

## **Web-GIS gestütztes Datenmanagement im multidisziplinären Spezialforschungsbereich HiMAT**

Gerald HIEBEL / Klaus HANKE

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften Arbeitsbereich Vermessung und Geoinformation

**Zusammenfassung:** Im März 2007 startete der multidisziplinäre Spezialforschungsbereich HiMAT (History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas) an der Universität Innsbruck. Zehn verschiedene Disziplinen sind an der Erforschung paläoökologischer und sozioökonomischer Fragestellungen zum historischen und prähistorischen Bergbau in den Ostalpen beteiligt. Eine der Aufgaben des Projektteils „Vermessung und Geoinformation“ ist der Aufbau eines web basierten räumlichen Informationssystems (Web GIS), das die Integration der anfallenden Daten aus den verschiedenen Disziplinen ermöglicht. Voraussetzung dafür ist die Organisation der vorhandenen Datenbestände, was bei den unterschiedlichen wissenschaftlichen Konzepten und Forschungsmethoden der teilnehmenden Disziplinen eine sehr heterogene und umfangreiche Datengrundlage ergibt. Da eine gemeinsame Verwaltung aller Daten der beteiligten Disziplinen nicht möglich ist, wurde die Idee einer Metadatenverwaltung aufgegriffen. Als geeignetes Datenmodell bietet sich die objektorientierte, semantische Ontologie des CIDOC CRM an, ein ISO Standard der zunehmend Bedeutung für die strukturierte Beschreibung von Daten im Bereich des kulturellen Erbes erlangt.

Kernstück der Datenverwaltung ist eine Datenbank in der sowohl Metadaten als auch räumliche Objekte und deren Beziehung zueinander gespeichert werden. Ein Dokumenten Management System speichert digitale Ressourcen der einzelnen Disziplinen. Das Web GIS ermöglicht es, die Metadaten in ihrem räumlichen Kontext zu visualisieren und dient gleichzeitig dem Zugriff auf die im Dokumenten Management System gespeicherten digitalen Ressourcen.

**Abstract:** In March 2007 the multidisciplinary research program HiMAT (History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas) started at the University of Innsbruck. Ten disciplines are involved in the investigation of palaeoecological and socioeconomic questions related to historic and prehistoric mining activities in the Eastern Alps. One of the tasks of the project part “Surveying and Geoinformation” is to build a web based spatial information system (Web GIS) to enable integration of data coming from the different disciplines. A prerequisite is to organize very heterogeneous data coming from diverse methods of scientific investigation. In order to do this we encountered the need for a concept of knowledge representation. The information available in HiMAT should be represented using metadata. Definitions come from the object oriented, semantic model of the formal ontology of the CIDOC CRM. It is an ISO standard that gains significance in documenting cultural heritage. Central part of data management will be a database containing metadata as well as spatial objects and their relations to each other. A document management system stores digital resources of each

discipline. A Web GIS visualizes metadata in its spatial context and provides access to digital resources stored in the document management system.

**Keywords:** Web basierte räumlichen Informationssysteme; GIS; Datenbanken; CIDOC CRM; Ontologie

### Spezialforschungsbereich HiMAT

Der multidisziplinäre Spezialforschungsbereich HiMAT<sup>1</sup> (History of Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas) an der Universität Innsbruck beschäftigt sich mit der Erforschung der Geschichte des Bergbaus in den Ostalpen. Die Einführung der Metallverarbeitung im prähistorischen Europa führte zu einer entscheidenden Veränderung der Lebensweise des Menschen und seiner Umwelt. In weiterer Folge hat die Entwicklung des Bergbaus zur Ausprägung differenzierter gesellschaftlicher und landschaftlicher Phänomene geführt, von der Bronzezeit bis in die Neuzeit.

Zehn verschiedene Disziplinen, in 14 Projektteilen organisiert, sind an der Erforschung paläoökologische und sozioökonomische Fragestellungen zum historischen und prähistorischen Bergbau in Tirol, Salzburg, Vorarlberg und Südtirol beteiligt.

Eine Aufgabe des Projektteils „Vermessung und Geoinformation“ innerhalb von HiMAT ist der Aufbau eines Web GIS zur Visualisierung von Geobasisdaten und Datenbeständen der einzelnen Projektteile (HANKE, 2007). Interaktive, über das Internet abrufbare Karten sind ein geeignetes Medium um räumliche Zusammenhänge leicht erfassbar zu machen. Als Beispiel sind in Abb.1 die primären Untersuchungsgebiete des SFB HiMAT in Kombination mit Kupfer, Silex und Bergkristallagerstätten eingezeichnet. Steinzeitliche Handels- und Rohmaterialexportrouten erweitern die Darstellung.

