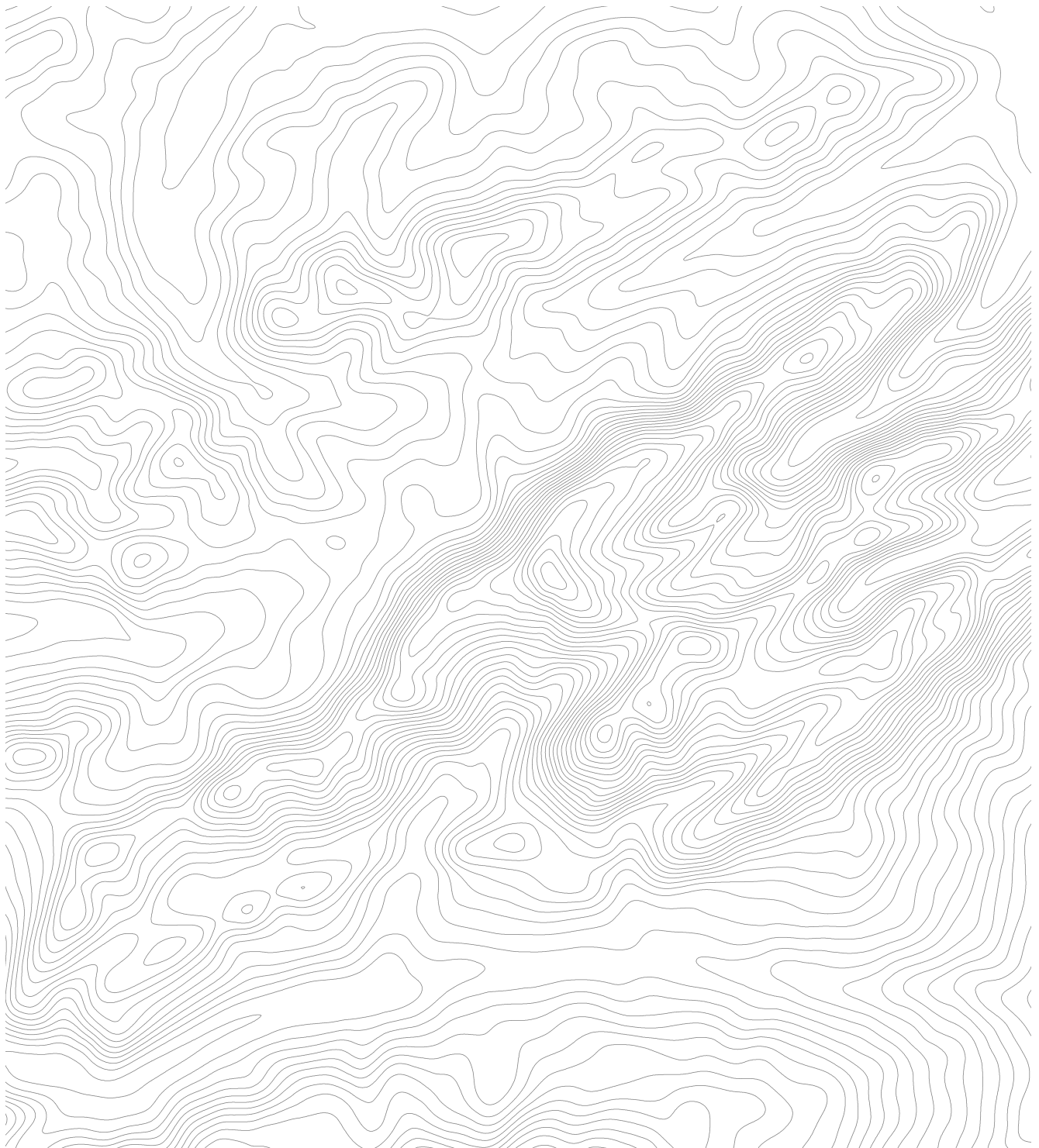


Studie 4D – Phase1: Konzept

Pflege von temporalen Geodaten
02.02.2026



Projektteam

EBP Schweiz AG
Richard Meyer
Ralph Straumann

Hans Andrea Veraguth, Kanton Graubünden / KGK-CGC
Christian Gamma, FHNW
Patrick Ibele, swisstopo
Patrick Gamma, swisstopo
Bernard Fierz, Kanton Zürich
Simone Stirnimann, Kanton Aargau
Hans Rudolf Gnägi, SOGI-Fachgruppe GGMM (punktuell)
Sepp Dorfschmied, SOGI-Fachgruppe GGMM (punktuell)

Studie 4D Phase 1 - Konzept.docx
Projektnummer: 225328

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Einführung	4
1.2	Ausgangslage und Zielsetzung	4
1.3	Einordnung in die Projektphasen	4
2.	Grundlagen	4
3.	Zentrale Begriffe	5
4.	Situation bei den Kantonen	7
4.1	Umfrage bei den Kantonen im Mai 2024	7
4.2	Aktualisierung und Vertiefung im November 2025	10
5.	Umgang mit temporalen Geodaten	11
5.1	Ansatz für Pflege und Nutzung temporaler Daten	11
5.2	Typisierung von Geodaten hinsichtlich Historisierungsbedarf	12
5.3	Ansätze für die Historisierung temporaler Daten	13
5.4	Zeitstandbildung in der Aufbewahrungs- und Archivierungsplanung	17
5.5	Lebenszyklus von Objekten	18
5.5.1	Themen mit starker Objektbegrenzung	18
5.5.2	Themen mit schwacher Objektbegrenzung	19
5.5.3	Dualität von realen Objekten	20
5.5.4	Abbildung der Objektbegrenzung auf Datentypen	20
6.	Lösungsansätze für die Praxis	21
6.1	Lösungsansatz bei günstigen Voraussetzungen	21
6.2	Lösungsansatz bei ungünstigen Voraussetzungen	22
7.	Fragestellungen für spätere Phasen	23
7.1	Technische Aspekte	24
7.2	Organisatorische Aspekte	25
7.3	Validierung der Lösungsansätze	25

1. Einleitung

1.1 Einführung

Geoinformationen sind nicht nur wertvoll, wenn sie aktuell vorliegen. Auch das Sicherstellen der Nachvollziehbarkeit von Veränderungen der in Geoinformationen repräsentierten Objekte und Phänomene über die Zeit kann einen wichtigen Erkenntnisgewinn bringen und zudem aus rechtlicher Sicht geboten sein. Artikel 9 des Bundesgesetzes über Geoinformation (Geoinformationsgesetz, GeolG) schreibt denn auch die Gewährleistung der nachhaltigen Verfügbarkeit (NV) vor und räumt dem Bundesrat die Regelungskompetenz ein bezüglich Archivierung und Historisierung von Geobasisdaten.

1.2 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Rahmen des Aktionsplans 2023 der «Strategie Geoinformation Schweiz» (SGS) hat die Konferenz der kantonalen Geoinformations- und Katasterstellen (KGK) sich den Auftrag «4D und Historisierung» erteilt. Ziel des Auftrags ist es, den Kantonen einen Überblick über technische Möglichkeiten von 4D-Geoinformationen, also den (stärkeren) Einbezug der zeitlichen Dimension, zu geben. Die zeitliche Dimension soll grundsätzlich so in den Daten abgebildet werden, dass verschiedene Zustände auf der Zeitachse zuverlässig rekonstruiert werden können.

Ausgehend von diversen Grundlagen sollen in einem Konzept bestehende Einschätzungen – zentral jene in einer Umfrage der KGK bei den Kantonen – eingeordnet, vertieft und mit technischen Aspekten angereichert werden. Weiter soll für verschiedene Klassen von Geodaten aufgezeigt werden, wie diese optimal historisiert und archiviert werden können, mit Fokus auf einen Ansatz namens «Zurück aus der Zukunft».

1.3 Einordnung in die Projektphasen

Das vorliegende Dokument ist Resultat der ersten von drei von der KGK geplanten Bearbeitungsphasen:

- In Phase 1 wird das vorliegende Konzept verfasst.
- In Phase 2 wird es anhand bestehender Arbeiten verifiziert und wo nötig angepasst.
- In Phase 3 soll aus dem konsolidierten Konzept ein «Leitfaden 4D-Geodaten» zuhanden von Geoinformations-Fachstellen und zuständigen Stellen abgeleitet werden.

2. Grundlagen

Folgende Dokumente wurden gesichtet und dienen als eine Grundlage für nachfolgende Ausführungen:

- Konzeptbericht Projekt Ellipse «Konzeption der Archivierung von Geobasisdaten des Bundesrechts» (Bundesamt für Landestopografie swisstopo und Schweizerisches Bundesarchiv BAR, 2013)
- «Nachhaltige Verfügbarkeit und Archivierung von Geodaten – Konzeptstudie zur koordinierten Umsetzung bei Bund, Kantonen und Gemeinden» und «Anhang 1: Objektkatalog AAP+» (SIK-GIS, EBP, 2015)
- Handbuch «Archivierung von Geodaten des Bundes» (Bundesamt für Landestopografie swisstopo und Schweizerisches Bundesarchiv BAR, 2016)
- Konzept «Aufbewahrungs- und Archivierungsplanung für die Kantone (AAP+)» (KKGEO, 2019)
- Bericht zum Vertiefungsprojekt 2 «Konzeptstudie zur Bereitstellung von AV-Daten im Zeitverlauf (Historisierung)» (Ernst Forrer, 2022)
- Master-Arbeit «Historisierung und nachhaltige Verfügbarkeit von Geodaten in der Verwaltung» (Delia Erb, 2025)
- Bericht zum Vertiefungsprojekt 2 «Neues Datenmodell der amtlichen Vermessung – Machbarkeitsstudie der inkrementellen Datennachführung» (Adrian Furrer, 2025)
- Zwischenbericht «4D und Historisierung» (KGK, 2025)
- Umgang mit temporalen Daten, Einführung für Anwendungsfachleute (INTERLIS-Arbeitsgruppe Version vom 13. Mai 2024 (deutsch))

3. Zentrale Begriffe

Die Begriffe «Historisierung», «Archivierung» und «nachhaltige Verfügbarkeit» werden oft zusammen oder gar synonym verwendet, beschreiben jedoch klar voneinander abgegrenzte Konzepte mit unterschiedlichen Zielen, Methoden und rechtlichen Grundlagen. Sie sollen deshalb präzise und mit den folgenden Bedeutungen verwendet werden.

