

## **Geodatenmanagement an der GBA – am Weg zum WissenstransFAIR**

CHRISTINE HÖRFARTER\*, VIKTORIA HAIDER\*, WERNER STÖCKL\* & THOMAS BRUS\*

\* Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. christine.hoerfarter@geologie.ac.at;  
viktorija.haider@geologie.ac.at; werner.stoeckl@geologie.ac.at; thomas.brus@geologie.ac.at

Die Erstellung geologischer Karten und die Bereitstellung geologischer Informationen hat an der Geologischen Bundesanstalt (GBA) eine lange Tradition. Geologische Karten ermöglichen die Visualisierung geowissenschaftlicher Themen, die für Öffentlichkeit und Behörden von Interesse sind. Bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts begann der Geologische Dienst Österreichs mit der Erstellung geologischer Karten. Von diesen ersten einzelnen Skizzenblättern und den ersten Datensätzen bis hin zu öffentlich verfügbaren digitalen Informationen, die unter anderem über Webservices bereitgestellt werden, entwickelte sich ein komplexes Geodatenmanagement-System.

Die Anhäufung von raumbezogenen Daten in den Geowissenschaften hat in den letzten Jahrzehnten enorm zugenommen, seit sich neue Methoden und Technologien zur Untersuchung, Analyse und Verarbeitung entwickelt haben. Diese Zunahme von Geodaten und die wachsende Nachfrage nach Interoperabilität, auch zur interdisziplinären Nutzung, erfordern ein ausgefeiltes Geodaten- und Wissensmanagement. Dazu zählen die Strukturierung der Daten nach einem vorgegebenen Datenmodell, eine semantische Harmonisierung, nachhaltige Speicherung, Vernetzung, und bedarfsorientierte Visualisierung.

Dies sind Aufgaben der Geoinformation, ebenso wie die rechtlich verpflichtende Umsetzung der EU-Richtlinie 2007/2/EG vom 14. März 2007 (EUROPEAN PARLIAMENT, 2007) zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Union (INSPIRE) – übergeführt in nationales Recht durch das GeoDIG 2010 (Österreichisches Geodateninfrastrukturgesetz, BGBl. I Nr. 14/2010).

Dieses verpflichtet alle öffentlichen Geodaten haltenden Stellen, die von den Fachexperten und Fachexpertinnen generierten Geodaten und Informationen technisch und inhaltlich nach vorgegebenen, internationalen Standards zu optimieren und der Öffentlichkeit bereit zu stellen.

Eine intensive Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachexperten und Fachexpertinnen ist für diese Datenverarbeitungsprozesse innerhalb des Arbeitsbereiches Geoinformation essenziell. Etwa bei der Erarbeitung des konzeptionellen Datenmodells und einer semantischen Harmonisierung von Inhalten ist facheinschlägiges Wissen Voraussetzung.

Besonders bei der Transformation von der Struktur eigener Geodatenkonzepte in standardisierte Datenmodelle, wie jene von GeoSciML (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2016) oder INSPIRE, ist die geowissenschaftliche Expertise fundamental, um die Inhalte der fachlichen Interpretation entsprechend zuordnen zu können. Nur im Team mit Geoinformatikerinnen/Geoinformatikern und Datenmodelliererinnen/Datenmodellierern kann dieses Ziel erreicht werden.

Das Bemühen besteht darin, Daten nachhaltig und zentral zu organisieren, basierend auf bestehenden internationalen Standards. Ohne die Berücksichtigung dieser Standards ist ein Datenaustausch mit externen Partnern nur bedingt, mit hohem Aufwand verbunden, möglich.

### **1. Methoden, Umsetzung und Mehrwert**

#### **1.1. Informationsverarbeitung**

Bei der Umsetzung einer Geodateninfrastruktur wird auf unterschiedliche Methoden und technische Hilfsmittel zurückgegriffen. Neben dem an der GBA konventionellen Gebrauch von Microsoft SQL als RDBMS (Relationales Datenbankmanagementsystem) wird von ArcGIS und QGIS als Geoinformationssoftware auf die dort abgelegten Daten zugegriffen. Für verschiedene internationale Projekte wird auch weitere Open Source Software verwendet, wie z.B. PostgreSQL und PostGIS.