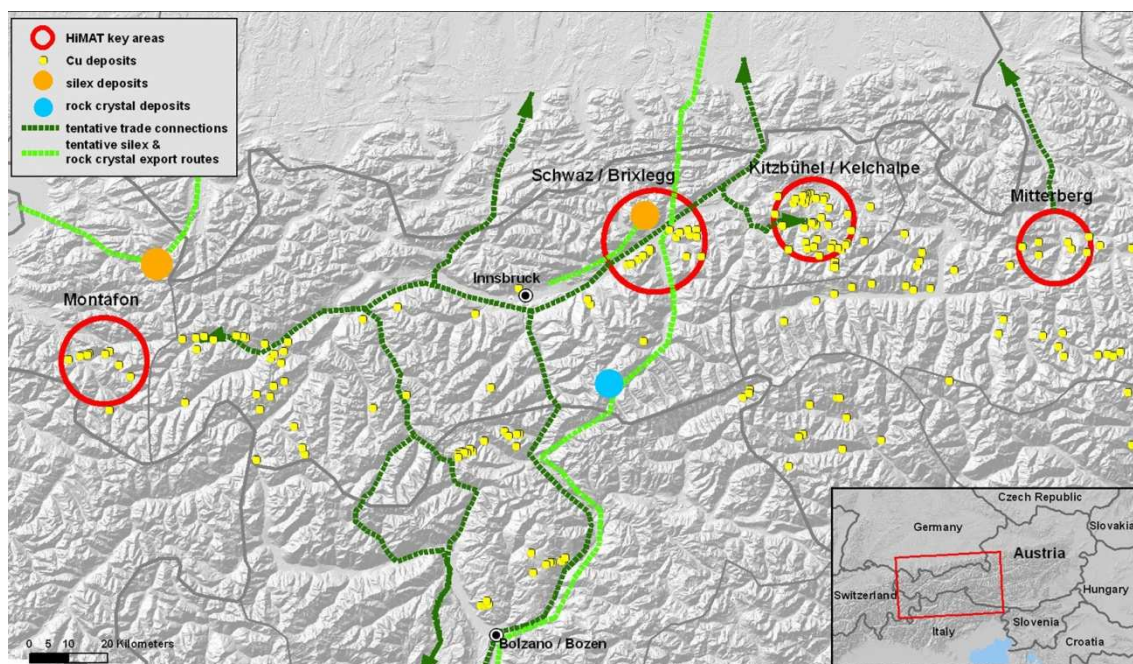


Abb. 1 - Primäre Untersuchungsgebiete des SFB HiMAT in Kombination mit Lagerstätten und Handelsrouten

## **Wissensorganisation und Wissensrepräsentation**

Die Integration der Informationsbestände aus den einzelnen Disziplinen ist sowohl eine der Voraussetzungen und als auch eines der Ziele multidisziplinärer Forschung. Durch die Zusammenschau der Einzelergebnisse ergibt sich ein komplexeres und vollständigeres Bild des Forschungsstandes. Für eine EDV-technische Verarbeitung von Datenbeständen ist es sinnvoll diese in einer Datenbank zu organisieren. Einer Datenbank liegt ein Datenmodell zu Grunde, einer abstrakten, formalen Beschreibung eines Ausschnittes der realen Welt. Hier wird festgelegt, welche Daten vorhanden sind und wie diese miteinander in Zusammenhang stehen.

Bevor man jedoch mit dem Aufbau eines Datenmodells beginnt, sind Vorüberlegungen zur Wissensorganisation und Wissensrepräsentation sinnvoll. Welche Arten von Informationen sollen dokumentiert, verwaltet und analysiert werden? Wie liegen sie vor? Wie sind sie miteinander verbunden? Einzelinterviews mit den beteiligten Disziplinen führten zu der Erkenntnis, dass es weder sinnvoll noch möglich ist die Datenbestände der einzelnen Projektteile in ihrer Gesamtheit und im Detail zu erfassen und zu verwalten. Was hingegen zielführend erscheint, ist mit Hilfe von Metadaten (Daten über die eigentlichen Daten) die vorhandenen Informationen zu beschreiben. Dieses Konzept ermöglicht den Aufbau eines einheitlichen übergeordneten Systems, das die heterogenen Datenbestände, die aufgrund verschiedenster wissenschaftlicher Konzepte und Forschungsmethoden entstanden sind, gemeinsam nutzbar zu machen. Der erste Schritt im Aufbau eines Metadatenystems ist die Erfassung der thematischen, zeitlichen und räumlichen Dimensionen in denen sich die Disziplinen überschneiden. In diesen Berührungspunkten soll es zu einem intensiven Austausch kommen, um Informationen, die für benachbarte oder weiterführende Forschungen von Wichtigkeit sind zur Verfügung zu stellen.

