

# Realisierung eines objekt-relationalen Datenmodells für Planung und Management der Freizeit- und Erholungsinfrastruktur

Julia MOSER, Sebastian JUNGHANN

(Universität Salzburg, FB Geographie, Geologie und Mineralogie, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg, julia.moser@sbg.ac.at  
Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, Steyrergasse 30, A-8010 Graz, sjung@sbox.tugraz.at)

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein konkreter Vorschlag für ein georeferenziertes, objekt-relationales Datenmodell für Planung und Management der Freizeit- und Erholungsinfrastruktur vorgestellt. Das unter Verwendung einer modernen Modellierungssprache (Unified Modeling Language) entwickelte Datenmodell wurde prototypisch in Form einer Geodatenbank (ESRI Personal Geodatabase) realisiert, auf die über ein gängiges Geoinformationssystem (ESRI ArcGIS) zugegriffen werden kann. Die bei der Realisierung des Datenmodells gewonnenen Erkenntnisse werden vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf logischen Problemen zur strukturierten Beschreibung des komplexen Beziehungsgeflechts von Infrastrukturelementen. Methodik und Werkzeuge (CASE Tools) der Datenmodellierung und des Datenbankentwurfs werden unter dem Gesichtspunkt der Geodatenmodellierung beleuchtet. Abschließend wird die Praxisrelevanz des Datenmodells anhand von Einsatzmöglichkeiten im Bereich von Schutzgebieten umrissen.

## 1 EINLEITUNG

Zunehmende Veränderungen im Freizeitverhalten der Gesellschaft und in den Anforderungen an Infrastrukturelemente (ISE) stellen eine große Herausforderung für Planung und Management von Freizeit- und Erholungsnutzung dar. Neben der Bereitstellung von Infrastrukturelementen besteht insbesondere in Schutzgebieten großer Planungsbedarf aufgrund zunehmender Belastungen des Naturhaushalts durch den Menschen und den daraus resultierenden Konflikten.

Der Entscheidungsprozess für die in diesem Kontext relevanten planerischen Maßnahmen bzw. die Inventarisierung existierender Infrastrukturelemente können durch digitale Planungsgrundlagen wesentlich unterstützt werden. In der Literatur wird allerdings der praktische Einsatz digitaler Planungsgrundlagen, wie Geodatenbanken bzw. Geoinformationssysteme, im Bereich der Freizeit- und Erholungsnutzung bisher als gering bewertet. Neben dem immer noch offensichtlichen Mangel an existierenden Datenbanklösungen zur computergestützten Abbildung räumlicher, zeitlicher und nutzungsspezifischer Formen der Freizeit- und Erholungsnutzung liegen verfügbare Datenbestände zumeist auch in inkonsistenter Form vor (vgl. GILES 2003). Aktuelle Veröffentlichungen im Bereich der angewandten Geowissenschaften bieten aber mittlerweile fundierte Überlegungen theoretischer und praktischer Art, um die Realisierung einsatzfähiger digitaler Planungsgrundlagen zu ermöglichen (vgl. u. a. FECHT 2005, HENNIG 2005a, HENNIG 2005b).

Das im Folgenden präsentierte Datenmodell soll einen weiterführenden Beitrag zur Diskussion leisten, wie Infrastrukturelemente für Freizeit- und Erholungsnutzung modelliert werden können. Es stellt eine Prototyprealisierung einer digitalen Planungsgrundlage dar. Als konzeptuelle Basis für die Modellierung dienten facheinschlägige Literatur, Expertenwissen aus Gemeinden und Tourismusverbänden, Kartenmaterial, Studien sowie Beschreibungen zu vorhandenen Projekten. Davon ausgehend erfolgte eine Bestandsaufnahme relevanter Infrastrukturelemente der Freizeit- und Erholungsnutzung. Diese wurden im Rahmen der Datenmodellierung so abgebildet, dass anhand des resultierenden Datenmodells planungsrelevante Information generiert werden kann. Relevante Daten können somit wohlstrukturiert abgelegt und nutzbringend in den Planungsprozess eingebracht werden.

Eine ausführliche Argumentation der Thematik bzw. Vorstellung des Datenmodells ist bei MOSER (2005) zu finden.

## 2 METHODIK UND WERKZEUGE

Die in dieser Arbeit vorgestellte digitale Planungsgrundlage wurde konzeptuell als objekt-relationales Datenmodell entwickelt. Der objekt-relationale Ansatz führt Konzepte der Objektorientiertheit mit dem klassischen relationalen Ansatz zur Modellierung von Daten zusammen (vgl. BARTELME 2005, S. 332 – 347). Objektorientierte Konzepte eignen sich besser zur Abbildung komplex strukturierter Daten, wie dies insbesondere bei Geodaten der Fall ist, wo einzelne Entitäten sowohl über geometrische, als auch rein semantische Information verfügen. Andererseits gewährt eine strikte Einhaltung relationaler Konzepte einen hohen Grad an Redundanzfreiheit und Konsistenz. Der aus der Verbindung beider Konzepte resultierende objekt-relationale Ansatz bildet die konzeptuelle Basis für die Mehrzahl der aktuell verfügbaren Geodatenbanksysteme bzw. Datenbanksysteme mit Erweiterungen für das Management räumlicher Daten.

Das für die digitale Planungsgrundlage konzeptuell erarbeitete Datenmodell sollte praktisch in Form einer Geodatenbank realisiert werden. Zunächst verfolgten die Autoren dabei den Ansatz, die Datenmodellierung möglichst unabhängig hinsichtlich des letztendlich zu verwendenden Datenbanksystems durchzuführen. In der Praxis stellte sich dies als nur begrenzt machbar heraus. Während die Grundüberlegungen des Modells systemunabhängig übertragbar sind, zeigte sich bei der detaillierten Beschreibung einzelner Entitätsklassen und Beziehungen die Notwendigkeit, Rahmenbedingungen des Zielsystems zu berücksichtigen. Dies betrifft sowohl rein technische Aspekte bzgl. der zu verwendenden Software-Werkzeuge, als auch inhaltliche Aspekte bzgl. der konkreten Art und Weise, wie Datenstrukturen im jeweiligen Zielsystem wiederzugeben sind.

