

Integrierte Verarbeitung der Daten des Liegenschaftskatasters einschließlich Homogenisierung*

Stefan Kampshoff und Wilhelm Benning

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt einige wesentliche Konzepte und Techniken zur Integration von Applikationen und Datenbanken vor. Potenzial und Nutzen, die sich aus der Anwendung dieser Techniken auf die digitale Abwicklung von Geschäftsprozessen ergeben, werden zunächst theoretisch dargestellt. Der praktische Nutzen einer integrierten Verarbeitung der Daten des Liegenschaftskatasters wird anhand einer konkreten Realisierung auf der Basis des ALK/ALB Datenmodells aufgezeigt.

Summary

This paper presents some fundamental concepts and techniques for the integration of applications and databases. Potential and benefit that can result from the application of these techniques to the digital processing of business processes are first shown theoretically. The practical benefit of an integrated processing of municipal data is shown by a concrete implementation based on the ALK/ALB data model.

1 Einleitung

Insbesondere im kommunalen Bereich hat die zunehmende Dezentralisierung der Datenverarbeitung und der damit verbundene breit gefächerte Einsatz von Datenbanksystemen zur Entstehung einer großen Zahl unabhängiger Datenbestände und Anwendungssysteme geführt. In den letzten Jahren sind die Möglichkeiten zur Integration dieser heterogenen Anwendungen stark weiterentwickelt worden. Freie Zusammenschlüsse aus Industrie, Verwaltungen und Universitäten wie beispielweise die Object Management Group (OMG), die Workflow Management Coalition (WfMC) und das Open GIS Consortium (OGC) haben de facto Standards geschaffen, die Interoperabilität zwischen den Systemen unterschiedlicher Hersteller ermöglichen.

2 Konzepte und Techniken zur Integration

Die verschiedenen Aufgaben einer Organisation werden aufgrund von funktionaler Spezialisierung und separater Entwicklung mit Hilfe einer Vielzahl von Applikationen, Datenbanken und monolithischen Altsystemen (*legacy*

systems) erledigt. Die meisten Informationsdienste basieren auf vertikal ausgerichteten Architekturen (*stovepipes* oder *Insellösungen*), die der Erledigung einer spezifischen Aufgabe in einem abgegrenzten Bereich dienen (Schorr und Stolfo 1997). Der inhaltliche Zusammenhang der einzelnen Anwendungen hingegen findet oft nur wenig Berücksichtigung.

In seiner wörtlichen Übersetzung bedeutet der Begriff der Integration die »(Wieder-)Herstellung eines Ganzen«. Bezogen auf den Kontext der integrierten Datenverarbeitung handelt es sich hierbei um die Gesamtheit der Software-Anwendungen einer Organisation. Die konzeptuellen und technischen Maßnahmen zur *logischen* Zusammenführung dieses Ganzen subsummiert man unter dem Begriff der Enterprise Application Integration (EAI) (Zahavi 2000; Linthicum 1999). Kennzeichnend für diese, in Abgrenzung zur physischen Integration, ist die Einschränkung der Integration auf die logische Ebene. Die bestehenden Systeme sollen in ihrer Autonomie erhalten, das heißt in lokaler Sichtweise unverändert benutzbar bleiben.

2.1 Integrationsweite und Integrationsrichtung

Die Ansätze zur Integration lassen sich nach unterschiedlichen Kriterien differenzieren. Die *Integrationsweite* unterscheidet nach dem Ort der Integration. Unter Innerbetrieblicher Integration (engl. *Intra-Enterprise Integration*, *Intranet Integration*) versteht man die Applikations-Integration im lokalen Netz eines Unternehmens, welche sich sowohl auf einzelne Fachbereiche als auch auf eine gesamte Organisation beziehen kann (Linthicum 2000). Die Zwischenbetriebliche Integration (engl. *Inter-Enterprise Integration*, *Internet Integration*) stellt die Verbindung von Datenbanken und Informationssystemen verschiedener Unternehmen und Organisationen her und dient der Einbindung externer Partner und Kunden, beispielsweise über das Internet (Zahavi 2000). Einen Überblick über die Entwicklung der Integrationsformen gibt die Abbildung 1 (übernommen aus Scheer (2001) und angepasst).

Durch die *Integrationsrichtung* wird eine Differenzierung nach den an der Integration beteiligten Hierarchiestufen eines Unternehmens getroffen. Findet die Integration auf der gleichen hierarchischen Stufe eines Unternehmens statt, spricht man von *horizontaler Integration*. Sie stellt die Verbindung von Teilsystemen innerhalb betrieblicher Wertschöpfungsketten her (Mertens 1995). Die integrierte Verarbeitung von ALK und ALB ist ein Bei-

* Nach einem Vortrag gehalten im Rahmen der DVW-Fortbildungsveranstaltung Kommunale Geoinformationssysteme (KOMGIS), 21. Juni, Bonn 2001.

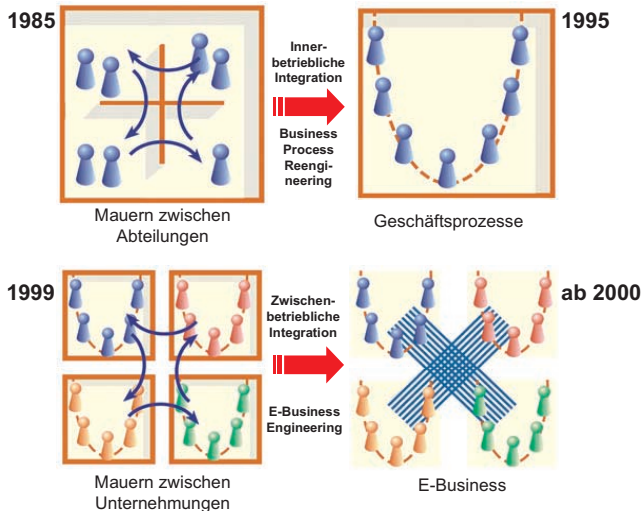


Abb. 1: Organisationstrends in der Entwicklung betrieblicher Integration (©IDS Scheer AG 1999)

spiel für die horizontale Integration. Die vertikale Integration dient allgemein der Überbrückung von Detaillierungsgraden durch eine Verknüpfung über Hierarchiestufen hinweg. Auf diese Weise können Planungs-, Analyse- und Kontrollfunktionen in die Abwicklung der Geschäftsprozesse eingebunden werden. Neben dieser betriebswirtschaftlichen Interpretation des Integrationsbegriffs ist durch den Informationsfluss zwischen Datenbeständen unterschiedlichen Maßstabs (Detaillierungsgrades) ein Beispiel für die vertikale Integration im Kontext der Geodatenproduktion gegeben.

2.2 Integrationsgegenstand: Netzwerk – Daten – Funktionen – Prozesse

Im folgenden Abschnitt werden die verschiedenen technischen Ansätze zur Integration, differenziert nach dem Gegenstand der Integration, dargestellt.

2.2.1 Netzwerkintegration

Voraussetzung für eine Kommunikation zwischen Anwendungen in verteilten, heterogenen Umgebungen ist die Vernetzung der Teilkomponenten. Die Netzwerkintegration ermöglicht die Verbindung der verschiedenen Hardware Plattformen wie z.B. PC-, UNIX- und Mainframe-Systemen. Der etablierte Standard zur Netzwerkintegration ist TCP/IP, sie kann daher zumindest vom prinzipiellen Standpunkt als gelöst angesehen werden.

2.2.2 Datenintegration

Ziel der Datenintegration ist die Schaffung eines einheitlichen und möglichst transparenten Zugriffs auf heterogene Datenbestände, der auch neue, systemübergreifende Anwendungen erlaubt (Conrad 1997). Die Integration soll möglichst unabhängig von der Architektur der lokal

verwendeten Datenbank-Management-Systeme (DBMS) sein, so dass die Autonomie der bestehenden Systeme gewahrt bleibt.