Der zweite Schritt ist zu prüfen, welche standardisierten Metadatenysteme bereits existieren und ob mit ihnen die definierten zeitlichen, räumlichen und thematischen Dimensionen abgedeckt werden können. Die Verwendung eines Standards ist auf mehreren Ebenen sinnvoll. Standardisierte Datenbestände können besser die Projektdauer überleben, da auch nach Ende des Projektes nachvollziehbar ist, mit welchem System die Daten geordnet wurden. In einer vernetzten digitalen Welt hat die Möglichkeit des Datenaustausches mit anderen Projekten eine immer höhere Priorität und Standards vereinfachen diesen Austausch oder ermöglichen ihn erst. Ein weit verbreiteter Metadatenstandard ist Dublin Core. In ihm ist es aber nicht möglich die von uns definierten Dimensionen differenziert genug abzubilden.

Auf der Suche nach einem existierendem geeigneterem Datenmodell stießen wir auf die formale Ontologie des von ICOM (International Council of Museums) entwickelte CIDOC CRM (CROFTS et al. 2007), einem semantischen objektorientierten Datenmodell. Es wurde 2006 zu einem ISO Standard, der zur Modellierung von Metadaten im Bereich des kulturellen Erbes entwickelt wurde. Derzeit beinhaltet es 84 Klassen, die Kategorien von Objekten beschreiben, wovon jede Kategorie ein oder

mehrere Merkmale teilen, die als Kriterium zur Identifikation dieser Klasse dienen. Diese Eigenschaften einer Klasse werden über sogenannte „scope notes“ (abgrenzende Merkmale) beschrieben und Beispiele dafür werden angegeben. Es gibt 148 Beziehungen, die diese Klassen auf bestimmte Arten miteinander verbinden und diese Beziehungen sind ebenfalls durch „scope notes“ beschrieben.

Ein wichtiger Aspekt der mit den Klassen und Beziehungen des CIDOC CRM abgebildet werden kann, ist der Entstehungsprozesses der Daten, deren Herkunft doch ein entscheidendes Kriterium für deren Interpretation und Weiterverarbeitung ist. Der Umfang und die Komplexität des CIDOC CRM bedingt, dass für unsere Aufgabenstellung innerhalb von HiMAT nur eine Untermenge von Klassen und Beziehungen ausgewählt wird.

In Abb. 2 sind die für unser Projekt primären relevanten Klassen (mit ihrer CIDOC CRM Bezeichnung von Exx) dargestellt.

