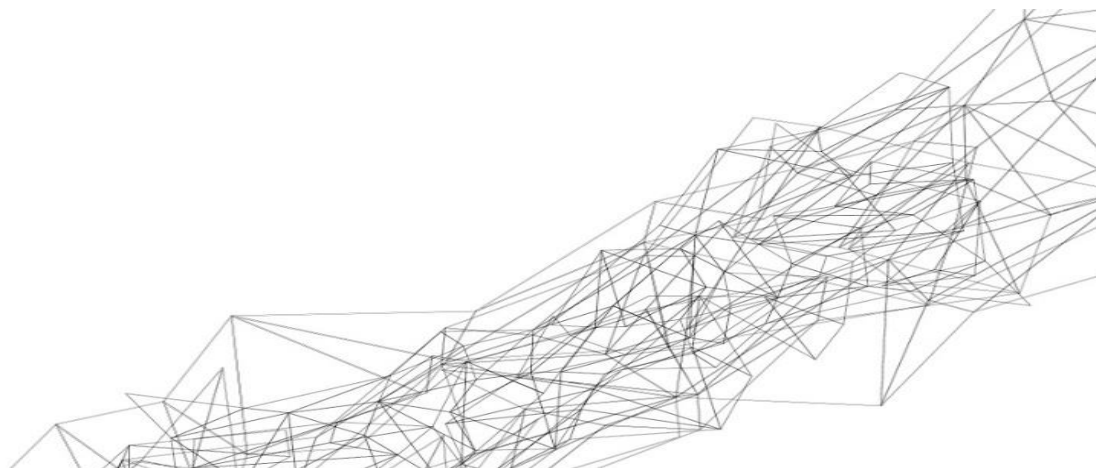


Studie zur Überprüfung des Konzepts IND-AV

Studienbericht



Verfasser/in:
FHNW
Lukas Schildknecht
Mirjam Strickler

Geotopo AG
Beatrix Ruch

Muttenz, 09.01.2021

Version 1.01

Inhaltsverzeichnis

0 Zusammenfassung	5
1 Einleitung	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziele und Aufbau der Studie	7
1.3 Geltungsbereich und Zielpublikum	7
2 Amtliche Vermessung im Wandel	8
2.1 Konzeptidee IND-AV	8
2.2 Nationale und internationale Entwicklungen	10
2.3 Konklusion	13
3 Informationsanforderungen	16
3.1 Anwendungsfälle	17
3.2 Untersuchte Objektarten	18
4 Konzepte	19
4.1 Objektorientierung	20
4.2 Status von Bauwerken und Objektversionierung	25
4.3 Informationsanforderungen Erhebung	29
4.3.1 Bedeutung der Toleranzstufen	29
4.3.2 Genauigkeitsanforderungen	30
4.3.3 Detaillierungsgrad der Geometrie (geometrische Granularität)	34
4.3.4 Detaillierungsgrad der Objektbildung	35
4.3.5 Zusammenfassung Qualitäts-Anforderungen	35
4.3.6 Konzept für nutzungsspezifische Informationsanforderungen Erhebung (LOIN-Definition)	38
4.4 Informationsanforderungen Nutzung	47
4.5 Qualitäts-Nachweis	49
4.6 Datenherrschaft und –verantwortung, föderale Modelle	52
4.7 Würdigung und Vergleich	54
5 Synthese und Umsetzung	56
5.1 Einführungsmodule	56
5.2 Auswirkungen	59
5.3 Szenarien	63
6 Literaturverzeichnis	66
7 Begriffe	68
Anhang A Fragen IND-AV	69
Anhang B Hinweise zum Entwurf der Revision VAV/VAV-VBS	71
Anhang C Übersicht Handlungsempfehlungen	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: LOIN-Spezifikation für Gebäude, gemäss Konzeptidee IND-AV (Niggeler & Dettwiler, 2019)	9
Abbildung 2: Bereiche des Landmanagements, «Global Land Management Perspective», (Enemark, 2004)	10
Abbildung 3: Perspektiven Katasterwesen Schweiz (in Anlehnung an (Enemark, 2004))	11
Abbildung 4: Erweiterte Abdeckung LADM-v2, (van Oosterom, 2019)	11
Abbildung 5: Zunehmende Verwendungszwecke des Katasterwesens (Steudler, 2018)	12
Abbildung 6: Informationsanforderungen in DM.01 und DM.flex	16
Abbildung 7: Grundsätzliche Informationsaustausche AV	18
Abbildung 8: Gliederung der Konzepte	19
Abbildung 9: Informationsebenen DM.01	21
Abbildung 10: Klassenmodell konzeptuell Objektwesen (vereinfacht, in Anlehnung an (eCH-0129, n.d.))	21
Abbildung 11: Konzeptuelles Klassenmodell Bauwerk-Objekte	22
Abbildung 12: Konzeptuelles Klassenmodell Gebäude	22
Abbildung 13: Konzeptuelles Klassenmodell Lineares Objekt	23
Abbildung 14: Vergleich LOD-Stufen Konzeptidee IND-AV mit GWR-Gebäudestatus	25
Abbildung 15: Status von Bauwerken und Abbildung in AV	26
Abbildung 16: Konzeptuelles Modell «Objektversionen» AV	26
Abbildung 17: Objektversionen eines Objekts in der AV	27
Abbildung 18: Konzeptuelles Modell «Objektversionen» AV erweitert	28
Abbildung 19: LOIN-Definition für Erhebung / Erfassung der AV-Daten	29
Abbildung 20: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen	30
Abbildung 21: Stülpschalung	34
Abbildung 22: Natursteinmauer	34
Abbildung 23: moderne Keramikfassade, Quelle: m&r Manufaktur GmbH – Keramikfassaden, Wandfliesen & Kacheln (https://www.mrmanufaktur.de)	34
Abbildung 24: Lösungskonzept LOIN IND-AV, schematisch	38
Abbildung 25: Ermittlung Lagecode	43
Abbildung 26: Schema individuelle Informationsanforderungen IND-AV	44
Abbildung 27: Status-Gruppen für Datenbezug	47
Abbildung 28: LOG Abstufungen, Vorschlag aus (DRAFT prEN 17412, 2019)	48
Abbildung 29: Standardabweichungen in cm der Lage (1s), Quelle: Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten	49
Abbildung 30: Datensätze mit kontrolliertem Bezug zur AV (heute)	52
Abbildung 31: Integration AV mit Drittdaten	52
Abbildung 32: Schematisches Beispiel AV als Referenz	53
Abbildung 33: Schnittstellen zu Drittsystemen	53
Abbildung 34: Schematische Darstellung Einführungsmodule bezüglich Datenmodell	58
Abbildung 35: Erfüllung der Anforderungen der Einführungsmodule	59
Abbildung 36: Auswirkungen der Einführungsmodule	60
Abbildung 37: Mögliche Einführungssequenz mit Abhängigkeiten der Einführungsmodule	63
Abbildung 38: Erfüllung der Anforderungen in Abhängigkeit der Einführungssequenz	64
Abbildung 39: Terminplan Einführung	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von Liegenschaften	36
Tabelle 2: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von Bauwerken	36
Tabelle 3: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von natürlichen Objekten	37
Tabelle 4: Kategorien von Informationsanforderungen	40
Tabelle 5: Kriterien und Wertebereiche	40
Tabelle 6: Kriterien für Zuweisung der Anforderungen	41
Tabelle 7: Beispiel Herleitung Lagecode	42
Tabelle 8: Informationsanforderungsspezifikation, Beispiel	45
Tabelle 9: Kriterien für Spezifikation Datenbezug AV	48
Tabelle 10: Datenkatalog Daten AV	48
Tabelle 11: Eigenschaften für Qualitäts-Nachweis von Punktoobjekten	50
Tabelle 12: Eigenschaften für Qualitäts-Nachweis von Kanten	50
Tabelle 13: Vergleich Konzepte Toleranzstufen mit IND-AV	55
Tabelle 14: Mögliche Kostenfolgen für Einführung	61
Tabelle 15: Hinweise zum Revisionsentwurf VAV	71
Tabelle 16: Hinweise zum Revisionsentwurf VAV-VBS	73
Tabelle 17: Hinweise zum Revisionsentwurf Technische Verordnung Grundbuch	73

Dokumenthistorie

Version	Datum	Kommentar	Status
0.50	13.12.2019	Initialversion	In Bearbeitung
0.60	27.01.2019	Entwurf, prov. Abgabe swisstopo	In Bearbeitung
0.70	29.01.2019	Einarbeitung Erkenntnisse Workshop Kernteam AGRAV	In Bearbeitung
0.71	05.02.2019	Entwurf, Review intern	In Bearbeitung
0.72	11.02.2019	zum Review Kernteam AGRAV	In Bearbeitung
0.80	25.02.2020	Review eingearbeitet, Auswirkungen/Szenarien ergänzt	In Bearbeitung
0.82	03.03.2020	Abgabe AGRAV	Zur Prüfung
0.90	19.08.2020	Rückmeldungen AGRAV, Bereinigung	In Bearbeitung
1.00	14.12.2020	Umstrukturierung Kapitel, Ergänzungen, Präzisierungen, Abschluss	Zur Prüfung
1.01	09.01.2021	Schreibfehler korrigiert	freigegeben

0 Zusammenfassung

Mit der laufenden Revision der rechtlichen Grundlagen der amtlichen Vermessung (AV) wird angestrebt, die AV auf die veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. Die AV wird zudem so konzipiert, dass sie zukünftig Dank einer Flexibilisierung einfacher auf sich ändernde Kontexte reagieren kann. Diese Flexibilisierung betrifft zum einen das Datenmodell, welches unter dem Begriff DM.flex neu in Modulen strukturiert sein wird. Des Weiteren betrifft dies eine Individualisierung der Anforderungen an die Informationen. Zu den Informationsanforderungen hat die Arbeitsgruppe im Rahmen der Revisionsarbeiten unter dem Begriff «Information Need Definition» IND-AV eine grobe Konzeptidee entworfen.

Mit dem vorliegenden Studienbericht wird die Konzeptidee IND-AV konkretisiert und es wird aufgezeigt, welche Konsequenzen eine Umsetzung von IND-AV auf die amtliche Vermessung hat. Die Studie richtet sich an Fachpersonen aus dem Bereich der amtlichen Vermessung.

Beobachtungen der Mitglieder der Arbeitsgruppe wie auch internationale Trends zeigen, dass die amtliche Vermessung vermehrt auch neue Anforderungen erfüllen sollte. Neben ihrer traditionellen Aufgabe der Dokumentation des Grundbuchs soll sie zunehmend auch für Aufgaben der Entwicklung und Nutzung der bebauten Umwelt eine wichtige Rolle als zuverlässige Informationsquelle spielen. In der zunehmenden Digitalisierung der Prozesse der Planung, Projektierung, Bau und auch Bewirtschaftung der Gebäude und Infrastrukturen - Schlagworte dazu sind u.a. Building Information Modelling BIM/GeoBIM, Digital Twin, Smart City - soll die AV mit den verschiedenen Akteuren eine aktive Zusammenarbeit anstreben und den Nutzenden verlässliche Georeferenzdaten zur Verfügung stellen.

Aus den neuartigen Nutzungen der AV ergeben sich teils Mehranforderungen an die Daten der AV bezüglich Genauigkeit aber auch bezüglich der abzubildenden Sachinformationen. Diese wiederum können sehr individuell gefordert werden und orientieren sich nicht an den pauschalen und relativ statischen Gebietseinteilungen der Toleranzstufen, mit welchen aktuell die Informationsanforderungen definiert werden. Mit dem Konzept IND-AV hingegen lassen sich Informationsanforderungen feingranular, auf die individuellen Bedürfnisse spezifizieren.

Das Konzept IND-AV sieht vor, dass für jede Objektklasse der AV Mindestanforderungen festgelegt werden. Diese Mindestanforderungen können abhängig von der Lage, des Status sowie weiterer Kriterien in Abhängigkeit von spezifischen Objekteigenschaften festgelegt werden. So ist es insbesondere möglich, für die verschiedenen Status im Lebenszyklus eines Objekts unterschiedliche Anforderungen zu definieren.

Relevant an diesem Konzept ist, dass bei Bedarf die Mindestanforderungen für ein einzelnes Objekt individuell erhöht werden können. Dies bedingt, dass sowohl die Anforderungen an ein Objekt (Qualitäts-Anforderung) als auch die empirischen Nachweise (Qualitäts-Nachweis) für jedes Objekt individuell zu speichern sind.

Die Beschreibung der Genauigkeiten umfasst nicht nur die Lage- und Höhengenaugkeit einzelner Punkte, sondern auch die «innere» Genauigkeit von Objekten, welche über Kantengenaugkeiten definiert ist.

Ein Verzicht auf die Toleranzstufen im heutigen Sinn ist mit diesem Konzept möglich. Allerdings treten an Stelle der Toleranzstufen andere Geodaten, welche über eine Kombination von räumlichen Operationen die Mindestanforderungen für ein Objekt abhängig von seiner Lage steuern können.

Eine nutzbringende Umsetzung des Konzepts IND-AV bedingt auch einen Paradigmenwechsel im Datenmodell der AV hin zu einer objektorientierten Abbildung von Realweltobjekten. An Stelle von planorientierten Objekten wie Bodenbedeckungsflächen treten konkrete Realweltobjekte wie Gebäude und Strassen.

Um den gesamten Lebenszyklus von Objekten – insbesondere Bauwerken – abbilden zu können, müssen zudem die konzipierten und projektierten Zustände von Objekten vollständig in der AV erfasst werden. Dies bedingt eine Erweiterung der Statureigenschaften.

Die Einführung von IND-AV ist nach der initialen Einführung von DM.flex in einer Folgeversion ab 2024 denkbar. Die Aufwände für die Einführung sind stark abhängig von allenfalls notwendigen Datenmigrationen zur Erreichung der objektorientierten Abbildung der Realweltobjekte. Mit den aktuellen Kenntnissen können die Kosten dafür nicht verlässlich geschätzt werden.

Nach initialen Mehraufwendungen darf für die Nachführung langfristig eine Reduktion des Aufwands erwartet werden, welche sich durch die Übernahme von as-built-Modellen aus der Projektierung ergibt.

Der Mehrwert einer konsequenten Umsetzung von IND-AV ergibt sich durch die Integration unterschiedlicher Datensätze und Prozesse auf Basis der durch die AV bereitgestellten, hochwertigen Georeferenzdaten. Sie unterstützt eine übergreifende Zusammenarbeit zwischen Behörden und Privaten und bietet Synergien bei der Erhebung und Nachführung verschiedener Datensätze.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In der laufenden Revision der rechtlichen Grundlagen der amtlichen Vermessung (AV) wird die Einführung eines Konzepts «Information Need Definition» (IND-AV) vorgeschlagen. Damit soll das aus dem Building Information Modelling (BIM) bekannte Konzept des «Level of Information Need» (LOIN) adaptiert übernommen werden (Niggeler et al., 2019).

Auslöser für diese Konzeptidee ist einerseits die Annahme der Autoren Niggeler et al., dass das bisherige Konzept der Toleranzstufen technisch nicht mehr zwingend notwendig sei. Ausserdem wird in der Strategie der AV 2020-2023 gefordert, die Aufgaben, Prozesse, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten auf ihre Zweckmässigkeit, Qualität und Wirtschaftlichkeit zu analysieren und den digitalen Wandel zu unterstützen (swisstopo, 2020).

Mit der Konzeptidee IND-AV liegt eine grobe Lösungsskizze für die Entwicklung der AV vor. Die konkreten Umsetzungen sowie Auswirkungen auf die Prozesse und das Datenmodell sind darin noch offengelassen.

Diese Bestrebungen stehen auch im Kontext der angestrebten Flexibilisierung der Datenstrukturen der AV, welche unter dem Schlagwort DM.flex mit der laufenden Revision ebenfalls ermöglicht wird (Sinniger, 2018).

1.2 Ziele und Aufbau der Studie

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, die Lösungsskizze der Konzeptidee IND-AV zu analysieren und grundsätzliche Aussagen hinsichtlich technischer und organisatorischer Umsetzbarkeit zu machen, sowie Auswirkungen und den Nutzen für die Kunden der AV zu betrachten.

Als Grundlage dazu wird im **Kapitel 2** eine Auslegeordnung zu den Rahmenbedingungen und der Motivation für die Konzeptidee IND-AV vorgenommen. Dabei werden auch internationale Entwicklungen thematisiert. Dies mündet im Kapitel 2.3 in die Identifikation einzelner Ziele und daraus abgeleiteten Anforderungen an das Konzept IND-AV.

Im **Kapitel 3** wird das aus dem Bereich von «Building Information Modelling» (BIM) bekannte Konzept zu Informationsanforderungen analysiert und in den Kontext der AV gestellt.

Die einzelnen «Konzepte» resp. Themenbereiche, welche in ihrer Gesamtheit das Konzept IND-AV ergeben, werden im **Kapitel 4** besprochen.

Im **Kapitel 5** wird aufgezeigt, wie die einzelnen Konzepte zu den identifizierten Zielen beitragen und mit möglichen Umsetzungsszenarien die Studie abgerundet.

1.3 Geltungsbereich und Zielpublikum

Die Studie richtet sich an Fachpersonen aus dem Bereich der amtlichen Vermessung. Die Studie nimmt die in der Konzeptidee IND-AV postulierten Annahmen und Aussagen auf und versucht, diese kritisch zu würdigen. Die Studie hat nicht zum Ziel, eine grundsätzliche Auslegeordnung zur Weiterentwicklung der amtlichen Vermessung zu machen.

2 Amtliche Vermessung im Wandel

2.1 Konzeptidee IND-AV

In (Niggeler, 2019), (Niggeler & Dettwiler, 2019) und (Niggeler et al., 2019) wird die Idee zur Einführung eines Konzepts der Information-Need-Definition in der AV eingeführt. Die Konzeptidee wird nachfolgend zusammenfassend erläutert.

Die Autoren der Konzeptidee IND-AV sehen verschiedene Veränderungen im Kontext der amtlichen Vermessung, welche eine Anpassung und Neuorientierung erfordern. Es wird argumentiert, dass viele neuartige Anwendungen Daten zu den Liegenschaften und Grundstücken benötigen. Insbesondere die zunehmende Digitalisierung im Bauwesen führt dazu, dass die **Anforderungen** an diese Daten **grösser** werden.

- Es reicht nicht mehr aus, nur den aktuellen Zustand abzubilden. Es ist zunehmend wichtig, dass der **gesamte Lebenszyklus von Objekten** durchgehend abgebildet werden kann, insbesondere auch **geplante Zustände**. Die Daten der amtlichen Vermessung müssen einen Beitrag leisten zum Digitalen Zwilling als Basis für Smart Citys.
- Dazu gehört auch, dass die amtliche Vermessung nicht nur eine Datenquelle ist, sondern die Daten stärker in die Prozesse der Nutzenden integriert sind und die **digitale Zusammenarbeit** bei verteilter Zuständigkeit verbessert wird.
- Objekte müssen mit einer gewissen Tiefe an **Informationen** auch **semantisch** beschrieben sein. Es ist nicht mehr ausreichend, den Fokus nur auf die geometrische Repräsentation zu legen. Vielmehr müssen mindestens auch Informationen über Präzision und Zuverlässigkeit der Objekte individuell bekannt sein.
- Informationen zur Genauigkeit müssen ein breiteres Spektrum umfassen. In der heutigen Praxis werden die Vermessungsgenauigkeiten von Punktmessungen definiert resp. vorgegeben. Dies erfolgt pauschal über Zonenzuordnungen (Toleranzstufen). Mit den neuen Nutzungsszenarien müssen einerseits **individuelle Vermessungsgenauigkeiten je Objekt** oder Objekttyp möglich sein, andererseits sind auch andere Aspekte der Genauigkeit von Objekten zu berücksichtigen («innere Genauigkeit»).

Es wird dargelegt, dass die AV-Daten in der heutigen Form diesen Anforderungen nicht genügen können. Diese sind nach wie vor stark darauf ausgelegt, einen Plan für das Grundbuch zu ermöglichen. Das Datenmodell ist nicht darauf ausgelegt, echte semantische Objekte im gesamten Lebenszyklus abzubilden. Weder das Datenmodell noch die auf Toleranzstufen basierenden Informationsanforderungen ermöglichen es, individuell je Objekt Aussagen zur Präzision oder Zuverlässigkeit zu machen.

Als Lösungsidee wird die Einführung des Konzepts der Information-Need-Definition in Anlehnung an das Konzept des Level of Information Need (LOIN) aus der BIM-Methode vorgeschlagen. Es werden beispielhaft Lösungsvorschläge für solche LOIN-Definitionen aufgeführt, siehe auch folgende Abbildung 1.

Mögliche Idee für Gebäude. Idée possible pour les bâtiments

LOIN-AV Anforderungen	100	200	300	400	500	600
LOG-AV	Skizze, Raumprogramm	Entwurf Gebäudehülle	Projekt für Baueingabe	Projekt bewilligt => im Bau	Gebäude erstellt	Gebäude abgebrochen
LOI-AV	Gebäude-Kategorie	Gebäude-Kategorie, Volumen, Grobkosten	Gebäude-Kategorie, Volumen, Baukosten	EGID, EWID, Adressen	EGID, EWID, Adressen, Wärme-erzeuger	EGID
Spezifikation	Rahmenbedingungen / Abhängigkeiten	Im AV-System	Im AV-System	Im AV-System	Im AV-System	Historisiert, archiviert
Genauigkeit / Zuverlässigkeit	1-2m	1.0m	0.1m	0.03m	0.03m	0.03m
Herkunft	Bauherr	Architekt	Architekt	Geometer	Geometer	Geometer

Abbildung 1: LOIN-Spezifikation für Gebäude, gemäss Konzeptidee IND-AV (Niggeler & Dettwiler, 2019)

Die Konzeptidee postuliert, dass die Informationsanforderungen primär über den Status, und damit durch seinen Stand im Lebenszyklus, eines Objekts festgelegt werden. Für jeden Status würden die Informationsanforderungen bezüglich geometrischer Granularität (LOG), Umfang an Sachinformationen (LOI) und Genauigkeit definiert. Wobei Nummernbereiche definiert werden, welche implizit einen Statuscode definieren. Neben den vorgegebenen Werten soll auch die Möglichkeit bestehen, einzelne Kriterien abweichend zu definieren und dafür individuelle Nummern zu verwenden (z.B. 550 für eine von der LOIN-Stufe 500 erweiterte, abweichende Anforderung).

Weiter wird argumentiert, «dass die offiziellen Vermessungsarbeiten, d. h. die 1912 vom Parlament vorgesehenen Arbeiten zur Errichtung des eidgenössischen Katasters, kurz vor dem Abschluss stehen. Daher ist es nicht mehr notwendig, die Fläche in Zonen einzuteilen, um die Qualitätsstandards festzulegen, sondern es kann davon ausgegangen werden, dass die Qualität fortan im Objekt enthalten ist...» (Niggeler et al., 2019). Daraus wird geschlossen, dass in Zukunft auf die Toleranzstufen verzichtet werden kann und der Grad der Präzision und Detaillierung je nach Nutzung und Objekt angepasst wird (Niggeler et al., 2019).

Anmerkung zur Begrifflichkeit: Mit der vorliegenden Studie wird die Konzeptidee IND-AV analysiert und es werden alternative oder zusätzliche Lösungskonzepte entwickelt. Im Studienbericht wird daher an mehreren Stellen Bezug zu dieser Konzeptidee IND-AV genommen. Mit dem Begriff «**Konzeptidee IND-AV**» ist im Folgenden immer die in (Niggeler, 2019) und (Niggeler & Dettwiler, 2019) gemeinte Lösungsskizze gemeint. Die im Rahmen dieser Studie entwickelten weitergehenden oder abweichenden Konzepte werden dagegen als «**Lösungskonzept**» bezeichnet.

2.2 Nationale und internationale Entwicklungen

Auch in einer internationalen Betrachtung des Katasterwesens resp. des Landmanagements kann die Öffnung des Katasters hin zu einer breiteren, vielfältigeren Nutzung beobachtet werden. In (Steudler, 2019) wird eine gute Übersicht der aktuellen globalen Entwicklungen im Katasterwesen gegeben. Einige der im Kontext von IND-AV postulierten Entwicklungen, die national als auch international beobachtet werden können, werden in diesem Kapitel erläutert.

Ganz grundsätzlich können für das Landmanagement 4 Bereiche (Perspektiven) unterschieden werden (Enemark, 2004) (siehe auch Abbildung 2):

- Land Tenure (Grundbesitz)
Zuteilung und Sicherung von Rechten an Grundstücken, Bestimmung der Grundstücksgrenzen, Übertragung von Eigentum auf eine andere Partei.
- Land Value (Grundstückswert)
Bewertung des Werts von Grundstücken, Besteuerung des Grundbesitzes.
- Land Use (Landnutzung)
Steuerung der Landnutzung durch Raumplanung, Durchsetzung der Landnutzungsvorschriften.
- Land Development (Landentwicklung)
Planung und Bau neuer Infrastrukturen, Bewilligungswesen zur Veränderung der Landnutzung.

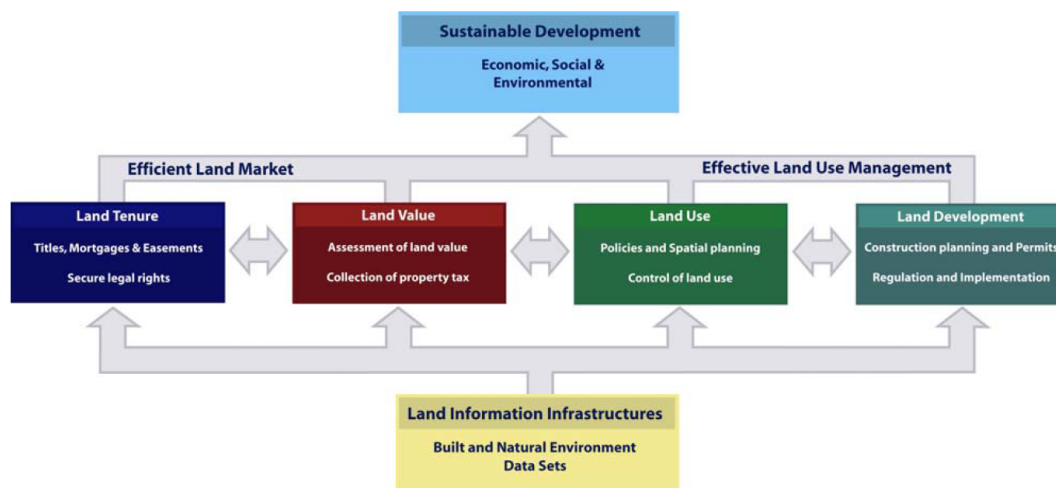


Abbildung 2: Bereiche des Landmanagements, «Global Land Management Perspective», (Enemark, 2004)

In der Schweiz wird das Landmanagement durch die Instrumente AV, Grundbuch und ÖREB-Kataster abgebildet ("cadastre.ch," n.d.). Abbildung 3 überträgt die in (Enemark, 2004) identifizierten Perspektiven des Landmanagements in vereinfachter Form auf das Katasterwesen der Schweiz.

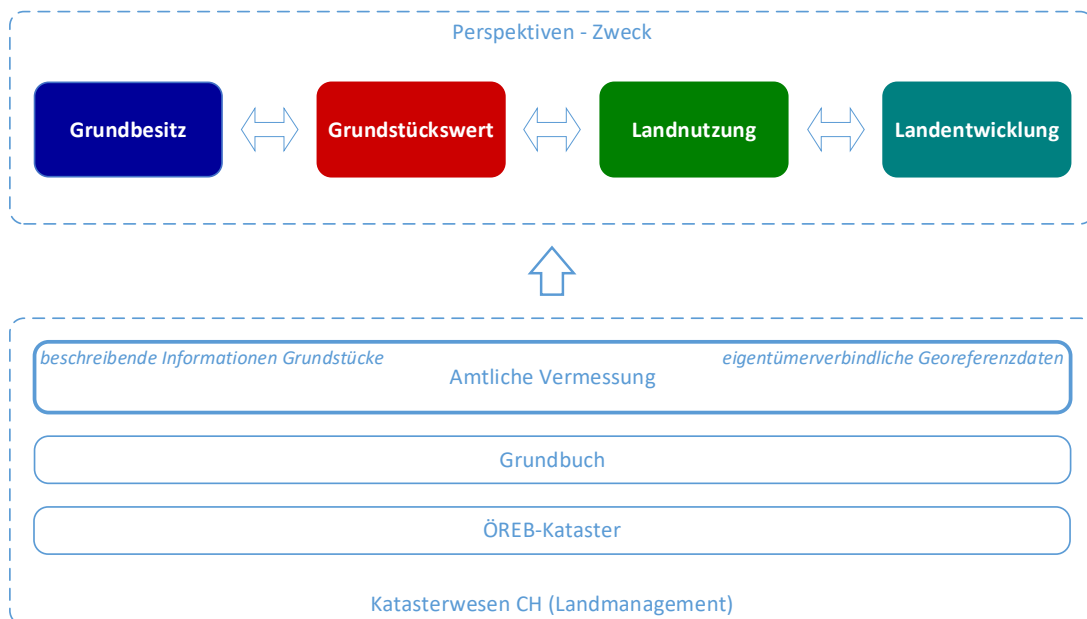


Abbildung 3: Perspektiven Katasterwesen Schweiz (in Anlehnung an (Enemark, 2004))

Das (GeolG, 2008) definiert in Art. 29 die Aufgaben der AV mit der Bereitstellung von beschreibenden Informationen der Grundstücke sowie eigentümergebundene Georeferenzdaten. Innerhalb der AV liegt der Fokus bisher primär auf dem Bereich Land Tenure (Grundbesitz), wie dies ja im Zweckartikel Art 1 der (VAV, 2008) explizit definiert ist (aktuelle Entwicklungen siehe auch weiter unten).