Im Rahmen des Datenmodellierungsprozess von der Konzeption, über Modellierung bis hin zur physischen Umsetzung der Datenbank kam es zu einem intensiven Einsatz der Unified Modeling Language (UML). UML ist ein de facto Notationsstandard für eine graphische Modellierungssprache, die zur Spezifikation, Visualisierung und Dokumentation von Softwaresystemen, aber auch Geschäftsmodellen und anderen nicht-softwarespezifischen Systemen dient (vgl. OMG 2005a,b, JECKLE ET AL. 2004, S.175 – 198). Konkret für den Kontext dieser Arbeit wurden UML-Use-Case-Diagramme im Rahmen der Informations- und Anforderungsanalyse und UML-Klassendiagramme für die Beschreibung der logischen Datenbankstruktur verwendet.

Das vorgeschlagene Datenmodell wurde in Form einer ESRI Personal Geodatabase (PGDB) realisiert. Es handelt sich dabei um eine objekt-relationale, einzelnutzerorientierte Geodatenbank, deren Daten auch über das gängige Desktop-Datenbanksystem Microsoft Access zugegriffen werden können. Für Details zur PGDB sei auf ZEILER (1999) verwiesen. Die Autoren entschieden sich u. a. aufgrund der folgenden Punkte für den Einsatz einer PGDB:

- einfache und schnelle Integration mit einem CASE-Tool, wie Microsoft Visio, das UML unterstützt;
- einfache Integration mit einem gängigen Geoinformationssystem, wie ESRI ArcGIS;
- geringe Einarbeitungszeit bzw. geringer technischer Aufwand, um erste Ziele zu erreichen;
- Interaktion mit Datenbank über graphische Schnittstelle relativ einfach möglich (via ESRI ArcGIS);
- freie Verfügbarkeit von UML-Templates bzw. Add-ons für semantische Prüfung und XMI-Export.

Offensichtliche Defizite der PGDB bzgl. Authentifikation, Autorisierung, Mehrfachnutzerzugriff, Versionierung bzw. Kurz- und Langzeittransaktion sind den Autoren wohl bewusst. Allerdings war es im Rahmen dieses Projekts notwendig, mit geringem technischen Aufwand prototypische Lösungen schnell erstellen zu können. Somit konnte der Fokus der Arbeit verstärkt auf die inhaltliche Arbeit am Datenmodell gelegt werden.

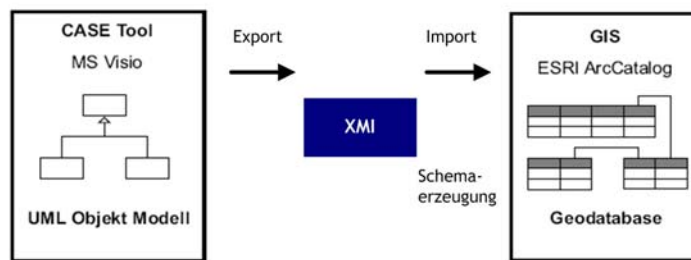


Abb. 5 Arbeitsablauf vom UML Modell zur Datenbank mit MS Visio (nach MCGRAY 2003)

Das Vorgehen für die Realisierung orientierte sich sehr stark am klassischen Datenbankentwurfsprozess (vgl. u. a. KEMPER & EICKLER 2004, S. 32, MOSER 2005, S. 57). Anforderungen potenzieller Nutzer wurden durch persönliche Gespräche und Literaturrecherchen ermittelt und in Form von Use Cases beschrieben. Mittels Use Cases kann generell das funktionale Verhalten eines Systems aus der Sicht der Nutzer („Akteure“) formuliert, sowie anhand der Systeminteraktion der beteiligten externen Akteure bestimmt werden. Die erstellten Use Cases wurden letztendlich graphisch in UML wiedergegeben. Somit waren die Nutzeranforderungen überschaulich dokumentiert, konnten zur Diskussion mit Endanwendern eingesetzt werden bzw. dienten zur wiederkehrenden Selbstkontrolle während des Modellierungsprozesses, um Abweichungen von Zielsetzungen möglichst rechtzeitig vermeiden zu können.

Anhand des erstellten Anforderungsprofils erfolgte mittels Computer Aided Software Engineering (CASE) die Entwicklung des logischen Datenmodells bis hin zur physisch realisierten PGDB. Microsoft Visio – mit integriertem UML-Support erweitert um die von ESRI frei erhältliche UML-Templates und Werkzeuge für semantische Prüfung und XMI-Export – erwies sich in diesem Kontext als mächtiges CASE-Tool für Modellierung von ESRI Geodatabases. Das graphisch in Microsoft Visio entwickelte logische Datenmodell wurde über die XMI (XML Metadata Interchange)-Schnittstelle exportiert. Das so in XML repräsentierte Datenmodell konnte auf semantische Korrektheit geprüft werden, bevor der Import über die XMI-Schnittstelle von ESRI ArcGIS zur Generierung der entsprechenden PGDB erfolgte. Dieser hiermit kurz umrissene Prozess durchlief mehrere Iterationen. Datenmodelländerungen wurden prinzipiell im CASE-Tool in UML vorgenommen, niemals direkt an der physischen Datenbank. Somit wurden graphische Dokumentation und Datenbank konsistent weitergeführt.

### 3 VORSTELLUNG DES DATENMODELLS

Wie bereits erwähnt, wurde das Datenmodell als ESRI Personal Geodatabase umgesetzt. Für die diesbezüglich relevanten Fachtermini und Informationen zu Kernkomponenten und Datenstrukturen einer PGDB wird auf ZEILER (1999, S. 76 – 99) verwiesen.

Infrastrukturelemente (ISE) für Freizeit- und Erholungsnutzung mit eigener Geometrie werden im Datenmodell in einem so genannten Feature Dataset (ISEFeatureDataset) zusammengefasst abgelegt. Damit wird die Verwendung eines einheitlichen räumlichen Bezugssystems für diese ISEs gewährleistet.

