

Voranalyse zum Umgang mit temporalen GeoDaten

(Sepp Dorfschmid, Adasys AG)

1 Aufgabenstellung

Der Umgang mit temporalen Daten im INTERLIS-Umfeld ist recht heterogen, da das Thema bis jetzt eher dem Zufall überlassen wurde. Das Thema soll darum im Jahr 2023 im Rahmen einer Arbeitsgruppe vertieft bearbeitet werden.

Damit die Arbeiten dieser Arbeitsgruppe zielgerichtet ausgeführt werden können, sollen sie mit dieser Voranalyse vorbereitet werden. Sie soll insbesondere folgende Aspekte beleuchten:

- welche Vorstellungen/Anforderungen sind mit "temporal" verbunden?
- wie werden temporale Daten in Datenbanken gehalten?
- was heisst "temporal" für die Datenmodelle, für INTERLIS?
- wie kann man temporale Daten bearbeiten, ohne deswegen neue Systeme bauen zu müssen?
- was heisst "temporal" für den Datentransfer?

Im Rahmen dieser Voranalyse werden zunächst an Hand von Beispielen Probleme aufgezeigt. Dann wird skizziert, wie man mit temporalen Daten umgehen soll, wie sie konzeptionell beschrieben werden können und schliesslich wie temporale Daten in Systemen gehalten und wie sie zwischen Systemen ausgetauscht werden können.

2 Einleitung an Hand von Beispielen

Vorbemerkung: Die im Folgenden skizzierten Modelle (als Aufzählung von Attributen) beanspruchen nicht, die Sache möglichst umfassend und gut zu beschreiben, sondern temporale Aspekte und damit verbundene Fragen etwas aufzuzeigen.

2.1 Beispiel 1: Gebäude über seine Lebensdauer

2.1.1 Modell

Unser (einfaches) Gebäude-Objekt umfasst primär folgende Attribute:

- Identifikator
- Zustand (projektiert, bewilligt, gebaut, abgebrochen)
- GrundrissGeometrie
- AnzahlStockwerke
- HeizungsArt (Oel, Gas, Elektrisch, Waermepumpe, Holz)
- Betriebszeit der Heizung
- Jährlicher Stromverbrauch

2.1.2 Veränderungen über die Lebensdauer

1. Baugesuch wird eingereicht

- Zuständiges Amt erzeugt Datenobjekt gemäss Baugesuch (Identifikation, GrundrissGeometrie, AnzahlStockwerke, Heizsystem)
2. Zuständige Behörde bewilligt das Gesuch
 3. Bau abgeschlossen
 4. Keine Veränderung während ein paar Jahren
 5. Baugesuch für ein zusätzliches Geschoss und/oder Anbau (GrundrissGeometrie, AnzahlStockwerke ändern also).
Zuständiges Amt macht Eintrag auf dem System.
 6. Zuständige Behörde bewilligt das Gesuch
 7. Umbau abgeschlossen
 8. Keine Veränderung während ein paar Jahren
 9. Das Heizsystem wird geändert (z.B. Waermepumpe statt Oel)
Zuständiges Amt macht Eintrag auf dem System.
 10. Jahre später wird das Gebäude abgebrochen

2.1.3 Bemerkungen

Offensichtlich ändern im Laufe der Lebensdauer:

- die Hülle (Grundriss und Anzahl Stockwerke)
- die Heizungsart
- Betriebszeit der Heizung
- der jährliche Stromverbrauch

Die Zeitspannen, während denen die Hülle einen bestimmten Wert aufweist, stimmen aber nicht mit denjenigen der unterschiedlichen Heizungsarten überein.

Zeitspannen (z.B. für gebaut) können auch definiert werden, wenn sie noch in der Zukunft liegen. Zukünftige Zeitpunkte können später auch noch verändert werden.

Offensichtlich gibt es verschiedene Zeitspannen, während denen eine bestimmte Hülle (erstes oder zweites Gesuch) eine bestimmte Bedeutung (Status) hat:

- 1-2 bzw. 5-6: projektiert
- 2-3 bzw. 6-7: bewilligt
- 4-7 bzw. 7-10: gebaut
- Ab 7 bzw. ab 10: abgebrochen

Man könnte auch sagen, dass die Hülle in verschiedener Hinsicht eine andere zeitliche Gültigkeit/Bedeutung hat. Die zeitlichen Bedeutungen des Beispiels sind nicht unabhängig, sondern bilden eine Abfolge (Der Bewilligungszeitpunkt [2 bzw. 6] ist einerseits das Ende von „projektiert“, andererseits der Anfang von „bewilligt“). Es sind aber auch Bedeutungen denkbar, die unabhängig voneinander sind.