Auch das internationale Datenmodell für das Landmanagement LADM (Land Administration Domain Model) beinhaltet in der aktuellen Version 1 ebenfalls nur die Aspekte des Land Tenure (ISO 19152 (LADM), 2012).

Zurzeit ist jedoch eine Arbeitsgruppe daran, die Version 2 von LADM zu entwickeln, ein entsprechendes New Work Item Proposal wurde eingereicht und die zu bearbeitenden Themen werden derzeit geprüft. Mit der neuen Version wird beabsichtigt, auch die Bereiche Land Value, Land Use und Land Development abzudecken, sowie auch explizite Verbindungen zum «Building Information Modelling» zu definieren («LADM Workshop,» 2019). Ebenfalls wird die Erweiterung um die Dimensionen 3D und 4D thematisiert. Abbildung 4 veranschaulicht die beabsichtigte Erweiterung der Version 2 von LADM.

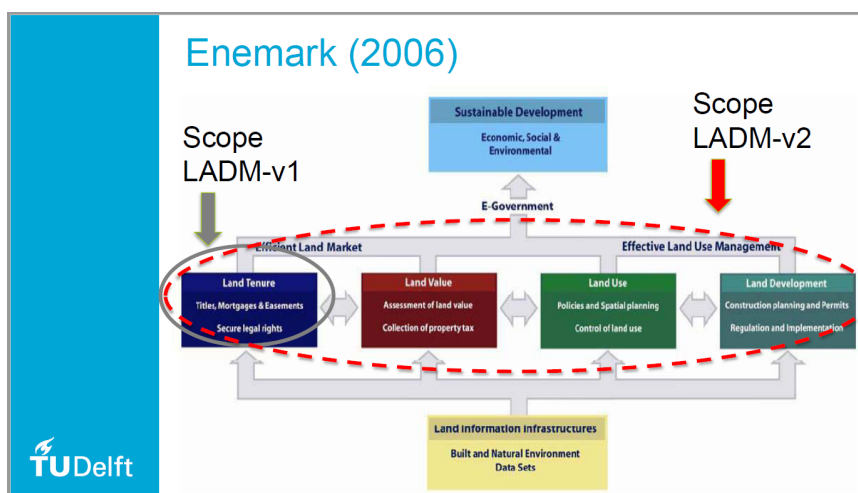


Abbildung 4: Erweiterte Abdeckung LADM-v2, (van Oosterom, 2019)

Im Rahmen der Vision «Cadastre 2034» haben verschiedene Länder resp. Organisationen ihre Visionen zur Entwicklung der Landmanagementsysteme entworfen. Aus der Vision der australischen Behörden (Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), 2015) können in Bezug auf die Überlegungen zu IND-AV folgende Feststellungen und Visionen speziell hervorgehoben werden:

- Eine signifikante Verbesserung des Datenmanagements im Katasterbereich wird durch BIM erwartet, weil damit geplante und auch aktuelle Informationen in 3D erfasst werden (S. 16).
- Die Zuweisung der semantischen Bedeutung zu Informationen erlaubt eine Abfrage und Nutzung von Daten aus unterschiedlichen Quellen, d.h. die Katasterdaten integrieren sich mit anderen Datenbeständen (S. 14).
- Kundenbedürfnisse müssen verstanden werden und Daten müssen kundenorientiert bereitgestellt werden (S. 17).
- Der Kataster wird auf 3D und 4D erweitert (S. 17).

Die Visionen der neuseeländischen Behörde sind ähnlich gelagert und umfassen u.a.

- Stärkere Objektorientierung bei der Datenmodellierung von Eigentumsobjekten (S. 15).
- Erweiterung des Katasters um Höhen- und Zeitdimensionen (3D und 4D) (S. 15).
- Integration des Katasters mit anderen Datensätzen (S. 32).
- Bessere Anbindung des nationalen Katasters an internationale Standards, insbesondere an das Datenmodell von LADM (S. 35).

Auch in der Schweiz erweitert sich der Nutzungszweck der Daten des Katasterwesens. Die ursprünglich auf die Eigentumsverwaltung ausgelegte Nutzung der AV wurde anfangs der 1990er Jahre explizit auch auf die Nutzung als Grundlage- resp. Referenzdatensatz für geografische Informationssysteme ausgeweitet. Mit der Einführung des Geoinformationsgesetzes 2008 wurde das Katasterwesen zudem um den Bereich der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen ergänzt (Steudler, 2018). Abbildung 5 illustriert die bisherige Entwicklung des Katasterwesens der Schweiz.

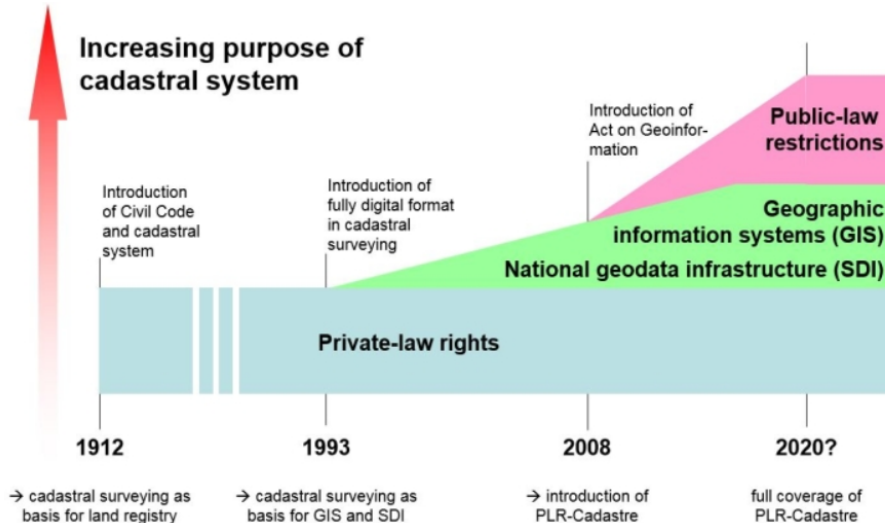


Abbildung 5: Zunehmende Verwendungszwecke des Katasterwesens (Steudler, 2018)

In ('Dimension Cadastre,' 2017) werden vier Empfehlungen gegeben, wie sich der Schweizer Kataster zukünftig weiterentwickeln soll, damit er den technologisch und soziologisch veränderten Rahmenbedingungen gerecht bleiben kann. Daraus können unter den Stichworten «Meta-Plattform» und «smarte Daten» zwei Trends aufgeführt werden, die im Kontext von IND-AV direkt von Bedeutung sind. Sie zielen beide darauf hin, dass die Daten des Katasters zukünftig stärker vernetzt und integriert sein müssen mit anderen Datenquellen und Diensten. Informatio-

nen zum «Grundstück» resp. «Gebäude» werden nicht mehr nur durch die Katasterstellen erhoben und erfasst, sondern durch zahlreiche weitere Beteiligte, wobei die Daten teilweise auch automatisch und in Echtzeit erfasst werden (Stichwort «IoT», Internet of Things).

Auch ausserhalb des eigentlichen Landmanagements zeigen sich Entwicklungen hin zu einer starken Integration verschiedener Datenquellen und zu zusammenhängenden Informationssystemen. Beispielhaft sei hier das National Digital Twin Programme von Grossbritannien erwähnt ("NDT Programme," 2019). Dabei handelt es sich um eine Initiative, die auf dem nationalen BIM Framework aufsetzt und ein nationales «Information Management Framework» für die bebaute Umwelt entwickelt. In einem solchen integrierten Informationsmanagement System werden die Katasterdaten eine wesentliche Rolle als insbesondere gesicherte Grundlage spielen.

Die Ausweitung der Nutzung der Katasterdaten in Richtung Land Use und Land Development spricht Themen an, die auch mit dem Schlagwort «GeoBIM» adressiert werden. Allgemein wird dem Übergang zwischen GIS und BIM ein grosses Potenzial zugesprochen. Konkrete Anwendungen, speziell im Kontext des Katasterwesens, sind jedoch bisher noch nicht verbreitet oder etabliert. In einer aktuellen Initiative von EuroSDR (europäische Forschungsplattform im Bereich GIS/Katasterwesen) wurde eine Übersicht verschiedener Aktivitäten im Kontext von GeoBIM erstellt, von denen viele im Themenbereich Land Use und Land Development angesiedelt werden können (Noardo et al., 2019). In einem separaten Teilprojekt wird nun im Speziellen der Prozess der Baubewilligung untersucht.

2.3 Konklusion

Auf Basis dieser groben Auslegeordnung zur zu erwartenden Entwicklung des Katasterwesens, welche auf der Motivation der Konzeptidee IND-AV beruht, lassen sich folgende übergeordnete **Ziele** für eine Entwicklung des Datenmodells und der Prozesse der amtlichen Vermessung formulieren:

- Z-01 Die amtliche Vermessung muss auch auf Nutzungen im Bereich Land Use (Landnutzung) und Land Development (Landentwicklung) ausgelegt sein. Sie ist in die Prozesse dieser Bereiche integriert und arbeitet mit den verschiedenen Beteiligten zusammen.
- Z-02 Daten der amtlichen Vermessung müssen zudem auch für neuartige Nutzungen und neue Nutzende ausgerichtet sein, die ausserhalb des eigentlichen Landmanagements liegen (Nutzung z.B. durch Meta-Plattformen).
- Z-03 Daten der amtlichen Vermessung müssen mit anderen Datensätzen der bebauten Umwelt integriert werden können (bis hin zu Smart Citys und nationalen Digitalen Zwillingen).
Sie bietet dafür für andere Datensätze verlässliche Referenzdaten.
- Z-04 Informationen zur Qualität von Objekten sind nutzungsorientiert und individuell festgelegt.

Zur Erfüllung dieser Ziele lassen sich folgende **Anforderungen** ableiten:

Anforderung		Zielunterstützung
A-01	<p>Daten der amtlichen Vermessung müssen objektorientiert vorliegen.</p> <p>Mit den Prozessen der Landnutzung und –entwicklung werden Realweltobjekte entwickelt, erstellt und bewirtschaftet. Für die Realweltobjekte, die im Kontext der AV-Daten liegen, müssen entsprechende Informationsobjekte bereitgestellt werden, welche in die Fachprozesse der Landnutzung und –entwicklung ideal integriert werden können. Dazu sollen auch im Datenmodell der AV die Datenstrukturen so definiert werden, dass sie die real existierenden Objekte möglichst nah abbilden, d.h. eine an den Fachobjekten orientierte Abstraktion vornehmen. Dies im Gegensatz zur heute vorherrschenden produktorientierten Abstraktion.</p> <p>Die Orientierung an den Fachobjekten ist auch eine Voraussetzung, um die verschiedenen Phasen und Zustände über den gesamten Lebenszyklus eines Fachobjekts abbilden (siehe Anforderung A-02) sowie als Referenz verwendet werden zu können.</p>	Z1, Z3
A-02	<p>Die Veränderung der Objekte über den gesamten Lebenszyklus muss abgebildet werden können.</p> <p>Für eine umfassende, langfristige Planung der bebauten Umwelt müssen auch Informationen zu erst konzipierten Objekten vorliegen (z.B. aus Richtplanung, Quartierplanung). Damit die AV-Daten für die entsprechenden Fachprozesse die notwendigen Grundlagen bereitstellen können, muss das Datenmodell auch die frühen Phasen im Lebenszyklus insbesondere von Bauwerken abbilden.</p> <p>Die verschiedenen Phasen im Lebenszyklus weisen unterschiedliche Anforderungen an den Detaillierungsgrad der Informationen (geometrisch und sachlich) auf. Die Datenstruktur muss daher mit unterschiedlichen Stufen von Anforderungen umgehen können (siehe auch Anforderung A-04/05).</p>	Z1
A-03	<p>Die 3. Dimension (Höhe) muss unterstützt werden können.</p> <p>Die Entwicklung hin zur 3. Dimension ist in verschiedenen Bereichen im Gang, z.B. 3D-Stockwerkeigentum. Im Kontext von BIM gewinnt auch im Bau- und Immobilienwesen die 3. Dimension rasch und stark an Bedeutung. Damit diese Prozesse durch die AV-Daten optimal unterstützt werden können, ist grundsätzlich eine Abbildung der 3. Dimension zu ermöglichen.</p> <p>Die Einführung der 3. Dimension wird für die AV eine extrem herausfordernde Aufgabe sein. Eine flächendeckende Einführung erscheint aus heutiger Sicht in den beherrschbaren Planungshorizonten als kaum realistisch. Dennoch sollte das Datenmodell so entwickelt werden, dass Objekte in der 3. Dimension abgebildet werden können und damit die Möglichkeit geboten wird, zumindest in ausgewählten Gebieten (z.B. Zentrumszonen) entsprechende Informationen bereitstellen zu können.</p> <p>In einer langen Übergangsphase dürfte das Datenmodell als hybrides System 2D und 3D Informationen gemischt unterstützen.</p> <p>Die hier definierte Anforderung bezüglich 3. Dimension kann somit als mittelfristig anzustrebende funktionale Anforderung verstanden werden (Datenmodelle, Systeme), nicht jedoch als zwingende, flächendeckende Anforderung für die Datenerfassung.</p> <p>Im Rahmen dieser Studie wird im Weiteren nicht näher auf den Aspekt der 3. Dimension eingegangen. Viele der hier definierten Anforderungen und Konzepte können unabhängig von der 3. Dimension verfolgt werden und bringen einen Nutzen auch in einer nur zweidimensionalen geometrischen Repräsentation.</p>	Z1
A-04	<p>Jedes Objekt enthält individuelle Informationen zur Qualität. (Qualitäts-Nachweis)</p> <p>Die Anforderungen an die Qualität von Informationen können insbesondere im Bereich Landentwicklung höher sein, als sie es für die typische Verwendung für den Bereich Grundbesitz sind. Ein Beispiel dazu sind erhöhte Anforderungen an die Lagegenauigkeit für die Projektierung von Gebäuden ausserhalb der Bauzonen. Darüber hinaus können die Anforderungen je nach Art der Verwendung der Informationen unterschiedlich sein.</p> <p>Dies führt dazu, dass Objekte unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu einer Toleranzstufe individuelle Ausprägungen bezüglich Qualität haben können. Diese individuellen Ausprägungen müssen für Nutzende bekannt und entsprechend für jedes individuelle Objekt (Instanz) gespeichert sein.</p>	Z1, Z4

Anforderung		Zielunterstützung
A-05	<p>Die Anforderung an die Qualität kann individuell festgelegt werden. (Qualitäts-Anforderung)</p> <p>Neben dem eigentlichen Wert der Qualität (Anforderung A-04) muss auch die Anforderung an die Qualität der Information für jedes einzelne Objekt (Instanz) gespeichert und abrufbar sein. Wie oben dargelegt, gibt es die Notwendigkeit einer individuellen Definition von Anforderungen. Diese individuellen Festlegungen müssen einerseits für die Planung von Erhebungen und andererseits auch für die Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit in den Daten selbst gespeichert und abrufbar sein.</p>	Z1, Z4
A-06	<p>Daten der amtlichen Vermessung müssen stabile, fachlich präzise Objektidentifikationen und eine klare Semantik der Objekte aufweisen.</p> <p>Daten der amtlichen Vermessung sollen für andere Datensätze als Referenzdatensatz verwendet werden können. Der AV-Datensatz stellt damit anderen Datensätzen Referenzobjekte oder Bezugsobjekte zur Verfügung und schafft somit für unterschiedliche Datenquellen einen gemeinsamen Bezug. Er ermöglicht damit eine Verknüpfung dieser Datenquellen losgelöst vom geografischen Koordinatensystem. Damit kann er eine wichtige Rolle spielen, um beispielsweise verteilte Datensätze zu einem föderierten System für einen Digital Twin oder Smart City zu integrieren.</p> <p>Damit die Bezugsobjekte wie beispielsweise Gebäude oder Strassen referenziert werden können, müssen sie neben einer stabilen Identifikation über eine klare, eindeutige Objektdefinition verfügen (fachliche und geometrische Ausprägung und Abgrenzung).</p>	Z3
A-07	<p>Daten der amtlichen Vermessung müssen bedürfnisgerecht bereitgestellt werden können.</p> <p>Mit der Ausweitung der Nutzung der AV-Daten in den Bereich der Landnutzung erweitert sich auch der Kreis der Nutzenden und der Weiterverwendung der Informationen. Es muss davon ausgegangen werden, dass die «neuen» Nutzenden kein vertieftes Verständnis des Datenmodells der AV haben werden. Damit diese die Daten dennoch gut nutzen können, sollten sie möglichst «kundenorientiert» bereitgestellt werden.</p>	Z1

Die hier definierten Ziele und Anforderungen gehen relativ weit und sind im aktuellen Entwurf der Verordnungsrevisionen in dieser Tragweite wohl nicht vorgesehen. Dennoch wird versucht, mit dieser Studie eine Gesamtbetrachtung zu machen, die auch den Kontext zum konkreten Lösungsvorschlag IND-AV beleuchtet. Im Anhang B sind Hinweise zur Überprüfung in den Verordnungsrevisionen zusammengefasst.

3 Informationsanforderungen

Bei «Information Need Definition IND-AV» geht es um die Definition der Informationsanforderungen der AV. Bisher sind diese Anforderungen, wie auch das zugehörige Datenmodell, direkt in den Verordnungen VAV und TVAV definiert. Die Festlegungen der Anforderungen basieren insbesondere auf den Toleranzstufen (TS). Im Fokus steht dabei die Spezifikation von Genauigkeitsanforderungen (Qualitäts-Anforderungen).

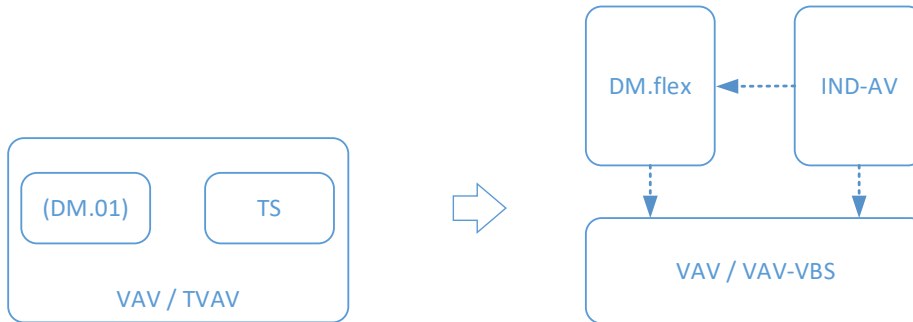


Abbildung 6: Informationsanforderungen in DM.01 und DM.flex

Mit der Verordnungsrevision wird das Datenmodell als eigenständiges Artefakt «DM.flex» aus der Verordnung herausgelöst. Zudem sollen auch die konkreten Informationsanforderungen aus der Verordnung herausgenommen und ebenfalls in einem separaten Artefakt «IND-AV» geführt werden. Das Datenmodell DM.flex definiert die Grundstruktur, die Informationsanforderungen IND-AV definieren Erfassungsregeln und Qualitätsvorgaben für die Daten in dieser Struktur.

Die im Rahmen der Verordnungsrevision entwickelte Konzeptidee IND-AV nimmt explizit Konzepte und Begriffe aus BIM auf und adaptiert diese auf die AV. Das Thema der Informationsanforderungen ist in der «BIM-Welt» gerade sehr aktuell. In den Praxisprojekten hat es momentan einen hohen Stellenwert und es herrscht verbreitet auch Konfusion darüber, was sich nicht zuletzt auch an widersprüchlichen Verwendungen der Begriff LOD und LOIN zeigt (siehe dazu den Exkurs zu diesem Thema weiter unten). International sind verschiedene Normierungsaktivitäten im Gang, die Methoden für die Definition von Informationsanforderungen erarbeiten, wovon prEN 17412/LOIN (draft), 2019 als die relevanteste betrachtet wird.

Die Orientierung der Konzeptidee IND-AV an BIM widerspiegelt sich einerseits im Begriff «Information Need Definition», welcher vom Begriff «Level of Information Need» (LOIN) abgeleitet ist. Andererseits basiert die vorgeschlagene Konzeptidee explizit auf den Ausführungen von Bauen Digital Schweiz («Swiss BIM LOIN-Definition (LOD),» 2018). Dieser Basis ist auch geschuldet, dass die Begriffe LOD und LOIN unscharf und teilweise irreführend verwendet werden. Im Folgenden wird angestrebt, hier eine klare Unterscheidung gemäss den Darlegungen im separaten Exkurs (siehe unten) vorzunehmen.

Exkurs Informationsanforderungen in der BIM-Methode

Bei Planung, Bau und Bewirtschaftung von Gebäuden und allgemein Bauwerken setzt sich vermehrt die Methode des Building Information Modelling (BIM) durch. Diese ist definiert als digitales Planen, Bauen und Betreiben, welches die Verwendung digitaler Bauwerksmodelle in Kombination mit geeigneten Organisationsformen und Prozessen beinhaltet (SIA 2051, 2017).

Digitale Bauwerksmodelle können in ihrer Informationstiefe je nach Anforderung sehr umfangreich sein. Damit ein für die konkrete Nutzung adäquater Detaillierungsgrad spezifiziert werden kann, haben sich im BIM-Kontext zwei unterschiedliche Konzepte entwickelt: LOD und LOIN. Beim Konzept des **Level of Development (LOD)** wird pro Fachklasse und Projektphase eine definierte Menge an Informationen sowie auch der geometrische Abstraktionsgrad festgelegt. Die Festlegung erfolgt dabei in der Regel durch Standardisierungsorganisationen oder Branchenverbände, z.B. USA, GB. Der Detaillierungsgrad einzelner Fachklassen ist somit projektunabhängig, zentral definiert. Dies hat den Vorteil einer einheitlichen Verwendung und somit einer relativ klaren, transparenten Vorgabe der erwarteten Informationen für eine Datenabgabe. Allerdings können solche «Kataloge» nicht auf projektspezifische Eigenheiten und Anforderungen eingehen. Man spricht deshalb auch von einem «Push-Prinzip», da der Lieferant die Informationen gemäss pauschaler Spezifikation den anderen Beteiligten unspezifisch «hinschiebt». Dies führt in der Tendenz dazu, dass zu viele, nicht benötigte Informationen erfasst und ausgetauscht werden.

Die jüngsten internationalen Entwicklungen im BIM-Umfeld gehen dagegen in Richtung eines «Pull-Prinzips», bei welchem der Besteller einer Information gezielt spezifiziert, welche konkreten Informationen effektiv benötigt werden. Dazu wird ein so genannter «**(Level of) Information Need**» (LOIN) spezifiziert (DRAFT prEN 17412, 2019). Mit diesem werden für die jeweils benötigten Fachklassen individuelle Spezifikationen der Informationstiefe und des geometrischen Abstraktionsgrads gemacht. Der Vorteil dieses Prinzips liegt darin, dass nur die effektiv benötigten Daten aufbereitet und bereitgestellt werden. Der Nachteil liegt darin, dass die Spezifikation individueller Datenaustausche einerseits aufwändig und kommunikativ anspruchsvoll ist und andererseits auch ein erhöhtes Verständnis aller Beteiligten bezüglich Datenmanagement notwendig ist.

3.1 Anwendungsfälle

Bei der Spezifikation der Informationsanforderungen braucht es Klarheit über die Besteller und Lieferanten des Informationsaustauschs resp. dem beabsichtigten Ziel der Nutzung der Informationen. Im Kontext der AV können dazu zwei grundsätzliche Anwendungsfälle unterschieden werden, nämlich die Erhebung und Erfassung der Daten der AV einerseits sowie die Nutzung der Daten der AV andererseits.

Informationen der AV erheben und erfassen/verwalten

Dieser Anwendungsfall beinhaltet sowohl die Erhebung physisch existierender Objekte im Feld («Vermessung») als auch die Definition von erst geplanten Objekten oder Objektzuständen. Die Informationserhebung gliedert sich in die Geometrie- und Sachdatenerhebung. Teile der AV-Daten werden schon heute nicht direkt durch die Nachführer der AV erhoben, sondern aus anderen Datensammlungen übernommen. Diese verteilte Informationserhebung wird in Zukunft noch zunehmen.

Ebenfalls zu diesem Anwendungsfall gehört das Erfassen der Objekte in Informatiksystemen der amtlichen Vermessung. Dies beinhaltet sowohl die initiale Erfassung als auch die Nachführung.

Informationen der AV nutzen

Dieser Anwendungsfall umfasst die Auswertung und Verteilung der Daten der AV an Drittsysteme oder Nutzer. Es ist anzustreben, dass sich die Nutzung vermehrt in die Bereiche Land Development / Use verschiebt.

Die Anforderungen an den Informationsaustausch sind für die beiden Anwendungsfälle prinzipiell unterschiedlich und werden deshalb in den nachfolgenden Konzeptbeschreibungen separat behandelt. Für den Anwendungsfall der Erhebung/Erfassung wird ein LOIN-Ansatz vorgeschlagen, mit welchem individuelle Informationsanforderungen definiert werden können. Für den Anwendungsfall der breiten Nutzung durch Dritte wird dagegen ein LOD-Ansatz postuliert, mit welchem eher pauschalisierte Informationsanforderungen definiert werden können (siehe Abbildung 7).

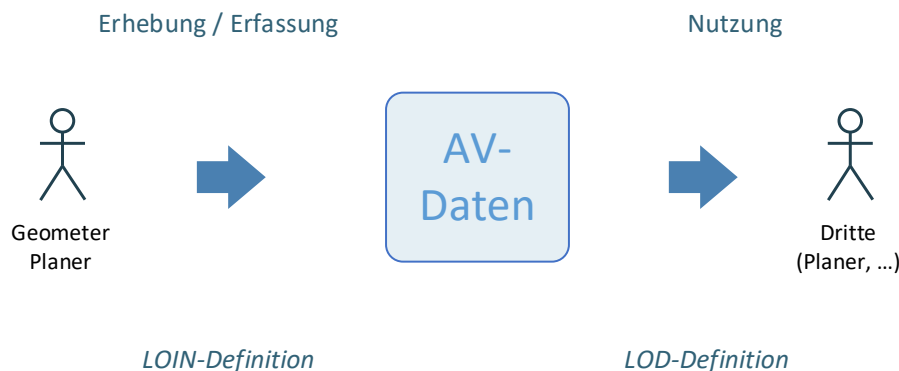


Abbildung 7: Grundsätzliche Informationsaustausche AV

3.2 Untersuchte Objektarten

Die Anwendungsfälle werden in dieser Studie mit Fokus auf folgende AV-Objektarten untersucht:

Liegenschaften (dingliche Rechte)

Liegenschaften sind der traditionell wichtigste Inhalt der amtlichen Vermessung. Es handelt sich um einen sehr wichtigen Georeferenzdatensatz für verschiedene Anwendungen. Da auch bei einer Weiterentwicklung der AV die Rechtssicherheit des Grundeigentums gewährleistet sein muss, werden die Auswirkungen auf Liegenschaften geprüft.

Gebäude (Bauwerke)

Bei Gebäuden handelt es sich um kleinräumige, isolierte Objekte. Diese haben unterschiedlichste Nutzungen und damit verbunden unterschiedlichsten Wert. Dieser ist nur bedingt abhängig von seiner Lage.

Mit dem Fokus auf dem Landmanagementbereich Land Tenure (Grundbesitz) ist die Bedeutung der Gebäude klein (beschreibend im Grundbuch). Je weiter sich der Fokus aber in Richtung Land Development (Landentwicklung) ausdehnt, je wichtiger werden die Gebäude.

Neben den Gebäuden werden allgemein «Bauwerke», die im heutigen Datenmodell u.a. als Einzelobjekte, Kunstbauten, Strassen enthalten sind, eine zunehmende Bedeutung im Referenzdatensatz der AV erlangen. In dieser Studie werden daher in der Regel allgemein Bauwerke adressiert, wobei die Gebäude als wichtigste Kategorie darin mitgemeint sind.

Natürliche Objekte

Als dritte Kategorie neben den Rechtsobjekten und den Bauwerken wird in Bezug auf die Informationsanforderungen der Erhebung auch die natürliche Umgebung analysiert. Diese unterscheidet sich von den anderen beiden Kategorien vor allem durch die weniger exakte räumliche Abgrenzung.

4 Konzepte

Ausgehend von den in den vorherigen Kapiteln dargelegten Beobachtungen zur Weiterentwicklung der AV, der Konzeptidee IND-AV sowie den allgemeinen Überlegungen zu den Informationsanforderungen können verschiedene einzelne «Konzepte» resp. Themenbereiche identifiziert werden, welche in ihrer Gesamtheit ein Lösungskonzept IND-AV ergeben. Damit lassen sich die gestellten Anforderungen und Ziele erreichen.

In den folgenden Unterkapiteln werden diese Konzepte definiert und diskutiert. Abbildung 8 zeigt die verschiedenen Konzepte auf inklusive einem Verweis auf die entsprechenden Unterkapitel, in denen sie im Detail beschrieben sind.