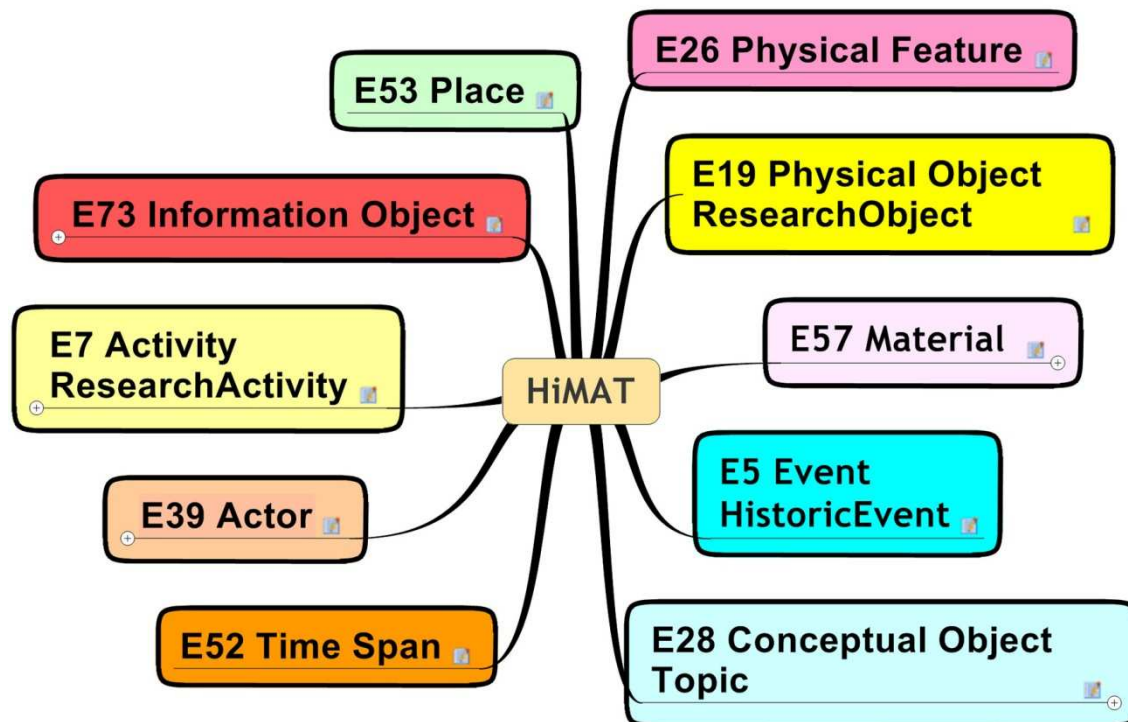


Abb. 2 - Primäre CIDOC-CRM Klassen im SFB HiMAT

Um in einem multidisziplinären Projekt wie HiMAT die Kommunikation zu verbessern ist auch der Aufbau eines kontrollierten Vokabulars wünschenswert. Für eine EDV-technische Weiterverarbeitung von Daten ist das sogar eine Voraussetzung. In den einzelnen Disziplinen wurden benötigte Begriffe gesammelt und in gemeinsamen Workshops harmonisiert. Da eine reine Sammlung schnell unübersichtlich wird und eine alphabetische Sortierung nicht geeignet ist um Begriffe aufzufinden, die

nicht selbst vergeben wurden, haben wir uns für eine hierarchische Ordnung des Wortschatzes entschieden. Die für HiMAT ausgewählten semantischen Klassen des CIDOC CRM wurden in ihrer bestehenden Hierarchie eingesetzt, um eine Ordnung der Begriffe vorzunehmen. Für die gesammelten Begriffe sollen im Laufe der Zeit sowohl Synonyme, als auch Beschreibungen erfasst werden. Es entsteht ein harmonisierter Thesaurus basierend auf den Bedürfnissen der einzelnen Projektteile, geordnet nach den semantischen Kategorien des CIDOC CRM. In Abb. 3 sind die obersten Hierarchiestufen im Thesaurus des SFB HiMAT dargestellt. Für die Kategorie Forschungshandlung (E7 Activity/Research Activity) wurden die in untere Hierarchiestufen unterteilten Begriffe angeführt, um das System zu verdeutlichen.