Welches ist nun aber der Zustand des Gebäudes in der Zeitspanne 5-7. Gilt derjenige des ersten oder des zweiten Gesuchs? Damit verwandt ist die Frage, ob man bei einer Gebäudeabfrage in dieser Zeitspanne beide Zustände oder nur einen (z.B. den gebauten) erhalten möchte.

Beim jährlichen Stromverbrauch ist es klar, dass der Wert jedes Jahr ändert. Aber: Soll man diese Zeitspanne, die sich jährlich wiederholt, gleich wie beliebige Zeitspannen behandeln oder braucht es für Zeitreihen einen speziellen Umgang?

Die Betriebszeit der Heizung beginnt normalerweise irgendwann im Herbst und endet im Frühling, ist aber jedes Jahr unterschiedlich.

Nebst den Zeitspannen, innerhalb denen eine bestimmte Aussage (Hülle, Heizungsart) in einer bestimmten Hinsicht zutrifft, könnte auch der Zeitpunkt, wann die Daten ins System eingegeben wurden von Bedeutung sein.

2.2 Beispiel 2: Verkehrsweg mit Ausnahmeregelungen

2.2.1 Modell

Unser (einfaches) Verkehrsweg-Objekt umfasst primär folgende Attribute:

- Geometrie
- Erlaubte Fahrrichtung: (gesperrt, vorwärts, rückwärts, beidseitig)

2.2.2 Veränderungen über die Lebensdauer

Ausnahmeregelungen:

- Jeden Samstag von 6-14Uhr nur vorwärts, da die andere Fahrspur für den Markt gebraucht wird.
- Sperrung bei Dorffest

2.2.3 Bemerkungen

Da der Markt jeden Samstag stattfindet, möchte man vermeiden, dass im System für jeden Samstag die Zeitspanne der Normalregelung (beidseitig) abgeschlossen und wieder neu begonnen werden muss. Wiederkehrende Zeitspannen sollten mit einer Beschreibung (z.B. textuell als Datenwert möglichst gemäss vorhandenen Normen) definiert werden können.

Individuelle Ausnahmen (Dorffest) sollten so definiert werden können, dass man sich nicht manuell um die Unterbrechung der Normalregelung kümmern muss.

2.3 Beispiel 3: Neue Bahnlinie mit etappierter Erstellung

2.3.1 Vorstellung

Zwischen A und B soll eine neue Bahnlinie erstellt werden. Dafür wird ein entsprechendes Projekt ausgearbeitet. Es umfasst Daten-Objekte wie Gleise, Sicherungsanlagen, Stromversorgung, usw.

Die Realisierung erfolgt in mehreren Bauetappen. Die Anschlüsse an die bisherigen Bahnanlagen in den Bahnhöfen A und B sind aufwändig, sodass man dafür je ein eigenständiges Projekt formuliert, das aber vom Primärprojekt (A-B) abhängig ist.

Im Rahmen der Ausarbeitung dieser Projekte ist es noch unklar, wann die einzelnen Projekte bzw. Etappen fertig gestellt werden können.

2.3.2 Bemerkungen

Die Projekte bzw. Etappen müssen bearbeitet werden können, ohne dass für sie bereits Zeitpunkte bzw. Zeitspannen definiert sind. Die Objekte sollen dem jeweiligen Projekt bzw. der jeweiligen Etappe zugeordnet sein. Wenn diese schliesslich zeitlich fixiert sind, gelten die entsprechenden Zeitangaben für alle zugehörigen Objekte.

Wichtig ist, dass für die verschiedenen Projekte bzw. Etappen die logische Abfolge unabhängig von der zeitlichen Fixierung definiert werden kann.

Zu beachten ist auch, dass es Konsistenzbedingungen geben kann, die nur im Gesamtprojekt bzw. nach Abschluss der Bauten nicht aber in der einzelnen Etappe eingehalten werden müssen.

2.4 Beispiel 4: Modelländerung

2.4.1 Vorstellung

Man möchte neu im Beispiel 1 den Zustand ergänzen (projektiert, bewilligt, **imBau**, gebaut, abgebrochen).