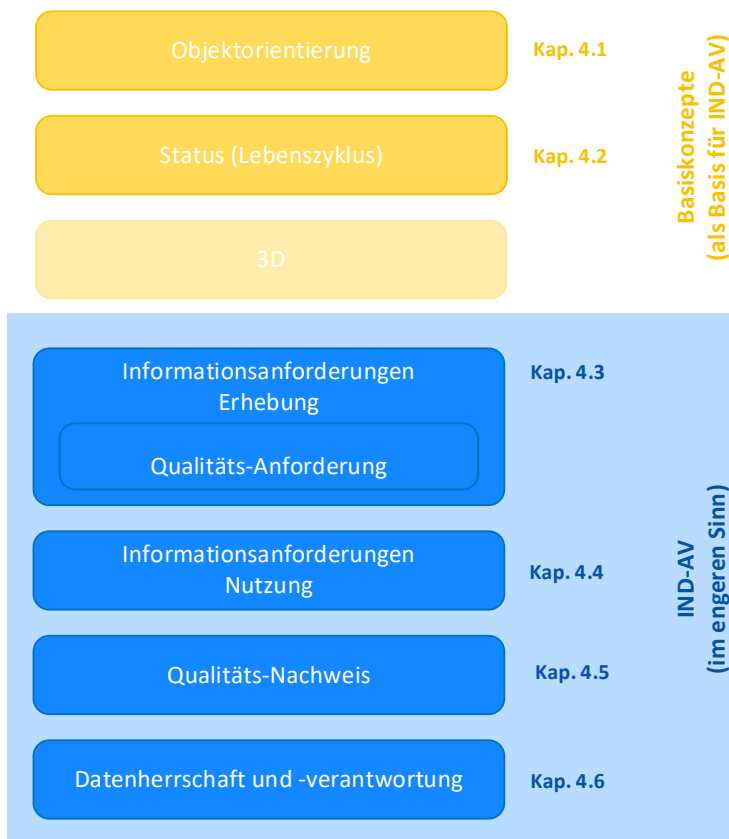


Abbildung 8: Gliederung der Konzepte

Einleitend werden mit der «**Objektorientierung**» sowie dem «**Status**» zwei übergeordnete Basiskonzepte eingeführt, welche für IND-AV eine zentrale Grundlage darstellen. Auch die dritte Dimension gehört zu einem der grundlegenden Basiskonzepte. Sie wird jedoch im Rahmen dieser Studie nicht weiter diskutiert. Sie ist zwar zur vollständigen Erfüllung der Anforderungen von IND-AV notwendig, hat aber über IND-AV hinaus viel weitreichendere Auswirkungen, die an dieser Stelle nicht behandelt werden können.

Die eigentlichen Konzepte zu IND-AV im engeren Sinn werden anschliessend an die Basiskonzepte beginnend ab Kapitel 4.3 «**Informationsanforderungen Erhebung**» beschrieben. Zentrales Element hierbei sind die Qualitäts-Anforderungen. Auf sie wird vertieft eingegangen, wobei die Bedeutung der Toleranzstufen diskutiert, sowie eine mögliche Alternative dazu aufgezeigt wird.

Kapitel 4.4 widmet sich den **Informationsanforderungen der Nutzung** und somit der Bereitstellung der AV-Daten an Dritte.

Kapitel 4.5 beschreibt notwendige Erweiterungen des **Qualitäts-Nachweises**. Diese hängen mit der Individualisierung der Informationsanforderungen zusammen und garantieren die Reliabilität der Informationen.

Etwas losgelöst von den eigentlichen Informationsanforderungen werden in Kapitel 4.6 Überlegungen zu **verteilten Datenhaltungen und -verantwortungen** aufgezeigt, die sich durch eine breitere Nutzung der AV-Daten ergeben können.

Abschliessend zum Kapitel 4 «Konzepte» erfolgt eine **Würdigung** der erläuterten Konzepte und ein Vergleich mit der ursprünglichen Konzeptidee IND-AV.

4.1 Objektorientierung

Damit Daten der AV auch für die Bereiche Land Use und Land Development nutzbar sind, müssen sie insbesondere den gesamten Lebenszyklus der Objekte abbilden sowie eindeutig von und mit anderen Datenbeständen referenziert werden können.

Zur Unterstützung dieser Aspekte bietet sich eine umfassende konzeptuelle Datenmodellierung an, welche die Fachobjekte der Realwelt in einem objektorientierten Ansatz abbildet¹. Objekte gemäss dem objektorientierten Paradigma verfügen über eine über die gesamte Lebensdauer eindeutige Identität (und Identifikation) und werden als Einheit abgebildet. Damit wird eine Referenzierung aus fremden Datenbeständen und eine Kopplung an Informationen in föderierten Systemen grundsätzlich ermöglicht und erleichtert.

Ein Objekt kann über die Lebensdauer seinen Zustand ändern, behält aber dank der unveränderlichen Identität den Bezug zu seinen anderen Zuständen entlang der Lebenslinie (siehe auch Kapitel 4.2).

Das aktuelle Datenmodell DM.01 befolgt das Paradigma der Objektorientierung von Realweltobjekten nur beschränkt. Es sind zwar «Fachobjekte» im Datenmodell erkennbar, diese sind aber primär auf den Bereich Land Tenure sowie auf die Planerstellung ausgerichtet. So sind beispielsweise die für die Vermessung und Sicherung der Grundrechte relevanten Fachobjekte wie Grenzpunkt oder Liegenschaft als eigene Klassen (Tabellen) modelliert. Ebenso verschiedene Klassen, welche für die Planerstellung von Bedeutung sind.

Hingegen fehlen in DM.01 für viele Realweltobjekte des Bereichs Land Use und Land Development eigenständige Klassen. Die Abbildung der «bebauten» Umwelt wird für die zukünftige Nutzung der AV als besonders wichtig erachtet. Diese Objekte, die Bauwerke, sind aber höchstens indirekt als eigenständige Objekte verfügbar. Beispielsweise ist die zentrale Fachklasse «Gebäude» nur indirekt aus der Bodenbedeckungsart oder Einzelobjekten ableitbar. Informationen zu Strassen sind verteilt auf Bodenbedeckung, Einzelobjekte (unterirdisch) und Gebäudeadressen (Lokalisation).

Abbildung 9 zeigt die Informationsebenen von DM.01. Hervorgehoben sind diejenigen Ebenen, welche Informationen zu Bauwerken enthalten. Allein aus dieser einfachen Darstellung wird ersichtlich, dass die Bauwerke nicht systematisch als Fachobjekte abgebildet sind.

¹ In diesem Ansatz, wie er z.B. auch in (KOGIS, 2011) beschrieben ist, werden die relevanten Objekte der Realwelt zuerst in einer semantischen, fachlichen Ebene beschrieben. Darauf basierend wird eine Abstraktion auf konzeptueller Ebene mit formalen Sprachen (z.B. UML) und Regeln erzeugt, welche die Struktur der Daten auch formal präzise beschreiben (konzeptuelles Datenmodell).

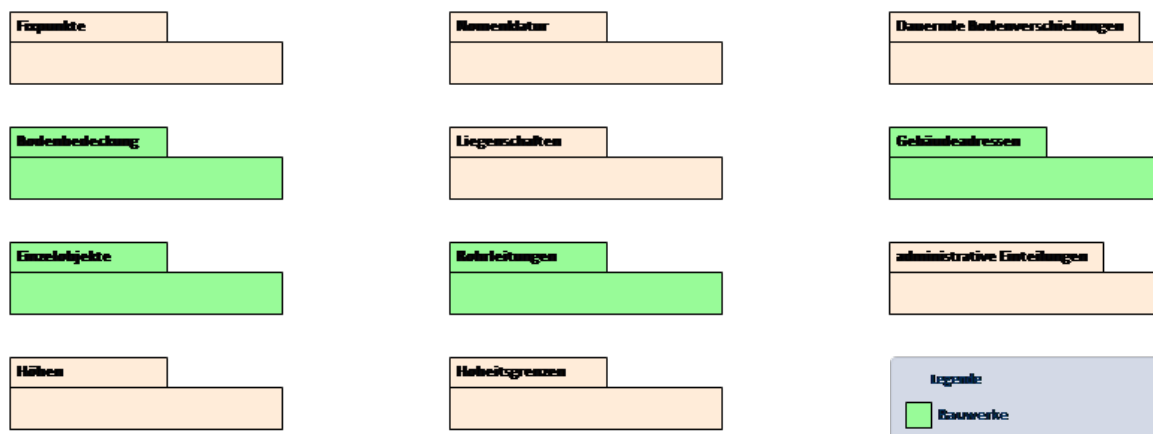


Abbildung 9: Informationsebenen DM.01

Mit der Einführung der ersten Version von DM.flex werden zwar einige Anpassungen am Datenmodell DM.01 vorgenommen, wie beispielsweise die Einführung stabiler Identifikatoren, das Weglassen von Klassen für die Planerstellung (Planrahmen) oder die Überführung der «projektierten» Objekte in die «Haupttabellen» mit entsprechender Status-Information. Diese Anpassungen sind jedoch allein nicht ausreichend, die neu gestellten Anforderungen an die AV-Daten gut zu unterstützen.

Eine grundsätzliche Neumodellierung nach objektorientiertem Ansatz auf Basis der relevanten Realweltobjekte sollte in folgenden Versionen von DM.flex angestrebt werden.

Als Orientierung für ein konzeptuelles Datenmodell können verschiedene bereits vorhandene Datenmodelle dienen, wie insbesondere diejenigen des Objektswesens (eCH-0129, (eCH-0129, n.d.), siehe auch Abbildung 10), CityGML (CityGML 3.0 CM, n.d.) oder des noch zu entwickelnden Datenmodells der zukünftigen Version von LADM.

Das Datenmodell der AV sollte idealiter auch in der Lage sein, die Informationen in diese «verwandten» Datenmodelle zu transformieren resp. sich ergänzend an diese anzulehnen.

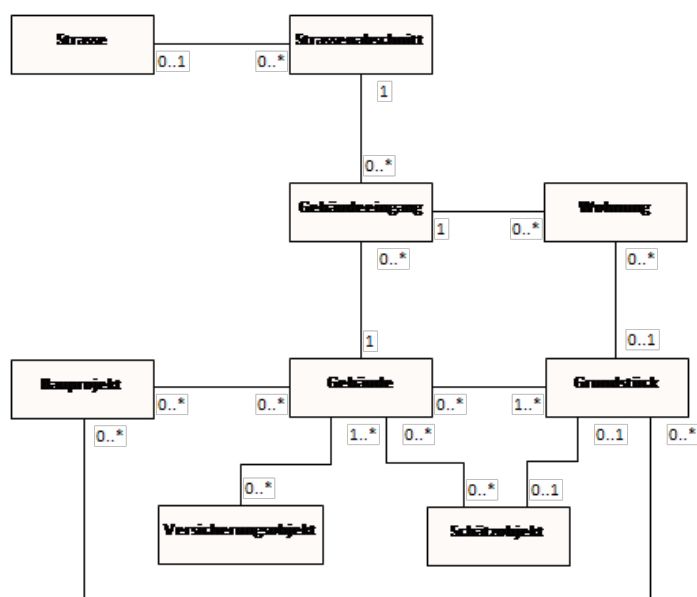


Abbildung 10: Klassenmodell konzeptuell Objektswesen (vereinfacht, in Anlehnung an (eCH-0129, n.d.))

Es wird vorgeschlagen, die «Bauwerke»² systematisch in der AV abzubilden. Dabei sollen mögliche unterschiedliche Aspekte der geometrischen Ausprägung sowie der Funktion als Referenzsystem unterschieden werden können. Abbildung 11 zeigt einen möglichen Ansatz für eine Systematisierung von Bauwerken im Datenmodell der AV. Dabei können Bauwerke prinzipiell bezüglich ihrer räumlichen Ausdehnung in «lokale» und «lineare» Objekte unterschieden werden.

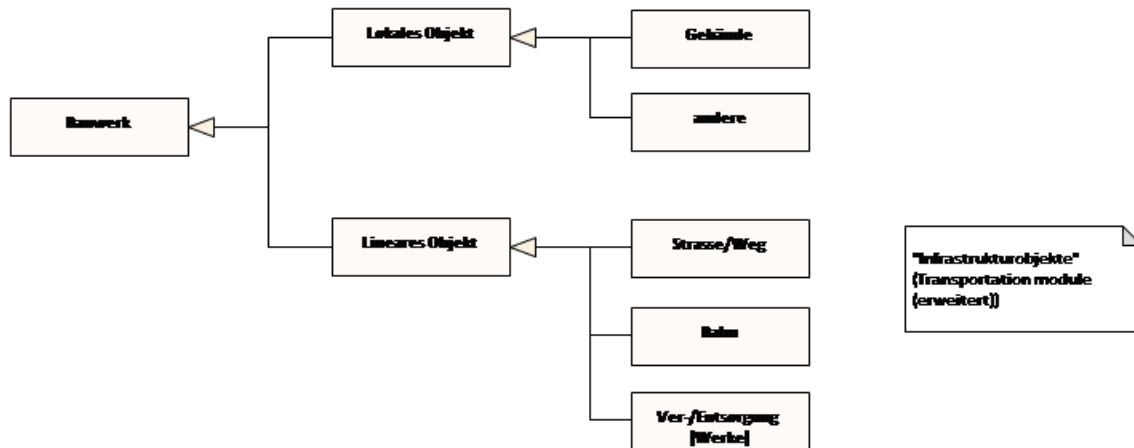


Abbildung 11: Konzeptuelles Klassenmodell Bauwerk-Objekte

Lokale Objekte sind typischerweise alle Gebäude sowie ein Sammelsurium «andere», welches viele der Einzelobjekte aus DM.01 beinhaltet. Sie verfügen über eine eher geringe räumliche Ausdehnung (Faustregel: innerhalb einer «Bauparzelle»). Die Referenzierung von lokalen Objekten erfolgt immer auf das gesamte Objekt, d.h. die AV bietet keine Unterstrukturen für diese Objekte an, auf die mit stabilen Referenzen verwiesen werden könnte. Gebäude als wichtigste Fachklasse der lokalen Objekte können definitorisch gleich behandelt werden wie dies heute mit DM.01 bereits festgelegt ist.

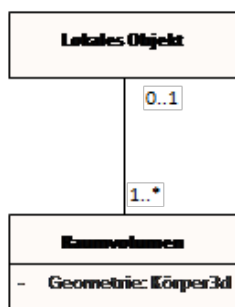


Abbildung 12: Konzeptuelles Klassenmodell Gebäude

Lokale Objekte werden im minimalen Fall durch eine oder mehrere Volumengeometrien räumlich repräsentiert. Diese Geometrie repräsentiert die Aussenhülle des Bauwerks. Es ist in weiteren Abklärungen noch zu ermitteln, ob eine weitere «innere» Unterteilung hinsichtlich konstruktiver Ausprägungen von Gebäuden sinnvoll wäre. Z.B. werden im Datenmodell von CityGML solche weiteren Unterteilungen gemacht. Aus Sicht AV scheint aber eine Abbildung konstruktiver Details aus Sicht der Gewährleistung der Informationsqualität eher kritisch. Die konstruktiven,

² Bei der Erarbeitung der Verordnungsrevision wurde auch der Begriff «manmade objects» verwendet, der umfassender verstanden werden kann. In dieser Studie wird der Begriff «Bauwerk» verwendet.

geometrischen Details von Bauwerken sollten vielmehr ausserhalb des AV-Datensatzes beispielsweise durch die Eigentümer selbst bereitgestellt werden und mittels einer eindeutigen Referenzierung auf das lokale Objekt mit dem Datensatz der AV in Bezug gesetzt werden. Entgegen der oben geführten Argumentation könnten sich aus den Bestrebungen für ein 3D-Stockwerkeigentum Anforderungen ergeben, welche die Verwaltung innerer Strukturen von Gebäuden in den AV-Daten erfordern, wie z.B. Wohneinheiten, statisch relevante Bauteile etc. Je mehr Details zur inneren Struktur von Gebäuden resp. Bauwerken notwendig sind, desto mehr ist eine enge Zusammenarbeit mit den anderen Prozessbeteiligten, wie Planer und Architekten, anzustreben.

Zu den linearen Objekten zählen die Infrastrukturobjekte Strassen, Bahn und Werke (Ver- und Entsorgung). Denselben linearen Charakter haben auch Gewässer. Da Gewässer sowohl eine natürliche Ausprägung als auch einen Bauwerkscharakter annehmen können, wird empfohlen diese in einer separaten Klasse zu modellieren. Deshalb sind sie in der Abbildung 12 nicht aufgeführt. In einer Implementierung des Datenmodells könnten aber dieselben Regeln bezüglich Linearität angewandt werden. Die linearen Objekte haben eine grössere räumliche, lineare Ausdehnung. Eine Lokalisierung bezüglich eines linearen Objekts erfolgt in der Regel nicht auf das gesamte Objekt, sondern lediglich auf einen ausgewählten Bereich. Der Bereich kann nur ein Punkt oder ein Abschnitt auf dem linearen Objekt sein. Abbildung 13 zeigt das konzeptuelle Klassenmodell für die Strukturierung linearer Objekte.

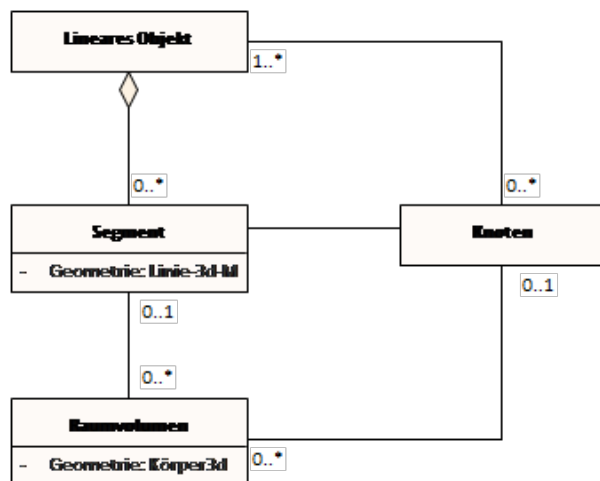


Abbildung 13: Konzeptuelles Klassenmodell Lineares Objekt

Die lineare Ausprägung der Objekte wird durch Segmente als 3D-Linien abgebildet. Diese könnten auch über eine Stationierung (Measure-Werte) verfügen und somit ein vollständiges lineares Bezugssystem bereitstellen³.

Für den Aufbau von Netztopologien ist die Ergänzung mit Knoten als verbindende Elemente zwischen Segmenten möglich.

Neben der rein linearen Ausprägung verfügen lineare Objekte auch über 3D-Volumenkörper. Die Volumenkörper repräsentieren den durch das Objekt belegten 3D-Raum, analog wie die heutige Bodenbedeckung die belegte Oberfläche abbildet.

In diesem Vorschlag stellen Raumvolumen keine echten Realweltobjekte dar, sondern sie sind, analog zur Bodenbedeckung, nur geometrische Repräsentationen. Entsprechend können sie auch nicht direkt für die Referenzierung genutzt werden. Raumvolumen können partiell und im Prinzip in beliebiger räumlicher Granularität nachgeführt werden. D.h. bei einer Veränderung

³ Bei einem linearen Referenzierungssystem gemäss (ISO 19148, n.d.) können Objekte in Bezug zu einer Achse (Liniengeometrie) referenziert werden. Die Positionierung erfolgt dabei durch Angabe einer Distanz auf einer Achse. Dazu muss jede Position auf einer Achse über eine Distanzangabe (Measure-Wert) verfügen.

des Bauwerks durch Umbau wie z.B. einer einfachen Strassensanierung ohne Veränderung des Strassenverlaufs, bleibt das Segment unverändert und es wird lediglich das Raumvolumen im entsprechenden Bereich aktualisiert.

Die Nachführung der Segmente der linearen Objekte müsste eine zentral koordinierte Aufgabe sein. Die Komplexität der Nachführung linearer Bezugssysteme ist allerdings hoch, wenn eine saubere Aktualisierung der referenzierenden Objekte gewährleistet werden soll.

Der effektive Bedarf für die Bereitstellung linearer Bezugssysteme durch die AV kann im Rahmen des Studienauftrags nicht abgeschätzt und müsste in weiteren Analysen und Vertiefungen im Detail ermittelt und aufgezeigt werden. Ein solcher Bedarf wird primär aus den Bereichen Land Use und Land Development erwartet. Der Nutzen könnte darin bestehen, verschiedene Datenquellen miteinander zu kombinieren, für die bisher ein gemeinsames Bezugssystem nicht vorhanden ist. Lineare oder topologische Bezugssysteme könnten eine Alternative zum planaren Bezugssystem LV95 darstellen, mit welchen die Integration vieler Datensätze z.B. für Mobilitätsfragen im Kontext von Smart City oder Digital Twins bearbeitet werden können.

Die Anpassungen des Datenmodells auf objektorientierte Fachobjekte hat auch Auswirkungen auf die nach wie vor notwendigen planorientierten Klassen. Beispielsweise werden dann gewisse Arten der Bodenbedeckung aus den Fachobjekten generiert. Es wird notwendig sein, die heute durch die AREA-Topologie garantierte Gebietseinteilung durch geometrische Operationen und Ableitungen herzustellen.

Empfehlung

- Auf Realweltobjekten basierendes, objektorientiertes, konzeptuelles Datenmodell AV erstellen. Inklusive Abgrenzung resp. Gemeinsamkeiten zu verwandten Geobasisdatensätzen und Verzeichnissen (Strassenverzeichnis, Gewässerverzeichnis, Bahnlinien etc.) aufzeigen.
- Bedarf für lineare Bezugssysteme auf Basis von Infrastrukturobjekten klären.

4.2 Status von Bauwerken und Objektversionierung

Sowohl mit der Konzeptidee IND-AV wie auch in den internationalen Trends wird die Abbildung zeitlicher Aspekte von Objektständen gefordert. Zeitaspekte können nach unterschiedlichen Konzepten in sehr unterschiedlicher Komplexität abgebildet werden. In den folgenden Darlegungen wird nur auf die mit der Konzeptidee IND-AV aufgeworfenen Aspekte eingegangen.

Im Kontext der Konzeptidee IND-AV werden zeitliche Aspekte indirekt im Sinne von Abfolgen resp. Phasen der Projektabwicklung aufgegriffen. So wird einerseits vorgeschlagen, die Statusinformationen von Bauwerken mit dem GWR abzugleichen bzw. diese vom GWR zu übernehmen. Andererseits werden mit der vorgeschlagenen Konzeptidee mit den LOD-Stufen 100 – 600 die Lebenszyklusphasen basierend auf üblichen Phasenmodellen der Planung aufgegriffen, die analog der Statusinformationen eine zeitlich-logische Sequenz von Objektständen definieren.

Im GWR sind für den Gebäudestatus sieben Werte festgelegt, beginnend bei «projektiert» bis «abgebrochen». Aus der Anforderungskklärung ging hervor, dass in der AV jedoch zusätzlich auch die Erfassung von Objekten möglich sein muss, für die noch keine Baubewilligung eingereicht wurde, beispielsweise für Strassen, die erst in der Richtplanung definiert sind. Die Statusinformation aus dem GWR müsste also ergänzt werden um einen Status «konzipiert» für geplante Objekte vor der Einreichung der Baubewilligung, siehe auch Abbildung 14.

Die in der Konzeptidee IND-AV (Niggeler & Dettwiler, 2019) vorgeschlagenen Stufen des Lebenszyklus lassen sich direkt auf die erweiterte Statusdefinition gemäss GWR abbilden und können als fachlich identisch betrachtet werden, wobei die speziellen Status «nicht realisiert» und «nicht nutzbar» keine Entsprechungen im Stufenmodell aufweisen, siehe wiederum Abbildung 14.

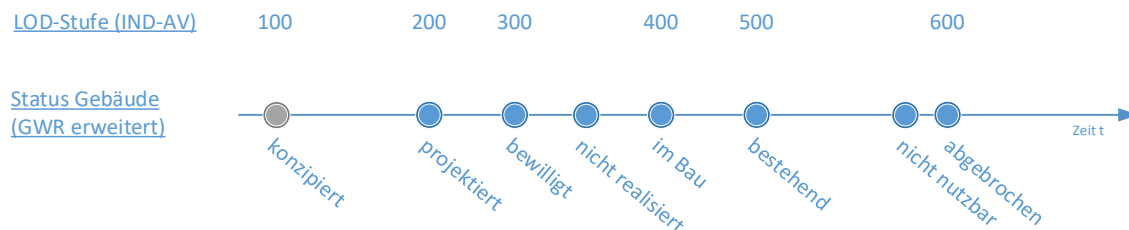


Abbildung 14: Vergleich LOD-Stufen Konzeptidee IND-AV mit GWR-Gebäudestatus

Anmerkung: Die Abbildung stellt nur eine mögliche zeitliche Abfolge der einzelnen Status dar. Sie macht keine Aussage zu den möglichen oder erlaubten Statusabfolgen.

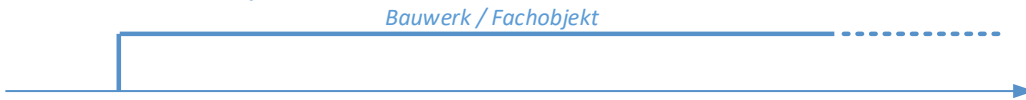
Mit den aktuellen Regeln der AV-Nachführung wird ein Objekt erst zum Zeitpunkt der Baubewilligung im System erfasst. Mit den heutigen Regeln von DM.01 werden dann nur zwei Status unterschieden: «projektiert» und «gültig». Mit der Einführung von DM.flex-v1 wird zusätzlich noch der Status «annulliert» eingeführt.

Die mit DM.flex-v1 vorgenommene Anpassung des Datenmodells, bei der auf die Projekt-Tabellen verzichtet wird und stattdessen der Gebäudestatus mit einem expliziten Attribut definiert wird, hat aus konzeptueller Sicht keinen Einfluss auf die Abbildung des Gebäudestatus. Es besteht auch damit in den aktuellen Konzepten der AV im Vergleich zu den Anforderungen aus IND-AV eine Lücke in der Abbildung der Statusinformationen, indem einerseits die Status vor der Bewilligung gar nicht abgedeckt sind und die verschiedenen Status zwischen Bewilligung und gültig nicht unterschieden werden. Abbildung 15 illustriert die Abbildung des Status in den aktuellen Konzepten der AV.

Status eines Bauwerks



Existenz Informationsobjekt – SOLL



Existenz Informationsobjekt – AV DM.01



Existenz Informationsobjekt – AV DM.flex-v1



Abbildung 15: Status von Bauwerken und Abbildung in AV

Mit DM.flex-v1 werden Objekte nicht mehr aus der AV «entfernt», sondern sie bleiben als gelöschte Objekte im System enthalten. Damit wird eine Historisierung aller rechtsgültigen Zustände (d.h. Status «gültig») im System gewährleistet. Eine Historisierung der projektierten Zustände ist hingegen nicht möglich.

Das in der AV aktuell implementierte Verfahren bezüglich Status und Objektversionen lässt sich auf einer konzeptuellen Ebene wie folgt beschreiben:

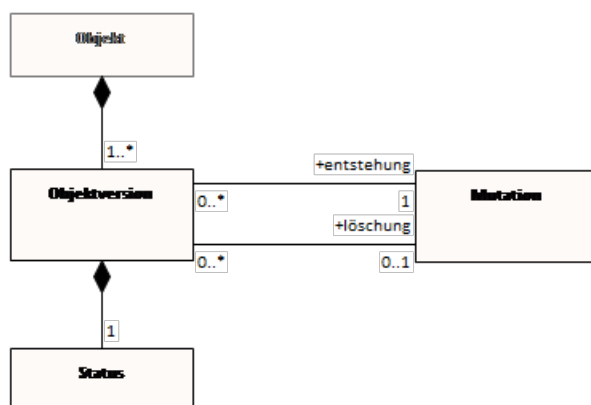


Abbildung 16: Konzeptuelles Modell «Objektversionen» AV

Ein Objekt, beispielsweise ein Gebäude, verfügt über mindestens eine Objektversion. Die Objektversion wird in der AV explizit verwaltet, als Datensatz z.B. der Bodenbedeckungsfläche. Das Objekt selbst ist in der AV nicht als eigenständiges Informationsobjekt vorhanden, sondern

es existiert nur implizit über die Objektidentifikation in den Objektversionen. Eine Objektversion entsteht durch eine Mutation. Eine Objektversion endet, wenn deren Löschmutation gültig wird. Objektversionen können nur verändert werden, wenn sie noch im projektierten Zustand sind. Eine Objektversion durchläuft typischerweise eine Statusabfolge von projektiert über gültig bis «gelöscht».

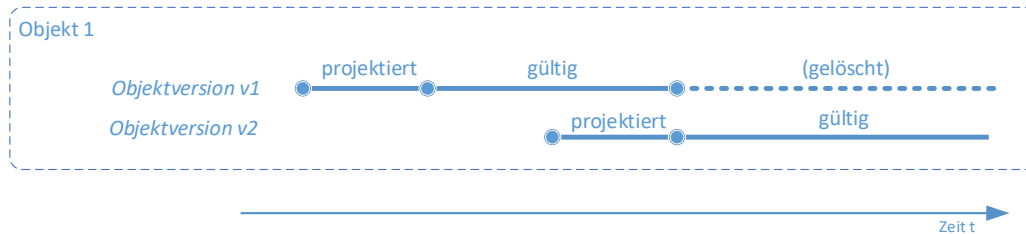


Abbildung 17: Objektversionen eines Objekts in der AV

Wird ein Objekt verändert, das eine gültige Objektversion hat, entsteht eine neue Objektversion mit einer entsprechenden Entstehungsmutation. Im Prinzip kann ein Objekt über beliebig viele Objektversionen verfügen, wobei jedoch höchstens eine Version gültig sein kann.