Historisierung

Historisierung bezeichnet das «Festhalten von Art, Umfang und Zeitpunkt einer Änderung von Geobasisdaten» (Geoinformationsverordnung (GeoIV), Art. 2 lit. b). Wird ein Datensatz ausgehend von einem festgelegten Ausgangszustand zu jedem Änderungszeitpunkt historisiert (also *alle* Änderungen entsprechend dokumentiert), können ex post alle vergangenen Zustände nach dem Ausgangszustand wiederhergestellt (rekonstruiert) werden.

Innerhalb der Historisierung können zwei Vorgehensweisen unterschieden werden: Inkrementelle Historisierung und Vollständige Historisierung, vgl. Kapitel 5.3.

Archivierung

Archivierung bezeichnet gemäss GeoIV das «periodische Erstellen von Kopien des Datenbestands und deren dauerhafte und sichere Aufbewahrung»

in einem Archiv (GeoIV, Art. 2 lit. c). In einer ausführlicheren Definition¹ wird darunter die «sichere und dauerhafte Aufbewahrung von [denjenigen] Unterlagen in einem Archiv [verstanden], welche rechtlich, administrativ, politisch, wirtschaftlich, historisch, kulturell, sozial und wissenschaftlich wertvoll sind.»

Die archivierten Unterlagen werden für öffentliche Organe und Private gemäss gesetzlichen Vorgaben nutzbar gemacht. Bei der Archivierung werden jeweils komplette Datenbestände zu einem bestimmten Zeitpunkt ins Archiv übernommen.

Die Zuständigkeit für die Archivierung von Geobasisdaten richtet sich für Geobasisdaten in der Zuständigkeit des Bundes nach dem Archivierungsgesetz des Bundes, für Geobasisdaten in der Zuständigkeit der Kantone bezeichnen diese die jeweiligen verantwortlichen Stellen.

Nachhaltige Verfügbarkeit

Anders als «Historisierung» und «Archivierung» ist die Nachhaltige Verfügbarkeit in der Geoinformationsgesetzgebung nicht explizit definiert. Mit Rückgriff auf GeoIV, Art. 14 kann sie beschrieben werden als Sicherung von Geobasisdaten durch periodische Auslagerung und sichere Aufbewahrung in geeigneten Datenformaten nach anerkannten Normen und nach dem Stand der Technik. Ergänzend wird in der Regel festgehalten, dass die Aufbewahrung eines Datenbestands in der Nachhaltigen Verfügbarkeit so erfolgen soll, «dass (...) die Bereitstellung des Datenbestands in einer einfach zugänglichen Form für eine aktive Nutzung gewährleistet ist»².

Die Nachhaltige Verfügbarkeit von Geobasisdaten ist durch die für das Erheben, Nachführen und Verwalten der Geobasisdaten zuständige Stelle (die «zuständige Stelle») zu gewährleisten.

Zeitstand

Ein Zeitstand eines Geodatensatzes beinhaltet die zu einem bestimmten Zeitpunkt als existierend oder projiziert definierten Objekte.

Laufende Nachführung (LNF)

Die laufende Nachführung (LNF) bezeichnet die Nachführung von jenen Bestandteilen der amtlichen Vermessung (AV), «für deren Nachführung ein Meldewesen organisiert werden kann» (Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV), Art. 23, Abs. 1). Für diese AV-Bestandteile besteht die Vorgabe, dass real-weltliche Änderungen innert maximal sechs Monaten in den Daten nachgeführt sind.

Periodische Nachführung (PNF)

Die periodische Nachführung (PNF) bezeichnet die Nachführung von jenen Bestandteilen der AV (faktisch: jenen Teil aller Geodaten), «die nicht der laufenden Nachführung unterliegen» (VAV, Art. 24, Abs. 1). Der Nachführungszyklus für PNF in der AV darf gemäss VAV, Art. 24, Abs. 3 nicht länger

¹ vgl. «Nachhaltige Verfügbarkeit und Archivierung von Geodaten – Konzeptstudie zur koordinierten Umsetzung bei Bund, Kantonen und Gemeinden» (SIK-GIS, EBP, 2015)

² vgl. «Nachhaltige Verfügbarkeit und Archivierung von Geodaten – Konzeptstudie zur koordinierten Umsetzung bei Bund, Kantonen und Gemeinden» (SIK-GIS, EBP, 2015)

sein als zwölf Jahre und sollte sich nach den Zyklen der Landesvermessung richten.

4. Situation bei den Kantonen

4.1 Umfrage bei den Kantonen im Mai 2024

In der Umfrage 2024 wurden Vertretende von Kantonen gefragt, ob bei ihnen schon Ansätze bestünden, «mit der Historisierung [von Geodaten] umzugehen». Nur circa ein Siebtel verneinte diese Frage. Von den Befragten, die angaben, dass entsprechende Ansätze bestünden, gaben knapp zwei Drittel die Auskunft, dass «Zeitstände (...) archiviert» würden. Das andere Drittel setzt «andere (modellbasierte) Ansätze» ein.

Die Antwortmöglichkeiten sind nicht ganz klar, aber unter den «anderen (modellbasierten)» Vorgehen lässt sich die inkrementelle Historisierung verstehen, bei der der Zustand eines Objekts in den Geodaten («gültig») oder «ungültig» bzw. «gelöscht») über die Zeit aufgezeichnet wird. Damit legt die Umfrage nahe, dass bis letztes Jahr etwa doppelt so oft der Ansatz der periodisch vollständigen Historisierung zur Anwendung kam als jener der inkrementellen Historisierung.

Bezüglich der **Wahl des Historisierungsansatzes** für bestimmte Arten von Geodaten fallen die Antworten relativ heterogen aus: Unterschiedliche Kantone variieren in ihrer Vorgehensweise und für unterschiedliche Geodaten und datenführende Systeme kommen verschiedene Vorgehensweisen zum Tragen. Einige Beispiele:

- Der Kanton Fribourg historisiert beispielsweise Daten zu Landwirtschaftsflächen und Gemeindegrenzen vollständig mit jährlicher Periodizität (sichert also jährlich einen Stand der genannten Daten). Für die AV wird demgegenüber die Historisierungsfunktion in der für die Nachführung verwendeten Software (AutoCAD Map 3D und Oracle Spatial) verwendet – das dürfte im Kern eine inkrementelle Historisierung sein.
- Der Kanton St.Gallen verwendet Historisierung nur selten (z.B. in Fachanwendungen) so, dass «jede Mutation in «Produktionsdaten»» gesichert wird. Es werden aber Zeitstände von «Publikationsdaten» im Sinn der vollständigen Historisierung gesichert. Sämtliche mit diesem Ansatz seit circa 2016 verfügbaren Publikationsdaten publiziert der Kanton St.Gallen im Sinne der Nachhaltigen Verfügbarkeit in seinem Geoportal und macht sie für Nutzende mit einem Zeitschieber interaktiv zugänglich.

Das aktuelle Vorgehen in St.Gallen bedeutet aber, dass für länger zurückliegende Zeitpunkte denn auch «nur» punktuell (z.B. jährlich oder monatlich) Zeitstände von «Publikationsdaten» vorliegen und keine Informationen zu Änderungszeitpunkten auf den Objekten in den Daten. Der Kanton kann also einmal in der Vergangenheit *publizierte* Zeitstände rekonstruieren – aber nicht mehr. St.Gallen plant aber künftig eine umfassendere Historisierung gemäss dem Ansatz «Zurück aus der Zukunft».

