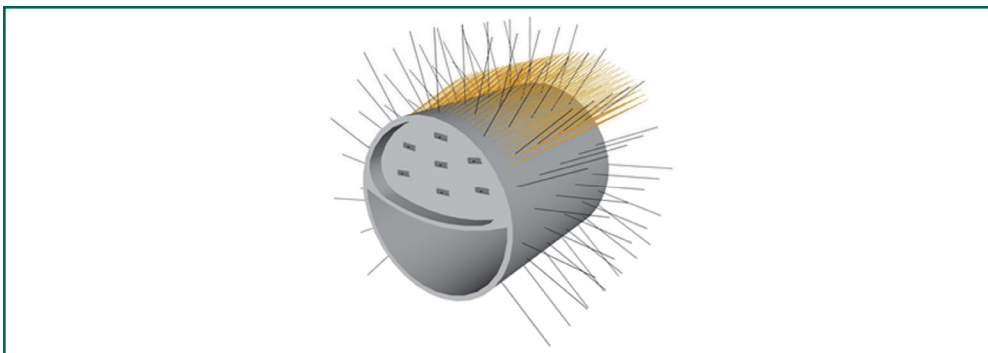
Ausgehend von den bekannten 2D-Darstellungen aus dem Untertagebau wurden die einzelnen (Teil-) Objekte herausgearbeitet, dem Katalog hinzugefügt, die hierarchische Zuordnung definiert und eine passende Namensgebung vergeben. Zur Veranschaulichung ist ein Beispiel eines Vortriebsausbruches mit

Hohlraumsicherung in den **Abbildungen 3.1 bis 3.3** und das einer Innenschale in den **Abbildungen 3.4 bis 3.6** dargestellt. In der **Anlage 4** sind einzelne Objekte exemplarisch aufgeführt.

Der im Rahmen dieser Empfehlung erarbeitete Objektkatalog steht als originäre Excel-Datei auf der Homepage des DAUB zum Download bereit. Dort sind in zusätzlichen Spalten Zuordnungen der (Teil-) Objekte gemacht, so dass ein Filtern nach Objektgruppen und deren (Teil-)Objekten möglich ist.



**Abbildung 3.1**  
Traditionelle Darstellung der Hohlraumsicherung



**Abbildung 3.2**  
Darstellung der Hohlraumsicherung im 3D-Modell mit (Teil-Objekten)



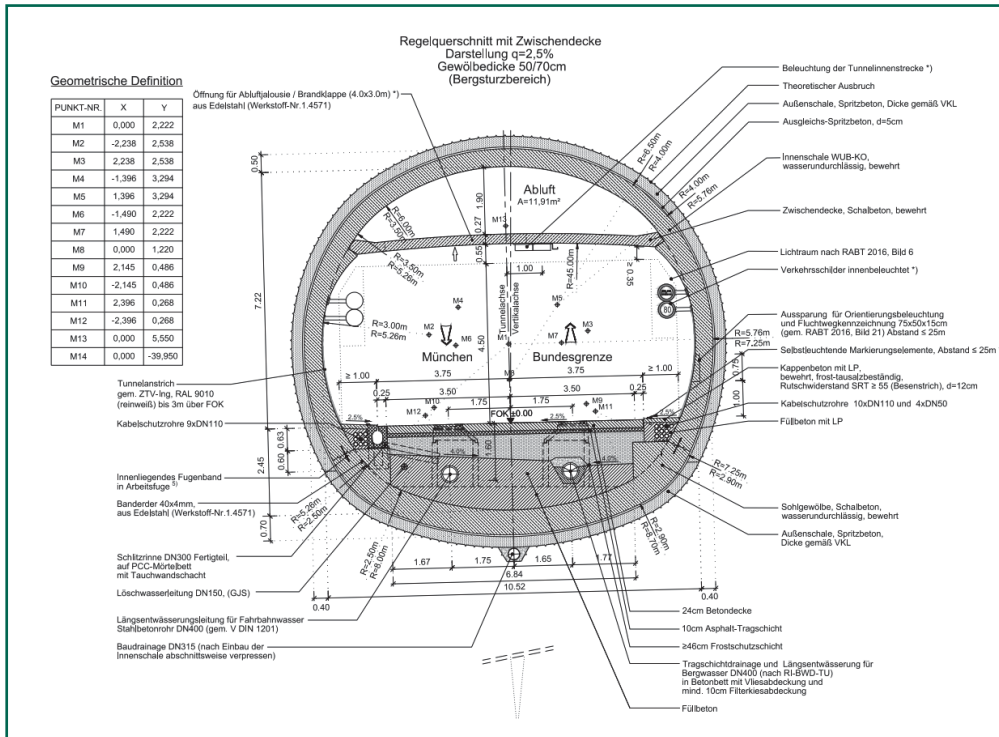
**Abbildung 3.3**  
Beispielhafte Darstellung der Objekte Anker, Ausbaubogen und Auskleidung/Kalottensohlgewölbe der Hohlraumsicherung im 3D-Modell