Ausgehend von diesen vorliegenden Konzepten und den Vorschlägen aus der Konzeptidee IND-AV ergeben sich drei Handlungsfelder:

- HF1: Feinere Unterscheidung des Status in der Projektierungsphase und Abbildung auch der Konzeptphase
- HF2: Historisierung jedes einzelnen Status (in Abhängigkeit der effektiven Anforderungen, die explizit noch zu validieren sind)
- HF3: Fachlich definierte, eindeutige Identifikation der einzelnen Objektversionen

HF1: Feinere Unterscheidung des Status in der Projektierungsphase und Abbildung auch der Konzeptphase

Der heutige Status «projektiert» muss weiter unterteilt und alle Status vor «gültig» gemäss Abbildung 14 umfassen. Aus rein technischer Sicht scheint eine solche Erweiterung relativ einfach möglich durch eine Erweiterung des entsprechenden Wertebereichs. Ohne die Notwendigkeit zur Historisierung (siehe folgenden Abschnitt) könnte das heutige Konzept mit den Objektversionen unverändert übernommen werden. Die Statusübergänge in den Projektierungsphasen würden innerhalb derselben Objektversion erfolgen. Mit zusätzlichen Regeln könnten die erlaubten Statusabfolgen festgelegt werden.

Die Herausforderungen liegen hingegen eher auf prozessualer Ebene. Es muss definiert werden, wie und welche Konzeptideen überhaupt in der AV zu integrieren sind. Bisher gibt es mit der Einreichung der Baubewilligung einen eindeutigen, gesetzlich definierten Punkt, an welchem ein Projekt gegenüber der Behörde zwingend erkenntlich wird und in der AV erfasst werden kann. Für frühere Planungsstände fehlt ein solcher eindeutiger Meilenstein, so dass eine einheitliche Erfassung früher Planungsstände schwierig zu definieren ist. Es kann in Erwägung gezogen werden, dass eine frühe Erfassung für Planungen gefordert werden kann, wenn die frühen Planungsphasen bereits gesetzlich definiert sind, wie beispielsweise Richt- oder Quartierplanungen.

Die Nachführung feinerer Statusinformationen erfordert einen höheren Aktualisierungsrhythmus und einen engeren Abgleich insbesondere mit dem GWR resp. den Baubewilligungsbehörden, von denen die Statusinformationen geführt werden.

HF2: Historisierung jedes einzelnen Status

In (Niggeler & Dettwiler, 2019) wird explizit verlangt, dass die Information für einen Status auch dann noch verfügbar sein muss, wenn es bereits einen aktuelleren Status gibt. D.h. die Statusinformationen müssten vollständig historisiert werden.

Unter Berücksichtigung der aktuell vorhandenen Konzepte könnte jede Objektversion in ein oder mehrere Statusversionen unterteilt werden. Eine Statusversion bildet genau einen Status einer Objektversion ab. Das Konzept der Mutation von Objektversionen könnte prinzipiell belassen werden, wobei jedoch eine Objektversion lediglich noch eine Gruppierungs- und Identifikationsfunktion, aber keine eigentlichen Sachinformationen mehr hätte. Mit zusätzlichen Regeln bei der Erfassung muss gewährleistet werden, dass nur erlaubte Statusabfolgen erfasst werden können.

Interessant an einer solchen Abtrennung von Status und Objektversion ist, dass die beiden Sichten der Planung/Projektierung einerseits sowie der Rechtssicht bezüglich Grundbuch andererseits klar unterschieden werden können.

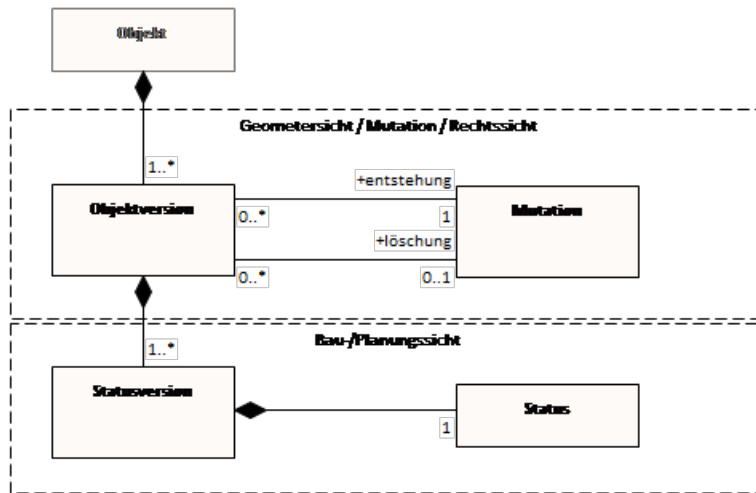


Abbildung 18: Konzeptuelles Modell «Objektversionen» AV erweitert

Alternativ dazu kann auch eine grundsätzliche Neukonzeption des Historisierungsmechanismus in Betracht gezogen werden, so dass die Historisierung der einzelnen Statusinformationen noch expliziter erfolgen kann. Dies hätte aber sehr weitreichende Folgen auf die Nachführungssysteme.

HF3: Fachlich definierte, eindeutige Identifikation der einzelnen Objektversionen

Bisher erfolgt lediglich die Identifikation der Gesamt-Objekte (Gebäude, Strasse) systematisch, beispielsweise über die EGID. Wenn zukünftig für die Landentwicklung und –Nutzung die einzelnen Objekt- oder Statusversionen eine höhere Bedeutung haben werden, müssen sie von Drittsystemen und Akteuren ausserhalb der AV auch eindeutig identifiziert werden können. Dafür sind entsprechende Mechanismen zu definieren. Neben dem rein technischen System-schlüssel sind auch konzeptuelle Schlüssel zu prüfen, welche die fachlich korrekte Erfassung der Objektversionen garantieren.

Aus reiner Sicht der Datenverwaltung könnte die Identifikation der Mutation verwendet werden, um eine einzelne Objektversion zu identifizieren (in Kombination mit dem Objekt selbst). Es ist allerdings zu prüfen, ob die Identifikation der Mutation für Akteure ausserhalb der AV eine relevante Entität ist. Alternativ kann auch in Betracht gezogen werden, das Bauprojekt, welches bereits im Datenmodell des Objektwesens definiert ist, für eine eindeutige Identifikation von Objektversionen heranzuziehen (siehe auch Abbildung 10). Nachteilig an diesem Lösungsansatz ist, dass er nur für Objekte mit «echten» Bauprojekten anwendbar ist.

Empfehlung

- Relevanz der Historisierung der einzelnen Status prüfen und entsprechende Anforderungen spezifizieren.
- Handlungsfelder 1-3 weiterentwickeln.

4.3 Informationsanforderungen Erhebung

Damit die Ersteller und Nachführer der AV-Daten wissen, welche Objekte zu erheben sind und welche Anforderungen dabei berücksichtigt werden müssen, werden Informationsanforderungen für die Datenerhebung definiert. Diese sind heute in den Verordnungen VAV / TVAV inklusive dem Datenmodell sowie in Weisungen und Richtlinien festgelegt.

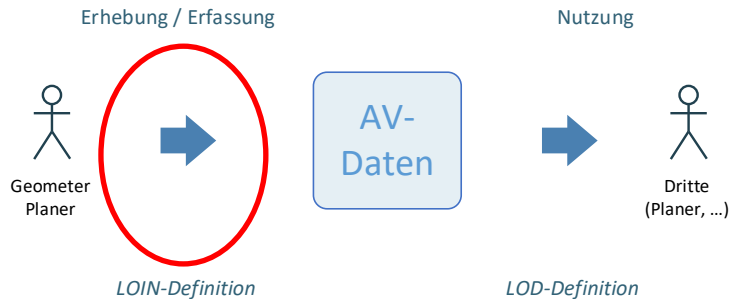


Abbildung 19: LOIN-Definition für Erhebung / Erfassung der AV-Daten

Diese Anforderungen beinhalten im Wesentlichen folgende Kategorien:

- Objektkatalog
- Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen
- Detaillierungsgrad der Geometrie
- Detaillierungsgrad der Objektbildung
- Sachdaten und Wertebereiche

Die Definition dieser Anforderungen baut grösstenteils auf den Toleranzstufen auf. Mit der Konzeptidee von IND-AV wird nun vorgeschlagen, dass zukünftig auf die Toleranzstufen verzichtet wird und die Qualitäts-Anforderungen an Nutzung und Objekt angepasst werden (Niggeler et al., 2019). Dieser Vorschlag wird im Folgenden analysiert. Es wird aufgezeigt, welche Bedeutung die Toleranzstufen bezüglich der Informationsanforderungen heute haben und welche Kriterien zusätzlich relevant sind, wenn die AV für neuartige Nutzungen verfügbar gemacht wird. Darauf aufbauend wird ein Lösungskonzept aufgezeigt, welches den in der Konzeptidee IND-AV vorgeschlagenen Ansatz der LOIN-Definition aufgreift und verfeinert. Dabei wird die Begrifflichkeit der Anforderungs-Kategorien der AV an die BIM-Methodik angepasst. Damit soll das Verständnis zwischen Nutzer und Ersteller der AV-Daten gefördert werden.

4.3.1 Bedeutung der Toleranzstufen

Heute sind die Toleranzstufen in der TVAV Art. 3 definiert und in folgendem Kontext referenziert:

- Genauigkeit / Zuverlässigkeit: LOA (Level of Accuracy)
 - Definition der Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen (TVAV Art. 24 ff).
 - Für die Beschreibung von Genauigkeiten wird im Kontext von BIM oft der Begriff Level of Accuracy (LOA) verwendet. Für IND-AV wird dieser Begriff ebenfalls genutzt ⁴.
- Detaillierungsgrad der Geometrie (geometrische Granularität): LOG (Level of Geometry)
 - Definition des Detaillierungsgrades von Gebäuden (TVAV Art. 14, Abs. 2).
 - Für die Beschreibung der geometrischen Granularität wird im Kontext von BIM oft der Begriff Level of Geometry (LOG) verwendet. Für IND-AV wird dieser Begriff ebenfalls genutzt.
- Detaillierungsgrad der Objektbildung:
 - Definition von Minimalflächen der Informationsebene Bodenbedeckung (TVAV Art. 13).
 - Richtwerte für Dichte der Lagefixpunkte (TVAV Art. 49).

⁴ Der Begriff LOA (Level of Accuracy) ist in der Schweiz noch wenig geprägt, wird aber in US-amerikanischen und deutschen Publikationen verwendet. Dabei werden Genauigkeitsanforderungen in Klassen gruppiert. In dieser Studie wird explizit nicht auf diese Klassierungen Bezug genommen, sondern lediglich auf den Begriff.

Weiter ist definiert, dass die Kantone zuständig sind für die Zuordnung der Toleranzstufen im Einzelfall und die Festlegung der Anforderungen an die Toleranzstufe 1 (höchste Anforderungen) (TVAV, Art. 5). Die Geometrien der Einteilung werden als Flächenobjekte im Datenmodell der AV verwaltet.

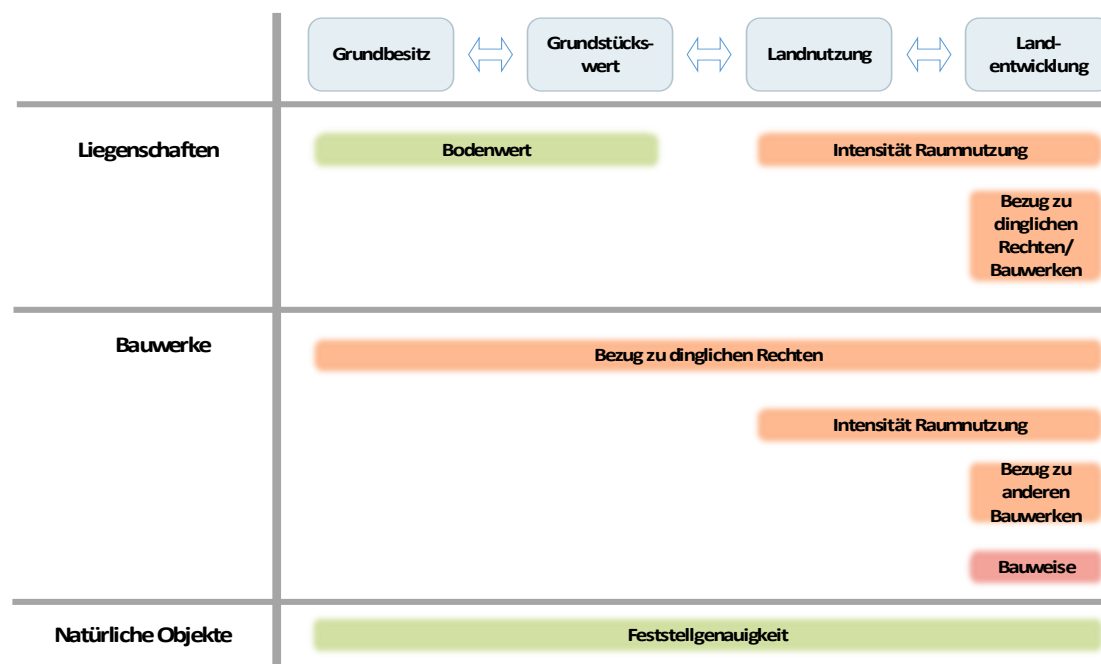
Mit einem Verzicht auf die Toleranzstufen sind die Anforderungen an die Genauigkeit und den Detaillierungsgrad neu zu definieren.

4.3.2 Genauigkeitsanforderungen

Die Qualitäts-Anforderungen an die AV-Daten sind grundsätzlich nutzungsgetrieben festgelegt, werden aber auch durch die Nachführungsprozesse beeinflusst. Um die Anforderungen und Limitierungen systematisch zu analysieren, werden daher nachfolgend in einem ersten Schritt die Kriterien für die Qualitäts-Anforderungen aus der Sicht Landmanagement (Nutzersicht) und anschliessend aufgrund heutiger und möglicher zukünftiger Prozesse diskutiert (Erstellersicht). Als weiterer Punkt wird der Einfluss eines veränderten Genauigkeitsniveaus besprochen.

Kriterien für Genauigkeitsanforderungen aus Sicht Landmanagement

Für die Ausrichtung der AV auf die Bereiche Grundbesitz und Grundstückswert hat sich das Konzept der Toleranzstufen bewährt. Um zu klären, ob auf die Toleranzstufen in Zukunft verzichtet werden kann, wird analysiert, von welchen Kriterien die Anforderungen an die Qualität tatsächlich abhängen. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Nutzung der AV-Daten auf alle vier Landmanagementbereiche ausweitet:



Grad der heutigen Berücksichtigung des Kriteriums: voll teils nicht

Abbildung 20: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen

Liegenschaften

Für die Liegenschaften ist aus Sicht von Grundbesitz und Grundstückswert vor allem der Bodenwert das treibende Kriterium zur Definition von Qualitäts-Anforderungen an ein Stück Landoberfläche. Je höher der Wert eines Landstücks gehandelt wird, je wichtiger ist es, dieses Stück

geometrisch genau zu identifizieren. Aus Sicht des Bereichs Landnutzung und Landentwicklung ist die Genauigkeit dann von Bedeutung, wenn für ein Stück Land bestimmt werden muss, welche Nutzungs- und Entwicklungsmöglichkeiten rechtlich möglich sind. Dies wird mit dem Begriff Intensität der Raumnutzung beschrieben. Diese wird durch öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen (kurz ÖREB) limitiert. Insbesondere im Übergang zwischen verschiedenen Niveaus der zugelassenen Raumnutzung wird durch die Erhebungsgenauigkeit des Landstücks die korrekte Zuweisung der erlaubten Nutzungsintensität beeinflusst. Als Beispiele können die Zuweisung zur Nutzungszone oder die Lage des Landstücks in Bezug zu Projektierungszonen oder Baulinien aufgeführt werden. Zusätzlich dazu ist im Bereich Landentwicklung der räumliche Bezug zu anderen dinglichen Rechten oder Bauwerken ein sehr wichtiges, qualitätsbestimmendes Kriterium. Zur Bestimmung von dinglichen Rechten entlang von Bauwerken oder in bestimmten Abständen dazu ist eine höhere Qualität erforderlich, als wenn keine Beziehungen bestehen.

Bauwerke

Für Bauwerke ist aus der Sicht der Bereiche Grundbesitz und Grundstückswert hauptsächlich der räumliche Bezug zu den dinglichen Rechten relevant. Im Bereich von Liegenschafts- und Dienstbarkeitsgrenzen gilt es zu identifizieren, auf welcher Seite das Bauwerk liegt. Dazu muss zur Bestimmung der möglichen Intensität der Raumnutzung im Bereich Landnutzung und Landentwicklung die Lage des Bauwerks in Bezug zum Übergang des Potentialniveaus gebracht werden. In der Landentwicklung wird auch noch der räumliche Bezug zu anderen Bauwerken wichtig, müssen doch zum Beispiel Abstände dazwischen eingehalten werden (Feuerpolizeiliche Bestimmungen). Zusätzlich zu diesen Kriterien ist im Bereich Landentwicklung die Bauweise des Bauwerks entscheidend. Wird zum Beispiel an ein bestehendes Bauwerk ein Anbau geplant, so können mit einer Ausführung des Anbaus in der Massivbauweise grössere Unsicherheiten über die genaue Lage des Bestands aufgefangen werden als mit einer Vorfabrikation. Die Bauweise wird hier als Beispiel einer Eigenschaft genannt, mit der zum Ausdruck gebracht wird, dass es durch das Bauwerk selbst Kriterien geben kann, die Informationsanforderungen begründen können.

Natürliche Objekte

Für natürliche Objekte ist grundsätzlich die Feststellgenauigkeit schlecht, so dass diese die Messgenauigkeit dominiert. Die Feststellgenauigkeit ist somit das massgebliche Kriterium für die Qualitäts-Anforderung.

Das heutige System deckt die in Abbildung 20 identifizierten Kriterien nur teilweise ab. So bilden die Toleranzstufen (näherungsweise) das Gefälle des Bodenwertes zwischen städtischen und unproduktiven Gebieten ab. Die Intensität der Raumnutzung wird aber höchstens in Bezug auf die Unterscheidung Baugebiet/Nichtbaugebiet berücksichtigt. Erhöhte Anforderungen an die Qualität sind ausserhalb des Baugebietes heute nicht vorgesehen. Bei baulichen Entwicklungen wären diese aber notwendig. So gibt es auch im Nichtbaugebiet diverse ÖREB, welche bei Planungen und baulichen Entwicklungen zu berücksichtigen sind.

Explizite Qualitäts-Anforderungen für die Behandlung der Beziehung zwischen den Bauwerken und den dinglichen Rechten an den Grundstücken gibt es heute nicht. Implizit bestehen Anforderungen, da im Baugebiet, wo diese räumlichen Beziehungen dichter anzutreffen sind, erhöhte Anforderungen als im Nichtbaugebiet bestehen. Für einzelne Bauwerke und Siedlungen ausserhalb des Baugebietes sind die Qualitäts-Anforderungen heute aber sehr gering. Mit der Ausweitung der Nutzung der AV-Daten auf die Landentwicklung steigt das Bedürfnis an genaueren Grundlagen dieser räumlichen Beziehungen insbesondere im Umfeld von Bauwerken.

Eine wiederum explizite Anforderung besteht heute schon bei der Feststellgenauigkeit. Im Bereich der natürlichen Objekte besteht daher kein Handlungsbedarf bei der Festlegung der Anforderungskriterien.

Die **Bauweise** wird durch die Ausweitung der Nutzung der AV-Daten auf alle vier Landmanagementbereiche als Kriterium **neu identifiziert**. Dies ist entscheidend, da es ein lageunabhängiges Kriterium ist. Bis auf die Feststellgenauigkeit haben alle anderen identifizierten Kriterien einen Lagebezug.

Prozesse

Genauigkeit- und Zuverlässigkeitsanforderungen sind für den Prozess der Datenerhebung relevant. Da in der AV der Grundsatz der Methodenfreiheit gilt, sind sie das zentrale Element, um die Qualität der Feldmessungen zu steuern. Dies gilt sowohl für Ersterhebungen als auch für die Nachführung. Die heutige Einteilung des Gebietes in Toleranzstufen hat zur Folge, dass Objekte (Instanzen) derselben Objektklasse abhängig von ihrem Standort unterschiedlich erhoben werden bezüglich

- Messmethode
- Messkonzept
- Absoluter Genauigkeit (Qualität der Georeferenzierung)
- Innerer Genauigkeit (relative Genauigkeit innerhalb eines Objektes)

Dieser Zusammenhang wird gewünscht, da es der Zweck der Toleranzstufen ist, das Kosten-Nutzen-Verhältnis zu optimieren. Damit wird auch die Innovation gefördert und es ist möglich, neue Technologien zeitnah produktiv einzusetzen.

In der Konzeptidee von IND-AV heisst es, dass jeder Punkt in der Schweiz heute ohne Probleme auf 20 bis 30cm genau bestimmt werden kann, mit etwas Aufwand sogar auf 5 bis 10cm (Niggeler & Dettwiler, 2019). Auch wenn neue Messmethoden heute grundsätzlich an vielen Stellen eine sehr gute Genauigkeit zulassen, gibt es lageabhängige Parameter, welche ein ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis gefährden. Dies sind insbesondere:

- erschwerte Messbedingungen aufgrund von Wald und / oder Topografie (Berggebiet)
- die Güte des Katasters in spannungsbehafteten Gebieten oder Gebieten mit dauernden Bodenverschiebungen

Bei Objekten mit gleichen Kriterien gemäss Abbildung 20 aber Unterschieden bezüglich diesen beiden Parametern ist daher das Kosten-Nutzen-Verhältnis ungleich. Es scheint daher sinnvoll, die in Abbildung 20 identifizierten Kriterien zu erweitern um die beiden kostenlimitierenden Kriterien «erschwerte Messbedingungen» und «Güte Kataster».

Mit der Etablierung des BIM-Prozesses in der Bauwirtschaft ist es ausserdem wahrscheinlich, dass sich der Prozess der Datenerhebung für Bauwerke verändern wird. So werden in Zukunft Bauherren as-built-Modelle von ihren Planern verlangen. Diese können als Grundlage für die Nachführung der AV genutzt werden. Der Nachführungsprozess in der AV könnte in diesem Falle wie folgt aussehen:

- Überprüfung der Inneren Genauigkeit des as-built-Modells durch Massaufnahme am Bau (evtl. nur Hauptmasse).
- Georeferenzierung durch die absolute Bestimmung eines Eckpunktes sowie der Richtung einer Bauwerkskante.

Auch der Status vor der Realisation des Bauwerks wird in der AV aufgrund von digitalen Bauwerksmodellen (BIM-Modellen) nachgeführt werden. Dabei wird die Überprüfung und Georeferenzierung des Modells rein rechnerisch erfolgen. Es ist aufgrund dieser Überlegung sinnvoll, in Zukunft **statusabhängig** separat Anforderungen an die **innere Genauigkeit** und die **Qualität der Georeferenzierung (absolute Genauigkeit)** zu definieren.

Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass in Zukunft sämtliche Bauwerke mit dem BIM-Prozess geplant werden. Insbesondere bei kleineren Um- und Anbauten ist nicht damit zu rechnen, dass

der AV as-built-Modelle zur Verfügung gestellt werden. Somit wird der traditionelle Nachführungsprozess auch in der fernerer Zukunft zur Anwendung kommen. In beiden Fällen liegt nach geltendem Konzept die Kostentragung für die Nachführung beim Verursacher (Verursacherprinzip).

Mit der heutigen Gesetzesregelung hat der Verursacher keine Möglichkeit, das Ergebnis der Erhebung (Detaillierung, Qualität) zu beeinflussen. Allfällige Mehranforderungen müssen ausserhalb der AV erhoben und verwaltet werden. Könnten **individuelle Mehranforderungen** an die Erhebung in der AV zugelassen resp. dokumentiert werden, so hätte dies folgende Vorteile resp. Konsequenzen:

- Die AV kann einen besseren Beitrag an den Lebenszyklus von Bauwerken bieten, indem die Nachführung als Basis für einen weiteren Zyklus dienen kann.
- Es besteht für die AV die Chance, schneller zu besseren Informationen zu Bestandsbauten zu kommen. Diese stehen anschliessend allen Nutzenden der AV zur Verfügung.
- Der Werkeigentümer wird besser in den Nachführungsprozess eingebunden, was für die Akzeptanz der Nachführung förderlich ist.
- Für die Nutzung der AV-Daten als homogener Datensatz müssen Regeln bestehen, wie ein Objekt, welches mit Mehranforderungen erfasst wurde, auf die Minimalanforderungen reduziert werden kann.

Genauigkeitsniveau

In der Konzeptidee von IND-AV wird vorgeschlagen, die Genauigkeitsanforderung bei Gebäuden im Status bestehend auf 3cm anzuheben (Niggeler & Dettwiler, 2019). Aufgrund der steigenden Bedürfnisse nach genaueren Aussagen zu räumlichen Beziehungen der Bauwerke ist dies nachvollziehbar. Je nach Materialisierung kommt dieser Wert aber schon sehr nahe an die Feststellgenauigkeit der Gebäudeecke. Beispiele hierfür sind Holzschalungen (Abbildung 21) oder Natursteinmauern (Abbildung 22). Aber auch in der modernen Architektur gibt es Beispiele (Abbildung 23), wo die heutige Definition der Begrenzung der Gebäudefläche durch die Hauptfassadenteile mit der jeweils äusseren grössten vertikalen Flächen nicht anwendbar ist ("Richtlinie Detaillierungsgrad in der amtlichen Vermessung Informationsebene Bodenbedeckung," 2011). Diese Problematik ist grundsätzlich nicht neu. Sie wird aber zum einen durch die höhere Genauigkeitsanforderung verschärft, zum anderen wird durch die Ausweitung des Nutzens der AV-Daten die Nachvollziehbarkeit der Bestimmung der Gebäudegeometrie auch für die Nutzenden der AV-Daten wichtiger. Durch eine Erweiterung der Erfassungsrichtlinien kann teilweise Abhilfe geschaffen werden. Zum Beispiel könnte definiert werden, dass bei Fassaden mit einer 3D-Ausprägung die approximierte Hülle der äusseren Umgrenzung in die AV aufzunehmen ist. Da mit Erfassungsrichtlinien nie alle Fälle abgedeckt werden können, ist es zur Ergänzung aber wichtig, dass dem Nutzenden mit den Qualitätsinformationen im AV-Datensatz das Wissen weitergegeben wird, dass bezüglich der **Feststellgenauigkeit des Bauwerks** Ermessensspielraum besteht. Dies könnte mit einer Differenzierung durch das bereits im DM.01 bestehende Attribut **ExaktDefiniert** gelöst werden, welches heute bei allen Gebäuden auf «ja» gesetzt ist. Kombiniert damit müssen die Qualitäts-Anforderung LOA und LOG reduziert oder ausser Kraft gesetzt werden können. Um dies umzusetzen gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Ein vordefinierter LOA / LOG, welcher bei jedem Objekt mit dem Attributwert **ExaktDefiniert** = ja zur Anwendung kommt (analog der Kategorisierung von exakt / nicht exakt definierten Grenzpunkten heute (Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten)).
2. Eine individuelle Festlegung des LOA / LOG nach den tatsächlichen Gegebenheiten (analog nicht exakt definierten Detailpunkten heute (TVAV Art. 29, Abs. 2)).
3. Keine Änderung von LOA / LOG, sondern Ausserkraftsetzung dieser und Dokumentation der tatsächlich erzielten Qualität. Somit bleibt die Anforderung an den LOA / LOG bestehen.

Währenddem heute für die Liegenschaftspunkte Variante 1 und für natürliche Objekte Variante 2 angewendet wird, scheint Variante 3 für Bauwerke am zweckmässigsten und wird für die weiteren Ausführungen gewählt.



Abbildung 21: Stülpschalung
Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Stuelpschalung>



Abbildung 22: Natursteinmauer
Quelle: <https://www.soz-etc.com/natur/trockenmauer/003-bau.html>

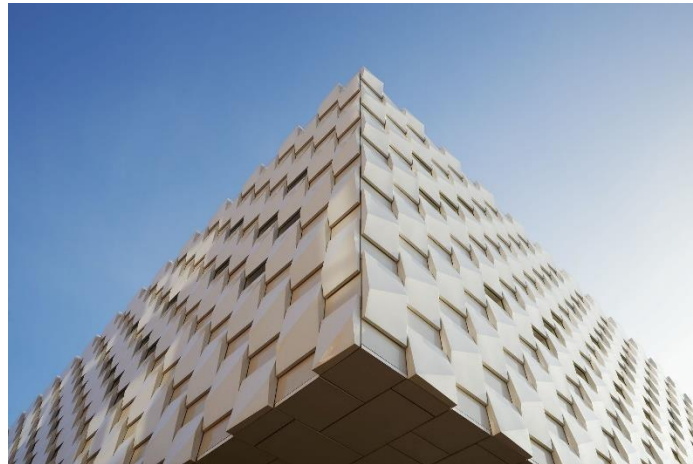


Abbildung 23: moderne Keramikfassade, Quelle: m&r Manufaktur GmbH – Keramikfassaden, Wandfliesen & Kacheln
(<https://www.mrmanufaktur.de>)

4.3.3 Detaillierungsgrad der Geometrie (geometrische Granularität)

Durch die Toleranzstufen wird heute auch die geometrische Granularität von Objekten gesteuert (siehe Definition des Detaillierungsgrades von Gebäuden (TVAV Art. 14, Abs. 2)). Dies ist auf die massstabsabhängige Planproduktion ausgerichtet und hat im digitalen Zeitalter keine Bedeutung mehr.