- Der Kanton Appenzell-Ausserrhoden wendet für Geodaten mit einem kantonalen Datenmodell auch das Verfahren der vollständigen Historisierung von «Publikations-Datenständen» an. Für Geodaten, die für den Kataster Öffentlich-rechtlicher Eigentumsbeschränkungen (ÖREB-Kataster) relevant sind, zeichnet Appenzell-Ausserrhoden die Attribute «Datum_Rechtskraft» und «Datum Aufhebung» auf, die «eine gewisse zeitliche Rückverfolgung zulassen, jedoch die Mutation von Objekten nicht berücksichtig[en]».
- Der Kanton Schaffhausen wendet in der Nutzungsplanung die inkrementelle Historisierung an. Ansonsten fährt der Kanton den Ansatz der vollständigen Historisierung: Dabei werden periodisch (alle drei Monate) die aktuellen Stände kantonalen Daten in einem systemnahen Format gespeichert. Daten der AV werden zudem auch im INTERLIS-Format (und eventuell häufiger; das wird aus der Umfrage nicht klar) gespeichert. Der Kanton plant zudem, die Nachhaltige Verfügbarkeit und Archivierung von Geodaten anzugehen.
- Die Kantone Nidwalden und Obwalden wenden für ausgewählte Geodaten (wo der Bedarf gegeben ist) vermutlich³ die inkrementelle Historisierung an. Diese sei in der Regel proprietär mit den für die Datenpflege verwendeten Programmen gelöst.
- Der Kanton Schwyz ist dabei, den Datensatz der Waldgrenzen inkrementell zu historisieren und zusätzlich «bi-temporal» zu modellieren. Bei letzterem Ansatz werden den Angaben zu Änderungszeitpunkten am Objekt in den Daten (also den Angaben der inkrementellen Historisierung) auch noch Angaben hinzugefügt, wann die Änderung in den Daten vollzogen worden ist.
- Der Kanton Neuchâtel wendet für die AV und für die meisten anderen Geodaten die vollständige Historisierung an. Nur für ein oder zwei Geodatensätze wird eine (vermutlich inkrementelle) Historisierung mit proprietären Mitteln angewendet.
- Der Kanton Basel-Stadt wendet für Themen des ÖREB-Katasters die inkrementelle Historisierung an.
- Der Kanton Thurgau historisiert seit circa 2020 fast alle Geodaten ausserhalb der AV automatisch mittels sogenannter History-Tabellen, also inkrementell. Wenn Änderungen am physischen Datenmodell erfolgen und folglich die History-Tabellen nicht mehr in gleicher Form weitergeführt werden können, erzeugt der Kanton einen Dump der Datenbank und bewahrt diesen auf.
- Der Kanton Jura war 2024 in einer Testphase mit inkrementeller Historisierung basierend auf Triggern in der PostGIS-Datenbank und History-Tabellen.
- Der Kanton Genf verwendet spezielle Datenbankschemata unter Oracle SDE und eine Tabelle zur Verfolgung von Datenänderungsereignissen mittels der Funktion des «Editor Trackings» (automatisches Aufzeichnen

³ Wir wenden in der Folge die Annahme an, dass die Umfrageteilnehmenden mit der Antwortmöglichkeit «modellbasiertes Verfahren» die inkrementelle Historisierung meinten.

von Aktionen, die zu Änderungen an Daten führen). Dieser Ansatz ist vorerst vor allem nützlich für die Datenverwaltung und bietet erst wenig Nutzen für die Verwertung historischer Informationen. Es wird jedoch erwartet, dass diese Anwendungen in Zukunft zunehmen werden.

Ergänzend zu den obigen Beispielen erachten wir folgende zusätzlichen oder vertiefenden **Aussagen zu Stakeholdern, Datensätzen, Projekten und Erfahrungen** relevant:

- Der Kanton Solothurn erweitert das In Terlis-Ladeprogramm «ili2db», um mit Versionierung umgehen zu können.
- Der Kanton Schwyz verfolgt das Projekt «Waldgrenze» mit dem Ziel der Abbildung der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Es umfasst die Datenmodellierung, die Migration bestehender Daten, sowie die Erstellung eines Erfassungsprojekts und Tests.
- Der Kanton Basel-Stadt verfolgt mit dem Projekt «Kantonale Dateninfrastruktur» einen umfassenden Ansatz für die Umsetzung der Historisierung. Es bestehen erste Konzepte, die zurzeit konkretisiert werden.
- Der Kanton Neuchâtel hat gute Erfahrung mit einer im Hintergrund aktiven Historisierungstechnik gemacht, bei welcher der Bearbeiter oder die Bearbeiterin der Geodaten nicht explizit eingreifen muss. Diese Technik sollte in den kommenden Jahren für alle Geodaten der Raumplanung sowie für alle Daten des ÖREB-Katasters implementiert werden.
- Der Kanton Luzern legt grundsätzlich Zeitstände von allen Geodaten ab. Alte Datenmodellversionen werden auch mit ihren Zeitständen abgelegt. Mittels definierter «Trim»-Funktionalität werden die vorhandenen Zeitstände über die Jahre immer stärker ausgedünnt (weiter in der Vergangenheit liegen also weniger Zeitstände vor). Es besteht die Möglichkeit, von beliebigen Datensätzen Zeitreihen zu erstellen (innerhalb derselben Modellversion). Dies wird beispielsweise für die Datensätze der Zonenpläne und der statischen Waldgrenzen genutzt und wird beim Projekt «Digitale Nutzungsplanung» verwendet, um Zeitstände von Zonenplänen miteinander zu vergleichen. Im Jahr 2024 wurde dazu ein entsprechendes Dashboard umgesetzt.

Folgende speziellen **Herausforderungen** wurden geäussert zur Historisierung von Daten:

- Herausforderungen bei Geobasisdaten, deren Nachführung an eine Gemeinde oder Region delegiert wird.
- Herausforderungen bei der dezentralen Bearbeitung von Datensätzen durch verschiedene Datenproduzenten und Bearbeiterinnen und Bearbeiter.
- Umgang mit Änderungen in den Daten- und Darstellungsmodellen.
- Unterscheidung von rechtlich gültigen Zeitständen und (nur) technischen Zeitständen in bestehenden Daten mit History-Tabellen
- Grosse Vielfalt an Historisierungsmethoden bei grosser Anzahl von Geodaten und beträchtlicher Komplexität der Datenmodelle
- Zusätzliche Kosten für die Infrastruktur

4.2 Aktualisierung und Vertiefung im November 2025

Die in Tabelle 1 aufgeführten Personen wurden angefragt, Auskunft zu geben zu Arbeiten und Erkenntnissen rund um temporale Daten im Sinne von Vertiefungen und/oder Aktualisierungen gegenüber der KGK-Umfrage aus dem Mai 2024.

Name	Rolle	Zugehörigkeit
Kuno Epper	Leiter Abteilung Geoinformation	Kanton Schwyz, Amt für Geoinformation
Delia Erb	Mitarbeiterin Geoinformation und ÖREB-Kataster	Kanton Schaffhausen, Amt für Geoinformation
Marco Dellenbach	Geschäftsführer	GIS Daten AG (Kantone Nidwalden und Obwalden)
Martin Schmid	Leiter Abteilung ThurGIS-Zentrum	Kanton Thurgau, Amt für Geoinformation

Tabelle 1: Befragte Kantonsvertretende

Die Umfrage und die einzelnen Rückmeldungen sind in einem separaten Dokument⁴ zusammengestellt. Die wichtigsten Aussagen, welche die Umfrageergebnisse 2024 ergänzen sind:

- Der im Zwischenbericht erwähnte Typ C für Geobasisdaten («geringe rechtliche Verbindlichkeit», vgl. auch Kapitel 5.2) ist unklar und es fehlen Typen für Daten, die keine rechtlichen Grundlagen haben und/oder nicht temporal gepflegt bzw. historisiert werden.
- Das Führen von stabilen Objektidentifikatoren ist eine Voraussetzung für die Historisierung und dafür, den Lebenszyklus von Objekten abbilden zu können.
- Für die Abbildung der Rechtsgültigkeit eines Zustands muss das darunterliegende («rechtsstandbildende») Verfahren mit den einzelnen Verfahrensschritten und den daraus resultierenden Rechtsstatus (zum Beispiel «in Anpassung», «in öffentlicher Auflage», «in Beschwerdeverfahren», «in Genehmigung», «in Kraft») dokumentiert werden können. Die eingesetzten Systeme zur Datenpflege müssen diese Attribuierungen und die Pflege von Objektidentifikatoren unterstützen.
- Die Abläufe zur Historisierung sollten möglichst einheitlich und möglichst standardisiert aufgebaut werden, damit ein hoher Automatisierungsgrad erreicht und der laufende Aufwand für die diversen involvierten Stellen langfristig minimiert werden kann.
- Das Bewusstsein für die Wichtigkeit der korrekten Historisierung und das notwendige Knowhow müssen aufgebaut werden.
- Die unterschiedlichen technischen Möglichkeiten zur Umsetzung der Historisierung sollen aufgezeigt und «Best Practices» in Form von Vorgaben und Leitlinien erstellt werden. Eine Orientierung an vorhandenen Standards wie zum Beispiel INTERLIS und OGC-Standards erscheint sinnvoll

⁴ Studie 4D – Phase 1: Kurzdokumentation Umfrage

aufgrund von Fragen der Interoperabilität zwischen Systemen und der langfristigen Sicherstellung der Konsistenz und Qualität der Datensätze.

5. Umgang mit temporalen Geodaten

Im Folgenden werden Ansätze für den Umgang mit temporalen Geodaten eingeführt und vertieft beschrieben.

5.1 Ansatz für Pflege und Nutzung temporaler Daten

Im Zwischenbericht «4D und Historisierung» von 2025 zieht die KGK aus der Umfrage im Jahr 2024 das Fazit, dass für die Pflege und die Nutzung temporaler Geodaten der Ansatz «Zurück aus der Zukunft» weiterverfolgt werden sollte: Die Umfrage der KGK zeigte, dass der Ansatz «Zurück aus der Zukunft» (vgl. Abbildung 1) bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Umfrage 75% Zustimmung erfährt.

Weitergehende Überlegungen mit dem ebenfalls abgefragten Ansatz «Zurück in die Vergangenheit», der ausgehend von heute auch die Vergangenheit bis zurück zur ersten Formulierung von Datenmodellen erschliessen würde, werden nicht weiterverfolgt. Dieser Ansatz wäre mit signifikanten Erschliessungsaufwänden verbunden und erhielt in der Umfrage von 2024 unter Kantonen lediglich 32% Zustimmung.