Den Kern dieses Feature Dataset bildet ein Wegenetz (ISEWegenetz), das in Form eines geometrischen Netzwerkes (<<GeometricNetwork>>) realisiert wird (vgl. Abb. 6). Die Kanten des so gebildeten Graphs werden durch die Feature Class ISEWeg beschrieben bzw. die Knoten durch ISEKreuzung. Jede Kante repräsentiert eine spezifische Art von Weg mit eigener Geometrie. Verschiedene Wegarten werden im Datenmodell durch so genannte Subtypes modelliert und umfassen u. a. Straßentypen, Pfade und Steige, aber auch lineare ISEs wie Bahntrassen, Schifffahrtswege, Lift- und Seilbahnstrecken (vgl. Abb. 7).

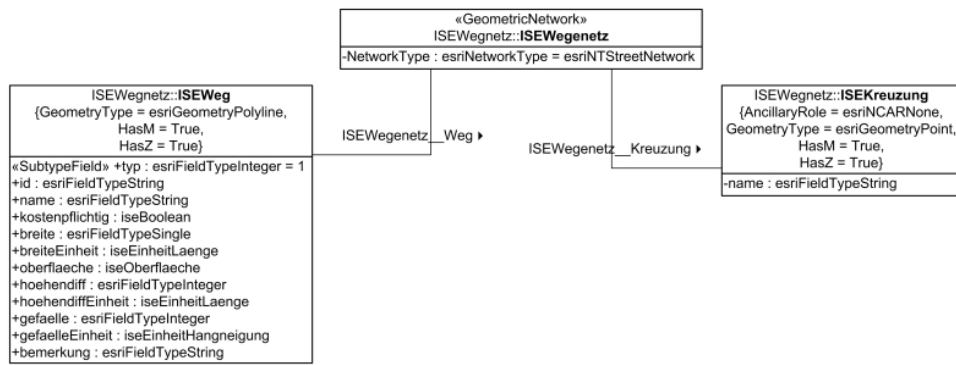


Abb. 6 Datenmodellausschnitt: Wegenetz

Eine besondere Art von Weg bilden die so genannten „Weglosen Abschnitte“ (ISEWegloserAbschnitt). Es handelt sich dabei um Kanten des Wegenetzgraphs, die zwar in der Realwelt nicht physisch vorhanden, aber für die Routenplanung von Bedeutung sind. Ein typisches Beispiel stellen die Verläufe von Skitouren dar.

Mangels fehlender Referenzen wurde keine spezifische Kantenbewertung vorgenommen, keine Festlegung von Verbindungsregeln aufgestellt (vgl. ZEILER 1999, S. 133), sowie Aspekte der Netzwerkverfolgung nicht einbezogen (vgl. ZEILER 1999, S. 139 – 144). Diese endnutzerspezifischen Punkte sind im Rahmen einer speziellen Anpassung des Datenmodells zusammen mit dem konkreten Endnutzer zu definieren. Das Datenmodell ist dahingehend flexibel gestaltet, als dass diese Punkte einfach integriert werden können.

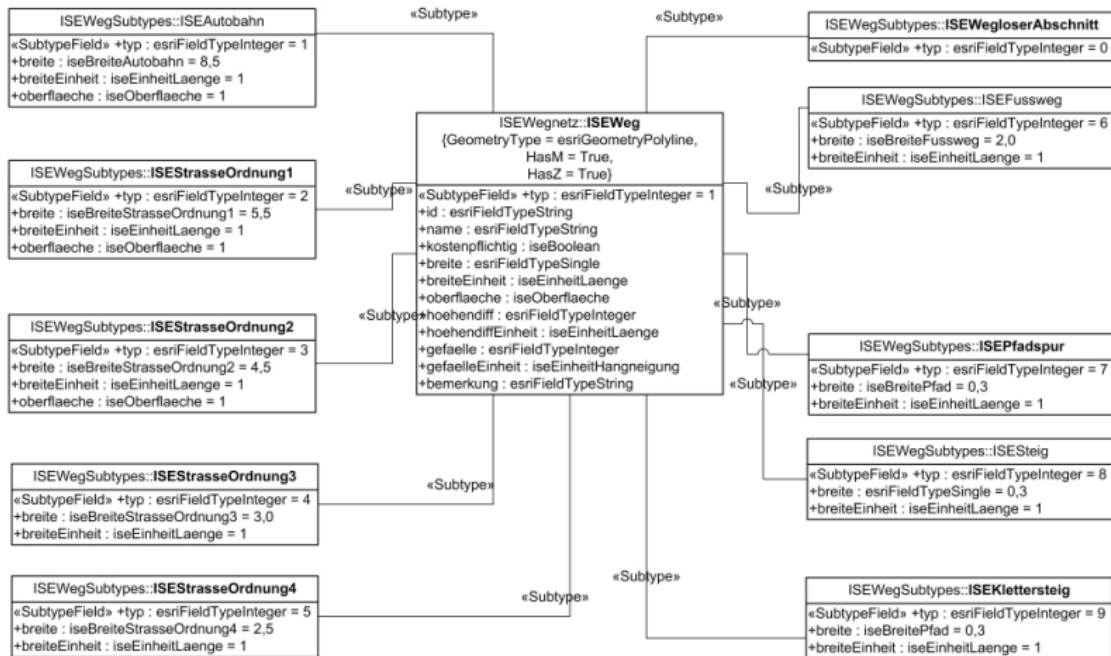


Abb. 7 Datenmodellausschnitt: Auswahl an Subtypes für Wege

Für einen Weg im Wegenetz kann das Potenzial für die Ausübung von einer oder mehreren verschiedenen Erholungsaktivitäten angegeben werden (vgl. Abb. 8). Neben der Fortbewegung auf Verkehrswegen, werden auf Wegen Formen landschaftsgebundener Freizeit- und Erholungsnutzung ausgeführt. Diese Formen werden im Datenmodell in einer so genannten Object Class ISEAktivitaet abgebildet. Aktivitäten, die auf Wegen ausgeübt werden können, stehen dabei in Abhängigkeit vom Nutzungszeitraum. Dieser wird im Datenmodell durch das Attribut „Verfügbarkeit“ (verfuegbarkeit) angegeben. Beispielsweise ist die Aktivität Skitourengehen auf einem Weg theoretisch nur im Winter möglich. Die Aktivität Wandern kann auf bestimmten Wegen ganzjährig möglich sein.