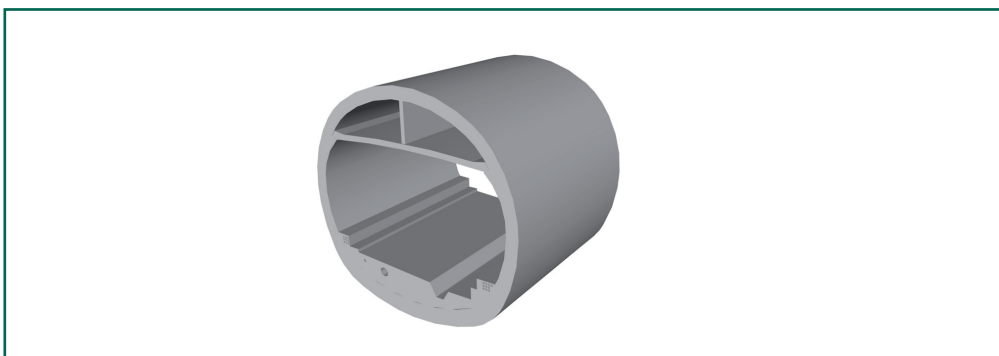
### 3.2 Objektcodierung

Bereits in der Konzeptphase bzw. frühen Planungsphase eines Projektes ist es wichtig, eine Projektstruktur derart festzulegen, dass die objektbasierte Denkweise für die Modellierung orientiert an den vorgesehenen Anwendungsfällen Berücksichtigung findet. Gerade hinsichtlich einer 4D- und 5D-Funkti-

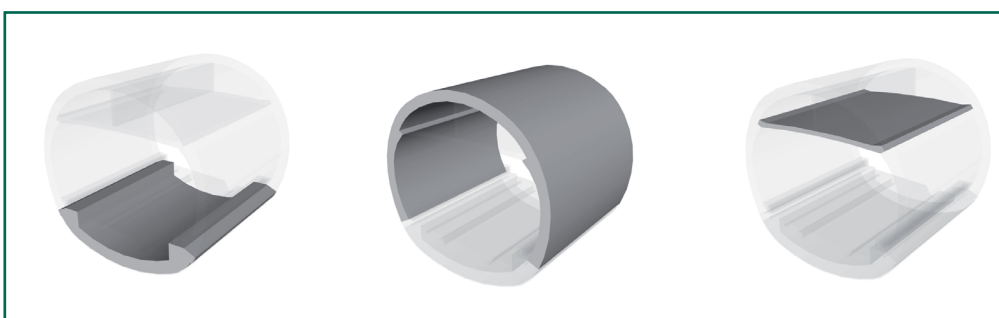
onalität ist es entscheidend, den Aufbau der Modellstruktur und der einzelnen Objekte auch bezogen auf die Terminplan- und LV-Struktur abzustimmen. Damit die im Objektkatalog definierten (Teil-) Objekte eindeutig innerhalb eines Projektes identifiziert werden können und somit eine standardisierte und regelbasierte Auswertung der im Modell vorhandenen Infor-



**Abbildung 3.4**  
Traditionelle Darstellung der Innenschale



**Abbildung 3.5**  
Darstellung der Innenschale im 3D-Modell mit Objekten und Teilobjekten



**Abbildung 3.6**  
Beispielhafte Darstellung der Objekte Leibung/Sohlengewölbe, Leibung/Gewölbe und Zwischendecke der Innenschale im 3D-Modell

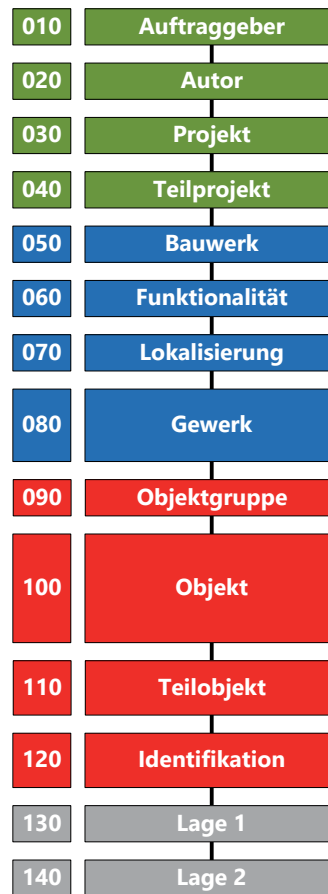
mationen ermöglichen, ist es notwendig, diesen eine eindeutige Codierung zuzuweisen.