Ein weiteres Beispiel eines Tools im Bereich des Geodatenmanagements stellt der GBA-Thesaurus dar, mit dessen Hilfe die Harmonisierung von Inhalten erleichtert wird. Über dieses

sogenannte kontrollierte Vokabular werden zweisprachig Begriffe eindeutig geklärt, in ihrer Bedeutung strukturiert und eindeutig über einen Code (URI) identifizierbar (Abb. 2). Damit schränkt sich der Interpretationsspielraum von Inhalten erfasster Geodaten ein, die Daten werden „exakter“ und können somit besser in eine Datenbankstruktur überführt und verknüpft werden. Die Abfragbarkeit von mit den Geodaten verknüpften Sachinformationen wird erleichtert und dem Anwender von Geodatenprodukten werden die Zusammenhänge besser ersichtlich. Dass der Thesaurus der GBA in erster Linie aus der Notwendigkeit heraus entstanden ist, den gesetzlichen Auftrag gemäß der EU-Richtlinie INSPIRE umzusetzen, zeigt, dass durch Richtlinien nicht nur Pflichten erfüllt werden, es wird auch ein Mehrwert für die Geoinformation und somit auch für die Anwender von Geodaten erreicht.

Ein weiterer hervorzuhebender Mehrwert ist das Entstehen von maschinenlesbaren Daten. „Maschinenlesbar“ ist nicht gleichzusetzen mit „Digital“, sondern es bedeutet, dass Daten in einer Form bzw. in einem Format vorliegen, welche mit einer Computerprogrammierlogik automatisiert verarbeitet oder transformiert werden können. Somit kann zum Beispiel ein heterogener und aus mehreren gegebenenfalls unterschiedlich strukturierten Datenquellen vorliegender Datenbestand einer geologischen Karte in Form eines GML-Files (Geographic Markup Language Standard) zur Verfügung gestellt werden (Abb. 1). Mit diesem weltweit akkordierten Standard (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2012) wird der internetfähige Austausch, Zugriff und die Nutzung von Geodaten unterstützt. Erst mit einem GML wird das Validieren von Datensätzen gemäß der INSPIRE-Richtlinie ermöglicht.



Abb. 1: Von der GIS-Darstellung einer geologischen Karte (hier Blatt Radenthein-Ost) zu maschinenlesbaren geologischen Informationen in Form eines GML-Files (Beispieldarstellung KM500).

Mit RDF (Resource Description Framework) und SKOS-RDF (SKOS: Simple Knowledge Organisation System) als ein grundlegendes Standard-Datenmodell für den Thesaurus der GBA (Abb. 2) wird auch dieser maschinenlesbar verarbeitet. Der GBA-Thesaurus, das zweisprachige kontrollierte Vokabular ausgewählter geowissenschaftlicher Thematiken, enthält im Einzelnen Begriffe mit jeweils einer eigenen, eindeutig zugeordneten Webadresse, den sogenannten URI (Uniform Resource Identifier), der zum Kodieren der Objektdaten eines geologischen Features verwendet wird (HÖRFARTER & SCHIEGL, 2016).

Aufgrund der semantischen Webfunktionen des Thesaurus (SKOS, RDF) ist es möglich, Informationen zu verknüpfen und damit neues Wissen zu generieren, indem URIs über einen RDF-Wissensgraphen mit anderen „Ressourcen“ im Internet verbunden werden. Ab hier spricht man von Linked Open Data.

The image shows two parts of the GBA Thesaurus interface. The top part is a search result for 'Brekzie'. It includes a search bar, a list of related terms, a description of the concept, and a 'LinkedData' section with various URIs and SKOS mappings. The bottom part is a semantic network diagram showing 'Brekzie' at the center, connected to other geological terms like 'Konglomerat', 'Tonstein', 'Schieferstein', 'Siltsstein', 'Klastisches Sediment', 'Sandstein', 'Kalksandstein', 'Dolomitischer Mergelstein', 'Tuff Brekzie', 'Diamktilit', 'Pyroklastische Brekzie', 'Pyroklastisches Gestein', 'Sedimentgestein', 'Mergelstein', 'Tektonische Brekzie', and 'Störungsmaterial'.

