

Master Thesis

im Rahmen des

Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Interfakultären Fachbereich für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

Automatische Erstellung von GDI-DE konformen Produktmetadaten im Kontext der Krisenkartierung

vorgelegt von

Fabian HENKEL

102757, UNIGIS MSc Jahrgang 2012

Zur Erlangung des Grades

„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

München, 26. Juni 2015

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bei meinen Betreuern Herrn Prof. Josef Strobl für die Ermöglichung dieser Arbeit und Ralph Kiefl für die fachliche Unterstützung bedanken.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Vorgesetzten am DLR Prof. Günther Strunz und Dr. Thorsten Ridlinger, die mir die Zeit und die Möglichkeit gegeben haben, die ich für diese Arbeit gebraucht habe.

Auch möchte ich allen, besonders meiner Familie, meinen Freunden und Kollegen danken, die mir unterstützend zur Seite gestanden sind. Besonders möchte ich mich hier bei Corinna Rössig und Barbara Möller-Rössig für die Unterstützung bei der sprachlichen Korrektur bedanken.

Zusammenfassung

Automatische Erstellung von GDI-DE konformen Produktmetadaten im Kontext der Krisenkartierung

von Fabian HENKEL

Metadaten als Daten über Daten werden in vielen Anwendungsbereichen erhoben. Sie stellen sicher, dass die Daten erhalten bleiben und sinnvoll genutzt werden können. Die Sicherung des Kontextes in denen die Daten erfasst worden sind, spielt gerade in der Krisenunterstützung eine große Rolle. Hier ist es essentiell, dass die Daten auffindbar sind und die räumliche und zeitliche Gültigkeit erfasst werden kann. Für eine sinnvolle Unterstützung müssen die Daten den Helfern zeitnah bereitgestellt werden. Dadurch bleibt für die Verarbeitung der Daten nur sehr wenig Zeit. Die Zeit, die die Erstellung der Metadaten benötigt, fehlt für die Erzeugung der Informationsprodukte. Metadaten können zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben werden. Die meisten Informationen sind jedoch zum Zeitpunkt der Erstellung der Daten vorhanden. Deswegen sollten die Metadaten auch zu diesem Zeitpunkt erhoben werden. Eine automatische Erstellung der Metadaten ermöglicht das, ohne dabei den Ablauf der Krisenkartierung zu stören.

Diese Arbeit befasst sich mit den Methoden, Metadaten zu erfassen. Diese Methoden gliedern sich in die manuelle, die semi-automatische und die automatische Erfassung. Des weiteren wird auf Metadaten im Allgemeinen und speziell auf das INSPIRE Profil der europäischen Union eingegangen. Dieses Profil findet auch in der GDI-DE Verwendung, die Teil der Europäischen Geodateninfrastruktur ist.

Die automatischen Methoden werden dann zusammen mit den Anforderungen des INSPIRE Standards als Anwendung in „ArcMap[®]“ umgesetzt. Die Anwendung verbindet die Erstellung der verschiedenen Formate des Produktes und die Erfassung der Metadaten sowie die Möglichkeit, vorhandene Metadaten zu aktualisieren. Damit soll gezeigt werden, wie Metadaten für die Produkte einer Krisenkartierung erfasst und aktualisiert werden können. Für die Anwendung werden die Anforderungen aus den Ergebnissen der Forschung im Bereich der automatischen Metadatenerfassung abgeleitet und zusammen mit den Nutzern in Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation erfasst. Bei der Umsetzung wird eine möglichst vollständige Automatisierung der Metadatenerstellung angestrebt.

Die mit dem Werkzeug erstellten Metadaten werden dann mit Hilfe den von der GDI-DE und INSPIRE angebotenen Services validiert. Die für die Erfassung verwendeten Methoden und ihre Umsetzung werden dargestellt, und der Automationsgrad anhand eines Krisenprodukts bestimmt.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	ii
Zusammenfassung	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vii
Abkürzungen	viii
1. Einführung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Ziele	2
1.3. Technischer und Organisatorischer Hintergrund	3
2. Stand der Forschung	4
2.1. Metadaten	4
2.1.1. Metadaten für Geodaten	8
2.1.2. Der Lebenszyklus von Metadaten	18
2.1.3. Metadaten im Kontext der Krisenkartierung	20
2.2. Metadatenerstellung	21
2.2.1. Manuelle Erstellung	23
2.2.2. Semi-Automatische Erstellung	23
2.2.3. Automatische Erstellung	23
2.3. Zusammenfassung	25
3. Implementierung	26
3.1. Anforderungsanalyse	26
3.2. ArcGIS for Desktop als Entwicklungsplattform	29
3.2.1. Das Map Dokument	30
3.2.2. Verwendete Implementierungsmethoden	31
3.3. Entwicklung des Metadaten Modells	32
3.4. Komponenten des ZKI Map Export Tools	38
3.4.1. Einstellungen	38
3.4.2. Metadaten Extraktoren	39
3.4.3. Product Exporter	41
3.4.4. Benutzeroberfläche	42
3.5. Zusammenfassung	42

4. Ergebnisse	44
4.1. Das Map Export Tool	44
4.2. Metadatenvalidität	46
4.3. Vollständigkeit der Automatisierung	49
4.4. Übertragbarkeit der Anwendung	50
4.5. Zusammenfassung	50
5. Diskussion und Fazit	52
5.1. Metadatenenelemente für Krisenmetadaten	53
5.2. Methoden der Metadatenerfassung	55
5.3. Integration in existierenden Arbeitsabläufen	59
6. Zusammenfassung und Ausblick	63
A. Anhang A.	65
B. Anhang B.	73
C. Anhang C.	79
Literaturverzeichnis	85
Erklärung	89

Abbildungsverzeichnis

1.1. Bereitstellung der Daten und Metadaten	2
2.1. Ressourcenbezeichnung für INSPIRE	10
2.2. „Discovery metadata“ für INSPIRE	10
2.3. Ressourcenverweis für INSPIRE	11
2.4. Klassifizierung der Geodaten für INSPIRE	12
2.5. Schlüsselwörter zur Beschreibung der Daten für INSPIRE	13
2.6. Beschreibung des geographischen Standortes für INSPIRE	14
2.7. Zeitliche Ausdehnung der Ressource für INSPIRE	14
2.8. Zeitpunkt der Erstellung, der Veröffentlichung oder der letzten Überarbeitung für INSPIRE	15
2.9. Herkunft (lineage) der Daten für INSPIRE	15
2.10. Räumliche Auflösung der Daten für INSPIRE	16
2.11. Übereinstimmung mit den Datenmodellen für INSPIRE	17
2.12. Zugangs- und Nutzungsbeschränkungen für INSPIRE	17
2.13. Für die Schaffung, Verwaltung, Erhaltung und Verbreitung von Geodatenätzen zuständige Stelle für INSPIRE	18
2.14. Metadaten über Metadaten für INSPIRE	18
2.15. Lebenszyklus von Metadaten	19
2.16. Entwicklung von Krisenkartierdiensten in Europa	21
2.17. Erstellung von Metadaten	22
3.1. Schema eines Kartenprodukts	30
3.2. Einlesen der Einstellungen (Ablaufdiagramm)	38
3.3. Beispiel für Datenquellen auf einer ZKI Karte	40
3.4. Interface der Produkt Exporter	41
4.1. Das Map Export Tool	45
4.2. Beispiel Datensatz	47
4.3. Beispiel Geoportal.de	48
4.4. INSPIRE Full Operating Capability Testing	48
4.5. Übersicht Typen der Metadatenerfassung	49
4.6. Anzahl automatisierter Elemente	50

Tabellenverzeichnis

2.1. „Dublin Core“ Elemente und Definitionen (übersetzt nach DCMI, 2012a).	6
2.2. Bereiche für die Erstellung INSPIRE konformen Metadaten (nach Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 European Commission, 2008).	9
3.1. Funktionale Anforderungen	27
3.2. Nichtfunktionale Anforderungen	28
3.3. Metadatenelemente und ihre Umsetzung	37
3.4. Metadaten Extraktoren	40
4.1. Automatisch abgeleitete Elemente im Vergleich	50

Abkürzungen

CSW	Catalogue Services for the Web
DFD	Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EOC	Erdbeobachtungs Zentrum
EXIF	Exchangeable image file format
GDAS	Geo Data Access Service (Geodatenzugang des EOC)
GDI	Geo Daten Infrastruktur
GDI-DE	Geo Daten Infrastruktur Deutschland
GUI	Grafische Nutzeroberfläche
GEM	Gateway to Educational Materials
GIS	Geographic Information System
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KML	Keyhole Markup Language
MPEG	Moving Picture Experts Group
RDF	Resource Description Framework
SAFER	Services and Applications For Emergency Response
SDK	Software development kit
SOP	Standard Operating Procedure
TIFF	Tagged Image File Format
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
UUID	Universally Unique Identifier
XAML	Extensible Application Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XLST	Extensible Stylesheet Language Transformations
XSD	XML Schema Definition Language
ZKI	Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation

1. Einführung

Jede Krisenkartierung hat die zeitnahe Bereitstellung von Informationen und Daten zur Unterstützung der Helfer vor Ort zum Ziel. Dabei werden Daten erfasst, die nur eine begrenzte räumliche und zeitliche Gültigkeit haben. Um sicherzustellen, dass die Information und der Kontext für die Einsetzbarkeit der Daten erhalten bleibt, sollen die entsprechenden Metadaten erfasst werden. Dabei stellen sich folgende Fragen:

1. Welchen Methoden für die Erstellung von validen Metadaten gibt es?
2. Wie können diese Methode eingesetzt werden, um den Aufwand der Metadatenerstellung zu minimieren?
3. Welche Elemente müssen in den Metadaten umgesetzt sein, um die Produkte einer Krisenkartierung zu beschreiben?
4. Wie können diese Methoden in die vorhandene Infrastruktur und Abläufe integriert werden?

Für diese Arbeit werden hier die Motivation, die Ziele, der technische und der organisatorischer Hintergrund dargestellt.

1.1. Motivation

Immer häufiger mehren sich die Berichte über Katastrophen wie Erdbeben, Überschwemmungen, Brände, Erdbeben, Flutwellen oder ähnlichen Ereignissen, die die Welt erschüttern. Der Nutzen, den Geodaten bei der Bewältigung und der Vorbereitung dabei haben, ist unumstritten. Diese Daten in kürzester Zeit zu erfassen und den Helfern bereitzustellen, hat sich das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) als Service des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD) im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zur Aufgabe gemacht. Für die Helfer vor Ort, ist es dabei wichtig abschätzen zu können, ob die Daten, die ihnen zur Verfügung gestellt werden, für ihre Anforderungen ausreichend und wie die Daten richtig einzusetzen sind. Wichtig ist auch das schnelle Auffinden der passenden Daten. Dabei können Metadaten eine wichtige Hilfe sein. Eine Voraussetzung dafür ist, dass die Metadaten zusammen mit den Daten bereitgestellt werden und dabei möglichst vollständig sind.

Für das Erstellen von Metadaten steht während der Krisenkartierung nur sehr wenig Zeit zur Verfügung, wodurch eine rein manuelle Erfassung von Metadaten ausgeschlossen ist. Automatisch erfasste Metadaten können hier eine Lösung sein. Die Daten, die bei einer Krisenkartierung erhoben werden, sind

oft sehr stark vom Kontext abhängig. Diesen Kontext zu erfassen und zu dokumentieren ist eine der Aufgaben die Metadaten im Krisenkontext leisten müssen.

Metadaten können nicht nur bei der Bewältigung einer akuten Krise helfen, sondern sichern durch ihre Funktion als Dokumentation, dass die erhobenen Daten und der Kontext erhalten bleiben. So können die Daten auch bei der Bewältigung der Katastrophe verwendet werden.

1.2. Ziele

Ziel der Arbeit ist das Erreichen einer möglichst vollständigen Automatisierung der Metadatenerfassung. Da der Kartierer in der Lage sein soll, die Metadaten selbst zu erstellen, dafür aber nur sehr wenig Zeit zur Verfügung steht, muss der Mehraufwand durch die Erfassung minimiert werden. Für die Verwendung in ZKI-DE muss sich der Vorgang nahtlos in die bereits etablierten Arbeitsabläufe und Werkzeuge eingliedern. Für diese Ziele wird für die verwendeten Metadatenelemente dargestellt, wie die Werte erzeugt werden können und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in einer Erweiterung für „ArcGis® for Desktop“ umgesetzt. Für die Umsetzung werden die Komponenten und Klassen mit „Altova UModel®“ in UML modelliert.

Ein weiteres Ziel ist die Umsetzung der Erkenntnisse zur Erstellung von Metadaten am Beispiel der Kartenprodukte für den Dienst ZKI-DE. Dabei stehen das Erfassen von komplexen Metadaten für die Verwendung im Geodatenportal der GDI-DE, sowie die Validität der erfassten Metadaten an erster Stelle. Dafür wird ein Überblick über die derzeitigen Techniken zur Erzeugung von Metadaten und des verwendeten Metadatenstandards gegeben.

Für das Publizieren der erstellten Metadaten und deren Speicherung wird die bereits vorhandene Infrastruktur verwendet. Dieser Bereich ist nicht Teil dieser Arbeit und wird nicht näher behandelt.

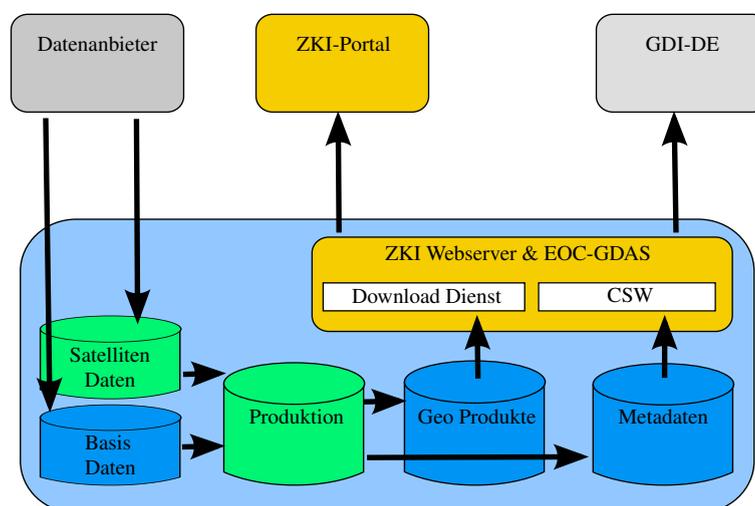


Abbildung 1.1.: Bereitstellung der Daten und Metadaten für das ZKI in der vorhandenen Infrastruktur

1.3. Technischer und Organisatorischer Hintergrund

Die Metadaten sollen für die Verwendung im ZKI erstellt werden. Daraus ergeben sich für die Umsetzung der automatischen Metadatenerfassung Voraussetzungen, die hier beschrieben werden sollen.

Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) bildet zusammen mit dem Institut für Methodik der Fernerkundung(IMF) das Erdbeobachtungszentrum (EOC). Die beiden Institute haben im EOC¹ unterschiedliche Schwerpunkte. Während das IMF seine methodischen Schwerpunkt in der Radardatenverarbeitung, der Bildinterpretation und der Anwendung der Gewässer Fernerkundung ist, umfasst das DFD die Bereiche Landoberfläche, Atmosphäre und zivile Sicherheit. Für diesen Bereich wurde 2 004 das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation ins Leben gerufen.

Das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) als Service stellt für Natur-, Umweltkatastrophen und Humanitäre Hilfsaktionen angepasstes Kartenmaterial und Geodaten zur Verfügung. Diese Informationen können die Entscheidungen in der Politik, in Lagezentren und Hilfsorganisationen unterstützen. Um eine hohe Qualität der Produkte zu garantieren, müssen bei der Erstellung festgelegte Prozeduren durchlaufen werden, die in Standard Operating Procedures (SOPs) festgelegt sind. Diese SOP wird jährlich geprüft. Die Umsetzung der Metadatenerfassung soll sich hier nahtlos in bereits existierende Prozeduren eingliedern (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2013b).

Um eine nahtlose Integration zu gewährleisten, sollen existierende Werkzeuge verwendet werden und bei Bedarf angepasst oder erweitert werden. Für die Erstellung der Kartenprodukte wird im ZKI „ArcGis® for Desktop“ der Firma ESRI eingesetzt, das mit Erweiterungen und Skripten für die Bedürfnisse der Kartierer angepasst wurde.

Die Bereitstellung der Produkte erfolgt als Download über das ZKI Portal². Die Karten werden in verschiedenen für den Druck optimierten Auflösungen und als Übersicht für Google Earth zur Verfügung gestellt. Die Metadaten werden über den Geodatenzugang des Erdbeobachtungs Zentrum EOC-GDAS für die Geodaten Infrastruktur Deutschland GDI-DE bereitgestellt (siehe Abbildung 1.1 auf der vorigen Seite). Da die beiden Portale unterschiedlich verwaltet werden, müssen die Metadaten getrennt von den Daten gespeichert und verwaltet werden.

¹EOC: http://www.dlr.de/eoc/desktopdefault.aspx/tabid-5277/8858_read-15912/

²ZKI Portal: <http://www.zki.dlr.de/de>

2. Stand der Forschung

Die Relevanz von Metadaten ist in den Geowissenschaften unbestritten. Deswegen bieten viele Geoinformationssysteme die Möglichkeit, Metadaten zu erzeugen und diese zu verwalten. Trotz allem gilt die Erstellung von Metadaten immer noch als ein zeitraubender und teurer Prozess und wird oft noch manuell vorgenommen (Batcheller et al., 2009, Nebert, 2004, FGDC, 2000).

Trotz der Schwierigkeiten bei der Erstellung bieten Metadaten, als Daten über Daten wichtige Informationen für die wissenschaftliche Verwendung von Daten. Informationen wie der Erzeuger der Daten, das verwendete Datenformat oder Qualitätsmaße ermöglichen eine valide Verwendung der Daten. Geo Daten Infrastruktur (GDI) Initiativen wie zum Beispiel INSPIRE ermöglichen das Durchsuchen von Metadaten und können so dazu beitragen, dass Daten nicht mehrfach erhoben werden müssen (Behrens et al., 2006).

In diesem Kapitel wird eine Definition von Metadaten und ein kurzer Einblick über drei der verbreitetsten Standards gegeben. Die verschiedenen Quellen für Metadaten werden beschrieben und eine Klassifikation anhand ihres Geltungsbereichs dargestellt. Da die erfassten Metadaten in der GDI-DE veröffentlicht werden, müssen sie die Anforderungen dieser erfüllen. Die GDI-DE stellt die Metadaten für die europäische Initiative INSPIRE bereit. Auf den Metadatenstandard, der in INSPIRE zur Verwendung kommt, wird genauer eingegangen. Im Anschluss daran wird auf die unterschiedlichen Ansätze zur Erstellung von Metadaten eingegangen. Dabei wird zwischen manueller, automatischer und semi-automatischer Erstellung unterschieden.

2.1. Metadaten

Der Begriff Metadaten setzt sich aus den Teilen „meta“ und „Daten“ zusammen. Der Begriff „meta“, oft mit „über“ oder „darüber“ übersetzt, deutet an, dass Daten gesammelt werden, um den Kontext von Daten zu beschreiben (Caplan, 2003). Eine der ersten Definitionen des Begriffes „metadata“ stammt vom „Federal Geographic Data Committee“. Dort wird der Begriff Metadaten wie folgt definiert:

Metadata are „data about data“. They describe the content, quality, condition, and other characteristics of data. Metadata help a person to locate and understand data.

(FGDC (2000))

Metadaten, als Daten über Daten und zusätzliche Informationen, wurden von Bibliothekaren schon seit Jahrzehnten erhoben. Sie ermöglichen es große Datenmengen zu durchsuchen ohne dabei jeden Datensatz einzeln analysieren zu müssen. Verursacht durch die schnell wachsende Menge an Daten und der digitalen Speicherung erhielt auch die Speicherung der Metadaten einen immer höheren Stellenwert. Metadaten wurden anfänglich als Informationen verwendet, die für die Verarbeitung durch den Computer benötigt werden oder um die Visualisierung für den Menschen zu unterstützen. Diese Daten sind zum Beispiel die Bildausrichtung in EXIF Daten für JPEG oder die Bildinformationen in den TIFF Containern. In diesen Metadaten werden aber auch zusätzliche Informationen, wie zum Beispiel die Multimedia Metadaten der MPEG Gruppe, gespeichert. Diese Metadaten liegen als Teil der eigentlichen Daten vor und können nur mit speziellen Werkzeugen gelesen werden (National Information Standards Organization (U.S.), 2004).

Projekte, wie zum Beispiel das „Gateway to Educational Materials (GEM)“ im Jahre 1996, machten es sich zur Aufgabe, Metadaten zu standardisieren und in einer Form, die von Menschen und Computern gelesen werden können, zu erheben (American Library Association, 2004). In dem Projekt bot sich die Speicherung der Metadaten in XML als Format an. In einer derart strukturierten Datei können die Daten selbstbeschreibend gespeichert werden und mit jedem beliebigen Textprogramm dargestellt werden (W3C, 2008). Standardisierte Metadaten, die nicht Teil der Datei sind, ermöglichen es Informationen über Datensätze auszutauschen, ohne dass dabei der Datensatz im Ganzen übertragen werden muss. Dieser Vorteil kommt besonders in den Geowissenschaften, mit zum Teil sehr großen Datensätzen, zum Tragen. Erst durch die Trennung von Daten und Metadaten ist ein Aufbau einer GDI möglich. Zusammengefasst stellen Metadaten strukturierte Daten dar, die sicherstellen, dass der dazugehörige Datensatz erhalten bleibt und auch in Zukunft verwendet werden kann (National Information Standards Organization (U.S.), 2004).

Metadaten kommen in mehreren Bereichen zum Einsatz. Neben der Verwendung in den Geoinformationswissenschaften, finden sie zum Beispiel Anwendung in den „Electronic Libraries“ und als Zusatzinformation in den Seiten des „World Wide Webs“. Für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete für Metadaten wurden verschiedene Standards entwickelt. In den Anfängen von GEM wurden Metadaten in einer Vielfalt von Formaten erzeugt. Dublin Core erzeugt daraus einen gemeinsamen Satz an Elementen, die jeder lesen und verstehen kann (American Library Association, 2004). Die 15 Elemente (siehe Tab. 2.1 auf der folgenden Seite), die in der „Resource Description Framework (RDF)“ Spezifikationen von Dublin Core festgelegt sind, sind alle optional und können sich wiederholen. RDF wird üblicherweise in XML dargestellt und verweist auf die verwendeten Ressourcen als „Uniform Resource Identifier (URI)“ (DCMI, 2012b). Durch die Verwendung von RDF ist es allen Beteiligten möglich, ein gemeinsames Verständnis von den verwendeten Elementen zu bekommen und die einzelnen Elemente korrekt einzusetzen. Die im Dublin Core definierten Elemente bilden eine Basis, auf der heute viele andere Standards aufgebaut sind. Aus Standards wird für die Verwendung in einem bestimmten Anwendungsbereich, durch Hinzunehmen oder Weglassen von Elementen, ein Profil abgeleitet. Ob und wie ein Profil in ein anderes überführt werden kann, hängt deswegen immer von den verwendeten Schemata ab

Element	Definition
Contributor	Der Verantwortliche für weitere Beiträge.
Coverage	Der räumliche bzw. zeitliche Kontext oder der gültige Rechtsrahmen.
Creator	Der Verantwortliche für die Erstellung des Datensatzes.
Date	Ein Zeitpunkt oder Zeitraum im Lebenszyklus des Datensatzes.
Description	Die Beschreibung.
Format	Das Dateiformat, das Medium oder die räumlichen Dimensionen.
Identifizier	Eine für den Kontext eindeutige Identifizierung.
Language	Die Sprache des Datensatzes.
Publisher	Ein Hinweis auf den Herausgeber.
Relation	Die Relationen zu andern Datensätzen.
Rights	Informationen zu Rechten an dem Datensatz.
Source	Die Quelle, von der der Datensatz abgeleitet worden ist.
Subject	Das Thema des Datensatzes.
Titel	Der Titel des Datensatzes.
Type	Der Type des Datensatzes.

Table 2.1.: „Dublin Core“ Elemente und Definitionen (übersetzt nach DCMI, 2012a).

(National Information Standards Organization (U.S.), 2004). Das verwendete Profil legt die Syntax, in der die Metadaten vorliegen sollen, sowie die zu erstellenden Inhalte fest.

Die syntaktische und semantische Validität der erstellten Metadaten hat eine sehr hohe Bedeutung. Die syntaktische Validität sichert die Form der Metadaten. Für die Speicherung von Metadaten in XML kann die Form mit Hilfe von XSD festgelegt werden und mit entsprechenden Werkzeugen validiert werden (W3C, 2012). So kann sichergestellt werden, dass die Anzahl und die Form der Elemente dem verwendeten Standard entsprechen. Ein gemeinsames Verständnis zur semantischen Validität stellt sicher, dass die Bedeutung der Metadaten von allen richtig verstanden werden können (Duval et al., 2002). Die semantische Validität kann nur bei der Erstellung der Metadaten überprüft werden. Um ein gemeinsames Verständnis zu erzeugen, kann zum Beispiel ein gemeinsamer Thesaurus¹ verwendet werden. Ein Thesaurus stellt ein kontrolliertes Vokabular dar dessen Bedeutung festgelegt ist. Zusammen schaffen syntaktische und semantische Validität die Voraussetzung, dass erhobene Metadaten lesbar sind und richtig verwendet werden können.

Die Inhalte der Metadaten stammen aus verschiedenen Quellen. Die Quellen können nach ihrer Verbindung zu den Daten in „Embedded, Associated und Third-Party Metadata“ unterteilt werden (Duval et al., 2002). Die eingebetteten Metadaten (Embedded Metadata) liegen innerhalb des Datensatzes vor und können direkt aus diesem gelesen werden. „Associated Metadata“ liegen oft in einer Form vor, die eng an den zu beschreibenden Datensatz gekoppelt ist. Sie können Informationen enthalten, die sich unabhängig vom Datensatz ändern können. Häufig sind die verknüpften Metadaten nur für den Datensatz gültig. Für die Verwendung dieser Quelle müssen Datensatz und Metadaten synchronisiert werden. „Third-Party Metadata“ wiederum sind Metadaten, die nicht oder nur sehr wenig durch den Autor der

¹Thesaurus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Thesaurus>

Daten verändert werden können. Diese ändern sich selten und haben oft einen über den einzelnen Datensatz hinausgehenden Geltungsbereich.

Quellen für Informationen sind zum Beispiel die Daten, die durch das zum Erstellen verwendete Programm zur Verfügung gestellt werden, die Informationen, die der Autor zur Verfügung stellt oder die Werte aus den Algorithmen, die verwendet wurden. Eine weitere Unterteilung kann in abgeleitete und nutzerspezifische Metadaten unternommen werden. Die für räumliche Daten typische Geometrie kann zum Beispiel als abgeleitete „Embedded Metadata“ angesehen werden. Die nutzerspezifischen Metadaten wie Kontaktadressen sind statisch festgelegt und können im Sinne von Third-Party Metadaten behandelt werden. Die abgeleiteten Metadaten wie zum Beispiel die Geometrien müssen für jeden Datensatz neu erhoben werden (Batcheller et al., 2009). Gerade die vom Datensatz abgeleiteten Metadaten stellen die größte Herausforderung dar, da die Informationen erst bei der Erstellung der Daten erfasst werden können und oft nur für den Datensatz selber gültig sind.

Metadaten können für verschiedene Aufgabenbereiche erhoben werden. Diese untergliedern sich in „Discovery metadata, Exploration metadata und Exploitation metadata“ (Nebert, 2004). Jede der Ebenen unterstützt den Nutzer der Daten bei anderen Aufgaben. „Discovery metadata“ dienen dem Auffinden, „Exploration metadata“ der Bewertung und „Exploitation metadata“ der Darstellung und Verarbeitung der Daten.

„Discovery Metadata“ werden erhoben, um einen Datensatz auffindbar zu machen. Sie stellen zugleich das Minimum dar, die in sinnvollen Metadaten bereitgestellt werden sollten:

Was? Titel und Beschreibung der Daten

Warum? Zusammenfassung zu den Gründen der Datenerstellung

Wann? Zeitpunkt der Erfassung der Daten

Wer? Der Autor der Daten und wenn möglich die vorgesehenen Nutzer

Wo? Eine räumliche Verortung (Nur bei Daten mit Raumbezug)

Wie? Wie wurden die Daten erstellt und wie können sie bezogen werden.

„Exploration metadata“ ermöglichen es festzustellen, ob die Daten für die Verwendung geeignet sind. Sie enthalten Informationen zu den Eigenschaften der Daten, wie Qualität und Konformität, und können zusätzlich einen Kontakt für weitere Informationen liefern. „Exploitation metadata“ sind die Eigenschaften der Daten, die für eine richtige Verwendung der Daten durch den Endnutzer nötig sind. Sie können zum Beispiel Informationen zu den verwendeten Datenschlüsseln und zur Organisation der Daten enthalten. Sie liefern auch Hinweise zu den Zugriffsmöglichkeiten auf die Daten.

Neben der Unterscheidung nach ihrer Verwendung können Metadaten auch nach den Daten gegliedert werden, die sie beschreiben. Neben den Metadaten eines einzelnen Datensatzes können auch Metadaten für eine Sammlung von Datensätzen erhoben werden. Sie beschreiben Informationen, die für alle Datensätze in einer Sammlung zutreffen und helfen üblicherweise beim Auffinden der Daten. Metadaten

für einzelne Datensätze, einzelne Werte oder Gruppen von Werten dienen üblicherweise dem richtigen Verwenden der Daten.

2.1.1. Metadaten für Geodaten

Metadaten sind für fundierte Entscheidungen auf allen räumlichen Skalen notwendig (Nebert, 2004). In den Geowissenschaften hatten sie anfangs den Status von einem Regelwerk, das verwendet wurde, um den Anwendungen und Nutzern Informationen zur richtigen Darstellung der Daten zu geben. Durch die Entwicklung von nationalen und internationalen GDIs besteht eine andere Aufgabe von Metadaten darin, den Bestand von Geodaten über die Zeit zu sichern (ESRI, 2002). Für die Verwendung der Metadaten in den Geowissenschaften sind die in Dublin Core festgelegten Elemente nicht alleine ausreichend. Um die Besonderheiten von räumlichen Daten zu beschreiben, wurden deswegen neue Standards entwickelt. Durch staatliche Initiativen wie zum Beispiel das „National Geospatial Data Clearinghouse“ in Amerika oder das „National Geospatial Data Framework“ in England, wurde mit der ISO 19115 (ISO/TC 211, 2014) ein Standard für Geodaten entwickelt, aus dem andere Profile abgeleitet wurden (Batcheller et al., 2009). Eines dieser Profile ist der in der europäischen Initiative INSPIRE verwendete Standard, der auch in der GDI-DE Anwendung findet. Das für INSPIRE verwendete Profil implementiert neben der ISO 19115, die ISO 19119 und 19139.