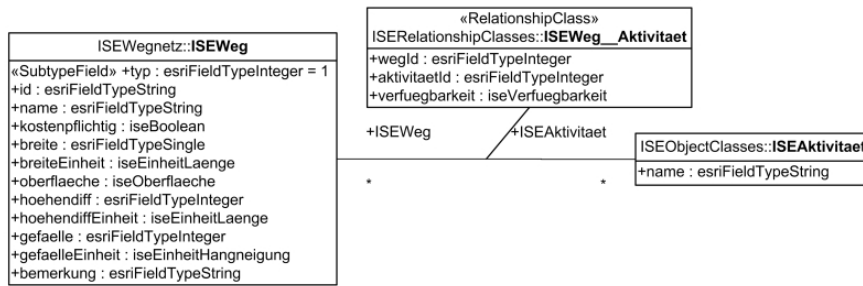


Abb. 8 Datenmodellausschnitt: Beziehung Weg – Aktivität

Des Weiteren können für Wege Angaben zu Qualitätsmerkmalen wie Ausstattung (Object Class ISEAusstattung) und den Weg beeinflussende Hindernisse (Object Class ISEHindernis) gemacht werden. So kann z. B. angegeben werden, ob ein Weg rollstuhlgerecht ist bzw. ob er von Weidezäunen in seinem Verlauf gequert wird. Darüber hinaus bieten die Attribute der Klasse ISEWeg Möglichkeiten zur detaillierten Beschreibung eines Weges.

Das Wegenetzwerk bildet die Basis für die Abbildung von Routen (Object Class ISERoute). Im Gegensatz zu Wegen verfügen Routen über keine eigene Geometrie. Vielmehr beziehen Routen diese aus den Geometrien der Wege, entlang derer sie verlaufen. Routen verlaufen von einem Startpunkt zu einem Endpunkt. Die geometrisch identische, aber entgegengesetzt orientierte Strecke entspricht einer separaten Route.

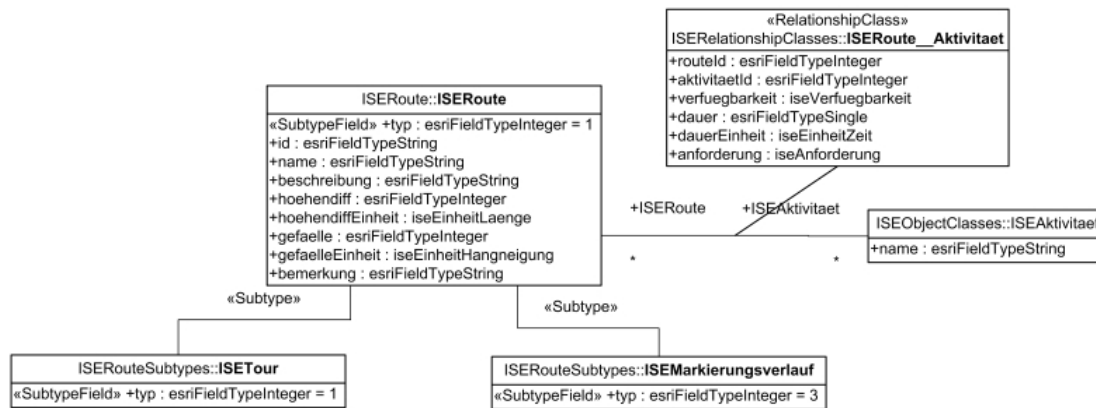


Abb. 9 Datenmodellausschnitt: Subtypes für Route / Beziehung Route – Aktivität

Für Routen werden im vorgeschlagenen Datenmodell die Subtypes „Tour“ (ISETour) und „Markierungsverlauf“ (ISEMarkierungsverlauf) unterschieden (vgl. Abb. 9). Routen vom Subtype „Tour“ sind z. B. Wanderrouten von einem Ausgangspunkt auf einen Gipfel, eine Schitour, aber auch ein Stadtrundgang. Eine „Tour“ kann gleichzeitig für mehrere Aktivitäten von Bedeutung sein (ISEAktivitaet, ISERoute\_\_Aktivitaet) (vgl. Abb. 9). Dabei ergeben sich die Aktivitäten aus dem Aktivitätenpotenzial der Wege (ISEWeg\_\_Aktivitaet), entlang derer die „Tour“ verläuft. Wichtig ist, dass die Angabe der Aktivität für Routen den Zweck zum Ausdruck bringt, wohingegen die Angabe der Aktivität bei Wegen potenziell mögliche Aktivitäten für dieses ISE aufzeigt. Dauer, Schwierigkeitsgrad und Verfügbarkeit einer „Tour“ hängen von der jeweiligen Aktivität ab (ISERoute\_\_Aktivitaet). So kann z. B. ein und dieselbe Tour zu Fuß, mit Mountainbike oder mit Tourenski absolviert werden. Allerdings variieren dabei die zuvor genannten Parameter entsprechend.

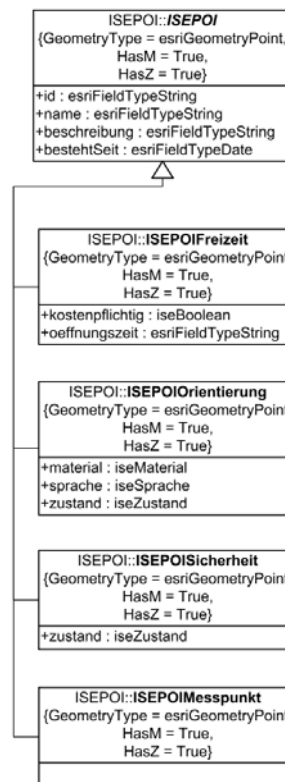


Abb. 10 Datenmodellausschnitt: Subtypes für Points of Interest

Alternativ zur „Tour“ kann eine „Route“ im vorgeschlagenen Datenmodell als „Markierungsverlauf“ (ISEMarkierungsverlauf) beschrieben werden (vgl. Abb. 9). „Markierungsverläufe“ dienen zur Beschreibung des Verlaufs von Markierungen, wie z. B. Alpenvereinswegen. Dabei ist rein der nicht an eine Richtung gebundene Verlauf von Interesse. Für „Markierungsverläufe“ sind Angaben zur Höhendifferenz, Dauer, Schwierigkeitsgrad und Verfügbarkeit nicht relevant. Assoziation mit Aktivitäten kann erfolgen.