In dieser Ausarbeitung werden die Ergebnisse, die der DAUB-Arbeitskreis aus dem bereits erarbeiteten Fachwissen heraus entwickelt hat, vorgestellt. Beim Aufbau der Objektcodierung wurde darauf geachtet, dass bereits am Markt vorhandene Systeme, wie z. B. der StB-Code des Arbeitskreises BIM im Spezialtiefbau, integriert werden können. Die Anwendung dieses Systems ist aufgrund des Aufbaus skalierbar. Somit kann eine Codierung durch den vollständigen Schlüssel oder nur durch Teile daraus erfolgen. Die Darstellung in **Abbildung 3.7** zeigt die Struktur des Systems, welche im Folgenden weiter erläutert wird:

- Die ersten vier Ebenen (Ebene 010 bis 040, grün) des Objektkatalogs (Auftraggeber, Autor, Projekt, Teilprojekt) definieren die übergeordneten Projektinformationen und weisen dem modellierten Objekt einen verantwortlichen Autor zu.
- Der zweite Abschnitt (Ebene 050 bis 080, blau) bezeichnet die Art, Funktionalität und Lokalisierung des zugehörigen Bauwerks und definiert zusätzlich das entsprechende Gewerk.
- Im dritten Abschnitt (Ebene 090 bis 120, rot) geht es um die eigentlichen Objekte. Hier wird eine eindeutige Definition des modellierten Objektes getätigt, indem die Objekte bzw. Teilobjekte in Objektgruppen zusammengefasst und durch einen Identifikator weiter lokalisiert bzw. durch die Angabe von Nummern identifizierbar werden.
- Der letzte Abschnitt (Ebene 130 und 140, grau) dient dazu, dem Objekt eine weiterführende und abschließende Lagedefinition zu geben, anhand dessen es eindeutig lokalisiert werden kann.

Jede dieser Ebenen besitzt numerische oder alphanumerische Werte bzw. Abkürzungen mit einer vordefinierten Anzahl von Stellen, die in Summe dann den Objektcode ergeben. Nicht vergebene oder fehlende Informationen in den Ebenen werden durch Platzhalter (x) aufgefüllt. Diese Platzhalter sind auch zu verwenden, wenn Ebenen nicht gefüllt werden müssen oder können. Exemplarisch soll **Abbildung 3.8** der Verdeutlichung dienen: Die Codestruktur folgt somit der Vorgehensweise „vom Groben ins Feine“.

Dieser Code soll aus dem jeweiligen Modellierungsprogramm heraus durch die Eingabe von Attributen automatisiert erzeugt werden. Hierzu können zum einen grundsätzliche Projektangaben bei der Modell-Erstellung genutzt werden und zum anderen Eingaben bei der Erstellung der einzelnen Objekte, die durch Listen ausgewählt oder frei definiert werden sollen. Der Objektkatalog enthält bereits eine Vielzahl von Objekten, die verwendet werden können,



**Abbildung 3.7**  
Aufbau der Objektcodierung

dieser ist jedoch nicht abschließend und soll zukünftig aus den Erfahrungen der Anwender heraus weiter ausgebaut werden.

### 3.2.1 Ebene 010: Auftraggeber

In der Ebene 010 werden Angaben über den Auftraggeber definiert. Im Regelfall gibt es nur einen Auftraggeber. Bei Großprojekten ist es jedoch auch möglich, dass einzelne Teile des Projekts verschiedene Auftraggeber haben. Durch diese Ebene ist eine Zuordnung der Modelle zu den diversen AG möglich. Beispielfhaft kann hier das Großprojekt Stuttgart 21 (S21) herangezogen werden, bei dem die Deutsche Bahn (DB) den Tiefbahnhof und die Stuttgarter Straßenbahnen (SSB) die Haltestelle Staatsgalerie beauftragt haben.

Ebene 010: Auftraggeber	
Vorgegebene Stellenanzahl	5
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	allgemeine Projektangaben innerhalb des Modells
Beispiel	
Auftraggeber	Deutsche Bahn
Codesegment	DBxxx