Die GDI-DE ist der nationale Knoten für die verteilte Geodateninfrastruktur (GDI) der Europäischen Union. Um Daten nicht mehrfach speichern zu müssen, werden die Daten von der Organisation bereitgestellt, die sie erhoben hat und für ihre Verwaltung zuständig ist. Damit eine konsistente Suche über alle Knoten möglich ist, müssen die Metadaten in einer vergleichbaren Weise gespeichert werden. Die Umsetzung der einzelnen Knoten ist in Deutschland Aufgabe der Bundesländer. Für Daten von nationalem Interesse ist der Bund verpflichtet die GDI zur Verfügung zu stellen (AG IMAGI, 2012). Dabei ist vorgesehen, dass die Daten bei der verantwortlichen Stelle vorgehalten werden und die Metadaten über die Knoten repliziert werden. Für die Bereitstellung der Metadaten ist der INSPIRE Standard festgelegt (Arbeitskreis Architektur, 2013).

INSPIRE trat am 15. Mai 2007 in Kraft und soll bis 2019 vollständig umgesetzt sein. Die Initiative stellt sich zur Aufgabe, eine europaweite GDI bereitzustellen. Dadurch soll ein besserer Austausch und Zugang zu Geodaten ermöglicht werden (European Commission, 2015). In der „Richtlinie 2007/2/EG zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft“ wird die Erstellung von Metadaten explizit gefordert:

(15) Bei der Suche nach bestehenden Geodaten und der Prüfung ihrer Eignung für einen bestimmten Zweck entstehen Zeit- und Ressourcenverluste, die ein zentrales Hindernis für die umfassende Nutzung der verfügbaren Daten sind. Die Mitgliedstaaten sollten deshalb Metadaten zur Beschreibung der verfügbaren Geodatenätze und -dienste bereitstellen.

(ABl. L 108/1 vom 25.4.2007 S.2)

Für die Metadaten selber gibt die „Verordnung zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG (European Commission, 2008)“ folgende Bereiche an (siehe Tabelle 2.2):

Bereich	Beschreibung
Identifizierung	Die Identifizierung umfasst Informationen zur Ressourcenbezeichnung, dem Ressourcenüberblick, der Art, den Verweis auf den Datensatz, gekoppelte Ressourcen und die Sprache des Datensatzes.
Klassifizierung von Geodaten und -diensten	Gibt die Themenkategorie, sowie die Art des Geodatendienstes an.
Schlüsselwort	Beschreibung der Ressource mit Hilfe eines Thesaurus.
Geographischer Standort	Die Verortung der Daten mit Hilfe eines Begrenzungsrechtecks.
Zeitbezug	Beinhaltet Informationen zur zeitlichen Ausdehnung, dem Zeitpunkt der Erstellung, der Veröffentlichung oder der letzten Überarbeitung.
Qualität und Gültigkeit	Beschreibt die Herkunft der Daten und dessen räumliche Auflösung.
Übereinstimmung	Grad der Übereinstimmung mit der für INSPIRE festgelegten Spezifikationen.
Zugangs- und Nutzungsbeschränkungen	Rechtliche Bedingungen für die Nutzung und den Zugang zu den Daten.
Für die Schaffung, Verwaltung, Erhaltung und Verbreitung zuständige Stelle	Adresse und Aufgabe der entsprechenden Stelle.
Metadaten über Metadaten	Information zu den Metadaten selber.

Tabelle 2.2.: Bereiche für die Erstellung INSPIRE konformen Metadaten (nach Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 European Commission, 2008).

Identifizierung

In diesem Bereich werden „Discovery metadata“ erhoben. Sie dienen dem Auffinden der Daten und geben Hinweise darauf, wo die Daten gefunden werden können. Dieser Bereich enthält Informationen

zum Titel, der Zusammenfassung, der Ressourcenart, die Verweise auf die Ressource und gekoppelte Ressourcen, einen eindeutigen Ressourcenbezeichner und die Sprache, in denen die Daten erhoben worden sind.

Ressourcenbezeichnung: Der Titel des beschriebenen Datensatzes. Dieses Element ist verpflichtend (siehe Abb. 2.1). Das Element „CI_Citation“ ist ein Kindelement des Elements „citation“ (siehe Abbildung 2.2).



Abbildung 2.1.: Titel, Zeitbezug und eindeutige Ressourcenbezeichnung zur Identifizierung des Datensatzes (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Ressourcenüberblick: Dieses Freitextfeld (siehe Abb. 2.2) muss angegeben werden und enthält eine kurze Beschreibung des Datensatzes. Es dient dazu, einen schnellen Einblick in die Daten zu bekommen. Dafür kann zum Beispiel eine Zusammenfassung des Entstehungskontextes, der Herkunft oder der Datenquellen gegeben werden.

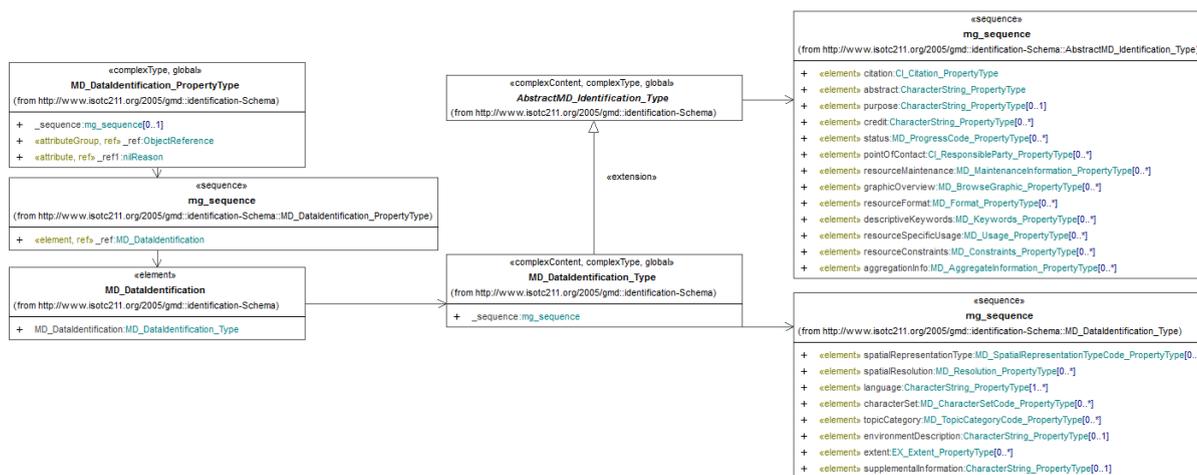


Abbildung 2.2.: Informationen zur Identifizierung des Datensatzes (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Ressourcenart: Die Ressourcenart wird verwendet, um den Gültigkeitsbereich der Daten anzugeben. Mögliche Werte für dieses Feld sind, „dataset, series und service“. Dieses Feld ist für die Verwendung in

INSPIRE verpflichtend. Das Element „hierarchyLevel“ ist ein Kindelement von „MD_Metadaten“ (siehe Abbildung 2.14 auf Seite 18)

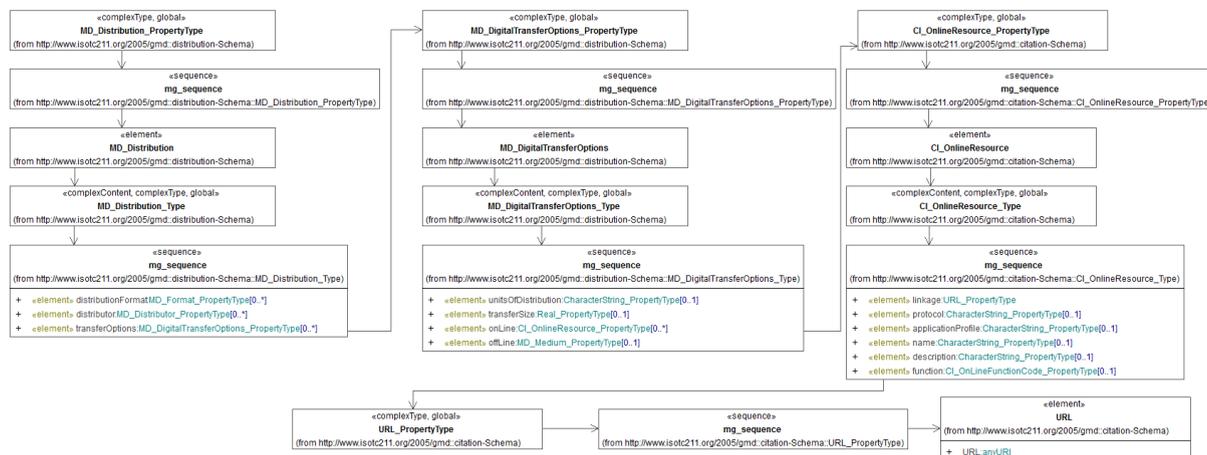


Abbildung 2.3.: Verweis auf den beschriebenen Datensatz (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Ressourcenverweis: Dieses Element verweist auf die URL unter der die Daten zur Verfügung stehen. Dieses Feld ist für Datensätze und Dienste optional, muss aber angegeben werden, wenn Zusatzinformationen unter der URL bezogen werden können oder der Dienst verfügbar ist. Für Datensätze kann der Link zu den Daten oder zu einem Kontaktpunkt angegeben werden. „MD_Distribution“ (siehe Abb. 2.3) ist ein Kindelement von „distributionInfo“ (siehe Abbildung 2.14 auf Seite 18).

Eindeutiger Ressourcenbezeichner: Um den Datensatz eindeutig identifizieren zu können, wird hier ein Code und optional ein Namensraum angegeben. Der Code kann im URI Format, als UUID (Leach et al., 2005) oder als Zeichenkette angegeben werden (siehe Abb. 2.1 auf der vorhergehenden Seite).

Gekoppelte Ressource: Als gekoppelte Ressource werden die Daten bezeichnet, mit denen Geodaten-dienste arbeiten. Dieses Element ist nur für Daten der Ressourcenart „service“ verpflichtend. Gekoppelte Ressourcen werden bei Datensätzen und -serien nicht verwendet.

Ressourcensprache: Dieses Element gibt die Sprache an, in der der Datensatz verfasst ist (siehe Abbildung 2.2 auf der vorigen Seite). Die Sprache wird als „LanguageCode“ nach ISO 639-2 mit drei Buchstaben (z.B. eng, ger) angegeben. Die „INSPIRE Metadata Implementing Rules“ (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010) enthält eine Liste der offiziellen Sprachen der Europäischen Union. Die Verwendung der Ressourcensprache ist verpflichtend. Für Daten, die keine Textinformation enthalten, kann die Sprache in der die Metadaten verfasst sind als Standardwert verwendet werden.

Klassifizierung von Geodaten und -diensten

Wie der Bereich Identifizierung, soll die Klassifizierung nach vorgegebenen Kategorien das Auffinden der Daten vereinfachen. Abhängig von der Art der Ressource ist entweder eine Themenkategorie oder

der Typ des Geodatendienstes anzugeben.

Themenkategorie: Die Themenkategorie (siehe Abb. 2.4) gibt eine übergeordnete Klassifikation der Daten an. Die zulässigen Werte und ihre Gültigkeit sind in der Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 (European Commission, 2008) und der Richtlinie 2007/2/EG (European Commission, 2008) festgelegt. „MD_TopicCategoryCode“ ist ein Kindelement des Elements „topicCategory“ (siehe Abbildung 2.2 auf Seite 10).

Art des Geodatendienstes: Dieser Abschnitt gilt nur für Daten der Art „service“ und wird hier, wegen des Fokus auf Produktmetadaten des Types „dataset“, nicht weiter beschrieben.

Schlüsselwort

Für Datensätze ist in diesem Bereich mindestens ein Schlüsselwort aus der Richtlinie 2007/2/EG (European Commission, 2008, Anhang I,II und III) anzugeben. Es definiert nicht nur das Themengebiet des Datensatzes, sondern legt auch fest, mit welchem Datenmodell der Datensatz übereinstimmen sollte. Für die verwendeten Schlüsselwörter müssen jeweils der Wert und die Quelle angegeben werden (siehe Abb. 2.4). Die Definition des Standards lässt Schlüsselwörter auch ohne Quellenangabe zu, INSPIRE fordert jedoch die Verwendung eines festgelegten Vokabulars.

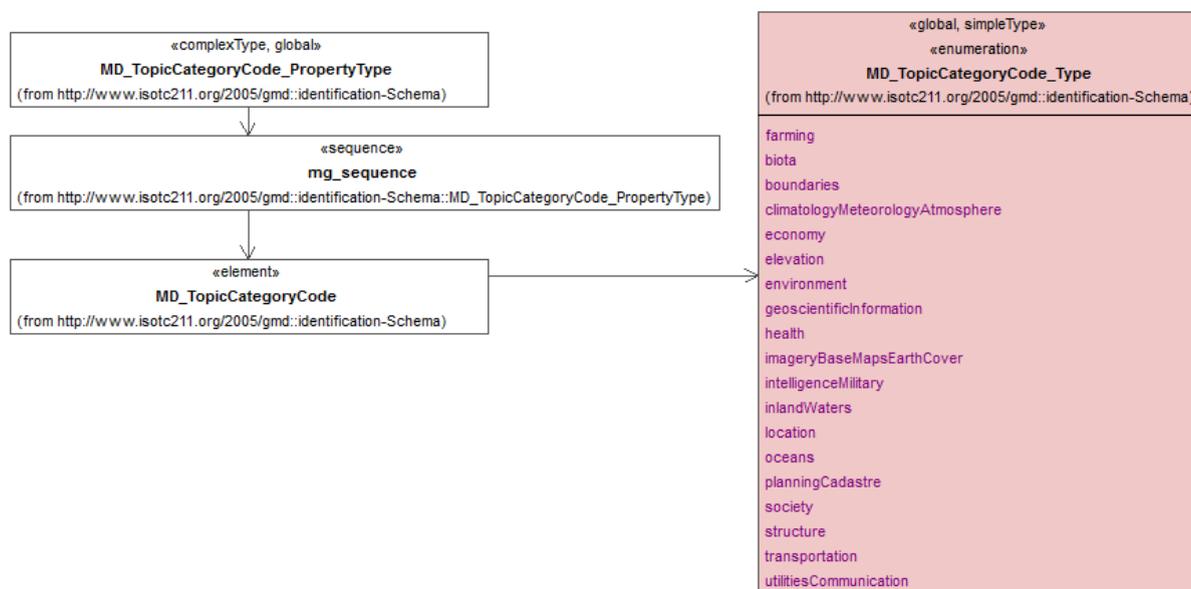


Abbildung 2.4.: Klassifizierung der Daten nach den INSPIRE Themenkategorien (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

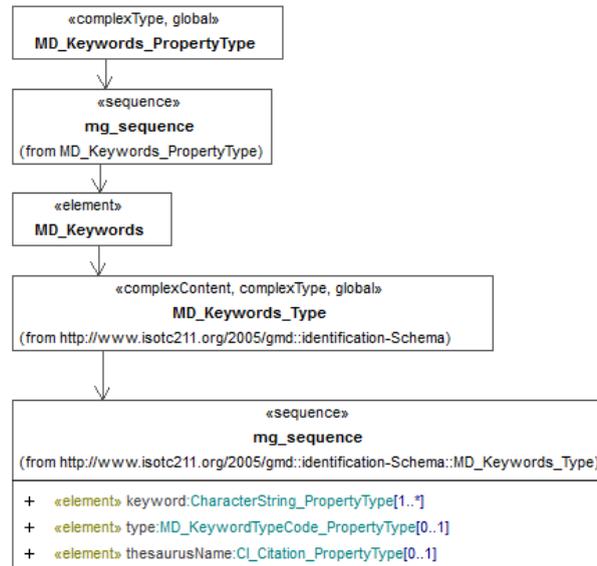


Abbildung 2.5.: Schlüsselwörter zur Beschreibung der Daten mit Hilfe von Thesauren oder Ontologien (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Geographischer Standort

Der Standort der Daten wird als Begrenzungsrechteck in Geographischen Koordinaten in Dezimalgrad mit mindestens zwei Nachkommastellen angegeben. Der Standort kann sowohl dafür verwendet werden die Daten aufzufinden als auch festzustellen, ob der gesuchte Bereich von den Daten abgedeckt wird. Das Begrenzungsrechteck stellt das kleinstmögliche Rechteck dar, das die kompletten Ausmaße der Daten bedeckt (siehe Abbildung 2.4 auf der vorigen Seite).

Zeitbezug

Der Zeitbezug kann die zeitliche Ausdehnung der Ressource, den Zeitpunkt der Erstellung, der Veröffentlichung oder der letzten Überarbeitung angeben. Für die Übereinstimmung mit INSPIRE muss nur ein Zeitraum oder ein Zeitpunkt angegeben werden. Der Standard ISO 19115 für Geodaten fordert jedoch, dass zumindest ein Zeitpunkt festgelegt wird. Um dem Standard zu genügen, soll wenn möglich das Datum der letzten Überarbeitung angegeben werden.

Zeitliche Ausdehnung: Die zeitliche Ausdehnung gibt an, welchen Zeitraum die Daten erfassen (siehe Abb. 2.7 auf der folgenden Seite). Dabei kann es sich um Zeitpunkte, Zeitintervalle oder eine Kombination aus beiden handeln.

Erstellungsdatum, Datum der Veröffentlichung und der letzten Überarbeitung: Das Datum der Erstellung, der Veröffentlichung und der letzten Überarbeitung der Daten werden als Teil der Zitierhinweise zur Identifizierung abgelegt (siehe Abbildung 2.1 auf Seite 10). Jedes Datum besteht aus einem

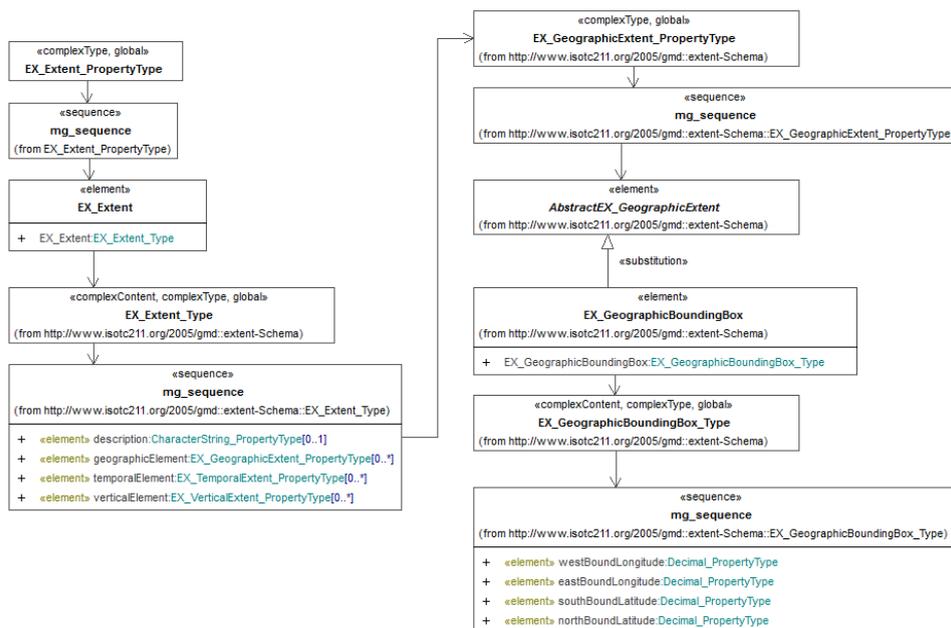


Abbildung 2.6.: Begrenzungsrechteck des geographischen Standortes (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

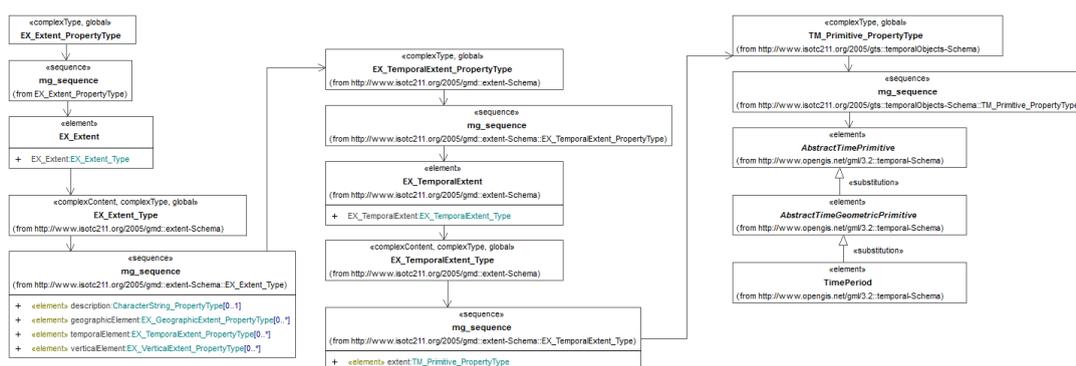


Abbildung 2.7.: Zeitliche Ausdehnung der Ressource (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

ISO 8601 konformen Datum und einem Typ. Der Datumstyp kann die Werte „creation, publication oder revision“ annehmen (siehe Abb. 2.8 auf der folgenden Seite).

Qualität und Gültigkeit

Die hier erfassten Metadaten gehören zusammen mit den Metadaten aus dem Bereich Übereinstimmung zu den „Exploration metadata“. Sie geben Auskunft zu der Herkunft und der räumlichen Auflösung der Daten. Beide Informationen sind wichtig, um entscheiden zu können, ob und wie der Datensatz verwendet werden kann.

Herkunft: In der Herkunft werden nicht nur die Schritte der Erstellung des Datensatzes beschrieben, sondern auch alle Informationen, die für die Bewertung der Qualität der Daten hilfreich sein können

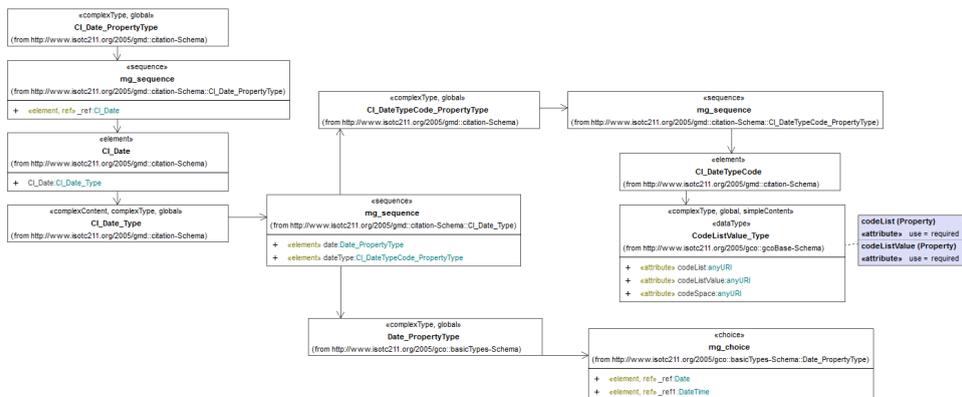


Abbildung 2.8.: Zeitpunkt der Erstellung, der Veröffentlichung oder der letzten Überarbeitung für INSPIRE (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

(siehe Abbildung 2.9). Diese Informationen werden als „statement“ angegeben. Der Standard lässt zwar mehr als ein Element zu, dennoch sollte für die Verwendung in INPIRE nur eine Beschreibung pro Datensatz existieren. Die Herkunft ist für Datensätze und -serien anzugeben.

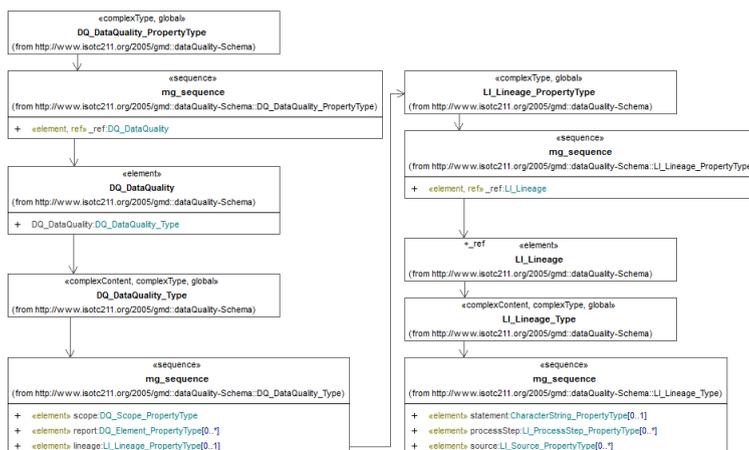


Abbildung 2.9.: Beschreibung der Arbeitsschritte bei der Erstellung der Daten (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Räumliche Auflösung: Wenn für den Datensatz eine räumliche Auflösung angegeben werden kann, muss dies als Nenner des Maßstabes oder als Auflösung angegeben werden (siehe Abb. 2.10 auf der folgenden Seite). Diese gibt an, mit welchem Detaillierungsgrad die Daten erhoben wurden. Diese Information ist für eine valide Verwendung der Daten essentiell. Um Gültigkeitsbereiche festzulegen, wird jeweils die größte und kleinste räumliche Auflösung angegeben. Wichtig ist dabei, dass beide Eckwerte im gleichen Typ angegeben werden.

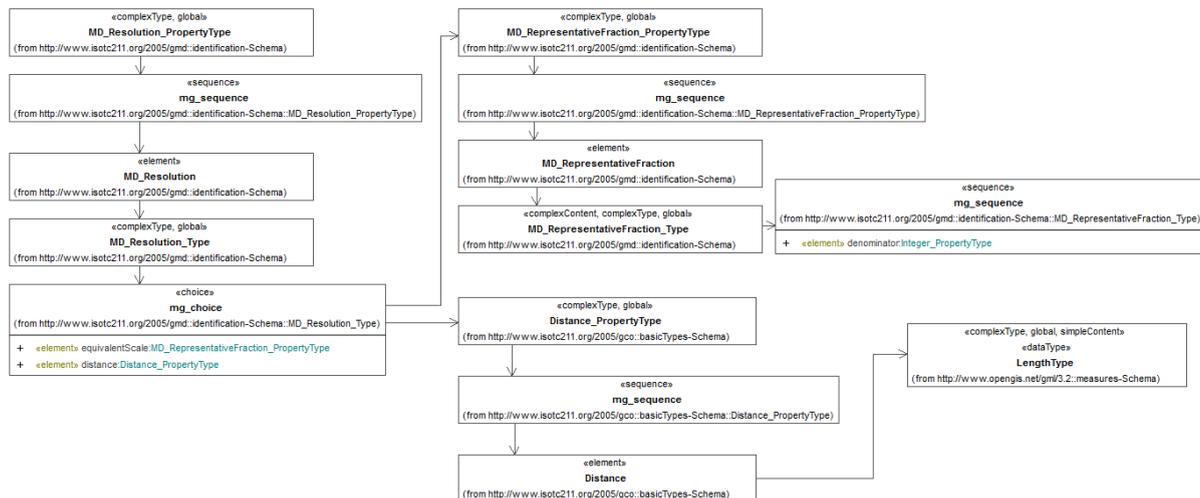


Abbildung 2.10.: Räumliche Auflösung der Daten (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

Übereinstimmung

Um die Interoperabilität der erfassten Daten zu gewährleisten, legt die Richtlinie 2007/2/EG (European Commission, 2008, Anhang I,II und III) 34 Themenbereiche fest. Für diese Themenbereiche gibt es jeweils Datenmodelle², die den Nutzer der Daten bei der Bewertung unterstützen. Die Konformität gibt an, ob die Daten mit den Datenmodellen übereinstimmen oder nicht (siehe Abbildung 2.11 auf der nächsten Seite). Die Übereinstimmung wird als „boolescher“ Wert angegeben. Im Fall, dass eine Konformitätsüberprüfung nicht stattfindet, muss dieses Element aus den Metadaten entfernt werden.

Zugangs- und Nutzungsbeschränkungen

Dieser Bereich enthält Informationen zu den lizenzrechtlichen Einschränkungen der Datennutzung. Hier werden auch andere Einschränkungen des Zugangs und der Nutzung spezifiziert (siehe Abb. 2.12 auf der folgenden Seite). Für die Nutzungsbedingungen muss immer ein Wert angegeben werden. Wenn keine Einschränkungen existieren oder diese unklar sind, ist auch das anzugeben. Das gilt auch für die Angabe von Zugangsbeschränkungen.

Für die Schaffung, Verwaltung, Erhaltung und Verbreitung von Geodatenätzen zuständige Stelle

Die Kontaktadresse der Stelle, die für die Daten verantwortlich ist (siehe Abbildung 2.13 auf Seite 18). Diese Adresse kann sich von der für die Metadaten verantwortlichen Stelle unterscheiden und muss deswegen gesondert angegeben werden. Sie ist der Ansprechpartner für weitere Fragen zu der Nutzbarkeit der Daten.

²Data Specification: <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/7>

Metadaten über Metadaten

Die Beschreibung der Metadaten enthält unter anderem Informationen zu dem verwendeten Standard, dem Datum der Erstellung, der Sprache und Kontaktinformation zu den Metadaten selbst (siehe Abb. 2.14 auf der folgenden Seite). Neben diesen Informationen ist für Datensätze das räumliche Bezugssystem anzugeben.