Technisch wird der Zugriff auf die Datenbestände durch die Verwendung von *Middleware* realisiert. Middleware ist eine generelle Bezeichnung für jegliche Art von Programmkomponenten zur Verknüpfung von separaten, bereits existierenden Anwendungen. Sie wird zwischen bestehenden Anwendungen als zusätzliche Schicht eingeführt, um Interoperabilität zu ermöglichen.

Die am weitesten verbreitete Middleware für den Zugriff auf relationale Datenbanksysteme ist die Open Data Base Connectivity (ODBC) (Geiger 1995). ODBC stellt den Datenbank-Anwendungen eine einheitliche Programmierschnittstelle in Form eines Call-Level-Interface (CLI¹) zur Verfügung. Anfragen werden von der Applikation an den ODBC Treiber Manager gerichtet (vgl. Abbildung 2). Der Treiber Manager ist eine dynamische Bibliothek zur Verwaltung der Kommunikation zwischen den Applikationen und den ODBC Treibern. Er bestimmt, welcher Treiber für welchen Datenbanknamen geladen wird und leitet Funktionsaufrufe (SQL-Statements) an die proprietären SQL Treiber der jeweils verbundenen Datenbank weiter. Implementierungen von ODBC sind für die gängigen Microsoft Betriebssysteme sowie für Macintosh und einige UNIX Plattformen erhältlich.

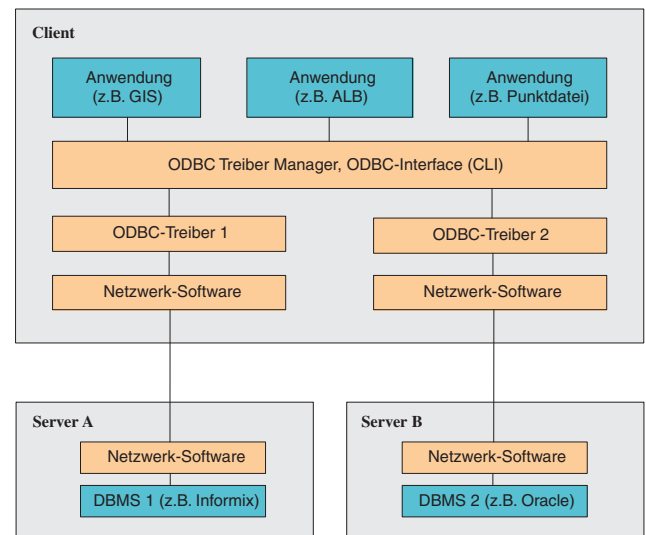


Abb. 2: Zugriff auf heterogene Datenbanken mit ODBC (Rahm 1994)

Der Zugriff auf räumliche Daten mit Hilfe der ODBC Technik erfordert eine Erweiterung des SQL-Schemas des zugrundeliegenden relationalen DBMS. Ein Standard SQL-Schema zur Speicherung, Abfrage und Änderung von Objekten mit einfachem Raumbezug ohne topologische Struktur (*Simple Features*) über die ODBC Schnittstelle ist durch die *OpenGIS Simple Features Specification for SQL* definiert (OGC 1999).

¹ Basierend auf dem ISO CLI und der X/Open SQL CLI Spezifikation

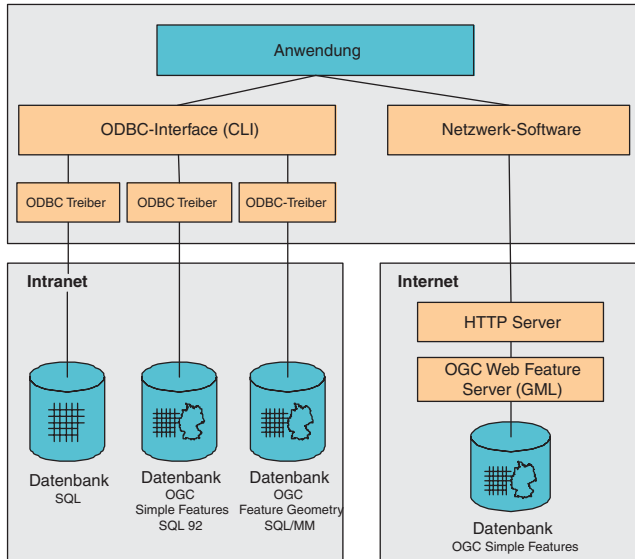


Abb. 3: Integration raumbezogener Daten im Intra- und Internet

Die ODBC Schnittstelle eignet sich zur dauerhaften intranet-basierten Integration von relationalen Datenquellen. Für die Aufgabe der betriebsübergreifenden Datenintegration via Internet (HTTP-Protokoll) gewinnt die Datenbeschreibungssprache XML (*Extensible Markup Language*) an Bedeutung (W3C 2001; Goodson 2000). Der standardisierte Austausch von *Simple Features* im XML-Format wird mit Hilfe eines speziellen XML Schemas, der GML (*Geography Markup Language*), ermöglicht. GML ist definiert durch die zugehörige Implementationspezifikation des OGC (OGC 2001). Der eigentliche Zugriff, d. h. die Abfrage und auch die Manipulation von *Simple Features* über das Internet, kann beispielsweise nach den Richtlinien der Web Feature Service Specification des OGC erfolgen (Vretanos 2001).

2.2.3 Funktionsintegration

Die reine Datenintegration ist für die Integration verteilter Insellösungen oftmals unzureichend. Einfache Dienste, wie beispielsweise das Erstellen von Druck-Ausgaben, sind außerhalb der originären Anwendung nicht zugänglich.

Mit Hilfe der Funktionsintegration kann dieser Mangel behoben werden: die Applikation stellt ihre Funktionen, respektive ihre Logik, anderen Applikationen zur Verfügung. Dabei werden die Anwendungen als Objekte oder Komponenten aufgefasst. In diesem Zusammenhang ist es die Aufgabe der Middleware, die Kommunikation zwischen verteilten Anwendungen zu ermöglichen. Über eine zentrale Vermittlungsstelle (*Broker*) werden die Anfragen (*Requests*) zwischen Client und Server Objekten vermittelt. Der Kommunikationskern einer Middleware für verteilte Objekte wird als Object Request Broker (ORB) bezeichnet (vgl. Abbildung 4). Für die Client-Seite ist der Aufruf einer Operation einer entfernten Komponente netzwerktransparent, so dass keine Kenntnis über Ort und

Sprache der Objektimplementierung erforderlich ist. Der ORB dient der Registrierung der angebotenen Komponenten und Dienste sowie der weiteren Vermittlung der registrierten Dienste zwischen den Objekten.

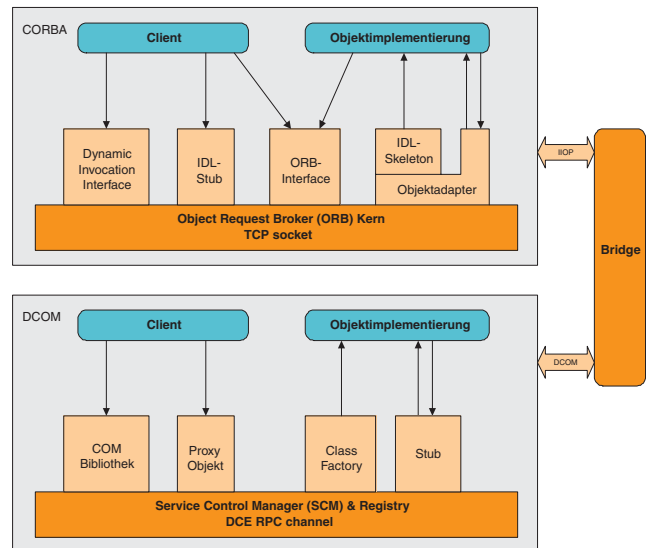


Abb. 4: Common Object Request Broker Architecture (CORBA) und Distributed Component Object Model (DCOM)

Die bekanntesten Middleware-Konzepte für verteilte Objekte sind CORBA der Object Management Group (OMG) und DCOM von Microsoft (vgl. Abbildung 4). Detaillierte Beschreibungen und Vergleiche der beiden Technologien sowie Möglichkeiten zu deren Kopplung über *Bridges* findet man unter anderem in (OMG 2001; Sessions 1998; Chung et al. 1998).