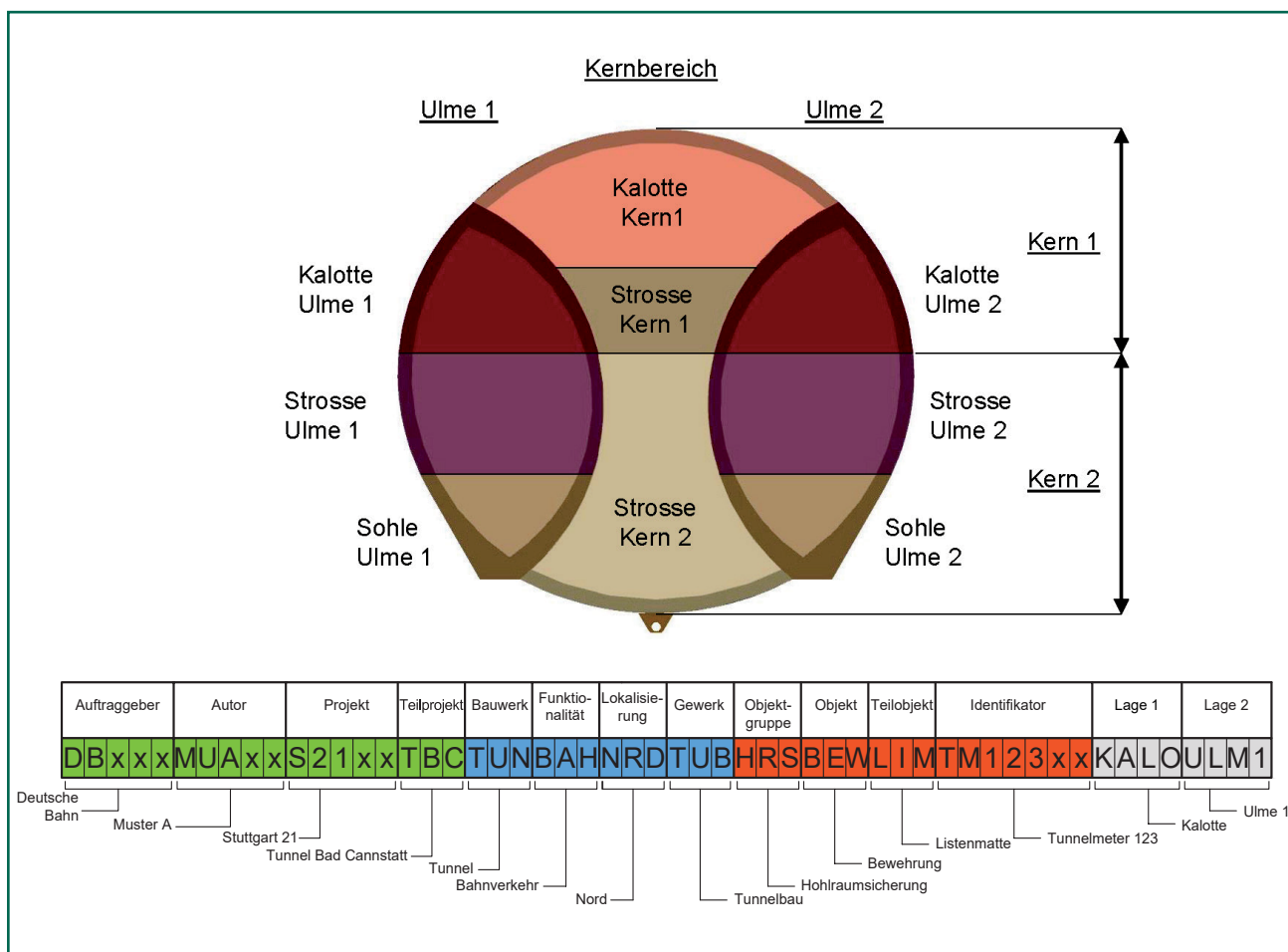


Abbildung 3.8 Beispiel einer Objektcodierung

### 3.2.2 Ebene 020: Autor

Um die Verantwortlichkeit der Modellerstellung eindeutig zuzuweisen, zu kontrollieren und zu steuern, wird in der Ebene 020 der Ersteller bzw. Modellautor des Modells angegeben. Die Angaben hierzu sollen firmenbezogen und nicht personalisiert sein.

Ebene 020: Autor	
Vorgegebene Stellenanzahl	5
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	allgemeine Projektangaben innerhalb des Modells
Beispiel	
Autor	Firma Muster A
Codesegment	MUAxx

### 3.2.3 Ebene 030: Projekt

Die Bezeichnung des Projekts wird in der Ebene 030 vorgenommen. In der Abkürzung des Codes sollen sich idealerweise allgemein gültige Abkürzungen wiederfinden, wie im Beispiel angegeben.

Ebene 030: Projekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	5
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	allgemeine Projektangaben innerhalb des Modells
Beispiel	
Projekt	Stuttgart 21
Codesegment	S21xx

### 3.2.4 Ebene 040: Teilprojekt

In der Ebene 040 wird das Großprojekt in die einzelnen Teilprojekte bzw. Baulose unterteilt. Beispielfähig können in dieser Ebene beim Großprojekt S21 die verschiedenen Baulose „Zuführung Bad Cannstatt“ oder „Zuführung Feuerbach“ genannt werden.

Diese Ebene ist eine Bedarfsebene und kann bei nicht unterteilten Projekten mit Platzhaltern („xxx“) befüllt werden.

Ebene 040: Teilprojekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	allgemeine Projektangaben innerhalb des Modells
Beispiel	
Teilprojekt	Tunnel Bad Cannstatt
Codesegment	TBC

### 3.2.5 Ebene 050: Bauwerk

Das Projekt bzw. das Teilprojekt wird in der Ebene 050 weiter aufgegliedert. Die Aufgliederung erfolgt dabei bauwerksbezogen und gewerkübergreifend. Somit wird das Objekt einem Bauwerk zugeordnet.

Ebene 050: Bauwerk	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Bauwerk	Tunnel
Codesegment	TUN

### 3.2.6 Ebene 060: Funktionalität

Zur weiteren Spezifizierung der einzelnen Bauwerke kann die Ebene 060 genutzt werden. Hier kann die Funktionalität des Bauwerks beschrieben werden, falls notwendig. Dabei kann zum Beispiel einer Kaverne die Funktionalität „Bahnverkehr“ zugewiesen werden.