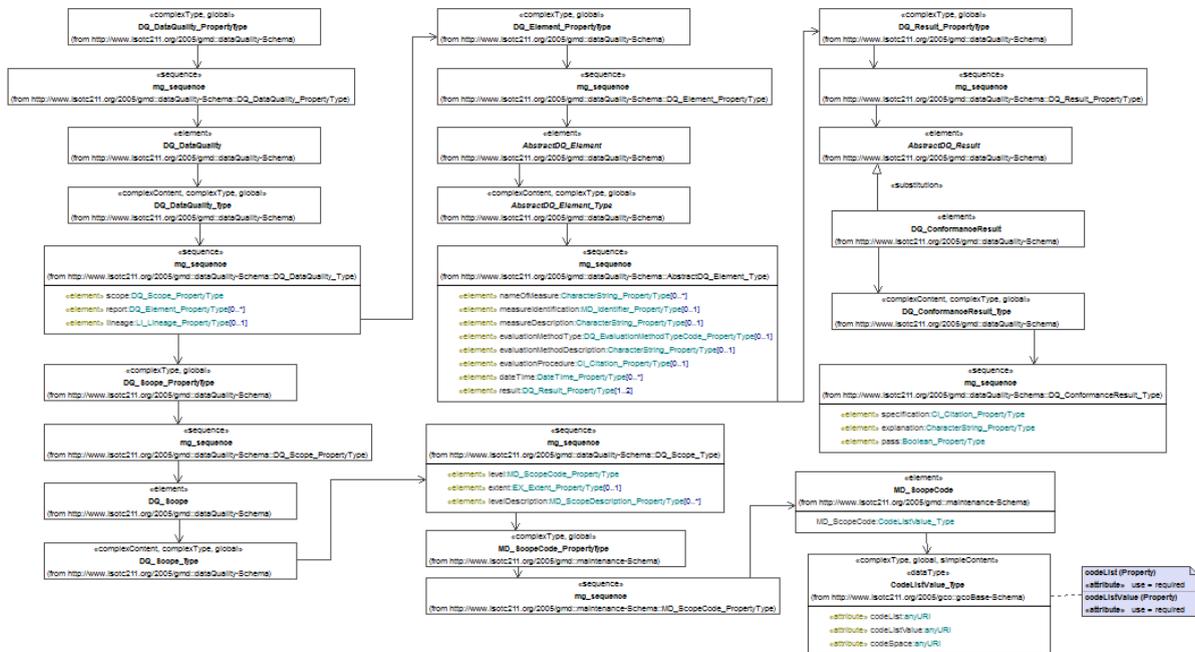


Abbildung 2.11.: Übereinstimmung mit den Datenmodellen für INSPIRE (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010)

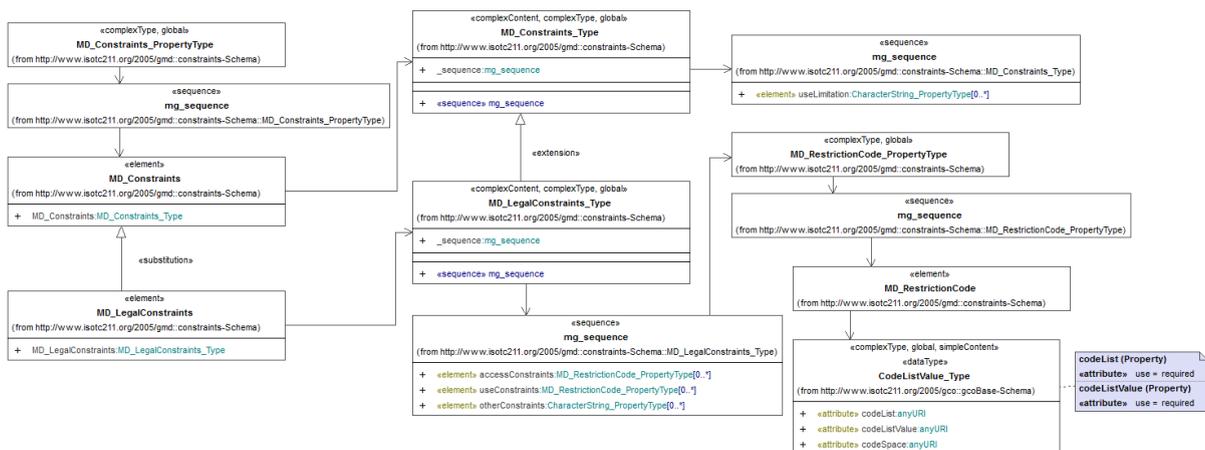


Abbildung 2.12.: Zugangs- und Nutzungsbeschränkungen (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010)

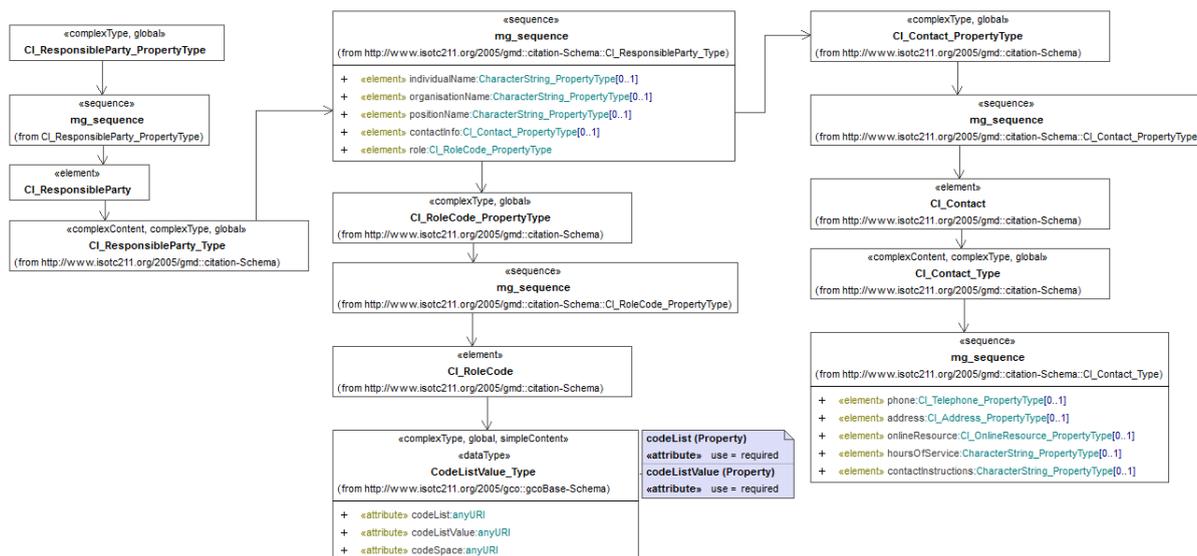


Abbildung 2.13.: Für die Schaffung, Verwaltung, Erhaltung und Verbreitung von Geodatenätzen zuständige Stelle (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010)

2.1.2. Der Lebenszyklus von Metadaten

So wie andere Datensätze haben auch Metadaten einen eigenen Lebenszyklus den sie durchlaufen (siehe Abbildung 2.15 auf der nächsten Seite). In jeder Phase dieses Lebenszyklus können unterschiedliche Daten erfasst oder verändert werden.



Abbildung 2.14.: Metadaten über Metadaten im Wurzelement der INSPIRE konformen Metadaten (eigene Darstellung nach Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

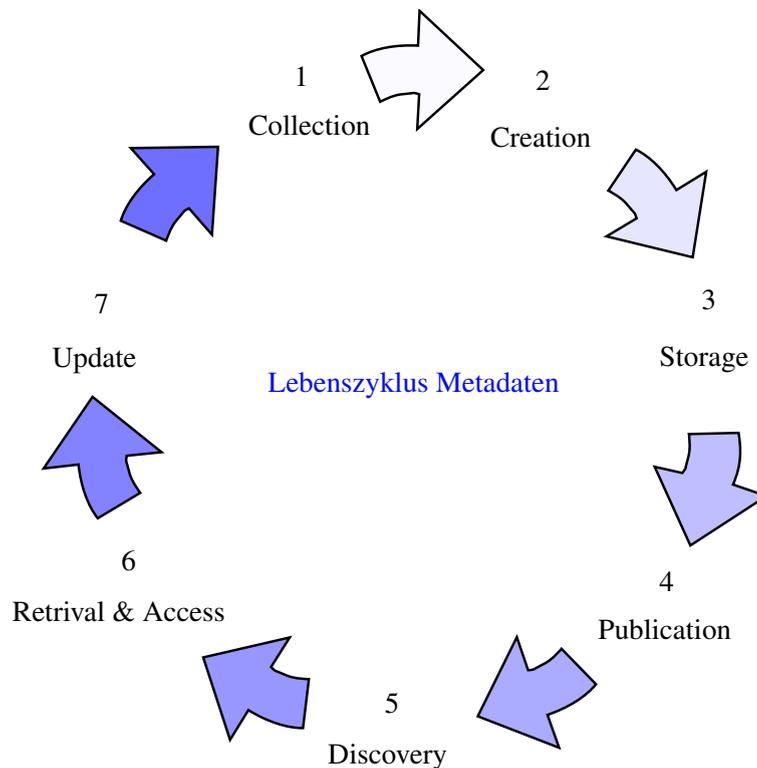


Abbildung 2.15.: Lebenszyklus von Metadaten (eigene Darstellung nach Olfat, 2013, Seite 29)

Metadaten können einerseits während der Datenerhebung selbst oder zu einem späteren Zeitpunkt gesammelt werden (1). Die Erfassung zu einem späteren Zeitpunkt ist mit Mehraufwand verbunden und benötigte Informationen können nicht mehr vorhanden sein. Auch ist das rückwirkende Erfassen von Metadaten fehleranfällig und zeitaufwendig (Olfat, 2013). Deswegen wird empfohlen, die Metadaten zusammen bei der Erstellung der Daten zu erfassen und zu sammeln (FGDC, 2000). Dabei müssen der Zeitpunkt, die notwendigen Elemente und die Aufgabenbereiche der Metadaten beachtet werden. Die für die Metadaten notwendigen Elemente werden durch den verwendeten Standard festgelegt.

Nach der Erfassung folgt die Erstellung der Metadaten (2). Für die Erstellung der Metadaten gibt es drei verschiedene Ansätze: Die manuelle, die semi-automatische und die automatische Erstellung (siehe Kapitel 2.2 auf Seite 21). Die manuelle Erstellung wird als langwieriger und fehleranfälliger Prozess angesehen und basiert auf dem Wissen und der Erfahrung des Metadatenautors. Bei dieser Methode gibt es verschiedene Gruppen von Autoren, die sich in ihrer Ausbildung und ihrem Fokus unterscheiden. Es wird zwischen „professional metadata creators, technical metadata creators, content creators oder enthusiasts“ unterschieden. Bei der automatischen Erstellung hängt die Qualität von den verwendeten Algorithmen ab und wie gut auf die Informationsquellen für die Metadaten zugegriffen werden kann (Greenberg, 2005). Die semi-automatische Erfassung kombiniert die Vorgehensweisen der manuellen und der automatischen Erfassung.

Beeinflusst durch die Metadaten Initiativen, werden Metadaten in Form von XML gespeichert (3) und durch Dienste wie zum Beispiel den Catalogue Services for the Web (CSW) bereitgestellt und auffindbar

gemacht (4 & 5). Die Speicherung der Metadaten kann entweder zusammen mit den Daten (Integrated data model) oder in einer eigenen Datenbank (Detached data model) erfolgen. Die getrennte Speicherung von Metadaten stellt die traditionelle Art der Speicherung dar. Das liegt unter anderem daran, dass Metadaten oft als weniger wichtig angesehen werden als die Daten selbst und erst später erhoben werden. Das „Integrated data model“ versucht, durch die gemeinsame Speicherung der Daten und Metadaten Inkonsistenzen bei der Synchronisierung zu vermeiden (Kalantari et al., 2009). Der Nutzer kann dann über die Information in den „Exploitation metadata“ auf die Daten zugreifen (6).

Die letzte Phase im Lebenszyklus ist das Update einer vorhandenen Ressource (7). Die Aktualisierung der Metadaten zusammen mit den Daten ist wichtig, da nur so sichergestellt werden kann, dass die Daten und Metadaten konsistent zueinander sind. Das Update kann ähnlich wie die Erstellung automatisch, semi-automatisch oder manuell vorgenommen werden. Auch wenn hier der automatische Prozess Vorteile bringt, kann es abhängig vom dem verwendeten Metadatenmodell, den Daten und der Art der Speicherung zu Problemen kommen (Olfat, 2013). So müssen bei einer getrennten Daten- und Metadatenverwaltung beide Datenbanken synchron gehalten werden und die eindeutige Verknüpfung der beiden Datensätze sichergestellt werden.

2.1.3. Metadaten im Kontext der Krisenkartierung

Durch die immer höhere räumliche Auflösung der neuen Satelliten können Geodaten bei der Entscheidungsfindung im Krisenfall einen wichtigen Beitrag leisten. Wichtige Sensoren sind dabei sehr hoch aufgelöste optische Sensoren (VHR), thermale Sensoren und das „Synthetic Apatur Radar (SAR)“. Dabei sind die aus Satellitendaten abgeleiteten Produkte alleine oft nicht ausreichend. Hilfreiche Informationen werden dann erzeugt, wenn es gelingt, die Daten in einem räumlichen Kontext darzustellen. Dafür ist nicht nur eine enge Zusammenarbeit und die Schulung der Helfer vor Ort notwendig, sondern auch eine Weiterverarbeitung der Satellitendaten. Für die hoch aufgelösten Kartenprodukte sind verfügbare globale Datensätze oft nur unzureichend aufgelöst und nicht mit der notwendigen Genauigkeit vorhanden. Oft müssen deswegen die Daten für den Krisenfall im Einzelnen erhoben werden. Seit 1999 stellt die „International Charter Space and Major Disasters“ Satellitendaten für die Bewältigung von Katastrophen bereit. Dennoch müssen diese Daten noch weiterverarbeitet werden (Voigt et al., 2007). Die Weiterverarbeitung und die schnellstmögliche Bereitstellung der Daten übernehmen Dienste wie zum Beispiel ZKI, ZKI-DE³, Copernicus-EMS⁴, UNOSAT⁵, MapAction⁶ oder das Humanitarian OpenStreetMap Team⁷ (HOT).

Anfangs wurde das Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) als ein Service des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD) im DLR als freiwillige Aufgabe der am DFD angestellten

³ZKI & ZKI-DE: <http://www.zki.dlr.de/de>

⁴Copernicus-EMS: <http://emergency.copernicus.eu/mapping>

⁵UNOSAT: <http://www.unitar.org/unosat/>

⁶MapAction: <http://www.mapaction.org/>

⁷HOT: <http://hotosm.org/>

Wissenschaftler übernommen. Es stellte sich jedoch heraus, dass der Dienst von großer Bedeutung ist und einer Verstetigung und Operationalisierung bedarf (siehe Abbildung 2.16). Diese wurde dann durch das FP7 Projekt SAFER in Angriff genommen und umgesetzt⁸. Die Arbeiten aus diesem Projekt wurden dann durch das europäische Projekt COPRNICUS-EMS auf internationaler Ebene und den Dienst ZKI-DE auf nationalen Ebene implementiert weiterentwickelt.



Abbildung 2.16.: Entwicklung von Krisenkartierdiensten in Europa bis 2015

In SAFER wird die Verwendung eines CSW zur schnellen Auffindbarkeit der Daten vorgeschlagen und wurde präoperationell umgesetzt. Für das Betreiben eines solchen Katalogs ist das Erfassen von Metadaten Voraussetzung. SAFER fordert für erfasste Metadaten, dass sie mit der ISO 19139 konform sind und dem SAFER Profil entsprechen das konform zu dem derzeitigen Stand der INSPIRE Richtlinien ist. Die ISO 19139 schreibt ebenso, wie der INSPIRE Standard vor, wie die Metadaten erhoben werden müssen, um mit den Standards ISO 19115 und ISO 19119 konform zu sein. Für die Entscheidung, ob der Nutzer die Daten findet und ob er die Information einsetzen kann, sind Metadaten, die über die Basiselemente hinausgehen, von großer Bedeutung (Batcheller, 2008). Diese müssen aber, wie die Daten selbst, in Falle einer Katastrophe kontinuierlich und schnell zur Verfügung stehen, da die erhobenen Informationen oft nur eine begrenzte zeitliche Relevanz haben. Das SAFER Profil definiert ein eigenes kontrolliertes Vokabular, das in den Schlüsselwörtern zur Verwendung kommt.

Bei der Umsetzung des nationalen Services des ZKI-DE wurde die Verwendung von INSPIRE gefordert. Um die erhobenen Daten dennoch zu kategorisieren, wird das ZKI Produktportfolio als Werteliste verwendet (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2013a). Die in SAFER und INSPIRE verwendeten Metadatenprofile sind in weiten Teilen konform zueinander. Sie unterscheiden sich nur durch die verwendeten Schlüsselwörter. INSPIRE fordert jedoch die Angabe der Konformität zum INSPIRE Datenmodell, das in SAFER und den folgenden Projekten nicht umgesetzt ist.

2.2. Metadatenerstellung

Als Metadatenerstellung wird der Prozess der Erstellung von Metadaten beschrieben. Hochwertige Metadaten sind essentiell für die Organisation und die Verfügbarkeit der wachsenden Anzahl an Geodaten.

⁸SAFER: <http://www.zki.dlr.de/de/node/162>

So ermöglichen Metadaten den Erfolg von digitalen Bibliotheken, Geodateninfrastrukturen oder die Entwicklung des „Semantic Web“ (Greenberg, 2005). Dennoch wird die Erstellung von Metadaten als ein

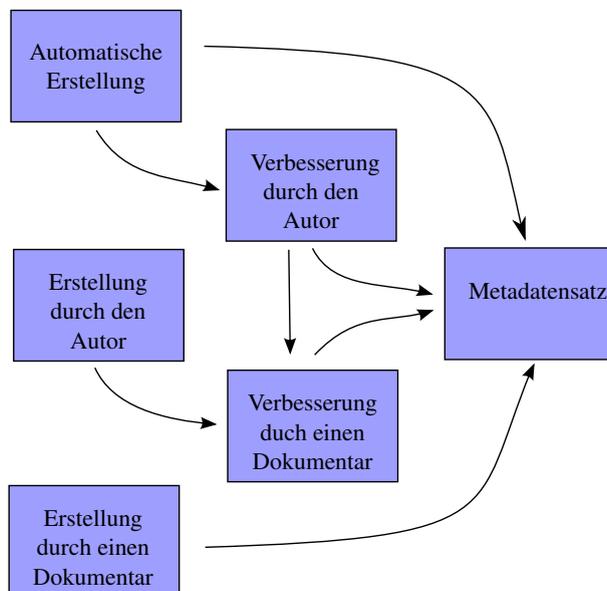


Abbildung 2.17.: Erstellung von Metadaten (eigene Darstellung nach Guy et al., 2004, Abb. 1)

aufwändiger und zeitintensiver Prozess verstanden, der mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. Hauptgrund dafür ist die manuelle Erfassung von Metadaten. Dadurch werden Metadaten gar nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt erfasst (Batcheller et al., 2009). Neben der manuellen Erfassung gibt es Methoden zur automatischen und semi-automatischen Erstellung von Metadaten. Aus diesen Methoden ergeben sich verschiedene Arbeitsabläufe (siehe Abb. 2.17). Nach der manuellen Erfassung durch den Autor werden die Metadaten üblicherweise noch von einer zweiten Person (hier: Dokumentar) geprüft und weiterverarbeitet. Der Dokumentar⁹ ist in der Erfassung von Metadaten geschult. Er bewertet und erschließt Informationen. Der zweistufige Ansatz ermöglicht das Erfassen von domänenspezifischen Informationen und damit eine bessere Dokumentation. Abhängig von dem verwendeten Metadatenprofil können automatisch erfasste Metadaten entweder direkt verwendet oder müssen durch den Autor verbessert werden. In einem weiteren Schritt kann wiederum die Qualität durch einen Dokumentar erhöht werden. Häufig erreichen vom Menschen erfasste Metadaten eine höhere Qualität als automatisch generierte (Guy et al., 2004).

Für die Erstellung von Metadaten stehen der Mensch, als intelligentes Werkzeug, das Entscheidungen treffen und Daten eingeben kann, Standards und Dokumentationen und Hilfsmittel, als Werkzeuge zur Verfügung. Standards und Dokumentationen können zum Beispiel Metadatenspezifikationen, Richtlinien, Thesauri, Klassifikationen oder ähnliches sein. Die Hilfsmittel werden in Editoren, Generatoren und Templates unterteilt (Greenberg, 2005).

⁹Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Dokumentar>

2.2.1. Manuelle Erstellung

Bei der manuellen Erstellung von Metadaten wird die Extraktion durch den Mensch vorgenommen. Dabei hängt die Qualität der Metadaten von der Erfahrung und dem Wissen des Autors ab. Für die Erfassung braucht der Autor zusätzlich zu seinem Wissen über den verwendeten Standard Einblick in die Daten, die beschrieben werden. Die Metadatenautoren können in vier Klassen unterteilt werden. Dabei wird zwischen „professional metadata creators, technical metadata creators, content creators und community/subject enthusiast“ unterschieden. Der „professional metadata creator“ (hier: Dokumentar) ist durch seine formelle Ausbildung in der Lage, Metadaten auch für komplexe Standards zu erfassen. Der „technical metadata creator“ hat oft nur ein Training zur Metadatenerfassung erhalten. Die Autoren („content creators“) haben das entsprechende Verständnis der Daten und können Informationen wie Schlüsselwörter oder Zusammenfassungen erstellen. „Community oder subject enthusiast“ schaffen durch ihren Einsatz in einem bestimmten Feld Metadaten, die bei einer Verknüpfung verschiedener Datensätze hilfreich sein können (Greenberg, 2005).

Neben den Menschen als intelligentes Werkzeug finden bei der manuellen Erfassung Editoren Verwendung. Editoren können in generische und spezialisierte Editoren unterschieden werden. Spezialisierte Editoren sind bereits für die Verwendung mit einem bestimmten Metadatenstandard oder -profil angepasst und ermöglichen damit dem Nutzer ein leichteres Erstellen von validen Metadaten. Generische Editoren sind nicht in dieser Art angepasst und können deswegen nur nach aufwändigerer Konfiguration durch den Nutzer verwendet werden. Editoren für die manuelle Erfassung sollten mindestens einen Standard korrekt und vollständig unterstützen. Er muss unter anderem die Eingabe von gleichbleibenden Elementen erleichtern, Thesauri einbinden können, um Tippfehler zu vermeiden und den Export sowie den Import in einem Standardformat wie XML ermöglichen (Behrens et al., 2006).

2.2.2. Semi-Automatische Erstellung

Semi-automatische Werkzeuge zur Metadatenerstellung erfassen und synchronisieren die eingebetteten Daten. Oft sind sie Teil der Software, die zur Erstellung der Daten verwendet wird. Dadurch stellen sie sicher, dass die Werte, wie zum Beispiel die räumliche Auflösung oder das Begrenzungsrechteck, aktuell bleiben. Programme wie zum Beispiel ESRI's „ArcGis[®] for Desktop“ oder „gvSIG“ speichern diese Metadaten und bieten Nutzeroberflächen, die den Autor beim Erstellen der Metadaten unterstützen. Die erhobenen Metadaten werden gespeichert und durch XLST beim Export in die entsprechenden Formate überführt (ESRI, 2002, Diaz et al., 2007).

2.2.3. Automatische Erstellung

Die automatischen Methoden werden in Extraktion, Harversting und einer vollen Automatisierung unterschieden. Bei der Extraktion von Metadaten wird zum Beispiel aus dem Inhalt der Datei über Indizierung

eine strukturierte Repräsentation der Daten erstellt. Bei stark strukturierten Daten können hierbei auch regelbasierte Ansätze verwendet werden. Diese sind dann aber in der Regel sehr domänenspezifisch (Kalantari et al., 2009). Beim Harvesting werden bereits vorhandene Metadaten eingesammelt und zu einem Datensatz vereint. Solche Metadaten können von den Prozessen zur Datenerstellung stammen, manuell erfasst oder als Third-Party Daten bereitgestellt werden. Voll automatisierte Elemente wie zum Beispiel der Zeitpunkt der Erstellung oder dem Datentyp werden von der verwendeten Software erstellt und aktualisiert (Greenberg, 2004).

Forschungen im Bereich der automatischen Metadatenerfassung von Greenberg et al. (2005) ergaben Vorschläge, die bei der Umsetzung von Anwendungen zur Metadatenerstellung Hilfe leisten können. Die Vorschläge werden in generelle Vorschläge, Konfiguration, Identifizierung, Unterstützung der Nutzereingaben, Verfeinerung und Publizieren, Validierung und Metadatenerstellung für Daten ohne Text unterteilt (Greenberg et al., 2005).

Generelle Vorschläge: Um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten, sollen die bei der automatischen Erstellung verwendeten Algorithmen und Richtlinien transparent sein. Auch wird es als sinnvoll erachtet, dass das System eigene Metadaten über die Metadaten erhebt und abspeichert. Diese können zum Beispiel Informationen zum Nutzer sein oder der Zeitpunkt, wann die Metadaten erstellt wurden. Das verwendete Werkzeug muss Freitexte und sich wiederholende Elemente bei der Nutzereingabe unterstützen. Pflichtfelder sollten automatisch erfasst werden. Bei Pflichtfeldern, deren automatische Erfassung nicht möglich ist, muss sichergestellt werden, dass die Daten durch den Nutzer eingegeben worden sind. Das Nutzerinterface sollte so gestaltet werden, dass Nutzer mit unterschiedlichen Kenntnissen es verwenden können.

Konfiguration: Das System soll verschiedene Profile unterstützen. Diese Profile können Kontaktdaten, Informationen zu den verwendeten Algorithmen oder den zu beschreibenden Datentypen enthalten. In den Profilen können auch Standardwerte eingestellt sein. Die Profile sollen erweiterbar sein.

Identifizierung: Die Anwendung selber sollte in der Lage sein, vorhandene Metadaten auszulesen und weiterzuverarbeiten. Diese Fähigkeit ist besonders wichtig, um sicherzustellen, dass während eines automatischen Updates oder einer Verfeinerung der Metadaten nicht schon vorhandene Nutzereingaben überschrieben werden.

Unterstützung der Nutzereingaben: Durch eine automatische Erfassung der Metadaten sollen Nutzereingaben unterstützt werden. Die Unterstützung des Nutzers kann durch automatisiertes Übersetzen von Schlüsselworten, unterschiedliche Eingabemasken, Rechtschreibprüfung oder ähnliches geschehen.

Verfeinerung und Publizieren: Die Anwendung sollte in der Lage sein, Verfeinerung der Metadaten automatisch durchzuführen und unter Verwendung des vom Nutzer erwünschten Standard zu speichern.

Validierung: Bei der Erzeugung der Metadaten sollen die Validität der Elemente gewährleistet werden. Bei Problemen soll der Nutzer auf ungültige Werte hingewiesen werden. Im Sinne von Metadaten über Metadaten können auch Bewertungen errechnet werden, die auf die Qualität der erhobenen Metadaten

hinweisen. Mögliche Bewertungsklassen sind der Anteil an extrahierten Metadaten und die Genauigkeit der dafür verwendeten Algorithmen, der Anteil der gesammelten Metadaten oder die Vollständigkeit der Metadaten.

Metadatenerstellung für Daten ohne Text: Viele Metadaten sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Daten vorhanden. Eine Anwendung sollte in der Lage sein auf diese Informationen zuzugreifen.

2.3. Zusammenfassung

Metadaten als Daten über Daten finden in vielen Anwendungsbereichen Verwendung. Sie stellen sicher, dass die Daten erhalten bleiben und sinnvoll genutzt werden können (ESRI, 2002). Für die Speicherung der Metadaten wurden für verschiedene Anwendungszwecke unterschiedliche Profile entwickelt. Für die Verwendung in INSPIRE hat die europäische Kommission ein von der ISO 19 115, 19 119 und 19 193 abgeleitetes Profil erstellt (European Commission, 2015). Darin werden mehrere Elemente festgelegt, von denen 30 im Krisenkontext Verwendung finden. Um die Metadaten bei der Erstellung der Produkte im Krisenkontext zu ermöglichen, muss die Erfassung weitgehend automatisch geschehen. Bei der automatischen Erfassung werden die Informationen entweder aus den Daten extrahiert oder existierende Metadaten werden erfasst (Kalantari et al., 2009). Metadaten werden nach ihrer Nähe zu den Daten in „Embedded, Associated und Third-Party Metadata“ unterteilt (Duval et al., 2002). Dabei sind die eingebetteten Metadaten (Embedded Metadata) am stärksten, die „Third-Party Metadata“ am schwächsten mit den Daten verknüpft. Neben der Aufgabe, Daten auffindbar zu machen, müssen Metadaten auch die Verwendbarkeit der Daten gewährleisten. Metadaten können deswegen nach ihren Aufgaben in „Discovery metadata, Exploration metadata und Exploitation metadata“ unterschieden werden (Nebert, 2004). Metadaten für Daten, die im Krisenfall erhoben werden, müssen alle drei Aufgaben erfüllen. Die meisten Informationen können während der Erstellung der Daten erfasst werden. Deswegen ist es sinnvoll, die Metadaten bei der Datenerfassung zu sammeln und zu erstellen (Olfat, 2013).

3. Implementierung

ZKI Produkte sind Karten für den Druck, Digitale Daten, Web-Dienste, Informationsdossiers, Lageberichte, Statistiken und Grafiken (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2013a). Für die Bereitstellung der Bilder für gedruckte Karten müssen Metadaten erfasst und aktualisiert werden. Für Raster und Vektorprodukte sollen Metadaten erfasst werden. Die Bereitstellung von Metadaten für Webdienste, Informationsdossiers, Lageberichte, Statistiken und Grafiken ist nicht Aufgabe des „ZKI Map Metadata Tool“, da die Erfassung dieser Metadaten anders geregelt ist.

Bei der Umsetzung der automatischen Metadatenextraktion wird auf die bestehende Infrastruktur im ZKI zurückgegriffen. Bereits existierende Lösungen zur Produkterstellung werden mit den Techniken zur Metadatenerfassung zusammengefasst und als Plugin für „ArcGis® for Desktop“ umgesetzt. Für die Umsetzung wird die Programmiersprache C# verwendet.

In diesem Kapitel wird auf die Anforderung an den Metadatenexport im ZKI und auf eine mögliche Umsetzung der Metadatenerfassung für die Kartenprodukte eingegangen. Dafür wird die Entwicklungsplattform „ArcGis® for Desktop“ vorgestellt und auf die verwendeten Implementierungsmethoden eingegangen. Im Anschluss wird gezeigt, wie die einzelnen Elemente für die Metadaten aus den vorhandenen Daten abgeleitet werden können und welche Komponenten für das Add-In umgesetzt werden. Die Funktionalität der Werkzeuge wird in den Ergebnissen vorgestellt (siehe Kapitel 4 auf Seite 44).

3.1. Anforderungsanalyse

Die Anforderungen werden aus den Erkenntnissen der Forschung im Bereich der automatischen Metadatenerfassung (siehe Kapitel 2.2 auf Seite 21) abgeleitet und werden im Gespräch mit den Mitarbeitern im ZKI erfasst. Sie teilen sich auf in Anforderungen an die Funktion der Werkzeuge, die Art und Weise der Implementierung und Anforderungen an die grafische Nutzeroberfläche (GUI). Bei den Anforderungen wird zwischen verpflichtenden Anforderungen und optionalen Anforderungen unterschieden. Verpflichtende Anforderungen werden mit **muss** gekennzeichnet, optionale mit **soll**.

Funktionale und nichtfunktionale Anforderungen können dafür verwendet werden festzustellen, ob eine Software für einen bestimmten Zweck geeignet ist. Die nichtfunktionalen Anforderungen beschreiben das Verhalten der Software. Zum Beispiel durch Zuverlässigkeit, Wartbarkeit, Übertragbarkeit oder das Aussehen kann die Qualität gemessen und die Korrektheit der Anwendung bestimmt werden. Jede Funktion, die das Werkzeug ausführen muss, um seine Aufgabe zu erfüllen, ist eine funktionale Anforderung

an die Software. Sie leiten sich üblicherweise aus den einzelnen Arbeitsschritten ab, die für eine Aufgabe nötig sind (Robertson und Robertson, 2006). In Tabelle 3.1 werden diese beschreiben.