2.4.2 Bemerkungen

Das Hauptproblem bei Modelländerungen sind die bestehenden Daten. Eigentlich müssten sie angepasst werden. Dafür fehlt aber oft die nötige Information, zudem ist dies mit erheblichem Aufwand verbunden.

Im Rahmen dieser Vorstudie werden Modelländerungen nicht weiter beachtet.

3 Was sind temporale Daten?

Daten-Objekte werden mit Werten von Eigenschaften (Attribute, Verweise auf andere Daten-Objekte) beschrieben. Während ihrer Lebensdauer können die Werte der Eigenschaften ändern.

Nicht temporal sind die Eigenschaften, wenn ihre Werte unveränderlich sind oder einen bestimmten Zustand (unabhängig davon ob in der Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft) beschreiben. Auch bei solchen Daten kann es aber Attribute geben, welche Zeitpunkte (z.B. Geburtsdatum) oder Zeitspannen (z.B. Dauer der Ferien) beschreiben.

Temporal sind die Eigenschaften, wenn sie für verschiedene Zeitspannen unterschiedliche Werte aufweisen können. Zu den Werten einer Eigenschaft oder Eigenschaften-Gruppe (für eine bestimmte **Aussage**) wird die Zeitspanne (allenfalls auch mehrere) festgehalten, während der sie gemäss einer oder mehreren Sichtweisen (**Aspekten**) gelten (**Gültigkeitszeit**, Valid_Time). (Temporale Aussagen werden oft auch als temporale Tupel oder Elemente bezeichnet.) In der Regel ist die Sichtweise der **Realität** (wann ist etwas gebaut, wann ist ein Gesetz in Kraft) von besonderer Bedeutung (ihre Gültigkeitszeit wird zur **Faktzeit** oder **Realzeit**). Im Falle von Geodaten wird damit der Zustand beschrieben, der real im geografischen Raum in dieser Zeitspanne existiert. Im Zusammenhang mit projektierbaren Objekten ist dieselbe Aussage mit einer Abfolge von Gültigkeitszeiten mit unterschiedlicher Bedeutung (Aspekten) verbunden (letzte Bedeutung normalerweise die Realität). Die Bedeutung wird dann oft mit einem **Status**-Wert bezeichnet (z.B. projektiert, bewilligt, im Bau, gebaut).

Bei temporalen und nicht temporalen Daten wird oft zusätzlich auch der Zeitpunkt festgehalten, wann bestimmte Werte bearbeitet wurden (**Transaktionszeit**).

Temporale Daten werden insbesondere für **Zustandsdaten** (also für Eigenschaften von Zuständen) eingesetzt, da sich ein Zustand im Laufe der Zeit ändern kann. Bei **Ereignisdaten** (also Eigenschaften, welche die Situation in einem bestimmten Zeitpunkt beschreiben) genügt es meist (insbesondere bei Ereignissen, die erst beschrieben werden, wenn sie geschehen sind), wenn sie nicht temporal gehalten werden.

Zeitpunkte (auch Anfangs- und Endzeitpunkt von Zeitspannen) können auf unterschiedliche Art beschrieben werden:

- Mit expliziter Zeitangabe.
- Mit Verweis auf ein Bearbeitungsobjekt (z.B. ein Projekt), zu dem ein Gültigkeitszeitpunkt definiert ist.
- Mit der Angabe einer Zeitregel (z.B. Jeden Sonntag).

Zusätzlich ist bei Zeitpunkten zu beachten:

- Sie können undefiniert sein. In der Vergangenheit wegen Unkenntnis, in der Zukunft weil Anfang und/oder Ende noch ungewiss sind. Zeitspannen können entsprechend ein- oder beidseitig offen sein.
- Sie können (insbesondere solche in der Zukunft) mit einer Unsicherheit (allenfalls mit Genauigkeitsangabe) behaftet sein und müssen darum später änderbar sein. Dann stellt sich zudem die Frage, ob die ursprünglichen Werte weiterhin verfügbar sein sollen.
- Sie können mit einer bestimmten Genauigkeit festgehalten werden, dann aber mit anderer Genauigkeit abgefragt werden. Ein Zeitpunkt kann entsprechend zu einer Zeitspanne werden.

4 Umgang mit temporalen Daten aus Nutzersicht

4.1 Abfragen

Abfragen zu Ereignisdaten selektieren meistens diejenigen Daten, die innerhalb einer gewünschten Zeitspanne liegen.