Mit den Techniken zur Funktionsintegration lassen sich bestehende Systeme gezielt von außen um Komponenten ergänzen. Dies ist insbesondere für die Produktion und Verarbeitung raumbezogener Daten von Bedeutung (Timm et al. 1998). Geoinformationssysteme verfügen über eine ausgereifte Basistechnologie für den Umgang mit raumbezogenen Daten. Für die Bearbeitung konkreter Anwendungsfälle bedarf es in der Regel einer Erweiterung dieser Basistechnologie, zum Beispiel um spezielle numerische oder statistische Verfahren. Anstelle einer Erweiterung des GIS um diese Funktionen besteht durch Funktionsintegration die Möglichkeit, auf bestehende Komponenten zurückzugreifen, soweit diese eine Architektur zur Funktionsintegration unterstützen. Um darüber hinaus eine Austauschbarkeit von GIS-Komponenten nach dem Baukastenprinzip zu ermöglichen, muss die Definition der Komponenten-Schnittstellen standardisiert sein. Eine Spezifikation standardisierter Schnittstellen für interoperable GIS-Komponenten findet im Rahmen des OpenGIS Prozesses statt (Ladstätter 1999).

2.2.4 Prozessintegration und Workflow-Management

Mit der Daten- und Funktionsintegration ist die technische Infrastruktur für eine integrierte Abwicklung von

Geschäftsprozessen geschaffen. Ein Geschäftsprozess beschreibt die mit der Bearbeitung eines bestimmten Objektes verbundenen Funktionen, beteiligten Organisationseinheiten, benötigten Daten und die Ablaufsteuerung der Ausführung (Scheer 1994). Auf der Basis der Daten- und Funktionsintegration kann die Bearbeitung eines Geschäftsprozesses zwar stark vereinfacht werden, die Aneinanderreihung der einzelnen Arbeitsschritte bleibt jedoch den Benutzern überlassen. Ein weiterer Schritt zur automatisierten Abwicklung von Geschäftsprozessen kann durch eine anwendungsübergreifende Ereignissteuerung erreicht werden. Dabei werden die einzelnen Anwendungsbausteine über Prozessmodelle miteinander gekoppelt.

Die technische Realisierung einer anwendungsübergreifenden Ereignissteuerung ist durch *Workflow-Management-Systeme* (WfMS) gegeben. Die wesentlichen Komponenten eines WfMS sind im Referenzmodell der *Workflow Management Coalition* (WfMC) (Abbildung 5) spezifiziert (WfMC 1995).

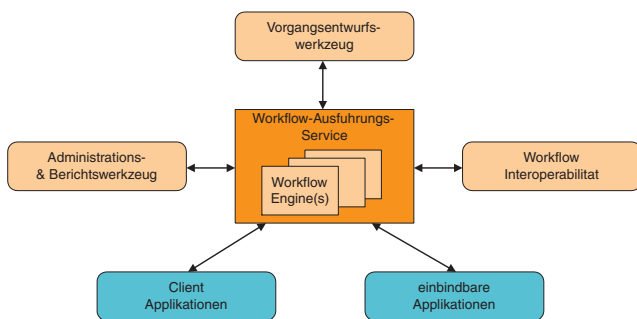


Abb. 5: Workflow-Referenzmodell der WfMC

Das Vorgangsentwurfswerkzeug ermöglicht die Abbildung von Geschäftsprozessen in die Strukturen eines WfMS über eine allgemeinverständliche Schnittstelle. Kern des WfMS ist der *Workflow-Ausführungsservice* (*Workflow Enactment Service*), der die Prozessbeschreibungen interpretiert und die Instantiierung der einzelnen Prozesse sowie die Aneinanderreihung der einzelnen Aktivitäten gemäß der Prozessdefinition vornimmt (WfMC 1995). Zur Bearbeitung von Vorgängen, die keine Interaktion erfordern, können einbindbare Applikationen (*Invoked Applications*) durch den Ausführungsservice automatisch herangezogen werden. Ein Überblick über die Komponenten des WfMC Referenzmodells sowie eine Klassifikation der am Markt vorhandenen Systeme finden sich in (Weiß und Krcmar 1996).

2.3 Nutzen und Probleme der Integration

Der entscheidende Vorteil einer Integration auf der Basis von Middleware gegenüber einer vollständigen Neuimplementierung aller Anwendungen ist die Möglichkeit

auf der Grundlage der vorhandenen Datenbestände und Anwendungen zu arbeiten (Investitionsschutz für Altgüter). Lediglich die Middleware selbst und notwendige Erweiterungen an bestehenden Anwendungen müssen hinzugefügt werden.

Durch die integrierte Verarbeitung besteht die Möglichkeit zum Abbau von Redundanzen auf Daten- und Funktionsebene, soweit dies die Autonomie der lokalen Systeme nicht einschränkt. Objekte und Objektattribute, die mangels direkter Zugriffsmöglichkeiten redundant geführt werden müssten, können durch integrierte Verarbeitung minimiert werden. Verbleibende redundant geführte Objekte können durch eine globale Integritätsüberwachung konsistent gehalten werden. Abhängigkeiten zwischen Daten aus unterschiedlichen lokalen Systemen werden auf globaler Ebene überprüft (Conrad 1997).

Auf funktionaler Ebene entstehen neue Möglichkeiten zur Analyse, Auskunft und Fortführung unter Ausnutzung der Integration. Der Abbau funktionaler Redundanzen vermindert den Aufwand für Softwarewartung und -pflege. Die Verwendung standardisierter Schnittstellentechniken erlaubt den Austausch einzelner Komponenten einer integrierten Lösung, so dass die Gefahr der Abhängigkeit von einem einzelnen Hersteller reduziert wird.

Auf Prozessebene schafft die Integration eine ganzheitliche Sichtweise auf Arbeitsabläufe. Die Automatisierung und stärkere Verkettung von Tätigkeiten reduziert Durchlaufzeiten. Schließlich liefert die digitale Steuerung von Arbeitsabläufen durch Angabe des bisherigen Bearbeitungsstandes und Informationen zum nächsten Prozessschritt eine höhere Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Bearbeitungsvorgänge (Bachmann et al. 2001).

Erwähnt sei an dieser Stelle auch die vereinfachte Realisierung sogenannter Innovationsprodukte, wie beispielsweise E-Business Lösungen, durch den Einsatz von EAI-Middleware. Die Abläufe zum Betreiben einer E-Business Lösung lassen sich auf die vorgestellten elementaren Integrationstypen zurückführen (Zahavi 2000).

Die Nachteile einer Integration bestehender Applikationen liegen in der hohen Komplexität gewachsener Strukturen und der damit verbundenen Gefahr der Unübersichtlichkeit. Bevor mit der Integration auf technischer Ebene begonnen werden kann, ist daher eine gründliche Analyse der bestehenden Geschäftsprozesse erforderlich. Die gesteigerte Abhängigkeit integrierter Anwendungen erhöht die Störanfälligkeit des Gesamtsystems für Fehler in Einzelkomponenten.

