

DEGES

LOD-Konzept

Grundlagen

Version 1.6

Haftungsausschluss

1. Hinweis zur Nutzung der Inhalte

Der Inhalt des vorliegenden Dokuments wurde mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt und unterliegt weiterhin stetiger Fortschreibung. Der Herausgeber stellt dieses Dokument kostenlos und frei zur Verfügung. Er übernimmt keine Gewähr für Richtigkeit und Aktualität der darin enthaltenen Informationen. Die Nutzung dieses Dokuments erfolgt auf eigene Gefahr. Allein durch den Abruf kommt keinerlei Vertragsverhältnis zwischen dem Nutzer und dem Herausgeber zustande, insoweit fehlt es am Rechtsbindungswillen des Herausgebers. Allein die im Rahmen der Vergabe herausgegebenen projektspezifischen Unterlagen sind als verbindlich anzusehen.

2. Verweise und Benennung von Produkten

Das Dokument enthält Verweise auf andere Dokumente und externe Quellen. Für diese haftet der jeweilige Herausgeber selbst. Zum Zeitpunkt der Einführung in das vorliegende Dokument waren keine Rechtsverstöße ersichtlich.

Auf die aktuelle und künftige Gestaltung der Quellen hat der Herausgeber des vorliegenden Dokuments keinen Einfluss, auch ist die permanente Überprüfung der Quellen ohne konkrete Hinweise auf Rechtsverstöße nicht zumutbar. Bei Bekanntwerden von Rechtsverstößen werden die betroffenen Passagen unverzüglich entfernt.

Die nicht herstellernerneutrale Benennung von Produkten und Lösungen erfolgt nur zur besseren Verdeutlichung der darzustellenden Sachverhalte und entfaltet keine Bindungswirkung.

3. Urheberrecht / Verwandte Schutzrechte

Das vorliegende Dokument und sein Inhalt unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Der Herausgeber räumt dem Nutzer des vorliegenden Dokuments kostenlos ein einfaches, räumlich und zeitlich unbeschränktes Nutzungsrecht an diesem und dessen Inhalt ein. Das Nutzungsrecht umfasst die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Einspeicherung, Verarbeitung bzw. Wiedergabe von Inhalten in Datenbanken oder anderen elektronischen Medien und Systemen. Eine darüber hinaus gehende Nutzung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Herausgebers. Die Nutzung erfolgt auf eigene Gefahr. Inhalte und Rechte Dritter sind als solche zu kennzeichnen.

Index

Nr.	Version	Datum	Änderung	Verfasser
01	0.1	05.2018	Entwurf	Lewerenz, Kersten
02	1.0	07.2018	Ergänzungen	Lewerenz, Kersten
03	1.1	07.2018	Anpassungen	Lewerenz, Kersten
04	1.2	07.2018	Ergänzungen des Abschnitts 2.6	Lewerenz, Kersten
05	1.3	12.2018	Überarbeitung aufgrund von Anmerkungen aus QM/P	Lewerenz, Kersten
06	1.4	02.2019	Überarbeitung aufgrund von Anmerkungen aus QM/P	Lewerenz, Kersten
07	1.5	06.2019	Überarbeitung aufgrund von Anmerkungen aus QM/P	Lewerenz, Kersten
08	1.6	02.2020	Überarbeitung aufgrund von Anmerkungen aus QM/P	Lewerenz, Kersten

Im Änderungsindex sind redaktionelle Änderungen, welche aus Rückmeldungen resultieren, nicht im Einzelnen aufgeführt.