Neben linearen ISEs wie Routen werden lokale ISEs in Form von Points of Interest (ISEPOI) mit dem Wegenetzgraphen assoziiert. Im Gegensatz zu Routen verfügen Points of Interest über eigene Geometrien. Im Datenmodell werden für Points of Interest die Kategorien Points of Interest der Freizeit- und Erholung (ISEPOIFreizeit), Orientierungsinfrastrukturelemente (ISEPOIOrientierung), Sicherheitsinfrastrukturelemente (ISEPOISicherheit) und Messpunkte (ISEPOIMesspunkt) unterschieden. Points of Interest werden allgemein in einer abstrakten Klasse beschrieben (ISEPOI). Durch entsprechende Vererbung werden die zuvor genannten Kategorien in Form von Unterklassen realisiert (vgl. Abb. 10).

Points of Interest spielen eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit Routen. So können sowohl am Start- und am Zielpunkt, als auch entlang einer Route eine Vielzahl von Points of Interest liegen. Anhand der für eine Route relevanten Points of Interest können Aussagen zur Qualität der Route getroffen werden. Umgekehrt dienen Points of Interest als Input zum Entwurf neuer Routen. Points of Interest werden im Datenmodell mit dem Wegenetz assoziiert (ISEWeg, ISEKreuzung). Die Verbindung zwischen Points of Interest und Routen wird somit transitiv über das Wegenetz erreicht. Points of Interest müssen immer über den Wegegraphen erreichbar sein. Eine Assoziation mit dem Wegegraphen kann zum einen durch die direkte Lage an einem Weg oder einer Kreuzung bzw. durch die Relevanz für einen Weg oder eine Kreuzung begründet sein. So liegt z. B. eine Lawenschutzverbauung nicht direkt an einem Weg, ist aber dennoch für die Nutzung eines Weges von Bedeutung.

Für die Points of Interest der Freizeit wird postuliert, dass diese prinzipiell an einem Weg (Kante) oder einer Kreuzung (Knoten) liegen. Liegen Points of Interest der Freizeit jenseits physisch vorhandener Wege, dann müssen sie unter Verwendung der Wegeart „Wegloser Abschnitt“ im Graph „erreichbar gemacht“ werden.

Des Weiteren bietet das Datenmodell die Möglichkeit, für alle Points of Interest, wie auch für Wege und Routen Aussagen über Zuständigkeiten (ISEZustaendigkeiten) zu treffen. Es ist möglich, für ein ISE mehrere Zuständigkeiten zu beschreiben. In diesem Kontext agierende Akteure (Personen, Organisationen) können ebenfalls beschrieben werden.

Um Planungsmaßnahmen wie z. B. Besucherlenkungs-konzepte oder die Einrichtung von zusätzlichen ISEs festlegen zu können, muss die existierende Nutzungsintensität von ISEs erfasst werden. Nutzungsintensität kann anhand von Messungen ermittelt werden. Das vorgeschlagene Datenmodell ermöglicht es, für ISEs vorgenommene Messungen flexibel zu integrieren. Messungen (ISEMessung) werden beschrieben durch Angaben zu Messgröße (Wert, Einheit, Messzeitraum), relevantem ISE, Zielgruppe und Aktivität (vgl. Abb. 11). Da in ausgelagerten Object Classes verfügbar, können Zielgruppe (ISEZielgruppe) und Aktivität (ISEAktivitaet) detaillierter beschrieben werden.



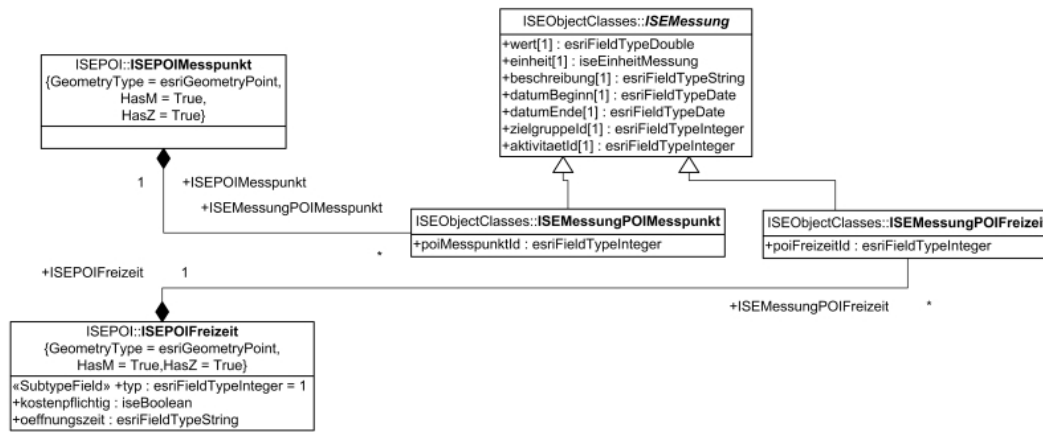


Abb. 11 Datenmodellausschnitt: Beziehung Messungen – Points of Interest

Messungen werden mit Points of Interest – in den meisten Fällen Points of Interest der Freizeit – so assoziiert, dass für einen bestimmten Point of Interest beliebig viele Messungen erfasst werden können (vgl. Abb. 11). Messungen sind somit räumlich verortet. Beispiele dafür sind die Erfassung von Besucherzahlen eines Ausflugszieles oder Nächtigungszahlen einer Herberge. Allerdings können Messungen auch an Orten vorgenommen werden, die jenseits vorhandener Points of Interest liegen. Handelt es sich z. B. um die Ermittlung der Frequentierung von Routen, dann werden entlang der zu messenden Strecken Zählstellen eingesetzt. Zur Modellierung dieses Umstandes führt das Datenmodell so genannte Messpunkte (ISEPOIMesspunkt) ein. Damit wird die Verortung von Messungen ermöglicht, die nicht an einen physisch existierenden Point of Interest gebunden sind. Neben Points of Interest der Freizeit und Messpunkten kann das Datenmodell jederzeit so erweitert werden, dass auch Messungen mit anderen Arten von Points of Interest assoziiert werden können.