Der Zusammenschluss bisher getrennter Datenbestände kann zu unerwünschten oder rechtlich unzulässigen Zugriffs- und Analysemöglichkeiten führen. Ein integriertes Autorisierungs- und Sicherheitskonzept, das die lokalen Autorisierungssysteme zusammenführt und ergänzt, ist daher erforderlich.

3 Anwendung der Integrationskonzepte

3.1 Die integrierte ALK-Lösung bei der Stadt Hagen und dem Ennepe-Ruhr-Kreis

Die integrierte ALK-Lösung setzt die Prinzipien der Enterprise Application Integration auf der Basis des ALK/ALB Modells um.

Die verwendeten Systeme zur Datenhaltung sind

- das relationale DBMS von Informix für die Daten des ALB und der Punktdatei und
- das objektrelationale versionsverwaltete DBMS (VMDS) von GE Smallworld für die raumbezogenen Daten der ALK.

Die Datenbanken sind mit einem SQL Server ausgestattet, so dass ein Zugriff für ODBC-fähige Applikationen möglich ist.

Integrationsplattform zur Verknüpfung der Datenbanken und Anwendungen ist die Core Spatial Technology von GE Smallworld; sie dient zugleich als GIS-Basismodul für die Fachschale Kataster ALK NRW von Sofion und die Homogenisierungskomponente KATHOM des Geodätischen Instituts der RWTH Aachen. Zur Verarbeitung des ALB wird die Komponente ALB Relational der KDZ Siegen Wittgenstein verwendet. Die Führung des Punktnachweises geschieht mit der Java-basierten Applikation GEOi[2000] von DCS Computer Systeme.

Abbildung 6 veranschaulicht, wie die Komponenten der integrierten ALK-Lösung über Middleware miteinander verzahnt sind. Die Datenintegration zwischen GIS, ALB und Punktdatei erfolgt mittels ODBC. Dabei werden Teile der lokalen Datenbankschemata aus Punktdatei und ALB mit dem Datenbankschema der ALK zu einem globalen föderierten Datenbankschema integriert (vgl. Abbildung 7 und 8). Diese Schemaintegration erlaubt es, auf globaler Ebene Integritätsbedingungen zu überprüfen, datenbankübergreifende Relationen zu definieren und die Erscheinungsweise der Objekte verteilungstranspa-

rent für den GIS-Benutzer zu gestalten. Zur Integration der Funktionen von ALB und Punktdatei in das GIS wird die OLE/COM Technologie verwendet.

3.1.1 Anwendung der Integration von ALK und Punktdatei

Die Datenintegration zwischen ALK und Punktdatei ermöglicht einen kontinuierlichen Abgleich zwischen den redundant geführten Objekten der beiden Datenbestände. Wie in der Abbildung 7 dargestellt, existiert im konsistenten Zustand zu jedem nummerierten Punktobjekt der ALK ein Objekt im Punktnachweis. Die Zuordnung zwischen den Objekten kann eindeutig über das Punktkennzeichen vorgenommen werden.

Aus der Modellierung der Klasse »Punktdatei Lage« und deren Assoziation zum »Punktdatei Punkt« geht hervor, dass zu jedem Punktobjekt multiple Punktlagen existieren können. Mit Hilfe einer zentral verwalteten Prioritätenliste wird aus der Menge der zu einem Punkt vorhandenen Punktlagen ein Element zur Darstellung in der Liegenschaftskarte ausgezeichnet. Ist der Zustand von ALK und Punktdatei konsistent, stimmen Lagestatus und Objektkoordinate in beiden Datenbeständen überein.

Die Datenintegration ermöglicht die Identifikation inkonsistenter Zustände zwischen den Objekten der Datenbestände und macht sie für den Benutzer graphisch sichtbar. Inkonsistenzen bezüglich nicht raumbezogener Attribute kann das System automatisch auflösen. Bei Änderungen an Attributen mit Raumbezug, wie der Objektkoordinate eines nummerierten Punktes der ALK, ist zu überprüfen, ob die Beseitigung des Konfliktes zu einer Verletzung des Prinzips der Nachbarschaft führt. In diesem Fall muss der Abgleich zwischen ALK und Punktdatei um einen nachbarschaftstreuen Ansatz zur Anpassung der Kartengeometrien erweitert werden. Daher ist der Prozess des Abgleichs zwischen ALK und Punktdatei mit der Homogenisierungskomponente KATHOM gekoppelt worden (vgl. Abschnitt 3.2).

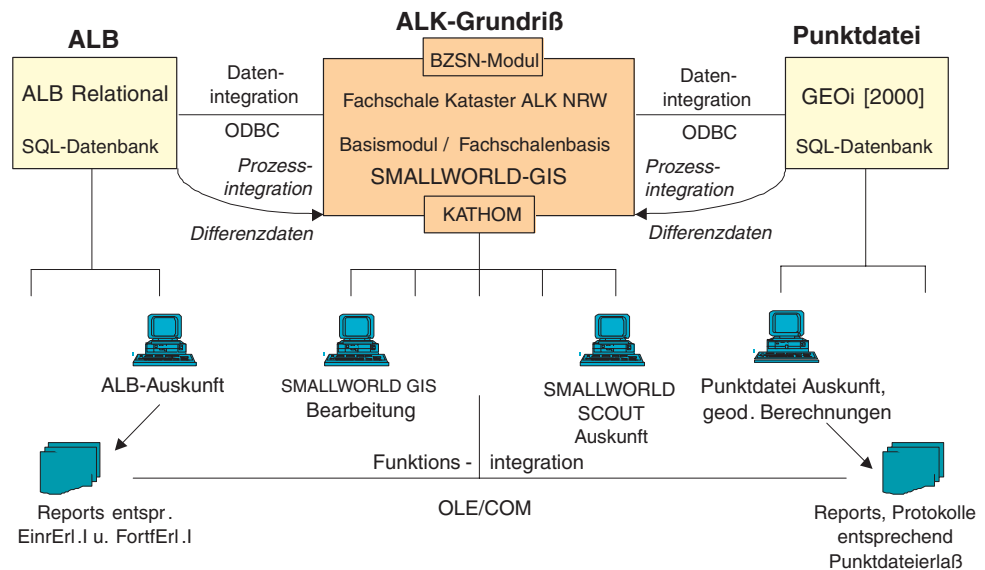


Abb. 6: Komponenten der integrierten ALK-Lösung und deren Kopplung (Sofion AG 2000)

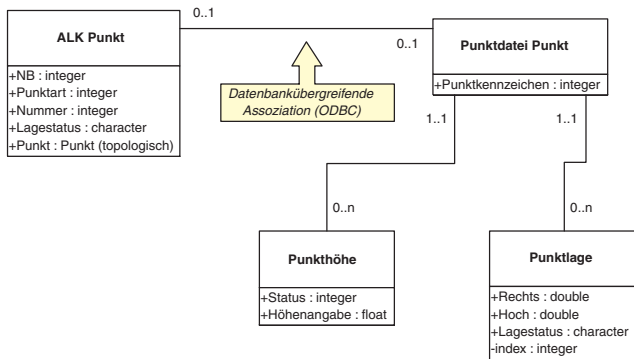


Abb. 7: Statisches UML Diagramm zur Datenintegration zwischen ALK und Punktdaten

Für den Benutzer wird die Integration auf Objektebene in Form zusätzlicher Objekteditoren in der GIS-Umgebung sichtbar. Der Objektklasseneditor zum nummerierten Punkt der ALK besitzt ein zusätzliches Verknüpfungsfeld »Punktdaten-Punkt«. Hinter der Verknüpfung verbirgt sich die in Abbildung 7 dargestellte datenbankübergreifende Assoziation zur entsprechenden Klasse des Punktnachweises. Der Zugriff auf die Objekte des Punktnachweises gestaltet sich für den GIS-Benutzer transparent bezüglich des physischen Speicherortes der Objekte; ob die Objekte in der nativen Datenbank des GIS oder in fremden, über ODBC angebotenen Datenbanken gespeichert sind, ist nicht erkennbar.