Beschreibung der funktionalen Anforderungen	
FR-1	Im Verzeichnis der geladenen Karte muss ein GeoTiff (mit LZW-Komprimierung) mit der Georeferenzierung der geladenen Karte erstellt werden können.
FR-2	Aus dem TIFF sollen JPEGs in den Auflösungsstufen low (100dpi), medium (150dpi) und high (300dpi) mit Adobe Photoshop abgeleitet werden.
FR-3	Dem Nutzer soll die Möglichkeit gegeben werden, Worldfiles in verschiedenen Auflösungen zu erstellen.
FR-4	Es soll eine ZKI-spezifische KMZ-Datei als Übersicht generiert werden.
FR-5	Zusätzlich soll aus dem georeferenzierten TIFF ein für die Verwendung im Geoportal GDAS des EOC optimiertes TIFF abgeleitet werden.
FR-6	Für die Auffindbarkeit der Daten müssen bei der Produkterstellung GDI-DE konforme Metadaten erstellt werden.
FR-7	Die bei der Kartenerstellung erfassten Informationen müssen bei der Metadaten-erstellung automatisch mit erfasst werden.
FR-8	Vorhandene Metadaten müssen eingelesen werden können.
FR-9	Die Aktualisierung von vorhandenen Metadaten soll unterstützt werden.
FR-10	Bei dem Erfassen von Metainformationen soll der Nutzer soweit wie möglich durch die Verwendung vorgefertigter Listen unterstützt werden.
FR-11	Die Nutzereingaben sollen auf ein Minimum reduziert werden.
FR-12	Übersetzungen müssen unterstützt werden.
FR-13	Metadaten über Metadaten sollen in einer maschinenlesbaren Form gespeichert werden.
FR-14	Die Produkte müssen mit der korrekten räumlichen Lage erstellt werden.
FR-15	Es sollen nur die vom Nutzer geforderten Ausprägungen erstellt werden.

Tabelle 3.1.: Anforderungen an die Funktion des ZKI Map Metadata Tools

Die Software soll neben dem Kartenprodukt die zugehörigen Metadaten erstellen. Das Kartenprodukt muss als GeoTIFF mit der Georeferenzierung der Karte gespeichert werden. Daraus müssen die Ausprägungen für die für den Druck optimierten Karten abgeleitet werden. Dies sind JPEG Dateien in den Auflösungsstufen 300dpi, 150dpi und 100dpi, die dazugehörigen „ESRI World File (ESRI, 2008)“ und eine KMZ-Datei als Übersicht. Für die Verwendung im Geoportal des EOC soll der Nutzer die Möglichkeit haben, ein optimiertes GeoTIFF zu erstellen. Da bei der Zusammenstellung der Karte bereits Informationen gesammelt werden, die bei der Metadaten-erstellung nützlich sind, müssen diese automatisch erfasst werden. Sollten bereits Metadaten vorhanden sein, müssen diese auch für die Erstellung verwendet werden. Dadurch wird gewährleistet, dass im Falle eines Updates der Ressource auch die Metadaten aktualisiert werden. Um Tippfehler zu vermeiden und um den Aufwand der Metadaten-erfassung für den Operator zu minimieren, muss der Nutzer durch Auswahllisten unterstützt werden. Da unterschiedliche Nutzer erreicht werden müssen, bietet es sich an, Metadaten in verschiedenen Sprachen zu erfassen. Dabei müssen aber nicht alle Elemente übersetzt werden. Für die Elemente, die übersetzt werden, muss die Anwendung Eingabefelder bereitstellen. Die Anwendung soll zusätzlich in der Lage

sein, Metadaten über den Prozess der Metadatenerstellung in einer maschinenlesbaren Form zu erzeugen. Dadurch können andere Werkzeuge die erfassten Daten weaternutzen. Bei der Produkterstellung können pro Produkt verschiedene Ausprägungen erstellt werden. Die Georeferenzierung ist jeweils so angepasst, dass der Inhalt der Hauptkarte richtig referenziert ist. Für diese Aufgabe existieren bereits Werkzeuge, die zusammengefasst werden können (siehe Tabelle 3.1 auf der vorigen Seite).

Die nichtfunktionalen Anforderungen an die Anwendungen werden in Tabelle 3.2 beschrieben.

	Beschreibung	Kriterium für die Anforderung
NFR-1	Das Werkzeug muss sich in die bereits verwendete Software „ArcGis® for Desktop“ integrieren.	Das Programm wird aus „ArcMap®“ oder „ArcCatalog®“ heraus gestartet und bedient.
NFR-2	Das Werkzeug muss einfach zu installieren sein. Wenn möglich sollen dafür keine erweiterten Rechte nötig sein.	Der Nutzer kann die Software ohne erweiterte Rechte installieren und ohne Konfiguration verwenden.
NFR-3	Das Werkzeug muss für verschiedene Projekte anpassbar sein. Die Konfiguration soll an einem Ort vorgehalten und verwaltet werden. Ein lokales Anpassen der Konfiguration muss jedoch möglich sein.	Vorhandene Konfigurationen werden von einer Stelle gelesen. Einstellungen werden lokal vorgehalten und passen die Konfiguration an.
NFR-4	Das Werkzeug muss alle verwendeten Werte automatisch ableiten. Bei Werten, die nicht abgeleitet werden können, soll die Nutzereingabe unterstützt werden.	Werte, bei denen die automatische Ableitung fehlschlagen kann, haben Eingabefelder in der GUI.
NFR-5	Die für die Extraktion der Daten verwendeten Techniken sollen für den Nutzer nachvollziehbar sein	Zu den erhobenen Werten existiert eine Dokumentation, wie die Werte abgeleitet wurden.
NFR-6	Die GUI soll für verschiedene Nutzer anpassbar sein.	Nicht benötigte Elemente werden ausgeblendet.
NFR-7	Die erfassten Metadaten müssen soweit wie möglich für die GDI-DE valide sein. Wenn eine vollständige Validität nicht erreicht wird, muss der Grund für die ungültigen Elemente dokumentiert werden.	Die Validierung mit der GDI-DE Testsuit ¹ ergibt keine Fehler.
NFR-8	Für Freitextfelder soll der Nutzer die Möglichkeit haben Übersetzungen einzugeben. Diese müssen dann in einer eigenen Datei gespeichert werden.	Pro angegebener Sprache existiert eine eigene Datei.
NFR-9	Übersetzungen sollen sich vom Rest der Eingabemaske absetzen.	Freitextfelder, die zur Eingabe der Übersetzung verwendet werden, heben sich farblich ab.
NFR-10	Die Metadaten müssen jeweils für ein Produkt erhoben werden. In den Metadaten muss jeweils der Link auf die Produktwebseite angegeben werden.	Die Fertigstellung der Produkte ist nur möglich, wenn alle erforderlichen Werte erhoben wurden.

Tabelle 3.2.: Nichtfunktionale Anforderungen an die Umsetzung des ZKI Map Metadata Tools

Für die Umsetzung wird gefordert, dass möglichst alle Werte der Metadaten automatisch abgeleitet werden sollen und dass die verwendeten Techniken nachvollziehbar dokumentiert sind. Wo eine automatische Erfassung verpflichtender Werte nicht möglich ist, muss der Nutzer durch die Verwendung von Schlüssellisten oder Textvorlagen unterstützt werden. Die GUI soll an unterschiedlich umfangreiche Arbeiten an den Metadaten anpassbar sein. Der Nutzer soll eine GUI erhalten, die die für ihn relevanten Daten darstellt (Greenberg et al., 2005). Aus dem ZKI kommt die Anforderung, dass das Werkzeug in die verwendete Software integriert werden muss. Das Einrichten der Software auf unterschiedlichen Rechnern soll möglichst einfach sein. Das bedeutet, dass die Installation ohne erweiterte Rechte möglich ist, die Konfiguration zentral verwaltet wird und der Nutzer keine Anpassungen an den Einstellungen vornehmen muss. Dennoch muss es möglich sein, die Einstellungen lokal anzupassen. Die erstellten Metadaten müssen syntaktisch richtig sein und müssen soweit wie möglich mit den Vorgaben von der GDI-DE konform sein. Falls nur ein bestimmtes Maß an Konformität erreicht werden kann, müssen ungültige Elemente dokumentiert werden. Um Mehrsprachigkeit abzudecken, soll der Nutzer die Möglichkeit haben Übersetzungen für Freitexte einzugeben. Die Übersetzungen müssen dann in einer separaten Datei abgelegt werden. Die Verwendung des Elements „local“ (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010) ist unerwünscht. Für jedes Produkt soll sichergestellt werden, dass bei der Erstellung die Metadaten erfasst oder aktualisiert werden (siehe Tab. 3.2 auf der vorhergehenden Seite).

3.2. ArcGIS for Desktop als Entwicklungsplattform

Da eine Integration „ArcGis[®] for Desktop“ gefordert ist, wird für die Implementierung „ArcObjects“ verwendet. „ArcObjects“ ist die Basis von „ArcMap[®]“, „ArcCatalog[®]“, „ArcGis[®] Engine“ und „ArcGis[®] for Server“. Als eine Bibliothek von „Component Objekt Models (COM)“, die die Anpassung von „ArcGis[®] for Desktop“, Webanwendungen und Anwendungen ermöglicht und das Programmieren von GIS Anwendungen vereinfacht. Das „Software Developer Kit (SDK)“ gibt es für C++, Visual Basic, C# und Java (ESRI, 2012).

Mit der Version 10 wurde es für „ArcGis[®] for Desktop“ möglich eigene Add-Ins zu programmieren. Diese Add-Ins werden mit XML und .NET oder Java beschrieben. Alle Add-Ins müssen vom Nutzer installiert werden. Da die Add-Ins in der Software verwaltet werden, sind für die Installation keine erweiterten Rechte nötig. Über Add-Ins können eigene Funktionen, Menüeinträge, Fenster oder Werkzeuge zum Editieren von Geodaten umgesetzt werden (Elkins, 2010). Soll der Funktionsumfang von „ArcObjects“ erweitert werden können eigene COM Komponenten geschrieben werden. Diese müssen in ArcGis registriert werden. Dafür muss der Nutzer bei der Installation Administrator Berechtigungen besitzen.

¹GDI-DE Testsuit <http://testsuite.gdi-de.org/gdi/>

Für die Umsetzung der automatischen Metadatenerfassung reichen die Möglichkeiten von Add-Ins vollständig aus. Mit dieser Technik kann auf alle nötigen Eigenschaften des Kartendokuments zugegriffen und die Integration in die Software gewährleistet werden. Bei der Erfassung der Metadaten müssen die Informationen in der Karte erfasst werden. Die Information kann entweder in der Anwendung selbst vorliegen oder muss aus den Elementen des Dokumentes abgeleitet werden.

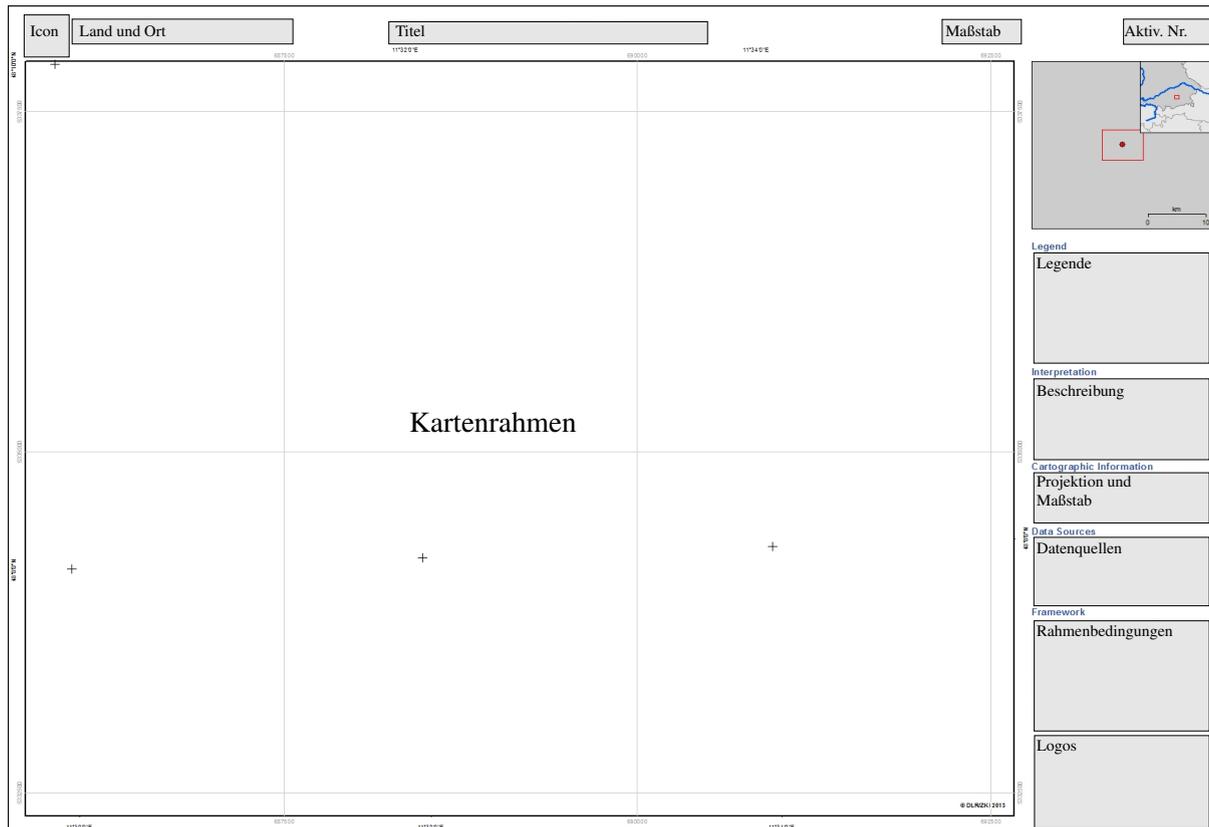


Abbildung 3.1.: Schematische Darstellung eines Kartenprodukts für ZKI-DE

3.2.1. Das Map Dokument

Das Kartendokument wird in „ArcObjects“ durch die Klasse „MXDocumentClass“² repräsentiert. Über das Feld „PageLayout“ des Interfaces „IMxDocument“ kann auf die einzelnen Elemente des Kartenlayouts zugegriffen werden. Die Layoulemente werden als Liste zurückgegeben. Andere Elemente wie zum Beispiel der Kartenrahmen, das Kartengitter oder der aktuelle Kartenausschnitt werden von anderen Interfaces zur Verfügung gestellt (ESRI, 2015).

Für die Karten werden im ZKI verschiedene Kartenvorlagen verwendet. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Seitengröße, der Seitenausrichtung, der verwendeten Sprache und der Anzahl und der Anordnung der verwendeten Layoulemente. Dennoch sind bestimmte Elemente in jedem Kartentemplate enthalten. Diese Elemente sind ein oder mehrere Logos, die Beschreibung des Ortes durch den Namen des

²MXDocumentClass: <http://resources.arcgis.com/en/help/arcobjects-net/componenthelp/index.html#/d/000v000001p2000000.htm>

Landes und der Region, der Kartentitel, der Maßstab und die Projektion, eine Legende, eine Beschreibung der Karte, Hinweise zu den verwendeten Datenquellen, den rechtlichen Rahmenbedingungen der Kartierung und die Kartenrahmen (siehe Abbildung 3.1 auf der vorigen Seite). Um auf die Inhalte dieser Elemente zugreifen zu können, müssen diese eindeutig identifiziert werden. Eine Extraktion der Information anhand ihrer Position im Kartendokument ist aufgrund der unterschiedlichen Templates nicht sicher möglich. Eine andere Möglichkeit der Identifizierung ist die Verwendung von eindeutigen Namen. Allen in „ArcMap®“ verwendeten Layoutelementen kann ein Name zugeordnet werden. Dieser Name wird zusammen mit dem Dokument abgespeichert, ist jedoch nicht eindeutig. Dennoch erlaubt diese Vorgehensweise eine sichere Extraktion der Informationen. Bei der Erstellung der Kartenvorlage muss jedoch darauf geachtet werden, dass die verwendeten Namen eindeutig sind.

Für die Metadatenerfassung sind die räumliche Ausdehnung und das Referenzsystem der Hauptkarte, die Informationen zu Land und Region, der Titel, die Datenquellen und die Beschreibung wichtige Informationen. Die räumliche Ausdehnung und das Referenzsystem werden in „ArcObjects“ bereit gestellt. Die Erfassung der Textinformation muss, aufgrund der verwendeten Formatierung, angepasst werden bevor sie für die Metadatenerstellung weiterverwendet werden kann. Dafür müssen zum Beispiel Steuerzeichen aus den Texten entfernt werden oder die Informationen aus verschiedenen Elementen zusammengeführt werden (siehe Kapitel 3.4.2 auf Seite 39).

3.2.2. Verwendete Implementierungsmethoden

„ArcObjects“ wird als SDK für C#, Visual Basic 6.0 (VB6), C++ und Java angeboten. Während die SDK für C++ primär zum Erweitern von „ArcObjects“ verwendet werden kann, bietet sich Java als Sprache für eigenständige Anwendungen an. C# und VB6 bauen wie andere Sprachen auf .NET als Entwicklungsplattform auf (ESRI, 2015). Diese Entwicklungsplattform löst die Komplexität der COM Bibliotheken auf, indem sie ähnlich wie Java, über eine Common Language Runtime (CLR) die Anwendung virtualisiert. Durch diese Virtualisierung werden die Abhängigkeiten von der verwendeten Sprache vernachlässigbar. Klassen, die in einer Sprache geschrieben wurden, können in jeder anderen verwendet werden (Kühnel, 2008).

.NET ist vollständig objektorientiert. Das bedeutet, dass alle Elemente, auch Zugriffe auf das Betriebssystem, als Objekte vorliegen und als Klassen realisiert sind. Dabei kümmert sich der im Hintergrund laufende Prozess der „Garbage Collection“ um die Verwaltung und die Freigabe des Speichers. Anwendungen die mit .NET entwickelt werden, müssen in einen Zwischencode (IL) kompiliert werden, der dann zur Laufzeit in den nativen, plattformspezifischen Code umgewandelt wird. Bei der Kompilierung entstehen die Assemblys. Assemblys fassen die IL, das Manifest und die zur Komponente gehörenden Metadaten zusammen. Das Manifest beschreibt das Assembly als Produkt (Kühnel, 2008).

Da durch die Verwendung von .NET zwischen den verwendeten Sprachen kein funktioneller Unterschied mehr besteht, wird die Implementierung in C# umgesetzt. Diese Sprache bietet eine moderne Syntax

und ermöglicht mit Konzepten wie LINQ (Language integrated Query) und WPF (Windows Presenter Foundation) eine effektive Umsetzung der gestellten Anforderungen.

„Language integrated Query“ erweitert C#, um eine Möglichkeit vereinheitlicht auf Daten zuzugreifen. Die eigentlichen Datenquellen werden mit LINQ so weit abstrahiert, dass sie für die Implementierung keine Rolle mehr spielen. LINQ Ausdrücke unterscheiden sich stark von der in C# verwendeten Syntax. Sie sind in der Art an SQL angelehnt, können aber anders als SQL Statements zusammen mit der Anwendung debuggt werden. Für die Umsetzung musste C# erweitert werden. Diese Erweiterungen erlauben unter anderen die Verwendung von implizit typisierten Variablen, Erweiterungsmethoden und anonymen Typen. Bei implizit typisierten Variabel wird der Typ bei der Umwandlung in die IL durch den Compiler festgelegt. Anonyme Typen können dynamisch erzeugt werden und können jede Art Daten speichern. Erweiterungsmethoden erlauben es, außerhalb von Klassen Methoden zu definieren. LINQ ermöglicht es aus Sammlungen bestimmte Objekte herauszufiltern, ohne das die vollständige Definition bekannt sein muss (Kühnel, 2008).

Die „Windows Presenter Foundation“ tritt die Nachfolge der in .NET umgesetzten Windows Forms an. In WPF wird der gesamte Aufbau der in XAML (Extensible Application Markup Language) definiert. Die Funktionalität ist in den „Code Behind“ Dateien festgelegt. Dadurch können die Inhalte der Steuerelemente flexibel gestaltet werden und ohne Ableitung von Unterklassen wiederverwendet werden. Da das Aussehen in einer beschreibenden Sprache definiert wird können die Darstellung und die Logik besser voneinander getrennt werden. Damit unterstützt die „Windows Presenter Foundation“ die Trennung von Darstellung, Logik und Daten, wie es in dem „Modell, View, Controller Pattern (MVC)“ gefordert ist. Dieses Entwurfsmuster soll einer vereinfachten Wartung dienen und eine bessere Übersichtlichkeit der Anwendung ermöglichen. Für die Verwendung mit WPF wurde das „Modell-View-ViewModel Pattern (MVVM)“ entwickelt. Durch eine lose Kopplung von der Darstellung und der Logik der Benutzeroberfläche wird eine bessere Testbarkeit der Logik und eine einfachere Umgestaltung der Darstellung ermöglicht. Das ViewModel stellt die Eigenschaften bereit, die in der View dargestellt werden sollen und abstrahiert dies vom eigentlichen Datenmodell. Die Verwendung von diesem Entwurfsmuster ermöglicht es, die einzelnen Kompetenten zu verändern oder auszutauschen, ohne dass andere Komponenten angepasst werden müssen. Da WPF die Benutzeroberflächen selbst mit DirectX zeichnet, muss vor der Verwendung dieser Technik geprüft werden, ob die Zielplattform DirectX unterstützt (Huber, 2011).

3.3. Entwicklung des Metadaten Modells

Die Umsetzung des INSPIRE Metadatenmodells (siehe Kapitel 2.1.1 auf Seite 8) erfolgt unter der Beachtung der Anforderungen aus den Richtlinien der Europäischen Union und den Anforderungen, die bei der Krisenkartierung erfasst wurden (siehe Kapitel 3.1 auf Seite 26). Aus den INSPIRE Metadatenmodell, den Anforderungen aus SAFER (Stahl et al., 2011) und ZKI können 30 Elemente identifiziert

werden, für die die Erfassung im Krisenkontext relevant ist. Für das Objektmodell der Metadaten müssen die Erfassung der Elemente, die Validierung der Werte und die Speicherung des XML als Bereiche beschrieben werden. Dabei werden die unterschiedlichen Elemente abhängig von ihrer Nähe zu den beschriebenen Daten entweder aus den eingebetteten Informationen extrahiert oder aus Dateien gesammelt, die dem Datensatz zugeordnet sind. Die Third Party Metadaten werden aus den Einstellungen für die Anwendung erfasst. Die nachfolgende Tabelle 3.3 beschreibt die Elemente und die Ableitung der Information:

Element	Umsetzung
Identifizierung	
1 Title	Der regelbasierte aus dem Datensatz extrahierte Titel wird als Standard verwendet. Wenn kein Titel, erfasst werden kann, wird der vom Nutzer festgelegte Wert verwendet.
2 Abstract	Die Beschreibung wird regelbasiert aus dem Datensatz abgeleitet. Wenn das Element nicht automatisch erfasst werden kann, wird die Nutzereingabe verwendet. Abhängig von Projektumfeld wird ein vorgegebener Text an die Beschreibung angehängt.
3 Resource type	Alle Produkte, die erstellt werden, werden als „dataset“ angesehen. Dieser Wert wird statisch festgelegt.
4 Resource locator	Die URL wird abhängig vom Dateinamen der Daten und dem Projektumfeld abgeleitet. Dafür werden die vorgegeben Einstellungen genutzt. Die Gültigkeit der URL kann nicht überprüft werden.
5 Unique resource identifier	Die URI wird aus dem Dateinamen der Daten durch Mustererkennung abgeleitet. Dabei wird versucht, den Projektnamen, die Aktivierungsnummer, die Produktnummer und die Version abzuleiten. Aus diesen Informationen wird dann die URI nach einem voreingestellten Muster erzeugt. Können diese Werte nicht abgeleitet werden, werden die vom Nutzer festgelegten Werte verwendet.

	Element	Umsetzung
6	Dataset language	Die Sprache des Datensatzes wird auf einen sinnvollen Standardwert festgelegt. Dieser Wert wird aus den Einstellungen ausgelesen.
	Klassifizierung und Schlüsselwörter	
7	Dataset topic category	Für dieses Element wird „geoscientificInformation“ als sinnvoller Standardwert angenommen. Dieser Wert wird statisch festgelegt.
8	Keyword	Für alle Produkte wird das INPIRE Schlüsselwort „Human health and safety“ festgelegt. Andere Schlüsselwörter kann der Nutzer aus den in der Richtlinie 2007/2/EG (European Commission, 2008, Anhang I,II und III) angegebenen Werten auswählen.
9	Disaster type	Diese Elemente werden aus den Metadaten gelesen, die bei der Planung des Produktes erfasst worden sind. Sind diese Metadaten nicht vorhanden, werden die vom Nutzer aus den ZKI Produktportfolio (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2013a) ausgewählten Werte verwendet.
10	Product type	siehe Element Nummer 9 (Disaster type)
11	Location	Die Werte für das Schlüsselwort „place,“ werden regelbasiert aus dem Datensatz gelesen. Wenn keine Informationen aus den Daten extrahiert werden können, werden die vom Nutzer angegebenen Werte verwendet.
12	GEMET keywords	Diese Werte dienen der Verfeinerung der Metadaten. Sie können vom Nutzer aus den GEMET 2.4 ausgewählt werden.
	Zeitbezug	

Element	Umsetzung
13 Dataset Creation date	Dieses Element wird vollautomatisch bei der ersten Erstellung der Metadaten aus der Systemzeit generiert.
14 Dataset Revision Date	Beim Update vorhandener Metadaten wird dieses Element vollautomatisch aus der Systemzeit erzeugt.
Geographischer Standort	
15 Reference system	Das räumliche Bezugssystem wird aus dem Datensatz abgeleitet und mit Hilfe einer Schlüsselliste in einer validen Form dargestellt. Kann das Bezugssystem nicht aus dem Datensatz abgeleitet werden, wird der vom Nutzer angegebene Wert verwendet.
16 Bounding Coordinates	Das Begrenzungsrechteck wird aus dem Datensatz abgeleitet und in geographischen Koordinaten angegeben. Bei Kartenprodukten wird der Kartenausschnitt angegeben. Bei Vektor- oder Rasterdaten das Bezugsrechteck der Ausdehnung.
Qualität und Gültigkeit	
17 Spatial resolution	Die Maßstäbe und die Pixelgröße werden aus dem Datensatz ausgelesen. Kann eine der beiden Größen nicht aus dem Datensatz abgeleitet werden, werden die vom Nutzer angegebenen Werte verwendet.
18 Lineage	Abhängig vom Projektumfeld werden Standardwerte für „statement“ und die Prozessschritte verwendet.
Metadaten über Metadaten	
19 Metadata language	Die Sprache der Metadaten wird auf einen sinnvollen Standardwert festgelegt. Dieser Wert wird aus den Einstellungen ausgelesen.

Element	Umsetzung
20 Metadata point of contact	In den Einstellungen wird für jedes Projekt eine Kontaktadresse angegeben. Diese wird für die Erstellung dieses Elements genutzt.
21 Metadata date stamp	Der Zeitstempel wird bei der Erstellung der Metadaten automatisch festgelegt und beinhaltet das Datum und die Uhrzeit.
22 Metadata file identifier	Für die eindeutige Identifizierung der Metadaten wird aus der URI und dem Namensraum „http:\www.zki.dlr.de“ eine UUID abgeleitet (Leach et al., 2005).
23 Metadata standard name	Der Name des verwendeten Standards ist „ISO 19115:2003/19139“. Dieser Wert ist statisch festgelegt.
24 Metadata standard version	Die Version des verwendeten Standards ist „1.0“. Dieser Wert ist statisch festgelegt.
25 Metadata character set	Die Metadaten werden in „UTF-8“ gespeichert.
Verantwortliche Stelle und Eigenschaften der Daten	
26 Responsible organization	In den Einstellungen wird für jedes Projekt eine Kontaktadresse angegeben. Diese wird für die Erstellung dieses Elements genutzt.
27 Dataset character set	Hier wird ein Standardwert aus den Einstellungen verwendet.
28 Spatial representation type	Dieser Wert wird in Abhängigkeit von dem beschriebenen Datensatz automatisch gesetzt.
Zugangs- und Nutzungsbeschränkungen	

Element	Umsetzung
29 Conditions for access and use	Die Nutzungs- und Zugangsbeschränkungen werden mit Schlüssel Listen festgelegt. Die Standardwerte werden in den Einstellungen hinterlegt.
30 Limitation on public access	siehe Element Nummer 29 (Conditions for access and use)

Tabelle 3.3.: Beschreibung der Metadatenelemente und der Umsetzung ihrer Erfassung

Neben der Erfassung der Metadaten müssen die Werte der einzelnen Elemente validiert werden. Für Werte wie Zahlen oder festgelegte Listen kann die Validität durch die Verwendung der passenden Datentypen gewährleistet werden. Bei Werten, deren Gültigkeit über Schlüssel Listen festgelegt ist, muss die Validierung auf eine andere Weise erfolgen. Die Werte können bei der Zuweisung validiert werden oder es wird die gesamte Datei bei der Speicherung überprüft. Da bei dem verwendeten Standard die Gültigkeit einiger Elemente von den Werten anderer Elemente abhängig ist, muss hier in beiden Fällen validiert werden. Für die Validierung müssen die Schlüssel Listen in einer maschinenlesbaren Form vorhanden sein. Um festzulegen, welche Schlüssel Liste verwendet werden soll, werden Attribute für die Eigenschaften vergeben. Mit diesen Attributen können Information in den Quellcode eingebaut werden, mit denen sich das Verhalten zur Laufzeit beeinflussen lässt. In den Klassen des Metadatenmodells wird diese Information verwendet, um die Domäne und den Namen des Schlüssels zu bestimmen. Diese Informationen werden dann in der „Setter“ Funktion der Eigenschaft verwendet, um die Gültigkeit des Wertes zu überprüfen. Ist der Wert nicht valide, wird ein Fehler erzeugt.

Bei der Speicherung stellt sich die Frage, wie aus dem Objektmodell die richtige Form der XML Datei erzeugt wird. Eine Möglichkeit ist, die Speicherung und den nötigen Aufbau des Dokuments im Hauptelement zu implementieren. Bei dieser Methode muss dieses Element alle möglichen Zustände seiner Kindelemente kennen und in der Lage sein alle Validierungen durchzuführen. Ein andere Möglichkeit besteht darin, sich die Schachtelung der einzelnen Elemente zunutze zu machen (Martin und Feathers, 2009). Bei dieser Methode wird für jedes Objekt die entsprechende XML Struktur implementiert und für verschachtelte Objekte die Methode zur Erzeugung der Metadatenelemente angestoßen. Jedes Objekt muss sich hier nur um die Validierung seiner Eigenschaften kümmern. Werte, deren Validität von anderen abhängen, können so implementiert werden, ohne dass die Elternelemente von dieser Abhängigkeit Kenntnis haben müssen. Um sicherzustellen, dass in allen Objekten, die bei der Erstellung der Metadaten beteiligt sind, auch die Funktion zum Lesen und zum Schreiben der XML Daten umgesetzt werden, werden die Methoden als Interface festgelegt. Um die zum Teil tief verschachtelte Struktur der INSPIRE Metadaten abzubilden, wird diese Methode zur Implementierung der Metadaten Speicherung verwendet.