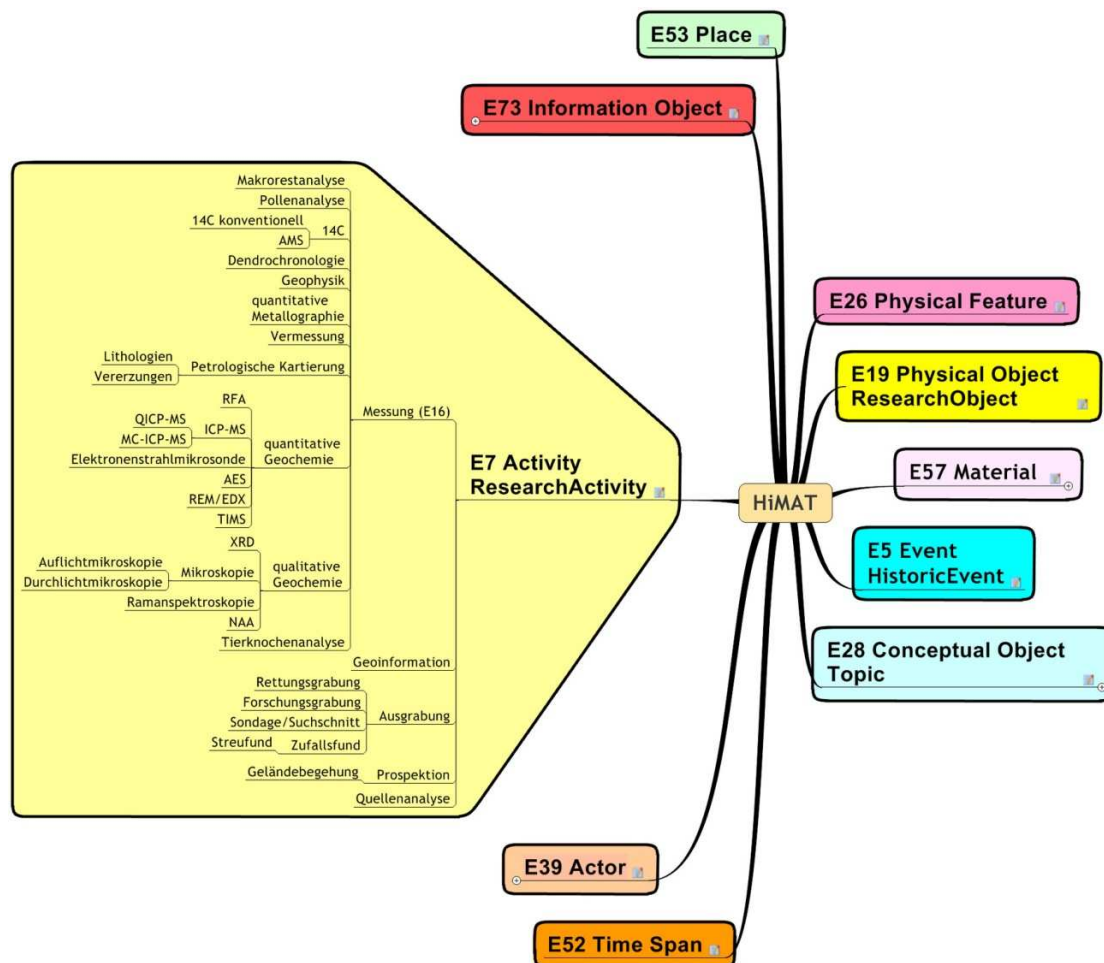


Abb. 3 - Oberste Hierarchiestufen im Thesaurus des SFB HiMAT mit dem Beispiel Forschungshandlung

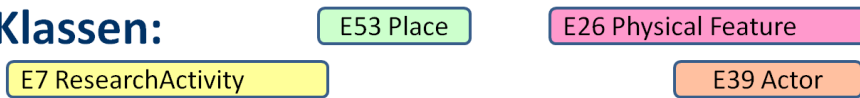
Am Beispiel einer prähistorischen Bergbaustätte, an deren Erforschung mehrere Disziplinen mitgearbeitet haben, soll veranschaulicht werden, wie das CIDOC CRM basierende Metadatensystem einen konkreten Forschungsverlauf mit seinen Ergebnissen abbilden würde. In Abb. 4 sind die folgenden Fragestellungen behandelt:

Welche archäologischen Stätten sind im Gebiet Schwarzenberg Moos vorhanden?

Welche Forschungsaktivitäten wurden im Schwarzenberg Moos durchgeführt?

Wer hat die Forschungsaktivitäten durchgeführt?

**Klassen:**



**Beispiel:**

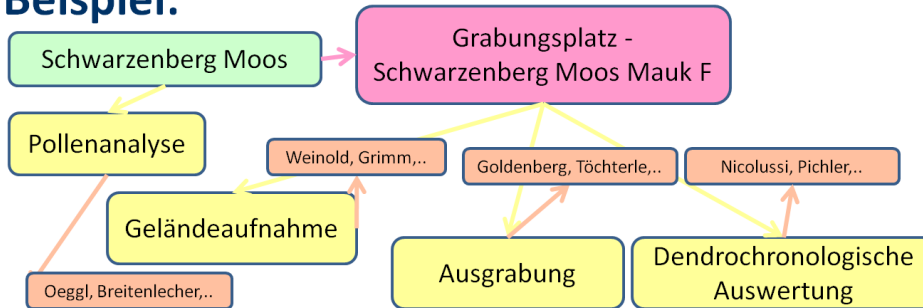


Abb. 4 - Ort (E53), Physikalisches Merkmal (E26), Forschungshandlung (E7) und beteiligte Personen(E39) im Beispiel Schwarzenberg Moos

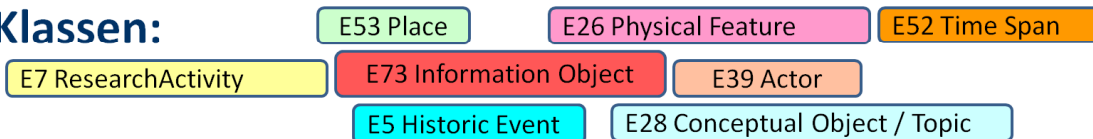
Abb. 5 beantwortet folgende weiterführende Fragen:

Welche Datierungen haben sie ergeben?

Welche Informationsquellen gibt es dazu?

Welche Themen oder historische Aktivitäten (z.B.: Bergbau, Landwirtschaft, Besiedlung, Brandrodung,...) sind in diesem Bereich zu finden?