Abb. 2: Der GBA-Thesaurus, links oben die Einstiegsseite. Rechtes Bild: Das Suchergebnis zum Konzept „Brekzie“. Neben einer Beschreibung des Konzeptes (Begriff), den dazugehörigen Zitaten, Synonymen sowie den semantischen Beziehungen werden im Bereich „LinkedData“ des GBA-Thesaurus die Verknüpfungen zu Konzepten mit anderen RDF-Ressourcen angezeigt (hier zu DBpedia – der Datenbank hinter Wikipedia). Links unten die semantische Relation des Konzeptes „Brekzie“ mit den übergeordneten bzw. untergeordneten sowie verwandten Begriffen bis zum 2. Grad – ein „Begriffsnetz“.

Durch die Bereitstellung unseres Thesaurus-Vokabulars für alle Nutzer und die Verwendung offener Standard-Formate (RDF, SKOS) ist die Implementierung von Linked Open Data (LOD) möglich. Die Verknüpfung zwischen Konzepten (Begriffen) verschiedener kontrollierter Vokabulare (über HTTP-URIs) und damit die Verknüpfung von Information im Internet verbessert den Wissensaustausch maßgeblich. Zum Beispiel könnte eine in Österreich definierte geologische Formation leicht mit einem identischen Konzept (Begriff) eines Nachbarlandes in Verbindung gebracht werden – indem lediglich über die URI mit dem Äquivalent verknüpft wird. Schließlich wird es immer wichtiger, die transnationale Kommunikation zu verbessern, um grenzübergreifend gemeinsam an geowissenschaftlichen Herausforderungen zu arbeiten.

## 2. Herausforderung Nachhaltigkeit

Um Wissen wirklich nachhaltig und sinnbringend zur Verfügung stellen zu können, muss der Bereitsteller verständlich beschreiben und nachhaltig dokumentieren – dabei sprechen wir in erster Linie von Metadaten. Die Bedeutung dieser ist enorm, da erst durch diese die Daten in den richtigen Kontext gesetzt werden und dem Nutzer wichtige Information bereitgestellt wird. Dabei ist die Art und Weise anzuführen, wie die Daten generiert wurden, wie diese zu verwenden sind bzw. ob diese Daten überhaupt den Anforderungen für die individuelle Nutzung entsprechen. Auch um selbst noch nach Jahren nachvollziehen zu können, warum dieser Datensatz erstellt wurde, welche Information dadurch zur Verfügung gestellt wird, wie aktuell die Information ist, welchen Nutzen sie erfüllt, wer dafür verantwortlich ist und vieles mehr.

### 2.1. Data Lifecycle Management

Für eine nachhaltige Datenverwaltung ist es entscheidend, zu verstehen, dass es sich bei Daten nicht um statische Objekte handelt, sondern um etwas, das einem ständigen Wandel unterworfen ist und eine Lebensdauer hat. Zur Verständlichkeit ist der Prozess der Zustandsänderung in der Lebensdauer von Daten in Form eines „Data Lifecycles“ dargestellt (Abb. 3).

Der „Data Lifecycle“ ist ein Tool zur Darstellung eines meist komplexen Data Lifecycle Managements (DLM) als ein Teil des Information Lifecycle Managements (ILM). Beim DLM handelt es sich um die Verwaltung der Daten bzw. Informationsobjekte in der Dauer ihrer Lebenszeit. Es ist ein organisationsbezogener, richtlinienbasierter Ansatz, von der Erstellung über die Speicherung bis zum Zeitpunkt, an dem sie veraltet sind und gelöscht werden. DLM umfasst Strategien, Methoden und Anwendungen, um Information automatisiert entsprechend ihrem Wert und ihrer Nutzung optimal bereitzustellen, zu erschließen und langfristig sicher aufzubewahren. Es handelt sich um einen Managementprozess, in dem organisationsbezogenen Entscheidungen zum Wert der Informationsobjekte, den gesetzlichen Rahmenbedingungen, den Aufbewahrungszeiten, den Datenbanken und Verzeichnissen getroffen werden sollen (LIEBHART, 2005).