3.4. Komponenten des ZKI Map Export Tools

Das ZKI Map Export Tool lässt sich in mehrere Komponenten untergliedern. Die Metadaten Extraktoren kümmern sich um die Erfassung der Metadaten. Die Produkt Exporter erzeugen die Produktausprägungen aus dem Kartendokument. Über die Einstellungen werden die Konfiguration und die Schlüssellisten bereitgestellt. Die Benutzeroberfläche ermöglicht schließlich die Kommunikation mit dem Nutzer der die Metadaten und Produkte erstellt. Die einzelnen Komponenten werden in eigenen Projekten umgesetzt und können so in andere Projekte eingebunden werden.

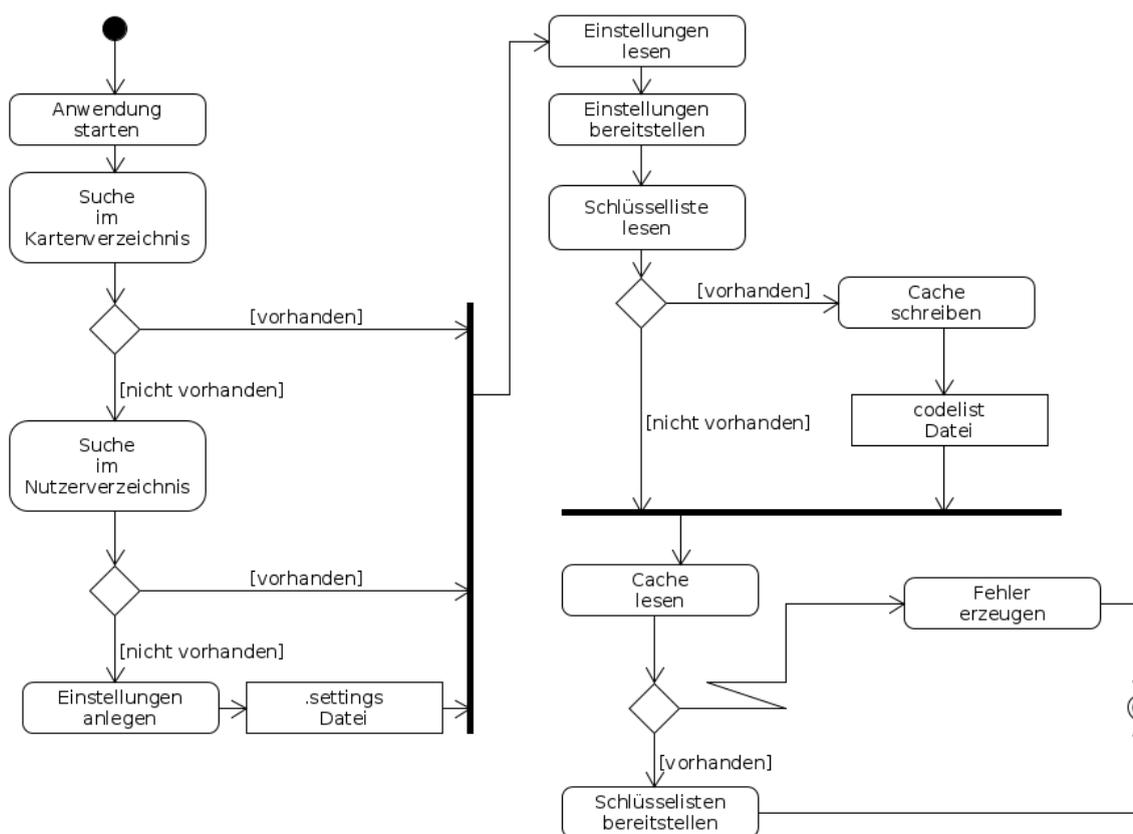


Abbildung 3.2.: Einlesen der Einstellungen und der Schlüssellisten

3.4.1. Einstellungen

Die Einstellung der Anwendung gliedert sich in zwei Teile auf. Während der eine Teil die lokalen Einstellungen zur Verfügung stellt, werden im zweiten Teil die Schlüssellisten eingelesen. Für die Anwendung werden derzeit zwei, für externe (INSPIRE) und für ZKI spezifische Schlüssellisten gepflegt. Der Ort an dem die Schlüssellisten vorgehalten werden, wird in den Einstellungen festgelegt. Deswegen müssen die Einstellungen als erstes beim Anwendungsstart gelesen werden. Die Anwendung sucht zuerst im Kartenverzeichnis. Wenn dort keine Einstellungen vorhanden sind, wird in den eigenen Dateien des Nutzers weiter gesucht. Um sicherzustellen, dass der Nutzer das Programm ohne Konfiguration

starten kann, werden, wenn keine Einstellungen gefunden werden, Einstellungen mit Werten für die Nutzung im ZKI erzeugt. In den Einstellungen kann neben den Pfaden zu den Schlüssellisten festgelegt werden, wie die Werte Projektname, Aktivierungsnummer, Produktnummer und die Versionsnummer aus den Dateinamen abgeleitet werden und wie die vorgeschlagenen Dateinamen formatiert sein sollen. Es können die als Standard eingestellten Exportformate festgelegt werden. Außerdem werden die Methoden, mit denen die Metadaten abgeleitet werden, konfiguriert. Nachdem diese Einstellungen geladen worden sind, wird versucht die Schlüssellisten zu laden. Sind diese an den angegebenen Pfaden vorhanden, wird eine lokale Kopie der Dateien erstellt. Diese werden in die Anwendung geladen. Falls die Schlüssellisten nicht gefunden werden, wird nach einer vorhandenen Kopie gesucht und eine Fehlermeldung ausgegeben, wenn diese nicht gefunden werden kann (siehe Abbildung 3.2 auf der vorigen Seite).

Die Einstellungen werden als einfache Textdatei gespeichert und der Anwendung als Schlüssel-Wertepaar zur Verfügung gestellt. Wie valide Werte für die Anwendung auszusehen haben, wird in dieser Komponente nicht geprüft.

Mehrere Schlüssellisten können zusammen in in einer Datei abgelegt sein. Diese werden in XML dargestellt und können so eingelesen werden. Jede Schlüsselliste ist durch einen eindeutigen Namen gekennzeichnet. Unter diesem Namen werden dann die gültigen Schlüssel aufgelistet. Für jeden Schlüssel muss ein Wert vorhanden sein. Optional kann auch eine Beschreibung des Schlüssels und eine Übersetzung angegeben werden. Die Sprachen müssen dann eindeutig identifizierbar sein.

3.4.2. Metadaten Extraktoren

Diese Komponente enthält die Funktionalität zum Extrahieren der Werte aus dem Kartendokument und zum Auslesen der Einstellungen. Die Funktionalität selber wird als „Delegate“ implementiert. Diese Methode ermöglicht es, Funktionen mit einer festgelegten Signatur in einer Variablen abzulegen. Dadurch kann mit einem Aufruf unterschiedliche Funktionalität abgebildet werden. Wird ein „Delegate“ aufgerufen, wird die Funktion auf die er verweist, ausgeführt (Kühnel, 2008).

Für die Metadatenextraktion werden sechs Funktionen implementiert. Diese können in den Einstellungen mit den Namen „map, setting, rgb, date, split und format“ aufgerufen werden. Jede dieser Funktionen erwartet eine Liste von Namen und liefert ein Objekt zurück. Jeder dieser Parameter kann wiederum einen Funktionsaufruf enthalten. So lassen sich auch komplexe Ableitungen konfigurieren, ohne dass der Quelltext angepasst werden muss (siehe Tabelle 3.4).

Name	Funktionalität
map	Mit dieser Funktion werden Werte aus dem Kartendokument gelesen. Sie erwartet ein bis zwei Parameter und gibt einen Text zurück. Beide Parameter bezeichnen die Namen der Kartenelemente.

Name	Funktionalität
setting	Diese Funktion erwartet zwei Eingabewerte und liefert einen Schlüsselwert zurück. Der Erste gibt den Namen der Schlüsselliste an, der Zweite den Schlüssel.
rgb	Die Funktion erwartet drei Parameter. Aus den Werten von 0 bis 255 wird ein Objekt erzeugt, das als Farbe interpretiert werden kann.
date	Diese Funktion erwartet eine Beschreibung, wie der aktuelle Zeitstempel, den die Funktion zurückgibt, formatiert werden soll.
split	Mit dieser Funktion können Texte getrennt werden. Als ersten Parameter erwartet diese Funktion den Text. Der zweite Parameter ist die Zeichenkette, an der der Text aufgeteilt werden soll. Die Funktion erzeugt eine Liste mit den Textteilen.
format	Der Wert des Eingabeparameters wird als Vorlage für die C# Methode „string.Format“ verwendet.

Tabelle 3.4.: Metadaten Extraktoren und ihre Umsetzung

Die einzelnen Funktionen können abhängig von ihren Eingabewerten unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Eine solche Implementierung wurde bei der Funktion „map“ vorgenommen. Wird sie mit dem Namen von nur einem Kartenelement aufgerufen, extrahiert sie den Textwert des Elements und gibt diesen zurück. Wenn die Funktion mit dem Namen von zwei Elementen aufgerufen wird, wird angenommen, dass es sich dabei um die Datenquellen handelt. Da die Struktur dieser Information komplexer ist, müssen für die Ableitung eigene Regeln festgelegt werden.

Cartosat (5 m)	© GAF AG. Includes material © Antrix, distributed by GAF AG
Vektordaten	© DLR 2014 © OpenStreetMap-Mitwirkende 2014 © European Commission © GeoNames 2014

Abbildung 3.3.: Beispiel für Datenquellen auf einer ZKI Karte

Datenquellen werden immer mit zwei Textelementen dargestellt. Das erste Element enthält die Beschreibung des Datensatzes, das Zweite die Informationen zum Copyright. Jedes Copyright eines Datensatzes kann über mehrere Zeilen gehen, muss aber immer mit einem © anfangen. Die Beschreibungen der Datensätze werden jeweils zu Gruppen zusammengefasst (siehe Abb. 3.3). Um für die einzelnen Datensätze die Datenquelle abzuleiten, werden beide Texte an den Zeilenumbrüchen aufgeteilt. Im Anschluss daran werden die Elemente beider Listen so verknüpft, dass die Reihenfolge der Elemente gleich bleibt. Dabei

werden die Listen so zusammengeführt, dass sich jeweils die Elemente mit dem gleichen Index gegenüberstehen. Für jedes Element aus der Beschreibung, das nicht leer oder undefiniert ist, werden solange Elemente aus den Copyright zugewiesen, bis der nächstkleinere Index des nächsten gültigen Elements der Beschreibung erreicht ist. Die daraus entstandene Liste von Elementen wird zurückgegeben. Die Ableitung der Datenquellen aus den verwendeten Daten ist nicht möglich, da für viele keine Metadaten vorhanden sind.

3.4.3. Product Exporter

Um die vorhandenen Abläufe im ZKI aus der Anwendung heraus zu steuern, muss eine Möglichkeit etabliert werden mit den Programmen kommunizieren zu können. So werden die verschiedenen Auflösungsstufen der JPEG Dateien in Adobe Photoshop erstellt. Die für den GDAS optimierten GeoTIFF Dateien werden mit den Kommandozeilenwerkzeugen der Geospatial Data Abstraction Library³ (GDAL) erzeugt. Wieder andere Produkte werden mit .NET Assemblys erstellt. Alle diese Funktionen benötigen ihre eigenen Einstellungen und verwenden zur Laufzeit unterschiedliche Daten. Um die Komplexität der Exporter zu kapseln, wird die Funktionalität in eigenen Assemblys umgesetzt. Für eine reibungslose Kommunikation werden Interfaces definiert. Auch diese werden in einem eigenem Assembly umgesetzt. So ist es möglich, dass Exporter unabhängig von der Anwendung entwickelt werden. Die Anwendung und die Export Funktion müssen dafür beide die entsprechenden Interfaces implementieren. Neben den Interfaces, die die nötigen Daten für die einzelnen Export Funktion beschreiben, wird festgelegt wie das Objekt, das die Funktion umsetzt, implementiert sein muss (siehe Abbildung 3.4).

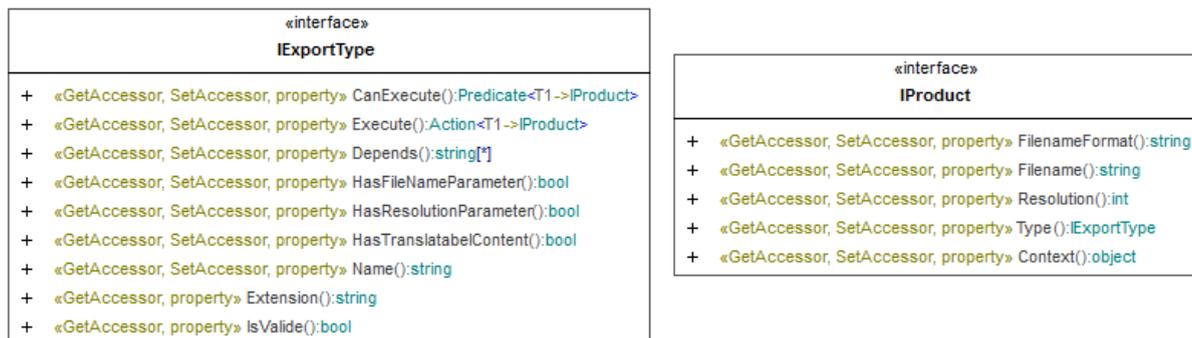


Abbildung 3.4.: Interface der Produkt Exporter

Ein Exporter muss mehrere Eigenschaften umsetzen. Die Eigenschaften „CanExecute und IsValid“ werden verwendet, um festzustellen, ob die Exportfunktion ausgeführt werden kann. „IsValid“ wird verwendet um zu testen, ob die verwendeten Einstellungen für den Exporter gültig sind. „CanExecute“ wird von der Benutzeroberfläche aufgerufen, um zu kontrollieren ob alle Voraussetzungen für den Export erfüllt sind. Diese Eigenschaft wird als „Delegate“ umgesetzt, der ein „IProduct“ Objekt als Parameter hat und

³GDAL: <http://www.gdal.org/>

ein booleschen Rückgabewert. „IProduct“ beschreibt die Produkteigenschaften und liefert den Datenkontext. Die Eigenschaften „HasFileNameParameter, HasResolutionParameter und Name“ beschreiben das Aussehen auf der Benutzeroberfläche. „HasTranslatableContent“ gibt an, ob für das Produkt Übersetzungen erstellt werden können. Wird diese Eigenschaft auf „True“ gesetzt, wird der Exporter für jede Sprache ausgeführt, die der Nutzer angegeben hat. „Execute und Extension“ werden bei der Erstellung des Produktes verwendet. Extension gibt an, mit welcher Dateieindung die Daten gespeichert werden sollen. Execute stellt die Funktion bereit, die zum Erstellen des Produktes ausgeführt werden müssen.

3.4.4. Benutzeroberfläche

Für die Benutzeroberfläche (GUI) wird die „Windows Presenter Foundation“ eingesetzt. Damit lassen sich komplexe Funktionalitäten durch eine Beschreibung in XAML umsetzen. So können zum Beispiel, abhängig von den vorhandenen Daten, Teile der GUI ausgeblendet oder einfach nur minimiert werden. Zusammen mit den Entwurfsmuster MVVM wird so eine Anwendung geschaffen, deren Komponenten ohne Anpassung weiterverwendet werden können. Durch eine entsprechende Gestaltung des ViewModels kann das darunterliegende Datenmodell ausgetauscht werden. Auf der anderen Seite kann die GUI an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden, ohne dass dabei Veränderungen am Datenmodell vorgenommen werden müssen. WPF setzt bei der Kommunikation zwischen der View und dem ViewModel sowie bei der Kommunikation zwischen ViewModel und Modell auf das Konzept der Events. Dadurch werden alle Nutzereingaben asynchron verarbeitet (Huber, 2011). Hiermit wird ermöglicht, dass auch komplexe Aufgaben mit längerer Laufzeit ausgeführt werden können, ohne dass die GUI nicht mehr reagiert. So können alle Nutzereingaben sofort validiert und so hilfreiche Informationen dargestellt werden.

3.5. Zusammenfassung

Die Anforderungen an das Map Export Werkzeug kommen aus verschiedenen Quellen. SAFER und GDI-DE schreiben für die Metadaten vor, welche Werte erfasst werden müssen und in welcher Form sie gespeichert werden müssen (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010, Stahl et al., 2011). Ergebnisse aus der Forschung im Bereich der automatischen Metadatenerfassung schlagen Richtlinien für die Umsetzung vor (Greenberg et al., 2005). Schließlich stellt der Nutzer zusätzliche Anforderungen daran, wie das Werkzeug sich in seiner Infrastruktur einpassen soll und wie es zu bedienen ist. Aus diesen Quellen können funktionale und nichtfunktionale Anforderungen abgeleitet werden. Die funktionalen Anforderungen beschreiben die Aufgaben der Anwendung, während die nichtfunktionale Anforderungen verwendet werden können, um die Qualität der Anwendung zu messen (Robertson und Robertson, 2006). ESRI's „ArcGis® for Desktop“ bietet seit der Version 10 mit den Add-Ins eine Möglichkeit, eigene Funktionalität als Erweiterung umzusetzen. Diese können ohne Administrator Berechtigungen installiert werden. Sie können mit „ArcObjects“ in C# implementiert werden (ESRI, 2012, Elkins, 2010). C# bietet im Gegensatz zu VB6 und C++ eine moderne Syntax und

setzt mit LINQ und WPF auf neue Ansätze der Datenverarbeitung und der GUI. Mit dem Entwurfsmuster MVVM ergibt sich die Möglichkeit, durch eine Trennung der Daten, der Logik und der Darstellung, eine übersichtliche Anwendung zu schreiben, die einfach zu warten ist (Kühnel, 2008, Huber, 2011).

Die Metadaten können aus der Karte erfasst, aus Einstellungen gelesen oder durch den Nutzer eingegeben werden. Die manuelle Eingabe der Metadaten muss bei der automatischen Erfassung die letzte Rückfallposition bleiben (Greenberg et al., 2005). Ein großer Teil der geforderten Information ist durch die angewendeten Standards vorgegeben oder kann für das Projektumfeld festgelegt werden. Andere Elemente müssen aus den Daten selbst extrahiert werden. Werte, wie das räumliche Bezugssystem, das Begrenzungsrechteck und der Maßstab werden von „ArcObjects“ direkt zur Verfügung gestellt. Andere Werte müssen aus den Layoutelementen des Kartendokuments abgeleitet werden (ESRI, 2015). Dafür werden für die Layoutelemente eindeutige Namen vergeben, über die sie angesprochen werden können.

Bei der Produkterstellung müssen verschiedene Werkzeuge wie Adobe Photoshop oder GDAL in die Anwendung eingebunden werden. Um diese aus der Anwendung heraus steuern zu können, wird ein Interface geschaffen, durch das sich die verschiedenen Werkzeuge in gleicher Weise steuern lassen. Die spezifische Funktionalität wird in eigenen Assemblys ausgelagert und ist so vollständig gekapselt. Beim Ausführen der Produkterstellung wird dem Exporter dann der entsprechende Kontext übergeben. Der Kontext beschreibt die Informationen, die er verarbeiten soll.

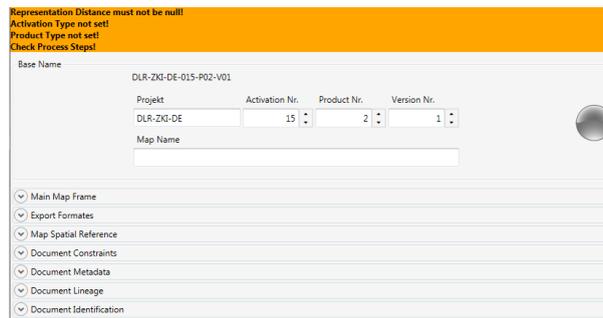
4. Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit umfassen das Map Export Tool, das hier vorgestellt wird, die Metadaten, die mit diesem Werkzeug erfasst werden und die Ergebnisse aus dem Versuch, die für Kartenprodukte optimierte Anwendung auf andere Produkttypen zu übertragen. Für das Map Export Tool wird die Benutzeroberfläche beschrieben. Die Validität der Metadaten wird an einem Beispieldatensatz gezeigt. Hier wird auch der Grad der Konformität mit den INSPIRE Richtlinien dargestellt. Für nicht konformen Elemente wird der Grund für die Abweichung angegeben. Es wird eine Übersicht darüber gegeben, für welche Elemente die Erfassung automatisiert wurde. Außerdem wird dargestellt, zu welchen Teilen sie aus der Extraktion oder den Einstellungen stammen. Für Elemente, deren Erfassung nicht automatisiert wurde, wird angegeben, woran die Automatisierung gescheitert ist. Bei dem Versuch zur der Portierung werden die nötigen Änderungen an der GUI dargestellt und der Grad der Automatisierung aufgezeigt.

4.1. Das Map Export Tool

Das Map Export Tool wird nach der Installation der Add-Ins als Werkzeug in „ArcMap®“ eingebunden. Durch Anwählen des Werkzeugs wird ein modales Fenster geöffnet. Der Nutzer kann, solange dieses Fenster geöffnet ist, die Karte nicht verändern. Nachdem die Einstellungen entweder aus dem Nutzer- oder dem Kartenverzeichnis gelesen wurden und existierende Metadaten geladen worden sind, wird die GUI angezeigt. Für das Einlesen der vorhandenen Metadaten wird im Verzeichnis der Karte gesucht. Der Dateiname der Metadaten wird aus den Einstellungen für den Metadatenexport abgeleitet. Dafür wird angenommen, dass pro Produkt und Sprache jeweils eine XML Datei existiert. Am oberen Rand der Anwendung wird dem Nutzer angezeigt, welche Werte angepasst werden müssen. Können diese validiert werden, wird der runde Startbutton grün und der Produktexport kann gestartet werden (siehe Abb. 4.1(a) auf der folgenden Seite). Die Anwendung gliedert sich in acht Bereiche. Jeder Bereich kann gesondert maximiert werden. So kann der Nutzer auswählen, welchen Bereich er bearbeiten will. Dabei werden die Nutzereingaben durch Menüs und Pulldown Listen unterstützt.

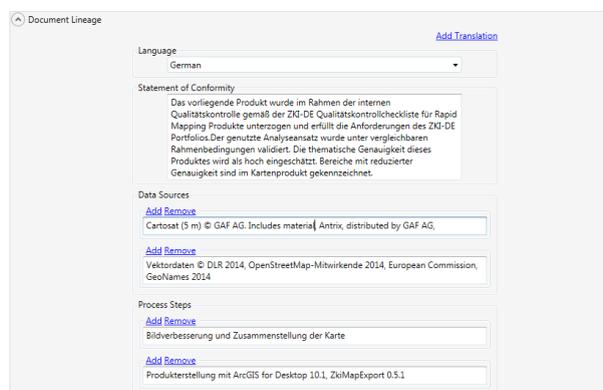
Die Bereiche sind thematisch gegliedert: „ain Map Frame und Export Formates“ steuern die Funktion der Produkterstellung. Die Export Formate werden aus den Einstellungen gelesen und müssen in Ausnahmefällen angepasst werden. Für die Produkterstellung wird ein aus der Karte abgeleitetes GeoTIFF, das mit GDAL optimierte GeoTIFF, die JPEG Dateien, die durch Verknüpfung der Anwendung mit Adobe Photoshop erstellt werden, World Files, die Metadaten und eine Statusdatei angeboten. Für



(a) Fenster beim Starten der Anwendung



(b) Das räumliche Bezugssystem



(c) Herkunft der Daten



(d) Die Dokument Identifikation

Abbildung 4.1.: Benutzeroberfläche des Map Export Tools

alle diese Formate kann der Nutzer den Dateinamen und die Druckqualität angeben. Der „ain Map Frame“ dient üblicherweise nur der Kontrolle. Er wird aus dem Kartendokument bestimmt. Als Hauptkarte wird jeweils der größte Kartenrahmen angenommen. Sind mehrere Kartenrahmen gleich groß, wird in Leserichtung von links nach rechts vorgegangen.

„ocument Constraints und Document Metadata“ werden aus den Einstellungen gelesen und aus den Dokument abgeleitet. Der Abschnitt „ocument Metadata“ enthält die zum Auffinden des Datensatzes

wichtige Informationen wie Titel, Zusammenfassung, Kontaktadresse, Ort und den Pfad zu den Produkten nach dem Publizieren. In den anderen Bereichen ist oft eine Nutzerinteraktion erforderlich. Zum Teil müssen Werte eingegeben werden, die nicht aus den Daten abgeleitet werden konnten, oder eine Kontrolle durch den Nutzer ist erwünscht. Diese Bereiche beschreiben das räumliche Bezugssystem, die Dokument-Identifikation und die Herkunft der Daten.

Der Bereich des räumlichen Bezugssystems beschreibt die Referenz und die Auflösung der Daten. Die Ableitung des Referenzsystems aus der Karte ist automatisiert möglich. Auch lässt sich der Maßstab des Produktes ohne weiteres bestimmen. Allein die Angabe der Pixelreferenz ist nicht aus den Daten möglich, da die Referenzbilder nicht ohne weiteres bestimmt werden können (siehe Abbildung 4.1(b) auf der vorigen Seite). Hier muss der Nutzer die Auflösung des verwendeten Referenzbildes der Kartierung als Wert angeben.

Da die Herkunft der Daten wichtig für die richtige Verwendung ist, ist es erwünscht, dass der Nutzer die aus den Einstellungen gelesenen Werte anpasst und die aus den Daten extrahierten Datenquellen überprüft (siehe Abb. 4.1(b) auf der vorhergehenden Seite). Um den Nutzer bei der Dateneingabe zu unterstützen, können Vorschläge zu den Arbeitsschritten über ein Menü eingetragen werden.

Die Werte wie „activation Type und Produkt Type“ könnten aus den bei der Planung des Dokuments erfassten Informationen gelesen werden. Leider war es bis zum Abschluss der Entwicklungsarbeiten nicht möglich, auf diese Daten zugreifen zu können (siehe Abbildung 4.1(d) auf der vorigen Seite). Die Nutzereingabe wird hier durch die Verwendung von Pulldown Listen unterstützt. Hier hat der Nutzer die Möglichkeit, eine weitere Verfeinerung der Metadaten mit Schlüsselwörtern aus dem GEMET¹ Katalog vorzunehmen. Diese Informationen stammen aus dem Datenverständnis des Autors und können nur von ihm erhoben werden (Guy et al., 2004, Greenberg, 2005).

4.2. Metadatenvalidität

Die Validität der Metadaten wird mit den Diensten der GDI-DE³ und INPIRE⁴ anhand eines Beispiels überprüft. Für dieses Beispiel wird die topographische / hydrographische Referenzinformation für Orašje verwendet (siehe Abb. 4.2 auf der folgenden Seite). Dieses Produkt wurde am 27. Mai 2014 als Referenzinformation für einen Einsatz des Technischen Hilfswerks (THW) erstellt. Die erfassten Metadaten werden über den GDAS bereitgestellt. Von dort erhält der Katalog Service der GDI-DE die Metadaten, die er bereitstellt (siehe Abbildung 4.3 auf Seite 48). In der aktualisierten Form sind die im Anhang (siehe Anhang A Seite 65) zu finden. Die Aktualisierung des Map Export Tools wurde durch eine neue

¹GEMET: <http://www.eionet.europa.eu/gemet>

²Hochwasser auf dem Balkan: <http://www.zki.dlr.de/de/product/map/dlr-zki-de-015-p02>

³GDI-DE Test Suite: <http://testsuite.gdi-de.org/gdi/>

⁴INSPIRE Full Operating Capability Testing: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>

⁵Beispiel Datensatz: <http://www.geoportal.de/gds/xml.php?uuid=4ca2b13d-2cc2-54f2-8f07-f9870737fe6f>

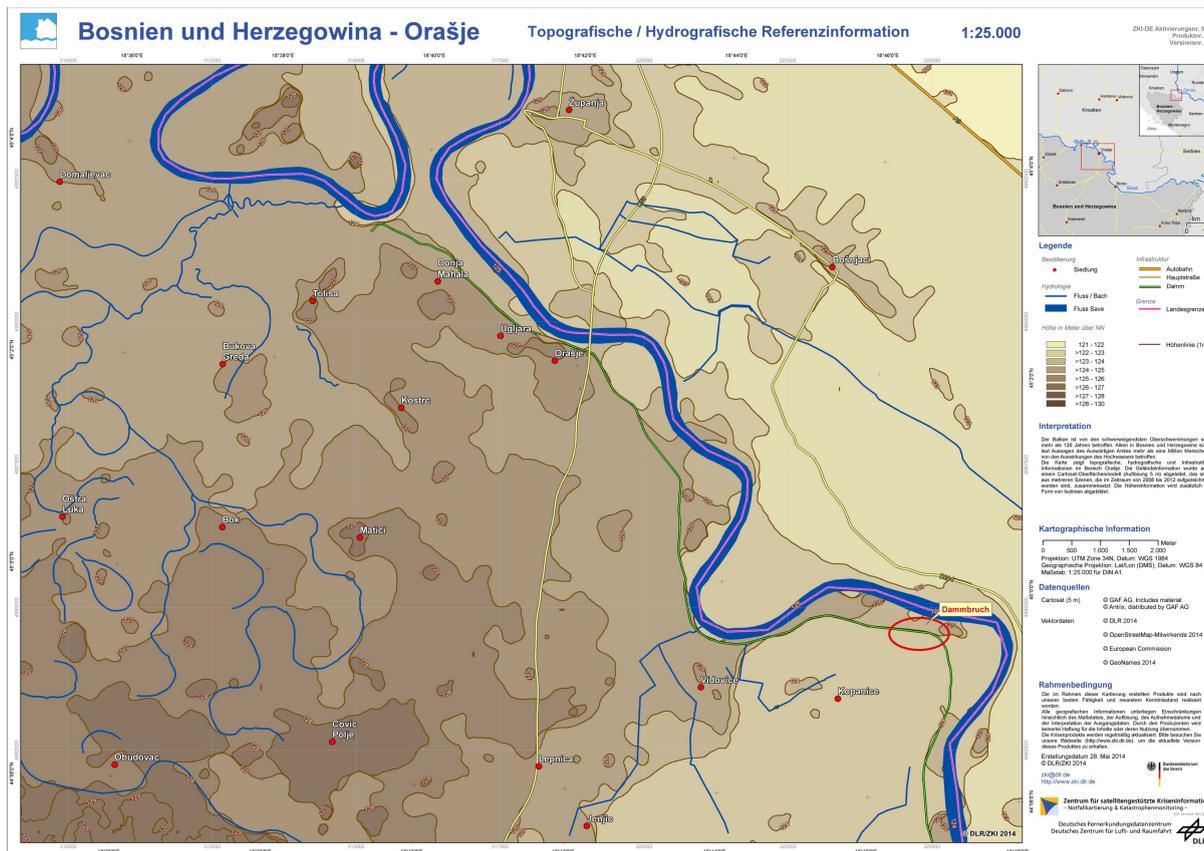


Abbildung 4.2.: Beispiel Datensatz: Überschwemmung in Bosnien und Herzegowina²

Version der GDI-DE Test Suite notwendig, da der verwendete Standardnamensraum, nach einem Update, für ungültig erklärt worden ist. Eine Validierung wurde durch die Änderung unmöglich. In der aktualisierten Form wird auch das räumliche Referenzsystem, wie in der INSPIRE Richtlinie Nr. 1089/2010 gefordert, als URI angegeben.