**Klassen:**



**Beispiel:**

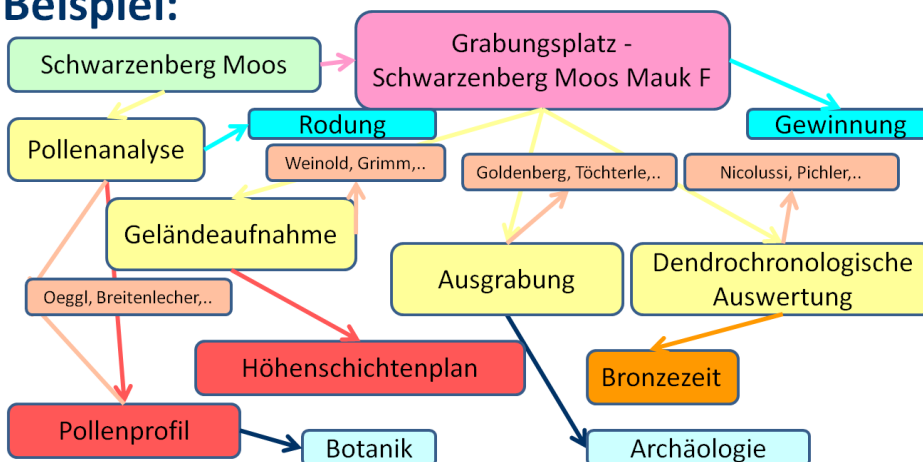
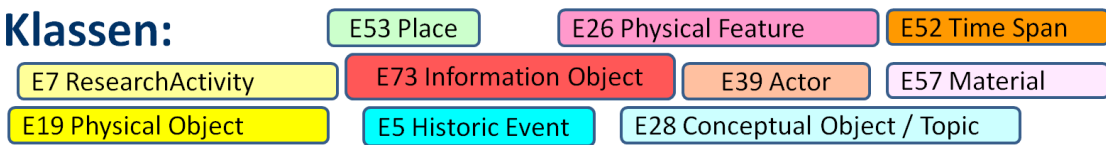


Abb. 5 - Erweiterung des Beispiels Schwarzenberg Moos um die Klassen Zeitraum (E52), Informationsgegenstand (E73), Historische Handlung (E5) und Thema/Begrifflicher Gegenstand (E28)

Und in Abb. 6 ist die Erweiterungsfähigkeit des Modells am Beispiel eines Fundes dargestellt.

## Klassen:



## Beispiel:

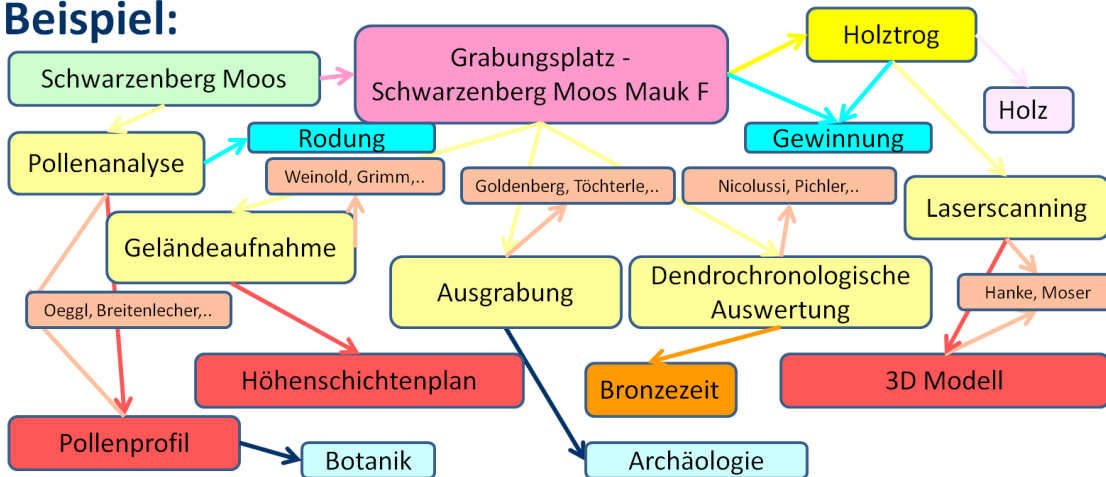


Abb. 6 - Erweiterung des Beispiels Schwarzenberg Moos um die Klassen „Materieller Gegenstand“ (E19) und „Material“ (E57)

## Systemarchitektur zur raumbezogenen Umsetzung der Wissensorganisation in einem EDV-System

Datenmodell und die im Thesaurus organisierten Begrifflichkeiten bilden das Kernstück der Wissensorganisation. Für sie muss eine EDV-technische Umsetzung gefunden werden, die es ermöglicht Datenbestände aus den Einzeldisziplinen einzugeben, sie miteinander zu verknüpfen und sie im Gesamtkontext räumlich darzustellen.

Eine zentrale Komponente für jedes Informationssystem ist die Datenspeicherung. In diesem konkreten Fall muss die Speicherung räumlicher Objekte in Verbindung mit thematischen Daten erfolgen. Ziel ist es, ein durch beschriebene und standardisierte Schnittstellen nach außen offenes Datenspeicherungssystem zu implementieren, das es ermöglicht mit möglichst vielen anderen Datenverarbeitungssystemen auf die gespeicherten Inhalte zuzugreifen. Besonders wichtig in unserem Kontext ist die Zugriffsmöglichkeit von Geoinformationssystemen, da diese zur Visualisierung und Datenbearbeitung genutzt werden sollen. Die Entscheidung wurde zugunsten einer Datenbank mit der Möglichkeit zur Speicherung räumlicher Objekte getroffen, in unserem Fall Oracle Spatial. Die Daten liegen offen in der Datenbank und können auch von anderen Produkten verarbeitet werden, wie beispielsweise Oracle Application Express oder ESRI ArcGIS.