Inhalt

1	Einführung.....	6
1.1	Ziele	6
1.2	Vorbemerkungen.....	6
1.3	Zeichnungsmaßstäbe und LOD.....	7
1.4	LOD und Objektplanung	7
2	Methodik	8
2.1	Projektstart.....	8
2.2	Zuordnung des LOD	8
2.3	Prozess der Bestimmung des LOD.....	9
2.4	Checkliste zur Festlegung eines projektspezifischen LOD.....	10
2.5	Grundsätze für die Anwendung des LOG	10
2.6	Grundsätze für die Anwendung des LOI.....	10
2.6.1	Umgang mit IfcPropertySets	11
3	Toleranzen	12
3.1	Allgemein.....	12
3.2	Genauigkeit in der Planung und Bauausführung.....	12
4	Anhang.....	14

Tabellen

Tabelle 1: Vergleich Zeichnungsmaßstab / LOD anhand der Anforderungen für die Verkehrsanlage	7
Tabelle 2: Vergleich LOD Strecke / LOD Ingenieurbauwerk	8
Tabelle 3: LOG-Stufen.....	9
Tabelle 4: LOI-Stufen	9
Tabelle 5: Grenzabweichungen für Maße (DIN 18202:2013, Tabelle 1)	13
Tabelle 6: LOA-Stufen.....	13

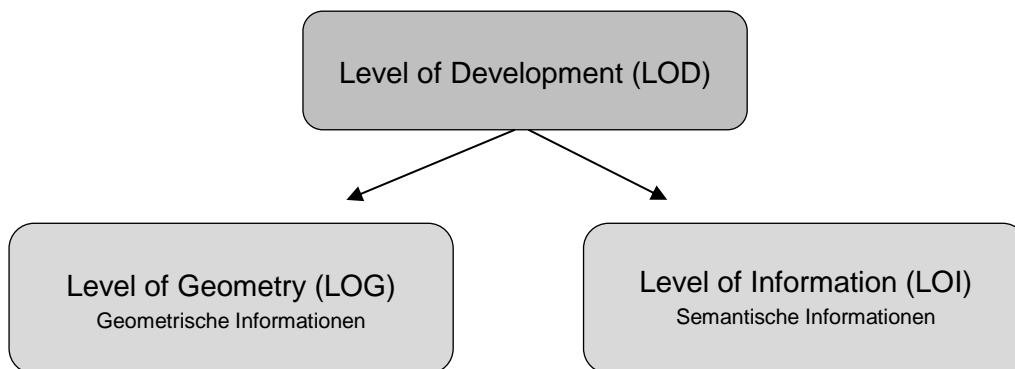
1 Einführung

1.1 Ziele

In der Anwendung digitaler Methoden (BIM) in der Planung und dem Bau von Verkehrsanlagen und Bauwerken kann der althergebrachte Maßstab keine Rolle mehr spielen – Modelle transportieren, was auch immer sie sollen, frei von jedem Maßstab. Diese Unterlage soll Sie unterstützen und in die Lage versetzen, einen projektspezifischen LOD zu definieren und diesen gegenüber Dritten zu vertreten.

1.2 Vorbemerkungen

Das bisherige Denken in Maßstäben, aus der 2D Welt, musste in der Welt der Modelle neu überdacht und die Granularität und Inhaltstiefe des Modells neu definiert werden.



Die Definition des LOD ist nicht einheitlich; grundsätzlich ist aber die Einstufung in LOD 100 bis LOD 500 anerkannt.

Die bisherigen Erkenntnisse haben gezeigt, dass die Detaillierung von Bauteilen in Modellen variieren kann. Daher sollte der LOD nur zur Definition der Bauteile herangezogen werden und nicht auf das Gesamtmodell, oder sogar auf ein Gesamtkoordinierungsmodell, übertragen werden.

Im Laufe der Projektentwicklung ändern sich die Detaillierung der Geometrie und die Anzahl an alphanumerischen (inhärenten) Informationen des Modellelements. Dabei können diese sich durchaus mit steigender LOD-Stufe unterschiedlich entwickeln.

Mit Blick auf dem Mehrwert, der durch Modellierung entsteht, sollte immer auch die Effizienz betrachtet werden. Die Detaillierung und Ausstattung mit Attributen sollte immer im Zusammenhang zur jeweiligen Leistungsphase und dem Anwendungsfall stehen.