Für eine detaillierte Beschreibung des Datenmodells inklusive Repräsentation in UML wird auf MOSER (2005, S. 66 – 84, 97 - 121) verwiesen. UML-Repräsentation und Realisierung des Datenmodells als PGDB kann auf Anfrage von den Autoren bereitgestellt werden.

#### 4 EINSATZMÖGLICHKEITEN AUS DEM BEREICH SCHUTZGEBIETE

Anhand der folgenden Einsatzmöglichkeiten soll die Praxisrelevanz des in dieser Arbeit prototypisch vorgeschlagenen Datenmodells beleuchtet werden.

##### 4.1 Schutzgebietsmanagement

Schutzgebiete haben eine besondere Funktion als Erholungsraum (vgl. HENNIG 2005b). Daher spielt ihre Planung und ihr Management eine wichtige Rolle für die Freizeit- und Erholungsplanung. In diesem Kontext soll das vorgeschlagene Datenmodell als Basis für Überlegungen zu Planungsmaßnahmen bzw. als Entscheidungshilfe für das Schutzgebietsmanagement dienen. Dies ist vor allem in Hinblick auf die Vereinbarkeit von Naturschutz und Freizeit- und Erholungsnutzung von besonderer Bedeutung. Siehe exemplarische Use Cases für Schutzgebietsmanagement, vgl. Abb. 12.

Zur Aufdeckung von Konfliktpotenzialen, die aus der Überschneidung von Naturschutz und Freizeitaktivitäten resultieren, kommen naturschutzfachliche Bewertungen der verschiedenen Formen von Freizeit- und Erholungsnutzung zum Einsatz. Bewertungen erfolgen auf Basis von Messungen. Diese geben Auskunft über die zeitliche, räumliche und quantitative Verteilung von Nutzungsformen (vgl. HENNIG 2005a). Diese Informationen bieten Möglichkeiten für entsprechende Planungsmaßnahmen wie z. B. Lenkungsrichtungen zur „Sicherung empfindlicher Standorte vor Trittschäden“ (STMLU 2001) oder die Bündelung von Besuchereinrichtungen in einem bestimmten Abschnitt, um großräumige Auswirkungen zu vermindern. Die im Folgenden angeführten exemplarischen Fragen aus dem Schutzgebietsmanagement, können mittels einer auf dem vorgeschlagenen Datenmodell basierenden Geodatenbank effizient beantwortet werden.

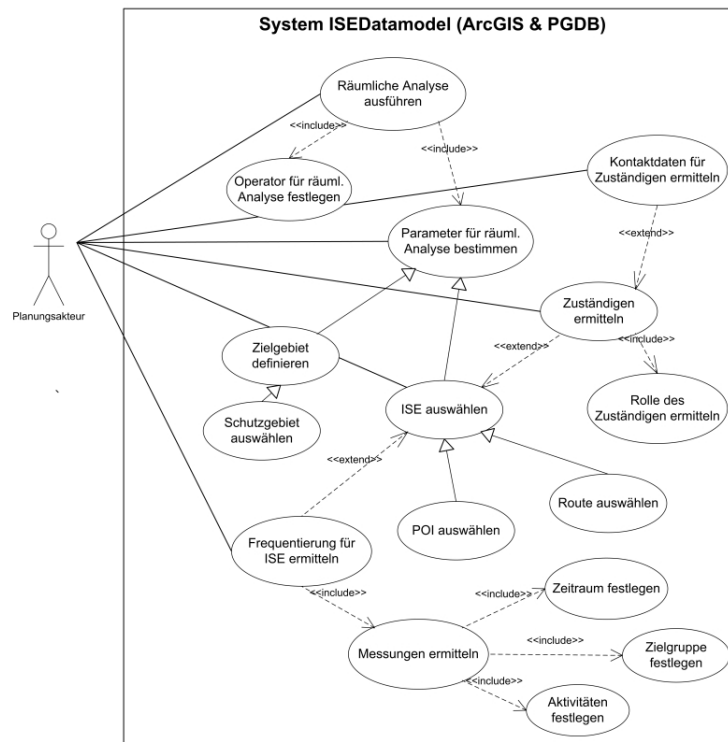


Abb. 12 Exemplarische Use Cases für Schutzgebietsmanagement und Zuständigkeiten

Welche Erholungsformen werden generell im Schutzgebiet ausgeübt? Welche Routen sind diesbezüglich vorhanden?

Welche Routen sind ganzjährig verfügbar? Welche nur saisonweise?

Welche Routen verlaufen durch die Kernzone des Schutzgebietes bzw. durch Wildschutzgebiete?

Führt der Routenverlauf der vorhandenen Skirouten durch ökologisch schützenswerte Gebiete?

Verlaufen Wanderrouten durch besonders schützenswerte Vegetationskomplexe bzw. störanfällige Schutzgebiete?

Wie viele Wegweiser und Hinweisschilder liegen an der Route X?

Welche Mountainbikerouten gibt es bzw. auf welchen Wegen verlaufen die Mountainbikerouten?

Welche Informationsstellen gibt es bzw. liegen diese an stark frequentierten Routen?

Welche Sicherheitseinrichtungen gibt es?

Welche Zahlen gibt es über die Intensität der Nutzung?

- Welche Route wird wann am stärksten frequentiert?
- Wie verteilen sich die Besucherzahlen auf den Wegen?
- Durch wen wird die Route X am häufigsten genutzt?
- Welche Parkplätze sind am besten ausgelastet?
- Welche Einstiegspunkte bzw. Ausflugsziele sind am meisten frequentiert?
- Welche Hütten im Schutzgebiet sind am besten ausgelastet? Liegen diese Hütten in der Kernzone des Nationalparks?