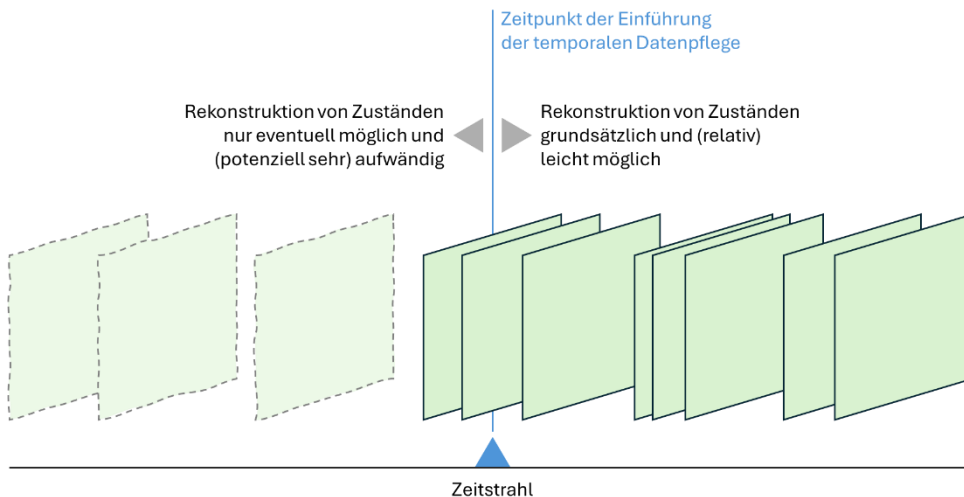


Abbildung 1: Pflege und Nutzbarkeit temporaler Daten mit dem Ansatz «Zurück aus der Zukunft»

Die Betrachtung des vorliegenden Konzepts fokussiert deshalb auf den Ansatz «Zurück aus der Zukunft». Dieser Ansatz definiert zweierlei (vgl. auch Abbildung 1):

- **Pflegestrategie temporaler Geodaten** (statt: Erschliessungsstrategie): Die Einführung der Historisierung geschieht (oder geschah) zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dieser Zeitpunkt bildet einen bekannten Ausgangszustand der betrachteten Geodaten. Ab diesem Zeitpunkt in die Zukunft

gerichtet werden im Rahmen einer Geodaten-*Pflege*strategie Veränderungen an den Geodaten mittels Historisierung dokumentiert.

Das Analysieren von in der Vergangenheit geschehenen Veränderungen zum Aufbau einer Historisierung in die Vergangenheit – wie sie im Ansatz «Zurück in die Vergangenheit» notwendig wäre – entspräche demgegenüber einer (ex post ablaufenden) *Erschliessungs*strategie. Die Erschliessung müsste beispielsweise aus periodisch in der Vergangenheit angelegten Zeitständen und anderweitig (ausserhalb der Geodaten) angelegten Aufzeichnungen von vorgenommenen Änderungen erfolgen. Mit der Festlegung auf den Ansatz «Zurück aus der Zukunft» entfallen diese potenziell aufwändigen Arbeiten.

- **Nutzbarkeit temporaler Geodaten:** Mit dem Ansatz «Zurück aus der Zukunft» können, wie es der Name des Ansatzes schon sagt, verschiedene Zeitstände temporaler Geodaten «erst» ab dem Zeitpunkt der Umsetzung der historisierten Pflege von Geodaten rekonstruiert werden. Möchte eine Anwenderin oder ein Anwender heute oder dereinst «weiter zurück in die Vergangenheit blicken», muss sie bzw. er allenfalls vorhandene historische Zeitstände und ergänzende Unterlagen konsultieren und sich so Veränderungen in der Vergangenheit bzw. der weiter zurückliegenden Vergangenheit ad hoc erschliessen.

5.2 Typisierung von Geodaten hinsichtlich Historisierungsbedarf

Die Umfrage der KGK im Jahr 2024 zeigte, dass für den Umgang mit temporalen Daten vereinfacht drei Typen⁵ von Datensätzen unterschieden werden könnten. Wir schlagen eine Erweiterung dieser Klassifikation wie folgt vor, um bessere Empfehlungen für die Historisierung der einzelnen Typen von Geodaten formulieren zu können:

- **Typ A:** Gemäss dem Paradigma der Laufenden Nachführung (LNF) nachgeführte Daten mit rechtlicher Verbindlichkeit⁶ (zum Beispiel Daten der amtlichen Vermessung und der Nutzungsplanung)
- **Typ B:** Gemäss dem Paradigma der Periodischen Nachführung (PNF) nachgeführte Daten mit rechtlicher Verbindlichkeit (zum Beispiel Daten der landwirtschaftlichen Nutzflächen)
- **Typ C:** Datensätze ohne rechtliche Verbindlichkeit, die laufend bzw. mehr oder weniger kontinuierlich nachgeführt werden (aber wohl nicht strikt nach dem LNF-Paradigma) (zum Beispiel Daten zu Verkehrszählungen, zu Standorten von Fahrzeugen)
- **Typ D:** Datensätze ohne rechtliche Verbindlichkeit, die periodisch nachgeführt werden (aber wohl nicht strikt nach dem PNF-Paradigma)

⁵ Die drei Typen sind (gegenüber der Aufgabenstellung des Auftraggebers bereits leicht verfeinert im Hinblick auf die Qualifizierung der rechtlichen Verbindlichkeit): Typ A: rechtlich verbindlich und laufend nachgeführt; Typ B: rechtlich verbindlich und periodisch nachgeführt; Typ C: nicht rechtlich verbindlich.

⁶ Die rechtliche Verbindlichkeit (spezifisch: die Behörden- und Eigentümerverbindlichkeit) ist im GeolG angelegt. Streng genommen bezieht sich die rechtliche Verbindlichkeit auf die Instrumente und Prozesse, die die Geodaten erzeugen, zum Beispiel die Instrumente der Richtplanung und der Nutzungsplanung. Die Geodaten «erben» quasi die Verbindlichkeit des datenerzeugenden Prozesses. Im vorliegenden Konzept wird der Begriff der rechtlichen Verbindlichkeit in diesem Sinn benutzt.

- **Typ E:** Datensätze ohne rechtliche Verbindlichkeit, die nicht nachgeführt werden (zum Beispiel projektbezogene Daten, einmalig erstellte Daten zu Analysezwecken)

Abbildung 2 zeigt den Entscheidungsbaum, gemäss dem Geobasisdaten den Typen zugewiesen werden.

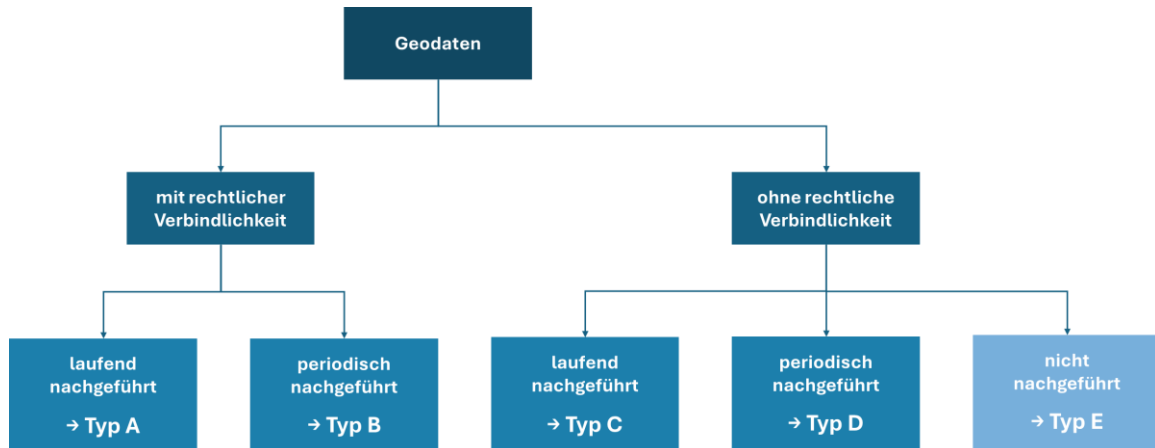


Abbildung 2: Typisierung von Geobasisdaten hinsichtlich Anforderungen an die Historisierung

Geodaten des Typs E bedürfen keiner Historisierung und werden in der Folge nicht weiter betrachtet.

5.3 Ansätze für die Historisierung temporaler Daten

Die Historisierung von temporalen Daten kann grundsätzlich mit zwei unterschiedlichen Vorgehensweisen umgesetzt werden, die Inkrementelle Historisierung und die Vollständige Historisierung:

- **Inkrementelle Historisierung:** Bei der inkrementellen Historisierung von Geodaten werden Änderungen an den Daten schrittweise festgehalten. Zum Zeitpunkt von Änderungen in den Geodaten werden jene Objekte (in ihrer neuen Form) gespeichert, die sich seit dem letzten Änderungszeitpunkt verändert haben – beispielsweise, weil ihre Attribute (Geometrie-, Sachattribute) angepasst wurden. Seit dem letzten Änderungszeitpunkt unveränderte Objekte in den Geodaten werden nicht nochmals gesichert, sondern bleiben unverändert erhalten.
- **Vollständige Historisierung:** Bei der vollständigen Historisierung von Geodaten wird zu jedem Änderungszeitpunkt der komplette Datenbestand festgehalten, also *alle* Objekte, seit dem letzten Änderungszeitpunkt veränderte und unveränderte.