Im Falle der Nutzung von vordefinierten Bauteilen wird oft ein Leistungsstand vermittelt, der aufgrund der hohen graphischen Genauigkeit irreführend ist. Die Aussage zum LOD vermittelt u.U. nicht den tatsächlichen und aktuellen Leistungsstand.

Diese Unterlage orientiert sich grundsätzlich an der DIN EN ISO 19650 mit Stand April 2018.

Im Anhang zu diesem Dokument finden sich weitergehende Vorgaben zum LOG und LOI.

1.3 Zeichnungsmaßstäbe und LOD

Mit der Einführung der BIM-Methodik, und der einhergehenden Mehrdimensionalität der Planung hat sich der konventionelle Anspruch an Planunterlagen nicht verändert.

Ziel der Planung in Modellen muss es also bis auf weiteres sein, die Ableitbarkeit der 2D-Unterlage in der geforderten konventionellen Form zu gewährleisten.

Zeichnungsmaßstab in 2D	Level of Development										
<p>Zeichnungsmaßstäbe sind fachlich bestimmten Leistungsphasen zugeordnet.</p> <p>Beispiel hierfür können sein:</p> <table><tr><td>M 1:5.000</td><td>Konzeptionelle Planung</td></tr><tr><td>M 1:1.000</td><td>Vorplanung</td></tr><tr><td>M 1:500</td><td>Entwurfsplanung</td></tr><tr><td>M 1:50</td><td>Ausführungsplanung</td></tr><tr><td>M 1:10</td><td>Detailplanung</td></tr></table>	M 1:5.000	Konzeptionelle Planung	M 1:1.000	Vorplanung	M 1:500	Entwurfsplanung	M 1:50	Ausführungsplanung	M 1:10	Detailplanung	<p>LOD's werden oftmals an Leistungsphasen und/oder Projektphasen gekoppelt. Generell stellen sie die Mindestanforderungen dar.</p> <p>Beispiel:</p> <p>LOD 100 ≈ Konzeptionelle Planung, Vorplanung</p> <p>LOD 200 ≈ Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung,</p> <p>LOD 300 ≈ Ausführungsplanung, Ausschreibung</p> <p>LOD 400 ≈ Bauausführung, Werkplanung</p> <p>LOD 500 ≈ Modell für den Betrieb</p>
M 1:5.000	Konzeptionelle Planung										
M 1:1.000	Vorplanung										
M 1:500	Entwurfsplanung										
M 1:50	Ausführungsplanung										
M 1:10	Detailplanung										

Tabelle 1: Vergleich Zeichnungsmaßstab / LOD anhand der Anforderungen für die Verkehrsanlage

Dabei ist zu beachten, dass in einem konventionellen Plan verschiedene Maßstäbe definiert sein können. Um eine Vergleichbarkeit in der 3D-Planung zu ermöglichen müssen u.U. ein oder mehrere Bauteile in einem höheren LOG konstruiert werden als der LOD des Modells vorgibt.

1.4 LOD und Objektplanung

Die Ansprüche an den LOD sind aufgrund der Anforderungen aus der Planung von Ingenieurbauwerken und Straßen unterschiedlich. Diese resultieren u.a. aus der zeitlich unterschiedlichen Umsetzung der Leistungsphasen. Im Ingenieurbau erfolgt z.B. die Ausführungsplanung im Regelfall durch das bauausführende Unternehmen, d.h. nach der Ausschreibung.

Die in Tabelle 2 aufgelistete Gegenüberstellung soll diesen unterschiedlichen Anspruch der Anforderungen in den Leistungsphasen aufzeigen. Gleichzeitig ist anzumerken, dass es sich hierbei nicht um eine verbindliche Zuordnung handelt.