Bei der Funktionsintegration zwischen ALK und Punktdaten fungiert die Punktdaten-Applikation als OLE-Server und stellt ihre Funktionen für die Erstellung von Druckprotokollen der GIS-Applikation zur Verfügung. Auf der Basis der bestehenden Implementierungen können auf diese Weise die räumlichen Analyse- und Auswahlmöglichkeiten des GIS mit den fachspezifischen Algorithmen der Punktdaten integriert werden.

3.1.2 Anwendung der Integration von ALK und ALB

Die Integration von ALK und ALB erfolgt analog zur Integration von ALK und Punktdaten. Die integrierten Ob-

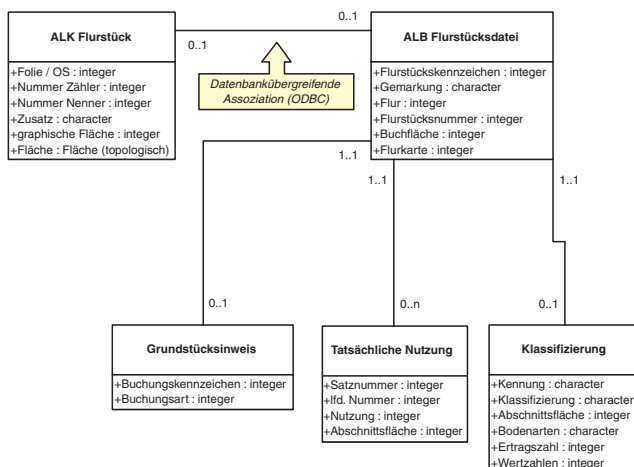


Abb. 8: Statisches UML Diagramm zur Datenintegration zwischen ALK und ALB

jekte der beiden Datenbestände sind aus Abbildung 8 ersichtlich. Automatisiert können beispielsweise Nutzungsobjekte aus dem ALB in die ALK übertragen, Objektkoordinaten des ALB mit Werten aus der ALK aktualisiert oder Eigentümer zu einem ALK Flurstück abgefragt werden (Sofion AG 2000).

3.1.3 Prozessintegration: Das Konzept der kontrollierten Fortführung

Das Konzept der kontrollierten Fortführung verbindet die Applikationen der integrierten ALK-Lösung mit der Versionsverwaltung der GE Smallworld Datenbank (VMDS). Das Verfahren der Versionierung ermöglicht multiple Langzeittransaktionen innerhalb der Datenbank (Easterfield et al. 1990). Die Versionierung von Datenbanken kann folgendermaßen zusammengefasst werden (Worboys 1995):

- Jeder Benutzer kann über seine eigenen Versionen der Datenbank verfügen.
- Jede Version wird vollständig in der Datenbank gehalten (keine physisch separaten Extraktdateien).
- Bei Änderungen innerhalb einer Version wird eine Kopie des originären Objektes angelegt. Die geänderte Kopie wird Bestandteil der Benutzerversion.
- Unterschiedliche Versionen teilen sich die meisten Daten, nur geänderte Objekte werden separat gehalten.
- Am Ende einer Transaktion wird die geänderte Version in das Original integriert, wobei Konflikte innerhalb der Datenbank bereinigt werden.

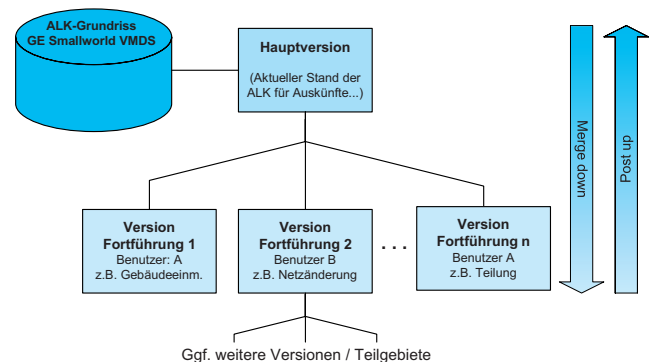


Abb. 9: Kontrollierte Fortführung mit der Versionsverwaltung des VMDS

In Abbildung 9 ist eine typische hierarchische Anordnung von Versionen in der Struktur eines Baumes dargestellt. Die Hauptversion (Wurzel des Baumes) enthält den aktuellen Stand der ALK. Vor der Bearbeitung eines bestimmten Gebietes wird durch die kontrollierte Fortführung eine neue Version im ALK Datenbestand angelegt. Sämtliche Änderungen, die der Anwender im Rahmen einer konkreten kontrollierten Fortführung vornimmt, wirken sich zunächst nur auf die zugehörige Datenbankversion aus. Im Anschluss an die Bearbeitung eines bestimmten Gebietes werden die Änderungen an den Objekten der ALK auf Konsistenz und Integrität untersucht.

Dabei wird sowohl die innere Konsistenz der Objekte der ALK, als auch die äußere Konsistenz zwischen den redundant geführten Objekten aus ALK, ALB und Punktdaten überprüft.

Erst nach erfolgreicher Konsistenz- und Integritätsprüfung der Fortführungsversion erfolgt die eigentliche Aktualisierung der ALK, indem die Änderungen in die Hauptversion eingearbeitet werden (*post up*).

3.2 Anwendungsbeispiel: Netztransformation mit KATHOM

Der folgende Abschnitt soll verdeutlichen, wie die Aufgabe des Lagebezugssystemwechsels (Netztransformation) mit der integrierten ALK-Lösung bearbeitet werden kann. Neben dem numerischen Problem der Umformung zwischen ungleichartigen Koordinaten ist die Homogenisierung von Katasterdaten mit einem hohen organisatorischen Aufwand verbunden. Unter Verwendung der Integration zur Punktdaten findet eine automatische Aktua-

lisierung der ALK mit den Koordinaten des Zielsystems (Ziellagestatus) sowie ein Rückfluss transformierter Koordinaten in die Punktdaten statt. Die Transformation eines gesamten ALK-Datenbestandes (Stadt-/Kreisgebiet) in einem Schritt ist aufgrund der umfangreichen Datenmengen nicht praktikabel. Es ist daher ein spezielles Verfahren zur sequentiellen Bearbeitung großräumiger Transformationen entwickelt worden. Die Architektur des Programms KATHOM ist aus Abbildung 10 ersichtlich. Benutzerschnittstelle, Vor- und Nachverarbeitung sind in der Programmiersprache Magik als Softwarekomponenten des Smallworld GIS implementiert, wohingegen für die numerische Lösung der Ausgleichung eine integrierte Fortran 90 Applikation verwendet wird (Benning et al. 2000).