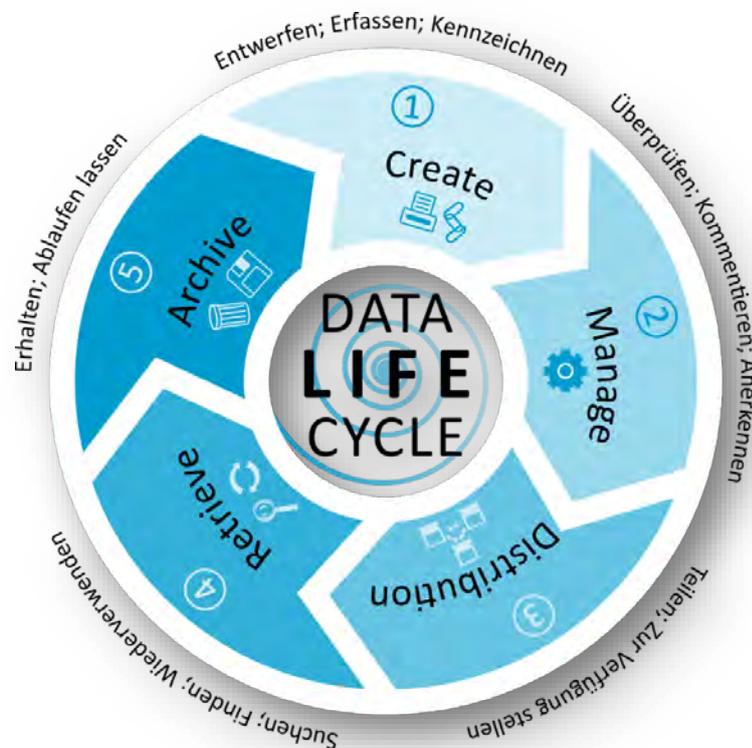


Abb. 3: Der Data Lifecycle (modifiziert nach HAZTOWICHP, 2015) – dieser beschreibt die Zustandsänderung von Daten. Ein Datenmanagement erfordert einen Plan, beispielsweise beginnend von der Implementierung der Daten in ein Datenmodell (Erstellung) bis hin zur Entscheidung, ob, wie oder inwieweit die Daten archiviert, aktualisiert werden oder aus dem System scheiden sollen (Retrieve).

## 2.2. EU-Initiative GO FAIR

Um die digitale Revolution zu nutzen, die Forschung zu beschleunigen, die Möglichkeiten der Maschinenanalyse im großen Maßstab zu nutzen und gleichzeitig Transparenz, Reproduzierbarkeit und gesellschaftlichen Nutzen sicherzustellen, müssen Daten und andere digitale Objekte, die von der Forschung erstellt und für die Forschung verwendet werden, FAIR (Findable – Accessible – Interoperable – Reusable) sein (EUROPEAN COMMISSION – DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION, 2018a, b).

Das Ziel ist, die Auffindbarkeit, Zugänglichkeit, Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit von Forschungsdaten über Länder- und Disziplinengrenzen hinweg zu ermöglichen. Die veröffentlichten Forschungsdaten sollen bestimmten Kriterien entsprechen, die in den FAIR-Grundsätzen beschrieben sind (Abb. 4). FAIR entstand auf Grund aktueller uneinheitlicher Datenverwaltungspraktiken in der EU, die nicht optimal sind. Mehrere lokale und globale Initiativen arbeiten an einer Infrastruktur, welche die FAIR-Prinzipien unterstützt, um Forschungsdaten optimal zu nutzen (EUROPEAN COMMISSION – DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION, 2018b).

FAIR bietet die Einbindung aller Forschungsbereiche und Mitgliedsstaaten und strebt an, Forschungsdaten zukünftig gemeinsam nutzbar und wiederverwendbar zu machen. Da die großen Forschungsfelder heute größtenteils interdisziplinärer Natur sind, ist dies für den Erkenntnisfortschritt in der datenbasierten Forschung ein bedeutender Mehrwert.