Anforderungen an den LOD sollten sich ausschließlich an dem Leistungsbild der HOAI, für die konventionelle Planung, und der RE und RAB-ING orientieren, und der dort geforderten Planungstiefe und Genauigkeit.

LOD - Strecke	LOD - Ingenieurbauwerk
<p>Beispiel:</p> <p>LOD 100 ≈ Bestand, Konzeptionelle Planung, Vorplanung LOD 200 ≈ Vermessener Bestand, Entwurfs-planung, Genehmigungsplanung, LOD 300 ≈ Ausführungsplanung, Ausschreibung LOD 400 ≈ Bauausführung, Werksplanung LOD 500 ≈ Modell für den Betrieb</p>	<p>Beispiel:</p> <p>LOD 100 ≈ Bestand, Konzeptionelle Planung, LOD 200 ≈ Vermessener Bestand, Vorplanung LOD 300 ≈ Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausschreibung LOD 400 ≈ Ausführungsplanung, Bauausführung, Werkplanung LOD 500 ≈ Modell für den Betrieb</p>

Tabelle 2: Vergleich LOD Strecke / LOD Ingenieurbauwerk

2 Methodik

2.1 Projektstart

Zu Beginn eines jeden Projektes in der BIM-Methodik muss man sich Gedanken um die projektspezifischen Erfordernisse machen. Ziel muss sein, einen hohen Grad an Standardisierung und Flexibilität zu erreichen. Die Festlegung des LOD, mit Blick auf die Anforderungen der Leistungsphase, spielt dabei eine große Rolle.

Grundsätzlich gilt, wenn z.B. vom LOD 200 gesprochen wird, ist damit ein LOG 200 und ein LOI 200 gemeint.

In der Praxis ist dies nicht immer haltbar. Das Verwenden mehrerer verschiedener Grade der geometrischen Detaillierung (LOG) in einem Modell ist inzwischen nicht mehr unüblich. Dies kann unterschiedliche Ursachen haben.

Beispiel: In der Leistungsphase 2 werden mehrere Modellvarianten eines Ingenieurbauwerks der Öffentlichkeit vorgestellt. Zur besseren Veranschaulichung werden Elemente wie das Widerlager oder der Überbau als Volumenkörper (LOG100) dargestellt, während das Gelände detailliert mit Handlauf und Füllstäben (LOG300) modelliert wird.

2.2 Zuordnung des LOD

Die Festlegung des LOD kann in mehreren Stufen erfolgen, und steht in Abhängigkeit zum Anwendungsfall.

- geometrische Mindestanforderungen an das Modell
- geometrische Maximalanforderungen an das Bauteil
- semantische Anforderungen an das Bauteil
- spätere Nutzung des Modells

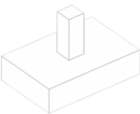

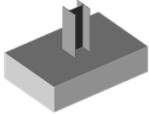
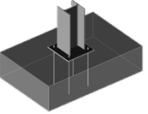
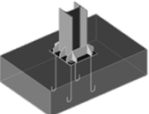
LOG-Stufen					
	100	200	300	400	500
					
LOG	Konzeptionelle Darstellung	Generische (allgemein gültige) Darstellung von Bauwerksteilen: Flügelwand, Überbau, etc.	Darstellung der Hauptabmessungen, Materialien und Positionierung	Produktespezifische und ausführungsreife Darstellung	As-built-Modell (Informationsgehalt geeignet für die Bewirtschaftung)

Tabelle 3: LOG-Stufen

LOI-Stufen					
	100	200	300	400	500
LOI	- IfcProperty Set - Name - Objektart - wichtige Planungs- oder Nutzeranforderungen	- wie LOI 100 plus: - zusätzliche Attribute	- wie LOI 200 plus: - zusätzliche Attribute	- wie LOI 300 plus: - zusätzliche Attribute	- betriebs- und erhaltungsrelevante Attribute

Tabelle 4: LOI-Stufen

2.3 Prozess der Bestimmung des LOD

Bei der Festlegung der projektspezifischen LOD ist zu beachten, dass Teile dieser Festlegungen erst im Projekt und unter Mitwirken des Ingenieurbüros und/oder des bauausführenden Unternehmens beschlossen werden.