Ebene 060: Funktionalität	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Funktionalität	Bahnverkehr
Codesegment	BAH

### 3.2.7 Ebene 070: Lokalisierung

Die Lokalisierung dient zur weiteren Verfeinerung der Lagedefinition des Bauwerks, um eine eindeutige Einordnung der Lage vorzunehmen. Hierfür steht die Ebene 070 zur Verfügung.

Ebene 070: Lokalisierung	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Lokalisierung	Nord
Codesegment	NRD

### 3.2.8 Ebene 080: Gewerk

Die Unterscheidung der am Untertagebau beteiligten Gewerke wird in der Ebene 080 durchgeführt. Damit kann dem Objekt auch eine Zuweisung zu den einzelnen Fachmodellen gegeben werden.

Ebene 080: Gewerk	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Gewerk	Tunnelbau
Codesegment	TUB

### 3.2.9 Ebene 090: Objektgruppe

Die Objektgruppe ist eine Gruppierung von einzelnen Objekten, die durch unterschiedliche Montagevorgänge zu einem Endprodukt zusammengefügt werden. Durch die Ebene 090 können mehrere Objekte (Ebene 100) zur besseren Auswertung oder Visualisierung zusammengefasst werden.

Ebene 090: Objektgruppe	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Objektgruppe	Hohlraumsicherung
Codesegment	HRS

### 3.2.10 Ebene 100: Objekt

Ein Objekt, welches in der Ebene 100 definiert wird, ist mit einem herzustellenden Bauteil oder Teile der Ausstattung (siehe **Kapitel 2.5**) gleichzusetzen. Das Objekt ist im geometrischen und informativen Detaillierungsgrad prinzipiell abhängig von den Projektfestlegungen. Damit eine Verknüpfung mit dem LV möglich sein wird, empfiehlt es sich, als Orientierung die Abrechnungseinheit der LV-Position heranzuziehen. Des Weiteren kann eine Aufteilung der Objekte auch terminplanbezogen vorgenommen werden, je nachdem wie der Projektstrukturplan organisiert ist und welche Anwendungsfälle festgelegt wurden. Zur weiteren Verfeinerung dient die Ebene 110: Teilobjekt.

Ebene 100: Objekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Objekt	Bewehrung
Codesegment	BEW

### 3.2.11 Ebene 110: Teilobjekt

Ein Teilobjekt ist das kleinste darzustellende Element, das im Modell vorhanden ist. In dieser Ebene 110 können Objekte innerhalb von Objekten beschrieben werden, wie z. B. die Bewehrung in der Innenschale. Reicht eine eindeutige Beschreibung von Objekten in der Ebene 100 aus, bleibt diese Ebene „frei“ und wird mit dem Platzhalter „xxx“ befüllt.

Ebene 110: Teilobjekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	3
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Teilobjekt	Listenmatte
Codesegment	LIM

### 3.2.12 Ebene 120: Identifikator

Der Identifikator, der in der Ebene 120 festgelegt werden kann, dient zur eindeutigen Unterscheidung von Objekten bzw. der Zuordnung eines Objektes bei einer Vielzahl von vergleichbaren Objekten, wie z. B. der Blocknummer einer Innenschale oder einer Angabe zum Tunnelmeter. Er gibt gleichzeitig die räumliche Lage in Tunnellängsrichtung wieder. Zur genauen Unterscheidung der einzelnen Werte ist eine Kombination aus alphabetischen und numerischen Angaben hilfreich, z. B. „TM“ als Abkürzung für Tunnelmeter und „1234“ zur Angabe der Station.

Ebene 120: Identifikator	
Vorgegebene Stellenanzahl	7
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Identifikator	Tunnelmeter
Codesegment	TM12345

### 3.2.13 Ebene 130: Lage 1 – Objekt

Die Lage des Objekts im vertikalen Teilquerschnitt wird in der Ebene 130 angegeben, um eine eindeutigere Zuordnung zu einem bestimmten Ort innerhalb des Tunnels zu ermöglichen, z. B. Kalotte oder Strosse.

Ebene 130: Lage 1 – Objekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	4
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Lage 1 – Objekt	Kalotte
Codesegment	KALO

### 3.2.14 Ebene 140: Lage 2 – Objekt

Mit der Ebene 140 kann die Lage im horizontalen Teilquerschnitt eines bestimmten Bauteils innerhalb eines Modells weiter detailliert und eine eindeutige Zuordnung zu einem bestimmten Ort ermöglicht werden, z. B. Ulme 1, rechts oder links, oben oder unten.

Ebene 140: Lage 2 – Objekt	
Vorgegebene Stellenanzahl	4
Vorschlag zur automatisierten Erzeugung des Codesegments	Auswahlliste und/oder frei definierbare Angabe
Beispiel	
Lage 1 – Objekt	Ulme 1
Codesegment	ULM1

## 4 Merkmale und Attribute

Ein Merkmal beschreibt eine Eigenschaft eines Objektes bzw. Teilobjektes und Attribute spezifizieren dieses Merkmal. Die Merkmale können nach DIN EN ISO 23386 ein oder mehrere Attribute haben, wie z. B. die "Einheiten", die "Beschreibungen in Sprache N", den "Namen in Sprache N". Die zur Auswahl stehenden Attribute sind in der Norm zu finden. In **Anlage 3** ist eine Liste mit Vorschlägen zu Merkmalen und de-

ren Attribute „Wertebereich“ und „Einheiten“ zu den (Teil-) Objekten zu finden.