3.2.1 Umformung zwischen Lagebezugssystemen mittels Homogenisierung

Der Wechsel zwischen zwei Lagebezugssystemen ist ein Transformationsproblem ungleichartiger Koordinaten. Es

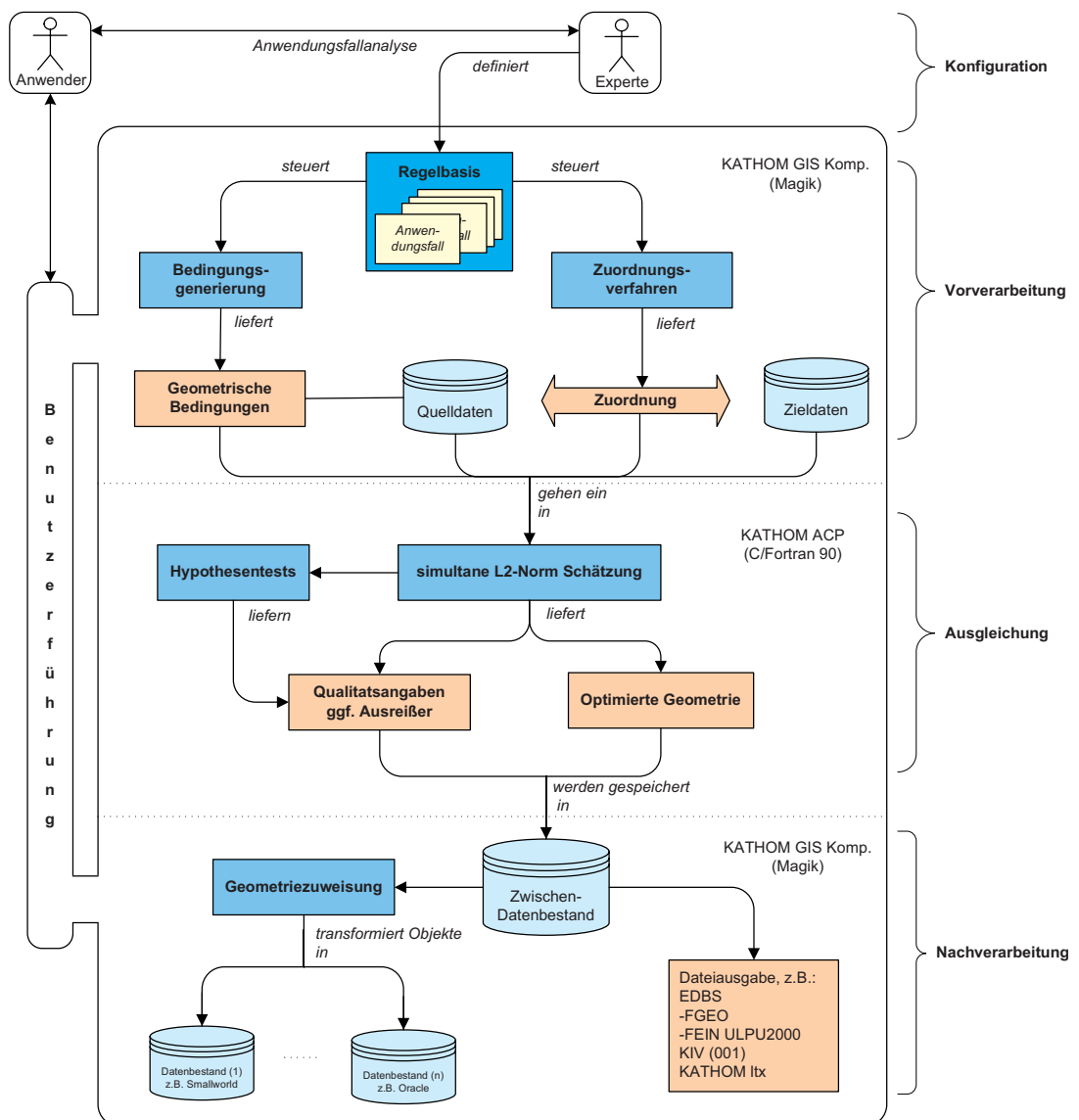


Abb. 10: Aufbau der Homogenisierungskomponente KATHOM

besteht kein exakter mathematischer Zusammenhang zur Umrechnung zwischen den Koordinaten der Systeme. Die Entstehung der verschiedenen Referenz- und Koordinatensysteme der deutschen Grundlagenvermessung kann unter anderem in (Schmidt 1995) nachvollzogen werden. Für die Umformung der Koordinaten der Punkte aus dem Startsystem in das Zielsystem verwendet KATHOM einen überbestimmten Transformationsansatz. Durch eine Verteilung der in den Stützpunkten der Transformation auftretenden Restklaffen auf benachbarte Umformungspunkte bleibt die Nachbarschaftstreue im Zielsystem gewahrt (Benning 1995, Hettwer und Benning 2000). Die daraus resultierende Transformation zwischen Start- und Zielsystem ist nicht linear, so dass geometrische Beziehungen wie Geradheiten oder rechte Winkel im Allgemeinen keine Invarianten der Transformation bilden. Zur Erhaltung geometrischer Relationen werden daher Bedingungsgleichungen formuliert, die gemeinsam mit den Beobachtungen aus dem Startsystem sowie den Gleichungen zur Berücksichtigung der Nachbarschaftsverhältnisse in einen simultanen Ausgleichungsansatz eingehen:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{y}_{Dig} \\ \mathbf{y}_{Bed} \\ \mathbf{y}_{Ver} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{e}_{Dig} \\ \mathbf{e}_{Bed} \\ \mathbf{e}_{Ver} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{X}_{Dig/Koord} & \mathbf{X}_{Dig/Trans} \\ \mathbf{X}_{Bed/Koord} & \mathbf{0} \\ \mathbf{X}_{Ver/Koord} & \mathbf{0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_{Koord} \\ \beta_{Trans} \end{pmatrix}$$

3.2.2 Ablauf der Applikations-Integration am Beispiel der Netztransformation

Die integrierte Bearbeitung des Lagebezugssystemwechsels wird in Abbildung 11 durch ein Sequenzdiagramm veranschaulicht. Ein Sequenzdiagramm visualisiert den zeitlichen Verlauf der Kommunikation zwischen Objekten. Diese, dargestellt durch gestrichelte Linien, sind im vorliegenden Fall die Punktdaten-Anwendung, das GIS (ALK) und die Homogenisierung KATHOM. Nachrichten, die zwischen den Objekten ausgetauscht werden, sind durch Pfeile repräsentiert. Der Steuerungsfokus ist durch breite, nicht ausgefüllte (oder graue) senkrechte Balken dargestellt und symbolisiert, welches Objekt gerade aktiv ist (Oestereich 1997).

Der Wechsel des Lagebezugsystems beginnt in der Punktdaten mit der Neuberechnung ausgewählter Punkte im Zielsystem und der anschließenden Plausibilisierung und Übernahme der neuen Koordinaten in die Punktdaten-Datenbank.

Im GIS wird eine Instanz einer kontrollierten Fortführung angelegt. Innerhalb der kontrollierten Fortführung wird ein neues Verfahren zur Homogenisierung mit dem Anwendungsfall »Netztransformation« erzeugt. Die Homogenisierung ist über ein Regelwerk parametrisierbar (vgl. Abbildung 10), für jeden Anwendungsfall kann so

ein spezieller Umgang mit den Objekten aus ALK und Punktdaten definiert werden. Nach der Festlegung des Bearbeitungsgebietes (Modell) ermittelt die Homogenisierung die Differenzen zwischen Punktdaten und ALK durch zwei räumliche Abfragen in beiden Datenbeständen. In der Punktdaten wird dabei ausschließlich nach Elementen mit den Lagestatus des Zielsystems gesucht. Sie bilden die Sollpunkte der Transformation; die Elemente der ALK gehen in der Regel als Beobachtungen in die Ausgleichung ein.

Nach erfolgreicher Ausgleichung und Analyse werden die Schätzwerte der Koordinaten in die ALK übertragen. Die Änderungen an den Objekten der ALK wirken sich zunächst nur auf die Version der aktuellen kontrollierten Fortführung aus (vgl. Abschnitt 3.1.3). Für einige Objekte des Punktnachweises werden durch die Homogenisierung erstmals Koordinaten im Zielsystem ermittelt. Diese »transformierten Punkte« werden vor dem Abschluss der kontrollierten Fortführung in die Punktdaten übernommen.

Mit dem Abschluss der kontrollierten Fortführung endet die lange Transaktion in der ALK-Datenbank, die Ergebnisse der Homogenisierung werden in die Hauptversion der ALK-Datenbank übernommen.