Abbildung 3 zeigt ein visuelles Beispiel der beiden Ansätze. Darin wird vollständig und inkrementell *im Gleichschritt* historisiert. Die vollständige Historisierung (mittlere Reihe) zeigt im Beispiel direkt alle aufgetretenen realweltlichen Zustände (oberste Reihe). Bei der inkrementellen Historisierung kann aus dem dokumentierten Ausgangszustand (unten links in Abbildung 3) entlang der blauen Pfeile mittels der Inkremente (übrige Kästchen in der untersten Reihe in Abbildung 3) jeder realweltliche Zustand rekonstruiert werden.

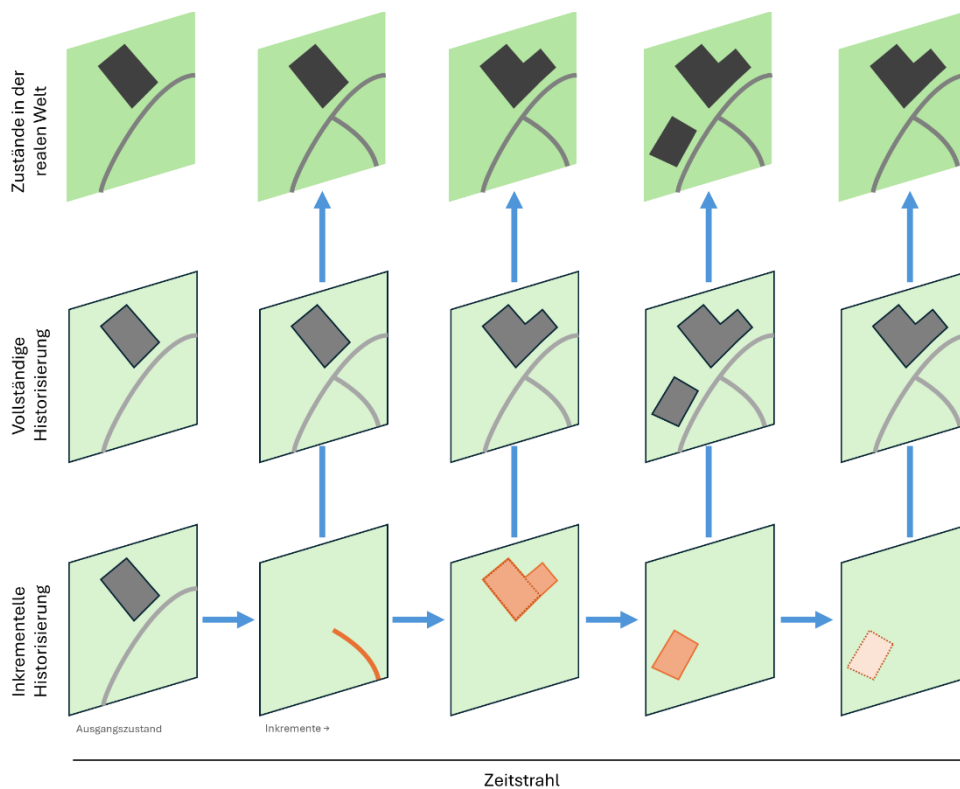


Abbildung 3: Vergleich von Vollständiger Historisierung (mittlere Reihe; zu jedem Historisierungszeitpunkt werden die Daten vollständig gespeichert) und Inkrementeller Historisierung (unterste Reihe; zu jedem Historisierungszeitpunkt werden nur die veränderten Objekte (z.B. angepasst bezüglich Geometrie oder Attributen, neu eingefügt oder entfernt) gespeichert). Die oberste Reihe zeigt die Situation in der realen Welt. In diesem künstlichen Beispiel erfassen beide Historisierungsarten alle realweltlichen Zustände. Wenn ein Objekt entfernt wird, bzw. erlischt, taucht es im entsprechenden Stand der vollständigen Historisierung nicht mehr auf; in der inkrementellen Historisierung wird in einem Attribut das Ende seiner «Lebensspanne» festgehalten (vereinfacht gezeigt).

Der Begriff «vollständig» in «Vollständiger Historisierung» bezieht sich auf den Umfang der zu einem Historisierungszeitpunkt gespeicherten Daten.

Geodaten können – zumindest theoretisch – *laufend* vollständig historisiert werden. Dieses Vorgehen ist in Abbildung 3 gezeigt: Jede realweltliche Änderung ist in den vollständig historisierten Daten dokumentiert. Die Menge der historisierten Daten kann in diesem Vorgehen aber schnell gross werden, insbesondere wenn viele Änderungen auftreten, denn zu jedem Änderungszeitpunkt erfolgt eine Historisierung und jede Historisierung umfasst den gesamten Datenumfang.

Es ist daher in der Praxis im Allgemeinen (und in Abweichung von Abbildung 3) so, dass die *vollständige* Historisierung in der Regel *periodisch* (zum Beispiel monatlich, quartalsweise oder jährlich) zur Anwendung kommt. Das zeigen auch die in Kapitel 4.1 zusammengefassten Antworten in der Umfrage im Jahr 2024.

In diesem Vorgehen «trifft» die vollständige Historisierung in der Regel nicht alle unterschiedlichen Zustände der realen Welt.⁷ Daher sind aus derart vollständig historisierten Daten – scheinbar im Widerspruch zur Benennung dieses Historisierungsansatzes – potenziell eben *nicht* mehr alle realweltlichen Zustände ableitbar. Diese Situation ist in Abbildung 4 visualisiert: Zu den in Abbildung 4 (oberste Reihe) blau eingefärbten realweltlichen Zustände existiert kein Abbild in der periodisch durchgeführten vollständigen Historisierung (mittlere Reihe). Diese Zustände werden von der vollständigen Historisierung nicht erfasst, weil der entsprechende Zustand kürzer andauerte als die Spanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schritten (Periode) der vollständigen Historisierung.

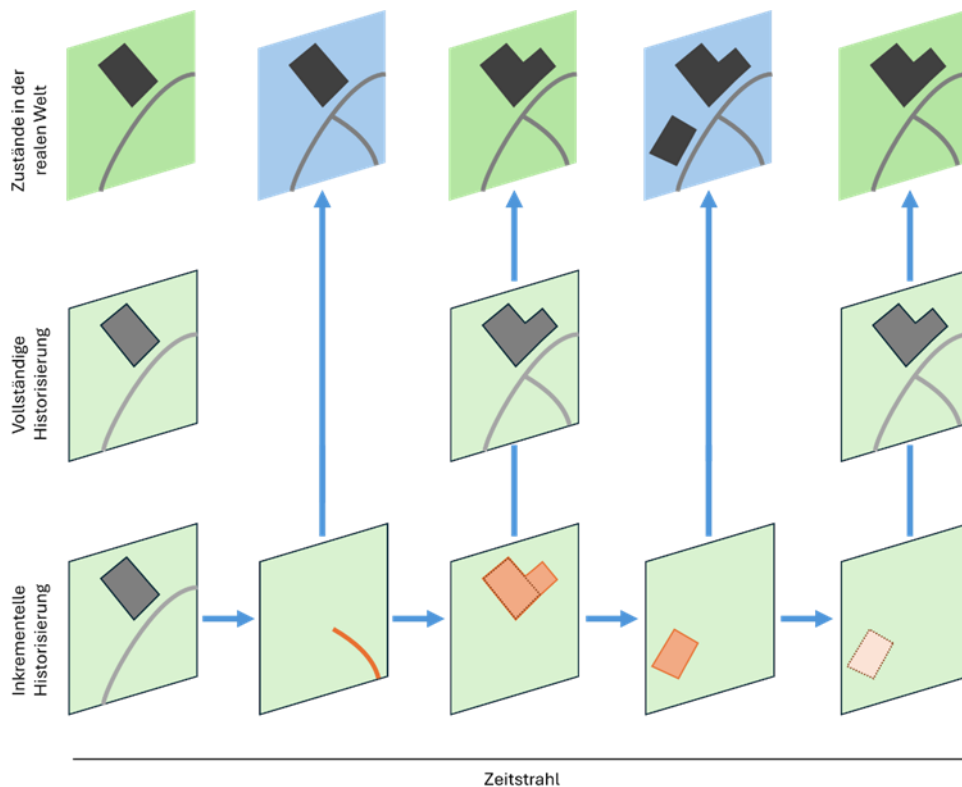


Abbildung 4: Analog zu Abbildung 3, aber der Rhythmus der vollständigen Historisierung entspricht nicht den in der realen Welt auftretenden Veränderungen.

Tabelle 2 fasst die Unterschiede der beiden Historisierungsansätze zusammen.

⁷ Der genaue Abdeckungsgrad der verschiedenen realweltlichen Zustände in der periodisch durchgeführten vollständigen Historisierung hängt ab von der Dynamik des Geodaten-Themas (Wie viele Objekte ändern pro Zeiteinheit?) und von der Periode der Historisierung (Wie viele Historisierungsstände werden angelegt pro Zeiteinheit?).

