

---

# Datenintegration zur Lokalisierung und Identifikation von Bergbauspuren

Gerald HIEBEL, Klaus HANKE

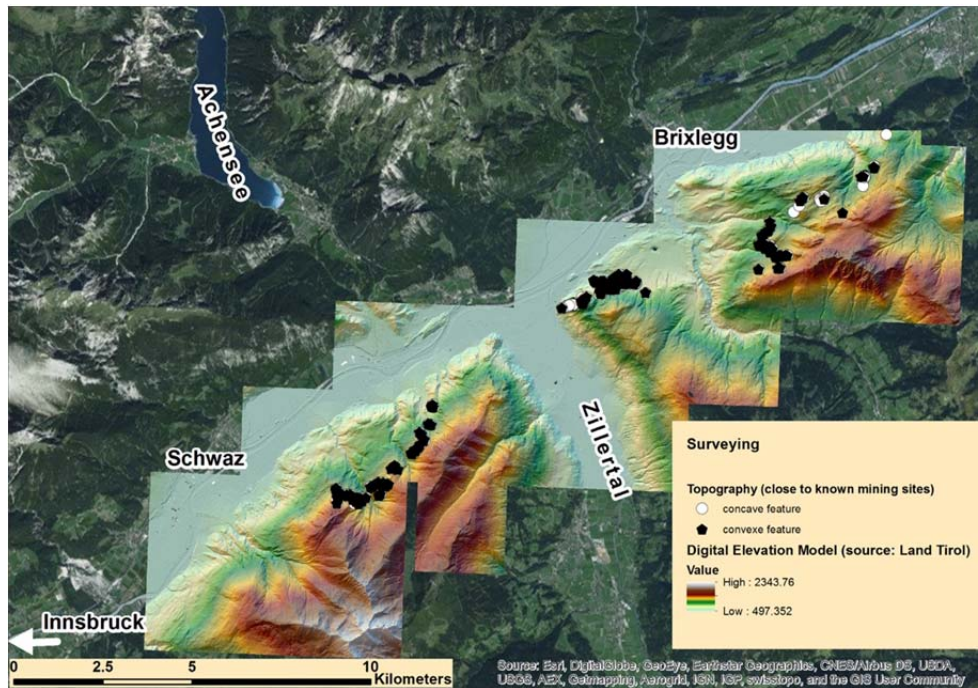
AB Vermessung und Geoinformation, Universität Innsbruck  
gerald.hiebel@uibk.ac.at, klaus.hanke@uibk.ac.at

## Zusammenfassung

Es soll gezeigt werden, wie die Daten des an der Universität Innsbruck eingerichteten Forschungszentrums HiMAT durch die Anwendung der CIDOC CRM Ontologie (mit Erweiterungen) konzeptionell integriert werden konnten. Dabei handelt es sich um ein Datenmodell aus dem Kulturgutbereich, um Daten in einer Netzwerkstruktur abzubilden. Für die Repräsentation von Detailwissen wird ein Thesaurus angewendet der die Kategorien der Ontologie noch spezialisiert. Um diese Wissensrepräsentation in einer Netzwerkstruktur zu implementieren, wurden Technologien des Semantic Web angewandt, und ein Graph in RDF (Resource Description Framework) erzeugt. In der aktuellen Implementierung sind sieben Datenquellen integriert, aber die Methodologie wird künftig auf weitere Quellen angewendet werden um die Wissensbasis zu erweitern. Das RDF Netzwerk soll je nach Anwendungsfall auf bestimmte Informationen abgefragt werden können. Im folgenden Aufsatz haben wir einerseits archäologische Forschungsfragen und andererseits die Anforderungen von Notfalleinrichtungen dargestellt, um die Bandbreite der Anwendungsmöglichkeiten zu zeigen.