Das „NSPIRE Full Operating Capability Testing“ validiert die hochgeladenen Daten mit dem ISO 19139 Schema und überprüft, ob die Konformität mit der INSPIRE Richtlinien gegeben ist. Wenn bei der Validierung Fehler auftreten, werden diese als Report dargestellt. Die Validierung der Beispieldaten (siehe Anhang A Seite 65) zeigt zwei Fehler bei der Validierung auf. Zum einen das Fehlen der Konformitätserklärung, zum anderen die Verwendung einer anderen Projektion als der in der Richtlinie Nr. 1089/2010 vorgeschriebenen (siehe Abb. 4.4 auf der folgenden Seite). Die vorgeschriebenen Projektionen umfassen nur die ETRS89 UTM Zonen, die für Europa relevant sind. Für die Beispieldaten kann eine solche Zone angegeben werden, dennoch wurde die Karte in der üblichen WGS84 UTM Zone erfasst. Diese Abweichung geschieht in Konformität mit den verwendeten Fernerkundungsdaten und dem „Global Positioning System (GPS)“. Auch werden viele der erhobenen Produkte außerhalb der europäischen Union (EU) verwendet. Auf Wunsch des Nutzers wird innerhalb der EU auch auf die ETRS89 UTM Zonen zurückgegriffen.

Die Validierung der Metadaten für die Nutzung mit der GDI-DE zeigt diesen Fehler nicht. Auch dieser

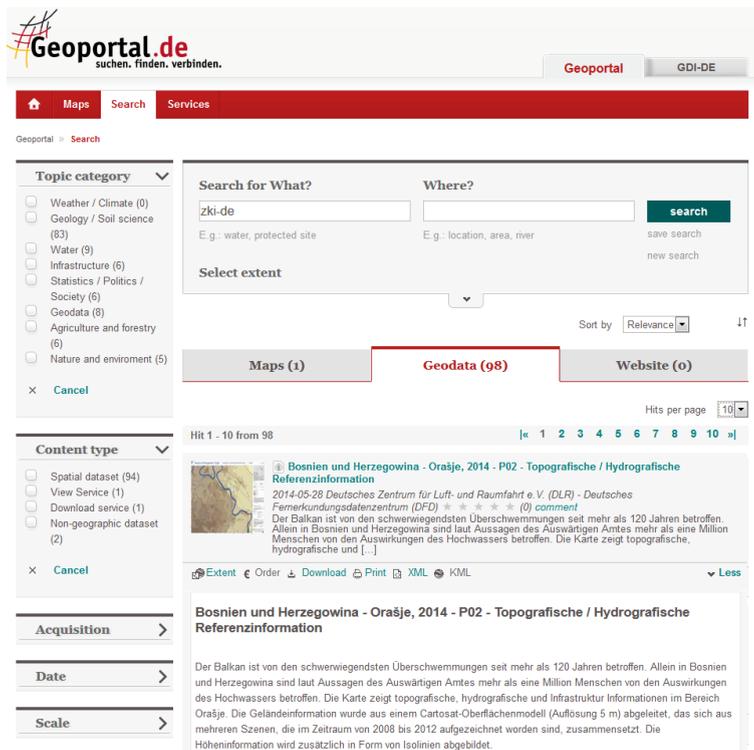


Abbildung 4.3.: Beispiel Datensatz: Metadaten in Geoportal.de⁵

Test überprüft die Übereinstimmung mit der ISO 19139 und die Konformität mit den Vorgaben von INSPIRE. Hier wird der Test als „bestanden“ gekennzeichnet (siehe Anhang B Seite 73). Das Fehlen der Konformitätserklärung wird hier in Übereinstimmung mit den „INSPIRE Metadata Implementing Rules“ als Warnung angezeigt. Dieses Element kann nur als konform oder nicht konform angegeben werden. Die Spezifikation sieht jedoch bisher keine Produkte der Schnellkartierung vor. Die richtige Umsetzung ist demnach das Entfernen des Elements (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010).

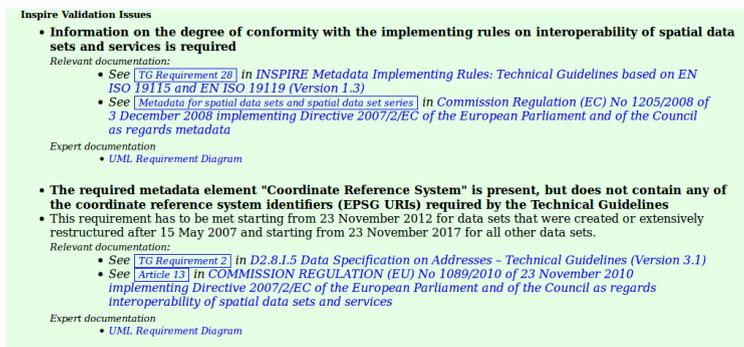


Abbildung 4.4.: Ergebnis des INSPIRE Full Operating Capability Testing

4.3. Vollständigkeit der Automatisierung

Um die Vollständigkeit der Automatisierung zu messen, wird anhand der Implementierung unterschieden, ob ein Element vollautomatisch generiert, aus den Daten extrahiert, aus den Einstellungen gelesen oder manuell erstellt wurde (siehe Tabelle 3.4 auf Seite 39). Dann wird aufgezeigt, wie viele Elemente sich bei der Benutzung des Werkzeugs automatisch erfassen lassen. Diese Zahl wird aus den automatisch erfassten Werten aus dem Beispieldatensatz und der Umsetzung der GUI abgeleitet.

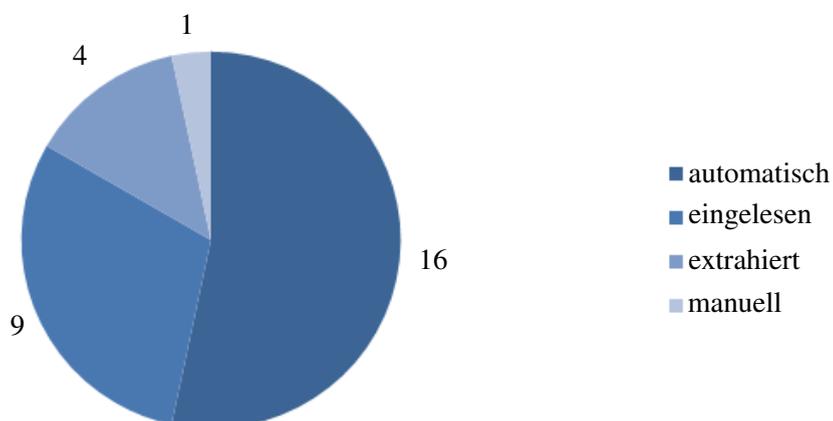


Abbildung 4.5.: Übersicht Typen der Metadatenerfassung

Von den 30 Elementen, die für die Metadaten im Krisenkontext erfasst wurden, wird für 16 Elemente die voll automatische Erfassung vorgeschlagen. In diesen sind auch die Elemente enthalten, die statisch im Quelltext oder durch Standards festgelegt sind. Diese Elemente nehmen immer gültige Werte an und müssen nicht durch den Nutzer überprüft werden. Die Gültigkeit bei den 9 Werten, die aus Einstellungen gelesen werden, ist davon abhängig, ob die vorhandene Konfiguration für das Projekt gültig ist. Die größte Unsicherheit besteht bei den vier Elementen, die aus den Daten extrahiert werden müssen. Wie gut diese Werte erfasst werden können, hängt davon ab, ob die einzelnen Layoutelemente für die Erfassung gekennzeichnet sind. Bei komplexeren Elementen hängt die Genauigkeit davon, ab wie gut der verwendete Regelsatz zu den Daten passt (siehe Abb. 4.5). Für die GEMET Schlüsselwörter wurde keine automatische Erfassung vorgeschlagen. Dieses Element ist optional und dient der Verfeinerung der Metadaten.

Bei vier Elementen scheitert die automatische Erfassung. Eines dieser Elemente ist das GEMET Schlüsselwort, für das keine Automatisierung vorgesehen war. Die anderen Elemente sind der „Product Type, der Disaster Type und die Spatial resolution“. Bei der räumlichen Auflösung scheitert das Erfassen der Pixelgröße für das Referenzbild. Da im Produkt nicht eindeutig bestimmbar ist, auf welche Daten Bezug genommen wird, muss dieser Wert manuell eingegeben werden. Produkt Type und Disaster Type werden zwar schon bei der Planung erfasst, stehen zum gegenwärtigen Zeitpunkt aber nicht für die Metadatenerfassung zur Verfügung (siehe Abbildung 4.6 auf der nächsten Seite).

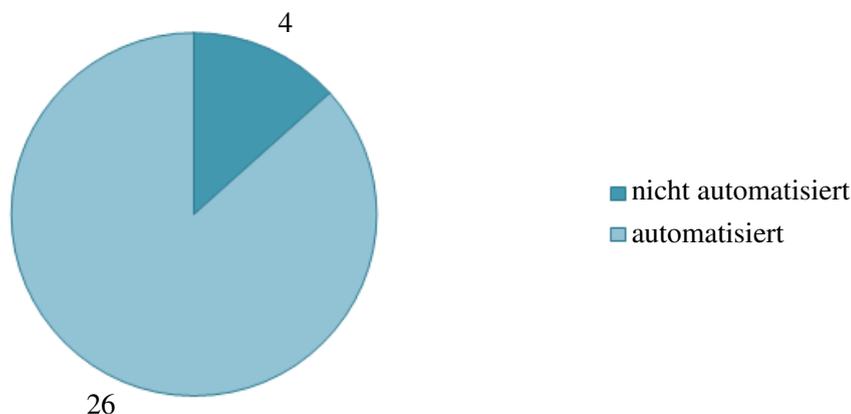


Abbildung 4.6.: Anzahl automatisierter Elemente

4.4. Übertragbarkeit der Anwendung

Für die Überprüfung der Übertragbarkeit wird das Map Export Tool auf Vektor- und Rasterdaten angewendet. Dafür wird ein neues Add-In für den „ArcCatalog®“ geschrieben. Bei der Umsetzung werden nur das ViewModel und die View verändert. Die Extraktoren wurden nicht angepasst. Für das so entstandene Metadata Export Tool wird die Anzahl der erfassten Elemente angegeben.

Datentype	automatisch	nicht automatisch	Summe
Kartenprodukt	26	4	30
Vektorprodukt	22	8	30
Rasterprodukt	23	8	31

Tabelle 4.1.: Automatisch abgeleitete Elemente im Vergleich

Für die Erstellung von Metadaten für Rasterprodukte muss neben der räumlichen Referenz auch eine räumliche Repräsentation angegeben werden. Sie beschreibt das Produkt in seiner räumlichen Ausdehnung als Spalten und Zeilen. Für jede Dimension wird hierbei eine Pixelgröße angegeben. Diese Werte können automatisch abgeleitet werden. Bei Vektor- und Rasterprodukten können weniger Elemente erfasst werden (siehe Tab. 4.1).

4.5. Zusammenfassung

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird auf die Umsetzung der GUI, die Validität der Metadaten und die Anzahl der automatisch erfassten Elemente eingegangen.

Bei der Umsetzung der GUI wurde darauf geachtet, dass der Nutzer zu bearbeitende Bereiche, auswählen kann. Im Startzustand der Anwendung sind alle Bereiche minimiert, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen. Durch Erweiterung nur benötigter Bereiche wird die Verwendung des Werkzeugs vereinfacht und

eine schnelle Bearbeitung des Produktexports ermöglicht. Die einzelnen Bereiche der Nutzeroberfläche sind thematisch gegliedert. Das ermöglicht ein schnelles Auffinden der Felder, die bearbeitet werden müssen. Für ungültige Werte werden im oberen Bereich der GUI Hinweise gegeben. So soll der Nutzer schnell auf fehlende oder falsche Werte aufmerksam gemacht werden.

Die Validität der Metadaten wird mit der „NSPIRE Full Operating Capability Testing“ und der GDI-DE Test Suite überprüft. Beide Webdienste validieren Metadaten für die Verwendung in der GDI Initiative der europäischen Union. Insgesamt werden dabei zwei Abweichungen gefunden. Das angegebene räumliche Referenzsystem entspricht nicht den in den INSPIRE Richtlinien festgelegten ETRS89 UTM Zonen und die Konformität mit den INSPIRE Datenmodellen ist nicht angegeben. Für die Konformität legen die Implementation Rules (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2010) fest das, wenn die Datenmodelle nicht anwendbar sind, diese nicht angegeben werden soll. Für das räumliche Referenzsystem werden die im Krisenkontext üblichen WGS84 UTM Zonen verwendet, die in INSPIRE nicht vorgesehen sind.

Die Anzahl der automatisch erfassten Elemente unterscheidet sich abhängig vom Datentyp. Bei Kartenprodukten können von den 30 Elementen 26 automatisch erfasst werden. Vier der Elemente können entweder nicht erfasst oder müssen durch den Nutzer überprüft werden. Bei Vektor- und Rasterprodukten ist die Anzahl der nicht erfassten Elemente höher. Acht der erfassten Elemente können nicht automatisiert erhoben werden.

Die automatische Erfassung der Metadaten kann in die vollautomatische Erfassung, das Einlesen und das Extrahieren aus den Daten unterteilt werden. Für die Kartenprodukte konnte für 16 Elemente eine vollautomatische Ableitung, für 9 Elemente ein Einlesen aus den Einstellungen und für vier die Extraktion aus den Daten als Methode vorgeschlagen werden. Ein Element muss manuell erfasst werden.

5. Diskussion und Fazit

Die automatische Erfassung der Metadaten hat sich als guter Ansatz für die Erstellung von Produktmetadaten im Kontext der Krisenkartierung erwiesen. Es hat sich gezeigt, dass für die Metadatenerfassung neben der Methode auch der verwendete Standard, der Zeitpunkt und die Art der zu beschreibenden Ressource von Bedeutung ist. Für die Erstellung von Metadaten im ZKI ist der verwendete Standard festgelegt. Möglichst alle Elemente des Standards zu erfassen, ist eines der Ziele. Dennoch ist eine vollständige Validität der erhobenen Metadaten nicht erreicht worden. Diese Fehler sind zum Teil auf den Standard und die Art der Ressource zurückzuführen. Dennoch können die erfassten Metadaten in der GDI-DE verwendet und von dort auch abgefragt werden.

Ein weiteres Ziel ist die Automatisierung möglichst aller Elemente. Dafür wurden die Methoden der Extraktion aus den Daten, dem Einsammeln bereits existierender Informationen und der vollständigen Automatisierung verwendet. Die daraus entstandenen Regeln erfassen den Großteil der Elemente für Kartenprodukte, können aber nur durch manuelle Erfassung weiterer Elemente auf andere Vektor- und Rasterprodukte übertragen werden. Dennoch konnten nicht alle Elemente erfasst werden. Die Informationen zu diesen Elementen war zum Zeitpunkt der Produkterstellung nicht verfügbar. Das liegt zum einen daran, dass die Werte in einer anderen Phase des Lebenszyklus der Ressource erfasst wurden und zum anderen daran, dass sie nicht zugänglich sind.

Mit Hilfe der Ziele soll dargestellt werden, welche Methoden es zur Erstellung von validen Metadaten gibt, welche Elemente in den Metadaten erfasst werden müssen, um die Produkte einer Krisenkartierung zu beschreiben und wie diese Erkenntnisse in der vorhandenen Infrastruktur und den Abläufen integriert werden können.

Um die Integration in die existierende Infrastruktur und Abläufe zu gewährleisten, wurden funktionale und nichtfunktionale Anforderungen erhoben, mit denen sich die Umsetzung prüfen lässt. Die funktionalen Anforderungen beschreiben, welche Schritte die Anwendung ausführen muss, um ihre Aufgabe zu erfüllen. Um die Entwicklung einer Anwendung als abgeschlossen zu betrachten, müssen alle funktionalen Anforderungen erfüllt sein. Nichtfunktionale Anforderungen beschreiben die Qualität der Anwendung und stellen sicher, dass sie für den Nutzer auch verwendbar ist.

5.1. Metadatenelemente für Krisenmetadaten

Metadaten erfüllen verschiedene Aufgaben. Nebert (2004) unterscheidet sie deswegen in „Discovery, Exploration und Exploitation Metadata“. Sie dienen bei der Suche der eindeutigen Identifizierung der Daten, der anschließenden Bewertung, ob der gefundene Datensatz für die gestellten Aufgaben geeignet ist, und informieren schließlich darüber, wie der Datensatz richtig verwendet werden kann. Für die Suche sollte in den Metadaten der Titel der Daten und eine Bezugsquelle angegeben sein. Hilfreich beim Auffinden sind dabei auch Informationen zum Zeitpunkt, die Beweggründe und der Raumbezug der Daten. Hier können auch Informationen zu möglichen Kontakten für weitere Fragen zu den Daten stehen und Angaben zur Entstehung der Daten gegeben werden. War die Suche nach den Daten erfolgreich, helfen weiterführende Metadaten dabei den Datensatz zu bewerten. Das geschieht zum einen durch die Beschreibung der Herkunft, zum anderen durch die Angabe von Qualitätsmaßen und der Konformität. Wird der Datensatz als verwendbar erachtet, helfen Informationen zu der Struktur und Aufbau der Daten bei der richtigen Verwendung. Die Qualität von Metadaten leitet sich von der Validität und der Vollständigkeit der Beschreibung ab. Metadaten mit hoher Qualität ermöglichen ein schnelleres Auffinden und eine schnellere Bewertung der Daten. Für die Verwendung im Krisenkontext müssen Metadaten alle drei der beschriebenen Aufgaben erfüllen können. Damit der Nutzer der Daten herausfinden kann, ob es für ein bestimmtes Gebiet Informationen gibt, müssen die Daten über ihre räumliche Ausdehnung sowie eine Ortsbeschreibung auffindbar sein. Bei der Bestimmung, ob die gefundenen Daten für ihn nützlich sein können, helfen Schlüsselwörter und die Beschreibung der Daten. Angaben zu Konformität, verwendete Methoden und der räumlichen Auflösung ermöglichen schließlich die Bestimmung, ob die Daten für den geplanten Einsatz verwendbar sind. Informationen wie das räumliche Bezugssystem ermöglichen wiederum den richtigen Einsatz der Karte, zum Beispiel bei der Orientierung.

Um diese Informationen standardisiert bereitzustellen, erfassten Stahl et al. (2011) für das Projekt SAFER eine Liste von Elementen, mit denen Produkte im Krisenkontext beschrieben werden können. Von denen sind 30 für Kartenprodukte im ZKI relevant. Für die Verwendung mit Bilddaten kommt ein Element hinzu. Diese Elemente beschreiben verschiedene Bereiche der Metadaten. Diese sind Identifizierung, Klassifizierung, der Zeitbezug, der geographische Standort, die Gültigkeit und die Qualität, die für die Daten und Metadaten verantwortliche Stelle, die Zugangs und Nutzungsbeschränkungen und die Metadaten über die Metadaten. In jedem dieser Bereiche spiegelt sich eine oder mehrere der beschriebenen Aufgaben wieder.

Metadaten können entweder für Datensätze, Gruppen von Datensätzen, Werte oder Gruppen von Werten erfasst werden (Nebert, 2004). Für die Kartenprodukte bietet sich eine Beschreibung auf der Ebene des Datensatzes an. Die einzelnen Produkte einer Aktivierung ließen sich zwar zu einer Gruppe zusammenfassen und gemeinsam beschreiben, oft unterscheiden sie sich aber so stark voneinander, dass die Zusammenfassung nicht möglich ist. Die Beschreibung einzelner Werte ist für Produkte wie Karten nicht anwendbar. Deswegen wird das Element „Resource Type“ im Bereich Identifizierung als „dataset“ festgelegt. Die Datensätze werden durch die Verwendung einer URI eindeutig gekennzeichnet. Da

diese aber keinen Informationsgehalt hat, wird für die Identifizierung noch ein Titel, eine Beschreibung und die in den Daten verwendete Sprache hinzugefügt. Damit Daten auffindbar sind, wird die URL zu den publizierten Daten angegeben. Ein weiteres Element, das bei der Suche der Daten verwendet werden kann ist der „Spatial representation Type“. Dieses Element gibt an, ob es sich bei dem Datensatz um Raster- oder Vektordaten handelt.

Für die „Topic category“ wird der Wert „geoscientificInformation“ angenommen. Für diese Kategorie schließt die Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 die Verwendung von „Human health and safety“ als INSPIRE Schlüsselwort aus. Wenn dieses Schlüsselwort verwendet wird, muss als „Topic category“ der Wert „health“ angegeben werden. Die falsche Verwendung der Kategorie und des Schlüsselwortes entstanden aus der Situation, dass die Produkte nicht durch die Kategorien und der Schlüsselwörter abgedeckt sind. Beide Werte müssen jedoch für das INSPIRE Profil angegeben werden. Aus diesem Grund wurden Kategorie und Schlüsselwort so gewählt, dass durch beide eine nachvollziehbare Beschreibung des Datensatzes entsteht. Die Verwendung der anderen Schlüsselwörter wie „Location, Disaster Type und Product Type“ ist die Verwendung nicht problematisch. Diese können gemäß ihrer Beschreibung in den Schlüssellisten verwendet werden. Alle diese Elemente dienen der Identifizierung des Datensatzes.

Das Begrenzungsrechteck kann sowohl bei der Suche helfen, aber auch als Beschreibung der räumlichen Gültigkeit verwendet werden. Zusammen mit der Auflösung und dem Maßstab kann die Gültigkeit festgelegt werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Gültigkeit und Qualität ist die Herkunft der Daten. Für diese werden in den Metadaten ein „Statement“ und die Arbeitsschritte angegeben. Im Statement wird für die ZKI Produkte die Konformität mit den Qualitätsrichtlinien des ZKI festgelegt. Diese Angabe kann nicht in die Konformität geschrieben werden, da INSPIRE dort nur festgelegte Werte zulässt. Mit den Elementen aus dem Bereich des Zeitbezuges kommen, mit dem Erstelldatum und dem Datum der letzten Überarbeitung, zwei weitere Kriterien hinzu, die bei der Bewertung der Daten helfen.

Für die Darstellung werden in den Metadaten die Elemente „Reference System, Dataset character set, Conditions for access and use und Limitation on public access“ verwendet. Sie geben an, welches räumliche Bezugssystem bei der Erstellung der Daten verwendet worden ist, welche Beschränkungen es für die Verwendung der Daten gibt und in welchem Zeichensatz die Daten gespeichert wurden. Für das Kartenprodukt kann der verwendete Zeichensatz nicht angegeben werden, da es sich um Bilddateien handelt.

Da die im ZKI erstellten Produkte in der GDI-DE auffindbar sein sollen, müssen die Metadaten mit den Vorgaben von INSPIRE konform sein. Dafür wird die Validität mit den bereitgestellten Werkzeugen überprüft. Diese Überprüfung erzeugt die Warnung, dass das Element Konformität nicht vorhanden ist und das räumliche Referenzsystem nicht den Vorgaben entspricht (INSPIRE Full Operating Capability Testing¹). Die Konformität mit den INSPIRE Datenmodellen kann nicht angegeben werden, da keines der Modelle Kartenprodukte beschreibt. Die Überprüfung des Referenzsystems ist auf die ETRS89 UTM

¹INSPIRE Full Operating Capability Testing: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>

Zone der europäischen Union beschränkt. Da durch das ZKI aber weltweit Produkte zur Verfügung gestellt werden, werden die Referenzsysteme üblicherweise in WGS84 UTM Zonen angegeben. Durch diese Abweichungen erreichen die erfassten Metadaten keine volle Konformität mit den INSPIRE Vorgaben. In der GDI-DE Testsuite² werden die Metadaten dennoch als zulässig gekennzeichnet und können in der GDI-DE verwendet werden. Durch die unterschiedliche Umsetzung der beiden verwendeten Validatoren zeigen sich Unterschiede bei der Beurteilung, ob die erfassten Metadaten gültig sind oder nicht. Daraus stellt sich die Frage, ob die Verwendung des INSPIRE Profils für die erfassten Daten sinnvoll ist. Die Validierung nach der ISO 19115/19119 erfolgt in allen vorhandenen Tests (siehe Anhang C Seite 79). Die Fehler und Warnungen entstehen nur durch die Richtlinien aus INSPIRE, von denen nicht alle für die erstellten Produkte umsetzbar sind. Die Antwort auf diese Frage kann hier nicht gegeben werden. Für das ZKI-DE wurde die Verwendung von INSPIRE Metadaten festgelegt. Diese Festlegung erfolgte im Rahmenvertrag mit dem Bundesministerium des Innern (BMI).

Die Fehleinordnung der Kategorien und der Schlüsselwörter sowie der Abweichungen bei der Validierung legen nahe, dass das in INSPIRE beschriebene Profil nicht für die Verwendung mit Krisendaten geeignet ist. Dass dieses Profil dennoch verwendet wird liegt an den Vorgaben, die für die Bundesministerien gelten. Die Metadaten lassen sich nach der ISO 19115/19119 validieren und können im Geoportal des Bundes gelesen werden. Dadurch sind die bereitgestellten Metadaten für Nutzer der GDI-DE auffindbar. Die bereitgestellten Metadaten erreichen also einen für die GDI-DE ausreichenden Grad an Konformität.

5.2. Methoden der Metadatenerfassung

Guy et al. (2004) beschreibt mehrere Wege für die Erstellung von Metadaten. Neben der rein manuellen Erfassung durch einen Autor oder einen Dokumentar, schlägt er vor, Metadaten automatisch zu erfassen und diese durch einen Menschen überprüfen und verfeinern zu lassen. So können anders als bei der, von Batcheller et al. (2009) und anderen als langwierigen, fehleranfälligen und kostenintensiven Prozess beschriebenen, rein manuellen Erfassung viele Elemente automatisch erfasst werden, ohne dass auf das domänenspezifische Wissen des Autors bei der Metadatenerstellung verzichtet werden muss. Die automatische Erfassung von Metadaten und ihre manuelle Verbesserung durch einen Menschen erscheint als sinnvoller Ansatz, Metadaten für die Krisenkartierung zu erstellen.

Die meisten für Metadaten relevanten Informationen stehen zum Zeitpunkt der Datenerfassung zur Verfügung (Olfat, 2013). Deswegen ist es wichtig, dass die Metadaten zusammen mit der Datenerfassung erzeugt werden. Während einer Krise ist es essentiell, dass die Informationen schnellstmöglich und kontinuierlich bereitgestellt werden (Voigt et al., 2007). Da die rein manuelle Erstellung selbst mit angepassten Editoren zeitaufwendig ist, ist diese Methode nicht für die Verwendung im ZKI geeignet.

²GDI-DE Test Suite: <http://testsuite.gdi-de.org/gdi/>

Semi-automatische Editoren wie die Firma ESRI sie in ihr Produkt „ArcGis® for Desktop“ integriert, sichern zwar die Aktualität der Metadaten, viele Werte müssen dennoch manuell eingegeben werden.

Die automatische Metadatenerstellung wird in die Extraktion, das Einsammeln von externen Informationen und der vollautomatischen Bereitstellung unterschieden (Kalantari et al., 2009). Jede dieser Methoden kann andere Informationen bereitstellen. Die Extraktion leitet aus der Ressource die Metadaten ab. Beim Sammeln wird in verschiedenen Quellen nach relevanten Metadaten gesucht. Die vollautomatische Bereitstellung liefert Informationen aus dem direktem Umfeld der Anwendung.

Für die automatische Extraktion von Metadaten stellen Kalantari et al. (2009) zwei verschiedene Ansätze vor. Für stark strukturierte Daten kann ein einfacher regelbasierter Ansatz verwendet werden. Dieser Regelsatz ist dann aber zumeist nicht leicht auf andere Anwendungsfälle zu übertragen. Ansätze aus dem maschinellen Lernen können hingegen robuste und übertragbare Ansätze liefern. Für die Verwendung im ZKI ist eine Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfälle nicht von großer Bedeutung. Wichtig ist hier, dass die erfassten Werte in den Metadaten abgelegt werden und minimale, wenn möglich keine Anpassungen der Daten nötig ist. Um die Implementierung einfach zu halten, wird die Extraktion der Metadaten regelbasiert vorgenommen. Dadurch wird die Anwendung sehr eng an die Ressource gekoppelt, die beschrieben werden soll. Diese Kopplung wird noch weiter verstärkt durch die Forderung, dass die Anwendung in der Software „ArcMap®“ lauffähig sein soll. Die Extraktion aus den Daten wurde für vier Elemente der Metadaten umgesetzt. Dabei handelt es sich um den Namen, die Zusammenfassung, den Ort und den Pfad zu der veröffentlichten Ressource. Weitere Informationen wie die Datenquellen in der Herkunft werden ebenfalls aus den Daten abgeleitet. Diese Methode hat den Vorteil, dass Werte die bereits durch den Nutzer für das Produkt eingegeben worden sind, erfasst werden können. Dadurch verringert sich der Aufwand und die möglichen Fehlerquellen. Das ist gerade bei längeren Texten, wie zum Beispiel der Beschreibung der Karte wichtig. Der Nachteil der regelbasierten Ableitung ist, neben der bereits beschriebenen engen Kopplung an die Struktur der Daten, dass bereits kleine Abweichungen der Werte von der erwarteten Struktur zu Fehlern bei der Extraktion führen können. Um diese Fehler zu minimieren ist es wichtig, dass die Struktur der Texte festgelegt ist und dass der Nutzer die Möglichkeit hat, die erfassten Werte zu kontrollieren. Diese Möglichkeit ist durch die Darstellung auf der GUI gegeben.