Zeitgemässer ist eine Definition, welche den Detaillierungsgrad LOG aufgrund der Nutzung bzw. des öffentlichen Interesses steuert. In der Erfassungsrichtlinie ("Richtlinie Detaillierungsgrad in der amtlichen Vermessung Informationsebene Bodenbedeckung," 2011) wird in öffentlichen Arealen ein höherer Detaillierungsgrad als in nicht öffentlichen gefordert. Somit besteht heute schon eine Definition des LOG mit 2 Stufen.

Mit der Ausweitung des AV-Datensatzes auf Objekte im Status vor der Baubewilligung wird eine weitere Stufe mit einer einfacheren, eher symbolischen Geometrirepräsentation notwendig. Daraus resultiert, dass bei einer Umsetzung der Konzepte rund um IND-AV für Bauwerke ein dreistufiger LOG minimal einzuführen ist.

Als Erweiterung ist sowohl eine feinere Gliederung mit zusätzlichen Stufen als auch die Einführung eines LOG bei anderen Objekten denkbar. Beides wird in der Konzeptidee IND-AV vorgeschlagen (Niggeler & Dettwiler, 2019). Eine Analyse des Nutzens dieser Erweiterungen wurde in dieser Studie nicht durchgeführt.

4.3.4 Detaillierungsgrad der Objektbildung

Beim Detaillierungsgrad der Objektbildung geht es darum zu steuern, welche Kriterien erfüllt sein müssen, um überhaupt eine Objektinstanz zu erzeugen.

In der AV wird der Detaillierungsgrad der Objektbildung heute eingesetzt bei der Definition von Minimalflächen pro Toleranzstufe und Bodenbedeckungsart (TVAV Art. 13). Damit wird definiert, ab welcher minimalen Fläche ein Objekt zu erfassen ist. Ziel dieser Minimalflächen ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis im Gleichgewicht zu halten. Daher wird empfohlen, die Definition von Minimalflächen der Informationsebene Bodenbedeckung beizubehalten und diese weiterhin an lageabhängige Kriterien zu knüpfen. In Abhängigkeit davon, ob für diese Bodenbedeckungsarten auch verschiedene Status eingeführt werden, ist ausserdem eine statusabhängige Definition der Minimalflächen zu prüfen.

Eine ähnliche Thematik ist die Definition von Richtwerten für die Dichte der Lagefixpunkte. Auch diese sind heute in Abhängigkeit der Toleranzstufe definiert. Ziel ist wiederum das Einhalten des Kosten-Nutzen-Verhältnisses und darum eine lageabhängige Steuerung, ob ein Objekt erzeugt werden soll oder nicht.

Während der LOG als Informationsanforderung beim Objekt verwaltet werden kann, kann mangels Objekt beim Detaillierungsgrad der Objektbildung die Information nicht direkt gespeichert werden. Analog zu der heutigen Definition muss die Steuerung über Erfassungsanweisungen erfolgen. Dies wiederum bedeutet, dass die lageabhängige Auswertung während des Erhebungsprozesses analog zu heute vorliegen oder in Echtzeit berechnet werden muss.

4.3.5 Zusammenfassung Qualitäts-Anforderungen

Im Folgenden werden die Kriterien der Qualitäts-Anforderung zusammengefasst für die Liegenschaften, die Bauwerke und die natürlichen Objekte. Ausserdem wird deren Einfluss auf die Informationsanforderungen LOA, LOG und den Detaillierungsgrad der Objektbildung beschrieben.

Liegenschaften

	Kriterium	LOG	LOA (absolut)
lageabhängig	Bodenwert		X
	Intensität Raumnutzung		X
	Bezug zu dinglichen Rechten / Bauwerken		X
	Erschwerte Messbedingungen		X
	Güte Kataster		X
	Feststellgenauigkeit	X	X
	Status	X	X

Tabelle 1: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von Liegenschaften

Bauwerke

	Kriterium	LOG	LOA (absolut)	LOA (innere)	Detaillierung Objektbildung	Bemerkung
lageabhängig	Intensität Raumnutzung		X		X	
	Bezug zu dinglichen Rechten / Bauwerken		X			
	Erschwerte Messbedingungen		X			
	Güte Kataster		X			
	Bauweise	X	X	X		Beispiel für eine Eigenschaft, welche Erhöhung der Minimalanforderung begründet
	Nutzung (Öffentlichkeit)	X			X	
	Feststellgenauigkeit	(X)	(X)	(X)		Bei schlechterer Feststellgenauigkeit als LOA / LOG, werden diese ausser Kraft gesetzt
	Status	X	X	X	X	

Tabelle 2: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von Bauwerken

Natürliche Objekte

Kriterium	LOG	LOA (absolut)	Detaillierung Objektbildung	Bemerkung
Nutzung (Öffentlichkeit)	X		X	
Feststellgenauigkeit	X	X		Individuelle Festlegung von LOG / LOA ge- mäss Feststellgenauigkeit
Status	X	X	X	

Tabelle 3: Kriterien für Qualitäts-Anforderungen für die Erhebung von natürlichen Objekten

Obige Tabellen beschreiben für die Objektkategorien Liegenschaften, Bauwerken resp. natürliche Objekte die Kriterien, welche für die **Festlegung von Informationsanforderungen** jeweils relevant sind. Es sind dies einerseits die **lageabhängigen Kriterien** sowie andererseits die **Feststellgenauigkeit**; bei den Bauwerken kommen die **Bauwerksnutzung** und die **Bauweise** zusätzlich noch dazu. Die Bauweise wird hier als Beispiel einer Eigenschaft genannt, mit der zum Ausdruck gebracht wird, dass es durch das Bauwerk selbst Kriterien geben kann, die eine individuelle Übersteuerung von Informationsanforderungen begründen können.

Zu bemerken ist zudem, dass sich diese Kriterien auf unterschiedliche Informationsanforderungen auswirken: Auf den **Detaillierungsgrad (LOG)**, die **Genauigkeit (LOA)** und auf die **Detaillierung der Objektbildung**. Während die Informationsanforderungen bezüglich LOG und LOA am Objekt gespeichert werden können, ist bei der Detaillierung der Objektbildung dies nicht möglich. Dies muss über Erfassungsanweisungen erfolgen, wobei die lageabhängige Auswertung während des Erhebungsprozesses vorliegen oder in Echtzeit berechnet werden muss.

All diese Überlegungen fliessen in ein neues Konzept ein, welches im nachfolgenden Kapitel vorgestellt wird.

4.3.6 Konzept für nutzungsspezifische Informationsanforderungen Erhebung (LOIN-Definition)

Auf Basis des LOIN-Ansatzes, welcher in der Konzeptidee IND-AV postuliert wurde, sowie den Erkenntnissen aus der vorherigen Analyse der Qualitäts-Anforderungen wird ein Lösungskonzept für nutzungsspezifische Informationsanforderungen für die Erhebung vorgeschlagen, welches folgende wesentlichen Charakteristiken aufweist (siehe auch Abbildung 24).

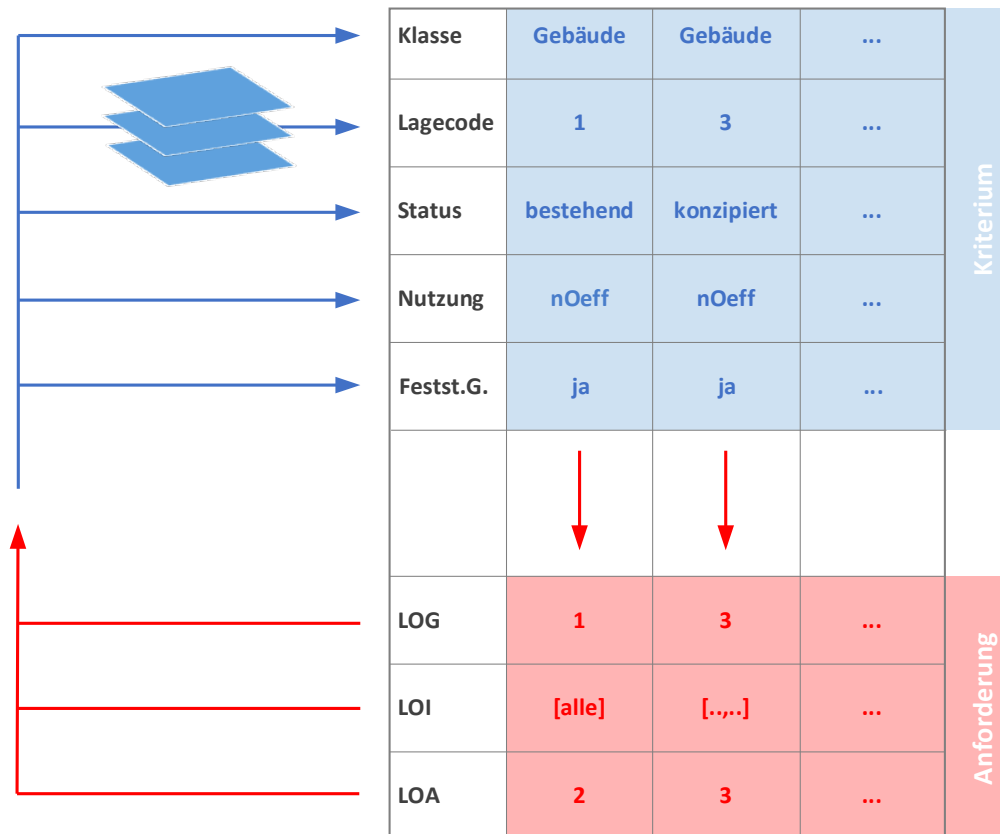


Abbildung 24: Lösungskonzept LOIN IND-AV, schematisch

- Die Informationsanforderungen an ein konkretes Objekt der AV sind von unterschiedlichen Kriterien abhängig resp. werden durch diese festgelegt.
- Für die Bauwerke handelt es sich bei diesen kriterienabhängigen Anforderungen um Minimalanforderungen. Diese Minimalanforderungen können bei Bedarf individuell je Objektinstanz erhöht werden.
- Bei den Kriterien, welche die Anforderungen steuern (massgebende Kriterien), handelt es sich um Eigenschaften, die aus dem Objekt oder der Objektklasse selbst abgeleitet werden können.
- Dabei wird auch die Lage des Objekts berücksichtigt, indem aus der Lage ein so genannter Lagecode ermittelt wird. Dieser wird durch räumliche Operationen mit Geodatenätzen festgelegt. Analog zu den Toleranzstufen existiert demnach ein lageabhängiges Kriterium. Dieses wird aber im Gegensatz zu den Toleranzstufen dynamischer und flexibler genutzt.
- Bei den Informationsanforderungen wird unterschieden zwischen geometrischem Detaillierungsgrad (LOG), Informationstiefe (LOI) sowie Genauigkeit (LOA).

Die einzelnen Aspekte werden im Folgenden detaillierter erläutert.

4.3.6.1 Anforderungs-Kategorien

Bei der Anforderungsdefinition lassen sich vier unterschiedliche Kategorien von Informationsanforderungen unterscheiden: LOG, LOI, LOA (absolut) und LOA (innere). Diese werden in der folgenden Tabelle im Detail beschrieben:

Anforderungskategorie	Bemerkung
LOG: Geometrische Granularität (Level of Geometry)	<p>Aggregations- resp. Detaillierungsgrad, mit welcher die Geometrie des Objekts beschrieben wird.</p> <p>Für die Definition des Detaillierungsgrades der Geometrie sollen 2-3 Stufen definiert werden, analog der Spezifikation in (DRAFT prEN 17412, 2019).</p> <ul style="list-style-type: none"> – C: Detailliert – B: Vereinfacht – A: Symbolisch <p>Siehe auch Abbildung 28.</p>
LOI: Sachattribute (Level of Information)	<p>Umfang der für die Beschreibung des Objekts notwendigen Sachattribute. Die für ein Fachobjekt relevanten Sachattribute werden individuell spezifiziert. Im Prinzip definiert der LOI, welche der im Datenmodell DM.flex definierten Attribute obligatorisch zu erfassen sind.</p> <p>Im Vergleich zum Datenaustausch von Bauwerksdaten mit BIM hat die LOI Spezifikation für die AV aufgrund der sehr wenigen Attribute eine geringe Bedeutung. Die AV soll zwar die Referenz für viele verschiedene Informationen bieten, diese aber nicht selbst pflegen.</p>
LOA: absolute Genauigkeit (Level of Accuracy)	<p>Es wird vorgeschlagen, pro Fachklasse 4 Stufen von Genauigkeitsanforderungen zu unterscheiden. Die Anforderungen an die Genauigkeit der Lage und der Höhe sollen separat verwaltet werden.</p> <p>Lagegenauigkeit <i>Bauwerke</i> Mögliche Abstufung der Lagegenauigkeit (Standardabweichung) für exakt definierte Bauwerkspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit: < 3 cm – 2: hohe Genauigkeit < 5 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 15 cm – 4: geringe Genauigkeit < 30 cm <p><i>Liegenschaften</i> Mögliche Abstufung der Lagegenauigkeit (Standardabweichung) für exakt definierte Grenzpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit < 3 cm – 2: hohe Genauigkeit < 5 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 7 cm – 4: geringe Genauigkeit < 15 cm <p><i>Natürliche Objekte</i> Lagegenauigkeit entspricht der Feststellungsgenauigkeit</p> <p>Höhengenaugigkeit <i>Bauwerke</i> Mögliche Abstufung der Höhengenaugigkeit (Standardabweichung) für exakt definierte Bauwerkspunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit: < 6 cm – 2: hohe Genauigkeit < 10 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 25 cm – 4: geringe Genauigkeit < 100 cm <p><i>Liegenschaften</i> Mögliche Abstufung der Höhengenaugigkeit (Standardabweichung) für exakt definierte Grenzpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit < 6 cm

Anforderungskategorie	Bemerkung
	<ul style="list-style-type: none"> – 2: hohe Genauigkeit < 10 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 20 cm – 4: geringe Genauigkeit < 50 cm <p><i>Natürliche Objekte</i> Höhengenaugkeit entspricht der Feststellungsgenaugkeit</p>
LOA: innere Genauigkeit (Level of Accuracy)	<p>Für Bauwerke wird zusätzlich eine innere Genauigkeitsanforderung definiert. Diese gibt für projektierte Zustände eine Vorgabe für die Erfassung der Daten in der Planung/Projektierung vor. Für existierende Objekte definiert sie die Anforderung an die zu erreichende Vermessungsgenaugkeit.</p> <p>Bauwerke Mögliche Abstufung von Genauigkeiten (Standardabweichung) für Kantenlängen des Objektes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit: < 1cm – 2: hohe Genauigkeit < 3 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 10 cm – 4: geringe Genauigkeit < 30 cm

Tabelle 4: Kategorien von Informationsanforderungen

Für jede Fachklasse können die Anforderungen je Anforderungskategorie individuell festgelegt werden (siehe auch Abbildung 26). Es handelt sich dabei um Minimalanforderungen, welche zwingend eingehalten werden müssen, um eine schweizweit einheitliche, zuverlässige Qualität der AV zu gewährleisten.

4.3.6.2 Massgebende Kriterien

Die Zuweisung der Informationsanforderungen erfolgt **abhängig von verschiedenen Kriterien** wie der Lage, des Status, der Bauwerksnutzung sowie der Feststellgenauigkeit, wie dies in Kapitel 4.3.2 ff hergeleitet und in 4.3.5 zusammengefasst wurde. Mit diesen Kriterien ist es z.B. möglich, in frühen Phasen nur reduzierte Genauigkeiten und Sachinformationen zu verlangen (Statusabhängigkeit), oder je nach Lage der Objekte höhere geometrische Genauigkeiten einzufordern (Lageabhängigkeit).

Die massgebenden Kriterien unterscheiden sich je nach Objektklasse. In Kapitel 4.3.2 ff sind mögliche Beispiele aufgezeigt und hergeleitet. Nachfolgende Tabelle fasst die dort definierten Kriterien und vorgeschlagenen Wertebereiche zusammen.

Kriterien	Wertebereich
Lage	Lagecode: 1 / 2 / 3 / 4
Status	konzipiert / projektiert / bewilligt / nicht realisiert / im Bau / bestehend / nicht nutzbar / abgebrochen (gemäss GWR-Gebäudestatus)
Nutzung (Öffentlichkeit)	öffentlich / nicht öffentlich
Feststellgenauigkeit (Exakt definiert)	ja / nein

Tabelle 5: Kriterien und Wertebereiche

Nicht alle Kriterien wirken sich auf die verschiedenen Anforderungskategorien aus. So hat die Lage keinen Einfluss auf den geometrischen Detaillierungsgrad oder die Informationstiefe, sondern nur auf die (absolute) Genauigkeit. Einzig der Status wirkt auf alle Anforderungskategorien, da insbesondere in frühen Phasen in allen Anforderungskategorien reduzierte Anforderungen ausreichend sind.

Das Kriterium der Feststellgenauigkeit hat eine besondere Auswirkung. Ist diese an einem Bauwerk schlechter als die definierten Anforderungen, ist es physikalisch nicht möglich die Anforderungen zu erreichen, diese bleiben aber theoretisch bestehen. Bei natürlichen Objekten entspricht der LOA direkt der Feststellgenauigkeit und auch der LOG wird massgeblich darüber beeinflusst. Bei den Liegenschaften wiederum werden heute schon für ExaktDefiniert und nicht ExaktDefinierte Punkte verschiedene LOA gefordert.

Tabelle 6 zeigt auf, welche Kriterien für die Festlegung von minimalen Informationsanforderungen je Anforderungskategorie massgebend sind.

Kriterien	Anforderungskategorie			
	LOG	LOI	LOA (absolut)	LOA (innere)
Lage			x	
Status	x	x	x	x
Nutzung (Öffentlichkeit)	x			
Feststellgenauigkeit	(x)		(x)	(x)

Tabelle 6: Kriterien für Zuweisung der Anforderungen

Lage / Lagecode

Ein spezielles Kriterium stellt die Lage resp. der Lagecode dar. Mit ihm werden verschiedene lageabhängige Eigenschaften ausgedrückt, welche einen Einfluss auf die minimalen Informationsanforderungen haben können, wie die Intensität der Raumnutzung, die räumliche Beziehung zu anderen Objekten, erschwerte Messbedingungen und die Güte des Katasters. Siehe dazu auch die Herleitungen in Kapitel 4.3.2 ff.

Da diese Eigenschaften in den verschiedensten Kombinationen bei einem spezifischen Objekt auftreten können, wird der Lagecode durch eine räumliche Analyse pro Lagekoordinate bzw. Objekt ermittelt. Dafür werden die oben identifizierten lageabhängigen Eigenschaften mit bestehenden Geodaten approximiert. Dies könnte wie folgt umgesetzt werden:

Kriterium	Basis Geodatenatz	räumliche Analyse	Bemerkung
Bodenwert	Nutzungsplanung (Hauptnutzung)	Bauzonen / Nichtbaugebiet	Vereinfachung
Intensität Raumnutzung	Nutzungsplanung (Hauptnutzung)	Misch-, Zentrumszonen, öffentliche Nutzung / Restliche Bauzonen / Nichtbaugebiet	
	Projektierungszonen und Baulinien (Strassen / Eisenbahn / Flughäfen / Versorgung & Entsorgung)	Innerhalb Projektierungszonen oder Baulinien / ausserhalb Projektierungszonen oder Baulinien	Auswertung nur ausserhalb Bauzonen
Bezug zu dinglichen Rechten / Bauwerken	AV-Daten Liegenschaften	Abstand zu Liegenschaftsgrenze z. B. kleiner 4m / grösser 4m	Auswertung nur ausserhalb Bauzonen
	AV-Daten Bauwerke	Weitere Bauwerke im Umkreis z. B. 100m / keine weiteren Bauwerke im Umkreis z.B. 100m	Auswertung nur ausserhalb Bauzonen
Erschwerte Messbedingungen	Landwirtschaftliche Zonengrenzen	Sömmerungsgebiet / nicht Sömmerungsgebiet	
	Nutzungsplanung (Hauptnutzung)	Wald / kein Wald	
Güte Kataster	Spannungsarme Gebiete	Spannungsarme Gebiete / spannungsbehaftete Gebiete	

Tabelle 7: Beispiel Herleitung Lagecode

Das Beispiel in Tabelle 7 zeigt, dass durch eine räumliche Analyse die identifizierten Kriterien grundsätzlich abgebildet werden können. Die Approximation des Kriteriums Bodenwert durch die Nutzungsplanung entspricht einer starken Vereinfachung. Diese scheint aber so aus Sicht des öffentlichen Nutzens gerechtfertigt. Auch für die Abbildung des Kriteriums Intensität Raumnutzung wird die Nutzungsplanung herangezogen, kombiniert mit den Projektierungszonen und Baulinien als Beispiel für einen weiteren ÖREB-Datensatz. Die AV-Daten selbst liefern die Grundlage zu einer Analyse von benachbarten Objekten. Als weitere Datensätze werden die landwirtschaftlichen Zonengrenzen, welche das Sömmerungsgebiet definieren und die spannungsarmen Gebiete herangezogen. Die Bestimmung der Waldgebiete kann wiederum über die Nutzungszonen erfolgen.

Diese vorgeschlagene Verschneidung mit dem Bezug von ÖREB-Datensätzen und Objekten aus den AV-Daten detektiert ausserhalb der Bauzonen die gewünschten Bereiche mit erhöhten Genauigkeitsanforderungen, würde aber die Bauzonen in sehr kleinräumige Gebiete zerstückeln. Dieser unerwünschte Effekt wird verhindert, indem einige Kriterien nur ausserhalb der Bauzonen einen Einfluss auf den Lagecode erhalten. Das folgende Beispiel in Abbildung 25 illustriert das vorgeschlagene Prinzip.

Eine erste Zuweisung des Lagecodes erfolgt durch eine Analyse der Spannungsarmut und der Nutzungszonen. Die weiteren Kriterien greifen nur ausserhalb der Bauzonen, um an einer bestimmten Lagekoordinate erhöhte bzw. im Falle des Sömmerungsgebietes verminderte Anforderungen zu definieren.

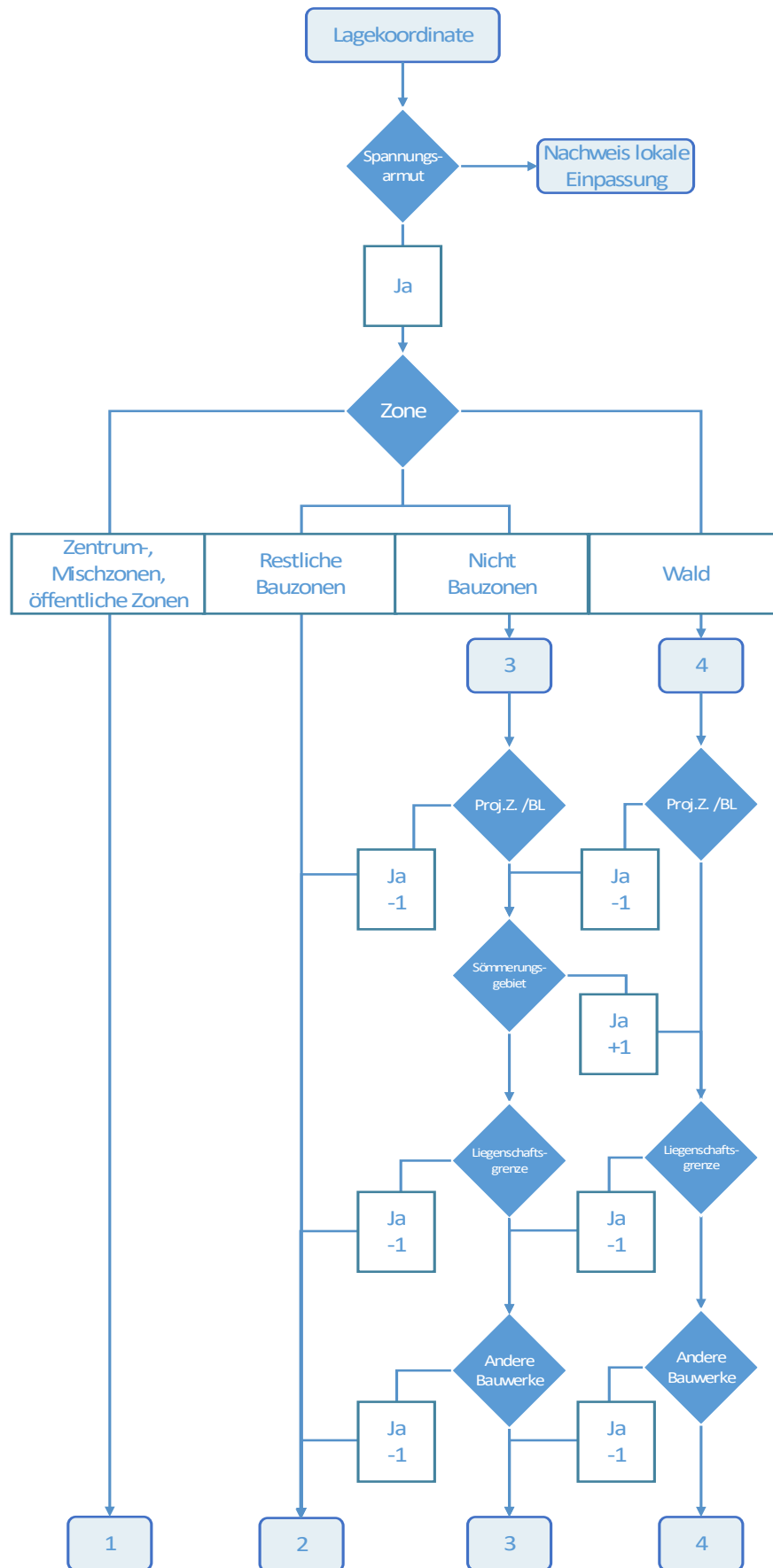


Abbildung 25: Ermittlung Lagecode

Der Lagecode wird pro Lagekoordinate ermittelt. In den meisten Fällen wird er über die ganze Ausdehnung eines Objekts identisch sein und entspricht somit dem Lagecode des Objekts. Es wird aber Objekte geben, wo dies nicht der Fall ist. Für diese Fälle wird vorgeschlagen, dass der punktuelle Lagecode mit der höchsten Anforderung innerhalb des Objekts (kleinste Code-Zahl) auf das gesamte Objekt angewendet wird.

Da sich die zu Grunde liegenden Geodatenätze verändern können, können sich über die Zeit auch die Lagecodes eines Standorts verändern. Dies führt dazu, dass sich für einen Standort auch die daraus abgeleiteten Informationsanforderungen verändern können, diese also dynamisch sind.

Weiter kann die Bestimmung des Lagecodes bei Veränderungen der Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden, ohne das Konzept zu verändern. So kann die räumliche Analyse durch weitere Datensätze ergänzt werden.

Es muss somit geregelt werden, welche Auswirkung eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen auf die Nachführung der Objekte hat. Im Regelfall sollte eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen für ein Objekt nicht eine Nachführung auslösen. Es ist aber auch denkbar, dass die dynamisch erhöhten Anforderungen sofort benötigt werden. Dann wäre deren Erhebung gemäss dem Verursacherprinzip (Auslöser) zu finanzieren.

Mit dem Lagecode wird postuliert, dass zwar grundsätzlich auf eine statische Gebietseinteilung mit Toleranzstufen verzichtet werden kann, dass aber für die Festlegung von Informationsanforderungen dennoch die **Berücksichtigung einer Lage** zweckmässig ist.

4.3.6.3 Individuelle Erhöhung der Minimalanforderung

Die Minimalanforderungen gelten grundsätzlich für alle Objekte (Instanzen) einer Fachklasse gleich. Bei Bedarf besteht zudem die Möglichkeit, individuell erhöhte Anforderungen für eine konkrete Instanz zu spezifizieren (z. B. aufgrund Bauweise, siehe auch Kapitel 4.3.2). Damit wird die Möglichkeit geboten, dass mit erhöhter Qualität erfasste Daten in die AV integriert und die erhöhten Anforderungen auch direkt in der AV dokumentiert werden können. Dies sind Voraussetzungen dafür, die Daten mit gewährleisteter Qualität später wieder nutzen zu können. Ein Bedürfnis für Mehranforderungen wird in erster Linie bei den Bauwerken identifiziert. Das Konzept ist aber auf alle Fachklassen anwendbar.

Die nachfolgende Abbildung illustriert das beschriebene Konzept der Informationsanforderungsspezifikation schematisch.