## 1 Informationsquellen

Das an der Universität Innsbruck eingerichtete Forschungszentrum HiMAT beschäftigt sich mit der Erforschung der Bergbaugeschichte in den Ostalpen von der Urgeschichte bis in die Neuzeit ([www.uibk.ac.at/himat](http://www.uibk.ac.at/himat)). Verschiedene Projekte des Forschungszentrums in der Region Schwaz/Brixlegg haben die Lokalisierung, Identifikation und Interpretation von Bergbauspuren zum Ziel. Geologische Prospektionen bilden dabei eine der grundlegenden Quellen für Informationen zu Strukturen, die durch Bergbau entstanden sind. Herwig Pirkl (PIRKL 1961) hat die Bergbaulandschaft Schwaz/Brixlegg in einer erstaunlichen Genauigkeit und mit einem derart hohen Detailreichtum aufgenommen, wie es nach ihm nicht mehr erreicht wurde. Das Ergebnis war eine Beschreibung der geologischen und Oberflächenstrukturen in einem Werk mit drei geologischen Karten im Maßstab 1:10000. Zwei dieser Karten wurden im Zuge der Arbeiten des Forschungszentrums HiMAT digitalisiert. Die als Stollen und Tagebaue identifizierten Oberflächenstrukturen wurden mit ihren Namen und Koordinaten aufgenommen. Um eine genauere Verortung der Oberflächenstrukturen zu erreichen wurde das hochauflösende digitale Geländemodell des Landes Tirol auf konkave und konvexe Geländestrukturen untersucht, die sich in der Nähe der von Pirkl identifizierten und benannten Bergbaue befinden (Abb. 1).



**Abb. 1:** Konkave und konvexe topographische Strukturen die aus dem hochauflösenden digitalen Geländemodell des Landes Tirol (Land Tirol 2009) extrahiert wurden.

Informationen über Fundplätze die Bergbaurelevanz haben, wurden aus der archäologischen Literatur, sowie von Prospektions- und Ausgrabungsberichten der verschiedenen Projekte des Forschungszentrums HiMAT erfasst. Die Karte in Abbildung 2 zeigt die im FZ HiMAT in den Jahren 2007-2011 durchgeführten Forschungsaktivitäten.

## 2 Informationsintegration

Wie in Abbildung 3 dargestellt, wird die konzeptionelle Integration durch die Anwendung der CIDOC CRM Ontologie mit Erweiterungen erreicht (LE BOEUF et al. 2016). Das hier verwendete Datenmodell aus dem Kulturgutbereich, bildet die Daten in einer Netzwerkstruktur ab. Ein Thesaurus welcher die Kategorien der Ontologie noch spezialisiert wird zur Repräsentation von Detailwissen angewendet (Abbildung 4). Die Integration von unterschiedlichen Vokabularen, auf die sich die Datenquellen beziehen und die teilweise fachspezifisch sind ist eine herausfordernde Aufgabe, die eine methodologische Grundlage benötigt, wie sie beispielsweise bei DOERR 2006 dargestellt wird. Die formale Repräsentation des Thesaurus erfolgt in SKOS, einem Standard des Semantic Web (W3C 2009).

Zur Implementierung dieser Wissensrepräsentation in einer Netzwerkstruktur wurden Technologien des Semantic Web angewendet und ein Graph in RDF (Resource Description Framework) erzeugt (W3C 2014). RDF ist eine Datenstruktur mit der logische Aussagen zu

einem Netzwerk miteinander verknüpft werden können und bildet die Grundlage für die Linked Open Data (LOD) Cloud, in der Daten auf einer globalen Ebene miteinander verbunden sind ([www.linkedopendata.org](http://www.linkedopendata.org)). Über die Anwendung des Semantic web Tools KARMA (ISI 2016) kann aus einer tabellarischen Quelle eine Netzwerkstruktur in RDF erzeugt werden. In der aktuellen Implementierung sind sieben Datenquellen aus den Bereichen Geologie, Vermessung und Archäologie integriert, sowie die in der Datenbank des Forschungszentrums HiMAT vorhandenen Metadatenbestände.