Eigenschaft	Inkrementelle Historisierung	Vollständige Historisierung
Gegenstand Was wird zum Historisierungszeitpunkt in den Daten gespeichert?	Nur veränderte Objekte	Alle Objekte
Ziel	Effiziente Nachvollziehbarkeit sämtlicher Änderungen an den Daten Indirekt bzw. abgeleitet: Nachvollziehbarkeit aller Zeitstände der Daten	Einfache Nachvollziehbarkeit aller in der Historisierung erfassten Zeitstände der Daten. In der Regel geschieht die Historisierung mit einer gewissen Periodizität, zum Beispiel jährlich. Andere Zeitstände als die explizit aufgezeichneten sind nicht rekonstruierbar.
Speicherbedarf	In der Regel niedrig, da neben dem Ausgangszustand nur veränderte Objekte gespeichert werden. Ausnahme: Wenn zu Änderungszeitpunkten jeweils (fast) alle Objekte verändert werden, nähert sich der Speicherbedarf demjenigen einer vollständigen Historisierung aller Änderungszeitpunkte an.	Potenziell hoch, da zu jedem Historisierungszeitpunkt eine (näherungsweise) Kopie aller Objekte gespeichert wird. In der Praxis wird die Periodizität der vollständigen Historisierung in der Regel aber so gewählt (zum Beispiel: jährlich), dass der Speicherbedarf gut handhabbar bleibt. Je nach Geometrietyp der historisierten Daten ist der Speicherbedarf unterschiedlich signifikant: Bei Punktdaten fällt er weniger ins Gewicht als bei Linien-, Flächen- oder gar 3D-Volumen-Daten.
Technische Anforderungen	Datenbank mit Historisierungsfunktion und/oder modellbasierten Anpassungen (Historienattribute und Change-Tracking)	Keine speziellen; genügend Speicherplatz
Handhabbarkeit / Organisation	Je nach applikatorischer Führung und Unterstützung der Benutzerinnen und Benutzer anspruchsvoller und komplizierter in der Handhabung und Verwaltung. Die Historisierung kann technisch gewährleistet / erzwungen werden.	Einfach handhabbar durch Kopieren und Sichern der bestehenden Daten vor einem Nachführungsschritt. Setzt verlässliches und konsequentes Handeln der zuständigen Stelle voraus. Die Historisierung kann technisch nicht gewährleistet werden.
Daten und Datenmodelle	Objekte mit der konsequenten Verwendung von UUIDs erzwingen / ermöglichen in der Verwendung der Daten eine einfache Objektverfolgung (Nachverfolgbarkeit der «Lebensgeschichte» eines Objekts). Anpassungen am Datenmodell erfordern die Bildung eines vollständigen historisierten Zeitstands als neuen Ausgangspunkt für die weitere Historisierung der Daten im neuen Datenmodell.	Dito. Der Lebenszyklus eines Objekts ist aber potenziell unvollständig (wenn die Historisierung «nur» periodisch erfolgt). Modellanpassungen können einfach zwischen der Bildung von Zeitständen der vollständigen Historisierung erfolgen. Es besteht eventuell eine Gefahr von überbordenden Datenmodell-Anpassungen.

Tabelle 2: Vergleich von Inkrementeller und Vollständiger Historisierung.

5.4 Zeitstandbildung in der Aufbewahrungs- und Archivierungsplanung

In der Nachhaltigen Verfügbarkeit (NV) und der Archivierung ist vorgesehen, dass gewisse Zeitstände von Geobasisdaten aufbewahrt werden. In der Aufbewahrungs- und Archivierungsplanung für Geobasisdaten (AAP beim Bund bzw. AAP+ bei den Kantonen) werden Daten hinsichtlich der Notwendigkeit und der Tiefe der NV und Archivierung (vgl. Kapitel 3) bewertet.

Zentrale Bewertungsdimensionen für die Bestimmung des Vorgehens für die NV und die Archivierung sind die folgenden Attribute des Objektkatalogs AAP+ mit den jeweiligen Erklärungen:

— Teilblock «Allgemeine Metadaten»:

— «Nachführungsrhythmus»

— Teilblock «Zeitstandbildung»:

— «Zeitintervall Sampling»

— «Auslöser Zeitstandbildung/Sampling»

— «Ablagezeitpunkt Zeitstand»

(Die letzten drei Attribute sind nur in der AAP+ bei den Kantonen vorgesehen, nicht aber in der AAP gemäss Bund.)

Für die Bildung von Zeitständen für das Anbieten älterer Daten in der NV oder deren Lieferung ans Archiv ist unter anderem der Nachführungsrhythmus der fraglichen Daten relevant. Das Konzept «Aufbewahrungs- und Archivierungsplanung für die Kantone (AAP+)» der damaligen KKGEO führt zur Zeitstandbildung aus:

«Der Zeitpunkt der Zeitstandbildung eines Datensatzes sollte gut überlegt und auf Grund von fachlichen Anforderungen gewählt werden. In den meisten Fällen macht es Sinn die Zeitstandbildung in Abhängigkeit der jeweiligen Geschäftsprozesse zu stellen.»

Erfolgt die Aktualisierung eines Datensatzes aufgrund eines (möglicherweise sehr unregelmässigen) Geschäftsprozesses, ist es angezeigt, die Daten auch zu diesem Zeitpunkt für die NV oder die Archivierung bereitzustellen und nicht an einem fixen Datum. (...) bei Datensätzen, die mit einer hohen Repetitionsrate erstellt oder aktualisiert werden, ist (...) im Hinblick auf das Datenvolumen und die historische Relevanz eine Ausdünnung erwünscht. Für das Archiv reicht bei den meisten Datensätzen wohl eine zeitliche Auflösung von Jahresständen.»

In der AAP+ können Geoinformations-Fachstellen bzw. zuständige Stellen den Nachführungsrhythmus von Daten mit einem der Werte in Tabelle 3 qualifizieren.

Mögliche Werte für «Nachführungsrhythmus» gemäss AAP+	
Laufend	Jährlich
Täglich	Nach Bedarf
Wöchentlich	Unregelmässig
Vierzehntätig	Unbekannt
Monatlich	Nicht geplant In diesem Fall wird der Geodaten-satz nicht mehr weiter nachgeführt.
Vierteljährlich	Benutzerdefiniert In diesem Fall wird in einem weite-ren Attribut der Rhythmus definiert, zum Beispiel «alle 3 Jahre».
Halbjährlich	

Tabelle 3: Nachführungsrhythmen von Geodaten nach AAP+

Mit der Bestimmung des Zeitintervalls wird die Kadenz der Zeitstandbildung in der NV bestimmt. Für Datensätze, die mit sehr hohem Rhythmus aktualisiert werden, empfiehlt es sich für die NV möglicherweise, eine zeitliche Ausdünnung vorzunehmen und nicht sämtliche Zeitstände (in die NV) zu übernehmen.

Die oben skizzierte Bewertung gemäss AAP+ kann – wenn sie in einem Kanton schon vorliegt – auch Hinweise geben für die Ausgestaltung der Historisierung von temporalen Daten.

5.5 Lebenszyklus von Objekten

Der Lebenszyklus von Objekten in Geodaten (zum Beispiel Gebäuden oder Liegenschaften) richtet sich stark nach der Objektabgrenzung und deren Eigenschaften. Daher wird für die weiteren Überlegungen zu diesem Thema zwischen zwei Arten von Geodaten-Themen unterschieden: Themen mit starker Objektabgrenzung und Themen mit schwacher Objektabgrenzung.

5.5.1 Themen mit starker Objektabgrenzung

Themen mit starker Objektabgrenzung können natürliche Objekte (zum Beispiel Bäume), künstliche/gestaltete Objekte (zum Beispiel Gebäude) und immaterielle Objekte⁸ (zum Beispiel Grundstücke) umfassen. Charakteristisch für Themen mit starker Objektabgrenzung sind:

- Gut definierte Abgrenzbarkeit oder künstliche herbeigeführte Abgrenzung der in den Geodaten enthaltenen Objekte untereinander

⁸ Die Forschung bezeichnet künstliche Raumbezüge mitunter als *fiat*-Objekte (in Abgrenzung zu *bona fide*-Objekten). Die Existenz und Ausdehnung von *fiat*-Objekten sind nicht per se klar und objektiv in der realen Welt zu bestimmen. Vielmehr bedürfen *fiat*-Objekte einem menschlichen Urteil. Ein typisches Beispiel sind Grenzen administrativer Einheiten und Liegenschaften oder Parzellen. Auch wenn bei manchen dieser Objekte die Grenze materialisiert sein kann, bedurfte es doch einer menschlichen Handlung, diese Objekte als solche abzugrenzen und zu bezeichnen. *Bona fide*-Objekte bedürfen im Gegensatz dazu keines menschlichen Urteils. Ein Beispiel wäre ein Baum oder ein Weiher.

- Identifikation von einzelnen Objekt-Exemplaren mit einem Objekt-Identifikator oder einer Objekt-ID. Beispiele für solche IDs sind eine Bauminventar-Nummer, der Eidgenössische Gebäudeidentifikator (EGID) oder der Eidgenössische Grundstückidentifikator (EGRID).

In Themen mit starker Objektabgrenzung verfügen die Objekte über einen Lebenszyklus von Entstehen, Verändern und Vergehen. In der Regel interessiert bei solchen Themen die Historie einzelner Objekte (neben statischen Zeitständen). Typische Fragestellungen für Geodaten-Themen mit starker Objektabgrenzung sind:

- «Wann ist der Baum 174.05 entstanden?» Oder etwas weniger technisch formuliert: «Wie alt ist der Baum 174.05?»
- «Wurde das Gebäude mal um einen Anbau ergänzt?»

Für viele der Themen mit starker Objektabgrenzung besteht für die Nachführung der Daten eine Form von Meldewesen oder eine andere Verwaltungs-Mechanik, die über den Lebenszyklus der Objekte Auskunft gibt und die Nachführung von Daten zu diesen Objekten steuert. Dadurch ist das Führen einer Objekt-Historie gut möglich und es können zeitpunktbezogene Aussagen zu einzelnen Objekten gemacht werden (vgl. Abbildung 5, Beispiel Gebäude).