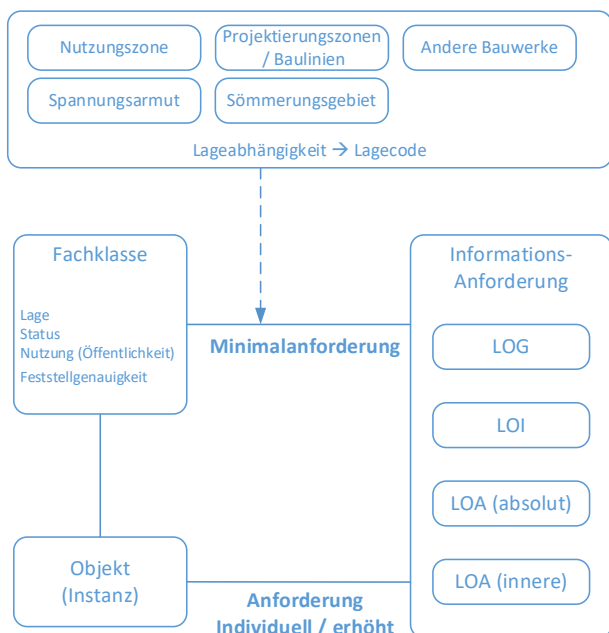


Abbildung 26: Schema individuelle Informationsanforderungen IND-AV

Abbildung 26 zeigt, wie pro Objektinstanz einer Fachklasse die Minimalanforderungen automatisch zugewiesen werden. Diese können individuell erhöht werden. Ausgelöst werden kann dies durch den jeweiligen Eigentümer oder der öffentlichen Hand, wobei bei der Kostentragung der Mehrinformationen das Verursacherprinzip anzuwenden ist.

Erwägungen zur Umsetzung

Nachfolgende Tabelle 8 illustriert beispielhaft eine Informationsanforderungs-Spezifikation, die dem vorher skizzierten Konzept entspricht. Für die Fachklasse «Gebäude» sind darin 7 Anforderungsspezifikationen vordefiniert, die in Abhängigkeit des Status, der Lage, der Bauwerksnutzung sowie der Feststellgenauigkeit eines Objekts definiert sind und somit eine automatische Zuordnung zulassen.

Die Lage eines Objekts ist über einen Lagecode klassiert, welcher sich durch die räumliche Analyse mit den lageabhängigen Merkmalen ergibt.

Identifikation	Fachklasse	Gebäude						
	Status	konzipiert	projektiert	bewilligt	im Bau	bestehend	bestehend	bestehend
	Lage (Lagecode)	1	1	1	1	1	2	3
	Bauwerksnutzung *	nÖff	nÖff	nÖff	nÖff	nÖff	nÖff	nÖff
	Feststellgenauigkeit	-	-	-	-	ja	ja	ja
Anforderung	LOG	3	3	3	2	1	1	1
	LOA (absolut)	4	2	2	1	1	2	3
	LOA (innere)	4	2	2	1	1	1	1
	LOI							
	- Gebäudestatus	x	x	x	x	x	x	x
	- Gebäudenummer	-	-	x	x	x	x	x
	- Objektname	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 8: Informationsanforderungsspezifikation, Beispiel

* nÖff: nicht öffentlich

Die Informationsanforderungen sollen Teil der AV-Daten selbst sein. Die Strukturen für die Definition der Informationsanforderungen können als Modul von DM.flex definiert werden. Von zentralen Stellen können die Minimalanforderungen festgelegt werden.

Zum Zeitpunkt der Erfassung eines Objekts im System wird über eine räumliche Analyse die minimale Anforderung festgestellt. Da sich die Informationsanforderungen wegen der Lageabhängigkeit verändern können, muss bei jedem Objekt die zum Zeitpunkt der Festlegung massgebende Anforderung gespeichert werden.

Mit der sowieso notwendigen Speicherung der Anforderung bei jedem Datensatz stehen diese Informationen auch für Datenabgaben und bei Datenprüfungen direkt zur Verfügung und müssen nicht wieder über räumliche Analysen ermittelt werden.

Die Komplexität dieses Verfahrens kann nicht unerheblich werden, wie das Beispiel oben zeigt. Ein grosser Teil der Komplexität entsteht, weil 6 verschiedene Status beschrieben werden müssen. Für die Datenerhebung im Feld wird dies auf den Status «bestehend» reduziert. Wenn der Lagecode wie im obigen Beispiel für den Status «bestehend» mit dem LOA (absolut) gleichgesetzt wird, ist das Konzept in der täglichen Arbeit einfach anwendbar. Es stellt dem Vermesser

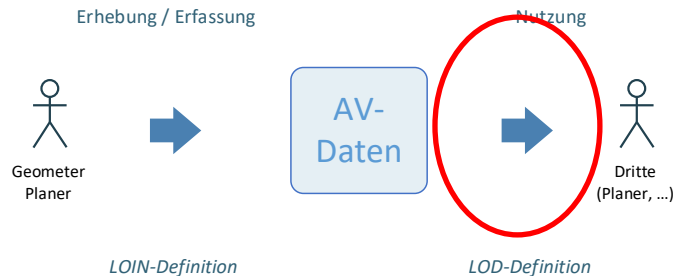
objektbezogen sämtliche Parameter, welche die Genauigkeit und den Detaillierungsgrad steuern, zur Verfügung. **Dies ist im Vergleich zu heute eine Vereinfachung**, wo er die meisten dieser (resp. ähnlicher) Parameter auch berücksichtigen muss, die entsprechenden Informationen aber zuerst zusammensuchen muss (Gebietseinteilung Spannungsarmut, Toleranzstufeneinteilung, definierte max. Standardabweichungen).

Empfehlung

- Die Berechnungsformel des Lagecodes ist noch genauer zu untersuchen.
- Der Umgang mit Feststellgenauigkeit bei Bauwerken ist zu klären.
- Es muss geregelt werden, welche Auswirkung eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen auf die Nachführung der Objekte hat.

4.4 Informationsanforderungen Nutzung

Die Daten der AV werden vielfältig genutzt. Neben einigen standardisierten, v.a. behördennahen Prozessen gibt es auch viele individuelle Nutzungen, deren Ziele vielfältig sind und nicht abschliessend definiert werden können.



Die Daten der AV müssen so bereitgestellt werden, dass daraus möglichst viele Nutzungen ermöglicht werden, ohne jedoch für jede Datenabgabe auf die individuellen Anforderungen eingehen zu müssen. Dies entspricht eigentlich einem Push-Prinzip gemäss dem LOD-Konzept, d.h. es werden für die verschiedenen Fachklassen vordefinierte Kataloge bereitgestellt, die nicht auf eine spezifische Nutzung ausgerichtet sind.

Für den Bezug von AV-Daten sind zwei Selektionskriterien entscheidend:

- Gültigkeit resp. Status der Objekte
- Geometrischer Detaillierungsgrad der Objekte

Die individuelle Unterscheidung aller Status je Objekt ist für die Datenerfassung sehr relevant, weniger jedoch für den Datenbezug. Aus Sicht des Datenbezugs dürfte daher eine vereinfachte Abstufung von «Status-Gruppen» zielführend sein, z.B.

- Gültig
- Projektiert – alle
- Projektiert – bewilligt
- Alle

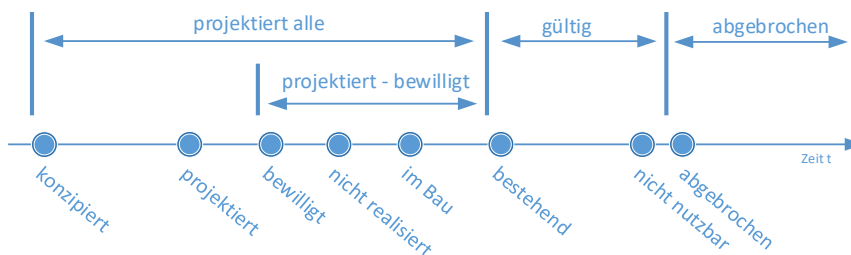


Abbildung 27: Status-Gruppen für Datenbezug

Innerhalb einer Status-Gruppe wird jeweils nur der aktuellste vorhandene Status ausgegeben. Der effektive Status ist für jedes einzelne Objekt als Attribut erkenntlich.

Beim geometrischen Detaillierungsgrad wird empfohlen, eine Systematik mit 2 oder 3 unterschiedlichen Abstraktionsgraden festzulegen, so wie dies prinzipiell auch in (prEN 17412:2019, 2019) festgelegt ist.

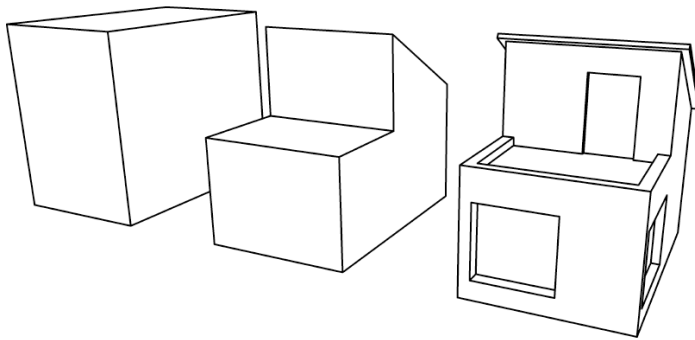


Figure 3 — Example of symbolic (A), simplified (B) and detailed (C) graphical representation of a building for 3D modelling to support master planning (A), early light analyses (B) and detail light analyses (C)

Abbildung 28: LOG Abstufungen, Vorschlag aus (DRAFT prEN 17412, 2019)

Bei einem Datenbezug kann sodann festgelegt werden, in welchem Abstraktionsgrad die Geometrie der Objekte vorliegen soll. Wobei natürlich kein höherer Detaillierungsgrad ausgegeben werden kann als in den Daten der AV gemäss effektiver Anforderung vorliegt.

Der technische Prozess zur Bereitstellung verschiedener Abstraktionsgrade je Objekt ist noch festzulegen. Idealerweise können aus einer detaillierten Geometrie tiefere Detaillierungsgrade automatisch abgeleitet werden, wobei dafür eindeutige Regeln definiert sein müssen. Um eine einheitliche Qualität der Daten zu erreichen, ist die zentrale Bereitstellung von entsprechenden Funktionen vorzusehen (Programmbibliotheken oder Dienste).

Ein Datenbezug könnte dann gemäss folgendem Raster spezifiziert werden:

		Status-Gruppe			
		gültig	projektiert - bewilligt	projektiert - alle	abgebrochen
LOG	A	x	x	x	x
	B	x	x	(x)	x
	C	x			x

Tabelle 9: Kriterien für Spezifikation Datenbezug AV

Die Datenstruktur der ausgegebenen Daten je Fachklasse kann für alle Abgaben einheitlich gehalten werden. Nachfolgende Tabelle beschreibt schematisch die Dateninhalte der ausgegebenen Daten.

Eigenschaft	Bemerkung
Geometrie	Geometrische Repräsentation des Objekts in der geforderten Abstraktionsstufe A, B, oder C. Siehe auch Abbildung 28.
Sachattribute	Alle Sachattribute. Aufgrund der relativ beschränkten Menge an Sachattributen in der AV werden immer alle Sachattribute ausgegeben. Eine individuelle Spezifikation einzelner Attribute erscheint nicht notwendig. Der Status ist eines der Sachattribute.
Absolute-Genauigkeit	Es wird die effektive Genauigkeit ausgegeben.
Innere-Genauigkeit	Es wird die effektive Genauigkeit ausgegeben.

Tabelle 10: Datenkatalog Daten AV

Empfehlung

- Vertiefte Prüfung der Realisierbarkeit eines Algorithmus zur automatischen Reduktion des Abstraktionsgrads

4.5 Qualitäts-Nachweis

Es ist eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen der Qualitäts-Anforderung an ein Objekt und der effektiv erzielten Qualität vorzunehmen. Im heutigen Konzept werden diese beiden Dinge durch die Verwendung von Standardwerten bei Genauigkeitsangaben teilweise vermischt. Im Folgenden wird die Beschreibung des Qualitäts-Nachweises im Lösungskonzept IND-AV hergeleitet.

In der heute gültigen Gesetzgebung sind Anforderungen an absolute Punktgenauigkeiten definiert. Diese werden über die Toleranzstufen TS und den jeweilig zulässigen Standardabweichungen pro Punktkategorie festgelegt.

Folgende Werte gelten als Standardabweichungen in Zentimetern für die Lage (1σ).

Punktkategorie	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
LFP2	*	4	4	10	10
LFP3	*	4	4	10	10
Grenzpunkt, exakt definiert	*	5	7	15	35
Grenzpunkt, nicht exakt definiert	*	20	35	75	150
Detailpunkt, exakt definiert	*	10	20	50	100
Detailpunkt, nicht exakt definiert	Gemäss Artikel 29 Absatz 2 TVAV				

* gemäss kantonalen Vorschriften, mindestens aber wie TS2

Abbildung 29: Standardabweichungen in cm der Lage (1 σ), Quelle: Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten

Der Nachweis über die individuelle empirische Punktgenauigkeit wird aufgrund der Messgenauigkeit der einzelnen Messelemente (Distanzen, Richtungen, Höhendifferenzen, Koordinaten) sowie der Messanordnung (Netzgeometrie) berechnet. Beim ermittelten Wert handelt es sich um die absolute Genauigkeit bezüglich des Festpunktes bzw. Referenznetzes der jeweiligen Messanordnung. Diese Festpunkte werden als fehlerfrei angenommen. Im Datenmodell DM.01 kann mit den beiden Attributen Genauigkeit (Wert in cm) und Zuverlässigkeit (ja/nein) pro Punkt getrennt in Lage und Höhe der Qualitäts-Nachweis verwaltet werden. Allerdings werden nicht die effektiven absoluten Genauigkeitsangaben in den AV-Daten verwaltet und ausgegeben, sondern lediglich die Standardwerte, welche den Anforderungen gemäss Abbildung 29 entsprechen.

Folgende Gründe sprechen für die Standardisierung:

- Je nach Herkunft der Bestimmung liegen keine Indikatoren vor.
- Netzwänge sind im Wert der absoluten Genauigkeit nicht berücksichtigt, was dazu führt, dass die berechneten Werte zu gut sind.

Im DM.01 erfolgt der Qualitäts-Nachweis punktbezogen auf den eigens dazu verwalteten Einzelpunkten der Bodenbedeckung, Einzelobjekte und Rohrleitungen sowie auf den Grenz- und Fixpunkten. Dieses Konzept hat den Vorteil, dass die Datenübertragung der heute dominierenden punktbezogenen Messsysteme in den AV-Datensatz einfach gewährleistet ist. Für die Nutzenden der AV ergeben sich dadurch aber folgende Nachteile:

- Für den Nutzer im Bereich des Bauens sind die absoluten, punktbezogenen Qualitäts-Angaben oft unverständlich und ungenügend. Oft ist die innere Genauigkeit eines Bauwerks bzw. die Genauigkeit von Längen, Winkeln oder Höhendifferenzen entscheidender.
- In der Bauindustrie ist wichtig, dass die publizierten Metadaten zur Qualität der AV den tatsächlichen Werten entsprechen. Die heutige Publizierung der Standardwerte haben zur Folge, dass für die Planung von Bauten oftmals weitere Erhebungen (in der Regel Feldmessungen) notwendig sind oder aus Unsicherheit über die tatsächliche Qualität der AV-Grundlage als notwendig betrachtet werden.

Es wird daher vorgeschlagen, für den Genauigkeitsnachweis bei Bauwerken folgendes System einzuführen:

- Es werden grundsätzlich die **empirischen Genauigkeitswerte** punktbezogen verwaltet. Dabei ist die Genauigkeit des Referenznetzes geeignet zu berücksichtigen. Nur wo aufgrund der Bestimmungsmethode keine Indikatoren vorliegen, wird auf (methodenabhängige) Standardwerte ausgewichen. Zusätzlich könnten die **Messpunkte** direkt mit dem entsprechenden **Stützpunkt** des Objekts **assoziiert werden**. Dadurch ist die Information direkt am Objekt verfügbar. Die heutigen Informationen zur Lage werden um die entsprechenden Höheninformationen erweitert. Bei Stützpunkten, welche nicht mit einem absoluten Messsystem (Tachymetrie, GNSS) bestimmt sind, werden keine Qualitäts-Angaben verwaltet.

Messpunkt		
	Attribut	Bemerkung Wertebereich
Absolute Genauigkeit	Lagegenauigkeit	effektive Genauigkeit
	Lagezuverlässigkeit	ja / nein
	Höhengengenauigkeit	effektive Genauigkeit
	Höhenzuverlässigkeit	ja / nein

Tabelle 11: Eigenschaften für Qualitäts-Nachweis von Punktoobjekten

- Es wird eine Qualitäts-Angabe zu den **Objektkanten** eingeführt. Damit kann die Genauigkeit von am Bau gemessenen Distanzen verwaltet werden, welche mit einem relativen Messsystem (z. B. Hand-Lasermessgerät oder Bildmesssystem) erhoben wurden. Mit diesem Konzept kann im 3D-Kataster auch die Genauigkeit der Bestimmung einer Bauwerkshöhe verwaltet werden und es ist klar unterscheidbar, ob die Dachhöhe durch eine absolute oder eine relative Messung bestimmt ist.

Objektwinkel werden in der Regel am Bau nicht direkt gemessen, sondern aufgrund von Punktmessungen berechnet. Eine Verwaltung der entsprechenden Genauigkeit scheint daher nicht notwendig.

Weiter wird vorgeschlagen, für die einfache Handhabung die Kantengenauigkeit in Kategorien zu verwalten.

Objektkante		
	Attribut	Bemerkung Wertebereich
Innere Genauigkeit	Kantengenauigkeit	Mögliche Abstufung von Genauigkeiten (Standardabweichung): <ul style="list-style-type: none"> – 1: sehr hohe Genauigkeit: < 1cm – 2: hohe Genauigkeit < 3 cm – 3: mittlere Genauigkeit < 10 cm – 4: geringe Genauigkeit < 30 cm
	Kantenzuverlässigkeit	ja / nein

Tabelle 12: Eigenschaften für Qualitäts-Nachweis von Kanten

Das oben beschriebene Konzept hat den Vorteil, dass es sowohl für den heute geltenden Nachführungsprozess angewendet werden kann als auch im zukünftigen Prozess, wo in der AV-Nachführung ein as-built-Modell überprüft und übernommen werden muss. Die Qualitätskontrolle kann mit einfachen Mitteln durchgeführt werden und die Dokumentation lässt eine Unterscheidung zu zwischen Objektteilen, welche kontrolliert sind und solchen, wo eine einfache Übernahme stattgefunden hat. Wo Übernahmen zulässig sind, ist mit Erfassungsrichtlinien zu dokumentieren.

Zusätzlich zum Qualitäts-Nachweis wird als wichtig angeschaut, dass für jedes Objekt auch die Qualitäts-Anforderung gespeichert wird. Wie in Kapitel 4.3 beschrieben, wird ein Konzept mit einer individuellen und dynamischen Qualitäts-Anforderung vorgeschlagen. Damit diese Anforderung sowohl dem externen Nutzer als auch der Verifikationsbehörde zur Verfügung steht, muss die Anforderung explizit beim Objekt gespeichert werden.

Empfehlung

- Entwickeln einer punktbezogenen Genauigkeitsangabe mit Einbezug der Netzgenauigkeit

4.6 Datenherrschaft und –verantwortung, föderale Modelle

Die amtliche Vermessung ist heute mit verschiedenen Systemen resp. Datenbeständen verbunden. Zum Grundbuch und zum GWR bestehen klar definierte Schnittstellen und ein abgestimmter, geregelter Austausch von Informationen.

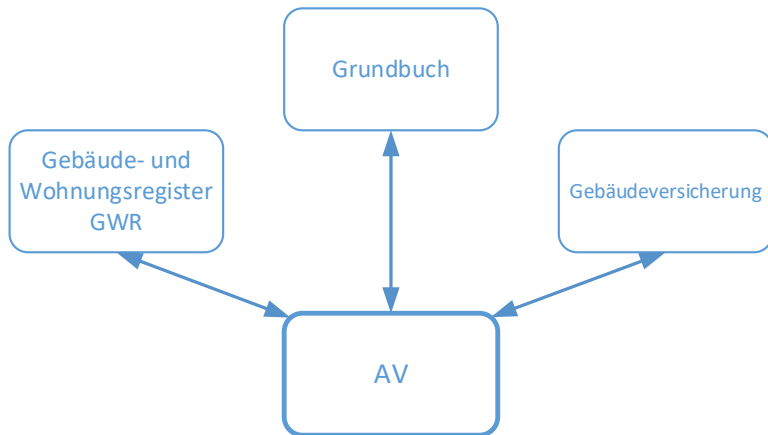


Abbildung 30: Datensätze mit kontrolliertem Bezug zur AV (heute)

Die Informationen gewisser Fachklassen wie beispielsweise Liegenschaften oder Gebäude werden in unterschiedlichen Datenbeständen gepflegt und über die Schnittstellen mit den anderen Systemen ausgetauscht und synchronisiert. Es kann hier von einem föderierten, verteilten System gesprochen werden, mit verteilten Verantwortungen und Datenherrschaften für gemeinsame Fachobjekte. Auf Grund der gegenseitigen Abhängigkeiten kann hier von einer engen Kopplung der Systeme gesprochen werden.

Die bisher eng mit der AV gekoppelten Systeme lassen sich bezüglich der Landmanagement-Perspektiven im Bereich Land Tenure (Grundbesitz) und Land Value (Grundstückswert) ansiedeln.

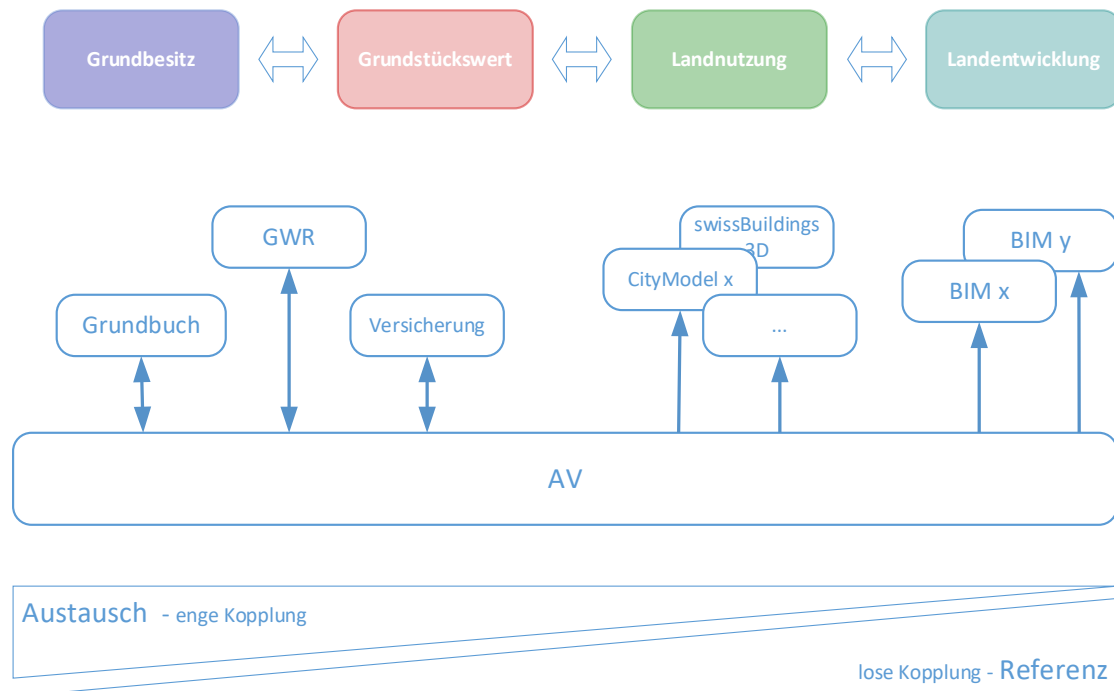


Abbildung 31: Integration AV mit Drittdaten

Mit der Ausweitung der Nutzung der amtlichen Vermessung auf die Landnutzung und Landentwicklung werden auch andere Systeme an die AV «angebunden» resp. wird die AV in diese integriert. Diese Integration kann aber nur lose sein, denn einerseits werden potenziell sehr viele Systeme die Daten der AV nutzen, so dass eine individuelle Abstimmung nicht möglich sein wird. Andererseits stellt die AV für diese Systeme lediglich Referenzdaten bereit, so dass eine enge Kopplung mit systematischem Datenaustausch nicht notwendig ist. Als lose Kopplung wird hier verstanden, dass die AV ihre Daten über definierte Schnittstellen (Datenschnittstellen, Dienste) bereitstellt, ohne diese mit den Abnehmersystemen zu koordinieren. Die AV muss keine Kenntnisse von ihren Abnehmersystemen haben, sie ist von diesen nicht abhängig.

Die Aufgabe der AV ist es, mit der Bereitstellung von Referenzdaten die Möglichkeit zu schaffen, dass sich Drittsysteme auf dieser Basis koordinieren und gegenseitig Informationen austauschen können. Abbildung 32 veranschaulicht dies schematisch.

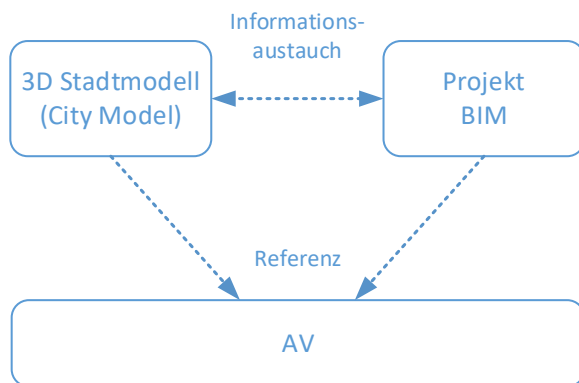


Abbildung 32: Schematisches Beispiel AV als Referenz

Es sind aber auch Szenarien zu erwarten, in denen die AV Drittsystemen nicht nur Referenzdaten bereitstellt, sondern durchaus auch von diesen Informationen übernehmen kann und in diesem Fall wieder eine engere Kopplung eingeht. Ein mögliches Szenario ist die Übernahme von Informationen zu Bauwerken aus BIM-Modellen. Die AV stellt dazu dem Drittsystem (BIM-Modell) die Referenzdaten zur Verfügung. Im Drittsystem werden die Fachdaten basierend auf dieser Referenz erfasst und der AV für die Übernahme und Integration bereitgestellt, z.B. als IFC-Datensatz, aus welchem die für die AV relevanten Sachdaten und Geometrien extrahiert werden können. Abbildung 33 veranschaulicht dieses Szenario schematisch.

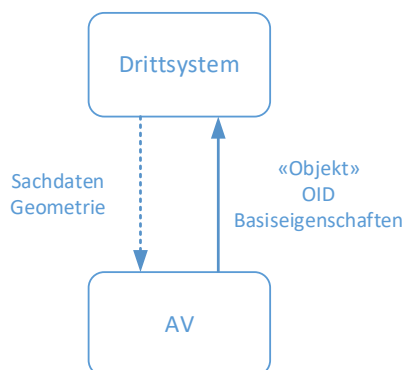


Abbildung 33: Schnittstellen zu Drittsystemen

Anmerkung: Mit der geplanten Verordnungsrevision wird die Möglichkeit geschaffen, Daten, die zum Umfang der amtlichen Vermessung gehören, auch ausserhalb der AV zu pflegen (z.B. Postleitzahlgebiete). Diese Daten werden dann lediglich für die Produktgenerierung in die AV

«eingebunden», z.B. mittels Webservices. Es handelt sich hierbei auch um eine föderierte, verteilte Datenhaltung, bei der jedoch – im Gegensatz zur Kopplung - die Verantwortung der Nachführung der Objekte des Datensatzes vollständig bei nur einer Stelle liegt.

4.7 Würdigung und Vergleich

In den Kapiteln 4.1 - 4.4 wurden verschiedene Konzepte und Konsequenzen diskutiert und Lösungskonzepte aufgezeigt, wie eine individualisierte Anforderungsdefinition IND-AV gestaltet werden könnte. Die Überlegungen basieren im Grundsatz auf der mit der Konzeptidee IND-AV in (Niggeler, 2019) vorgeschlagenen Idee und erweitern oder adaptieren diese, wo dies für sinnvoll erachtet wurde. Zusammenfassend lassen sich die beiden Lösungsvorschläge wie folgt vergleichen.

Prinzipien, die in beiden Lösungsvorschlägen zentral sind:

- Informationsanforderungen können individuell je Objektklasse oder sogar je Objekt (Instanz) festgelegt werden.
- Qualitäts-Nachweise können für jedes Objekt (Instanz) geführt werden.
- Der gesamte Lebenszyklus eines Objekts wird unterstützt.
- Es wird ein an den Realweltobjekten ausgerichteter, objektorientierter Ansatz gefordert.

Wesentliche Abweichungen des Studienvorschlags im Vergleich zur ursprünglichen Konzeptidee IND-AV:

- Die Informationsanforderungen sind abhängig von der Lage der Objekte. Auf die Toleranzstufen der heutigen Ausprägung kann zwar verzichtet werden, es sollen aber andere räumliche Abhängigkeiten für eine Zuweisung der minimalen Informationsanforderungen herangezogen werden. Siehe auch Vergleich weiter unten.
- Daraus folgt, dass der Status nicht das alleinige Kriterium für die Festlegung der minimalen Informationsanforderungen ist. Der Status ist nur eines unter mehreren Kriterien.
- Die geringere Bedeutung des Status hat auch zur Folge, dass es für die Definition der Informationsanforderungen kein klares, phasenorientiertes «Stufenkonzept» geben wird.
- Die Abhängigkeit von prinzipiell von der AV unabhängigen räumlichen Informationen (ÖREB, spannungsbehaftete Gebiete u.a.) führt dazu, dass die Informationsanforderungen dynamisch sein können (d.h. sie können sich für ein Objekt im Laufe der Zeit verändern).
- Das Qualitätskriterium der «inneren Genauigkeit» wird als neues Konzept postuliert.
- Der LOI hat für die AV eine weniger hohe Bedeutung, da die AV als Referenzdatensatz genutzt werden soll, ohne jedoch mit vielen Sachinformationen angereichert zu werden. Die Sachdaten sollen in föderierten Modellen in den entsprechend verantwortlichen Datenquellen gehalten und direkt bezogen werden.