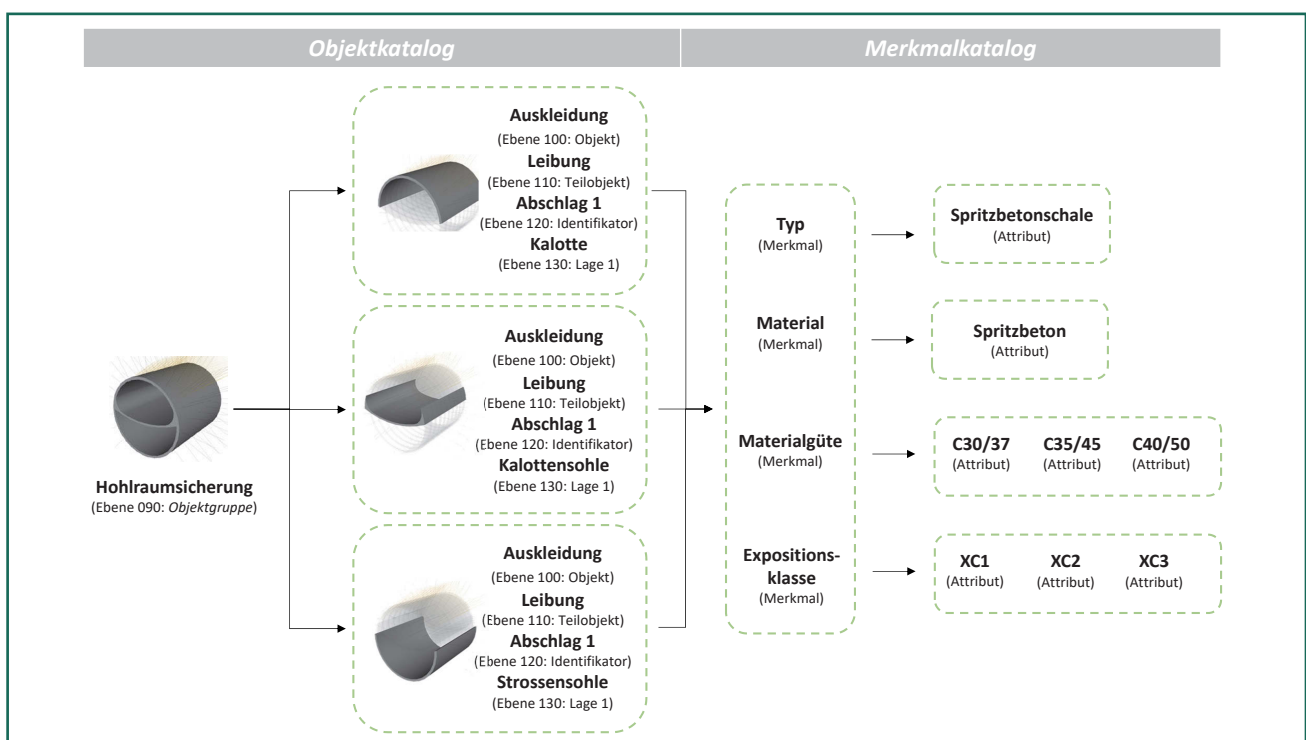
Derzeit findet in dem Arbeitskreis eine grundlegende Überarbeitung zur Verwendung einer Merkmaldatenbank statt, deren Veröffentlichung im 2. Quartal 2021 geplant ist.

Merkmale beziehen sich auf Objekte bzw. Teilobjekte, je nachdem welches Element in der Hierarchie auf unterster Ebene modelliert wird (Ebene 100 oder 110). Dies ist eng an den jeweiligen Anwendungsfall bzw. den relevanten Detaillierungsgrad gebunden (**Abbildung 4.1**). Folgende Merkmale sollten für alle Objekte und Teilobjekte eingeführt werden:

- Ein Merkmal für jedes Codesegment (siehe **Kapitel 3.2**) der einzelnen Ebenen
- Ein Merkmal für den aus den Codesegmenten zusammengesetzten Objektcode
- Die vorgesehene Abrechnungseinheit des Objektes bzw. Teilobjektes

Bei der Entwicklung eigener Objektvorlagen empfiehlt es sich, mindestens die Merkmale des Objektcodes sowie weitere gängige Merkmale je Objekte bzw. Teilobjekte bereits mit anzulegen.

Die in diesem Dokument aufgelisteten Objekte bzw. Teilobjekte (siehe **Anlage 1**) beschreiben zum einen untertagebauspezifische Bauteile bzw. Geräte, zum anderen sind aber auch Bauteile beschrieben, die häufig in Verbindung mit Untertagebauprojekten



**Abbildung 4.1** Informationen der Objektgruppe Hohlraumsicherung



zur Ausführung anfallen (z. B. HDI-Block). Die Merkmale und Attribute in der **Anlage 3** werden lediglich für die untertagebauspezifischen Objekte und Teilobjekte aufgeführt. Diese Liste ist ein Entwurf und kann als Vorlage für eine projektspezifische Auswahl oder Erweiterung dienen.