5.5.2 Themen mit schwacher Objektabgrenzung

Themen mit schwacher Objektabgrenzung erfassen Objekte, die oft weniger scharf abgrenzbar sind und sich tendenziell kontinuierlich(er) mit der Zeit verändern. Typische Beispiele für solche Objekte sind in der Bodenbedeckung zu finden, beispielsweise Wald oder Gewässer. Aufgrund ihrer Natur ist eine Objektabgrenzung und Bildung von Einzelobjekten oft nicht trivial oder gar kaum möglich.⁹

Für Objekte in Themen mit schwacher Objektabgrenzung besteht denn auch kein Meldewesen. Die Nachführung erfolgt in der Regel nicht laufend, sondern sinnvollerweise periodisch und nicht objekt- sondern meist raumbezogen.

Da die Objektabgrenzung und -identifikation fehlt oder schwach ausgeprägt ist, ist das Führen einer Objekt-Historie häufig nicht möglich. In der Regel interessiert bei diesen Daten aber auch nicht die zeitliche Veränderung von Einzelobjekten, sondern eher abstrakt die Veränderung in einem bestimmten betrachteten Raum. Ein gutes Beispiel sind statistische Auswertungen zur Veränderung der Bodenbedeckung, die bezogen auf Räume, zum Beispiel pro Kanton oder über die gesamte Schweiz ausgeführt werden (vgl. Abbildung 5, am Beispiel Wald).

⁹ Die Abbilder von Objekten in Themen mit schwacher Objektabgrenzung können trotz dieser Eigenschaften in Datenbanken natürlich dennoch mit einer ID ausgestattet und identifiziert werden. Bei dieser ID handelt es sich dann aber um einen rein technischen Identifikator ohne signifikante realweltliche Implikationen.

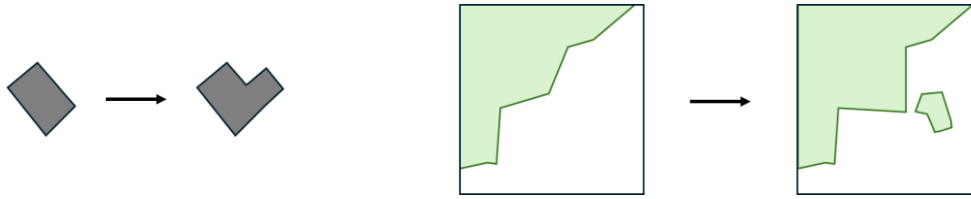


Abbildung 5 Zeitliche Veränderung von Objekten mit starker und schwacher Objektabgrenzung am Beispiel Gebäude (links) und Wald (rechts)

Typische Fragestellungen für Geodaten-Themen mit schwacher Objektabgrenzung sind:

- «Um wieviel Prozent ist die Waldfläche im Kanton Graubünden zwischen 2015 und 2025 gewachsen?»
- «Wie viel Fläche von Lausanne wurde seit dem Jahr 2000 zusätzlich versiegelt?»
- «Wie hat sich die Überschwemmungsfläche im Gebiet Thun–Steffisburg seit letzter Woche verändert?»

5.5.3 Dualität von realen Objekten

Die Unterscheidung in Geodaten-Themen mit starker Objektabgrenzung (Kapitel 5.5.1) und Geodaten-Themen mit schwacher Objektabgrenzung (Kapitel 5.5.2) ist eine Modellierungsentscheidung. Realweltliche Objekte können nicht unbedingt fix einer der beiden Objektarten zugerechnet werden. Beispielsweise kann ein Gebäude als Datenobjekt mit starkem Objektbegriff und mit ID geführt werden. Dies ist in der AV der Fall. Gebäude können aber auch als dem zweiten Typ zugehörig modelliert werden (ohne ID). Dies ist beispielsweise bei der Arealstatistik der Fall oder in manchen Landschaftsmodellen (die einen weniger präzisen Gebäudebegriff umsetzen und garantieren als die AV).

5.5.4 Abbildung der Objektabgrenzung auf Datentypen

Der thematische Inhalt sowie die Anforderungen an die Aufzeichnung von Daten zu Objekten und an Abfragen auf den historisierten Daten steuern die Stärke der Objektabgrenzung und daher also, ob in den Daten eher einzeln ansprechbare Objekte mit einer ID oder eher abstrakte, nicht identifizierte Objekte abgebildet und gepflegt werden.

Die beiden Objektarten lassen sich mit der Typisierung von Geodaten gemäss Kapitel 5.2 und Abbildung 2 kombiniert betrachten:

- **Rechtlich verbindliche Daten:** Diese Daten umfassen Daten des Typs A (rechtlich verbindlich, laufend nachgeführt) und des Typs B (rechtlich verbindlich, periodisch nachgeführt). In diesen Typen muss für Daten mit Objekten:
 - ... für deren Erstellung, Veränderung oder Abbruch eine Bewilligungspflicht besteht und für welche ein Meldewesen existiert (z.B. Gebäude)
 - ... deren Änderung Rechtsauswirkungen haben (z.B. Liegenschaftsmutationen) oder

- ... deren Lebenszyklen von Interesse sind (z.B. Baumkataster)
zwingend eine starke Objektabgrenzung gemacht und müssen Objekt-IDs geführt werden. Für andere Daten in diesen Typen muss geklärt werden, ob raumbezogene Abfragen und Auskünfte genügen.
- **Rechtlich nicht verbindliche Daten:** Diese Daten umfassen Typ C (rechtlich nicht verbindlich, laufend nachgeführt) und Typ D (rechtlich nicht verbindlich, periodisch nachgeführt). Für diese Typen von Daten gibt es keine *grundsätzlichen* Vorgaben.

6. Lösungsansätze für die Praxis

Um für die praktische Umsetzung der Historisierung von temporalen Geodaten Lösungsansätze abzuleiten, werden folgenden Punkte berücksichtigt:

- **Technische Möglichkeiten:** Welche inkrementelle Historisierungsfähigkeiten weist die aktuelle Geodateninfrastruktur (GDI) auf? Wie unterstützen die Datenmodell die Historisierung?
- **Nutzendenfreundlichkeit:** Wie benutzerfreundlich ist diese ausgestaltet (im Idealfall bemerken die Nutzerinnen und Nutzer beim Nachführen gar nicht, dass die Historisierung inkrementell erfolgt)?
- **Expertise:** Wie heterogen ist die Gruppe der mit der Nachführung von temporalen Geodaten betrauten Personen? Wie ist deren Ausbildungsstand und Erfahrung?
- **Veränderungsrhythmus:** Wie häufig und umfangreich sind die realweltlichen Veränderungen des betrachteten Geodaten-Themas?

Abhängig von der Ausprägung dieser Kriterien können bieten sich folgende Lösungsansätze an.

6.1 Lösungsansatz bei günstigen Voraussetzungen

Die Voraussetzung für eine umfangreiche Historisierung sind günstig, wenn die technischen Möglichkeiten, die Nutzendenfreundlichkeit und die Expertise, der mit der Nachführung betrauten Personen hoch sind.

Wenn die Voraussetzungen günstig sind, dann:

- **SOLLEN grundsätzlich alle Datentypen (A bis D) inkrementell historisiert** werden. Die in Tabelle 2 aufgezeigten positiven Eigenschaften der inkrementellen Historisierung überwiegen den Vorteil der etwas einfacheren Nachführung von vollständig historisierten Geodaten.
- **MUSS Datentyp A inkrementell historisiert** werden. Aufgrund der laufenden Nachführung entstehen hier die meisten Änderungen und rechtsgültige Zustände, die rückverfolgbar abgebildet werden müssen. Die Speicherplatz optimierte inkrementelle Historisierung verhindert sehr grosse Datenredundanzen und die Beanspruchung von unnötigen Speicherkapazitäten.

- **KÖNNEN die Datentypen (B bis D) auch vollständig historisiert** werden, da hier bei einer periodischer Nachführung mit entsprechend grösseren Aktualisierungsintervallen oder der Haltung von ausgedünnten Zeitständen (Typ C) die anfallende Datenmenge kleiner ist als bei Datentyp A.

Bei günstigen Voraussetzung ergeben sich die in Tabelle 4 zusammengefassten Empfehlungen.

	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Inkrementelle Historisierung	☑	☑	☑	☑
Vollständige Historisierung	☒	☑	☑	☑

Tabelle 4: Annahme: Die technischen Möglichkeiten, die Nutzendenfreundlichkeit und die Expertise ermöglichen relativ leicht eine Nachführung mit einer inkrementellen Historisierung. Zeichenerklärung: ☑: empfohlen, ☑: bedingt empfohlen, ☒: nicht empfohlen.

6.2 Lösungsansatz bei ungünstigen Voraussetzungen

Die Voraussetzung für eine umfangreiche Historisierung sind eher ungünstig, wenn die technischen Möglichkeiten, die Nutzendenfreundlichkeit und die Expertise der mit der Nachführung betrauten Personen eher tief sind.

Wenn die Voraussetzungen eher ungünstig sind, dann:

- **MUSS Datentyp A mit kurzen Veränderungsintervallen trotzdem inkrementell historisiert** werden, um sehr grosse Datenredundanzen zu verhindern und keine unnötige Speicherkapazitäten zu beanspruchen.
- **KANN Datentyp A mit langen Veränderungsintervallen auch vollständig historisiert** werden, da hier der erhöhte Speicherplatzbedarf weniger ins Gewicht fällt und die Vorteile der einfacheren (und meist vertrauten) Nachführung von vollständig historisierten Geodaten überwiegen. In der Praxis kommt dieser Fall für Typ A – Meldewesen mit äusserst seltenen Änderungen – vermutlich kaum vor.
- **SOLLEN die Datentypen (B bis D) auch vollständig historisiert werden**, da hier bei einer periodischer Nachführung mit entsprechend grösseren Aktualisierungsintervallen oder der Haltung von ausgedünnten Zeitständen (Typ C) die anfallende Datenmenge kleiner ist als bei Datentyp A.
- **KANN Datentyp C auch inkrementell historisiert** werden, wenn die Aktualisierungsintervallen sehr kurz sind und die Datenstände nicht ausgedünnt gehalten werden. Dadurch werden wie bei Datentyp A sehr grosse Datenredundanzen verhindert und es werden keine unnötige Speicherkapazitäten beansprucht.