Für die Speicherung von digitalen Daten wie PDFs, Word Dokumente, Bilder oder auch Audio Dateien wird ein Dokumenten Management System (MS Sharepoint) eingesetzt, das die Verwaltung und Speicherung der Dokumente in einem unabhängigen System erlaubt. Hier werden auch die

erforderlichen Zugriffsrechte festgelegt. Innerhalb der Datenbank werden Verweise (Hyperlinks) auf den Speicherort der Dokumente abgelegt, die mit Metadaten versehen sind.

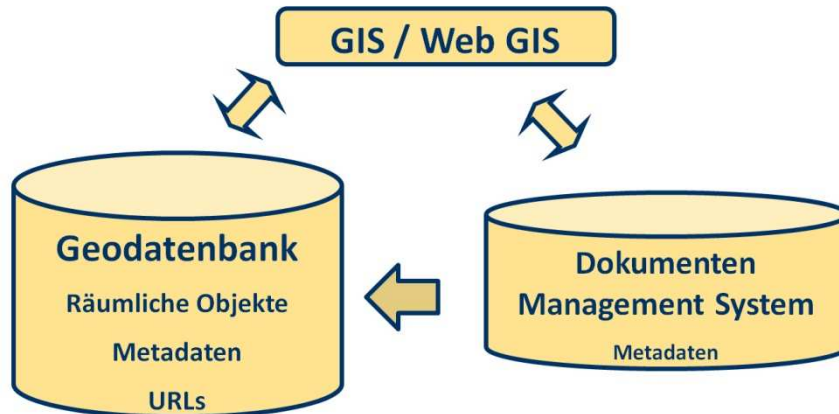


Abb. 7 - Systemarchitektur zur raumbezogenen Umsetzung der Wissensorganisation

## Web GIS zur Eingabe und Visualisierung der vorhandenen Datenbestände mit Raumbezug

Geobasisdaten und ortsbezogene Daten der Projektteile werden in einem Web GIS dargestellt. Die räumlich und thematisch verknüpften Daten sollen je nach Fragestellung in verschiedenen Ebenen visualisierbar sein. Die Integration der Daten in ihrem räumlichen Zusammenhang macht das Web GIS innerhalb des SFB-HiMAT zu einer Forschungs- und Präsentationsplattform.

Über ein Web-GIS werden Funktionalitäten zur Visualisierung und Eingabe räumlicher Informationen zur Verfügung gestellt. Die Neuerfassung von räumlichen Objekten für bisher nicht verortete Strukturen soll hier möglich sein (Abb.8).

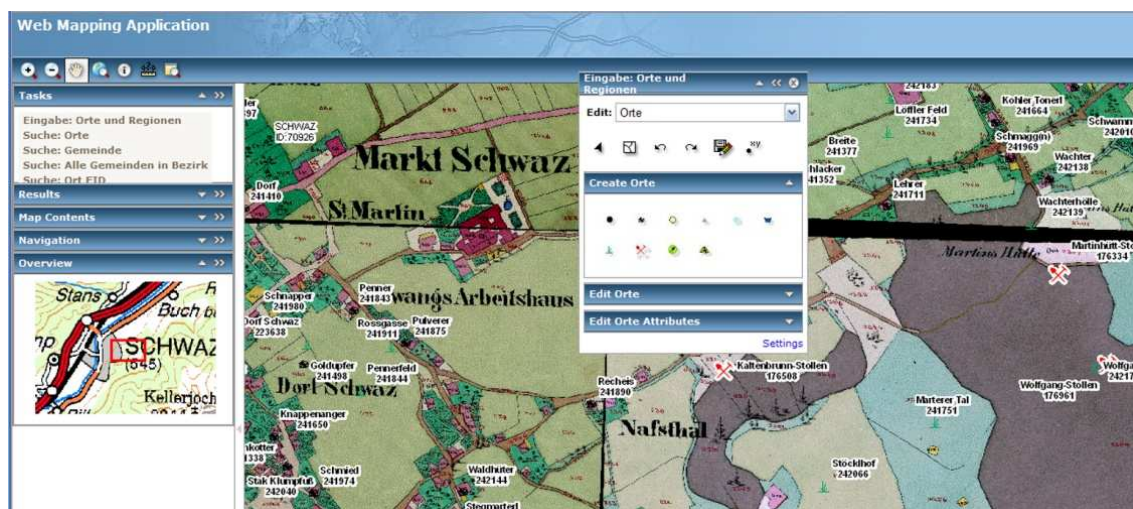


Abb. 8 - Web GIS Interface für Visualisierung und Ortseingabe



Da die räumlichen Informationen mit Web Links hinterlegt werden können besteht die Möglichkeit über die Web GIS Oberfläche direkt auf Dokumente in Sharepoint zuzugreifen (Abb.9).