Einen zentralen Aspekt bei der Diskussion zur Neukonzeption der Informationsanforderungen bilden die Toleranzstufen resp. die lageabhängigen Kriterien. Mit dem aufgezeigten Lösungskonzept der Lagecodes leiten sich zwar grundsätzlich aus der Lage nach wie vor Anforderungen ab, dies jedoch in einer unterschiedlichen Art und Bedeutung im Vergleich zu den Toleranzstufen. Die nachfolgende Tabelle zeigt zusammenfassend die wesentlichen Unterschiede zwischen der bestehenden Informationsanforderungsdefinition mittels Toleranzstufen und dem Lösungskonzept IND-AV auf.

Eigenschaft	Toleranzstufen	IND-AV
Gültigkeit Informationsanforderungen	pauschal/absolut	Mindestanforderung
Individuelle Festlegung Informationsanforderungen	nein	ja (Mehranforderung)
Lageabhängigkeit Informationsanforderungen	ja	ja
Lageparameter Stabilität	statisch	dynamisch
Lageparameter Fokus	Grundbesitz	Grundbesitz + Landentwicklung

Tabelle 13: Vergleich Konzepte Toleranzstufen mit IND-AV

Mit den Toleranzstufen wird die Gültigkeit der Anforderungen pauschal und absolut über die Lage festgelegt, eine individuelle Übersteuerung oder Anpassung der Anforderungen ist nicht möglich. Mit dem Konzept IND-AV findet auch eine pauschale Zuweisung über die Lage statt, damit werden aber nur Mindestanforderungen festgelegt. Die Mindestanforderungen können individuell, nutzungsorientiert erhöht werden.

Die lageabhängigen Kriterien, welche die Anforderungen steuern, sind mit den Toleranzstufen in einer dedizierten Gebietseinteilung statisch festgelegt. Im Konzept von IND-AV werden die lageabhängigen Informationsanforderungen vom jeweils aktuellen Zustand der räumlichen Kriterien abgeleitet. Sie sind damit veränderbar.

5 Synthese und Umsetzung

In den vorangehenden Kapiteln wurde aufgezeigt und diskutiert, mit welchen Konzepten die Ziele und Anforderungen, die der Konzeptidee IND-AV zu Grunde liegen, erreicht werden können. In diesem Kapitel wird nun aufgezeigt, mit welchen Schritten eine Umsetzung und Einführung dieser Konzepte angegangen werden kann und es werden die Auswirkungen abgeschätzt.

5.1 Einführungsmodule

Nachfolgend werden Module identifiziert und beschrieben, die zur Umsetzung der Konzepte und der Einführung von IND-AV notwendig sind. Die Module werden in Abbildung 34 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Abbildung 35 in einen technischen Kontext bezüglich Datenmodell sowie auch in Bezug zu den Anforderungen gesetzt.

Objektorientierung

Das Datenmodell DM.flex wird angepasst, so dass die relevanten Realweltobjekte darin als eigenständige Fachklassen abgebildet sind. Im Fokus stehen dabei die lokalen Objekte wie Gebäude sowie die Strassen.

Die bereits in der AV vorhandenen Daten werden in die neuen Fachklassen migriert.

Diese Änderung bedingt auch, dass die Bodenbedeckung neu definiert werden muss, da sich verschiedene Bodenbedeckungsarten aus den neuen Fachklassen ableiten lassen und nicht mehr als Bodenbedeckung gepflegt werden müssen. Zudem werden auch andere funktionale Anpassungen an den Systemen notwendig sein, damit die heute verfügbaren Produkte auch mit verändertem Datenmodell identisch abgeleitet werden können sowie auch der Datenaustausch mit den eng gekoppelten Systemen gewährleistet bleibt.

Die Einführungsmodule sind:

OO-01	Einführung lokale Objekte: Gebäude, andere
OO-02	Einführung lineare Objekte: Strasse, Bahn, Gewässer
OO-03	Anpassung Systemfunktionen (Bodenbedeckung u.a.)

Status und Objektversionierung

Die Eigenschaft Status wird bei den Fachklassen erweitert, bei denen Lebenszyklusphasen unterschieden werden müssen. Dies bedingt eine eher kleine Anpassung am Datenmodell DM.flex, jedoch an mehreren Klassen. In einer einfachen Umsetzung ohne Historisierung aller Status bleiben die Auswirkungen auf die Systeme relativ beschränkt. Hingegen ergibt sich in der Nachführung der Objekte eine grössere Aktivität, da die Objekte, im Speziellen die Bauwerke, eine grössere Dynamik erhalten und auch zu früheren Zeitpunkten der Lebensphase im System integriert werden.

Bei den Bauwerken besteht eine enge Kopplung mit dem GWR, so dass zu erwarten ist, dass die Veränderung der Status auch Auswirkungen auf diesen Datenabgleich haben wird.

Wenn in der AV frühere und unterschiedlichere Status abgebildet sind, sollten Möglichkeiten geschaffen werden, Planungsdaten möglichst automatisiert in der AV zu integrieren, um den Nachführungsaufwand überhaupt bewältigen zu können. Zumindest für frühe Planungsphasen muss die Möglichkeit geschaffen werden, z.B. BIM-Daten über definierte Schnittstellen zu übernehmen und in extrahierter Form in der AV zu integrieren (siehe Abbildung 33).

Müssen alle Status vollständig versioniert resp. historisiert werden, so müssen dazu die Historisierungsfunktionen in den Systemen angepasst werden.

Die Einführungsmodule sind:

ST-01	Erweiterung Status
ST-02	Importprozesse Planungsdaten
ST-03	Objektversionierung mit Historisierung der Status

Qualitäts-Nachweise

Das Datenmodell DM.flex sowie die Systemfunktionen werden so angepasst, dass zusätzliche Informationen zur Qualität der Objekte erfasst werden können. Einerseits sollen für die Objekte Aussagen zur vorhandenen Kantengenauigkeiten gespeichert werden können. Andererseits sollen die absoluten Punktgenauigkeiten direkt bei den Stützpunkten der Objektgeometrien assoziiert werden können. Dies könnte auch Auswirkungen auf die Modellierungssprache INTERLIS haben, insbesondere wenn dies auch in der 3. Dimension zu unterstützen ist.

Die Einführungsmodule sind:

QA-01	Modellerweiterung Höhennachweis und weitere Kriterien
QA-02	Objektbezogene Informationen: Kantengenauigkeiten beschreiben
QA-03	Punktgenauigkeit mit Stützpunkt des Objekts assoziieren

Informationsanforderungen

Die Umsetzung der eigentlichen IND-AV erfordert die Erweiterung von DM.flex, so dass die Informationsanforderungen darin definiert werden können. Darüber hinaus gehört zur Initialisierung auch die Spezifikation sämtlicher notwendiger minimaler Anforderungsdefinitionen für alle Fachklassen sowie die initiale Zuweisung zu allen Datensätzen (Datenmigration).

Es müssen Systemfunktionen implementiert werden, mit welchen die lageabhängigen Eigenschaften der Objekte hergeleitet werden können.

Vorgängig sind Anpassungen an DM.flex notwendig, so dass für jede Fachklasse die individuellen Informationsanforderungen zugewiesen werden können.

Die Einführungsmodule sind:

IA-01	Datenmodell IND-AV initialisieren und individuelle Zuweisung ermöglichen
-------	--

3D

Die Einführung der 3. Dimension in der AV ist auch unabhängig von IND-AV zu behandeln. Zur vollständigen Erfüllung der Anforderungen ist sie notwendig, sie kann aber nicht als zwingende Voraussetzung betrachtet werden, da ansonsten eine Umsetzung von IND-AV stark behindert würde. Dieses Modul wird hier aufgeführt, um zu zeigen, dass eine Umsetzung von IND-AV auch in der 2. Dimension möglich ist, natürlich aber mit entsprechend eingeschränktem Nutzen.

Die Einführungsmodule sind:

3D-01	Einführung 3. Dimension
-------	-------------------------

Die nachfolgende Abbildung zeigt schematisch auf, welche prinzipiellen Auswirkungen die Einführung von IND-AV auf das Datenmodell hat und positioniert die Einführungsmodule in Bezug auf das Datenmodell.

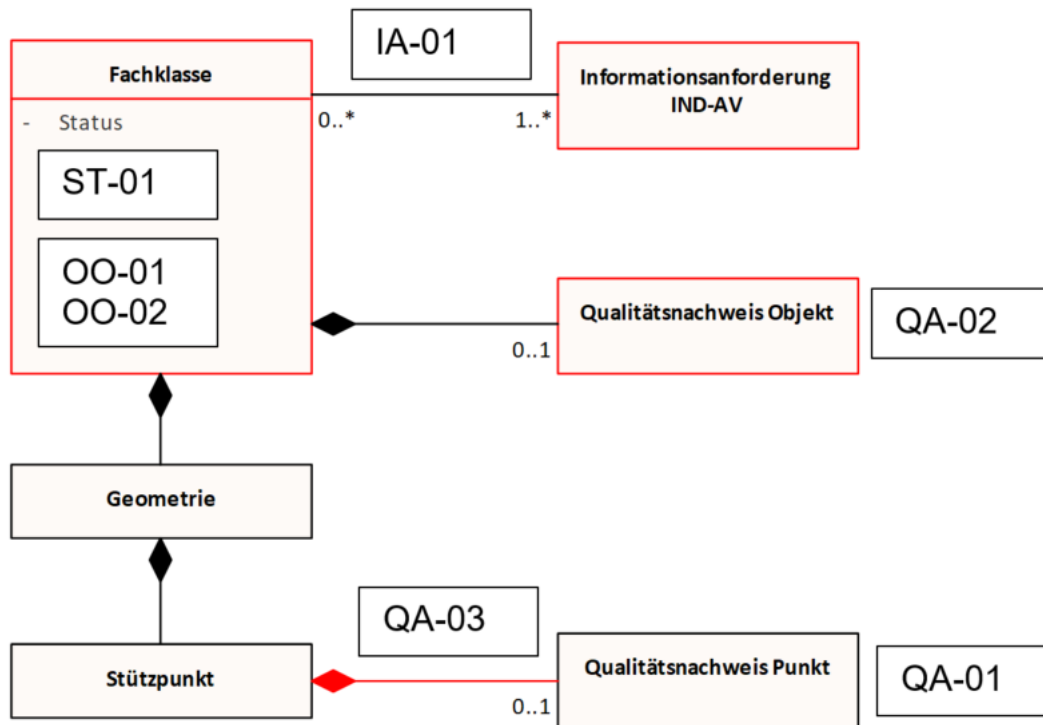


Abbildung 34: Schematische Darstellung Einführungsmodule bezüglich Datenmodell

Die nachfolgende Abbildung stellt die Einführungsmodule in Beziehung zu den Anforderungen, wie diese in Kapitel 2.3 für IND-AV formuliert wurden. Sie zeigt auf, zu welcher Anforderungserfüllung ein Modul beiträgt.

<div>Target +</div> <div>Anforderungen</div> <div>Einführungsmodule</div> <div>+ Source</div>							
	A-01 Objektorientierung	A-02 Gesamten Lebenszyklus abbilden.	A-03 3D	A-04 Individuelle Informationen zur Qualität	A-05 Individuelle Anforderung zur Qualität	A-06 Referenzdaten mit stabiler OID und Semantik	A-07 Bedürfnisgerechte Bereitstellung
3D-01: Einführung 3D-Objekte			↑				
IA-01: IND-AV initialisieren und Zuweisung ermöglichen					↑		
OO-01: Einführung lokale Objekte: Gebäude, andere	↑					↑	
OO-02: Einführung lineare Objekte: Strasse, Bahn, Gew.	↑					↑	
OO-03: Anpassung Systemfunktionen (BB etc.)	↑						
QA-01: Modellerweiterung Höhengnachweis u.a.				↑			
QA-02 Objektbezogene Informationen: Kantengenauig...				↑			↑
QA-03: Punktgenauigkeit mit Stützpunkt assoziieren							↑
ST-01: Erweiterung Status		↑					
ST-02: Importprozess Planungsdaten			↑				↑
ST-03: Objektversionierung mit Historisierung der Status		↑					

Abbildung 35: Erfüllung der Anforderungen der Einführungsmodule

5.2 Auswirkungen

Die Einführung der Module wird unterschiedliche Auswirkungen auf die Prozesse und Systeme der amtlichen Vermessung haben. In Abbildung 36 wird eine Abschätzung gemacht, wie gross diese Auswirkungen sind. Es handelt sich dabei um eine einfache, qualitative Bewertung der erwarteten Auswirkungen, wobei in einer ersten Ebene eine Unterscheidung in die grundsätzlichen Anwendungsfälle der AV vorgenommen wird (siehe auch Kapitel 3.1)

- Erhebung
- Erfassung
- Nutzung

Innerhalb dieser Anwendungsfälle wird jeweils in einer zweiten Ebene unterschieden zwischen

- Prozess:
Auswirkung auf den Prozess d.h. die Aktivitäten und Abläufe innerhalb des Anwendungsfalls.
- Werkzeug:
Auswirkungen auf die Werkzeuge zur Unterstützung der Prozesse.
- Datenmigration:
Auswirkung auf die Daten resp. Ausmass der notwendigen Datenmigrationen.

Bei den Prozessen wird weiter noch unterschieden in einerseits das Ausmass der Veränderung der Prozesse (Ausmass der notwendigen Transformation) sowie andererseits wird mit «Wirkung» bewertet, wie der Aufwand für den neu gestalteten Prozess im Vergleich zum heutigen Prozess ist.

Die Auswirkungen sind qualitativ in drei Klassen bewertet:

Auswirkung	Beschreibung
1 gering	keine wesentliche Veränderung der Prozesse, kein relevanter Mehraufwand im neuen Prozess, geringer Aufwand für Systemanpassung und Datenmigration.
2 mittel	Relevante Veränderung des Prozesses, Aufwand für neuen Prozess ist höher als für heute bestehenden Prozess, relevanter Aufwand für Datenmigration.
3 gross	Grosse Veränderung des Prozesses, deutlich grösserer Aufwand für neuen Prozess als für heute bestehenden Prozess, grosser Aufwand für Datenmigration.

Einführungsmodule		Erhebung			Prozess Erfassung				Prozess Nutzung		
		Prozess		Werkzeuge	Umstellung	Wirkung	Systeme	Datenmigration	Umstellung	Wirkung	Werkzeuge
Objektorientierung											
OO-01	Einführung lokale Objekte: Gebäude, andere	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1
OO-02	Einführung lineare Objekte: Strasse, Bahn, Gew.	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1
OO-03	Anpassung Systemfunktionen (BB u.a.)	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1
Status und Objektversionierung											
ST-01	Erweiterung Status	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
ST-02	Importprozesse Planungsdaten	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1
ST-03	Objektversionierung mit Historisierung der Status	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1
Qualitätsnachweis											
QA-01	Modellerweiterung Höhennachweis u.a.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
QA-02	Objektbezogene Kantengenaugigkeit	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
QA-03	Punktgenauigkeit mit Stützpunkt assoziiert	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Informationsanforderungen											
IA-01	IND-AV Datenmodell und Konfiguration	1	1	1	2	1	2	3	2	1	1
Einführung 3D											
3D-01		2	3	1	2	3	3	3	2	1	2

Abbildung 36: Auswirkungen der Einführungsmodule

Die Einführung der 3. Dimension wird in allen Anwendungsfällen einen grossen Einfluss haben und zu grossen Veränderungen führen. Lässt man dieses Modul einmal ausser Acht, da es von übergeordneter Bedeutung auch ausserhalb von IND-AV ist, so lässt sich pauschalisiert aussagen, dass die Auswirkungen der Einführung von IND-AV auf die Erhebung der Daten als eher gering erwartet werden. Die Arbeitsvorbereitungen für die Erhebungsarbeiten werden sich verändern, die eigentliche Erhebung im Feld wird sich aber nicht systematisch verändern. Die grössten Auswirkungen werden auf die Erfassung der Daten erwartet, indem dort einerseits relevante Umstellungen an den Systemen mit entsprechend notwendigen Datenmigrationen erfolgen müssen. Andererseits wird die Pflege von Referenzdaten (Bauwerke) mit Unterscheidung von mehreren Status resp. Lebenszyklusphasen sowie auch die Verwaltung individueller Anforderungen zu Mehraufwänden führen.

Kosten

Mit den aktuell vorhandenen Kenntnissen ist keine tragbare Kostenschätzung für die Einführung von IND-AV möglich. Es sind noch zu viele Punkte nicht entschieden, die einen relevanten Einfluss auf die notwendigen Systemanpassungen und Datenmigrationen hätten. Zudem müssten auch Analysen zu den vorhandenen Datenqualitäten vorgenommen werden, um abschätzen zu können, wie aufwändig eine Migration der Daten hin zu objektorientierten Strukturen wäre. Zur Einführung von DM.flex Version 1 im bisher beabsichtigten Umfang, d.h. nur mit minimalen Anpassungen an den Dateninhalten, liegen derzeit weder Kostenschätzungen noch belegte Erfahrungswerte aus dem Pilotkanton vor. Eine Hochrechnung auf dieser Basis ist deshalb auch nicht möglich.

In der folgenden Zusammenstellung wird dennoch versucht, Bandbreiten von möglichen Kosten für die Einführung von IND-AV auszuweisen. Diese Abschätzung basiert aber sowohl auf diversen Unsicherheiten und Unkenntnissen und beinhaltet *nicht* die Einführung der 3. Dimension.

Aktivität	Aufwand [Mio. CHF]		Faktor	Aufwand [Mio. CHF]		Erläuterung/Erwägung
	von	bis		von	bis	
Vorbereitung, Konfigurationen Kantone	0.1	0.3	26	2.6	7.8	Konzepte, Planungen, Festlegung/Abstimmung der IND-AV
Vorbereitung, Konfigurationen swisstopo	0.2	1	1	0.2	1	Dito
Anpassung Systeme	0.3	1	3	0.9	3	3 Systemhersteller
Datenmigration	0.002	0.03	2200	4.4	66	Migration je Gemeinde
Anpassung Drittsysteme Kantone	0.3	0.7	26	7.8	18.2	Anpassung Systeme/Schnittstellen Geodateninfrastruktur
Anpassung Systeme swisstopo	0.5	2	1	0.5	2	Anpassung Systeme/Schnittstellen Geodateninfrastruktur
Total (gerundet)				17	98	

Tabelle 14: Mögliche Kostenfolgen für Einführung

Als grösste Kostentreiber werden die Datenmigration und die Anpassung der Drittsysteme der Geodateninfrastrukturen vermutet. Dabei wird der weitaus grösste Kostenanteil von der Umstellung zur Objektorientierung verursacht. Es ist damit zu rechnen, dass dadurch manuelle Reinigungsarbeiten innerhalb der bestehenden AV-Daten und Abgleiche zu gekoppelten Systemen notwendig werden. Ohne Einführung der konsequenten Objektorientierung wird die Kostenfolge im unteren Bereich der Aufwandabschätzung erwartet.

Wie in der Auswirkungsmatrix in Abbildung 36 aufgezeigt, dürften für die Nachführung der zusätzlichen Informationen der amtlichen Vermessung höhere Aufwände notwendig werden.

Diese sind begründet durch

- Nachführung von «echten» Objekten für Gebäude und Strassen mit systematischem Abgleich mit gekoppelten Systemen (z.B. GWR, Strassenverzeichnis)
- Nachführung von früheren und unterschiedlichen Statusinformationen
- Nachführung von erweiterten Genauigkeitsinformationen

Auf der anderen Seite werden durch das neue Konzept auch Einsparungen erwartet:

- Die AV wird mit diesem Konzept darauf vorbereitet as-built-Modelle der Bauwirtschaft übernehmen und verifizieren zu können, anstelle der vollständigen eigenständigen Erhebung.
- Durch die Entwicklung der AV werden Synergien mit der Nachführung anderer Datensätze möglich (z. B. vektoriellen Landschaftsmodelle).

In der ersten Phase nach der Einführung werden die Mehraufwendungen durch die Verfeinerung respektive Konkretisierung der Nachführungsprozesse überwiegen. Diese werden vor allem im Bereich der Gebäude- und Situationsmutationen, kaum bei Grenzmutationen erwartet. Es wird geschätzt, dass der Aufwand für die Erfassung im System um ca. 10% zunehmen könnte. Durch Hochrechnung aufgrund der vorhandenen Kennzahlen ("Monitoring des volkswirtschaftlichen Nutzens der AV-Daten, Zusammenstellung der Resultate für das Jahr 2018," 2019) bedeutet dies ein Anstieg des jährlichen Nachführungsumsatzes um ca. 7-10 Mio. CHF. Auf der anderen Seite wird erwartet, dass nach der Etablierung der Datenübernahme von as-built-Modellen in die AV der Nachführungsaufwand um 10-20% verringert wird. Somit wird der Aufwand für die Nachführung unter das heutige Niveau sinken.

Da die Nachführungskosten in vielen Kantonen nach Tarif (HO33) abgerechnet werden, sollte dieser an die veränderten Bedingungen angepasst werden. Möglich wäre dies durch eine Erhöhung der Auftragspauschale bei Gebäude- und Situationsmutationen. Ausserdem sind Anwendungsrichtlinien (allenfalls Tarifierweiterung) für die Verrechnung bei Übernahme und Verifikation von as-built-Modellen zu definieren.

Nutzen

Der Nutzen, der diesen Kosten gegenübersteht, ergibt sich primär in den Bereichen der Landnutzung und Landentwicklung (siehe Abbildung 3), indem für die Aufgaben und Prozesse dieser Bereiche verlässliche und qualitativ hochwertige Georeferenzdaten verfügbar sind. Erst die Bereitstellung anerkannter, einheitlicher Referenzdaten ermöglicht die Integration und Kombination unterschiedlichster Datensätze und eine darauf basierende Zusammenarbeit (Digital Twin, Smart City).

Daten, die gemäss den Anforderungen des Konzepts IND-AV bereitgestellt werden, bilden die Basis für z.B. eine behördenübergreifende Zusammenarbeit für baupolizeiliche Aufgaben. Es bieten sich Synergien für die Nachführung anderer Geodatenätze wie beispielsweise des Topografischen Landschaftsmodells TLM.

Die Zusammenarbeit zwischen Behörden und Privaten wird unterstützt, indem die AV einen besseren Beitrag an den Lebenszyklus von Bauwerken leistet, dadurch dass die Nachführung als Basis für einen weiteren Zyklus dienen kann und weniger Mehrfacherhebungen notwendig sind (die heutigen Publizierungen der Standardwerte haben zur Folge, dass für die Planung von Bauten oftmals weitere Erhebungen (in der Regel Feldmessungen) notwendig sind oder aus Unsicherheit über die tatsächliche Qualität der AV-Grundlage als notwendig betrachtet werden). Die Daten der AV bilden auch geplante Zustände bereits in frühen Stadien verlässlich ab und sorgen für eine über die ganze Planungsphase durchgängige, konsistente Datengrundlage.

5.3 Szenarien

Für eine umfassende Erfüllung aller Anforderung bedarf es der Einführung aller Module. Es ist aber auch eine graduelle oder gestaffelte Umsetzung denkbar. In diesem Fall sind die Abhängigkeiten zwischen den Modulen zu berücksichtigen.

Abbildung 37 zeigt eine mögliche, etappierte Einführungssequenz in drei Stufen. In einer ersten Version werden die Grundstrukturen von IND-AV für die individuelle Anforderungsdefinition eingeführt, inklusive der damit zusammenhängenden einfachen Erweiterung der Statusinformationen. Diese Konzeptänderung könnte prinzipiell noch auf den bestehenden, planorientierten Klassen erfolgen.

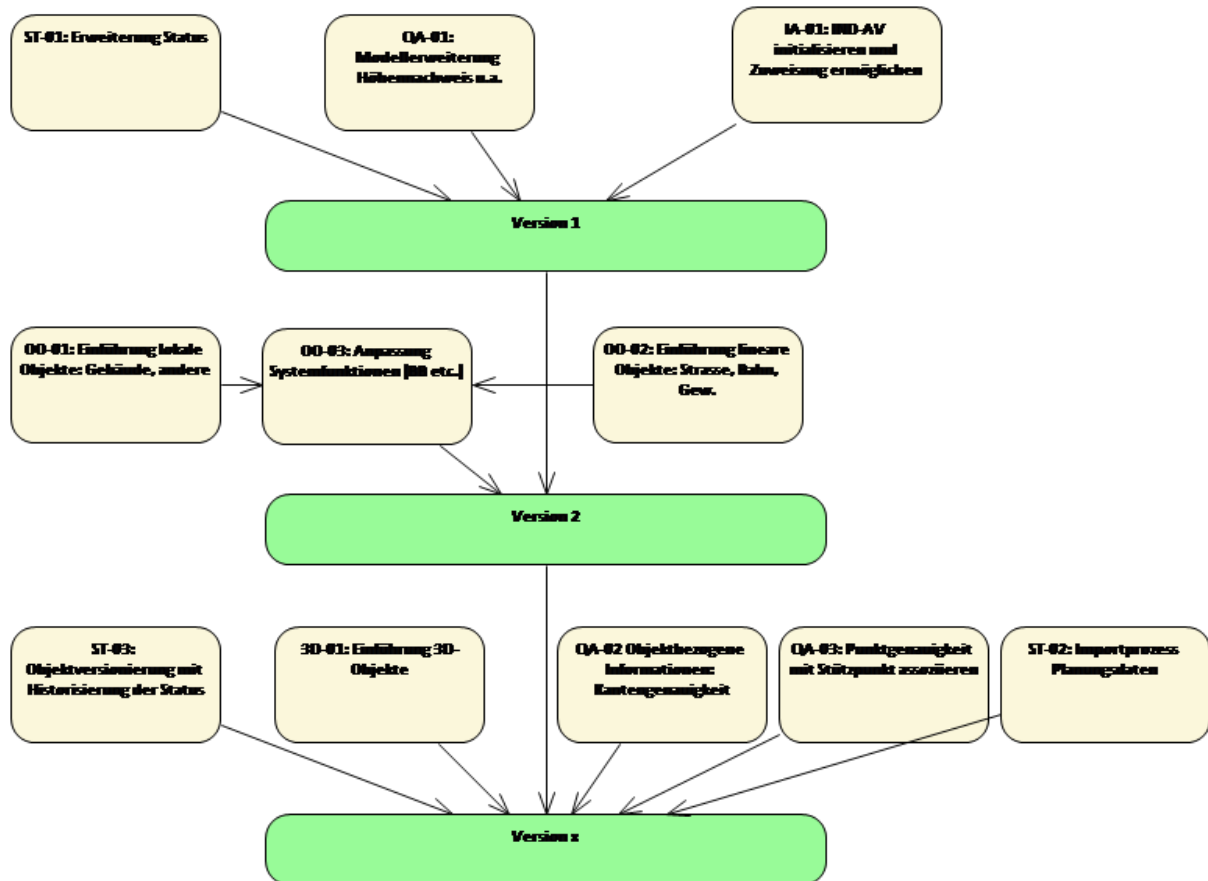


Abbildung 37: Mögliche Einführungssequenz mit Abhängigkeiten der Einführungsmodule

In einer zweiten Version könnte der Übergang zur Objektorientierung erfolgen, indem die Bauwerks-Fachklassen implementiert und die Objekte migriert werden.

In folgenden Versionen könnte der Funktionsumfang kontinuierlich um weitere Module erweitert werden. Zwischen diesen Modulen bestehen keine relevanten Abhängigkeiten, sodass sie im Prinzip in beliebiger Reihenfolge und Kombination eingeführt werden könnten. Die Priorisierung der Module kann in diesen Fällen aufgrund der Priorisierung der durch die Module erfüllten Anforderungen erfolgen.

Die Einführung einer neuen Version nimmt jeweils relativ viel Zeit in Anspruch und erfordert jeweils auch grosse organisatorische Aufwendungen. Setzt man sich das Ziel, in ca. 10 Jahren die Module vollständig eingeführt zu haben, so ergäben sich für die AV bei einer etappenweisen Einführung über mehrere Versionen ein langandauernder Zustand der stetigen Veränderung. Kaum ist eine Version eingeführt müsste bereits die Einführung der nächsten Version gestartet werden. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es sinnvoller, möglichst viele Module in einer Version zusammenzufassen. Nach Möglichkeit sollten daher zumindest die Versionen 1 und 2

gemäss Abbildung 37 zusammengefasst werden und auch die Module QA-02, QA-03 und, sofern effektiv gefordert, ST-03 ebenfalls gemeinsam eingeführt werden. Damit könnten in einer einzigen Version die prioritären Ziele von IND-AV umgesetzt werden.

Abbildung 38 veranschaulicht grafisch die Einführungsmodule für eine Variante mit einer «grossen» Version mit umfassenden Modulen sowie die Wirkung der Module auf die Erfüllung der Anforderungen.