Bei eher ungünstigen Voraussetzung ergeben sich somit die in Tabelle 5 zusammengefassten Empfehlungen.

	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Inkrementelle Historisierung	Bei kurzen Veränderungsintervallen ☑	☒	Bei kurzen Veränderungsintervallen, ohne Ausdünnung ☑	☒
Vollständige Historisierung	Bei langen Veränderungsintervallen ☑	☑	☑	☑

Tabelle 5: Annahme: Die technischen Möglichkeiten, die Nutzendenfreundlichkeit und die Expertise erschweren eine Nachführung mit einer inkrementellen Historisierung. Zeichenerklärung: ☑: empfohlen, ☑: bedingt empfohlen, ☒: nicht empfohlen.

7. Fragestellungen für spätere Phasen

Im weiteren Verlauf der Studie 4D sollen die Phasen 2 und 3 durchlaufen werden (vgl. Kapitel 1.3):

- In Phase 2 wird das vorliegende Konzept anhand bestehender Arbeiten verifiziert und wo nötig angepasst werden.
- In Phase 3 wird aus dem konsolidierten Konzept ein «Leitfaden 4D-Geodaten» zuhanden von Geoinformations-Fachstellen und zuständigen Stellen abgeleitet werden.

Im vorliegenden Kapitel werden Themen und Fragen formuliert, die in der Phase 2 aufgegriffen und vertieft abgeklärt werden sollen. Diese umfassen grob drei Themenblöcke:

- Technische Aspekte: Wie wird die Historisierung von temporalen Geodaten technisch konkret umgesetzt?
- Organisatorische Aspekte: Wie ist die Historisierung von temporalen Geodaten organisatorisch zu verankern? Welche organisatorischen und prozessualen Festlegungen sind zu treffen?
- Validierung: Validierung der Lösungsansätze aus Kapitel 6

Die in diesen drei Themenblöcken zu untersuchenden Fragen werden in den folgenden Kapiteln zuhanden der Auftraggeberschaft skizziert. Der Auftraggeber kann bei der Planung der nächsten Schritte natürlich noch mehr Fragen aufnehmen und/oder eine Gewichtung vornehmen.

7.1 Technische Aspekte

- T1 Wie können *zwischenzeitliche* Änderungen, die während einer Nachführungssession entstehen, unterschieden werden von Änderungen *zwischen zwei rechtsgültigen Zuständen*? Die Frage ist heute für viele Fachstellen nicht beantwortet (vgl. Kapitel 4). Ihre Beantwortung (technisch und eventuell organisatorisch) ist wichtig, weil sie erst ermöglicht, die Historisierung im Hinblick auf die Nachvollziehbarkeit aller jemals rechtsgültiger Zustände korrekt umzusetzen. Ansätze sind voraussichtlich in der Nutzung von Transaktionen bzw. Bearbeitungspaketen (mit Check-Out, Check-In) zu finden.
- T2 Wie sind Workflows auszugestalten bzw. zu unterstützen, bei denen die Nachführung von temporalen Geodaten in von den Systemen für die Datenhaltung getrennten Systemen vollzogen wird, die selbst keine Historisierungsfunktionalität aufweisen (und die diese auch nicht absehbar zur Verfügung stellen werden)? Ein Beispiel ist die Pflege von Daten in der Zuständigkeit eines Fachamts (typischerweise nicht der Geoinformations-Fachstelle), das Spezialsysteme nutzt oder nutzen muss. Damit verknüpft: Welche Detektionsmethoden für «veränderte» Objekte können angewendet werden? (gemäss Furrer¹⁰ beispielsweise «Timestamp», «Change Detection» oder «Hash-basierte Änderungsdetektion»)
- T3 Welche Grundsätze und Elemente aus der Studie der INTERLIS-Arbeitsgruppe vom August 2025¹¹ sind allgemein für alle zu historisierenden Geodaten wichtig und sollen in der Phase 2 weiter ausgearbeitet werden? (z.B. Berücksichtigung vergangener, aktueller und projektierter Zeitstände; Bedingung, dass jeder Zeitstand konsistent ist mit dem gültigen Fachmodell; Umgang mit temporären Zuständen («Ausnahmeregelungen» im Dokument)
- Wie wird künftig mit Datenmodell-Änderungen von mit Historisierung geführten temporalen Geodaten umgegangen? Hier ist gut denkbar, dass die bisherigen, pragmatischen Ansätze weiterverfolgt werden: Vollständiger Export oder «Dump» der Daten (oder eine «Version»/Kopie) im bestehenden Datenmodell, Durchführung der Modellanpassung und anschliessendes Weiterbearbeiten der Daten im neuen Datenmodell mit neuem Ausgangspunkt für die Historisierung. Bei Zeitständen mit unterschiedlichen Datenmodellen, gibt es Daten- und Datenmodellsprünge. Das bedeutet, dass nebst dem gewählten Zeitpunkt auch bekannt sein muss, welches Datenmodell und welche Daten zu diesem Zeitpunkt abgefragt werden müssen. Diese Information muss zusätzlich verwaltet und gepflegt werden.
- T4 Wie können die Erweiterungen der INTERLIS-Datenmodelle zweckmässig eingeführt werden (zum Beispiel pilothafte Umsetzung,

¹⁰ Adrian Furrer (2025): Neues Datenmodell der amtlichen Vermessung. Machbarkeitsstudie der inkrementellen Datennachführung. Vertiefungsprojekt. Institut für Geomatik, FHNW.

¹¹ INTERLIS-Arbeitsgruppe (2025): Umgang mit temporalen Daten. Einführung für Anwendungsfachleute. Version vom 07.08.2025.

Bereitstellung von Templates / Modellierungs-«Blueprints» zuhanden der Geoinformationsbranche)?

- T5 Wie kann die einfache Nutzbarkeit und Nutzendenfreundlichkeit (Usability) des INTERLIS-Ansatzes für verschiedene Typen von Geodaten und für verschiedene Systeme der Datenführung getestet und möglichst erreicht werden (zum Beispiel mit Proofs-of-Concept)?

Bei den Punkten T4 und T5 muss die Geoinformationsbranche sicherstellen, dass der im INTERLIS-Dokument postulierte Synergienutzen der einmaligen Klärung modellbezogener Fragen im INTERLIS-Paradigma und dann vor allem die praktische und anwendungsfreundliche Umsetzung in *allen relevanten* Systemen erreicht wird.

7.2 Organisatorische Aspekte

- O1 Wie kann die (noch nicht breit erfolgte) initiale Durchführung und die spätere Nachführung der AAP (Bund) und AAP+ (Kantone) sowie die Umsetzung gefördert werden, um die Erkenntnisse aus der AAP und AAP+ für die Gestaltung der Historisierung zu erschliessen und so unnötigen Aufwand zu vermeiden (vgl. Kapitel 5.4)?
- O2 Welche organisatorischen Vorkehrungen und Prozesse sind festzulegen und einzuführen für die Kennzeichnung rechtsgültiger Zustände für die Vorgehensvariante «Datennachführung vollständig in *einem* System (◀direkte Bearbeitung▶)» und für die Variante «Datennachführung mit einem *separaten, nicht historisierungsfähigen* System (◀externe Bearbeitung▶)»?
- O3 Welche organisatorischen Vorkehrungen können die einfache und effiziente Nutzbarkeit der modellbasierten Methode für die Historisierung möglichst sicherstellen? (vgl. T4 und T5 in Kapitel 7.1)
- O4 Wie soll die Einführungs- bzw. Übergangsphase bis in zum Beispiel 10 bis 20 Jahren mit einem der Lösungsansätze gemäss Kapitel 6 gestaltet werden?
- O5 Wie kann die notwendige Ausbildung der involvierten Fachpersonen im Bereich Historisierung und deren technischen Umsetzung möglichst gefördert und sichergestellt werden?

7.3 Validierung der Lösungsansätze

Die in Kapitel 6 aufgezeigten Lösungsansätze sollten praktisch getestet werden, beispielsweise in Pilotkantonen und mit (bezüglich Komplexität, Dynamik, involvierten Stellen, genutzten Infrastrukturen) repräsentativen temporalen Datensätzen. Dabei soll der Fokus auf der Prüfung liegen, ob die vorgeschlagenen Ansätze praktikabel sind. Dazu sollte mindestens ein Kanton mit günstigen und ein Kanton mit ungünstigen Voraussetzungen an den Erprobungen teilnehmen.

Die getesteten Lösungsansätze, deren praktische Umsetzung und die aus der Erprobungen gewonnenen Erkenntnisse sollten dokumentiert und in der Geoinformationsbranche reflektiert werden. Die Erkenntnisse können zu Anpassungen an den vorliegenden Überlegungen und an den Produkten der

Phase 2 führen. Alle Informationen müssen schliesslich in der Phase 3 (Erstellung des «Leitfadens 4D-Geodaten») in die Empfehlungen zuhanden der Praxis einfließen.