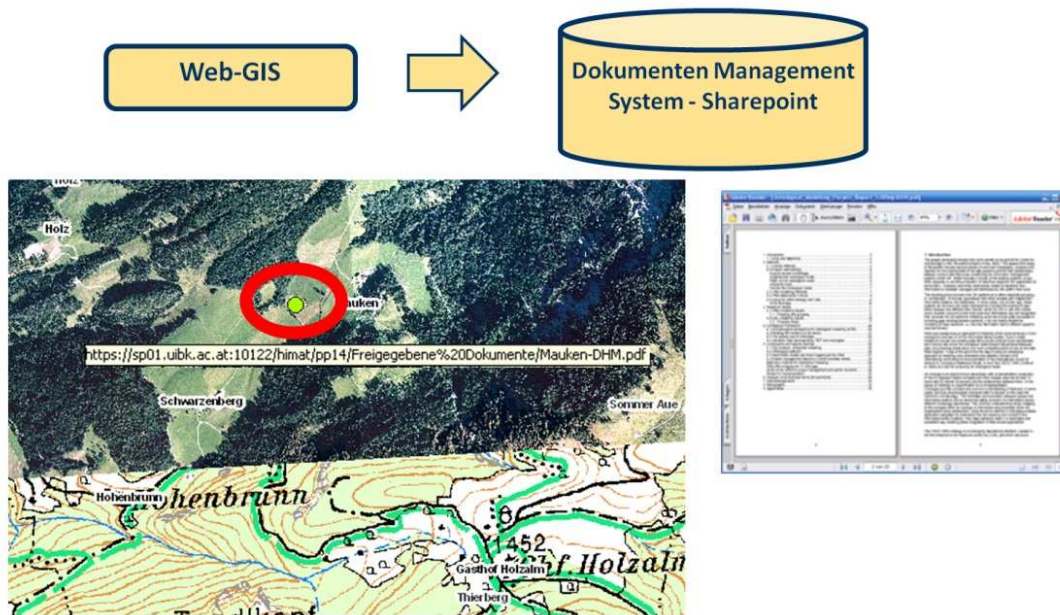


Abb. 9 - Web GIS Interface für den Dokumentenzugriff

Für die Zusammenführung der räumlichen und thematischen Datenbestände gibt es zwei Möglichkeiten. In der Eingabeschnittstelle für nicht-räumliche Daten kann eine Liste von räumlichen Objekten vorliegen, die über Ihren Namen den thematischen Daten zugeordnet werden. Als Alternative kann die Zuordnung innerhalb des Web GIS durch graphische Auswahl erfolgen. Welche Alternative gewählt wird, oder ob es beide Möglichkeiten gibt, wird von den eingesetzten Softwarekomponenten abhängen. Wichtig ist in beiden Fällen, dass mit räumlichen Objekten gearbeitet wird, die zentral an einem Ort gespeichert sind.

## Quellen

- Brinkhoff, T. 2005. Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis. Wichmann, Heidelberg
- Cripps, P., A. Greenhalgh, D. Fellows, K. May, D. Robinson 2004. Ontological Modelling of the work of the Centre for Archaeology CIDOC CRM Mappings, Specializations and Data Examples ([http://cidoc.ics.forth.gr/crm\\_mappings.html](http://cidoc.ics.forth.gr/crm_mappings.html) *Not available anymore*)
- Crofts, N., M. Doerr, T. Gill, St. Stead and M. Stiff (eds.) 2007. Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model Version 4.2 Official Release of the CIDOC CRM ([http://cidoc.ics.forth.gr/official\\_release\\_cidoc.html](http://cidoc.ics.forth.gr/official_release_cidoc.html) *Not available anymore*)
- Hanke, K., 2007. Contribution of Laser Scanning, Photogrammetry and GIS to an Interdisciplinary Special Research Program on the History of Mining Activities (SFB HIMAT). In: ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVI-5/C53 (ISSN 1682-1750) and The CIPA International Archives for Documentation of Cultural Heritage Vol. XXI (ISSN 0256-1840), pp. 366-370
- Hiebel, G., Hanke, K. 2008. Concept for an ontology based web GIS information system for HIMAT. In: CAA 2008 Budapest Proceedings. Archaeolingua, Budapest (in Druck)

<sup>1</sup> [www.uibk.ac.at/himat](http://www.uibk.ac.at/himat)