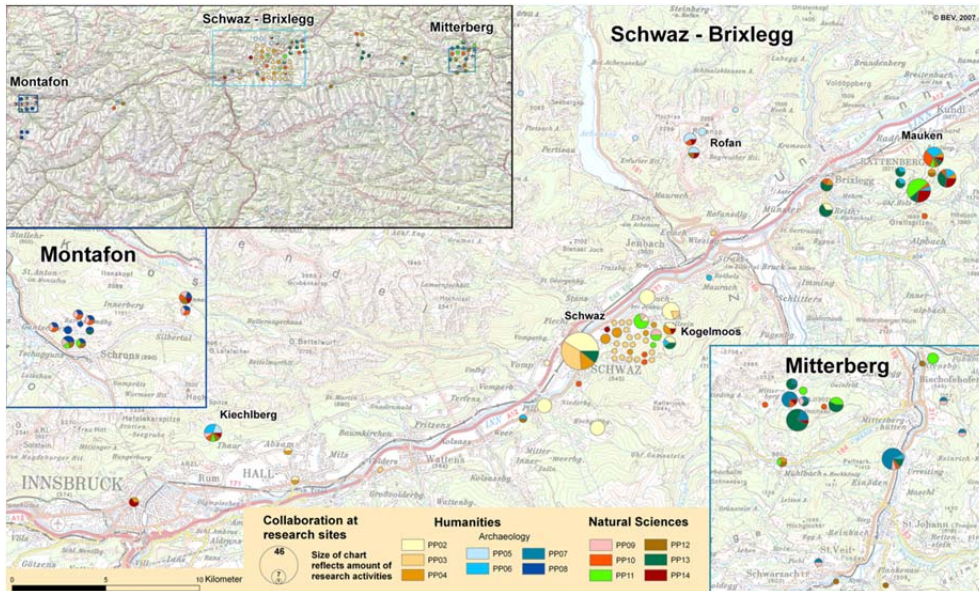


Abb. 2: Die von 2007-2011 im FZ HiMAT durchgeführten Forschungsaktivitäten (rechts)

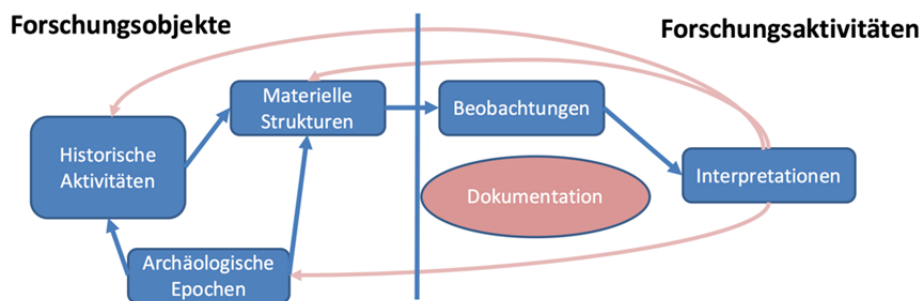
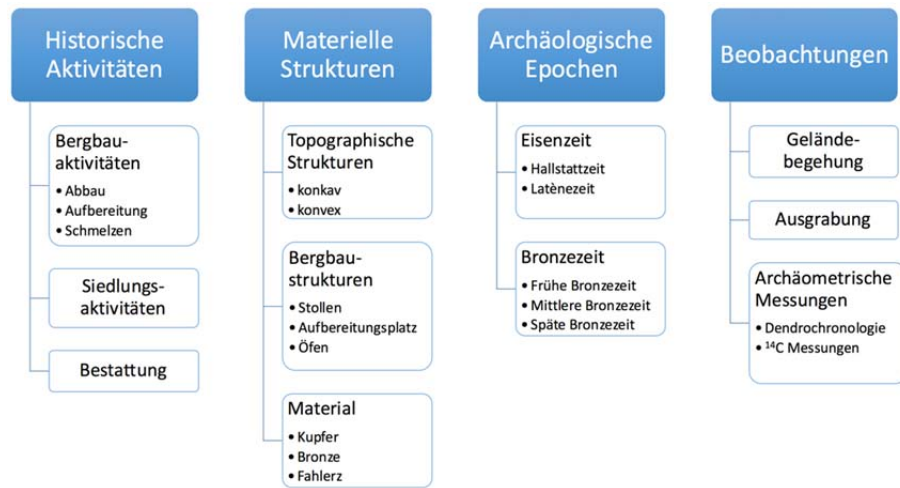


Abb. 3: Das Datenmodell basierend auf CIDOC CRM mit speziellen Erweiterungen



**Abb. 4:** Der Thesaurus für die Hauptkategorien des Datenmodelles

Weiterführende Forschungen werden die Methodologie auf weitere Quellen anwenden. Diese umfassen in naher Zukunft:

- Museumsausstellungsdaten der Wanderausstellung „Bergauf-Bergab – 10000 Jahre Bergbau in den Alpen“
- Datengrundlage einer sprachwissenschaftlichen Dissertation über ausgewählte Tiroler Bergbauareale
- die geochemischen Metallanalysen von prähistorischen Artefakten

Als weiterer Schritt soll über semantische Kriterien und Stringmatching versucht werden Beziehungen zu Linked Open Data Quellen wie Wikipedia und Geonames herzustellen und so die vorhandenen Datenbestände in die Linked Open Data Cloud zu integrieren.