Diese werden anfänglich im AIA (Auftraggeber Informationsanforderungen), und später im BAP (BIM-Abwicklungsplan) eingearbeitet.

Ablauf der Prozessschritte:

1. Definition der BIM-Ziele im Projekt (AIA)
 - Ableitung von Anwendungsfällen (AIA)
 - Definition der Übergabezeitpunkte (BAP)
 - Ausgabeformate der Ergebnisse je Anwendungsfall (BAP)

2. Beschreibung des Modells (AIA/BAP)
 - Nutzung des Modells (AIA)

- Definition der Modellstruktur (BAP)
3. Festlegung der LOD-Definition (AIA)
 - Benennung der Modellelemente mit einer Abweichungen von der LOD-Defintion (BAP)
 - Benennung des Modelllieferanten (BAP)

2.4 Checkliste zur Festlegung eines projektspezifischen LOD

Die Checkliste ist eine Liste mit Fragen, die sich der Projektverantwortliche stellen muss, mit Blick auf die im Abschnitt 2.3 benannten Schritte.

- Wie lauten die Projektziele?
- Welche Anwendungsfälle ergeben sich aus den Projektzielen?
- Welche Informationen werden für den Anwendungsfall benötigt?
- Welche Ergebnisse ergeben sich aus dem Anwendungsfall?
- Was für Modelle werden benötigt?
- Welche Modellstruktur wird für den jeweiligen Anwendungsfall benötigt?
- Wer ist für die Erstellung der Bauteile verantwortlich?
- Wer ist für die Fortschreibung der geometrischen und semantischen Informationen verantwortlich?
- Gibt es externe Vorgaben und Zwänge zu berücksichtigen?

Die Beantwortung dieser Fragen sollte nicht einem Projektverantwortlichen allein überlassen werden.

2.5 Grundsätze für die Anwendung des LOG

1. Die Bauteile eines Modells werden nur mit den für den jeweiligen Anwendungsfall und der aktuellen Leistungsphase benötigten geometrischen Informationen ausgestattet.
2. Die geometrische Genauigkeit muss den Erfordernissen der Leistungsphase und den abzuleitenden Planunterlagen entsprechen.
3. Eine Ableitung von 2D-Plänen sollte aus dem Modell mit verhältnismäßigen Nacharbeiten möglich sein.

2.6 Grundsätze für die Anwendung des LOI

1. Die Informationen müssen den Erfordernissen der Leistungsphase entsprechen.
2. Alle Informationen der vorangegangenen Leistungsphasen sollten in den nachfolgenden Leistungsphasen mitgeführt werden.
3. Das „as-built“-Modell muss/darf ausschließlich Informationen enthalten, die für den Betrieb und Erhalt notwendig sind. Letzten Endes ist es aber die Aufgabe des Betreibers die erforderlichen Informationen zu definieren. Alle darüber hinausgehenden Informationen sind aus dem Modell zu entfernen.

2.6.1 Umgang mit IfcPropertySets

Die Anwendung des LOI (Level of Information) basiert auf der Zuordnung einer Anzahl von Informationen zu einem Element. Die Zuordnung erfolgt über definierte Attribute, die u.a. in sogenannten IfcPropertySets zusammengefasst werden können.

Hinweis: Sollten im IFC-Schema keine IfcBuildingElements für Ingenieurbauwerke, Verkehrsanlagen, Umweltbelange und/oder weitere die Planung betreffende Modellelemente enthalten sein, wird die Anbindung der IfcPropertySets an ein IfcBuildingElementProxy empfohlen. Sind in den IfcPropertySets Attribute enthalten, die nicht mit Eingaben befüllt werden können, muss der Eintrag „NotDefined“ gesetzt werden.