Abfragen zu temporalen Zustandsdaten selektieren meistens diejenigen Daten, die in einem bestimmten Zeitpunkt gemäss bestimmten zeitlichen Aspekten (insbesondere gemäss Realität) zutreffen. Dieser Zeitpunkt selbst muss dann in den Zustandsdaten der einzelnen Objekte nicht mehr in Erscheinung treten.

Abfragen zu temporalen Zustandsdaten können sich aber auch auf Zeitspannen beziehen oder verschiedene Statuswerte berücksichtigen (z.B. imBau und gebaut). Je nach Zielsetzung müssen dann Eigenschaften der Resultatinstanz aggregiert werden. Aggregierende Abfragen über eine Zeitspanne erfordern eine spezielle Funktionalität, welche berücksichtigt, dass Objektzustände nur in Teil-Zeitspannen der gefragten Zeitspanne gültig sind.

Je nach Anliegen spielt die Transaktionszeit bei den Abfragen keine Rolle, wird im Abfrageergebnis angezeigt oder ist Teil des Selektionskriteriums.

4.2 Bearbeitung

Die korrekte Bearbeitung temporal gespeicherter Daten ist keine triviale Angelegenheit. Normalerweise macht es keinen Sinn, wenn die mit einer Datenänderung verbundenen Massnahmen (neue Wert-Instanz, setzen von Anfangs- und Endzeitpunkten) direkt manuell vorgenommen werden. Diese Massnahmen sollen durch das System geleistet werden, nachdem festgelegt wurde, auf welchen Gültigkeitszeitpunkt sich die Datenänderungen beziehen.

Das heisst aber nicht, dass für die Bearbeitung solcher Daten nur Systeme in Frage kommen, welche diese Funktionalität beherrschen. Als Alternative bietet sich an, dass das zentrale System mit temporalen Daten umgehen kann und in der Lage ist, Daten für einen bestimmten Zeitpunkt (in der Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft) zu exportieren und später wieder zu importieren und dabei die temporalen Aspekte gemäss den geänderten Eigenschaften zu berücksichtigen.

Veränderungen von Zustandsdaten werden manchmal nicht individuell für einzelne Objekte, sondern im Rahmen grösseren Arbeitseinheiten (z.B. Projekten) durchgeführt. Solche Arbeitseinheiten können von anderen Arbeitseinheiten abhängig sein. Die Arbeitseinheiten können dabei auch typisiert sein und Eigenschaften (Attribute) aufweisen, welche die Arbeit (nicht die bearbeiteten Objekte) näher beschreiben. Anfangs- bzw. Endzeitpunkt der Gültigkeit bzw. Transaktionszeit ergeben sich dann meistens aus Zeitpunkten, die mit dieser Arbeitseinheit verbunden sind.

Bei Änderungen, deren Anfangs- bzw. Endzeitpunkt in der Vergangenheit liegt, werden die Gültigkeiten normalerweise unmittelbar bei der Bearbeitung angepasst. Bei Veränderungen, die sich erst in der Zukunft real auswirken, muss beachtet werden:

- Wann eine zukünftige Änderung realisiert wird, ist anfänglich oft nicht oder nur grob bekannt.
- Es kann der Bedarf bestehen, verschiedene Varianten zu erarbeiten.
- Es kann der Bedarf bestehen, eine Arbeitseinheit in weitere Arbeitseinheiten (Bauphasen/Etappen) zu unterteilen.
- Arbeitseinheiten können von anderen Arbeitseinheiten abhängig sein. Die Gültigkeitszeiten müssen der Abhängigkeitsreihenfolge entsprechen.

4.3 Datenaustausch

Grob können drei Situationen unterschieden werden:

4.3.1 Datentransfer für einen bestimmten Zeitpunkt

Enthält ein Datentransfer die Daten für einen bestimmten Zeitpunkt (und gemäss eindeutigen temporalen Aspekten), kann er ohne temporale Angaben ausgeführt werden (z.B. xtf-Format, Prüfung der Korrektheit inkl. Konsistenzbedingungen). Wünschbar wäre, dass im Header der Zeitpunkt und die Aspekte dokumentiert sind.

Um Daten für einen bestimmten Zeitpunkt mit nicht eindeutigen Aspekten zu transferieren, könnte eine Transferform definiert werden, welche temporale Aussagen analog zu Strukturelementen (LIST OF) anordnet und dabei Status-Wert und Gültigkeitszeit aufführt.