## 4.2 Erholungsvorsorge

Im Rahmen der Erholungsvorsorge beschäftigt sich die Freizeit- und Erholungsplanung mit der Bereitstellung und Aufrechterhaltung von ISEs. Dahingehend ist die Bestandsaufnahme von vorhandenen ISEs eine wichtige Basis. Die Bestandsaufnahme soll Aufschluss über Qualität und Quantität an vorhandenen ISEs geben. Anhand dieser Information kann eine ausgewogene Ausstattung des Erholungsraumes mit ISEs im Einklang mit dem Naturschutz gewährleistet werden (siehe Use Cases für Anlegen einer Radroute, Abb. 13). Das vorgeschlagene Datenmodell unterstützt Planer bei der Entscheidungsfindung für folgende, in diesem Kontext relevante Fragestellungen.

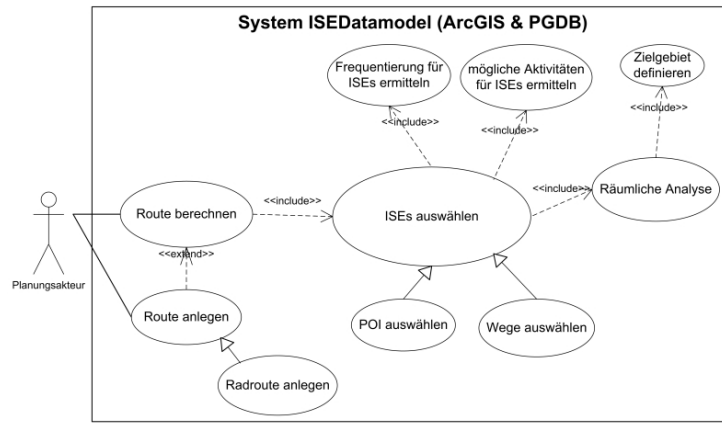


Abb. 13 Erholungsvorsorge – Beispiel für Use Cases zum Anlegen einer Radroute

Welche Optionen gibt es für den Verlauf einer attraktiven, neu anzulegenden Route, die bestimmten Aktivitäten und Zielgruppen gewidmet ist?

Welche Attraktionen und Sehenswürdigkeiten gibt es und wie können diese erreicht werden? Sind ausreichend Parkplätze bzw. Bushaltestellen vorhanden?

Gibt es ausreichend Informationsstellen?

Welche Themenwege bzw. Lehrpfade gibt es?

Welche kulturgeschichtlich interessanten ISE gibt es und seit wann bestehen diese?

Welche natürlichen oder touristischen Einrichtungen liegen entlang Route X?

Wo beginnt und wo endet Route X?

Welche rollstuhlgerechten Wege gibt es?

Welchen Bekanntheitsgrad haben Themenwege bzw. Lehrpfade? Sind diese eher für Einheimische oder Touristen interessant?

Welche Bildungsinfrastrukturelemente (z. B. Lehrgärten, Informations- und Schautafeln) gibt es?

### 4.3 Zuständigkeit

Zuständigkeiten informieren, welcher Akteur, mit welcher Rolle für welches ISE verantwortlich ist. Diese Informationen sind für Planungsstellen hinsichtlich Kooperation im Rahmen der Erholungsvorsorge und zum Planen von Datenerhebungen von Relevanz. Für letzteres werden die Kontaktinformationen der jeweiligen Akteure benötigt. Siehe exemplarische Use Cases für Zuständigkeit, vgl. Abb. 12. In diesem Kontext sind folgende, mögliche Fragestellungen relevant, die mit Hilfe einer auf dem Datenmodell basierenden Geodatenbank beantwortet werden können.

Von welcher Person oder Organisation werden die Hütten im Untersuchungsgebiet gepachtet?

Welche Vereinshütten bzw. -wege gibt es?

Welche Routen sind vom Tourismusverband ausgeschildert?

Welche Vereinssektion ist für Instandhaltung der Klettersteige und Wanderrouten verantwortlich?

Wer ist für die Beschilderung der Routen zuständig?

Wer ist für Parkplatz X zuständig, inklusive Angabe der Kontaktadresse?

Wer kümmert sich um die Lawinsensicherung auf Weg X?

## 5 FAZIT UND AUSBLICK

Anhand des vorgestellten Datenmodells wurde demonstriert, wie moderne Architekturen und Systeme der Geoinformatik im Sinne der Nachhaltigkeit es ermöglichen, komplexe Sachverhalte für Planer überschaubarer zu gestalten und somit zu einer vereinfachten und optimierten Entscheidungsfindung beitragen. Die Speicherung von kostenaufwendig erhobenen Infrastrukturdaten in adäquaten Geodatenbanken ist Voraussetzung für langfristige Wertsicherung der Daten, da somit effiziente und flexible Generierung von relevanter Information für den Planungsprozeß ermöglicht wird.

Bei der Entwicklung des Datenmodells wurde nicht nur auf eine möglichst realitätsnahe Abbildung der Infrastrukturelemente, sondern auch auf einen flexiblen Datenmodellentwurf geachtet. Letzterer soll es ermöglichen, das Datenmodell auch in anderen Anwendungskontexten jenseits des reinen Schutzgebietsmanagements einsetzen zu können. Um den entwickelten Prototyp in eine ausgereifte Implementierung für ein einsetzbares System zu überführen, sind weiterführende Entwicklungen notwendig.

Aus datenmodellspezifischer Sicht werden folgende Verbesserungsvorschläge gemacht:

Das im Datenmodell integrierte Wegenetzwerk (<<GeometricNetwork>>) wurde der Einfachheit halber vorläufig mittels unbewerteter Kanten und einheitlichem Knotentyp realisiert. Großes Potenzial für weiterführende Entwicklungen bietet die Erarbeitung eines komplexen Wegenetzwerkmodells mit Berücksichtigung von Kantengewichtung und Kantenverbindungsregeln bzw. Möglichkeiten zur Netzwerkverfolgung.