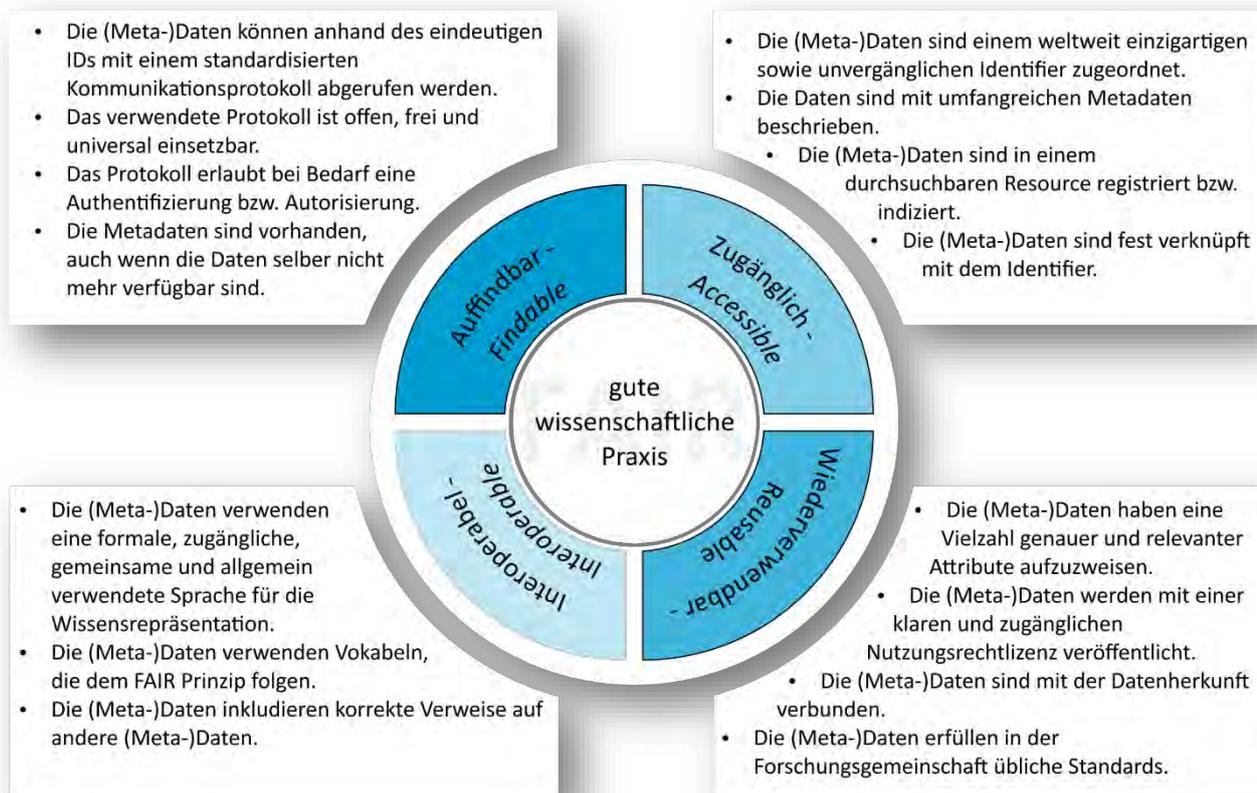


Abb. 4: Die FAIR Prinzipien – FAIR steht für Findable, Accessible, Interoperable und Reusable. Ihre Anwendung gewährleistet den disziplin- und länderübergreifenden Zugang zu Daten und ihre Nutzbarmachung.

## 2.3. Datenpublikation in einem Forschungsdatenrepositorium

Die GBA steht vor der Herausforderung, für die Forschungsgemeinschaft immer mehr interessante und wertvolle Daten zu produzieren. Aktuell findet nur ein Teil der gesammelten Daten den Weg in die Öffentlichkeit. Der Großteil davon wird interpretiert oder zusammengefasst im Rahmen einer Textpublikation oder in Form von Visualisierungen. Eine beachtliche Menge an strukturierten Daten findet im besten Fall Sicherung auf einem Server der GBA oder in einer

installierten Datenbank. Permanent wird die Datenablage mit der Problematik begleitet, dass diese unbeabsichtigt verändert, gelöscht oder einfach aus dem Blickwinkel gerät, sobald die dafür verantwortlichen Personen nicht mehr involviert sind oder den Fokus auf andere Fachthemen legen. Das Risiko, dass wertvolle Daten in Vergessenheit geraten und dadurch mehrfach generiert werden, ist beachtlich hoch.