4.3.2 Datentransfer zwecks externer Bearbeitung

Als Ausgangszustand gilt wiederum ein bestimmter Zeitpunkt (kann durchaus in der Zukunft liegen und andere Projekte berücksichtigen).

Mit einem Ausgangszustand ist häufig die Vorstellung eines Perimeters verbunden. Es dürfen nur Objekte geändert werden, die (vollständig/teilweise?) innerhalb des Perimeters liegen. Objekte ausserhalb des Perimeters werden für die Bearbeitung aber oft gebraucht (insbesondere wegen Beziehungen). Sie sollten geeignet markiert sein.

Änderungen an den Daten können im Rücktransfer geeignet markiert sein oder durch Vergleich mit dem Ausgangszustand bestimmt werden. Wird mittels Markierung vorgegangen, trägt das Bearbeitungssystem die Verantwortung, was als Änderung gilt (und zu Veränderungen der temporalen Eigenschaften führt) und muss die entsprechende Funktionalität anbieten. Der Vergleich mit dem Ausgangszustand (wie er im Umgang mit Programmcode üblich ist) ist deshalb eher vorzuziehen.

Beim Umgang mit Geometrien (Linien, Flächen) im Bereich des Perimeters stellen sich so oder so heikle Fragen. Wird z.B. bei der Bearbeitung der Perimeter-Rand verändert, weil ein zusätzlicher Punkt in die Linie gesetzt wird, muss dafür gesorgt werden, dass auch die Nachbarobjekte ausserhalb des Perimeters entsprechend angepasst werden.

4.3.3 Datentransfer für (allenfalls beidseitig offene) Zeitperiode.

Zu Datenobjekten bzw. zu deren Attributen oder Attributgruppen kann es mehrere Datensätze (Aussagen) geben. Sie könnten wie in Kap 4.3.1 skizziert, analog zu Strukturelementen ausgegeben werden.

5 Konzeptionelle Beschreibung temporaler Daten

5.1 Einleitung

Heute übliche INTERLIS-Datenmodelle (=Fachmodelle) sind weitgehend (abgesehen von speziellen Attributen wie ein Statuswert, das Datum der letzten Änderung) nicht temporale Modelle.

Wie soll nun vorgegangen werden, um temporale Daten zu modellieren?

Man könnte dafür ein neues Modell beschreiben, das die temporalen Aspekte berücksichtigt. Das hat aber den offensichtlichen Nachteil, dass es für ein bestimmtes fachliches Anliegen zwei Modelle gäbe, die sehr ähnlich wären bzw. sein müssen.

Zielführender dürfte es darum sein, dass man die temporalen Angaben als Zusatzinformationen in den Fachmodellen einfügt, z.B.

- Welche temporalen Aspekte gibt es?
- Auf welche Eigenschaften von Objekten und Beziehungen beziehen sie sich?
- Wie ergeben sich Attribute von nicht temporalen Fachmodellen (z.B. aktueller Status, Datum der letzten Änderung) aus den temporalen Daten?

Kardinalitäten und Konsistenzbedingungen sollen dabei in bisheriger Form beibehalten werden und beziehen sich auf die Realität in einem beliebigen Zeitpunkt.

Für die temporale Ergänzung der Fachmodelle bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, z.B.:

- Meta-Attribute (sind aber durch INTERLIS selbst nicht definiert).
- Zusatzinformationen ausserhalb des Fachmodells (z.B. anschliessend oder in zusätzlicher Beschreibung).
- Zusatzinformationen mittels Nutzung von Strukturen eines Basis-Modells (analog zu 3D)
- Zusatzinformationen mittels Sprachzusätzen innerhalb des Fachmodells (vorerst der Favorit).

Wie sich diese Angaben im Datentransfer und für die Systeme auswirken, muss sich durch entsprechende Regeln ergeben.

Zusätzlich muss beachtet werden, dass es bei temporalen Daten meist nicht nur um die Fachdaten, sondern auch um die Dokumentation ihrer Bearbeitung geht (=Änderungsverwaltung). Diese kann recht unterschiedlich geregelt sein. Es macht aber durchaus Sinn, dass dieselbe Änderungsverwaltung für verschiedene Fachmodelle angewendet wird. Dies kommt auch der Tatsache entgegen, dass für eine bestimmte Änderungsverwaltung in den jeweiligen Systemen fast zwingend Programmcode nötig ist, während die Fachmodelle weit gehend generisch umgesetzt werden können.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich folgende Ideen:

- Fachmodelle enthalten zusätzliche Angaben zur Gliederung in temporale Sachverhalte und können sich auf ein vordefiniertes Modifikationsmodell (allenfalls erweitert um spezifische Attribute) beziehen.
- Modelle für die Änderungsverwaltung (=Modifikationsmodelle) beschreiben, wie das Änderungswesen organisiert ist (z.B. Projekte mit Unterprojekten und Varianten).