Für die flexible Beschreibung von Zuständigkeiten und ISE-Eigenschaften wird die Entwicklung von Profilen angedacht, welche sich an gängigen Konzepten der Nutzerverwaltung / Rechtevergabe in der EDV orientieren kann. Es werden dabei mehrere Entitäten in Gruppen zusammengefasst, für die wiederum Eigenschaften definiert werden. Dadurch soll Konfigurationsaufwand verringert und eine Wiederverwendung vorgenommener Einstellungen ermöglicht werden.

Software- und systemspezifisch sind Ausbaumöglichkeiten in folgenden Bereichen zu sehen:

Verbesserung von Interaktion und intuitiver Nutzerführung, sowie verstärkte Plausibilitätsprüfung von Nutzereingaben über das in ArcGIS bereitgestellte GUI für das Management der ESRI Personal Geodatabase. Beispielsweise werden durch die standardmäßig vorhandenen ArcGIS-Werkzeuge komplexe Datenbankabfragen – wie Abfragen über mehrere Joins hinweg – nur eingeschränkt im GUI unterstützt. Dafür ist die Entwicklung zusätzlicher in ArcGIS integrierender Softwarekomponenten erforderlich. Da des Weiteren die Editierbarkeit von Objekten bzw. Objektbeziehungen nicht sehr intuitiv gehalten wird, sollten hier spezifische Dialoge zur Objektbearbeitung entwickelt werden bzw. vorhandene Komponenten entsprechend modifiziert und erweitert werden.

Bei der Festlegung des zu verwendenden Datenbanksystems bestanden im Rahmen dieser Arbeit nur eingeschränkte Möglichkeiten zur detaillierten Analyse der technischen und funktionalen Nutzeranforderungen. Aussagen zur vorhandenen IT-Landschaft von potentiellen Endanwendern konnten kaum getroffen werden. Beide Faktoren sind allerdings unerlässlich, um eine längerfristig einsatzfähige Lösung zu implementieren. Wesentliche Parameter für die Systemscheidung sollten Anforderungen an die Datenbank bzgl. Mechanismen wie Authentifikation, Autorisierung, Mehrfachnutzerezugriff, Versionierung, sowie Kurz- und Langzeittransaktion umfassen. Die in dieser Arbeit eingesetzte ESRI Personal Geodatabase ist eher für den Einsatz in kleineren Benutzergruppen bei relativ statischem Datenbestand geeignet. Hingegen bei größeren Organisationen, wo die Datenbank aktiv in den Planungsprozess einbezogen wird, und somit sehr dynamische Datenbestände vorliegen, sollte eine Lösung basierend auf ArcSDE in Verbindung mit leistungsfähigen Datenbanksystemen wie Oracle eingesetzt werden.

## 6 DANKSAGUNG

Ein Dankeschön geht an die Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, sowie die EuRegio Salzburg – Berchtesgadener Land – Traunstein für inhaltliche Anregungen und Bereitstellung relevanter Information. Des Weiteren sei Univ.-Prof. Josef Strobl, Fachbereich Geographie, Geologie und Mineralogie der Universität Salzburg gedankt, für seine konstruktiven Anmerkungen im Zuge der Datenmodellierung.

## 7 LITERATUR

- BARTELME N.: Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen. 4. Auflage, Springer, Berlin - Heidelberg, 2005.
- FECHT M.: Edelweiss – sicher unterwegs. Unveröffentlichte Spezifikation. Firma GRID-IT Gesellschaft für angewandte Geoinformatik mbH, Innsbruck, 2005.
- GILES W.: GIS Applications in Tourism Planning. URL: [www.cnc.bc.ca/gis/documents/340TourismTermPaper.pdf](http://www.cnc.bc.ca/gis/documents/340TourismTermPaper.pdf), 2003. [Stand: 2005-11-23].
- HENNIG S.: Objektorientiertes (Daten-)Modell „Recreational Use“. – In: J. STROBL, T. BLASCHKE & G. GRIESEBNER, Hrsg., Angewandte Geographische Informationsverarbeitung. Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2005. Wichmann Verlag, Heidelberg, 2005a.
- HENNIG S.: Monitoring moderner Landnutzungsformen in Großschutzgebieten – Das Beispiel Nationalpark Berchtesgaden. – In: SCHRENK, M., Hrsg., CORP 2005 Geo Multimedia 05, Wien, 2005b.
- JECKLE M., RUPP C., HAHN J., ZENGLER B. & QUEINS S.: UML 2 glasklar. 1. Auflage, Hanser, München, 2004
- KEMPER A. & EICKLER A.: Datenbanksysteme – Eine Einführung. 5. Auflage, Oldenbourg, München, 2004
- MCGRAY P.: Using CASE Tools (for ArcEditor and ArcInfo), Workshop, ESRI Virtual Campus.- Redlands, 2003.
- MOSER J.: Entwicklung eines objektrelationalen Datenmodells für Infrastrukturelemente der Freizeit- und Erholungsnutzung (am Beispiel Euregionales Erholungsgebiet Nationalpark Berchtesgaden / Salzburger Kalkhochalpen). – Salzburg, Magisterarbeit, Universität Salzburg. URL: [http://www.users.sbg.ac.at/~9920103/datenmodell/magisterarbeit\\_moser\\_datenmodell.pdf](http://www.users.sbg.ac.at/~9920103/datenmodell/magisterarbeit_moser_datenmodell.pdf), 2005. [Stand 2005-11-27]
- OMG – OBJECT MANAGEMENT GROUP: Unified Modeling Language Version 2.0. URL: [www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm](http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm), 2005a. [Stand: 2005-11-23].
- OMG – OBJECT MANAGEMENT GROUP: Objektorientierte Grundbegriffe / Begriffe UML / UML-Notationsübersicht. URL: [www.oose.de/uml](http://www.oose.de/uml), 2005b. [Stand: 2005-11-23].
- STMLU STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN: Nationalparkplan. URL: [www.nationalparkplan.de](http://www.nationalparkplan.de), 2001. [Stand: 2005-11-27].
- XMI – XML METADATA INTERCHANGE: MOF 2.0 / XMI Mapping Specification, v2.1. URL: [www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm](http://www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm), 2005. [Stand: 2005-11-23].
- ZEILER M.: Modeling Our World – The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI Press, Redlands, 1999.