Ein Problem stellt hierbei die Heterogenität der Transaktionsmodelle von GIS (lange Transaktionen) und Punktdaten (kurze Transaktionen) dar. Die Aktualisierung der Punktdaten muss vor dem Abschluss der kontrollierten Fortführung, respektive der Aktualisierung der ALK Hauptversion, durchgeführt werden, da andernfalls die globale Konsistenz- und Integritätsprüfung fehlschlägt. Zur Aktualisierung der Punktdaten hingegen muss die entsprechende kurze Transaktion abgeschlossen sein, wodurch die Atomarität der globalen Transaktion verletzt wird (Conrad 1997). Im kritischen Fall eines nicht erfolgreichen Abschlusses der globalen Transaktion (GIS) würden nicht sämtliche Änderungen an den gespeicherten Daten (Punktdaten) automatisch rückgängig gemacht. Jedoch sind die Änderungen an den Daten bekannt, so dass eine kurze Folgetransaktion zum Löschen der Änderungen in der Punktdaten aufgesetzt werden kann.

Am Ende der Netztransformation mit den Mitteln der integrierten ALK-Lösung steht eine aktuelle, nachbarschaftstreue fortgeführte Liegenschaftskarte, deren Inhalt unmittelbar nach Abschluss der kontrollierten Fortführung innerhalb des Bearbeitungsgebietes vollständig konsistent mit den Daten aus Punktdaten und ALB ist.

4 Bewertung und Ausblick

4.1 Nutzen und Defizite der integrierten ALK-Lösung

Die Prozessintegration ermöglicht eine hohe Aktualität der Liegenschaftskarte. Inkonsistente Zustände zwischen

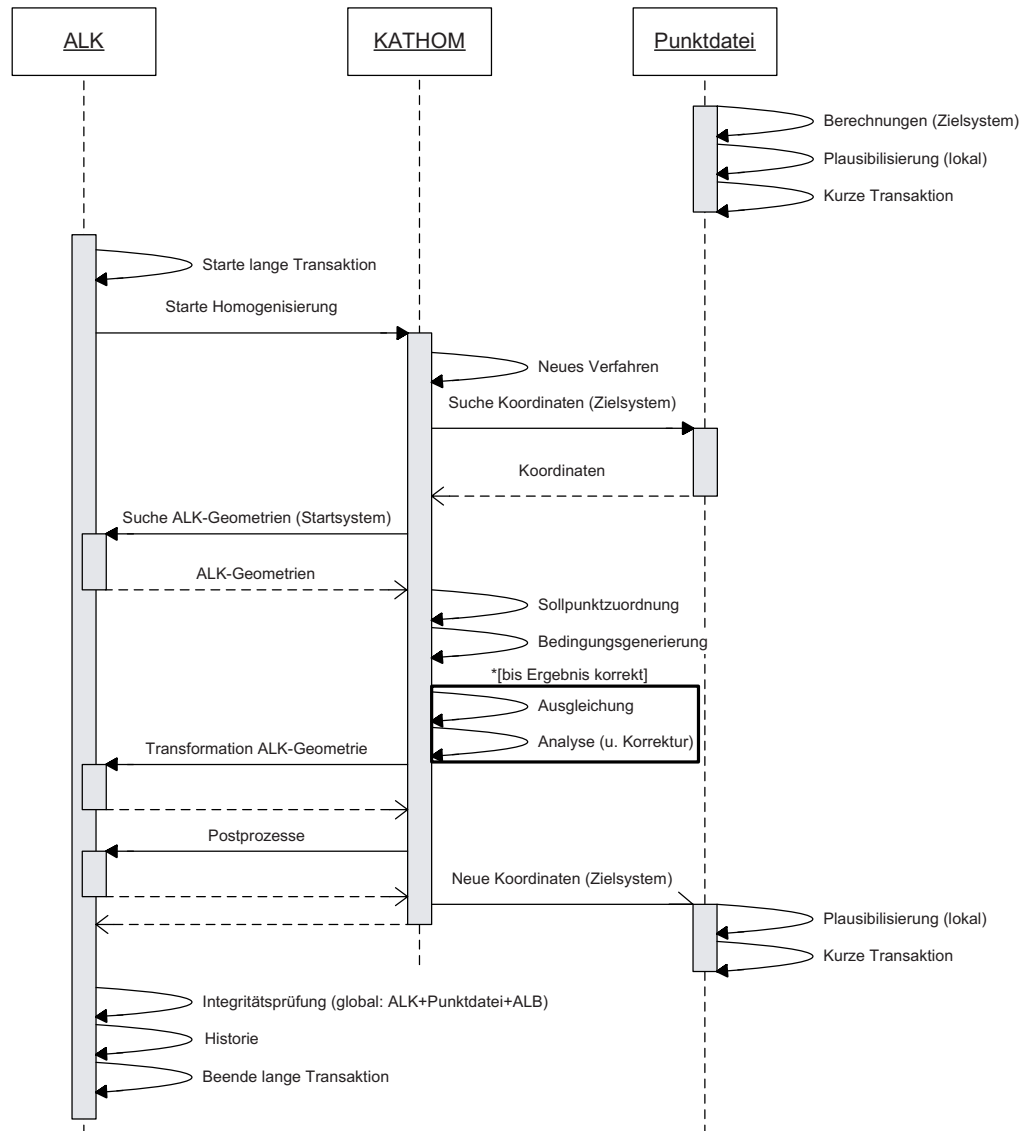


Abb. 11: Generalisiertes UML-Sequenzdiagramm zur integrierten Bearbeitung des Lagebezugssystemwechsels

den Datenbeständen werden aufgedeckt und können automatisiert behoben werden. Durch die Integration der Datenbestände in das GIS stehen dessen Standardwerkzeuge für anwendungsübergreifende Analysen zur Verfügung. Integrierte Auskunftsarbeitsplätze, wie die Auskunftskomponente der KATGIS Lösung (Benning und Scholz 1999) sind damit prinzipiell auch auf Basis des ALK/ALB Modells realisierbar.

Die integrierte ALK-Lösung besteht aus autonomen Teilkomponenten, die in anderen Kontexten und mit anderen Applikationen eingesetzt werden können. Die Komponenten sind über standardisierte Techniken (OLE/COM, SQL/ODBC) miteinander gekoppelt und daher austauschbar. Jedoch sind die Inhalte der Integration, das heißt die Modellierung der Objekte und Funktionen nicht auf Standards abgestimmt, so dass keine echte Software-Interoperabilität vorliegt.

Die Bearbeitung eines einzigen Vorgangs, beispielsweise die Übernahme einer Teilungsvermessung, erfordert im *worst case* die Anlage von drei Projekten in drei unterschiedlichen Applikationen. Die integrierte ALK-Lösung erleichtert die Bearbeitung komplexer, applika-

tionsübergreifender Vorgänge, indem Änderungen zwischen den beteiligten Systemen automatisiert transportiert werden. Eine Steigerung der Effizienz ließe sich durch eine integrierte Vorgangssteuerung mit einem Workflow-Management-System erzielen.

Das Konzept der Versionierung ist, wie in Abschnitt 3.2.2 geschildert, begrenzt auf die GE Smallworld Datenbank. Um die Probleme heterogener Transaktionen in föderierten Datenbanken zu lösen, werden geschachtelte Transaktionsmodelle benötigt (Conrad 1997); alternativ könnte das Konzept der langen Transaktion in allen beteiligten DBMS implementiert werden.

4.2 Von der integrierten Verarbeitung von ALK und ALB zur integrierten Führung mit ALKIS®

Das Amtliche Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS sieht eine vollständige Integration der Daten des Liegenschaftskatasters bereits auf der Ebene des Datenmodells vor (Jäger et al. 1998). Der erhebliche Aufwand zur konsistenten Führung der redundanten Daten aus

ALK/ALB (vgl. vorhergehende Abschnitte) entfällt für das ALKIS Modell daher bereits im Ansatz.