## 5 Ausblick

Zielsetzung dieses ersten Teils der Empfehlung zu den Modellanforderungen war es, ein einheitliches Verständnis für eine Projekt- bzw. Modellstruktur zu schaffen, einen Objektkatalog mit gleichlautenden Bezeichnungen von Objekten zu definieren und eine Grundstruktur an entsprechenden Merkmalen und Attributen zu benennen.

Darüber hinaus sind jedoch einige Themen noch nicht abschließend diskutiert und festgelegt. Hierfür sollen in weiterer Folge ergänzende Empfehlungen (Modellanforderungen – Teil 2 ff.) erarbeitet werden. Diese werden voraussichtlich folgende Themen behandeln:

- Modellarten
- Granularität
- Umgang mit bzw. Berücksichtigung von Überhöhungen, Überprofilen oder Toleranzen in Modellen des Untertagebaus
- Anwendungsfälle und deren Merkmale
- Interoperabilität, Datenübergabe
- Koordinatensysteme
- Trassierungsabhängigkeiten
- Austauschszenarien
- ...

Die Ausarbeitungen des DAUB-Arbeitskreises „BIM im Tunnelbau“ sind nicht abschließend und müssen sich in der Praxis noch bewähren. Erfahrungen, die in der weiteren Bearbeitung nach dieser Empfehlung gesammelt werden, sollen in weiteren Ergänzungen oder Aktualisierungen aufgenommen und zur Verfügung gestellt werden.

Im Zuge der weiteren Entwicklung von BIM im Tunnelbau wird es außerdem wichtig sein, ein standardisiertes, objekt- und modellbasiertes **Leistungsverzeichnis** für den Untertagebau zu entwickeln. Es wird zielführend sein und allen Projektbeteiligten zugutekommen, wenn die Modelle bereits in der Entwurfsphase erstellt werden und den Bietern und potentiellen Auftragnehmern in der Ausschreibungsphase als Ausschreibungsmodell zur Verfügung gestellt werden. Möglicherweise wird auch die Einbezie-

hung aller Beteiligten in früheren Leistungsphasen der Projektabwicklung durch den Bauherrn neu definiert werden. Dafür sollen diese Empfehlungen als Grundlage dienen.

Auch beim Thema **Baugrundmodellierung** sind weitere Festlegungen notwendig, da auch dieses Feld für eine sinnvolle Nutzung der BIM-Methodik im Untertagebau eine Rolle spielt. Die Codierung der Objekte im Baugrundmodell soll auf die hier vorgestellte Systematik abgestimmt werden, um eine durchgängige Nutzung der Objekte insbesondere in Bezug auf die modellbasierte Abrechnung und Analyse zu gewährleisten. Herausforderungen, die sich aus der Vertragsgestaltung im Bereich Baugrundrisiko ergeben, müssen gemeinschaftlich bewältigt werden. Es soll hier auch zum Ausdruck kommen, dass das Baugrundmodell in erster Linie das Baugrundgutachten widerspiegeln sollte und der Detaillierungsgrad nur so genau sein kann, wie die zugrundeliegenden Baugrunduntersuchungen. Die Verwendung eines Baugrundmodells wird jedoch dem Projektverständnis und der Leistungsermittlung dienen und somit auch Risiken verringern. Diese Anwendung ist fachbereichsübergreifend zu sehen und deckt verschiedene Projektbereiche ab. Daher kann es bei komplexen Projekten nicht alleine vom Untertagebau definiert werden. Im technischen Positionspapier „BIM im Spezialtiefbau“ des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie e. V. sind u. a. bereits die Themenfelder Bodenschichtenmodell (BSM) und digitales Geländemodell (DGM) erfasst worden. Aufgrund der derzeit noch nicht durchgängigen Realisierbarkeit der 3D-Baugrundmodellierung sollte dieses Spezialgebiet zukünftig unbedingt einer näheren Betrachtung unterzogen werden, um auch diesen Anwendungsfall abdecken zu können.

Es finden Aktivitäten von building SMART International (bSI) im Infrastructure Room statt (IFC Tunnel). Hierdurch kann es sich ergeben, dass eine Überprüfung der Klassen des neutralen Datenformats **IFC (Industry Foundation Classes)** notwendig wird, um alle Objekte und Informationen für die speziellen Belange des Untertagebaus abbilden und übertragen zu können.