3 Toleranzen

3.1 Allgemein

Die in der Bauausführung gemachten Erfahrungen im Abgleich von realisiertem Bauwerk zum ursprünglichen digitalen Modell zeigen, dass Abweichungen üblich und vertretbar sind.

3.2 Genauigkeit in der Planung und Bauausführung

Die Genauigkeit in der Planung unterscheidet sich grundsätzlich von der angewandten Genauigkeit in der Bauausführung.

Das gemeinsame Ziel ist jedoch die Übergabe des digitalen Bauwerksmodells in den Betrieb – Abweichungen zwischen Modell und gebauter Realität sind insofern diskutabel.

In der Bauausführung weicht das Nennmaß zuweilen vom Istmaß ab. Toleranzen dienen dabei zur Begrenzung der Abweichungen von den Nennmaßen der Größe, Gestalt und der Lage von Bauteilen und Bauwerken.

Die Einhaltung von Toleranzen ist erforderlich, um trotz unvermeidlicher Ungenauigkeit beim Messen, bei der Fertigung und bei der Montage die vorgesehene Funktion zu erfüllen und das funktionsgerechte Zusammenfügen von Bauteilen ohne Anpass- und Nacharbeiten zu ermöglichen.

International wurden deswegen Initiativen entwickelt um einen einheitlichen Umgang mit Toleranzen in der BIM-Planung zu ermöglichen. Das US-amerikanische Institute of Building Documentation gab 2015 einen Vorschlag in Form des „Levels of Accuracy“ (LOA) heraus.

Alternativ dazu gibt es in Deutschland u.a. für Ingenieurbauwerke die ZTV-ING und für den Hochbau die DIN 18202.

In der ZTV-ING werden im Teil 1, Abschnitt 4, die Bedingungen an eine zulässige Abweichung definiert. Diese beschränken sich z.B. lediglich auf die Erreichung der Rohbau-Ist-Höhen und die Ebenflächigkeit. Wenig Beachtung finden Winkelabweichungen von Widerlagern oder Tiefgründungen u.a..

Die DIN 18202 geht hier zwar einen Schritt weiter, aber die ZTV-ING ist für Ingenieurbauwerke die maßgebende Unterlage. (Die Granularität der Grenzabweichungen ist erheblich feiner.)

Beispielhafte Gegenüberstellung:

- Die DIN 18202 (Toleranzen im Hochbau). Hier werden die Toleranzen für den Winkel und die Ebene definiert, zulässige und unzulässige Abweichungen. Beispielhaft wird hier eine Kurzfassung der Tabelle 1 aus der DIN 18202:2013 dargestellt.

Bezug	Grenzabweichungen in mm bei Nennmaßen in m					
	< 1	1 - 3	3 - 6	6 - 15	15 - 30	> 30
Maße im Grundriss	10	12	16	20	24	30
Maße im Aufriss	10	16	16	20	30	30
Lichte Maße im Grundriss	12	16	20	24	30	-
Lichte Maße im Aufriss	16	20	20	30	-	-
Öffnungen	10	12	16	-	-	-

Tabelle 5: Grenzabweichungen für Maße (DIN 18202:2013, Tabelle 1)

- Die Definition des LOA (Level of Accuracy) des US-amerikanischen Institute of Building Documentation.

Level	Oberer Bereich	Unterer Bereich
LOA 10	Benutzerdefiniert	5 cm
LOA 20	5 cm	15 mm
LOA 30	15 mm	5 mm
LOA 40	5 mm	1 mm
LOA 50	1 mm	0 mm

Tabelle 6: LOA-Stufen

4 Anhang

Anhang 1: Level of Geometry

Anhang 2a: Level of Information (Strecke und Umwelt)

Anhang 2b: Level of Information (Bauwerke)

Anhang 3: Konzept zur einheitlichen Gestaltung