ALKIS bietet jedoch mehr als nur ein redundanzfreies ALK/ALB Modell. Wesentliche Teile der hier vorgestellten Integrationskonzepte werden sich erst mit der Einführung des ALKIS Modells realisieren lassen: So wird mit ALKIS eine Harmonisierung der Datenmodelle von Liegenschaftskataster und topographischer Landesaufnahme erfolgen, wodurch die Voraussetzung zur vertikalen Integration gegeben ist. Die Abstimmung der Modellierung auf internationale Normung (ISO/OGC) wird in einer echten Interoperabilität der beteiligten Softwarekomponenten resultieren. Darüber hinaus wird die Verwendung der OGC Standards die Bereitstellung der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters in einer vernetzten Geodaten-Infrastruktur ermöglichen (Brüggemann 2001).

Mit dem Umstieg der katasterführenden Stellen auf ALKIS-konforme Systeme entsteht ein Bedarf nach Verfahren zur inhaltlichen und strukturellen Überführung (Migration) der ALK/ALB Daten in das ALKIS Datenmodell. Eine Bestandsaufnahme der vorhandenen ALK Datenbestände im Rahmen des Vorhabens GEOBASIS.NRW hat ergeben, dass bei vielen Stellen kein Abgleich zwischen ALK und ALB sowie keine Integration von Punktnachweis und Grundrissnachweis erfolgen (Düren und Paffenholz 2000). Die integrierte ALK-Lösung mit ihren umfangreichen Abgleich- und Prüffunktionen auf der Basis des föderierten ALK/ALB Datenmodells bietet eine starke Unterstützung zur Erfüllung der ALKIS Migrationsvoraussetzungen.

Literatur

Bachmann, J., M. Hoffmann, K. Krämer, A. Misch und B. Münker: Workflow für das lernende Unternehmen – für, mit und aus Workflow lernen. Herrmann, Th., A.-W. Scheer und H. Weber (Hrsg.), *Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen*, Band 4, Physica, 11–34, 2001.

Benning, W.: Nachbarschaftstreu Restklaffenverteilung für Koordinatentransformationen. *zfv*, 120:16–25, 1995.

Benning, W. und Th. Scholz: KATGIS – eine Realisierung des ALKIS-Entwurfs als Geo-Informationen-System. *zfv*, 124:173–182, 1999.

Benning, W., J. Hettwer und S. Kampshoff: Homogenisierung digitaler Daten in einer GIS-Umgebung. *Festschrift anlässlich der Vollendung des 65. Lebensjahres von Prof. Dr.-Ing. Bernhard P. Wrobel*, Heft Nummer 10 der Reihe Schriftenreihe Fachrichtung Geodäsie, Technische Universität Darmstadt, 25–34, 2000.

Brüggemann, H.: Eine Geodaten-Infrastruktur für Nordrhein-Westfalen. *zfv*, 126:181–186, 2001.

Chung, P. E., Y. Huang, S. Yajnik, D. Liang, C. J. Shih, C.-Y. Wang und Y.-M. Wang: DCOM and CORBA Side by Side, Step by Step and Layer by Layer. *C++ Magazine*, 10(1):18–29, 1998.

Conrad, S.: *Föderierte Datenbanksysteme – Konzepte der Datenintegration*. Springer, 1997.

Düren, U. und P. Paffenholz: Die Migration von ALK und ALB nach ALKIS – Werkstattbericht der AG Migration. *NöV*, 33(2):115–125, 2000.

Easterfield, M.E., R.G. Newell und Theriault D.G.: Version Management in GIS: Applications and Techniques. In: *EGIS '90*. Amsterdam, 1990.

Geiger, K.: *Inside ODBC – Der Entwicklerleitfaden zum Industriestandard für Datenbankschnittstellen*. Microsoft Press, 1995.

Goodson, J.: Using XML with Existing Data Access Standards. *EAI Journal*, 2000. <http://www.eaijournal.com>.

Hettwer, J. und W. Benning: Nachbarschaftstreu Koordinatenberechnung in der Kartenhomogenisierung. *AVN*, 107:194–197, 2000.

Jäger, E., A. Schleyer und R. Ueberholz: AdV-Konzept für die integrierte Modellierung von ALKIS und ATKIS. *zfv*, 123:176–193, 1998.

Ladstätter, P.: OpenGIS: Prozesse, Modelle und Spezifikationen. *zfv*, 124:9–17, 1999.

Linthicum, D.: Enterprise Application Integration from the Ground Up. *Software Development*, 1999. <http://www.sdmagazine.com/articles/1999/>.

Linthicum, D. S.: EAI – Application Integration Exposed. *Software Magazine*, 2000. <http://www.softwaremag.com/>.

Mertens, P.: *Integrierte Informationsverarbeitung*, Band 1. Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie. Gabler, Wiesbaden, 10. Ausgabe, 1995.

OGC: OpenGIS Simple Features Specification for SQL, 1999. <http://www.opengis.org/techno/specs/99-049.pdf>.

OGC: Geography Markup Language (GML) 2.0, 2001. <http://www.opengis.net/gml/>.

OMG: The Common Object Request Broker: Architecture and Specification. Revision 2.5, 2001. <http://www.omg.org>.

Rahm, E.: *Mehrrechner-Datenbanksysteme: Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung*. Oldenbourg, 1994.

Scheer, A.-W.: Was ist Business Process Reengineering wirklich? *Prozessorientierte Unternehmensmodellierung*, Band 53 der Reihe Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden, 5–10, 1994.

Scheer, A.-W., R. Rolles und D. Wagner: Die zukünftige Rolle des Workflow Managements beim ganzheitlichen Geschäftsprozessmanagement. Herrmann, T., A.-W. Scheer und H. Weber (Hrsg.), *Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen*, Band 4, Physica, 155–168, 2001.

Schmidt, R.: Referenz- und Koordinatensysteme in der deutschen Grundlagenvermessung. *NöV*, 28:23–67, 1995.

Schorr, H. und S. J. Stolfo: Towards the digital government of the 21st century, 1997. <http://www.isi.edu/nsf/final.html>.

Sessions, R.: *COM and DCOM: Microsoft's vision for distributed objects*. John Wiley & Sons, 1998.

Sofion AG: Integrierte Katasterlösung: Von der Datenintegration zur Prozessintegration, 2000. <http://www.sofion.de/>.

Oestereich, B.: *Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language*. Oldenbourg, 3. Ausgabe, 1997.

Timm, C., C. Riedemann, C. Brox und W. Kuhn: Möglichkeiten und Grenzen von GIS-Komponententechnologie in der Geodatenproduktion. In: Strobl, J. und F. Dollinger (Hrsg.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*. H. Wichmann Verlag, Salzburg. Beiträge zum AGIT Symposium, 1998.

Vretanos, P. (ed.): OpenGIS Discussion Paper 01-023: Open GIS Web Feature Service Draft Candidate Implementation Specification 0.012. *Open GIS Consortium*, 2001. <http://www.opengis.org/techno/discussions.htm>.

W3C: Extensible Markup Language (XML), 2001. <http://www.w3.org/XML/>.

Weiß, D. und H. Krcmar: Workflow-Management: Herkunft und Klassifikation. *Wirtschaftsinformatik*, 38(5):503–513, 1996.

WfMC: Reference Model – The Workflow Reference Model (WFMC-TC-1003, 1.1), 1995. <http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>.

Worboys, M. F.: *GIS: A Computing Perspective*. Taylor and Francis, 1995.

Zahavi, R.: *Enterprise Application Integration with CORBA*. John Wiley & Sons, 2000.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Stefan Kampshoff
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Benning
 Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
 Geodätisches Institut
 Templergraben 55, D-52056 Aachen
 E-Mail: stefan@gia.rwth-aachen.de
 E-Mail: benning@gia.rwth-aachen.de