### 3 Auswertung der integrierten Daten und Ausblick

Das RDF Netzwerk kann je nach Anwendungsfall auf bestimmte Informationen abgefragt werden. Für die Archäologie wurde aus den bestehenden Daten jene Informationen extrahiert, bei denen der Nachweis von bronzezeitlichen Aktivitäten in den Bereichen Bergbau, Siedlung und Bestattung vorliegt. Diese Informationen wurden in einer Karte dargestellt (Abbildung 5), die künftig von Archäologen dazu verwendet werden kann, die Lokalisierung von Gebieten mit Informationen über Siedlungen im Einzugsbereich von Bergbau-bereichen zu ermöglichen.

Für die örtliche Grubenwehr stellen bei Notfalleinsätzen in Bergbaustollen die Grubennamen mit ihren Koordinaten unverzichtbare Informationen dar. Im Falle eines Notrufes, bei dem nur häufig ein Grubenname genannt wird, kann die Grubenwehr über die Koordinaten-information den lebensrettenden Einsatzort lokalisieren.

Dies sind nur zwei Beispiele für solche konkreten Datenauswertungen. Mit der Integration weiterer Datenquellen und vor allem der Verlinkung zu weiteren Internet-Datenquellen wie Wikipedia ergeben sich Anwendungsszenarien für die verschiedensten Interessensgruppen.

## Literatur

LE BOEUF, P. DOERR, M. ORE, CH.E. STEAD. S. 2016. Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model, [http://www.cidoc-crm.org/official\\_release\\_cidoc.html](http://www.cidoc-crm.org/official_release_cidoc.html) (6. 4. 2016).

DOERR, M. (2006). Semantic Problems of Thesaurus Mapping. *Journal Of Digital Information*, 1(8). Retrieved from <https://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/31/32> (3.11. 2016)

PIRKL, H., 1961. Geologie des Trias-Streifens und des Schwazer Dolomits südlich des Inn zwischen Schwaz und Wörgl (Tirol), *Jahrbuch Geol. B. A.* (1961), Bd. 104. 1. Heft, (Wien 1961)

ISI 2016. Karma: A Data Integration Tool, <http://www.isi.edu/integration/karma/> (3.11.2016)

W3C 2009. SKOS Simple Knowledge Organization System Reference. <https://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/> (19.6.2016)

W3C 2014. Resource Description Framework (RDF) <http://www.w3.org/RDF/> (19.6.2016)

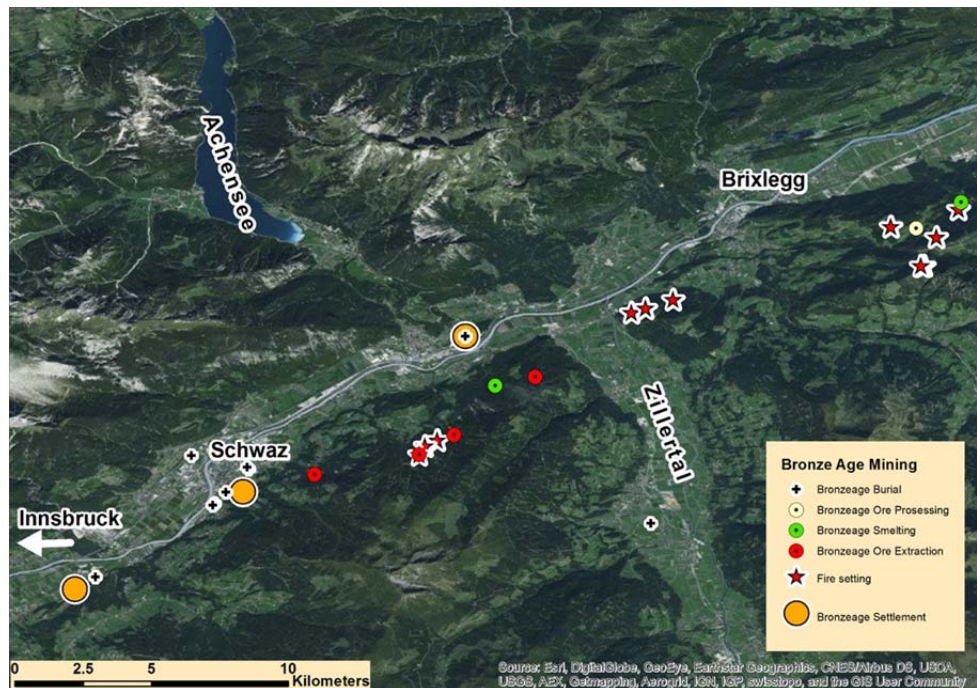


Abb. 5: Bronzezeitlichen Aktivitäten in den Bereichen Bergbau, Siedlung und Bestattung