Seit einigen Jahren gewinnen frei zugängliche fundierte Daten für die wissenschaftliche Gemeinschaft immer mehr an Bedeutung. Durch eine Datenpublikation wird die maximale Wertschöpfung an Daten erreicht, sofern die Daten durch die nachhaltige Archivierung und das Klären der Nutzungsrechte zugänglich, zitierbar, nachvollziehbar sowie verwertbar gemacht werden.

Ein Forschungsdatenrepositorium ist ein technisches, aber auch ein organisatorisches System, das diesen Anforderungen gerecht werden kann. Es ermöglicht eine technisch stabile sowie eine organisatorisch nachhaltige und vertrauenswürdige Verwaltung von Daten. Dabei werden die in Dateien strukturierten Datensätze mit einer interoperablen sowie persistenten ID versehen und zusammen mit den dazugehörigen Metadaten abgelegt. Über eine technische Schnittstelle können die so archivierten Datensätze abgerufen und weiterverwendet werden (HEERY & ANDERSON, 2005). Im Gegensatz zu einer klassischen Archivierung können die Daten nachhaltig und sicher abgespeichert werden (Abb. 5).



Eigenschaften	lokaler Speicherort	Datenrepositorium
frei zugänglich	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
durchsuchbar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
modifizierbar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
löschar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
sicher	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
langzeit-archivierbar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
wiederverwertbar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
nachhaltig	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
eindeutige Datenrichtlinie	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
standardisierte Metadaten	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
beständige interoperable ID	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
zitierbar	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Abb. 5: Gegenüberstellung der Stärken und Schwächen eines Datenrepositoriums und eines lokalen Speicherortes (Desktop PC oder lokaler Server). Im Datenrepositorium können die archivierten Datensätze weder gelöscht, noch in irgendeiner Form verändert werden. Dadurch wird eine langfristige sowie nachhaltige Archivierung ermöglicht.

Im Kontext von Repositorien für Forschungsdaten arbeitet man oft mit dem Begriff der „digitalen Objekte“ als kleinste Einheit einer Datenpublikation. Digitale Objekte

(Abb. 6) sind digitale Daten, die als intellektuelle Einheiten aus (einer oder mehreren) Dateien, zugehörigen Metadaten sowie einem Netzwerk aus anderen Objekten bzw. referenzierbaren Informationen bestehen können (ASCHENBRENNER & NEUROTH, 2011).

Auch die Forschungsförderer auf nationaler Ebene (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft, FFG; Der Wissenschaftsfonds, FWF; Österreichische Akademie der Wissenschaften, ÖAW) sowie auf internationaler Ebene (z.B. EU-Projekt HORIZON 2020) haben den Wert von freizugänglichen Daten mittlerweile erkannt und unterstützen diese Entwicklung. Dabei fordern sie die Wissenschaftsgemeinde auf, relevante Daten in einem fachspezifischen Forschungsdatenrepositorium zu publizieren. Für geowissenschaftliche Datenpublikationen steht aktuell die Datenpublikationsplattform PANGAEA ([www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)) zur Verfügung, welche vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven bzw. vom Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) in Bremen etabliert wurde. In Österreich gibt es nach wie vor kein adäquates Forschungsdatenrepositorium für geowissenschaftliche Daten. Das soll sich jedoch bald ändern. Seit eineinhalb Jahren wird an der GBA intensiv am Aufbau eines eigenen Forschungsdatenrepositoriums gearbeitet. Das hat nicht nur den Vorteil, dass wir Forschungsdaten erfolgreich publizieren und nachhaltig archivieren können, sondern auch, dass die Daten aktiv an einem Data Lifecycle teilnehmen.