Beim Einsammeln der Metadaten kann zwischen dem „Harvesting“ und dem Sammeln der Informationen aus anderen Quellen unterschieden werden. Das Harvesting beschreibt üblicherweise das Einlesen von Metadaten aus den HTML Dokumenten (Greenberg, 2004). Der Begriff wird aber auch verwendet um den Vorgang der Synchronisation zwischen einzelnen CSW Knoten zu beschreiben. Informationen können aber auch aus Quellen wie zum Beispiel Einstellungen oder der Verzeichnisstruktur gelesen werden (Diaz et al., 2007). Durch diese Methode können „Third Party“ Metadaten erfasst werden. Diese Technik bietet sich an, um Informationen bereitzustellen, die für eine Organisation oder ein Projekt festgelegt sind. Für die Erstellung der Metadaten werden 16 Elemente so erfasst. Dabei wird Wert darauf gelegt, dass Elemente, deren Werte von anderen abhängen, nicht extra festgelegt werden müssen. Der

Vorschlag von Diaz et al. (2007) die Verzeichnisstruktur zu verwenden, um Informationen für die Metadatenerstellung bereitzustellen, konnte nur für die Dateinamen umgesetzt werden. Jede weitere Umstrukturierung hätte einen zu starken Eingriff in die existierenden Abläufe dargestellt. Durch die Verwendung des Dateinamens können Informationen aus anderen Phasen des Lebenszyklus der Daten, bis zu einer gewissen Komplexität, verfügbar gemacht werden. Aus dem derzeitigen Schema für den Dateinamen können Informationen zu dem Projekt, der Aktivierungsnummer, der Produktnummer und der Versionsnummer extrahiert werden. Diese können wiederum verwendet werden, um die passenden Einstellungen zu lesen. Mit dieser Methode können die Werte mit einer größeren Sicherheit erfasst werden als mit der Extraktion aus den Daten. Voraussetzung für gültige Werte ist, dass die verwendeten Quellen für die Daten gültig sind. Um das sicherzustellen, können die Einstellungen aus dem Kartenverzeichnis oder dem Benutzerverzeichnis gelesen werden. So ist es möglich, für jedes Projekt eigene Einstellungen zu verwenden. Mit dieser Methode können „Associated und Third Party“ Metadaten (Duval et al., 2002) erfasst werden. Das hat den Vorteil, dass Werte, die sich nicht oder nur selten ändern in einer Form gespeichert werden können, die unabhängig von den Daten ist. Jede externe Quelle muss jedoch eigenständig verwaltet werden. Deswegen muss eine Lösung gefunden werden, die Aktualität der einzelnen Quellen sicherzustellen. Eine andere Gefahr besteht darin, dass das Vorhandensein der Quellen nicht immer gewährleistet ist. Um die Verwaltung der Daten zu vereinfachen, bietet sich die Ablage an einer zentralen Stelle und eine Synchronisation an. So muss im Falle einer Aktualisierung nur die zentrale Quelle angepasst werden. Um die Verfügbarkeit und Aktualität sicherzustellen, werden die Daten lokal gespeichert und bei jedem Programmstart synchronisiert.

Elemente werden als vollautomatisch bereitgestellt betrachtet, wenn ihre Werte aus der Anwendung, die zur Datenerstellung verwendet wird, auslesbar sind (Kalantari et al., 2009). „ArcMap[®]“ bietet mit „ArcObjects“ eine solche Schnittstelle an. Auch als vollautomatisch werden Werte angesehen, die durch die Umsetzung vorgegeben sind. Die meisten der beschriebenen Metadatenelemente können so sicher erfasst werden. Bei diesen Elementen handelt es sich zum Beispiel um die Zeitstempel, die räumliche Ausdehnung, das Referenzsystem oder den Datentyp. Elemente, deren Wert durch die Implementierung vorgegeben ist, wie zum Beispiel der Metadatenstandard oder der verwendete Zeichensatz, werden streng genommen nicht abgeleitet. Da diese Werte für alle Metadaten gleich sein müssen, können sie fest vorgegeben werden. Nachteil der fest vorgegebenen Werte ist, dass die Anwendung schon bei geringsten Änderungen der Werte angepasst werden muss. Diese Änderungen verhalten sich dadurch wie Änderungen an der Schnittstelle oder dem verwendeten Standard. Auch muss für jede Aktualisierung der verwendeten Software geprüft werden, ob die Werte der Schnittstellen noch immer den erwarteten Werten entsprechen. Da dieses Vorgehen aber üblich ist, wiegt dieser Nachteil im Vergleich zum Vorteil, dass die Werte, die so erhalten werden, in jedem Fall gültig sind, nicht schwer. Durch diese Sicherheit steigt die Qualität der Metadatenelemente.

Durch die Kombination dieser Methoden wird bereits ein hoher Grad an Automatisierung erreicht. Die Ausnahme bilden hier die Schlüsselwörter, die für die Verfeinerung der Metadaten verwendet werden können. Diese Informationen lassen sich weder regelbasiert aus den Daten extrahieren noch liegen sie in

einer anderen Form vor. Ein mögliches Vorgehen zur Erfassung dieser Information ist, eine Erstellung eines Indexes, der in den Daten vorhandenen Texte mit Hilfe der vorgegebenen Schlüsselwörter. Dieses Verfahren wurde nicht umgesetzt, da dieses Element nur optional ist, die Richtigkeit der abgeleiteten Werte nicht gegeben ist und die Komplexität der Umsetzung als zu hoch eingeschätzt wurde. Die Genauigkeit der Ableitung steigt zwar mit der Anzahl an Elementen, die eingelesen oder vollautomatisch erfasst werden, dennoch ist eine Extraktion von Werten aus den Daten wichtig, um die Daten zu beschreiben. Durch zu viele eingelesene Elemente kann die Auffindbarkeit der Daten leiden. Das passiert, wenn die Metadaten durch die eingelesenen Elemente zu ähnlich werden, um sie in einer Katalogsuche unterscheiden zu können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle drei beschriebenen Methoden verwendet werden müssen, um Metadaten automatisch aus den Daten zu erstellen. Die vollautomatisierten Elemente bieten eine sichere Methode gültige Werte zu erzeugen. Dennoch sind die erfassten Werte eingeschränkt und eignen sich nicht für eine vollständige Beschreibung der Daten. Elemente die organisatorische Daten beschreiben, können aus externen Quellen gelesen und so festgelegt werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass Metadaten, die der Autor des Datensatzes nicht erfasst, richtig sind. Beschreibende Elemente können oft nur aus dem Datensatz selbst extrahiert werden. Die hier verwendete regelbasierte Methode ist, da diese sich von der Struktur zu stark unterscheiden, nur eingeschränkt auf andere Produkte anwendbar. Von eben dieser Struktur hängt auch die Richtigkeit der erfassten Werte ab. Die Qualität der extrahierten Werte hängt deshalb sehr stark von der Disziplin des Autors ab. Da im ZKI Vorlagen für die Kartenerstellung Verwendung finden, können die nötigen Einstellungen dort festgelegt werden.

Grenzen der Automatisierung

Auch wenn für fast alle Elemente eine Methode zur automatischen Erfassung beschrieben worden ist, konnten nicht alle Elemente bei der Umsetzung auch erfasst werden. Bei anderen Elementen können bei der Extraktion falsche Werte erzeugt werden. Die vier Elemente, für die keine Automatisierung umgesetzt werden konnte, sind die Schlüsselwörter, Teile der räumlichen Auflösung, der „Disaster Type“ und der „Activation Type“. Bei den Schlüsselwörtern wurde auf eine Umsetzung verzichtet. Diese können vom Nutzer eingetragen werden. Die erfassten Metadaten sind aber auch ohne diese Werte valide. Bei den Elementen Disaster Type und Activation Type handelt es sich um Schlüsselwörter aus den ZKI Produktportfolio (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2013a). Diese müssen angegeben werden. Beide Werte sind bereits am Anfang der Aktivierung in den Abrufformularen bekannt, stehen aber zum derzeitigen Zeitpunkt nicht für die Anwendung zur Verfügung. Alternative Ansätze wie das Auslesen aus der Verzeichnisstruktur wurden angedacht, aber nicht umgesetzt, da dafür mit vorhandenen Strukturen gebrochen werden müsste. Für den Austausch dieser Information ist eine maschinenlesbare Datei vorgesehen, die im Kartenverzeichnis abgelegt wird und die entsprechenden Werte beinhaltet. Für die räumliche Auflösung sollen der Kartenmaßstab und ein Referenzabstand angegeben werden. Für valide Metadaten ist nur einer der beiden Werte notwendig. Dennoch ist eine Angabe beider Werte hilfreich

bei der Interpretation der Kartendarstellung. Der Kartenmaßstab kann vollautomatisch aus den Daten erfasst werden. Für den Referenzabstand muss auf die Metadaten der für die Digitalisierung verwendeten Bilder, zugegriffen werden. Die Information, welche Daten hier verwendet wurden, ist weder aus den Daten noch aus externen Quellen zu beziehen und muss deswegen vom Nutzer eingegeben werden.

Von den 30 beschriebenen Elementen können vier zum derzeitigen Standpunkt nicht automatisch erstellt werden. Dadurch können die Produktmetadaten nicht automatisch erstellt werden und ein Eingreifen des Nutzers in die Metadatenerstellung ist notwendig. Die Möglichkeit der Nutzerinteraktion ist auch in der vorgeschlagenen automatischen Erstellung mit einer Bearbeitung durch den Autor vorgesehen. Dabei können die Arbeitsschritte der Datenherkunft angepasst werden, die Datenquellen überprüft und nicht erfasste Werte eingegeben werden. Bei diesen Aufgaben wird der Nutzer durch Vorlagen, Wertelisten und Hinweisen in der GUI unterstützt und damit der Aufwand minimiert.

5.3. Integration in existierenden Arbeitsabläufen

Um die Integration in bereits existierende Arbeitsabläufe sicherzustellen, wurden zu Beginn der Umsetzung funktionale und nichtfunktionale Anforderungen an das Map Export Tool erfasst und umgesetzt.

Ausgehend von den funktionalen Anforderungen (siehe Tabelle 3.1 auf Seite 27) ist das Werkzeug so aufgebaut, dass bei jedem Export ein GeoTIFF mit Lempel-Ziv-Welch(LZW)³ erstellt wird (FR-1.). Eine Ausnahme bildet, dass der Nutzer dieses explizit unterbindet. Um aus den so erzeugten GeoTIFF die drei Auflösungsstufen abzuleiten, wird die .NET Schnittstelle von Adobe Photoshop verwendet, um abhängig von den Einstellungen, JPEG Bilder in den Auflösungen 300dpi, 150dpi und 100dpi zu erstellen (FR-2.). Für diese wird jeweils ein Worldfile berechnet (FR-3.). Die drei Auflösungsstufen werden in den Standardeinstellungen festgelegt. Der Nutzer hat jedoch die Möglichkeit, andere Auflösungen für JPEG und Worldfile zu wählen. Das ZKI-Spezifische KMZ enthält ein auf 96dpi reduziertes JPEG. Dieses wird für die Verwendung in Google Earth umprojiziert. Mit den Informationen aus dem Kartendokument wird eine Beschreibung des Produktes erstellt. Diese KMZ dient als Übersicht. Auch dieses Format wird in den Standardeinstellungen festgelegt (FR-4.). Optional kann der Nutzer auswählen, ob ein optimiertes GeoTIFF erstellt werden soll. Dafür müssen aber die Werkzeuge der GDAL auf dem Arbeitsplatz installiert sein. In den Einstellungen muss auf das Installationsverzeichnis verwiesen werden. Für die Optimierung werden im GeoTIFF Kachel und interne Pyramiden berechnet (FR-5.).

Für die Metadatenerstellung wurde das INSPIRE Metadatenprofil für Datensätze in ein .Net Objektmodell überführt (FR-6.). Existierende Metadaten werden eingelesen und die Werte mit den Informationen aus dem Kartendokument überschrieben (FR-7. & FR-8.). Wenn die Versionsnummer in den Metadaten kleiner ist, als die aus den Daten abgeleitete Versionsnummer, wird angenommen, dass es sich um ein Update der Daten handelt. Die neuen Werte werden übernommen und eine neue Zeitreferenz des Typ „revision“ wird erstellt (FR-9.). Für alle Felder, mit Ausnahme der Beschreibung und der numerischen

³LZW: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lempel-Ziv-Welch-Algorithmus>

Felder können Werte aus vorgefertigten Listen verwendet werden. Diese sind entweder als pull-down-Liste oder als Kontextmenü umgesetzt (FR-10.). Wenn der Dateiname des Kartendokuments dem Muster in den Einstellungen entspricht und die Namen der Elemente in der Karte und in den Einstellungen übereinstimmen, muss der Nutzer nur die „Referenz Distance, den Disaster Type und den Activation Type“ angeben. Die „Prozess Steps“ können bei Bedarf, mit der Hilfe von Vorlagen angepasst werden (FR-11.).

Um die Werte der Metadaten zu übersetzen, kann der Nutzer an jedem Freitext über „Add Translation“ eine Übersetzung hinzufügen. Für die Übersetzung muss dann die Sprache angegeben werden. Um die Konsistenz der Daten zu gewährleisten, werden durch „Add Translation“ alle Freitextfelder mit einem Übersetzungsfenster versehen und zusammen mit den anderen Werten validiert. In diesem Fall müssen alle nötigen Felder übersetzt werden, bevor der Exportvorgang gestartet werden kann (FR-12.).

Bei jedem Exportvorgang werden die aus der Karte extrahierten Werte und die exportierten Formate in eine Datei geschrieben. Die Datei wird in der „Java Script Object Notation“ gespeichert, um das Auslesen durch andere Anwendungen zu vereinfachen. Dieses Verhalten ist in den Einstellungen festgelegt, kann aber durch den Nutzer beeinflusst werden (FR-13.).

Kartenprodukte haben eine besondere räumliche Lage. Die einzigen Layoutelemente, für die die räumliche Lage definiert ist, sind die Kartenrahmen. Die einzelnen Rahmen können ganz unterschiedliche Begrenzungsrechtecke haben. Um die richtige räumliche Lage bestimmen zu können, werden die Kartenrahmen der Größe nach geordnet. Der größte Rahmen wird als Hauptkarte angenommen. Sollten zwei Kartenrahmen gleich groß sein, wird der Rahmen der im Layout weiter links liegt, verwendet. Die räumliche Lage dieses Rahmens bestimmt das Begrenzungsrechtecke und die räumliche Referenz, die in den Metadaten zur Verwendung kommen. Für die räumliche Lage der Bilder muss jedoch der äußere Rand des Kartenlayouts berechnet werden. Dieser ist abhängig von der verwendeten Auflösung, der Seitengröße und der relativen Lage des Kartenrahmens auf der Seite (FR-14.).

Die geforderten Formate werden in der Anwendung als Liste gespeichert. Beim Export der Karte wird jedes Element dieser Liste abgearbeitet. Nicht erwünschte Ausprägungen werden vor dem Export aus dieser Liste entfernt. So kann sichergestellt werden, dass nur die vom Nutzer angeforderten Elemente erstellt werden. Der Nutzer hat die Möglichkeit, die Liste der Standardelemente in den Einstellungen anzupassen oder vor dem Export in der GUI zu ändern (FR-15.).

Die beschriebenen Funktionalitäten erfüllen, bis auf die Forderung Konformität mit INSPIRE, alle funktionalen Anforderungen. Die vollständige Umsetzung der INSPIRE Konformität ist wie bereits in Abschnitt 5.1 auf Seite 53 diskutiert unter den gegebenen Umständen nicht möglich. Die erstellten Metadaten können aber für die Verwendung in der GDI-DE validiert werden. Somit kann die Anwendung als fertiggestellt betrachtet werden.

Mit den nichtfunktionalen Anforderungen (siehe Tab. 3.2 auf Seite 28) kann die Qualität der Anwendung beurteilt werden. Um die Anforderungen zu prüfen, wurden Kriterien festgelegt, die erfüllt sein müssen, um die Anforderung zu erfüllen.

Da das Map Export Tool als Add-In für „ArcMap®“ umgesetzt wurde, kann es als Werkzeug nur aus der laufenden Anwendung heraus gestartet werden. Add-Ins werden von „ArcGis® for Desktop“ verwaltet. Der „Add-In Installation Utility“ sorgt für die Installation und die Einbindung in die Software. Damit sind die Anforderungen, dass das Programm aus „ArcMap®“ oder ArcCatalog heraus gestartet werden kann (NFR-1.) und dass die Installation der Anwendung ohne erweiterte Rechte möglich sein muss (NFR-2.), erfüllt. Die Einbindung des Werkzeugs in die Software setzt allerdings voraus, dass eine unterstützte Version von „ArcGis® for Desktop“ installiert ist. Konfigurationen werden in XML-Dateien abgelegt, die auf einen zentralen Webserver oder in einem Verzeichnis stehen können. Wenn diese beim Programmstart verfügbar sind, werden sie lokal gespeichert und von dort aus geladen. Dadurch ist sichergestellt, dass die Konfiguration aktuell ist und immer eine Version für die Anwendung zur Verfügung steht. Die Einstellungen, die das Verhalten der Anwendung beeinflussen, werden im Nutzerverzeichnis abgelegt. Durch Einstellungen, die im Kartenverzeichnis abgelegt sind, werden diese ersetzt. Werden keine Einstellungen gefunden, werden Standardeinstellungen im Nutzerverzeichnis erzeugt. Durch dieses Verhalten werden vorhandene Konfigurationen von einer zentralen Stelle gelesen und die Einstellungen lokal vorgehalten. Damit ist die Anforderung (NFR-3.) erfüllt.

Werte, die nicht vollautomatisch erfasst oder statisch festgelegt sind, können bei der Erfassung falsche Werte liefern. Für jedes dieser Elemente wird in der GUI mindestens ein Feld implementiert, mit dem der Nutzer die Werte überprüfen und bei Bedarf anpassen kann. Für die Anpassung werden Felder für den Titel, die Beschreibung, die URL, die Sprache, das INSPIRE Schlüsselwort, den Katastrophen Typ, den Produkt Typ, den Ort, die GEMET Schlüsselwörter, das Referenzsystem, die Herkunft, die Arbeitsschritte, die Datenquellen, die Nutzungs- und Zugangsbeschränkung sowie für die Kontaktadresse angelegt. Damit hat der Nutzer die Möglichkeit alle Werte zu überprüfen und die Anforderung (NFR-4.) ist erfüllt. Die Forderung nach einer Dokumentation wurde durch eine Schulung der ZKI Mitarbeiter und mit dieser Arbeit (siehe Tabelle 3.3 auf Seite 33) erfüllt (NFR-5.).

Beim Programmstart werden alle Bereiche der GUI minimiert dargestellt. Der Nutzer kann diese durch Auswählen ausklappen. Dadurch wird die Übersichtlichkeit der Anwendung erhalten und der Nutzer kann entscheiden, welchen Bereich er bearbeiten möchte. Die Anforderung (NFR-6.) ist damit erfüllt. Dennoch wäre es wünschenswert, dass in den Einstellungen festgelegt werden kann, welche Bereiche maximiert dargestellt werden und welche nicht. Die Validität der erfassten Metadaten wird im Abschnitt Metadatenelemente für Krisenmetadaten diskutiert. Dabei wird gezeigt, dass bei der Validierung der erzeugten Metadaten eine Warnung erzeugt wird. Dies wird aber nicht als Fehler bei der Validierung gewertet. Unter dieser Voraussetzung kann die Forderung nach validen Metadaten (NFR-7.) als erfüllt angesehen werden. Eine vollständige Validierung ist erwünscht, kann aber unter den beschriebenen Umständen nicht erreicht werden.

Wenn der Nutzer „Add Translation“ auf der GUI anwählt, wird unter allen Freitextfeldern ein weiteres Feld erstellt, in dem er die Übersetzung eingeben kann. Damit erkennbar bleibt, welche Felder zu der Übersetzung gehören und damit die Anforderung (NFR-9.) erfüllt werden, sind diese Felder mit einem dunklerem Hintergrund zu versehen. Für jede angegebene Sprache wird die Liste an Formaten erneut

durchlaufen und jeder Export, der übersetzbare Inhalte hat, wird ausgeführt. Dabei wird an jede neu erstellte Datei der Sprachcode an den Namen angehängt. So wird sichergestellt, dass wie in der Anforderung (NFR-8.) gefordert, für jede Sprache eine eigene Datei existiert. Um die Vollständigkeit der Werte für die Metadatenerstellung zu gewährleisten, werden alle Nutzereingaben validiert. Erst wenn keine Fehler mehr gefunden werden, kann der Export aus der GUI heraus gestartet werden. Dem Nutzer wird das angezeigt, in dem der sonst ausgegraute Startknopf grün dargestellt wird (NFR-10.).

Das beschriebene Verhalten ermöglicht es, dass die Anwendung mit geringem Aufwand in die existierenden Abläufe integriert werden kann. Durch die Verwendung des Werkzeugs werden mehrere Arbeitsschritte zusammengefasst und der Zeitaufwand, der mit den Vorgängerwerkzeugen nötig war, auf ein Minimum reduziert. Da dieselben Werkzeuge wie vorher verwendet werden, ist sichergestellt, dass die Qualität der erstellten Produkte gleich bleibt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In der Arbeit wurde gezeigt, mit welchen Methoden Metadaten für Krisenprodukte erfasst werden können. Dafür wurde für die betroffenen Elemente dargestellt, wie sie erfasst werden können. Die Umsetzung erfolgte dann als Add-In für „ArcGis® for Desktop“. Dabei wurde C# als Programmiersprache, MVVM als Entwurfsmuster und WPF für die Nutzeroberfläche verwendet. Es wurde dargelegt, welche Elemente erfasst werden müssen, um Kartenprodukte für die Unterstützung des Katastrophenmanagement zu beschreiben und die Validität der erzeugten Metadaten überprüft.

Für die Erstellung von Metadaten gibt es verschiedene Methoden. Von diesen kann die automatische Methode am besten für die Metadatenerstellung im Kontext einer Krisenkartierung verwendet werden. Für diese Methode wurde anhand des Werkzeugs Map Export Tool gezeigt, dass die Metadatenerstellung, anders als in der vorherrschenden Meinung, keine langwierige und fehleranfällige Aufgabe sein muss. Durch die automatisierte Ableitung konnte der zeitliche Aufwand, der mit den herkömmlichen Methoden benötigt wurde, stark reduziert werden. Für die Produkterstellung müssen nicht mehr verschiedene Werkzeuge verwendet werden, um die Formate und die Metadaten zu erstellen. Die gesamte Prozedur kann aus einer Anwendung gestartet werden. Für die Umsetzung wurde dargelegt, wie die einzelnen Elemente aus den Daten und anderen Quellen abgeleitet werden können. Durch die Extraktion aus den Daten, dem Sammeln von vorhandenen Metadaten und der Verwendung vollautomatisch erstellter Werte, konnte der Aufwand für die Erfassung der Metadaten auf ein Minimum reduziert werden. Im Gegensatz zu den vorhandenen Werkzeugen, „ArcCatalog®“ und anderen manuellen Editoren, werden im Map Export Tool die Werte, die bereits bei der Erstellung des Kartenlayouts verwendet werden, für die Metadatenerstellung weiterverwendet. Das Werkzeug erfasst Metadaten, die für die Verwendung in der GDI-DE geeignet sind. Dafür wurde der INSPIRE Standard untersucht und ein Metadatenmodell erstellt, das für die Beschreibung von Produkten aus der Krisenkartierung verwendet werden kann.

Dennoch gibt es Elemente, deren automatische Ableitung in dieser Arbeit nicht umgesetzt werden konnte. Für die Automatisierung dieser Elemente müssen andere Verfahren Anwendung finden. Diese Verfahren könnten aus dem Bereich des maschinellen Lernens stammen. Eine Indizierung mit kontrollierten Vokabular könnte für diese Elemente aber auch eine mögliche Methode bieten. Auch ist der Anwendungsbereich des hier vorgestellten Werkzeugs stark auf die Verwendung mit den Kartenprodukten beschränkt. Es wurde aber gezeigt, dass eine Erweiterung der Anwendung auf andere Produkte wie Raster- oder Vektordaten möglich ist. Gerade durch die immer stärker werdende Verwendung von Webdiensten als Auslieferungsform, wird dies nötig werden. Die Methoden, die hier beschrieben wurden, sind auch auf andere Produkte anwendbar, müssen aber angepasst werden.

Damit konnte gezeigt werden, dass die automatischen Methoden für die Erfassung von Metadaten verwendet werden können und wie diese umgesetzt werden müssen, um sie in eine Infrastruktur, wie sie im ZKI vorzufinden ist, zu integrieren. Bei der Umsetzung des INSPIRE Metadatenmodells wurden Schwierigkeiten erkannt und Lösungen vorgeschlagen. Für Anwendungsfälle außerhalb der GDI-DE könnte jedoch geprüft werden, ob andere Metadatenmodelle besser geeignet sind, die erstellten Daten zu beschreiben.

Für die Weiterführung des Werkzeugs bietet es sich an, mit den erweiterten Möglichkeiten von ArcPy¹, die beschriebenen Funktionalitäten für die Metadatenextraktion auch in Python umzusetzen. Dadurch würde sich die Wartung des Werkzeugs weiter vereinfachen, da der Schritt der Kompilierung der Anwendung entfällt. Auf Änderungen an dem Metadatenmodell oder der Datenstruktur könnte so schneller reagiert werden.

Für eine vollständigere Automatisierung von Produkten wie den Vektor- und Rasterdaten könnten die Methoden weiter angepasst werden um zum Beispiel Attribute der Dateien zu erfassen. Eine weitere Möglichkeit ist die Metadatenerfassung in den Erstellungsprozess der Daten zu integrieren. Ein anderer Ansatz ist die Umsetzung vom Methoden aus dem maschinellen Lernen, um eine Bewertungsmatrix zu erstellen aus der Metadaten abgeleitet werden können.

In Bezug auf die Schwierigkeiten bei der Validierung und CopernicusEMS als europäischen Service wäre eine Erweiterung der INSPIRE Themen um den Bereich der Schnellkartierung zur Unterstützung des Katastrophenmanagements denkbar.

¹ArcPy: <https://desktop.arcgis.com/de/desktop/latest/analyze/arcpy/what-is-arcpy-.htm>

A. Anhang A. Metadaten der Beispieldaten

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gmd:MD_Metadata xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2" xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:geonet="http://www.fao.org/geonetwork" xsi:schemaLocation="http://www.isotc211.org/2005/gmd http://schemas.opengis.net/iso/19139/20060504/gmd/gmd.xsd">
  <gmd:fileIdentifier>
    <gco:CharacterString xmlns:srv="http://www.isotc211.org/2005/srv" xmlns:gmx="http://www.isotc211.org/2005/gmx">4ca2b13d-2cc2-54f2-8f07-f9870737fe6f</gco:CharacterString>
  </gmd:fileIdentifier>
  <gmd:language>
    <gmd:LanguageCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/ML_gmxCodeLists.xml#LanguageCode" codeListValue="ger">ger</gmd:LanguageCode>
  </gmd:language>
  <gmd:characterSet>
    <gmd:MD_CharacterSetCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodeLists.xml#MD_CharacterSetCode" codeListValue="utf8">utf8</gmd:MD_CharacterSetCode>
  </gmd:characterSet>
  <gmd:hierarchyLevel>
    <gmd:MD_ScopeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodeLists.xml#MD_ScopeCode" codeListValue="dataset">dataset</gmd:MD_ScopeCode>
  </gmd:hierarchyLevel>
  <gmd:contact>
    <gmd:CI_ResponsibleParty>
      <gmd:individualName>
        <gco:CharacterString>ZKI Activation Manager</gco:CharacterString>
      </gmd:individualName>
      <gmd:organisationName>
        <gco:CharacterString>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD)</gco:CharacterString>
      </gmd:organisationName>
      <gmd:positionName>
        <gco:CharacterString>Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI)</gco:CharacterString>
      </gmd:positionName>
      <gmd:contactInfo>
        <gmd:CI_Contact>
          <gmd:phone>
            <gmd:CI_Telephone>
              <gmd:voice>
                <gco:CharacterString>+49-(0)8153-28-3388</gco:CharacterString>
              </gmd:voice>
              <gmd:facsimile>
                <gco:CharacterString>+49-(0)8153-28-1445</gco:CharacterString>
              </gmd:facsimile>
            </gmd:CI_Telephone>
          </gmd:phone>
          <gmd:address>
            <gmd:CI_Address>
              <gmd:deliveryPoint>
                <gco:CharacterString>Münchner Strasse 20</gco:CharacterString>
              </gmd:deliveryPoint>
              <gmd:city>
                <gco:CharacterString>Wessling</gco:CharacterString>
              </gmd:city>
              <gmd:administrativeArea>
                <gco:CharacterString>Bayern</gco:CharacterString>
              </gmd:administrativeArea>
              <gmd:postalCode>
                <gco:CharacterString>82234</gco:CharacterString>
              </gmd:postalCode>
              <gmd:country>
                <gco:CharacterString>Deutschland</gco:CharacterString>
              </gmd:country>
            </gmd:CI_Address>
          </gmd:address>
        </gmd:CI_Contact>
      </gmd:contactInfo>
    </gmd:CI_ResponsibleParty>
  </gmd:contact>

```

```

        </gmd:country>
        <gmd:electronicMailAddress>
          <gco:CharacterString>zki-am@dlr.de</gco:CharacterString>
        </gmd:electronicMailAddress>
      </gmd:CI_Address>
    </gmd:address>
  </gmd:CI_Contact>
</gmd:contactInfo>
<gmd:role>
  <gmd:CI_RoleCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_RoleCode" codeListValue="pointOfContact">pointOfContact</gmd:CI_RoleCode>
</gmd:role>
</gmd:CI_ResponsibleParty>
</gmd:contact>
<gmd:dateStamp>
  <gco:DateTime xmlns:srv="http://www.isotc211.org/2005/srv" xmlns:gmX="http://www.isotc211.org/2005/gmX">2015-06-11T14:43:07</gco:DateTime>
</gmd:dateStamp>
<gmd:metadataStandardName>
  <gco:CharacterString xmlns:srv="http://www.isotc211.org/2005/srv" xmlns:gmX="http://www.isotc211.org/2005/gmX">ISO 19115:2003/19139</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardName>
<gmd:metadataStandardVersion>
  <gco:CharacterString xmlns:srv="http://www.isotc211.org/2005/srv" xmlns:gmX="http://www.isotc211.org/2005/gmX">1.0</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardVersion>
<gmd:referenceSystemInfo>
  <gmd:MD_ReferenceSystem>
    <gmd:referenceSystemIdentifier>
      <gmd:RS_Identifier>
        <gmd:authority>
          <gmd:CI_Citation>
            <gmd:title>
              <gco:CharacterString>EPSG Geodetic Parameter Dataset</gco:CharacterString>
            </gmd:title>
            <gmd:date>
              <gmd:CI_Date>
                <gmd:date>
                  <gco:Date>2010-03-31</gco:Date>
                </gmd:date>
                <gmd:dateType>
                  <gmd:CI_DateTypeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_DateTypeCode" codeListValue="publication">publication</gmd:CI_DateTypeCode>
                </gmd:dateType>
              </gmd:CI_Date>
            </gmd:date>
            <gmd:edition>
              <gco:CharacterString>7.5</gco:CharacterString>
            </gmd:edition>
            <gmd:citedResponsibleParty>
              <gmd:CI_ResponsibleParty>
                <gmd:organisationName>
                  <gco:CharacterString>EPSG</gco:CharacterString>
                </gmd:organisationName>
                <gmd:role>
                  <gmd:CI_RoleCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_RoleCode" codeListValue="publisher">publisher</gmd:CI_RoleCode>
                </gmd:role>
              </gmd:CI_ResponsibleParty>
            </gmd:citedResponsibleParty>
          </gmd:CI_Citation>
        </gmd:authority>
      </gmd:RS_Identifier>
      <gmd:code>
        <gco:CharacterString>http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/32634</gco:CharacterString>
      </gmd:code>
    </gmd:referenceSystemIdentifier>
  </gmd:MD_ReferenceSystem>
</gmd:referenceSystemInfo>
<gmd:identificationInfo>
  <gmd:MD_DataIdentification>
    <gmd:citation>
      <gmd:CI_Citation>

```