Damit das in dieser Empfehlung entwickelte System Anwendung finden kann, müssen die Objektcodierung und der Objektkatalog inkl. der vorgeschlagenen Merkmale und Attribute in die Software-Landschaft eingepflegt werden. Hierfür sind koordinierende Aktivitäten bei allen Beteiligten inklusive den Softwareherstellern notwendig.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass durch diese Ergänzung zur DAUB-Empfehlung „BIM im Untertagebau“ der nächste große Schritt in Richtung Standardisierung dieser Planungsmethodik im Untertagebau gegangen wurde. Die Veröffentlichung weiterer Tei-



le der Modellanforderungen, wie oben beschrieben, wird für noch mehr Klarheit und Verständnis bei allen Beteiligten sorgen. Damit wird die Digitalisierung im Bauwesen weiter vorangetrieben und es wird die Aufgabe gelebt, dass Auftraggeber und Auftragnehmer in einer partnerschaftlichen Form der Zusammenarbeit von Beginn an gemeinsam am Erfolg der Projekte arbeiten können. ■

## 6 Glossar

<b>3D-Modell</b>	Dreidimensionales Modell eines Bauwerks, welches physikalische, geometrische und funktionale Attribute enthält
<b>4D-Modell</b>	3D-Modell, das mit dem Terminplan bzw. den Ausführungsprozessen um die Komponente Zeit verknüpft ist
<b>5D-Modell</b>	Erweiterung des 4D-Modells um die Kostenplanung
<b>AIA</b>	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen; Vertragsdokument, welches Informationsanforderungen des Auftraggebers in der Ausschreibung vorgibt, um die Rahmenbedingungen der BIM-Anwendung festzulegen
<b>Attribute</b>	Attribute spezifizieren die Merkmale eines Objektes (nach DIN EN ISO 23386)
<b>Ausschreibungsmodell</b>	Modell, das vom Auftraggeber allen Bietern im Ausschreibungsverfahren zur Verfügung gestellt werden soll
<b>AwF</b>	Anwendungsfall; aus den BIM-Zielen abgeleitete spezielle Leistungserbringung unter Nutzung der BIM-Methodik
<b>BAP</b>	BIM-Abwicklungsplan; Vertragsdokument, das die mögliche BIM-Anwendung des Bieters aufzeigt und zyklisch im Projektverlauf erweitert wird; zudem wird hier der Detaillierungsgrad (LoI, LoG und LoD) festgelegt
<b>Baugrundmodell</b>	Modell mit Darstellung der geologischen Baugrundsituation
<b>BIM</b>	Building Information Modeling; BIM bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage von BIM-Modellen, die für den Lebenszyklus eines Bauwerks relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden
<b>bSI</b>	building SMART International; eine internationale nichtstaatliche non-profit-Organisation; sie definiert das Austauschformat Industry Foundation Classes zum BIM-Datenaustausch im Bauwesen
<b>Code</b>	Eindeutige Definition eines Objektes durch Zuweisung von numerischen und alphanumerischen Attributen; der Gesamtcode besteht aus einzelnen Codesegmenten
<b>Codesegment</b>	Teilbereich des Gesamtcodes, der die einzelnen Ebenen des hier dargestellten Objektkataloges definiert
<b>DACH</b>	Apronym für Deutschland (D), Österreich (A) und die Schweiz (CH)
<b>Detaillierungsgrad</b>	Beschreibt den Informationsgehalt von digitalen 3D-Modellen (Level of Detail = LoD)
<b>Georeferenziert</b>	Räumliche Zuweisung eines Objektes in einem Koordinatensystem
<b>Gewerk</b>	Im Bauwesen umfasst ein Gewerk im Allgemeinen die Arbeiten, die einem in sich geschlossenen Bauleistungsbereich zuzuordnen sind

<b>Granularität</b>	Detaillierungsgrad der geometrischen und semantischen Informationen
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes; Herstellerunabhängiges, offenes, standardisiertes und objektorientiertes Datenformat zum Austausch von Modellen
<b>Interoperabilität</b>	Verträglichkeit von Softwaresystemen im Hinblick auf die Unterstützung des verlustfreien Datenaustauschs
<b>LV</b>	Leistungsverzeichnis; Im Rahmen der Leistungsbeschreibung ein tabellarisches Verzeichnis von Teilleistungen zur Definition einer im Rahmen eines Auftrages zu erbringenden Gesamtleistung
<b>Modellierungsrichtlinie</b>	Definiert die in einer Organisation oder einem Projekt einzuhaltenden Rahmenbedingungen zur Erstellung von Informationsmodellen
<b>Modellstruktur</b>	Definition des übergeordneten Aufbaus der einzelnen Teilmodelle und deren Zusammenhang (Koordinationsmodelle)
<b>PSP</b>	Projektstrukturplan; gliedert den gesamten Leistungsumfang eines Projekts in Teilaufgaben und Arbeitspakete

## Anlage 1 Objektkatalog

## Anlage 2 Beispiele Objektcodierung

## Anlage 3 Beispiele Merkmale und Attribute

**Anlage 3.1** Merkmale und Attribute Objektgruppe Hohlrumsicherung

**Anlage 3.2** Merkmale und Attribute Objektgruppe Innenschale-Massivbau

**Anlage 3.3** Merkmale und Attribute Objektgruppe Vortriebsausbruch

## Anlage 4 Beispiele Visualisierungen

**Die o. a. Anlagen stehen als ein komprimiertes Archiv zum Download zur Verfügung.**