5.2 Idee für INTERLIS-Zusätze

Da im Rahmen dieser Voranalyse keineswegs der Anspruch erhoben wird, dass eine korrekte und genügende Idee vorliegt, wird hier eine Idee an Hand von Beispielen (Kap. 2) skizziert.

```

MODEL INTERLIS =
  // ...
  TEMPORALITY DatePeriod =
    PERIOD INTERLIS.XMLDate
    TRANSACTION INTERLIS.XMLDateTime;

END INTERLIS.

MODEL Bewilligungen =
  TOPIC Baubewilligungen =

    TEMPORALITY Baustatus =
      STATUS (projektiert [Baubewilligung.Einreichung],
             bewilligt [Baubewilligung.Bewilligung],
             gebaut (FACT) [Baubewilligung.Abnahme],
             zurueckgezogen [Baubewilligung.Rueckzug],
             abgebrochen [DEL]
            )
      TRANSACTION INTERLIS.XMLDateTime;

  CLASS Baubewilligung EXTENDS INTERLIS.Modification =
    Einreichung: INTERLIS.XMLDate;
    Bewilligung: INTERLIS.XMLDate;
    Abnahme: INTERLIS.XMLDate;
    Rueckzug: INTERLIS.XMLDate;

```



```

END Baubewilligung;

CLASS TechnischeBewilligung =
  Einreichung: INTERLIS.XMLDate;
  Bewilligung: INTERLIS.XMLDate;
END TechnischeBewilligung;

END Baubewilligungen;

END Bewilligungen.

MODEL Bauten =
  TOPIC Gebaeude =

    DOMAIN Heizungsart = (Oel, Gas, Elektrisch,
                          Waermepumpe (Boden, Luft, Wasser),
                          Holz (Schnitzel, Pellet, Stueckholz));

    CLASS Gebaeude =
      Status: MAX Baubewilligungen.Baubewilligungen.Baustatus;
      Grundriss: Geom TEMPORAL Baubewilligungen.Baubewilligungen.Baustatus;
      Stockwerke: 0..100 TEMPORAL Baubewilligungen.Baubewilligungen.Baustatus;
      Heizung: Heizungsart
                TEMPORAL Baubewilligungen.Baubewilligungen.TechnischeBewilligung;
      Heizzeit: TEMPORAL INTERLIS.DatePeriod;
    END Gebaeude;

  END Gebaeude;

END Bauten;

```

Allenfalls auch:

```

TEMPORALITY BauFortschritt SUB OF Baustatus.bewilligt =
  STATUS (AushubBewilligt, Baufreigabe, Rohbau)
;

```

6 Temporale Daten in Datenbanken

Ein nicht temporales konzeptionelles Fachmodell kann so genutzt werden, dass das Datenbank-Schema automatisch generiert wird. Dabei werden Daten derselben Objektklasse gemäss bestimmten Prinzipien auf verschiedene Tabellen verteilt und diese Tabellen geeignet mit Fremdschlüsseln verknüpft.

Dieses Prinzip kann auch für temporale konzeptionelle Fachmodelle angewendet werden. Damit die verschiedenen temporalen Zustände verwaltet werden können, braucht es entsprechend zusätzliche Tabellen.

Wird zu einem Fachtopic ein Modifikationstopic verwendet, wird man in den Fachtabellen statt der Zeitpunkte für Anfang und Ende der Gültigkeit eher die Verweise auf die entsprechenden Modifikationseinheiten speichern.

7 Transferierung von temporalen Daten

In Kapitel 4.3 sind verschiedene Möglichkeiten für den Transfer von temporalen Daten skizziert. Für jede Transfermöglichkeit, die als INTERLIS-Transfer gelten soll, müssen die entsprechenden Regeln im Referenzmanual beschrieben werden.

8 Material

https://de.wikipedia.org/wiki/Temporale_Datenhaltung

A Glossary of Temporal Database Concepts
ACM SIGMOD RECORD, Vol. 21, No. 3 September 1992