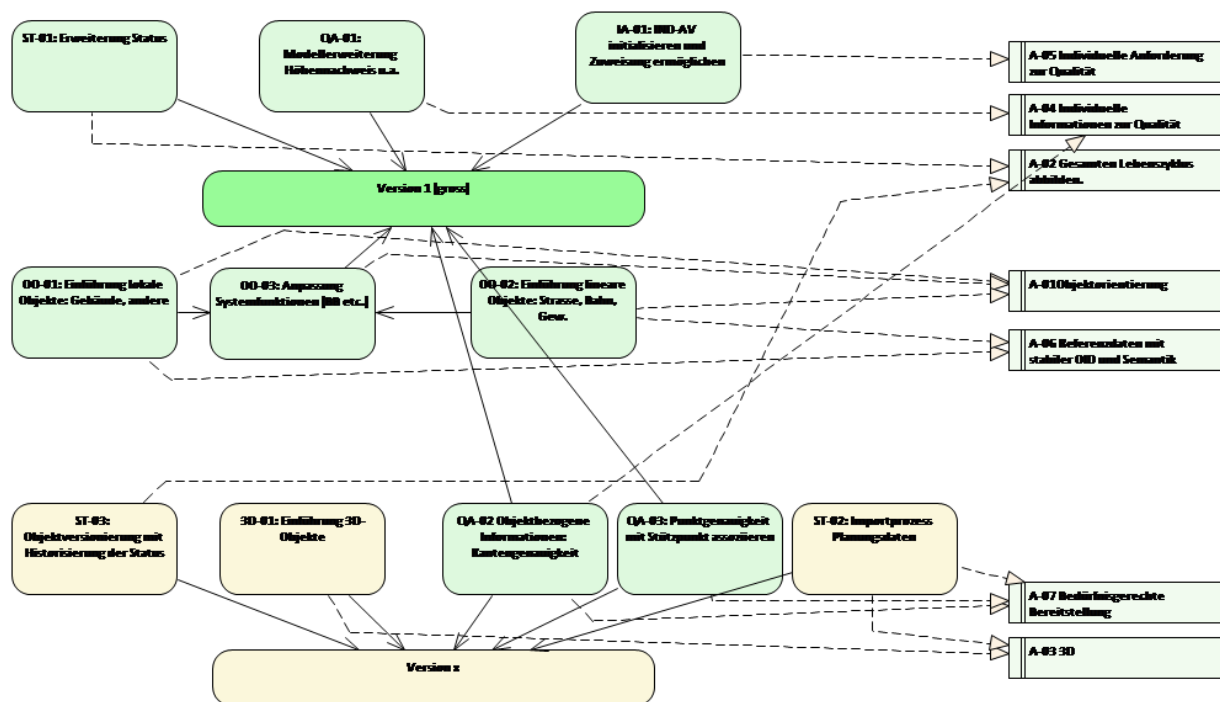


Abbildung 38: Erfüllung der Anforderungen in Abhängigkeit der Einführungssequenz

Die aktuelle Planung zur Einführung von DM.flex-v1 sieht grob folgende Termine vor:

2021 – 2022 Pilotprojekte in verschiedenen Kantonen
2023 – 2026 Einführung → Abschluss Einführung 2026

Es ist bis jetzt eine Vorgabe, dass mit der Einführung von DM.flex-v1 keine grossen Änderungen am Datenmodell vorgenommen werden sollen und dass daher die Umsetzung von IND-AV erst mit einer zweiten Version erfolgen kann. Auf Grund der relativ langen Einführungsphase von DM.flex-v1 wird vorgeschlagen, überlappend zu DM.flex-v1 bereits mit DM.flex-v2 zu beginnen, so dass Kantone individuell gleich nach Abschluss der Einführung von v1 mit der Einführung von v2 beginnen können. Unter dieser Voraussetzung könnte folgender Terminplan für die Einführung von IND-AV angestrebt werden (siehe auch Abbildung 39):

2020 – 2021 Schärfung der Anforderungen, Festlegung von Rahmenbedingungen, Ausarbeitung von detaillierten Konzepten für alle relevanten Aspekte von IND-AV
2022 – 2023 Pilotprojekte in verschiedenen Kantonen
2024 – 2027 Einführung

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
DM.flex-v1	Pilotprojekte									
	Einführung									
DM.flex-v2	Anforderungen, Konzepte									
(IND-AV)	Pilotprojekte									
	Einführung									

Abbildung 39: Terminplan Einführung

6 Literaturverzeichnis

- cadastre.ch [WWW Document], n.d. URL <https://www.cadastre.ch/>
- prEN 17412/LOIN (draft), 2019. *prEN 17412 DRAFT Building Information Modelling - Level of Information Need - Concepts and principles*, CEN.
- CityGML 3.0 CM, n.d. CityGML 3.0 CM [WWW Document]. URL <https://github.com/opengeospatial/CityGML-3.0CM>
- DRAFT prEN 17412, 2019. *DRAFT prEN 17412 Building Information Modelling - Level of Information Need - Concepts and principles*, CEN European Committee for Standardization.
- Enemark, S., 2004. *Building Land Information Policies*. UN, FIG, PC IDEA Inter-regional Special Forum on The Building of Land Information Policies in the Americas.
- GeoIG, 2008. *Geoinformationsgesetz (GeoIG)*, Schweizerische Eidgenossenschaft.
- Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), 2015. *Cadastre 2034. Powering Land & Real Property. Cadastral Reform and Innovation for Australia - A National Strategy.*, Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM).
- ISO 19148, n.d. *ISO 19148:2012 Geographic information — Linear referencing*.
- ISO 19152 (LADM), 2012. *ISO 19152 Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)*.
- KOGIS, 2011. *Allgemeine Empfehlungen zur Methodik der Definition "minimaler Geodatenmodelle."*
- LADM 2019 | *The 8th FIG Land Administration Domain Model Workshop*, 2019.
- Monitoring des volkswirtschaftlichen Nutzens der AV-Daten, Zusammenstellung der Resultate für das Jahr 2018*, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2019.
- National Digital Twin Programme [WWW Document], 2019. URL <https://www.cdcb.cam.ac.uk/national-digital-twin-programme> (accessed 12.17.19).
- Niggeler, L., 2019. *Proposition pour remplacer les niveaux de tolérance (NT) de la mensuration officielle (MO) par la notion de Level of information Need de la mensuration officielle (LOIN MO)*.
- Niggeler, L., Dettwiler, C., 2019. *Information Need Definition AV / MO - IND-AV / MO*. Presented at the Workshop CadastreSuisse.
- Niggeler, L., Dettwiler, C., Kaul, C., 2019. *Information-Need-Definition der amtlichen Vermessung (IND-AV)*. cadastre Nr. 30.
- Noardo, F., Ellul, C., Harrie, L., Overland, I., Shariat, M., Arroyo Otori, K., Stoter, J., 2019. *Opportunities and challenges for GeoBIM in Europe: developing a building permits use-case to raise awareness and examine technical interoperability challenges*. Journal of Spatial Science 1–25. <https://doi.org/10.1080/14498596.2019.1627253>
- prEN 17412:2019, 2019. *Building Information Modelling — BIM-Definitionsgrade — Konzepte und DefinitionenEN (Entwurf)*.

- Richtlinie Detaillierungsgrad in der amtlichen Vermessung Informationsebene Bodenbedeckung*, KKVVA Konferenz der kantonalen Vermessungsämter, Eidgenössischer Vermessungsdirektion (V+D), 2011.
- SIA 2051, 2017. *SIA 2051 Building Information Modelling (BIM) – Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode*.
- Sinniger, M., 2018. *Neues Datenmodell der amtlichen Vermessung – wo stehen wir 2018?* cadastre Nr. 28.
- Steudler, D., 2019. *Visionen und Szenarien im Katasterbereich - internationaler Kontext*. cadastre 29.
- Steudler, D., 2018. Cadastral Template 2.0 - Switzerland [WWW Document]. URL <http://cadastraltemplate.org/switzerland.php>
- eCH-0129, n.d. *eCH-0129 Datenstandard Objektwesen*, eCH.
- Swiss BIM LOIN-Definition (LOD)*, 2018.
- swisstopo, 2020. *Strategie der amtlichen Vermessung für die Jahre 2020–2023*, Bundesamt für Landestopografie swisstopo.
- Think Tank «Dimension Cadastre» Discussion Paper 10/2017 – Die «vorgezeichneten» Wege der Digitalisierung*, swisstopo / Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion, 2017.
- van Oosterom, P., 2019. *LADM-v2 as Core Information Model for the Smart City 3DGI: 3D Cadastres, 3D Valuation and 3D Spatial Planning Information*. Presented at the 3DGI 2019 - Internationale Fachtagung zu 3D-Geoinformation.
- VAV, 2008. *Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV)*, SR 211.432.2.
- Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten*, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2015.

7 Begriffe

AV	Amtliche Vermessung
BIM	Building Information Modelling
DM.01	Datenmodell der AV, welches heute gültig ist.
DM.flex	Datenmodell der AV, welches sich durch einen modularen Aufbau auszeichnet. U.a. dank der Modularisierung kann das Datenmodell flexibler auf veränderte Bedürfnisse angepasst werden. Die anstehende Verordnungsrevision schafft die Grundlage für DM.flex. DM.flex-v1: Erste Version des Datenmodells DM.flex.
EuroSDR	European Spatial Data Research
EGID	Eidgenössischer Gebäudeidentifikator
Feststellgenauigkeit	Die Feststellgenauigkeit beschreibt wie genau die Lage eines Objektes im Gelände festgelegt ist. In der heutigen Gesetzgebung wird der Begriff für nicht exakt definierte Punkte wie Wald- und Gewässerränder benutzt. Für Bauwerke wird der Begriff nicht verwendet. Je nach Materialisierung besteht aber auch beispielsweise bei einer Gebäudeecke Definitionsspielraum. Dieser Spielraum wird heute durch die niedrigen Genauigkeitsanforderungen abgedeckt.
GB	Grundbuch
GeolG	Geoinformationsgesetz
GeolV	Geoinformationsverordnung
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister
IFC	Industry Foundation Classes
IND-AV	Information Need Definition AV. Konzept, welches eine individuelle, von Toleranzstufen unabhängige Definition von Informationsanforderungen beschreibt. Wesentliches Merkmal der anstehenden Verordnungsrevision.
Innere Genauigkeit	Mit dem Begriff «innere Genauigkeit» ist die Genauigkeit zwischen Punkten des gleichen Objektes gemeint. Diese kann oft durch direkte Distanzmessungen und Winkelkontrollen überprüft werden. Liegen absolute Punktmessungen vor, wird die innere Genauigkeit berechnet als die Genauigkeit der Differenz zwischen zwei benachbarten Punkten (im allgemeinen Fall bekannt als relative Genauigkeit). Abhängig vom Grad der Korrelation der Punktmessungen ist sie besser oder schlechter als die absolute Punktgenauigkeit. Die Werte der inneren Genauigkeit werden im heutigen Datenmodell nicht verwaltet.
IoT	Internet of Things
Konzeptidee IND-AV	
LADM	Land Administration Domain Model
ÖREB	Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen
Spannungsarme /spannungsbehaftete Gebiete	Die Schweiz ist in spannungsarme und spannungsbehaftete Gebiete unterteilt. Spannungsarm bedeutet, dass die empirisch nachgewiesene Genauigkeit den geforderten Werten der jeweiligen Informationsebene und Toleranzstufe entspricht. In spannungsbehafteten Gebieten ist dies nicht der Fall. Diese Information der Gebietszuweisung wird in einem separaten Datensatz ausserhalb der AV verwaltet. ("Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten," 2015)
TS	Toleranzstufe
TVAV	Technische Verordnung über die amtliche Vermessung, SR 211.432.21
VAV	Verordnung über die amtliche Vermessung, SR 211.432.2
VAV-VBS	Verordnung des VBS über die amtliche Vermessung Neuer Name der TVAV nach der Totalrevision

Anhang A Fragen IND-AV

Mit dem Studienauftrag sind neben einer allgemeinen Betrachtung auch nachfolgende, konkrete Fragestellungen zu beantworten.

Was sind die technischen, organisatorischen und finanziellen Auswirkungen des vorgeschlagenen Konzeptes IND-AV, umgesetzt im aktuellen Entwurf der VAV-VBS?

Technisch → siehe Kapitel 4

Organisatorisch/finanziell → Siehe Kapitel 5.2

Die Toleranzstufen steuern heute diverse Vorgaben der AV unter anderem die geforderte Genauigkeit und den Detaillierungsgrad. Weiter bestimmen die Toleranzstufen z.B. die Dichte und die Genauigkeit der Fixpunkte. Wie könnten diese Regelungen zu den Fixpunkten auf Basis der Toleranzstufen abgelöst werden? Ist der vollständige Verzicht auf die Toleranzstufen realisierbar?

Der Verzicht auf Toleranzstufen ist prinzipiell möglich und – mit dem Ziel einer Ausweitung des Nutzungsbereichs der AV – auch sinnvoll. Es braucht aber andere, räumliche Parameter, um die Informationsanforderungen spezifizieren zu können (siehe Kapitel 4.3.4).

Bleibt der Fokus der AV ausschliesslich auf das Grundbuch gerichtet, wäre ein Verzicht auf die Toleranzstufen und die Einführung von IND-AV eher nicht gerechtfertigt.

Bisher steuert die Toleranzstufe die geforderte Genauigkeit sowie den Detaillierungsgrad und beeinflusst damit den Aufwand, sowie indirekt, wie auf dem Feld etwas vermessen wird. Die wählbare Messmethode wird durch die erreichbare Genauigkeit und Zuverlässigkeit eingeschränkt. Was für Konsequenzen hat das neue objektorientierte Konzept IND-AV auf die praktische Feldarbeit der AV? Wie wird sichergestellt, dass jede Fachperson in der Praxis das neue Konzept richtig, d.h. technisch korrekt und gleichzeitig auch wirtschaftlich umsetzt?

Das neue Konzept stellt dem Vermesser objektbezogen sämtliche Parameter, welche die Anforderungen an die Genauigkeit und den Detaillierungsgrad steuern, zur Verfügung. Dies ist im Vergleich zu heute eine Vereinfachung, wo er die meisten dieser Parameter auch berücksichtigen muss, die entsprechenden Informationen aber zuerst zusammensuchen muss (Gebietseinteilung Spannungsarmut, Toleranzstufeneinteilung, definierte max. Standardabweichungen).

Die LOG-AV und LOI-AV sollen grundsätzlich unter Berücksichtigung der Kundenbedürfnisse festgelegt werden. Wie soll das erfolgen? Was darf ein Kunde für Informationen (Geometrie, Attribute) erwarten, der einen flächendeckenden Datensatz einer Gemeinde benötigt? Was erhält derjenige, der infolge Umbau eine Gebäudenachführung verursacht und finanzieren muss?

Die Konzepte LOG-AV und LOI-AV werden nur für die Erfassung der Daten empfohlen. Für die Datenabgabe an Dritte (Kunden) wird eine einfachere Methode empfohlen (siehe Kapitel 4.4).

Heute gilt: Nicht so gut wie möglich, sondern (nur) so gut wie nötig. Beispielsweise bestehen auf einer Alp nicht die gleichen Anforderungen an die Daten der AV wie in der Stadt. Dieser wichtige Grundsatz soll unter anderem den wirtschaftlichen Einsatz der finanziellen Mittel der öffentlichen Hand sicherstellen. Andererseits ist er eine Voraussetzung für den heute in zahlreichen Kantonen geltende Nachführungstarif HO33. Kann dieser Grundsatz weiterhin gelten, wenn die Anforderung pro Objekt definiert wird? Der Grundeigentümer bzw. der Verursacher der Änderung und damit Rechnungsempfänger darf nicht mit generell mit höheren Mutationskosten konfrontiert werden.

Die allgemein gültigen Informationsanforderungen definieren die aus Sicht AV minimalen Anforderungen, welche für alle gelten. Die Eigentümer sowie die öffentliche Hand erhalten die Mög-

lichkeit, bei eigenem Interesse höhere Anforderungen zu definieren und die Daten in der erhöhten Qualität auch in die AV zu integrieren, so dass sie auch bei späteren Nutzungen in erhöhter Qualität wiederverwendet werden können. Dabei soll das Verursacherprinzip gelten, d.h. wer Mehranforderungen verlangt, muss auch dafür aufkommen.

Es muss geregelt werden, welche Auswirkung eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen auf die Nachführung der Objekte hat. Im Regelfall sollte eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen für ein Objekt nicht eine Nachführung auslösen. Es ist aber auch denkbar, dass die dynamisch erhöhten Anforderungen sofort benötigt werden. Dann wäre deren Erhebung gemäss dem Verursacherprinzip (Auslöser) zu finanzieren.

Für die Erhebung der Minimalanforderungen kann der Nachführungstarif HO33 weiterhin angewendet werden. Dabei sollte eine Anpassung des Tarifs geprüft werden. Individuelle Mehranforderungen sollten nach Aufwand abgerechnet werden können. Damit ist eine strikte Trennung möglich.

Laufende Revision der Verordnungen der AV: Ist der aktuelle Verordnungsentwurf mit der Erläuterung betreffend IND-AV offen genug, dass die Details für die technische Umsetzung erst nach der Annahme der Verordnungsrevision definiert werden können?

Der Entwurfstext wurde geprüft und kommentiert. Siehe Anhang B .

Die Arbeiten zur Einführung des IND-AV sind idealerweise mit der Einführung des DM.flex zu koordinieren. Wie könnte der an der Praxis orientierte Zeitplan der Einführung aussehen?

Siehe Kapitel 5.3.

Sollte allenfalls das Konzept Information Need Definition (IND) auch für andere Geobasisdaten eingeführt werden?

Grundsätzlich ist eine systematische Anforderungsdefinition, die auf die Ziele der Datensätze ausgelegt ist, für alle Datensätze anzustreben. Eine feingranulare Abstimmung der Anforderungsdefinition durch Unterscheidung verschiedener Anforderungskriterien (LOG, LOA, LOI) wird relativ rasch kompliziert und erfordert eine entsprechende Einarbeitung für die Anwendung. Es ist daher individuell abzuwägen zwischen Einfachheit und eher pauschaler Anforderungsdefinition einerseits sowie komplizierterer dafür individueller Anforderungsdefinition andererseits.

Anhang B Hinweise zum Entwurf der Revision VAV/VAV-VBS

Der aktuell (Februar 2020) vorliegende Entwurf der Revision der Verordnungen VAV und VAV-VBS wurde in Bezug auf die in dieser Studie erarbeiteten Konzepte und Lösungsvorschläge geprüft. In den nachfolgenden Tabellen sind zu einzelnen Gesetzestexten Bemerkungen aufgeführt:

VAV Verordnung über die amtliche Vermessung

Artikel	Bemerkung
Art. 1, Abs. 1a	Mit Verweis auf GeolG Art 29 wird der Zweck auf einen Zusammenhang mit «eigentümerverbindliche Georeferenzdaten» und «beschreibende Informationen der Grundstücke» beschränkt. Mit den Anforderungen aus der Konzeptidee IND-AV wird explizit die Unterstützung von z.B. Smart City oder die bessere Unterstützung von Planungs- und Bauprozessen gefordert. Es stellt sich die Frage, ob diese geforderten Nutzung mit dem Zweckartikel genügend mitgemeint sind.
Art. 5, Abs. 1b	Falls die IND-AV als eigenständiges «Artefakt» angeschaut wird, ist dies evtl. bereits hier zu verankern.
Art. 6, Abs. 2	Beziehen sich die Anforderungen wirklich auf das Geodatenmodell, nicht die Daten selbst? Fehler?
Art. 10 (alt)	Das «Verbot» auf kantonale Erweiterungen muss bezüglich des Aspekts der Informationsanforderungen noch im Detail geprüft werden. Gelten kantonal definierte, erhöhte Informationsanforderungen auch als Erweiterung?
Art. 18, Abs. 2	Ist mit dieser Formulierung ausgeschlossen, dass bei einer dynamisch definierten IND-AV (gegenwärtige Vorschriften) eine Erneuerung erforderlich ist? Beispiel: schwach bebautes Gebiet, alte Gebäude, geringe Genauigkeit aber den (damaligen) Anforderungen entsprechend. Nun wird eine grössere Entwicklung des Gebietes geplant. Dadurch wird gemäss IND-AV (und natürlich auch tatsächlich) eine bessere Genauigkeit des Bestandes erforderlich. Die Kosten wären logischer Weise durch den Verursacher (also Investor) zu tragen.

Tabelle 15: Hinweise zum Revisionsentwurf VAV

Verordnung des VBS über die amtliche Vermessung

Artikel	Bemerkung
Art. 3 Abs. 1	Da Gewässer sowohl eine natürliche Ausprägung als auch einen Bauwerkscharakter annehmen können, würde es Sinn machen, diese explizit aufzuführen. Einer verteilten Datenorganisation wie im DM01 könnte so entgegengewirkt werden.
Art. 3 Abs. 4	Dynamische IND-AV berücksichtigen
Art. 4, Abs. 2	«...legt in Weisungen die geforderte Genauigkeit und Zuverlässigkeit verbindlich fest.». Die Behörde soll nur Mindestanforderungen festlegen, die jedoch bei Bedarf durch z.B. den Eigentümer oder die Kantone erhöht werden können. Vorschlag: « minimal geforderte Genauigkeit...». Vorschlag: Die Mindestanforderungen dürfen durch kantonale Behörden erhöht werden. Die konkreten Anforderungen können mit entsprechenden Attributen einem konkreten Objekt individuell entnommen werden.
Art. 4, Abs. 4	Vorschlag Ergänzung: Für die Qualität des Datenübertrags in die Realwelt kann die Eidgenössische Vermessungsdirektion Weisungen erlassen.
Art. 5 Abs. 1 d	Redaktionelle Korrektur: und,
Art. 6	Die abschliessende Aufzählung der Produkte ist starr. Wie sind Situationsplan und Basisplan definiert? Ist es mit dieser Formulierung möglich sowohl ein homogenes Produkt (einheitlicher Detaillierungsgrad) als auch ein heterogenes (pro Objekt höchster Detaillierungsgrad) abzuleiten?

Artikel	Bemerkung
Art. 7, Abs. 1	«...auf die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer ausgerichtet.» Es bleibt hier offen, wer genau die Nutzenden sind. Aus der Erläuterung geht hervor, dass damit die Kundenorientierung gefordert ist. Sofern die AV auf die Bereiche Land Use / Land Development unterstützen will, weitet sich der Kreis der Nutzenden potenziell stark aus und die Nutzenden werden widersprüchliche Bedürfnisse haben.
Art. 7, Abs. 4	Erläuterungsbericht: IND-AV, «...das Bestandteil des Geodatenmodells ist». Vorschlag: «... welches das Geodatenmodell ergänzt.».
Art. 7, Abs. 7	Falls die Informationsanforderungen als Ergänzung zum Geodatenmodell betrachtet werden (siehe Punkt oberhalb), so müssten diese evtl. auch im Internet veröffentlicht werden.
Art. 8, Abs. 1	«...eines Objekts der amtlichen Vermessung». Die Bedeutung des Begriffs «Objekt» ist nicht klar resp. irreführend. Es ist zu unterscheiden zwischen Objektklasse/Klasse einerseits und Objekt/Instanz andererseits. Im Text ist wohl die Objektklasse gemeint. Wobei gemäss dem Vorschlag der Studie auch eine instanzspezifische Festlegung möglich ist.
Art. 8, Abs. 1	Was ist mit dem Wort «Dichte» gemeint?
Art. 8, allg.	Verzicht auf die Begriffe LOIN, LOG, LOI. Die Begriffe werden in der BIM-Welt derzeit nicht einheitlich verstanden. Mit der Verwendung der Begriffe im Verordnungstext ist alleine implizit noch keine klare Definition vorhanden, es bräuchte auf alle Fälle noch klärende Erläuterungen. Vorschlag: Begriffe nicht verwenden, Semantik umschreiben. Siehe unten.
Art. 8, Abs. 1	Vorschlag: Die IND-AV beschreibt die Informationsanforderungen der Objekte (oder Objektklassen?) der amtlichen Vermessung. Zu klären: Muss hier darauf hingewiesen werden, dass die Informationsanforderungen auch je Instanz spezifisch festgelegt werden können?
Art. 8, Abs. 2	Verzicht auf Begriff LOIN. Vorschlag: Die Informationsanforderungen können je Objektklasse nach verschiedenen Kriterien abgestuft werden.
Art. 8, Abs. 2	Die höchste Stufe entspricht dem höchsten Informationsniveau und Detaillierungsgrad. Muss dies spezifiziert sein? Anmerkung: im vorliegenden Konzept definiert die tiefste Stufe das höchste Informationsniveau. Vorschlag: keine Aussage zu den Stufen machen.
Art. 8, Abs. 3	Verzicht auf LOIN und LOG. Vorschlag: Als Bestandteil der Informationsanforderung wird der Detaillierungsgrad der Ausprägung der Geometrie definiert.
Art. 8, Abs. 4	Verzicht auf LOIN, LOI. Vorschlag: Als Bestandteil der Informationsanforderung wird der Detaillierungsgrad der nichtgeometrischen Informationen definiert.
Art. 8, Abs. 5	Verzicht auf LOIN. Vorschlag Als Bestandteil der Informationsanforderung wird die Genauigkeitsanforderung definiert.
Art. 8	Erläuterungsbericht: anpassen gemäss Kommentaren oben
Art. 9	Explizite Festlegung auf INTERLIS 2 vom 7. September 2016. Bei der Einführung der geplanten Erweiterung um 3D-Datentypen muss eine neue INTERLIS Version referenziert werden.
Art. 10, Abs. 2	Anmerkung Begriff «Objekt»: Hier ist, aus dem Kontext heraus, eindeutig eine Instanz gemeint und nicht die Objektklasse. Siehe Kommentar zu Art. 8, Abs. 1.

Artikel	Bemerkung
Art. 10, Abs. 2	«eineindeutigen, unveränderbaren Identifikator». Ist hiermit ein technischer Systemschlüssel (INTERLIS-OID) oder ein konzeptueller Schlüssel gemeint? Oder ist dies extra offengelassen und wird beides ermöglicht? Nicht alle Objekte haben einen konzeptuellen Schlüssel, dieser ist bspw. in der Bodenbedeckung nur für Gebäude festgelegt (EGID). Aus technischer Sicht stellt sich bei dieser Formulierung auch die Frage, ob hier von einem Objekt oder einer Objektversion gesprochen wird (siehe Kapitel4.2).
Art. 10, Abs. 5	Verweis auf eCH-0129 führt zu Unklarheit, da die Abgrenzung der effektiv relevanten Aspekte nicht eindeutig resp. Selbsterklärend ist.
Art. 15, Abs. 3	«in Sömmerungsgebieten und unproduktiven Gebieten» ist nach Streichung der Definition der Toleranzstufen nicht mehr definiert. Evtl. ist analog zur FVAV «gemäss landwirtschaftlichem Produktionskataster» zu ergänzen

Tabelle 16: Hinweise zum Revisionsentwurf VAV-VBS

Technische Verordnung des EJPD und des VBS über das Grundbuch

Artikel	Bemerkung
Art. 7b	Genauigkeitsanforderungen statt Genauigkeit

Tabelle 17: Hinweise zum Revisionsentwurf Technische Verordnung Grundbuch

Revision Geoinformationsverordnung GeoIV, Katalog der Geobasisdaten des Bundesrechts:
Gemäss Revisionsentwurf werden für die amtliche Vermessung noch zwei Geobasisdatensätze ausgewiesen:

- ID 51: Plan für das Grundbuch
- ID x (neu): Daten der amtlichen Vermessung

Auf die Identifikatoren 52, 54-64, welche die verschiedenen Informationsebenen der AV beschreiben, wird verzichtet. Mit dieser Änderung wird suggeriert, dass die amtliche Vermessung eine homogene Einheit bildet. Mit der Modularisierung des Datenmodells DM.flex sowie der empfohlenen Einführung der fachbezogenen Objektorientierung wird hingegen eher eine Individualisierung unterstützt. Es böte sich daher an, zumindest die Fachklassen mit Bezugssystem-Funktion auch als eigenständige Geobasisdatensätze zu deklarieren, so z.B.

- Liegenschaften
- Gebäude
- Strassen

Alternativ ist bei gewissen Fachklassen auch eine aus der AV abgeleitete fachliche Erweiterung von bestehenden Geobasisdatensätzen zu prüfen, beispielsweise ID 196, amtliches Verzeichnis der Strassen.

Anhang C Übersicht Handlungsempfehlungen

Die im Kapitel 4 für die einzelnen Konzepte empfohlenen weiteren Abklärungen und Vertiefungen zur Konkretisierung des Konzepts IND-AV sind nachfolgend zusammengefasst aufgeführt:

Objektorientierung

- Auf Realweltobjekten basierendes, objektorientiertes, konzeptuelles Datenmodell AV erstellen. Inklusive Abgrenzung resp. Gemeinsamkeiten zu verwandten Geobasisdatensätzen und Verzeichnissen (Strassenverzeichnis, Gewässerverzeichnis, Bahnlinien etc.) aufzeigen.
- Bedarf für lineare Bezugssysteme auf Basis von Infrastrukturobjekten klären.

Status

- Relevanz der Historisierung der einzelnen Status prüfen und entsprechende Anforderungen spezifizieren.
- Handlungsfelder 1-3 weiterentwickeln.

Informationsanforderung Erhebung

- Die Berechnungsformel des Lagecodes ist noch genauer zu untersuchen.
- Der Umgang mit Feststellgenauigkeit bei Bauwerken ist zu klären.
- Es muss geregelt werden, welche Auswirkung eine Veränderung der dynamischen Informationsanforderungen auf die Nachführung der Objekte hat.

Informationsanforderung Nutzung

- Vertiefte Prüfung der Realisierbarkeit eines Algorithmus zur automatischen Reduktion des Abstraktionsgrads.

Qualitäts-Nachweis

- Entwickeln einer punktbezogenen Genauigkeitsangabe mit Einbezug der Netzgenauigkeit.