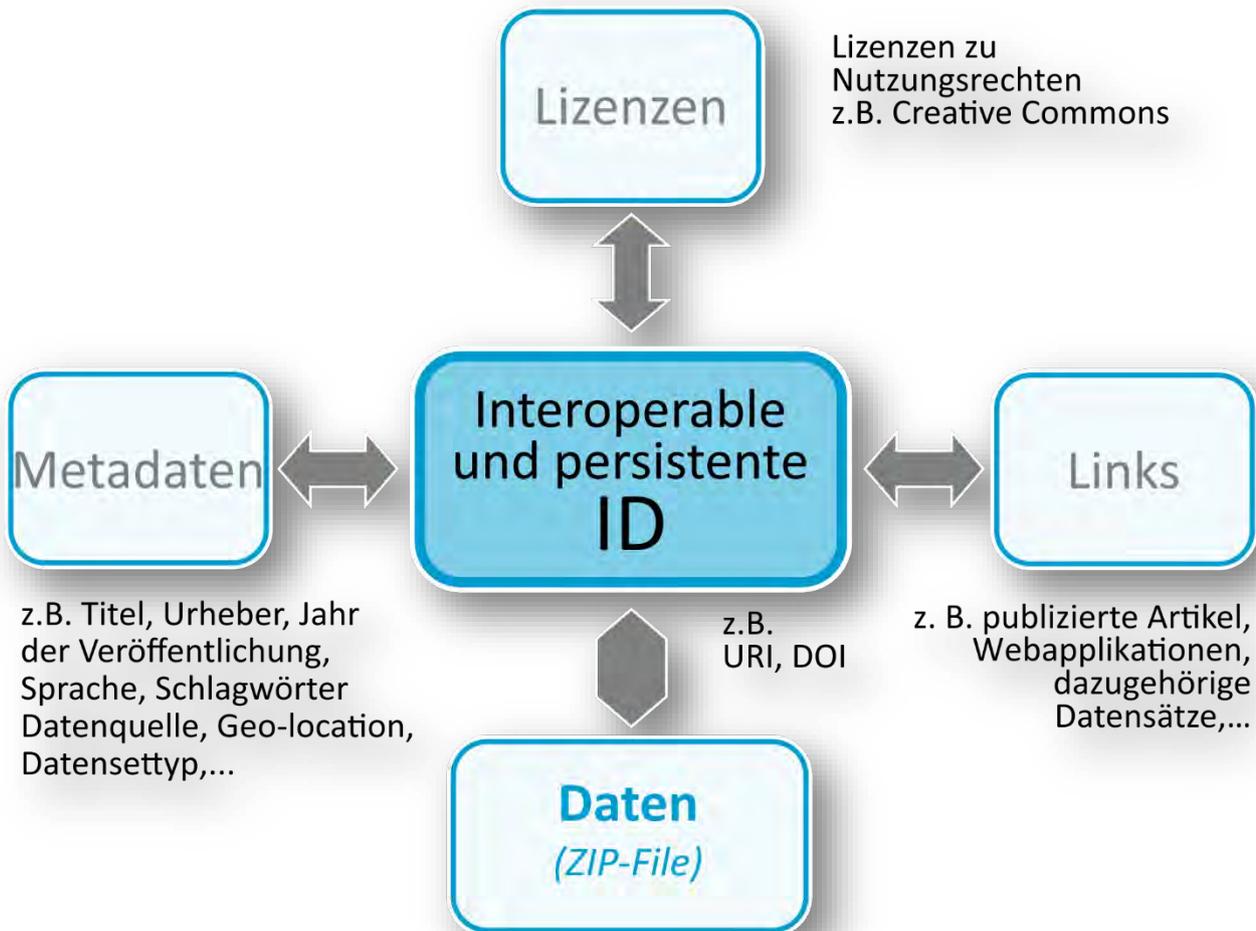


Abb. 6: Digitales Objekt innerhalb eines Forschungsdatenrepositoriums. Erst durch die Verbindung der publizierten Daten mit einer persistenten ID werden die Daten eindeutig referenzierbar. Durch die Beschreibung mit Metadaten werden die Datenpublikationen such- und auffindbar. Durch die verbindliche Vergabe von Nutzungslizenzen werden die Daten verwendbar und nutzbar. Mit dem individuellen Verlinken der ID zu dazugehörigen Textpublikationen, Webapplikationen, Webservices oder anderen Datenpublikationen werden die Datenpublikationen vielfältig vernetzt. Neue wertvolle Informationen können dadurch generiert werden.

### 3. Zusammenfassung

Die Verwaltung von raumbezogenen Daten, das Geodatenmanagement, erfordert eine funktionierende Geodateninfrastruktur. Im Team mit den geowissenschaftlichen Fachexperten und Fachexpertinnen verfolgt die Geoinformation an der Geologischen Bundesanstalt das Ziel, ihre Geodaten und die damit verbundenen Informationen allen Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung zu stellen. Neben den technischen Voraussetzungen bilden Normen und Standards sowie gesetzliche Vorgaben, wie z.B. die Umsetzung der EU-Richtlinie INSPIRE in Form des Österreichischen Geodaten Informationsgesetzes, einen wesentlichen zu berücksichtigenden Bestandteil des Geodatenmanagements. Der Großteil dieser Regeln, Standards und Normen zielt darauf ab, die Geodaten unterschiedlichster Anbieter sicherzustellen und sie herstellerunabhängig in beliebigen Anwendungen nutzen zu können. Als öffentliche Geodaten haltende Stelle sehen wir es als unsere Aufgabe an, unsere Geodaten diesem Stand entsprechend angemessen zu verarbeiten.

In diesem Zusammenhang bedeutet „FAIR“ somit nicht nur, dass Daten „Findable – Accessible – Interoperable – Reusable“ sein sollen. Fair bedeutet hier auch, den Regeln des Zusammenlebens entsprechend, anständig und gerecht im Verhalten gegenüber anderen Geodaten bereitzustellen, die auf die Verwendung dieser Daten angewiesen sind bzw. diese nutzen möchten.

## Literatur

- ASCHENBRENNER, A. & NEUROTH, H. (2011): Forschungsdaten-Repositorien. – In: BÜTTNER, S., HOBOM, H.C. & MÜLLER, L. (Eds.): Handbuch Forschungsdatenmanagement, 101–114, Bad Honnef (Bock + Herchen Verlag).
- HAZTOWICHP (2015): Digital Asset Management enable enterprises to manage files throughout every stage of the digital asset lifecycle. Source: Own Work. – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digital-asset-lifecycle.png> [Zugriff am 29.03.2019].
- HEERY, R. & ANDERSON, S. (2005). Digital repositories review. Joint Information Systems Committee. – Online: <https://purehost.bath.ac.uk/ws/portalfiles/portal/498122/digital-repositories-review-2005.pdf> [Zugriff am 02.04.2019].
- HÖRFARTER, C. & SCHIEGL, M. (2016): Thesaurus and DataViewer application tool – knowledge representation to define concepts and visualize geoscientific data. – Conference Paper 2016, 35<sup>th</sup> International Geological Congress, Cape Town.
- LIEBHART, D. (2005): Operatives Data Lifecycle Management. – Management Services Fachbericht, Trivadis AG, 8 S.
- OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (Eds: GeoSciML Modeling Team) (2016): OGC Geoscience Markup Language 4.1 (GeoSciML). URL: <http://docs.opengeospatial.org/is/16-008/16-008.html> [Zugriff am 02.04.2019].
- OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (Ed: PORTELE, C.) (2012): OGC Geography Markup Language (GML) – extended schemas and encoding rules. – In: OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 91 S., URL: <https://www.opengeospatial.org/standards/gml> [Zugriff am 02.04.2019].

## Rechtsmaterialien

- BGBI. I Nr. 14/2010 (2010): Bundesgesetz über eine umweltrelevante Geodateninfrastruktur des Bundes (Geodateninfrastrukturgesetz – GeoDIG). – European Legislation Identifier (ELI): <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/I/2010/14/20100301> [Zugriff am 29.06.2017].
- EUROPEAN COMMISSION – DIRECTORATE GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION (2018a): Turning FAIR into reality. – Final Report and Action Plan from the European Commission Expert Group on FAIR Data, 78 S., Brussels. <http://dx.doi.org/10.2777/1524>
- EUROPEAN COMMISSION – DIRECTORATE GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION (2018b): Cost-Benefit analysis for FAIR research data – Policy recommendations. – 34 S., Brussels. <http://dx.doi.org/10.2777/706548>
- EUROPEAN PARLIAMENT (2007): Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). – <http://inspire.ec.europa.eu/documents/directive-20072ec-european-parliament-and-council-14-march-2007-establishing> [Zugriff am 02.04.2019].