```

<gmd:title>
  <gco:CharacterString>Bosnien und Herzegowina – Orašje, 2014 – P02 – Topografische / Hydrografische
    Referenzinformation </gco:CharacterString>
</gmd:title>
<gmd:date>
  <gmd:CI_Date>
    <gmd:date>
      <gco:Date>2014-05-28</gco:Date>
    </gmd:date>
    <gmd:dateType>
      <gmd:CI_DateTypeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/
        resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_DateTypeCode" codeListValue="creation">creation</gmd:
          CI_DateTypeCode>
    </gmd:dateType>
  </gmd:CI_Date>
</gmd:date>
<gmd:identifizier>
  <gmd:RS_Identifizier>
    <gmd:code>
      <gco:CharacterString>DLR-ZKI-DE-015-P02-V01</gco:CharacterString>
    </gmd:code>
  </gmd:RS_Identifizier>
</gmd:identifizier>
</gmd:CI_Citation>
</gmd:citation>
<gmd:abstract>
  <gco:CharacterString>Der Balkan ist von den schwerwiegendsten Überschwemmungen seit mehr als 120 Jahren betroffen.
    Allein in Bosnien und Herzegowina sind laut Aussagen des Auswärtigen Amtes mehr als eine Million Menschen von
    den Auswirkungen des Hochwassers betroffen. Die Karte zeigt topografische, hydrografische und Infrastruktur
    Informationen im Bereich Orašje. Die Geländeinformation wurde aus einem Cartosat-Oberflächenmodell (Auflösung 5
    m) abgeleitet, das sich aus mehreren Szenen, die im Zeitraum von 2008 bis 2012 aufgezeichnet worden sind,
    zusammensetzt. Die Höheninformation wird zusätzlich in Form von Isolinien abgebildet. </gco:CharacterString>
</gmd:abstract>
<gmd:pointOfContact>
  <gmd:CI_ResponsibleParty>
    <gmd:individualName>
      <gco:CharacterString>ZKI Activation Manager</gco:CharacterString>
    </gmd:individualName>
    <gmd:organisationName>
      <gco:CharacterString>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum
        (DFD)</gco:CharacterString>
    </gmd:organisationName>
    <gmd:positionName>
      <gco:CharacterString>Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI)</gco:CharacterString>
    </gmd:positionName>
    <gmd:contactInfo>
      <gmd:CI_Contact>
        <gmd:phone>
          <gmd:CI_Telephone>
            <gmd:voice>
              <gco:CharacterString>+49-(0)8153-28-3388</gco:CharacterString>
            </gmd:voice>
            <gmd:facsimile>
              <gco:CharacterString>+49-(0)8153-28-1445</gco:CharacterString>
            </gmd:facsimile>
          </gmd:CI_Telephone>
        </gmd:phone>
        <gmd:address>
          <gmd:CI_Address>
            <gmd:deliveryPoint>
              <gco:CharacterString>Münchner Strasse 20</gco:CharacterString>
            </gmd:deliveryPoint>
            <gmd:city>
              <gco:CharacterString>Wessling</gco:CharacterString>
            </gmd:city>
            <gmd:administrativeArea>
              <gco:CharacterString>Bayern</gco:CharacterString>
            </gmd:administrativeArea>
            <gmd:postalCode>
              <gco:CharacterString>82234</gco:CharacterString>
            </gmd:postalCode>
            <gmd:country>
              <gco:CharacterString>Deutschland</gco:CharacterString>
            </gmd:country>
          </gmd:CI_Address>
        </gmd:address>
      </gmd:CI_Contact>
    </gmd:contactInfo>
  </gmd:CI_ResponsibleParty>
</gmd:pointOfContact>
</gmd:electronicMailAddress>

```

```

        <gco:CharacterString>zki-am@dlr.de</gco:CharacterString>
      </gmd:electronicMailAddress>
    </gmd:CI_Address>
  </gmd:address>
</gmd:CI_Contact>
</gmd:contactInfo>
<gmd:role>
  <gmd:CI_RoleCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_RoleCode" codeListValue="pointOfContact">pointOfContact</gmd:CI_RoleCode>
</gmd:role>
</gmd:CI_ResponsibleParty>
</gmd:pointOfContact>
<gmd:resourceMaintenance>
  <gmd:MD_MaintenanceInformation>
    <gmd:maintenanceAndUpdateFrequency>
      <gmd:MD_MaintenanceFrequencyCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#MD_MaintenanceFrequencyCode" codeListValue="asNeeded">asNeeded</gmd:MD_MaintenanceFrequencyCode>
    </gmd:maintenanceAndUpdateFrequency>
  </gmd:MD_MaintenanceInformation>
</gmd:resourceMaintenance>
<gmd:graphicOverview>
  <gmd:MD_BrowseGraphic>
    <gmd:fileName>
      <gco:CharacterString>http://www.zki.dlr.de/system/files/styles/w120-h120-scale/private/product/map/low/DLR-ZKI-DE-015-P02-V01-low.jpg</gco:CharacterString>
    </gmd:fileName>
    <gmd:fileDescription>
      <gco:CharacterString>thumbnail</gco:CharacterString>
    </gmd:fileDescription>
    <gmd:fileType>
      <gco:CharacterString>jpg</gco:CharacterString>
    </gmd:fileType>
  </gmd:MD_BrowseGraphic>
</gmd:graphicOverview>
<gmd:graphicOverview>
  <gmd:MD_BrowseGraphic>
    <gmd:fileName>
      <gco:CharacterString>http://www.zki.dlr.de/system/files/styles/w380-h380-scale/private/product/map/low/DLR-ZKI-DE-015-P02-V01-low.jpg</gco:CharacterString>
    </gmd:fileName>
    <gmd:fileDescription>
      <gco:CharacterString>large_thumbnail</gco:CharacterString>
    </gmd:fileDescription>
    <gmd:fileType>
      <gco:CharacterString>jpg</gco:CharacterString>
    </gmd:fileType>
  </gmd:MD_BrowseGraphic>
</gmd:graphicOverview>
<gmd:descriptiveKeywords>
  <gmd:MD_Keywords>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Bosnien und Herzegowina</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Orašje</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:type>
      <gmd:MD_KeywordTypeCode codeList="http://www.tc211.org/ISO19139/resources/codelist.xml#MD_KeywordTypeCode" codeListValue="place">place</gmd:MD_KeywordTypeCode>
    </gmd:type>
  </gmd:MD_Keywords>
</gmd:descriptiveKeywords>
<gmd:descriptiveKeywords>
  <gmd:MD_Keywords>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>DLR</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>ZKI</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>EOC</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
  </gmd:MD_Keywords>

```

```

</gmd:descriptiveKeywords>
<gmd:descriptiveKeywords>
  <gmd:MD_Keywords>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Gesundheit und Sicherheit</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:thesaurusName>
      <gmd:CI_Citation>
        <gmd:title>
          <gco:CharacterString>GEMET – INSPIRE themes, version 1.0</gco:CharacterString>
        </gmd:title>
        <gmd:date>
          <gmd:CI_Date>
            <gmd:date>
              <gco:Date>2012-12-18</gco:Date>
            </gmd:date>
            <gmd:dateType>
              <gmd:CI_DateTypeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_DateTypeCode" codeListValue="publication">publication</gmd:CI_DateTypeCode>
            </gmd:dateType>
          </gmd:CI_Date>
        </gmd:date>
      </gmd:CI_Citation>
    </gmd:thesaurusName>
  </gmd:MD_Keywords>
</gmd:descriptiveKeywords>
<gmd:descriptiveKeywords>
  <gmd:MD_Keywords>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Hochwasser</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Monitoring</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:type>
      <gmd:MD_KeywordTypeCode codeList="http://www.tc211.org/ISO19139/resources/codeList.xml#MD_KeywordTypeCode" codeListValue="theme">theme</gmd:MD_KeywordTypeCode>
    </gmd:type>
    <gmd:thesaurusName>
      <gmd:CI_Citation>
        <gmd:title>
          <gco:CharacterString>ZKI-DE Produktportfolio gemäß Anlage 1 zum Rahmenvertrag zwischen BMI und DLR</gco:CharacterString>
        </gmd:title>
        <gmd:date>
          <gmd:CI_Date>
            <gmd:date>
              <gco:Date>2012-12-18</gco:Date>
            </gmd:date>
            <gmd:dateType>
              <gmd:CI_DateTypeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_DateTypeCode" codeListValue="publication">publication</gmd:CI_DateTypeCode>
            </gmd:dateType>
          </gmd:CI_Date>
        </gmd:date>
      </gmd:CI_Citation>
    </gmd:thesaurusName>
  </gmd:MD_Keywords>
</gmd:descriptiveKeywords>
<gmd:descriptiveKeywords>
  <gmd:MD_Keywords>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Nothilfe</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:keyword>
      <gco:CharacterString>Katastrophenhilfe</gco:CharacterString>
    </gmd:keyword>
    <gmd:thesaurusName>
      <gmd:CI_Citation>
        <gmd:title>
          <gco:CharacterString>GEMET – Concepts, version 2.4</gco:CharacterString>
        </gmd:title>
        <gmd:date>

```

```

    <gmd:CI_Date>
      <gmd:date>
        <gco:Date>2010-01-13</gco:Date>
      </gmd:date>
      <gmd:dateType>
        <gmd:CI_DateTypeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#CI_DateTypeCode" codeListValue="publication">publication</gmd:CI_DateTypeCode>
      </gmd:dateType>
    </gmd:CI_Date>
  </gmd:date>
</gmd:CI_Citation>
</gmd:thesaurusName>
</gmd:MD_Keywords>
</gmd:descriptiveKeywords>
<gmd:resourceConstraints>
  <gmd:MD_Constraints>
    <gmd:useLimitation>
      <gco:CharacterString>Dieses Produkt ist für eine Darstellung in DIN A1 optimiert.</gco:CharacterString>
    </gmd:useLimitation>
    <gmd:useLimitation>
      <gco:CharacterString>Lizenz, Nutzungsbeschränkungen und Zitierhinweise für ZKI Produkte gemäß Rahmenvertrag zwischen dem Bundesministerium des Innern (BMI) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)</gco:CharacterString>
    </gmd:useLimitation>
  </gmd:MD_Constraints>
</gmd:resourceConstraints>
<gmd:resourceConstraints>
  <gmd:MD_LegalConstraints>
    <gmd:accessConstraints>
      <gmd:MD_RestrictionCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#MD_RestrictionCode" codeListValue="otherRestrictions">otherRestrictions</gmd:MD_RestrictionCode>
    </gmd:accessConstraints>
    <gmd:otherConstraints>
      <gco:CharacterString>keine Zugriffsbeschränkungen</gco:CharacterString>
    </gmd:otherConstraints>
  </gmd:MD_LegalConstraints>
</gmd:resourceConstraints>
<gmd:spatialResolution>
  <gmd:MD_Resolution>
    <gmd:equivalentScale>
      <gmd:MD_RepresentativeFraction>
        <gmd:denominator>
          <gco:Integer>25000</gco:Integer>
        </gmd:denominator>
      </gmd:MD_RepresentativeFraction>
    </gmd:equivalentScale>
  </gmd:MD_Resolution>
</gmd:spatialResolution>
<gmd:spatialResolution>
  <gmd:MD_Resolution>
    <gmd:distance>
      <gco:Distance uom="m">5</gco:Distance>
    </gmd:distance>
  </gmd:MD_Resolution>
</gmd:spatialResolution>
<gmd:language>
  <gmd:LanguageCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/ML_gmxCodelists.xml#LanguageCode" codeListValue="ger">ger</gmd:LanguageCode>
</gmd:language>
<gmd:characterSet>
  <gmd:MD_CharacterSetCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#MD_CharacterSetCode" codeListValue="utf8">utf8</gmd:MD_CharacterSetCode>
</gmd:characterSet>
<gmd:topicCategory>
  <gmd:MD_TopicCategoryCode>geoscientificInformation</gmd:MD_TopicCategoryCode>
</gmd:topicCategory>
<gmd:extent>
  <gmd:EX_Extent>
    <gmd:geographicElement>
      <gmd:EX_GeographicBoundingBox>
        <gmd:westBoundLongitude>
          <gco:Decimal>18.5755091306372</gco:Decimal>
        </gmd:westBoundLongitude>
      </gmd:EX_GeographicBoundingBox>
    </gmd:geographicElement>
  </gmd:EX_Extent>
</gmd:extent>

```

```

    <gmd: eastBoundLongitude>
      <gco: Decimal>18.8010803974676</gco: Decimal>
    </gmd: eastBoundLongitude>
    <gmd: southBoundLatitude>
      <gco: Decimal>44.95577236157</gco: Decimal>
    </gmd: southBoundLatitude>
    <gmd: northBoundLatitude>
      <gco: Decimal>45.082689663057</gco: Decimal>
    </gmd: northBoundLatitude>
  </gmd: EX_GeographicBoundingBox>
</gmd: geographicElement>
</gmd: EX_Extent>
</gmd: extent>
</gmd: MD_DataIdentification>
</gmd: identificationInfo>
<gmd: distributionInfo>
  <gmd: MD_Distribution>
    <gmd: distributionFormat>
      <gmd: MD_Format>
        <gmd: name gco: nilReason="missing" />
        <gmd: version gco: nilReason="missing" />
      </gmd: MD_Format>
    </gmd: distributionFormat>
    <gmd: transferOptions>
      <gmd: MD_DigitalTransferOptions>
        <gmd: onLine>
          <gmd: CI_OnlineResource>
            <gmd: linkage>
              <gmd: URL>http://www.zki.dlr.de/de/product/map/dlr-zki-de-015-p02</gmd: URL>
            </gmd: linkage>
            <gmd: protocol>
              <gco: CharacterString>WWW:LINK-1.0-http--link</gco: CharacterString>
            </gmd: protocol>
            <gmd: name>
              <gco: CharacterString>Link zur Produktwebseite</gco: CharacterString>
            </gmd: name>
            <gmd: description>
              <gco: CharacterString>Produktwebseite enthält verschiedene Produktformate</gco: CharacterString>
            </gmd: description>
          </gmd: CI_OnlineResource>
        </gmd: onLine>
      </gmd: MD_DigitalTransferOptions>
    </gmd: transferOptions>
  </gmd: MD_Distribution>
</gmd: distributionInfo>
<gmd: dataQualityInfo>
  <gmd: DQ_DataQuality>
    <gmd: scope>
      <gmd: DQ_Scope>
        <gmd: level>
          <gmd: MD_ScopeCode codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodelists.xml#MD_ScopeCode" codeListValue="dataset">dataset</gmd: MD_ScopeCode>
        </gmd: level>
      </gmd: DQ_Scope>
    </gmd: scope>
    <gmd: lineage>
      <gmd: LI_Lineage>
        <gmd: statement>
          <gco: CharacterString>KONFORMITÄTSEKTLÄRUNG: Das vorliegende Produkt wurde im Rahmen der internen Qualitätskontrolle gemäß der ZKI-DE Qualitätskontrollcheckliste für Rapid Mapping Produkte unterzogen und erfüllt die Anforderungen des ZKI-DE Portfolios. Der genutzte Analyseansatz wurde unter vergleichbaren Rahmenbedingungen validiert. Die thematische Genauigkeit dieses Produktes wird als hoch eingeschätzt. Bereiche mit reduzierter Genauigkeit sind im Kartenprodukt gekennzeichnet. Datenquellen: Cartosat (5 m) © GAF AG. Includes material, Antrix, distributed by GAF AG, Vektordaten © DLR 2014, OpenStreetMap-Mitwirkende 2014, European Commission, GeoNames 2014</gco: CharacterString>
        </gmd: statement>
      </gmd: LI_Lineage>
    </gmd: lineage>
  </gmd: DQ_DataQuality>
</gmd: dataQualityInfo>
</gmd: distributionInfo>
</gmd: MD_Distribution>
</gmd: MD_DataIdentification>
</gmd: MD_Metadata>

```

```
<gmd:description>
  <gco:CharacterString>Produkterstellung mit ArcGIS for Desktop 10.1, ZkiMapExport 0.6</gco:CharacterString>
</gmd:description>
</gmd:LI_ProcessStep>
</gmd:processStep>
</gmd:LI_Lineage>
</gmd:lineage>
</gmd:DQ_DataQuality>
</gmd:dataQualityInfo>
</gmd:MD_Metadata>
```

B. Anhang B. GDI-DE INSPIRE Test Bericht

GDI-DE Testsuite

Testbericht

Name	Inspire
Beschreibung	
Testklasse	Metadaten Metadata: INSPIRE
Konformitätsklasse	Metadata: INSPIRE Requirements
Getesteter Datensatz/Dienst	DLR-ZKI-DE-015-P02.xml
Ausgeführt am	Jun 11, 2015 7:10:26 PM

	Name	Anforderung	Meldung
	md_start	Testing Metadata According to INSPIRE	- GML version is 3.2.0
	md_validateDoc	The metadata document is valid against the schema at http://www.isotc211.org/2005/gmd	
	md_221	A resource title for identification was given.	- Title is "Bosnien und Herzegowina - Orašje, 2014 - P02 - Topografische / Hydrografische Referenzinformation "
	md_222	A resource abstract describing the resource was given.	
	md_223	A resource type for identification was given and contains a properly formatted MD_ScopeCode object.	
	md_223.225	If type was dataset or series, a unique resource identifier is given.	
	md_223.227	If type was dataset or series and the resource contains textual information, a language identifier according to ISO/TS 19139 is given.	
	md_223.231	If type was dataset or series, a topic category is given.	
	md_251	For datasets, series and services with an explicit geographic extent, a geographic bounding box is given.	
	md_271	If type is spatial dataset or spatial dataset series, a lineage is given.	
	md_224	If a linkage is available, a resource locator is given.	
	md_241	At least one keyword is given.	

	Name	Anforderung	Meldung
	md_start	Testing Metadata According to INSPIRE	- GML version is 3.2.0
	md_223_ds	If the resource is a dataset or a dataset series, at least one keyword must originate from the english or german INSPIRE theme of the GEMET Thesaurus at >http://www.eionet.europa.eu/gemet/inspire_themes	
	md_242	If the INSPIRE thesaurus is given (GEMET - INSPIRE themes, version 1.0), the "thesaurusName" element must be properly formatted.	
	md_261_262_263_264	At least one temporal reference is given as a temporal extent, a date of publication, date of last revision or date of creation.	- A date of creation was found
	md_272	A properly formatted equivalent scale or resolution may be specified.	
	md_281	A conformity statement with a result of conformance evaluation must be given.	
	md_282	A citation of the product specification or user requirement against which data is being evaluated should be given.	- WARNING: At least one data specification should be given at "gmd:dataQualityInfo"/>/gmd:report"/gmd:result"/gmd:specification".
	md_291	Limitations on public access must be described at least once for the resource	
	md_292	Conditions applying to access and use must be described at least once for the resource	
	md_2101	Every responsible organization must name a responsible party which consists of the organization name and an email address.	
	md_2102	Every responsible organization must name a responsible party role.	

	Name	Anforderung	Meldung
	md_start	Testing Metadata According to INSPIRE	- GML version is 3.2.0
	md_2111	At least one point of contact must be given.	
	md_2112	A metadata date is given.	
	md_2113	A metadata language is given.	

Herausgeber
Koordinierungsstelle Geodateninfrastruktur Deutschland (Kst. GDI-DE)
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Richard-Strauss-Allee 11
60598 Frankfurt am Main

Kontakt:
Kst. GDI-DE
mail@gdi-de.org

C. Anhang C. GDI-DE ISO Test Bericht

GDI-DE Testsuite

Testbericht

Name	Inspire
Beschreibung	
Testklasse	Metadaten Metadata: INSPIRE
Konformitätsklasse	Metadata: ISO Requirements
Getesteter Datensatz/Dienst	DLR-ZKI-DE-015-P02.xml
Ausgeführt am	Jun 11, 2015 3:36:03 PM

	Name	Anforderung	Meldung
	iso_md_start	Testing Metadata According to ISO 19115/19119.	
	iso_md_enc	If a character set encoding is specified, it is either of type CI_CharacterSetCode and is one of the encodings specified in ISO 19115, Annex B or provides a URL to a list of possible encodings and gives one of these encodings. 	<ul style="list-style-type: none"> - CodeList is "http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodeLists.xml#MD_CharacterSetCode" - CodeListValue is "utf8" - CodeList is "http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/gmxCodeLists.xml#MD_CharacterSetCode" - CodeListValue is "utf8"
	GDIDE_Metadata.identifier	The resource must be identified by a unique file identifier.	- File identifier is 4ca2b13d-2cc2-54f2-8f07-f9870737fe6f.
	GDIDE_Metadata.hierarchyLevelName	If the type of the resource was not dataset, the hierarchy level of the resource must have a name.	
	GDIDE_Metadata.distributionFormatName	The distributor format must have a name or must be marked as missing, inapplicable, template, unknown or withheld using the gco:nilReason attribute. If a distribution format is given, the distributor format is optional.	- The name of the distribution format was not given, reason: missing
	GDIDE_Metadata.distributionFormatVersion	The distributor format must have a version or must be marked as missing, inapplicable, template, unknown or withheld using the gco:nilReason attribute. If a distribution format is given, the distributor format is optional.	- The version of the distribution format was not given, reason: missing
	GDIDE_Metadata.operationName	If the resource is a service, an operation name must be given.	
	GDIDE_Metadata.distributedComputingPlatform	If the resource is a service, a distributed computing platform must be given.	
	GDIDE_Metadata.connectPoint	If the resource is a service, a connect point must be given.	

	Name	Anforderung	Meldung
	iso_md_start	Testing Metadata According to ISO 19115/19119.	
	GDIDE_Metadata.scope	If a dataQualityInfo object is given at "gmd:dataQualityInfo/gmd:DQ_DataQuality", the scope of a data quality info must be given.	
	iso_md_221	A resource title for identification was given.	- Title is "Bosnien und Herzegowina - Orašje, 2014 - P02 - Topografische / Hydrografische Referenzinformation "
	iso_md_222	A resource abstract describing the resource was given.	
	iso_md_223	A resource type for identification was given and contains a properly formatted MD_ScopeCode object.	
	iso_md_223.227	If type was dataset or series, a language identifier according to ISO/TS 19139 is given.	
	iso_md_223.231	If type was dataset or series, a topic category is given.	
	GDIDE_Metadata.resultExplanation	If no lineage statement is given, a result statement must be given.	
	iso_md_224	If a linkage is available, a resource locator is given.	
	iso_md_251	For datasets, an explicit geographic extent must be given. For series and services, this is optional.	- A geographicElement was given.
	iso_md_261_262_263_264	At least one temporal reference is given as a temporal extent, a date of publication, date of last revision or date of creation.	- A date of creation was found
	iso_md_272	A properly formatted equivalent scale or resolution may be specified.	

	Name	Anforderung	Meldung
	iso_md_start	Testing Metadata According to ISO 19115/19119.	
	iso_md_282	A citation of the product specification or user requirement against which data is being evaluated must be given.	
	iso_md_2111	At least one point of contact must be given. It must contain one of individualName, organisationName and positionName and must contain a role.	
	iso_md_2112	A metadata date is given. This should be the date that the metadata was created.	

Herausgeber
Koordinierungsstelle Geodateninfrastruktur Deutschland (Kst. GDI-DE)
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Richard-Strauss-Allee 11
60598 Frankfurt am Main

Kontakt:
Kst. GDI-DE
mail@gdi-de.org

Literaturverzeichnis

AG IMAGI: 3. *Geo-Fortschrittsbericht*.

http://www.imagi.de/download/3_Fortschrittsbericht.pdf 2012. (Stand: 2013-09-18).

American Library Association: *Metadata in practice*. American Library Association, Chicago, 2004. ISBN 0838908829.

Arbeitskreis Architektur: *Architektur der GDI-DE Ziele und Grundlagen*.

http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Architektur3_Ziele_und_Grundlagen_v3_1.pdf?__blob=publicationFile 2013. (Stand: 2015-06-16).

Batcheller, James K.: *Automating geospatial metadata generation—An integrated data management and documentation approach*. In: *Computers & Geosciences*, Band 34(4):S. 387 – 398, 2008.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300407000635> ISSN 0098-3004.

Batcheller, James K., Gittings, Bruce M. und Dunfey, Robert I.: *A Method for Automating Geospatial Dataset Metadata*. In: *Future Internet*, Band 1(1):S. 28–46, 2009.

<http://www.mdpi.com/1999-5903/1/1/28/> ISSN 1999-5903. (Stand: 2013-09-30).

Behrens, Knut, Czegka, Wolfgang und Braune, Stephan: *Metadateneditoren für geowissenschaftliche Daten*. In: *Angewandte Geoinformatik 2006: Beiträge zum 18. AGIT-Symposium Salzburg*. Wichmann, Salzburg, 2006. ISBN 9783879074372 3879074372.

Caplan, Priscilla: *Metadata Fundamentals for All Librarians*. American Library Association, 2003. ISBN 9780838908471.

DCMI: *DCMI Metadata Terms*.

<http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/> 2012a. (Stand: 2015-03-01).

DCMI: *Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1*.

<http://dublincore.org/documents/dces/> 2012b. (Stand: 2015-02-06).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): *Das ZKI-DE Produktportfolio (Übersicht)*.

<http://www.zki.dlr.de/de/services/zki-de> 2013a. (Stand: 2013-09-26).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): *Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation*.

<http://www.zki.dlr.de/de> 2013b. (Stand: 2015-06-02).

- Diaz, L., Martin, C., Gould, M., Granell, C. und Manso, M.A.: *Semi-automatic metadata extraction from imagery and cartographic data*. In: *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2007. IGARSS 2007. IEEE International*. 2007, S. 3051–3052. doi:10.1109/IGARSS.2007.4423488.
- Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre: *INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Metadata/INSPIRE_MD_IR_and_ISO_v1_2_20100616.pdf 2010.
- Duval, E., Hodgins, W., Sutton, S. und Weibel, S. L.: *Metadata principles and practicalities*, *D-Lib Magazine*. In: *Proc. FOIS'98, IOS*. Press, 2002,
<http://www.dlib.org/dlib/april02/weibel/04weibel.html> S. 3–15.
- Elkins, Rob: *Add-ins for ArcGIS Desktop 10 | ArcGIS Blog*.
<http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/05/05/add-ins-for-arcgis-desktop-10/>
2010. (Stand: 2015-06-09).
- ESRI: *Metadata and GIS*.
<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/metadata-and-gis.pdf> 2002. (Stand: 2015-02-15).
- ESRI: *17489 - What is the format of the world file used for georeferencing images?*
<http://support.esri.com/en/knowledgebase/techarticles/detail/17489> 2008. (Stand: 2015-06-07).
- ESRI: *ArcObjects Help for .NET developers (ArcObjects .NET 10 SDK)*.
<http://resources.arcgis.com/en/help/arcobjects-net/conceptualhelp/> 2012. (Stand: 2015-06-08).
- ESRI: *ArcObjects namespaces (ArcObjects .NET 10 SDK)*.
<http://resources.arcgis.com/en/help/arcobjects-net/componenthelp/index.html>
2015. (Stand: 2015-06-10).
- European Commission: *Verordnung (EG) Nr. 1205/2008*.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:DE:PDF> 2008. (Stand: 2015-05-18).
- European Commission: *About INSPIRE*.
<http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/48> 2015. (Stand: 2015-05-18).
- FGDC: *Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook*.
http://www.fgdc.gov/metadata/documents/workbook_0501_bmk.pdf 2000. (Stand: 2015-10-02).
- Greenberg, Jane: *Metadata Extraction and Harvesting*. In: *Journal of Internet Cataloging*, Band 6(4):S. 59–82, 2004. doi:10.1300/J141v06n04_05.

- Greenberg, Jane: *Metadata Generation: Processes, People and Tools*. In: *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, Band 29(2):S. 16–19, 2005. ISSN 00954403.
<http://doi.wiley.com/10.1002/bult.269> doi:10.1002/bult.269. (Stand: 2015-05-14).
- Greenberg, Jane, Spurgin, Kristina und Crystal, Abe: *Final report for the amega (automatic metadata generation applications) project*. School of Information and Library Science, University of North Carolina at Chapel Hill, 2005.
- Guy, Marieke, Powell, Andy und Day, Michael: *Improving the Quality of Metadata in Eprint Archives*.
<http://www.ariadne.ac.uk/print/issue38/guy> 2004. (Stand: 2015-05-14).
- Huber, Thomas Claudius: *Windows Presentation Foundation*. Galileo Press, Bonn, 2011. ISBN 9783836215381 3836215381.
- ISO/TC 211: *ISO 19115-1:2014 - Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals*.
http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53798 2014. (Stand: 2015-04-08).
- Kalantari, Mohsen, Rajabifard, Abbas und Olfat, Hamed: *Spatial metadata automation : a new approach*. In: *Proceedings of the Surveying & Spatial Sciences Institute Biennial International Conference*. Adelaide, 2009, S. 629–635.
http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/conferences/Spatial_metadata_automation_A_new_Approach.pdf ISBN 978- 0-9581366-8-6.
- Kühnel, Andreas: *Visual C# 2008: das umfassende Handbuch*. Galileo Press, Bonn, 2008. ISBN 9783836211727 3836211726.
- Leach, P., Mealling, M. und Salz, R.: *IETF RFC 4122: A universally unique Identifier (UUID) URN namespace*. <http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt>.
<http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt> 2005. (Stand: 2015-05-19).
- Martin, Robert C. und Feathers, Michael C.: *Clean Code: Refactoring, Patterns, Testen und Techniken für sauberen Code*. mitp, Heidelberg, dt. ausg., 1. Aufl. Auflage, 2009. ISBN 9783826655487 3826655486 9783826655487.
- National Information Standards Organization (U.S.): *Understanding metadata*. NISO Press, Bethesda, MD, 2004. ISBN 9781880124628 1880124629.
- Nebert, Douglas D.: *GSDI Cookbook, Version 2.0*.
<http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf> 2004.
- Olfat, Hamed: *Automatic Spatial Metadata Updating and Enrichment*. Dissertation, The University of Melbourne,
http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/theses/Hamed%20Olfat_PhD_Thesis.pdf 2013. (Stand: 2013-09-30).

Robertson, Suzanne und Robertson, James: *Mastering the requirements process*. Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ, zweite Auflage, 2006. ISBN 0321419499.

Stahl, Torbjorn, Pellegrino, Daniele, Gatto, Ivo, Gomes, Inès, Paganelli, Emmanuelle, Cauchy, Arnaud, Kiefl, Ralph, Heinen, Torsten, Schneiderhan, Tobias und Irving, Alex: *SAFER: System Configuration (Unveröffentlicht)*. 2011.

Voigt, Stefan, Kemper, Thomas, Riedlinger, Torsten, Ralph Kiefl, Scholte, Klaas und Mehl, Harald: *Satellite Image Analysis for Disaster and Crisis-Management Support*. In: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Band 45(6):S. 1520–1528, 2007. ISSN 0196-2892.

<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4215094> doi: 10.1109/TGRS.2007.895830. (Stand: 2015-05-22).

W3C: *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*.

<http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/> 2008. (Stand: 2015-02-06).

W3C: *W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures*.

<http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/> 2012. (Stand: 2015-05-08).

Erklärung

Ich Fabian HENKEL versichere, dass ich die beiliegende Masterarbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Unterschrift:

Datum:
