



Master Thesis

im Rahmen des

Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“

(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z_GIS)

der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

Was macht der Uhu im Steinbruch?

**Entwicklung eines webbasierten
Biodiversitätssystemes
für Abbaustätten
der Steine und Erden Industrie**

vorgelegt von

Kevin Wilhelm

U1520, UNIGIS MSc Jahrgang 2010

Zur Erlangung des Grades

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

Gutachter:

Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Freiburg, 30. Juni 2013

Erklärung

„Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden sind entsprechend gekennzeichnet.“

Freiburg, den 30. Juni 2013

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	viii
Abkürzungen	ix
Zusammenfassung	xii
Summary	xiv
1 Einleitung	1
1.1 Was ist Biodiversität?	1
1.2 Zum Wert der Biodiversität	2
1.3 Verpflichtung Deutschlands und der Privatwirtschaft	2
1.4 Der Industrieverband Steine und Erden	4
1.5 Rohstoffabbau im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Wirtschaft	4
1.6 Motivation	5
1.7 Aufgabenstellung	8
1.8 Lösungsansatz	9
1.9 Struktur der Arbeit	10
2 Grundlagen	11
2.1 Biodiversität in Abbaustätten	11
2.1.1 Lebensraum Abbaustätte	11
2.1.2 Warum werden Arterhebungen durchgeführt?	15
2.2 Biodiversität in der Informatik	16
2.2.1 Übersicht taxonomische Projekte	19
2.2.2 Internationale Portale für Sammlungs- und Beobachtungsdaten	27
2.2.3 Übersicht deutscher Projekte	37
2.2.4 Biodiversitätsdatenstandards	47
2.3 Technische Grundlagen	50
2.3.1 Verwendete Programmiersprachen	51
2.3.2 Softwarekomponenten	54
2.3.3 OGC-Standards	60
2.3.4 UML-Modellierung	62
2.3.5 Entity-Relationship-Modell	63

3	Anforderungsanalyse	65
3.1	Funktionale Anforderungen	66
3.1.1	Art und Umfang der erhobenen Daten	66
3.1.2	Weitere Datensätze mit Raumbezug	71
3.1.3	Weitere Datensätze ohne Raumbezug	75
3.1.4	Untersuchungsmethoden	79
3.1.5	Raumbezug, Referenzsystem und Geometriotyp der Daten	81
3.1.6	Lagegenauigkeit	82
3.1.7	Datenqualität	85
3.1.8	Quantifizierung der Biodiversität	86
3.1.9	Flächentypen	87
3.1.10	Taxonomie	88
3.1.11	Visualisierung	90
3.1.12	Datenbereitstellung	91
3.1.13	Rechteverwaltung	91
3.1.14	Anwendungsfälle	91
3.2	Nicht funktionale Anforderungen	98
3.2.1	Usability	98
3.2.2	Leistungsfähigkeit	99
3.2.3	Datensicherheit	100
3.2.4	Verfügbarkeit	100
3.2.5	Sonstige nicht funktionale Anforderungen	100
4	Systemdesign	102
4.1	Entwicklung des Datenmodells	102
4.1.1	Analyse des Darwin Core Standards	102
4.1.2	Konzeptionelles und logisches Datenmodell	103
4.2	Systemarchitektur	119
4.2.1	Logikschicht	121
4.2.2	Präsentationsschicht	122
4.2.3	Datenschicht	123
4.3	Detail Design – Einzelkomponenten	123
4.3.1	Datenerfassung	123
4.3.2	Datenverwaltung	132
4.3.3	Konzept zur Datenbereitstellung und -visualisierung	134
5	Implementierung	138
5.1	Aspekte der praktischen Umsetzung	139
5.1.1	Programmierung	139
5.1.2	Datenmodellierung	139
5.1.3	Sicherheitsmechanismen	139

5.1.4	Navigationskonzept	140
5.1.5	Kartenmaterial	140
5.2	Der Prototyp des BIS	141
5.2.1	Implementierung der Datenerfassung	141
5.2.2	Implementierung der Datenverwaltung	147
5.2.3	WebGIS Implementierung	150
5.3	Testergebnisse	153
6	Diskussion der Ergebnisse	156
6.1	Bewertung der Arbeitshypothesen	156
6.1.1	Bewertung des Datenmodells	156
6.1.2	Realisierbarkeit mit OpenSource Komponenten	157
6.1.3	Bewertung des Erfassungskonzeptes	157
6.1.4	Bewertung des Datenbereitstellungskonzeptes	157
6.1.5	Beurteilung des Mehrwertes durch Nutzung externer Web-Dienste	158
6.1.6	Generalisierung von Punktdaten	159
6.2	Nicht umgesetzte Anforderungen	159
6.2.1	Berücksichtigung der Dynamik der Abbaustätte	159
6.2.2	Quantitative Ermittlung der Biodiversität	160
6.2.3	Performance Aspekte	160
6.3	Ausblick	161
	Literaturverzeichnis	163
	Anhang	i

Abbildungsverzeichnis

1	Wirkungskette Biodiversität	3
2	Softwareentwicklungszyklus	9
3	Ergebnisansicht einer Freitextsuchanfrage des CoL	22
4	CoL-Webseite der Art <i>Abies alba</i>	23
5	Taxonomische Baumansicht des CoL	24
6	Ergebnisansicht einer Freitextsuchanfrage der PESI	25
7	Beispiel einer Wikispecies Seite für die <i>Vipera berus</i>	26
8	WebGIS-Portal des Atlas of Living Australia	29
9	Lagebezogene Auswahlmöglichkeiten des Atlas of Living Australia	30
10	Die Internetplattform ibat for Business	34
11	WebGIS-Anwendung ibat for Business	36
12	Startmenü des Artenerfassungsprogramms der LUBW	37
13	Erfassungsmenü Fundort	39
14	Erfassungsmenü Artenfund	40
15	Auswertungsformular Artenerfassungsprogramm	41
16	WebGIS des Artenkatasters Hamburg	42
17	Architektur des Artenkatasters Hamburg	43
18	Erfassungsmaske Reptilien des Artenkatasters Hamburg	44
19	Die ArtenFinder App	45
20	Das ArtenFinder Portal	46
21	Eingabeformular ArtenFinder Portal	47
22	Datenverwaltung im ArtenFinder Portal	48
23	Kartenansicht des ArtenFinder Portals	49
24	Artensuche im ArtenFinder Portal	50
25	Ausschnitt eines ABCD-Datensatzes	51
26	Beispiel eines DwC-Datensatzes	52
27	Die Architektur von Zope	55
28	Beispiel der Krähenfuß-Notation	64
29	Planungsschritte Arterhebung	67
30	Screenshot einer Suchanfrage des Internetportals Wisia	79
31	Aufbau einer LSID	89
32	UML-Diagramm der übergeordneten Anwendungsfälle	92

33	Anwendungsfall-Diagramm zur BIS Administration	93
34	Anwendungsfall-Diagramm zur Verwaltung der Stammdaten	94
35	Anwendungsfall-Diagramm der Verwaltung von Artvorkommen und Biotoptypen	96
36	Anwendungsfall-Diagramm zur Visualisierung der Erhebungsdaten	97
37	Anwendungsfall-Diagramm zur Auswertung der Erhebungsdaten	98
38	Unterteilung des ERD	104
39	ERD der Vorhabensstammdaten	107
40	ERD der Untersuchungsstammdaten	109
41	Taxonomische Hierarchie modelliert als flache Tabellenstruktur	110
42	Taxonomische Hierarchie modelliert durch direkte Rekursion	110
43	Taxonomische Hierarchie modelliert mittels <i>Tree Visitation</i>	111
44	ERD der Artbeobachtungen	112
45	ERD der Biotoptypen	115
46	ERD der temporären Importtabellen	116
47	Views und Tabellen der Blattschnitte	117
48	UML-Komponentendiagramm der Systemarchitektur des BIS	120
49	Benutzerrechteverwaltung in Zope	121
50	UML-Aktivitätsdiagramm der Stammdatenerfassung	125
51	UML-Aktivitätsdiagramm des Datei-Uploads	129
52	UML-Aktivitätsdiagramm der Erfassung von Einzelbeobachtungen	131
53	UML-Aktivitätsdiagramm der Datenverwaltung	133
54	Diagramm der Datenbereitstellung	135
55	Ausschnitt des verwendeten Mapfiles	136
56	Startseite interner Bereich des BIS	141
57	Datenerfassung Schritt 1 - Vorhaben erfassen	142
58	Echtzeitsuche nach Vorhabensträger	143
59	Auswahllisten für Attributeingaben	143
60	Hinweismeldung zum Status der Erfassung	144
61	Datenerfassung Schritt 2a - Untersuchung erfassen	144
62	Datenerfassung Schritt 2b - Untersuchung erfassen	145
63	Datenerfassung Schritt 3 - Artbeobachtung erfassen	146
64	Gesamtübersicht aller Datenebenen	147
65	Tabellarische Datenansicht der Vorhabensverwaltung	148
66	Bearbeiten einer Untersuchung	149
67	Kartendarstellung der punktförmigen Artvorkommen	150
68	Kartendarstellung punktförmigen Artvorkommen mit komplexem Filter	151
69	Artverbreitung für <i>Sitta europaea</i>	152
70	Verbreitungsgebiete für Taxa-Rangkombinationen	153
71	Raum-zeitliche Darstellung der Artverbreitung der Fransenfledermaus	154

A.1	Hierarchie der Untersuchungsmethoden	ii
A.2	Kurzanleitung Templatedatei Artbeobachtungen Teil 1	xviii
A.3	Kurzanleitung Templatedatei Artbeobachtungen Teil 2	xix
A.4	Mindmap zum Navigationskonzept	xx
A.5	Tabellarische Datenansicht der Artbeobachtungen	xxi
A.6	Tabellarische Datenansicht der gruppierten Artbeobachtungen	xxii

Tabellenverzeichnis

1	StEI in Zahlen	6
2	Statistik der Gefäßpflanzen in Abbaustätten der Zementindustrie	12
3	Statistik der Amphibien in ehem. Abbaustätten der Zementindustrie	14
4	Statistik der Amphibien in betriebenen Abbaustätten der Zementindustrie	15
5	Webportale und Netzwerke zur Bereitstellung primärer Biodiversitätsdaten	18
6	Webportale und Netzwerke zur Bereitstellung taxonomischer Grundlagendaten	21
7	Attributdaten einer Arterhebung	69
8	Attributdaten einer Biotoptypenkartierung	70
9	Tabellarische Zusammenstellung relevanter Datensätze mit Raumbezug	72
10	Tabellarische Zusammenstellung relevanter Datensätze ohne Raumbezug	76
11	Liste der Untersuchungsmethoden	80
12	Gängige Koordinatenreferenzsysteme in BW	82
13	Mapping zwischen DwC-Schema und BIS Datenmodell	106
14	Beispiel der Template-Tabellenstruktur Artbeobachtungen	126
A.1	Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas - Teil A	iii
A.2	Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas - Teil B	iv
A.3	Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas - Teil C	v
A.4	Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas - Teil D	vi
A.5	Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas - Teil E	vii
A.6	Erster Entwurf eines Attributsatzes für das Datenmodell - Teil A	viii
A.7	Erster Entwurf eines Attributsatzes für das Datenmodell - Teil B	ix
A.8	Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil A	x
A.9	Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil B	xi
A.10	Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil C	xii
A.11	Domäne der Branchenbezeichnung	xiii
A.12	Domäne der Vorhabensart	xiv
A.13	Domäne des Untersuchungsanlasses	xv
A.14	Domäne der Datenzugriffsrechte	xv
A.15	Domäne der Untersuchungsmethoden	xv
A.16	Domäne der Flächentypen	xv
A.17	Domäne der Taxozönosen	xvi

A.18 Domäne der Lebensabschnitte	xvi
A.19 Domäne der Individuenzahlen	xvii
A.20 Domäne der Habitattypen	xvii

Abkürzungen

ABCD	Access to Biological Collection Data
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
API	Application Programming Interface
AZE	Alliance for Zero Extinction sites
BauGB	Bundesbaugesetzbuch
BioCASE	Biological Collection Access Service
BArtSchV	Bundesartenschutzverordnung
BBergG	Bundesberggesetz
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMS	Biodiversitätsmanagementsystem
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BSD	Berkeley Software Distribution
BW	Baden-Württemberg
BWaldG	Bundeswaldgesetz
CBD	Convention on Biological Diversity
CGI	Common Gateway Interface
CMS	Content-Management-System
CoL	Catalogue of Life
DiGIR	Distributed Generic Information Retrieval
DwC	Darwin Core
EBA	Endemic Bird Areas
EOL	Encyclopedia of Life
EPSG	European Petroleum Survey Group
ERM	Entity-Relationship-Modell
ERD	Entity-Relationship-Diagramm
ERIN	Environmental Resources Information Network
EU	Europäische Union
EUNIS	European Nature Information System
FFH	Flora-Fauna-Habitat

FOSS	Freie und Open Source Software
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GDI	Geodateninfrastruktur
GIS	Geografisches Informationssystem
GiST	Generalized Search Tree
GIW	Kommission für Geoinformationswirtschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
GK	Gauß-Krüger-Koordinatenreferenzsystem
GML	Geography Markup Language
GPS	Global Positioning System
GUID	Globally Unique Identifiers
HBWA	High-Biodiversity Wilderness Areas
IG BAU	Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt
ISTE	Industrieverband Steine und Erden e.V.
ITIS	Integrated Taxonomic Information System
IUCN	International Union for Conservation of Nature
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
KBA	Key Biodiversity Areas
KML	Keyhole Markup Language
LGL	Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg
LGRB	Landesanstalt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg
LSID	Life Science Identifiers
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MaNIS	Mammal Networked Information System
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V. Landesverband Baden-Württemberg
NBS	Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt
NCBI	National Center for Biotechnology Information
OGC	Open Geospatial Consortium
OWS	OpenGIS® oder OGC Web Services
PSF	Python Software Foundation
RMS	Root Mean Square
ROG	Raumordnungsgesetz des Bundes
SES	Steine und Erden Service Gesellschaft
SOA	Service Oriented Architecture

SOAP	Simple Object Access Protocol
SRID	Spatial Reference System Identifier
StEI	Steine- und Erden-Industrie
SUP	Strategische Umweltprüfung
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
TDWG	Biodiversity Information Standards (früher Taxonomic Databases Working Group)
TK25	Topographische Karte Maßstab 1:25.000
ToL	Tree of Life
UML	Unified Modeling Language
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
URL	Unified Resource Locator
URN	Uniform Resource Names
UTM	Universal Transverse Mercator
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WA	Washingtoner Artenschutzübereinkommen
WDPA	World Database on Protected Areas
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WKT	Well-Known-Text
WMS	Web Map Service
WFS	Web Feature Service
WFS-T	Transactional Web Feature Service
XML	Extensible Markup Language
ZAK	Zielartenkonzept

Zusammenfassung

Im Rahmen der Genehmigungsplanung von Rohstoffabbaustätten ist als Element der Umweltverträglichkeitsprüfung eine Dokumentation der Artenvielfalt, die sog. *artenschutzrechtlichen Prüfungen*, der geplanten, bestehenden oder stillgelegten Abbauflächen und deren Umfeld in Deutschland verpflichtend. Die Erhebung der Biodiversitätsdaten (Artvorkommen und Biotoptypen) erfolgt durch unabhängige Planungsbüros. Schätzungsweise werden alleine in Baden-Württemberg jährlich mehrere Zehntausend Artvorkommen im Rahmen der Untersuchungen aufgenommen. Eine standardisierte Vorgehensweise bzgl. Datenformat, Untersuchungsparameter und Speicherung der Daten existiert nicht. Dadurch wird die zukünftige Nutzung der landesweit erhobenen Biodiversitätsdaten extrem erschwert bis unmöglich gemacht.

Um das Potential, welches die Zusammenführung dieser Daten bietet, nutzbar zu machen, wird in der vorliegenden Arbeit ein Konzept für ein internetbasiertes **Biodiversitätsinformationssystem (BIS)** zur systematischen, landesweiten Erfassung der Biodiversitätsdaten in Abbaustätten der Steine- und Erden-Industrie in Baden-Württemberg entwickelt. Die Systementwicklung beinhaltet eine Analyse vergleichbarer Biodiversitätsanwendungen und folgt ansonsten dem klassischen Ansatz der Softwareentwicklung, bestehend aus Anforderungsanalyse, Systemdesign, Implementierung einer Prototypen und Testphase.

Zentrale Bestandteile der auf OpenSource Komponenten basierenden Systemarchitektur sind das Content Management Framework Zope, der Kartenserver MapServer, der WebGIS-Client OpenLayers und eine PostgreSQL-Biodiversitätsdatenbank, deren Datenmodell auf dem Darwin Core Schema aufbaut. Weiterhin wird die Architektur entscheidend durch die Einbindung externer Web-Services geprägt, die zur Qualitätssicherung der Daten verwendet werden.

Das entwickelte Konzept sieht als wesentliche Systemfunktionen die Erfassung, Verwaltung und Visualisierung von Artbeobachtungen und Biotoptypen vor. Das Datenerfassungskonzept beinhaltet die Digitalisierung von Einzeldatensätzen sowie den Import von größeren Datenmengen in Form von CSV- oder SHP-Dateien. Zur Verwaltung der Daten dient eine tabellarische Ansicht der Daten. Zur Visualisierung der Artvorkommen wurden drei Darstellungsarten entwickelt: die punktförmige Kartendarstellung von Einzelvorkommen, die Darstellung von Artverbreitungskarten auf Basis der Blattsnitte der Topographischen Karte und die Darstellung der Verbreitung von Taxa aller Rangstufen ebenfalls auf Blattsnittebene.

Dem Datenmodell liegt der Aufbau in drei Haupt-Entitäten „Vorhaben“, „Untersuchung“ und „Artbeobachtung“ (bzw. „Biotoptyp“) zugrunde, welcher sich auch im dreistufigen Datenerfassungsprozess von Vorhabensstammdaten, Untersuchungsstammdaten und Beobachtungslisten widerspiegelt. Das Datenerfassungskonzept berücksichtigt zahlreiche Mechanismen zur Qualitätssicherung der Daten. Ein umfangreiches Paket an beschreibenden Attributen für Artbeobachtungen und Biotoptypen einschließlich ihrer Metadaten (Vorhaben, Untersuchungen) stellt sicher, dass alle im Gelände erfassten

Informationen in der Datenbank gespeichert werden können. Mit diesem Datenmodell als Grundlage ist zukünftig eine einheitliche Datenerhebung möglich.

Im Rahmen der prototypischen Implementierung der Webanwendung wurde die technische Machbarkeit des Konzeptes überprüft und das System mit zahlreichen Testdatensätzen getestet. Es zeigte sich, dass die entwickelte Softwarelösung grundsätzlich umsetzbar ist, das Konzept im Detail jedoch noch Schwächen aufweist. Insbesondere der Datei-Import von Beobachtungsdaten ist nicht ausreichend stabil konzipiert, was in erster Linie damit zusammenhängt, dass die Datenqualitätssicherung mittels externer taxonomischer Web-Services parallel zum Daten-Upload erfolgt. Gelingt es den Importprozess zu stabilisieren und noch weitere Vorhabensträger außerhalb der Steine- und Erden-Industrie für das Projekt zu begeistern, wird zukünftig mit dem BIS ein mächtiges Instrument zur Verwaltung und Analyse von Artbeobachtungsdaten zur Verfügung stehen.

Summary

In Germany within the scope of approval planning of mining areas environmental risk assessment studies must be undertaken, which include a documentation of the diversity of species, the so-called Assessments of Special Protected Species, of the planned, existing or abandoned quarry sites and their surroundings. The collection of biodiversity data (species occurrences and habitat types) is conducted by independent consultants.

It is estimated that only for Baden-Württemberg on an annually basis tens of thousands of species occurrences are gathered throughout the investigations. A standardized approach regarding data format, survey parameters and storage of data does not exist. Thus, the future use of biodiversity data collected nationally is made extremely difficult, if not impossible.

To use the potential of an aggregation of this data a concept for a web-based **Biodiversity Information System (BIS)** for the systematic, nationwide collection of biodiversity data is developed for mining areas of the quarry industry in Baden-Württemberg. The system development includes an analysis of comparable biodiversity applications and otherwise follows the classical approach of software development, consisting of requirements analysis, system design, implementation of a prototype and test phase.

Central components of the system architecture, which is based upon open source components, are the content management framework Zope, MapServer, the WebGIS client OpenLayers and a PostgreSQL database for biodiversity data, whose data model is based on the Darwin Core schema. Furthermore, the architecture is decisively affected by the use of external web services that are used for quality assurance of the data.

Essential system functions are the acquisition, management and visualization of occurrence data and habitat types. The data acquisition concept involves the digitization of individual data records and the import of bulk data in the form of CSV or SHP files. To manage the data a tabular view of the data is used. To visualize the species occurrences three display modes have been developed: a point-map of individual occurrences, a species distribution map on the basis of the grid system of the topographic map and a distribution map of all taxa ranks by using the same grid system.

The data model is structured in three main entities „project“, „observation“ and „occurrence“ (or „habitat type“), which is also reflected in the three-staged data collection process of project meta data, observation meta data and species occurrence lists. The data acquisition concept takes into account a number of mechanisms for quality assurance of the data. A comprehensive package of descriptive attributes for occurrence data and habitat types including their meta data (projects, observations) ensures that all information collected in the field can be stored in the database. With this data model as a basis consistent data collection is possible in the future.

As part of the prototype implementation of the web application, the technical feasibility of the concept was verified and the system functions were tested with various data sets. It was found that the

developed software solution can be realized, however, the concept has still some weaknesses, when going into detail. In particular, the file import of occurrence data is not designed sufficiently robust. In the first place this is related, with the fact, that the data quality assurance through external taxonomic web services is executed parallel with the data upload. If it succeeds, that the import process is stabilized and that further Companies besides the quarry industry are supporting the project, with the BIS a powerful tool for managing and analysing occurrence data will be available in the future.

1 Einleitung

Am 5. Juni 1992 wurde das internationale Übereinkommen zum Schutz der Biodiversität (Convention on Biological Diversity – CBD, UNITED NATIONS, 2001) im Anschluss an den ersten Weltumweltgipfel (United Nations Conference on Environment and Development – UNCED) in Rio de Janeiro verabschiedet und durch 156 Staaten (mittlerweile 190 Staaten) unterzeichnet. Damit war der Grundstein gelegt, für eine intensive wissenschaftliche, politische und gesellschaftliche Auseinandersetzung mit den Themen Artenschwund und Biodiversität, die bis heute anhält.

Dennoch ist ein permanenter Verlust der biologischen Vielfalt zu verzeichnen. Expertenschätzungen gehen davon aus, dass derzeit ca. 50–100 Artverluste pro Mio. Arten und Jahr weltweit stattfinden (LEADLEY ET AL., 2010). Der Biodiversitätsverlust ist meist direkt oder indirekt durch den Menschen verursacht. Der natürliche Artverlust wäre in etwa um den Faktor 1 000 kleiner als der derzeit beobachtbare Artverlust.

1.1 Was ist Biodiversität?

Der Begriff Biodiversität wurde ursprünglich von Walter G. Rosen im Jahre 1985 für die Konferenz „The National Forum on BioDiversity“ kreiert und im weiteren Verlauf durch die Veröffentlichung des Tagungsbandes „Biodiversity“ von Edward O. Wilson 1988 geprägt (MACLAURIN & STERELNY, 2008). Allgemein kann man Biodiversität auch als „Vielfalt des Lebens“ bezeichnen. Die in der CBD verwendete Definition lautet:

„Biological diversity“ means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems“ (UNITED NATIONS, 2001)

D.h. es werden drei Organisationsebenen unterschieden (STADLER & KORN, 2008):

- genetische Ebene / Genvielfalt (Vielfalt innerhalb der Arten, ihre genetische Varianz),
- organismische Ebene / Artenvielfalt (Vielfalt an Arten)
- ökosystemare Ebene / Lebensraumvielfalt (Vielfalt an Lebensgemeinschaften von Arten und ihre Wechselbeziehungen).

Die Schätzungen des globalen Artenreichtums schwanken zwischen 3,6–100 Mio. Arten (WILSON, 2003), wobei neuere Schätzungen von < 10 Mio. Arten ausgehen (CARDINALE ET AL., 2012 UND COSTELLO ET AL., 2013). Beschrieben sind weltweit derzeit aber nur ca. 1,78 Mio. Arten (SCBD, 2007).

1.2 Zum Wert der Biodiversität

Auch wenn in den 90er Jahren noch wenig über die Zusammenhänge bekannt war, so wurde in der CBD bereits die zentrale und vielfältige Bedeutung der Biodiversität für die Menschheit hervorgehoben:

„Conscious of the intrinsic value of biological diversity and of the ecological, genetic, social, economic, scientific, educational, cultural, recreational and aesthetic values of biological diversity and its components.“ (UNITED NATIONS, 2001)

Seit Verabschiedung der CBD waren die biodiversitätsspezifischen Zusammenhänge auf globaler und ökosystemarer Ebene Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Im Millennium Ecosystem Assessment (MEA), einem weltweiten Forschungsprogramm des United Nations Environment Programme (UNEP) und der Weltbank, wurden z. B. Zustand und zukünftige Entwicklung der Ökosysteme sowie deren Auswirkung auf den Menschen untersucht (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Es konnte gezeigt werden, dass der Wert eines Ökosystems für den Menschen mit Hilfe des Konzeptes der Ökosystemleistungen beschrieben und quantifiziert werden kann.

In Abbildung 1 wird dieses Konzept mit den übergeordneten Zielen der CBD in Verbindung gebracht und schematische als Wirkungskette dargestellt. Nur durch den Schutz der Biodiversität kann langfristig gewährleistet werden, dass uns die Ökosystemdienstleistungen wie bisher zur Verfügung stehen.

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung führt eine hohe Biodiversität zu einer Steigerung der Produktivität und Stabilität eines Ökosystems (CARDINALE ET AL., 2012). Ökosystemleistungen können von einer artenreichen ökologischen Gemeinschaft zuverlässiger und besser wahrgenommen werden.

1.3 Verpflichtung Deutschlands und der Privatwirtschaft

Jeder Unterzeichner der CBD verpflichtet sich u.a. ein eigenständiges nationales Konzept zum Schutz der Biodiversität zu entwickeln. Mit der Verabschiedung der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ (NBS) setzte die Bundesregierung diesen Auftrag im Jahr 2007 um (BMU, 2007). Es werden insgesamt 16 sog. Aktionsfelder aufgeführt, für die Ziele und Maßnahmen definiert und den unterschiedlichen Akteuren in Staat und Gesellschaft zugeordnet werden. Die Bundesregierung überträgt

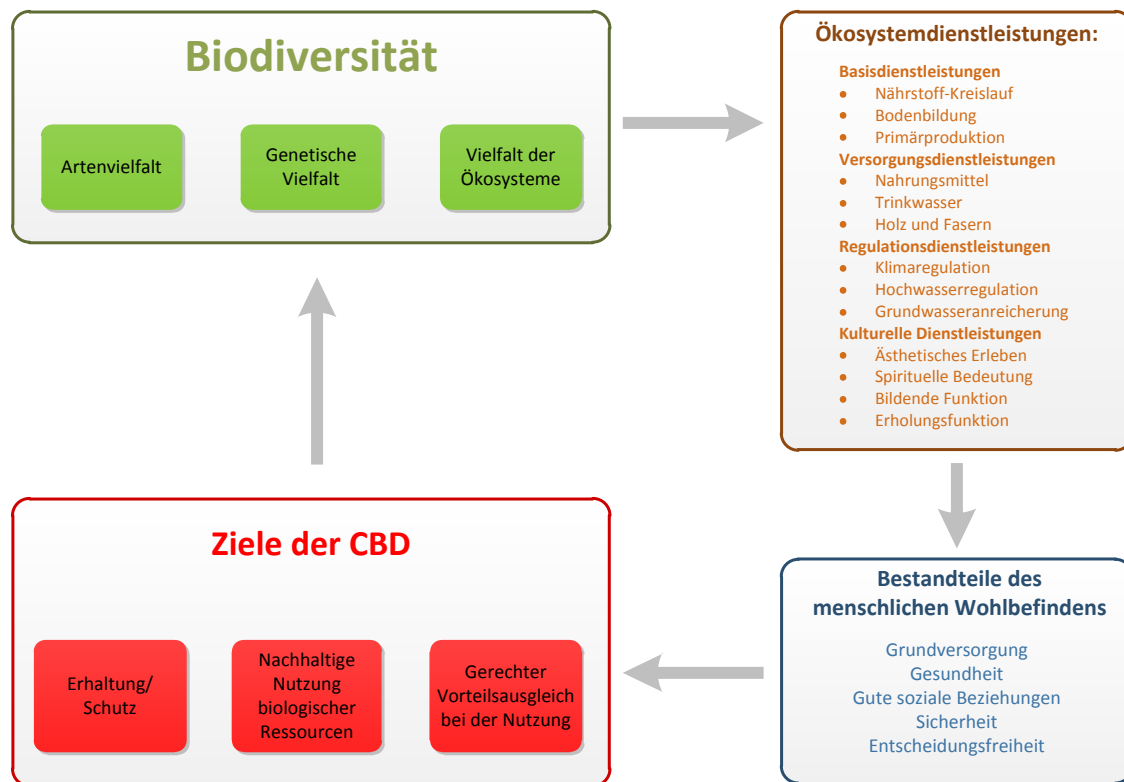


Abb. 1: Wirkungskette, die sich durch die Erhaltung der Biodiversität ergibt (verändert nach BMU, 2007 und TEEB, 2010)

einen Teil der Verantwortung damit auch an die in Deutschland tätigen Unternehmen. Das übergeordnete Ziel, den Rückgang der biologischen Vielfalt in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) bis zum Jahr 2050 komplett zu stoppen, kann dabei nur erreicht werden, wenn alle Beteiligten d.h. Staatliche Institutionen, Privatwirtschaft und Gesellschaft die definierten Maßnahmen unterstützen.

Um Eingriffe in die Natur auch direkt steuern und erforderlichenfalls verbieten zu können, hat der Staat darüber hinaus die Grundsätze der CBD in zahlreiche gesetzliche Regelungen und Vorschriften integriert, wie z. B. dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) oder dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)(vgl. Kapitel 2.1.2).

Schließlich ist der Staat auch in der Pflicht durch Information zur öffentlichen Meinungsbildung beizutragen und ein Bewusstsein für den Schutz der Biodiversität zu schaffen. Das Bundesumweltministerium (BMU) hat z. B. ein Leitfadensystem „Biodiversitätsmanagement“ entwickelt (SCHALTEGGER & BESTÄNDIG, 2010), welches Unternehmen bei der Umsetzung und Integration von Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität helfen soll. Die (wirtschaftlichen) Vorteile, die eine Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten im unternehmerischen Handeln darstellen können, werden in der Studie „Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität“ (TEEB, 2010), die Deutschland mitfinanziert hat, aufgezeigt.

1.4 Der Industrieverband Steine und Erden

Bei der Gewinnung von Rohstoffen wird in Abhängigkeit der Rohstoffart unterschieden in:

- natürliche mineralische Rohstoffe (Baustoffe)
- energetische Rohstoffe
- Metall- und Edelmetallrohstoffe

Für die vorliegende Arbeit ist nur der Teil des Rohstoffsektors relevant, der sich mit der Gewinnung natürlicher mineralischer Rohstoffe befasst, welche überwiegend im Tagebau gewonnen werden. Dieser Teil wird unter dem Überbegriff **Steine- und Erden-Industrie** zusammengefasst, welcher im Rahmen dieser Arbeit mit **StEI** abgekürzt wird.

Die StEI in Deutschland ist sowohl bundesweit (Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V) als auch auf Länderebene in Industrieverbänden organisiert. In Baden-Württemberg (BW) ist dies der *Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V.* (ISTE). Zweck des Verbandes ist die „*Wahrung und Förderung der gemeinsamen ideellen, wirtschaftlichen Interessen*“ (ISTE, 2005).

So berät und unterstützt der ISTE seine Mitgliedsfirmen bei Genehmigungsverfahren und Verhandlungen mit Behörden vor Ort (Landratsämter, Fachbehörden und Kommunen) oder begleitet Forschungsvorhaben z. B. im Bereich der Umweltforschung von Abbaustätten.

1.5 Rohstoffabbau im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Wirtschaft

Einer der Hauptfaktoren für den Rückgang der Artenvielfalt stellt die Vernichtung natürlicher Ökosysteme durch Landnutzungsänderungen dar (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Hierunter fallen auch Eingriffe im Zuge von Rohstoffgewinnungsmaßnahmen. Was den Naturschutz angeht, hat die Rohstoffindustrie in Deutschland daher traditionell ein Imageproblem. Aber ist diese Sichtweise tatsächlich gerechtfertigt?

Immer mehr Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass insbesondere Tier- und Pflanzenarten, die auf sog. Pionierstandorte angewiesen sind, mit hohen Anforderungen an die Ausstattung ihrer Lebensräume, Ersatzhabitate in den Abbaustätten der StEI finden (vgl. Kapitel 2.1.1). Für Deutschland zeigt sich sogar, dass manche Arten (z. B. die Kreuzkröte geschützt gem. Anhang IV FFH-Richtlinie) nahezu ausschließlich in Materialentnahmestätten zu finden sind (NICOLAY & NICOLAY, 2012). Rohstoffgewinnung mit der Zerstörung von Natur und Ökosystemen gleichzusetzen ist daher sicherlich eine zu einseitige Sichtweise.

Viele Betreiber der StEI sind sich des hohen Wertes ihrer Abbaustätte für den Arten- und Biotopschutz und der damit verbundenen Verantwortung bewusst. Manche Unternehmen engagieren sich sogar aktiv

im Artenschutz, in dem sie gezielt Maßnahmen zur Wiederherstellung und zum Erhalt kleinräumiger Biotopflächen innerhalb der Abbaustätte (sog. Wanderbiotope) durchführen.

Der wesentliche Antrieb der StEI für ihr Engagement im Natur- und Artenschutz liegt somit in der Verbesserung der Reputation in der Öffentlichkeit. Weitere positive Effekte und Vorteile, die sich für den gesamten Rohstoffsektor oder u. U. auch einzelfallbezogen ergeben können, sind:

- wirtschaftliche Vorteile: z. B. durch Reduktion der Kosten für Genehmigungsverfahren, optimierte Projektsteuerung, verbessertes Risikomanagement
- rohstoffpolitische Vorteile: z. B. durch Verbesserung der Lobbyarbeit, Steigerung der Akzeptanz bei politischen Entscheidungsträgern, größerer Einfluss auf politische Entscheidungen
- zeitliche Vorteile: z. B. Verkürzung von Genehmigungsverfahren

Dies war auch der Antrieb des ISTE, sich im Bereich Biodiversität für seine Mitglieder zu engagieren. Bereits im Jahr 2000 haben der Naturschutzbund Deutschland e.V. Landesverband Baden-Württemberg (NABU) und der ISTE eine gemeinsame Erklärung unterzeichnet, um die unterschiedlichen Interessen von Naturschutz und Rohstoffgewinnung zu harmonisieren und die biologische Vielfalt zu fördern. In 2012 wurde diese Erklärung aufgrund geänderter Rahmenbedingungen aktualisiert (NABU ET AL., 2012).

Der Industrieverband verspricht sich durch diese Kooperation, auf das Netzwerk der zahlreichen, ehrenamtlich in Naturschutzverbänden engagierten Biodiversitätsexperten und deren Kompetenz zugreifen zu können, wenn es um die Durchsetzung rohstoffpolitischer Interessen geht. Im Gegenzug erhofft sich der NABU eine bessere Einflussnahme bei Planung und Betrieb von Abbauvorhaben, so dass die Belange des Naturschutzes in den Rohstoffabbau stärker integriert werden können.

1.6 Motivation

Erschließung und Abbau von Gesteinsrohstoffen verursachen zwangsläufig Eingriffe in den Naturhaushalt. Daher sind in Deutschland im Rahmen von Genehmigungsplanungen, Umweltverträglichkeitsprüfungen und Monitoringprogrammen Maßnahmen zur Dokumentation der Artenvielfalt, die sog. *artenschutzrechtlichen Prüfungen*, auf den geplanten, bestehenden oder stillgelegten Abbauflächen und deren Umfeld verpflichtend.

Die Erhebung der Biodiversitätsdaten erfolgt durch unabhängige Planungsbüros. Eine standardisierte Vorgehensweise existiert mangels entsprechender Handlungsempfehlungen und Leitfäden meist nicht (SPANG & KRAKOW, 2007). Daher unterscheiden sich Datenqualität und -umfang stark und die Daten liegen zudem in zahlreichen Formaten (Excel, CAD, PDF, SHP, usw.) vor. Die systematische, zentrale Speicherung erfolgt derzeit ebenfalls nicht. Eine weitergehende Verwendung oder zukünftige Nutzung der erhobenen Biodiversitätsdaten ist daher nur mit großem Aufwand möglich und oft mit Informationsverlust (z. B. Unsicherheit bei der Lageermittlung von Artvorkommen, gänzlich fehlende

Rauminformation, fehlende Metadaten, usw.) verbunden. Faktisch sind diese Daten für die weitere Nutzung weitestgehend verloren.

Um eine Vorstellung von den Datenmengen zu bekommen, die in diesem Zusammenhang jährlich deutschlandweit bzw. BW-weit erhoben werden, kann Tabelle 1 herangezogen werden.

Tab. 1: Einige statistische Kennzahlen zur StEI (Quellen: Firmen- und Werksdatenbank des ISTE, STAATLICHE GEOLOGISCHE DIENSTE DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2008))

	BRD	Baden-Württemberg
Anzahl Unternehmen ^a	1 600	370
Anzahl Abbaustätten (Werke) ^a	3 200	500
Anzahl Genehmigungsprozesse ^a	ca. 200	ca. 25 ^b

^a Zahlen gerundet

^b mündl. Auskunft ISTE (28. März 2013)

Je nach Qualität der biologischen Feldstudien werden im Durchschnitt zwischen 1 000–5 000 Einzelbeobachtungen (Punktdaten) sowie 50-100 Biotope (Flächendaten) erfasst (TRÄNKLE, 2012B). Demnach werden in Deutschland jährlich ca. 200 000–1 000 000 Artnachweise (BW: 20 000–125 000) und 10 000–20 000 Biotope (BW: 1 000–2 500) allein im Rahmen von Genehmigungsplanungen der StEI kartiert. Darüber hinaus gibt es noch zahlreiche weitere Anlässe der Erhebung von Biodiversitätsdaten in Abbaustätten (z. B. Monitoringprogramme), über die keine verlässlichen Angaben vorliegen. Anhand dieser Zahlen lässt sich erahnen, welche große Datenmengen zur Biodiversität in Abbaustätten derzeit weitgehend ungenutzt bleiben.

Um das enorme Potential, welches diese Daten bieten, nutzen zu können, soll im Rahmen dieser Arbeit und in Kooperation mit dem ISTE und der *in medias res GmbH* ein WebGIS-basiertes Instrument für eine systematische, landesweite Erfassung der Biodiversitätsdaten in Abbaustätten entwickelt werden. Den zentralen Bestandteil soll eine Biodiversitätsdatenbank bilden, die eine einheitliche Datenerhebung möglich macht und auf internationalen Standards (z. B. Taxonomie) aufbaut.

Die gemeinsame Erklärung von NABU und ISTE formuliert hierzu:

„Die Ergebnisse der Biodiversitätserhebungen sollen in eine landesweite Biodiversitätsdatenbank eingegeben werden, die der ISTE für die Steine- und Erden-Industrie zur Verfügung stellt. (...) NABU und ISTE sind sich einig, dass eine optimale Förderung der Biodiversität in Abbaustätten langfristig ein landesweites ‚Naturschutzkonzept‘, mit Biodiversitätsindikatoren und einer Biodiversitäts-Datenbank als Kontroll- und Steuerungsinstrument, entwickelt werden sollte, das bereits im Rahmen der Rohstoffsicherung sowie zum Zeitpunkt der Vorhabenzulassung Berücksichtigung finden kann.“ (NABU ET AL., 2012)

Folgende Interessengruppen sind direkt in das **Pilotprojekt „Biodiversitätsdatenbank“** involviert:

ISTE: Als Interessenvertretung der StEI in Baden-Württemberg steht für den ISTE die Nutzung als rohstoffpolitisches Instrument, z. B. zur Steuerung und Vereinfachung von Genehmigungsverfahren, im Vordergrund. Durch den Nachweis der Werthaltigkeit von Abbauflächen unter Artenschutzaspekten und durch die Bereitstellung von Artverbreitungskarten im Internet, erhofft sich der ISTE eine Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz bei Verbänden, Behörden und in der Öffentlichkeit.

StEI-Unternehmen: Mit der SCHWENK ZEMENT GmbH ist auch ein Unternehmen der StEI in der Projektgruppe vertreten. Die StEI-Unternehmen erhoffen sich, mit einer nachhaltigen Speicherung von Biodiversitätsdaten, zukünftig eine aussagekräftige landesweite Bewertungsgrundlage zur Biodiversität zur Verfügung stehen zu haben. Das System könnte als Entscheidungsgrundlage in Planungs- und Genehmigungsprozessen dienen und für die Ermittlung regionalisierter Biodiversitätsindikatoren herangezogen werden bzw. deren Berechnung direkt integrieren.

Planungsbüros: Die drei Planungsbüros *AG. L. N. Dr. Ulrich Tränkle Landschaftsplanung und Naturschutzmanagement GmbH*, *SPANG. FISCHER. NATZSCHKA. GmbH* und *arguplan GmbH* mit langjähriger Erfahrung in der Durchführung von Arterhebungen in Abbaustätten gehören als fachliche Berater zur Projektgruppe. Als Test- und spätere Praxisnutzer haben die Planungsbüros ein Interesse an der einfachen Bedienbarkeit des Systems sowie am Funktionsumfang. Sie legen ihr Augenmerk insbesondere auf Funktionalitäten, die in der Arterhebungspraxis für die Büros einen potentiellen Mehrwert darstellen.

Darüber hinaus gibt es weitere Interessengruppen, die an den Ergebnissen des Projektes interessiert sind:

GIW-Kommission: Die Kommission für Geoinformationswirtschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (GIW) hat das Ziel die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Behörden in partnerschaftlichen Projekten zu fördern, um das große Marktpotenzial vorhandener Geodaten zu erschließen. Sie ist daher an der Nutzbarmachung und der Bereitstellung der erhobenen Biodiversitätsdaten in standardisierter Form, z. B. in Form von OGC-konformen Web-Services und der darauf basierenden Geschäftsmodelle, interessiert. Das System soll Bestandteil des GIW-Leitprojektes „GeoArten“ werden.

LUBW: Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat vom Land den Auftrag zur Dokumentation der Biodiversität (Berichtspflicht insbesondere von FFH-Gebieten) in Baden-Württemberg. Aufgrund fehlender finanzieller Mittel kann die LUBW keine eigenen Arterhebungen durchführen und ist auf Informationen der zahlreichen ehrenamtlich tätigen Naturschutzbeauftragten angewiesen. Diese liefern der LUBW jedoch nur „presence“ Daten auf Basis der Blattschnitte der Topographischen Karte (TK25). Daher erhofft die LUBW, durch das Projekt einen direkten Zugang zu den erhobenen punktscharfen Biodiversitätsdaten zu erhalten. Im Interesse einer einfachen Integration in den LUBW-eigenen Datenbestand sollte das Datenmodell auf bereits vorhandenen allgemeingültigen Biodiversitäts-Datenstandards aufbauen.

1.7 Aufgabenstellung

Dieser Arbeit liegen folgende Hypothesen zugrunde:

1. „Es ist möglich ein einheitliches Datenmodell für die Erfassung von Biodiversitätsdaten in Abbaustätten der StEI zu entwickeln, welches
 - a) auf internationalen Standards für Biodiversitätsdaten aufbaut,
 - b) alle in der Planungspraxis erhobenen Biodiversitätsdaten integriert,
 - c) die nachhaltige Nutzung und vielseitige Verwendung der Daten sicherstellt.“
2. „Die Umsetzung eines internetbasierten BIS, welches vollständig auf OpenSource Software basiert, ist möglich.“
3. „Die Erfassung von Biodiversitätsdaten mittels BIS ist für die Planungsbüros mit keinem Mehraufwand im Vergleich zur bisherigen Vorgehensweise verbunden.“
4. „Das BIS fördert die interoperable Nutzung der Biodiversitätsdaten.“
5. „Die Einbindung externer Web-Services erhöht die Datenqualität und -aktualität.“
6. „Das BIS ermöglicht die Erstellung von Artverbreitungskarten für Baden-Württemberg.“

Vor diesem Hintergrund wird ein Konzept für ein internetbasiertes **Biodiversitätsinformationssystem (BIS)** auf Basis von OpenSource Technologien entwickelt und ein Prototyp der Anwendung für den ISTE implementiert. Im Rahmen des Konzeptes soll eine umfassende praxisnahe Lösung eines BIS für die StEI in BW erstellt werden, welche auch zukünftige Aspekte berücksichtigt, die derzeit noch nicht umsetzbar sind (z. B. mangels verfügbarer externer Web-Services). Die prototypische Implementierung setzt einige der wesentlichen und grundlegenden Systembestandteile um, so dass es möglich wird, die technische Machbarkeit des Konzeptes zu überprüfen und das System im Praxisbetrieb zu testen. Eine vollständige Implementierung des erstellten Konzeptes im Rahmen der Masterarbeit war aufgrund der Größe des Projektes nicht möglich.

Auf Basis der genannten Hypothesen kann folgendes operatives Ziel formuliert werden:

- Entwicklung eines internetbasierten Biodiversitätsinformationssystems (BIS) zur Erfassung, Verwaltung, Auswertung und Visualisierung von Biodiversitätsdaten in Abbaustätten auf Basis von OpenSource Technologien

Daraus leiten sich folgende Teilziele ab:

1. Ermittlung der Anforderungen an das System
2. Entwicklung eines einheitlichen, auf internationalen Standards beruhenden Datenmodells zur Erfassung von Biodiversitätsdaten und deren Metadaten
3. Definition der IT-Architektur des BIS auf Basis von Freier und OpenSource Software (FOSS)
4. Recherche und Auswahl externer Web-Services zur Verwendung im BIS

5. Entwurf/Entwicklung von Webanwendungen zur Datenerfassung, -verwaltung, -visualisierung (WebGIS) und -auswertung
6. Konzeption einer interoperablen Lösung zur Datenbereitstellung
7. Optimierung der Bedienbarkeit (Usability) der Webanwendung zur Gewährleistung der intensiven Nutzung bei weitgehender Kostenneutralität der Datenerfassung
8. Konzept zum Rechtemanagement der Daten und der Benutzerverwaltung
9. Implementierung eines Prototypen des BIS für den ISTE
10. Untersuchung der Praxistauglichkeit der Verwendung externer Web-Services zur Qualitätssicherung unter Verwendung von Testdatensätzen

1.8 Lösungsansatz

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt auf dem Gebiet der Biodiversitätsinformatik (s. Kapitel 2.2), wobei die informationstechnologische Sichtweise überwiegt und weniger auf die biologischen Aspekte eingegangen wird. Grundlegende Informatikkenntnisse sind daher zum Verständnis der Arbeit erforderlich.

Zunächst erfolgt eine ausführliche Bestandsanalyse von bereits existierenden und mit der geplanten Anwendung vergleichbaren Informations-, Auskunft- und Managementsystemen für Biodiversitätsdaten. Insbesondere sollen Erkenntnisse zur technischen Umsetzung und zur Funktionalität der bestehenden Biodiversitätsanwendungen gewonnen und für den eigenen Systementwurf genutzt werden.

Im Weiteren folgt der Lösungsansatz der Arbeit dem strukturierten Ansatz aus der Software- und Systementwicklung wie z. B. in MACIASZEK (2007) beschrieben. Hiernach werden 5 Phasen im Entwicklungszyklus unterschieden (vgl. Abbildung 2), wobei für die vorliegende Arbeit nur die ersten 4 Phasen von Bedeutung sind, da „lediglich“ ein Prototyp und kein voll funktionsfähiges Softwareprodukt entwickelt werden soll.

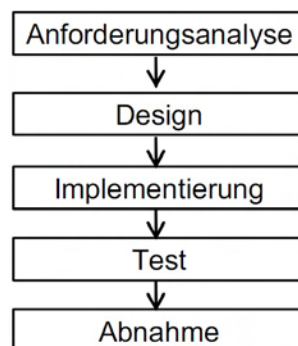


Abb. 2: Einfacher Softwareentwicklungszyklus aus KLEUKER (2011)

Der erste und zugleich wichtigste Schritt zur Konzeption des Gesamtsystems besteht darin, die wesentlichen Anforderungen, die an das System gestellt werden zu bestimmen. Hierzu wird eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Es werden die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an das System ermittelt und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für das Systemdesign herausgearbeitet. Im Rahmen der Ermittlung der funktionalen Anforderungen werden mit Hilfe von Anwendungsfall-Diagrammen die wesentlichen Nutzergruppen und deren Bedürfnisse identifiziert.

Darauf aufbauen erfolgt die Entwicklung des dem BIS zugrunde liegenden konzeptionellen relationalen Datenmodells (*Entity-Relationship-Modell*), welches ein Schwerpunkt der Arbeit bildet, sowie der Entwurf der Systemarchitektur (*architectural design*) und Programmabläufe für die einzelnen Systemkomponenten (*detail design*). Zur Beschreibung der Systemarchitektur wird ein Komponentendiagramm verwendet, einzelne Programmabläufe und deren Logik werden mit Aktivitätsdiagrammen dargestellt.

Nach Fertigstellung des theoretischen Konzepts eines BIS für die StEI in BW werden die grundlegenden Komponenten auf dem Server des ISTE als Prototyp implementiert. Eine Überprüfung der Basisfunktionalitäten der Anwendung wird mit Hilfe von verschiedenen praxisnahen Testdatensätzen in Eigenregie sowie in der erweiterten Testphase durch ausgewählte Mitglieder der Projektgruppe durchgeführt. So wird es möglich potentielle Schwachpunkte von Architektur, Datenmodell, Design und Benutzerführung zu erkennen. In einem iterativen Prozess werden Programmierfehler behoben und Anpassungen zur Verbesserung der Usability vorgenommen.

1.9 Struktur der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in fünf Teile. Nach einem in die Thematik einführenden Kapitel (s. Kapitel 1) werden grundlegende Aspekte der Biodiversität in Abbaustätten beleuchtet. Es wird zunächst erklärt, warum in Abbaustätten Untersuchungen zur Artenvielfalt durchgeführt werden (vgl. Kapitel 2.1.2) und warum ausgerechnet Materialentnahmestellen wertvolle Lebensräume für viele seltene Arten darstellen (vgl. Kapitel 2.1.1). Im Anschluss wird auf ähnliche Projekte (s. Kapitel 2.2.2) und existierende Datenstandards (s. Kapitel 2.2.4) aus der Biodiversitätsinformatik eingegangen. Mit der Vorstellung der für die Systementwicklung relevanten technischen Grundlagen (vgl. Kapitel 2.3) schließt der Grundlagenteil.

Der dritte Teil der Arbeit beschreibt die Anforderungen an das System und deren Ermittlung im Rahmen einer Anforderungsanalyse (vgl. Kapitel 3) sowie die Konsequenzen für das Systemdesign (vgl. Kapitel 4). Im Anschluss werden die Ergebnisse aus der Implementierungs- und Testphase vorgestellt (vgl. Kapitel 5). Das letzte Kapitel (vgl. Kapitel 6) der Arbeit umfasst die Diskussion der Ergebnisse und schließt mit einem Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen und Zusatzfunktionen des BIS.

2 Grundlagen

2.1 Biodiversität in Abbaustätten

Aufgrund der visuellen Auffälligkeit wurden die Abbaustätten der StEI lange Zeit nur als „Zivilisationsschäden“ wahrgenommen, die nach Abbauende möglichst schnell und umfassend rekultiviert werden sollten. Bei der Rekultivierung spielten landschaftsästhetische Gesichtspunkte oft eine wichtigere Rolle als der Naturschutz. Entsprechende Rekultivierungsmaßnahmen mit der vorausgehenden geomorphologischen Wiedereingliederung führen aber zu einer erheblichen Schädigung der Standortvielfalt und des Arteninventars in den Abbaustätten.

Mittlerweile hat sich die Situation gewandelt und zahlreiche Betriebe engagieren sich schon aktiv für einen Ausgleich von Rohstoffgewinnung und Naturschutz. Als Folgenutzung werden nun vermehrt Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Eine im Jahr 2000 unter den Betreibern von Abbaustätten der Zementindustrie durchgeführte Umfrage kommt zum Ergebnis, dass rund 54 % der ehemaligen Abbauflächen in der BRD renaturiert wurden (TRÄNKLE & RÖHL, 2001). Für den Naturschutz ergeben sich auf diese Weise Strukturverbesserungen.

Im Folgenden wird der Lebensraum Abbaustätte und seine Bedeutung für die biologische Vielfalt vorgestellt.

2.1.1 Lebensraum Abbaustätte

Den Wert von Abbaustätten für die biologische Vielfalt innerhalb Deutschlands erkannte man bereits in den 90er Jahren (s. TRÄNKLE ET AL., 1992 und GILCHER, 1995). Danach tragen aufgelassene, nicht durch Bepflanzungen oder Ansaaten rekultivierte Abbaustätten innerhalb eines Biotopverbundsystems zur Sicherung und Vermehrung der biologischen Vielfalt und zur Stabilisierung der Ökosysteme in ihrer Umgebung bei. Materialentnahmestellen nehmen eine wichtige Funktion als Rückzugsgebiete für seltene und bedrohte Arten, Lebensgemeinschaften und Biotoptypen ein. Dies gilt auch für in Betrieb befindliche Abbaustätten, wie TRÄNKLE (1997) oder RADEMACHER (2001) zeigen.

Allerdings handelte es sich bei den meisten Untersuchungen um Einzelfallstudien. Eine der wenigen systematischen Untersuchungen von insgesamt 52 Abbaustätten der StEI in Bayern wurde ebenfalls von RADEMACHER & TRÄNKLE (2006) durchgeführt. Sie können zeigen, dass an diesen Standorten, deren Fläche nur ca. 0,006 % der Landesfläche Bayerns entspricht, insgesamt ca. 41 % aller in Bayern

heimischen Pflanzenarten, ca. 49 % aller Vogelarten, ca. 65 % aller Schmetterlingsarten und ca. 53 % aller Grashüpfer- und Grillenarten vorkommen.

Besonders beachtenswert sind die hohen Anteile geschützter Arten, die in Materialentnahmestätten zu finden sind. So kommen SCHIEL & RADEMACHER (2008) z. B. im Rahmen der Untersuchung einer Kiesgrube zum Ergebnis, dass ca. 30 % der vorgefundenen Pflanzenarten und ca. 40 % der Tierarten mit einem Schutzstatus belegt sind. Das Vorkommen der gefährdeten Arten wird dadurch ermöglicht, dass die Abbaustätten Biotoptypen beherbergen, die in der umliegenden Kulturlandschaft selten sind oder vollständig fehlen.

Für die Zementindustrie liegt zudem eine umfassende Literaturstudie vor (TRÄNKLE ET AL., 2003), welche u. a. die starke Korrelation von Abbaufäche und Artenanzahl (je größer desto mehr Arten) sowie zur Zahl geschützter Arten aufzeigt. Wie Tabelle 2 zeigt, ist die Schwankungsbreite von Abbaustätte zu Abbaustätte sehr groß.

Tab. 2: Gesamtanzahl der Gefäßpflanzenarten sowie Anzahl und Anteil gefährdeter Pflanzenarten in aufgelassenen Abbaustätten der Zementindustrie aus TRÄNKLE ET AL. (2003)

Abbaustätte/Autor(en)	Bundesland	Gesamtartenzahl	Gefährdete Arten	
			Anzahl	Anteil [%]
MES 1 (KUNDEL 1983)	NW	159	2	1,3
MES 3 (KUNDEL 1983)	NW	180	1	0,6
MES 4 (KUNDEL 1983)	NW	119	1	0,8
MES 5 (KUNDEL 1983)	NW	149	1	0,7
MES 7 (KUNDEL 1983) [Kleefeld]	NW	251	5	2,0
MES 8 (KUNDEL 1983) [Galgenknapp]	NW	212	11	5,2
MES 9 (KUNDEL 1983) [Kleiner Steinbruch]	NW	198	14	7,1
MES 10 (KUNDEL 1983) [Sportplatz]	NW	172	12	7,0
MES 13 (KUNDEL 1983)	NW	215	2	0,9
Galgenknapp (LELIVELDT & RODEL 1996a)	NW	274	14	5,1
Kleiner Steinbruch (LELIVELDT & RODEL 1996a)	NW	224	19	8,5
Sportplatz (LELIVELDT & RODEL 1996a)	NW	187	10	5,4
Galgenknapp (LASCHTOWITZ 1989)	NW	231	11	4,8
Hillenberg (DICKE 1989)	NW	163	8	4,9
Hartmannshof (MEYER 1995)	BY	310	6	1,9
Neuffener Hörnle (MAUS 1995)	BW	356	22	6,2
Blauer Steinbruch (MÜNCH 1995)	BW	261	18	8,7
Sotzenh. Steinbruch (POSCHLOD & MUHLE 1985; TRÄNKLE 1997)	BW	217	30	13,8
Stuttg. Steinbruch (TRÄNKLE 1997)	BW	289	19	6,3
Dotternhausen (GROSSMANN 1992)	BW	201	7	3,9
Nußloch (RADEMACHER 2001b)	BW	410	59	14,4
Gummanz (SCHACHT 1994)	MV	180	19	10,6
Räsin (SCHACHT 1994)	MV	175	21	12,0
Am langen Berg (SCHACHT 1994)	MV	142	26	18,3
Wesselin (SCHACHT 1994)	MV	140	22	15,7
Hagen (SCHACHT 1994)	MV	137	12	8,8
Am Bakenberg (SCHACHT 1994)	MV	106	10	9,4

Wenn man von Lebensräumen in Zusammenhang mit dem Rohstoffabbau spricht, kann man grundsätzlich unterscheiden in Lebensräume, deren Entstehung auf den eigentlichen Abbaubetrieb (Wanderbiotope) zurückzuführen ist und solche die nachgelagert zum Abbau (Folgenutzung) oder vorgelagert im Zuge von Kompensationsmaßnahmen geschaffen wurden.

2.1.1.1 Wanderbiotope

Im ersteren Fall handelt es sich meist um zufällig entstandene und nicht willentlich erschaffene Lebensräume, die einer fortlaufenden Dynamik unterliegen. Hierzu zählen z. B. tiefe, mit Wasser gefüllte Fahrspuren, durch Sprengung erzeugte felsige Steilwände, frische Rutschungen oder nährstoffarme Rohböden. Charakteristisch für diese Lebensräume ist, dass sie im Zuge des Abbaufortschrittes innerhalb der Abbaustätte wandern und zeitlich und räumlich begrenzt sind. Daher bezeichnet man diese mitunter hochwertigen Lebensräume auch als Wanderbiotope (LFU, 1997).

Wanderbiotope stellen Extremstandorte dar, die es in dieser Form in der Kulturlandschaft Deutschlands kaum noch gibt. Die Land- und Forstwirtschaft hat solche Standorte gemeinsam mit der Wasserwirtschaft über Jahrzehnte durch z. B. Bewässerung, Trockenlegung oder Düngung nivelliert. Insbesondere sog. Pionierarten sind an diese extremen Bedingungen angepasst. Daher ist es nicht verwunderlich, dass nahezu alle Pionierarten zu den schützenswerten Arten zählen bzw. sogar vom Aussterben bedroht sind.

Die Bedeutung der Abbaustätte als Lebensräume für diese Arten zeigt z. B. NICOLAY & NICOLAY (2012) für mehrere Landkreise in Hessen auf. Dort liegen 100 % der Vorkommen der Kreuzkröte (*Bufo calamita*), der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und des Flussregenpfeifers (*Charadrius dubius*) innerhalb von bestehenden und ehemaligen Abbaustätten (vgl. hierzu auch Tabelle 3 und Tabelle 4). Gleiches gilt für das gesamte Bundesgebiet z. B. für die Uferschwalbe (*Riparia riparia*) (SYMES, 2010).

Um die Zahl an Wanderbiotopen innerhalb einer Abbaustätte zu erhöhen, werden diese teilweise aktiv vom Betreiber in Zusammenarbeit mit Naturschutzverbänden hergestellt und periodisch z. B. nach einigen Jahren erneuert. Die aktive Pflege dieser Standorte ist auch erforderlich, um sie zu erhalten, wie SCHIEL & RADEMACHER (2008) oder CM (2012) zeigen. Da es in einer Abbaustätte fasst immer ungenutzte Teilbereiche (sog. Ruderalflächen gem. TRÄNKLE & RÖHL, 2001 im Mittel ca. 10–20 % der Abbaufäche) gibt, entsteht dem Unternehmen kein wirtschaftlicher Nachteil. Außerdem kann der Betreiber so das Risiko umgehen, dass er z. B. für die Dauer der Brutsaison den Abbau einschränken oder sogar ganz stoppen muss. Wird die Wanderbiotopfläche wieder in den Abbau eingegliedert, wird im Idealfall rechtzeitig im Vorfeld ein ähnliches Biotop im weiteren Umfeld geschaffen, so dass Tier- und Pflanzenarten eine Chance zur Neubesiedelung dieses Biotops haben.

Eine hohe räumliche Heterogenität sowie eine starke Spezialisierung der Arten können generell zu einem hohen Artenreichtum führen (TOWNSEND ET AL., 2009). Aus diesem Grund zeigen viele Materialentnahmestellen auch eine höhere Artenvielfalt als ihr unmittelbares Umfeld.

Tab. 3: Gesamtanzahl der Amphibienarten sowie Anzahl und Anteil gefährdeter Amphibienarten in aufgelassenen Abbaustätten der Zementindustrie aus TRÄNKLE ET AL. (2003)

Abbaustätte/Autor(en)	Bundesland	Gesamtartenzahl	Gefährdete Arten	
			Anzahl	Anteil [%]
Am langen Berg (SCHACHT 1994)	MV	1	1	100
Blauer Steinbruch (WUNSCH 1978)	BW	9	4	44
Dotternhausen (GROSSMANN 1992)	BW	6	2	33
Gröne (KORTE & GREIWE 1998)	NW	4	2	50
Gummanz (SCHACHT 1994)	MV	3	3	100
Hagen (SCHACHT 1994)	MV	1	1	100
Hillenberg (DICKE 1989)	NW	9	2	22
Milke (ÖKON 1999)	NW	3	2	67
Neuffener Hörnle (MAUS 1995)	BW	8	5	63
Räsin (SCHACHT 1994)	MV	2	2	100
Sotzenhausen (KUHNS 1983)	BW	5	1	20
Steinbruch Nußloch (RADEMACHER 2001b)	BW	12	9	75
Vellern (BAASNER et al. 1998)	NW	7	2	28

2.1.1.2 Renaturierungs- und Rekultivierungsflächen

Die Folgenutzung einer Materialentnahmestelle wird durch Renaturierungs- und Rekultivierungsmaßnahmen bestimmt. Diese Maßnahmen werden bei Außerbetriebnahme von Teilflächen einer Abbaustätte bewusst geplant und durchgeführt. Bei der Renaturierung werden durch mehr oder weniger starke Eingriffe gezielt vielfältige Lebensräume erschaffen, die dann infolge der natürlichen Sukzessionsdynamik besiedelt werden. Oftmals wird auch versucht die bestehenden Wanderbiotopflächen durch gezielte Pflegemaßnahmen zu erhalten. Alternativ zur Renaturierung wird die Rekultivierung durchgeführt, d. h. die Wiedernutzbarmachung des Geländes für menschliche Zwecke. Hierunter fallen z. B. die landwirtschaftliche Folgenutzung oder die Nutzung als Freizeit- und Erholungsfläche. Diese Form der Folgenutzung hat eine wesentlich geringere Bedeutung für den Artenschutz (NABU ET AL., 2012).

2.1.1.3 Kompensationsflächen

Kompensationsmaßnahmen werden i. d. R. bereits im Vorfeld eines Eingriffs durchgeführt, um den Erhaltungszustand einer Art nicht zu gefährden. Es handelt sich um Ausgleichsmaßnahmen, die im örtlichen und funktionalen Zusammenhang zum Eingriffsort stehen müssen. Die Kompensationsflächen müssen in ihrer Beschaffenheit den wegfallenden Flächen entsprechen und gleichwertige Lebensräume bieten. Es ist sogar möglich FFH-Schutzgebiete durch Kompensationsmaßnahmen zu ersetzen, wenn die Maßnahmen frühzeitig und in unmittelbarer Nähe zur Eingriffsfläche erfolgen (GERSTGRASER, 2008). Im Einzelnen sind die entsprechenden Regelungen komplex und von Bundesland zu Bundesland verschieden (vgl. hierzu auch KIEMSTEDT ET AL., 1996A).

Tab. 4: Gesamtanzahl der Amphibienarten sowie Anzahl und Anteil gefährdeter Amphibienarten in betriebenen Abbaustätten der Zementindustrie aus TRÄNKLE ET AL. (2003)

Abbaustätte/Autor(en)	Bundesland	Gesamtartenzahl	Gefährdete Arten	
			Anzahl	Anteil [%]
Grube Saturn (ALBRAND 1993)	SH	5	1	20
Höver (SCHMITZ 1995)	NI	6	2	33,3
Großer Steinbruch Lengerich (NOTARP 1997)	NW	8	2	25
Höste (DEGEN et al. 1997a)	NW	5	0	0
Ennigerloh Nord (KORTE & GREIWE 1997)	NW	2	0	0
Hillenberg/Brühne (DICKE 1989)	NW	6	0	0
Lohbusch (DICKE 1989)	NW	1	0	0
Liet (DICKE 1989)	NW	1	0	0
Burglengenfeld (NIEDERMEYER 1989)	BY	2	2	100
Gerhausen (BOHMER & RAHMANN 1997a; b)	BW	8	3	37,5
Göllheim (PREUB & NIEHUIS 1978)	RP	1	0	0
Vohenbronnen (BOHMER & RAHMANN 1997a; b)	BW	9	3	33,3

2.1.2 Warum werden Arterhebungen durchgeführt?

Untersuchungen zur biologischen Vielfalt im Zusammenhang mit Rohstoffgewinnungsmaßnahmen beruhen in Deutschland meist auf der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben im Zuge der Erweiterung bestehender Abbaustätten oder der Erschließung neuer Rohstoffvorkommen. Die Untersuchungen sind i. d. R. Bestandteil der mehrjährigen Genehmigungsverfahren.

Folgende Anlässe können zur Aufnahme von Biodiversitätsdaten führen:

- Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren die eine naturschutzrechtliche Eingriffsbeurteilung und meist auch eine spezielle Artenschutzrechtliche Prüfung (sAP) beinhalten
- vorhabensbezogene Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) im Zusammenhang mit Raumordnungsverfahren, falls der Eingriff eine gewisse Größe überschreitet
- FFH-Verträglichkeitsprüfungen gem. Fauna-Flora-Habitat-(FFH)-Richtlinie, falls Natura 2000 Flächen betroffen sind
- Erstellung eines landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP)
- Suche nach Kompensationsräumen (CEF-Maßnahmen: „Measures to ensure the continued ecological functionality“)
- Monitoring von Abbaustätten, Kompensationsflächen und Folgenutzungsflächen
- Ermittlung von Biodiversitätsindikatoren

Grundlage ist i. a. R. das Bundesnaturschutzgesetz (BUNDEREPUK DEUTSCHLAND, 2009 bzw. Erläuterungen von LOUIS, 2010), welches als Ziel u. a. die „dauerhafte Sicherung der biologischen Vielfalt“ § 1 Abs. 2 BNatSchG definiert. In der sog. Eingriffsregelung wird festgelegt, dass Eingriffe,

die zur Beeinträchtigung von Natur und Landschaft führen, zu vermeiden (Vermeidungsgrundsatz) bzw. zu kompensieren (Kompensationsregelung) (§ 13, § 15 BNatSchG) sind.

Handelt es sich um einen zulässigen Eingriff, sind für den Artenschutz vor allem die § 37 ff. BNatSchG von Bedeutung. Im Rahmen des besonderen Artenschutzes (besonders und streng geschützte Tier- und Pflanzenarten sowie die europäischen Vogelarten und national besonders geschützten Arten sog. Verantwortungsarten ANDRIAN-WERBURG ET AL., 2011) werden dann sog. Zugriffsverbote § 44 BNatSchG definiert.

Detailliertere Ausführungen zur artenschutzrechtlichen Prüfung bzw. zur genehmigungsrechtlichen Vorgehensweise bei der Zulassung von Abbaustätten sind z. B. in ANDRIAN-WERBURG ET AL. (2011), LFU (1997), KIEMSTEDT ET AL. (1996B), KIEMSTEDT ET AL. (1996A), LUBW (2006B) oder SPANG & KRAKOW (2007) zu finden.

2.2 Biodiversität in der Informatik

Die Biodiversitätsinformatik entwickelte sich als Spezialgebiet der Bioinformatik Ende der 90er Jahre. Sie verknüpft aktuelle Informationstechnologien mit den Daten und Methoden der Biodiversitätsforschung (BERENDSOHN, 2001). Zentrale Entwicklungsschwerpunkte sind die Schaffung von interoperablen Informationsmanagementstrukturen, die Zusammenführung und Bereitstellung bestehender primärer biologischer Sammlungs-, Forschungs- und Literaturdaten internationaler Institutionen (Nationalkundemuseen, Herbarien, botanische und zoologische Gärten, Universitäten, Bibliotheken usw.) und die Verknüpfung dieser Daten mit anderen Umweltinformationen (z. B. abiotische Faktoren wie Temperatur- oder Niederschlagsverteilung) zur Modellierung von Habitaten und Artverbreitungsgebieten. Allen diesen Entwicklungen ist die Nutzung des Internets als Kommunikationsebene sowie die konsequente Umsetzung der Prinzipien der Interoperabilität gemeinsam (BISBY, 2000).

Mit großem Aufwand werden die von den einzelnen Institutionen (data providers) lokal verwalteten und weltweit verteilten Datenbanksysteme mittels Netzwerktechnologie über das Internet miteinander verbunden und über Internetportale dem Nutzer zur Verfügung gestellt. Diese Infrastruktur ermöglicht es, durch eine einzelne Anfrage simultan alle beteiligten Repositorien abzufragen.

Das internationale Netzwerk *Global Biodiversity Information Facility*¹ (GBIF), welches im Jahr 2000/2001 gegründet wurde, stellt die größte Informationsinfrastruktur für die organismische Vielfalt dar und ist sicherlich eine der wichtigsten Initiativen der Biodiversitätsinformatik. Das Ziel von GBIF ist die Zusammenführung sämtlicher verfügbarer biologischer Sammlungsdaten weltweit (nach DUCKWORTH ET AL., 1993 ca. 2,5 Mrd. Sammlungsbelege) sowie deren elektronische Bereitstellung in Form einer einheitlichen Datenbasis für potentielle Nutzer aus allen Bereichen der Wissenschaft und der Gesellschaft. Mittels einer komplexen technischen Infrastruktur bündelt GBIF mittlerweile 464

¹<http://www.gbif.org/> (12.04.2013)

nationale Datenanbieter von globalen Artdatenbanken, so dass aktuell der Zugriff auf ca. 400 Mio. Datensätze über diverse Schnittstellen möglich ist (Stand: 27.04.2013).

Frühere Entwicklungen wie das australische *Environmental Resources Information Network* (ERIN), welches bereits auf einer interoperablen Softwarelösung aufbaute, oder das nordamerikanische *Mammal Networked Information System*² (MaNIS), im Rahmen dessen das *Distributed Generic Information Retrieval* (DiGIR) Protokoll (vgl. Abschnitt 2.2.4 zur Datenübertragung und Netzwerkkommunikation entwickelt wurde, waren Vorbilder für GBIF (vgl. BISBY, 2000, CANHOS ET AL., 2004 oder STEIN & WIECZOREK, 2004).

In den letzten 10 Jahren hat sich die Entwicklung biodiversitärer Datenbanken, Internetportale, Webanwendungen und WebGIS-Systeme deutlich beschleunigt. Mittlerweile ist eine unüberschaubare Zahl an Projekten mit unterschiedlichen Schwerpunkten im Internet zu finden. Selbst wenn man sich nur auf die Systeme beschränkt, welche sich inhaltlich mit der Darstellung von Sammlungsdaten und Artbeobachtungsdaten befassen, ist keine zusammenfassende Darstellung möglich. Tabelle 5 versucht einen Überblick über die wichtigsten Portale und Netzwerke zu geben und unterscheidet hinsichtlich der räumlichen Datenabdeckung sowie hinsichtlich des abgebildeten Artenspektrums (Taxa-Umfang) der Systeme. Die Tabelle gibt außerdem einen Überblick über die technische und funktionelle Umsetzung der einzelnen Projekte, was im Hinblick auf die zu erstellende Webanwendung von besonderer Bedeutung ist.

²<http://manisnet.org/> (25.04.2013)

Tab. 5: Übersicht über einige der wichtigsten Webportale und internationalen Netzwerke zur Bereitstellung primärer Biodiversitätsdaten

Vollständiger Name	Abkürzung	Anzahl beteiligter Institutionen (data providers)	Anzahl Datensätze (Einträge in Mio.)	Taxonomische Abdeckung	Räumliche Abdeckung	Schnittstellen (API)	Entwicklungsumgebung & Programmiersprachen	Upload eigener Beobachtungsdaten	Internetadresse
Global Biodiversity Information Facility	GBIF	464	396	alle Artgruppen	global	diverse RESTful Webservices	Java, PostgreSQL, MySQL, DIGIR, BioCAsE, TAPIR	Nein	[a]
VertNet	VertNet	86	85	alle Artgruppen	global	in Entwicklung	CouchDB, HTML5	Nein	[b]
The World Information Network on Biodiversity	REMIB	41	5,7	alle Artgruppen	146 Länder	-	n.a.	Nein	[c]
Atlas of Living Australia	ALA	494	39	alle Artgruppen	Australien	diverse RESTful Webservices	Java (ZK), JavaScript, OpenLayers, GeoServer, PostgreSQL, PostGIS, BioCAsE	Ja, MS Excel-Template	[d]
Ocean Biogeographic Information System	OBIS	40	35,5	Marine Arten	global	-	Java, JavaScript, OpenLayers, GeoServer, PostgreSQL, PostGIS, DIGIR	Nein	[e]
Distributed Information Network for Biological Collections	SpeciesLink	297	6	alle Artgruppen	Brasilien	-	Java, PostgreSQL, PostGIS, Google Maps, DIGIR	Nein	[f]
AlgaeBase	AlgaeBase	n.a.	0,2	Algen	global	-	n.a.	Nein	[g]
Fauna Europaea	Fauna Europaea	n.a.	n.a.	Fauna	Europa	-	n.a.	Ja, MS Excel-Template	[h]
Tropicos	Tropicos	49	4,2	Flora	global	RESTful Webservice	n.a.	Nein	[i]
Map of Life	MOL	38 (u.a. GBIF)	366	alle Artgruppen	global	in Entwicklung	JavaScript, HTML5, Google App Engine, CartoDB	Nein	[j]
European Distributed Institute of Technology	EDIT (mapViewer)	derzeit nicht in Betrieb	derzeit nicht in Betrieb	alle Artgruppen	Europa	RESTful Webservice	Java, JavaScript, PHP, OpenLayers, PostgreSQL, PostGIS, CMS Drupal	Ja, CSV-Template	[k]

[a]: <http://www.gbif.org/>

[g]: <http://www.algaebase.org>

[b]: <http://vertnet.org/index.php>

[h]: <http://www.faunaeur.org/index.php>

[c]: http://www.conabio.gob.mx/remib_ingles/doctos/remib_ing.html

[i]: <http://www.tropicos.org/>

[d]: <http://www.ala.org.au/>

[j]: <http://www.mappinglife.org/>

[e]: <http://www.obis.org/>

[k]: http://edit.br.fgov.be/edit_wp5/geo/mapviewer/edit.html

[f]: <http://splink.cria.org.br/index?&setlangZen&setlang=en>

n.a.: nicht angegeben

Weitere Projekte von hoher Bedeutung für die internationale Biodiversitätsforschung und mit einem ähnlich umfassenden Ansatz wie GBIF, jedoch einem etwas anderen Fokus, stellen die Webprojekte *Encyclopedia of Life*³ (EOL, WILSON, 2003) und *Tree of Life*⁴ (ToL, MADDISON ET AL., 2007) dar. Beide haben die Entwicklung eines umfassenden globalen Onlinelexikons für Artbeschreibungen zum Ziel.

Umfassendere Übersichten zu den aktuell im Internet verfügbaren Webprojekten und Anwendungen aus dem Bereich der Biodiversitätsinformatik finden sich zudem in der Projektdatenbank der *Taxonomic Databases Working Group*⁵ (TDWG, jetzt umbenannt in Biodiversity Information Standards), dem *Biodiversity Service & Application Tracker*⁶, welcher aus dem 5ten Rahmenprogramm der Europäischen Kommission hervorgegangen ist oder einem Projektbericht der australischen Initiative *Atlas of Living Australia* (TANN & FLEMONS, 2008).

In den folgenden Kapiteln werden einige aktuelle Projekte vorgestellt, welche auch im Rahmen dieser Arbeit näher untersucht wurden. Es wird unterschieden in Projekte, die die Bereitstellung der taxonomischen Grundlagendaten (*taxonomic data*) zum Ziel haben und in Projekte, welche wissenschaftliche Belegexemplardaten (*specimen data* z. B. Präparate, Fotografien und Multimediadaten aus Sammlungen naturkundlicher Museen) und Beobachtungsdaten (*occurrence data, observation data* d. h. Aufzeichnung einer Einzelbeobachtung/Sichtung einer Art) zur Verfügung stellen und visualisieren. Letztere haben i. A. auch erweiterte Funktionalitäten implementiert, welche eine umfangreichere Benutzerinteraktion erfordern, wie z. B. komplexere Abfragen, Kombination verschiedener Datenquellen und -arten oder die Integration eigener Daten.

2.2.1 Übersicht taxonomische Projekte

Da sämtliche Anfragen, die im Rahmen der oben beschriebenen Dateninfrastrukturen getätigt werden, vom Artbegriff abhängig sind, muss die Bezeichnung der Taxa konsistent über alle beteiligten Datenbanken hinweg erfolgen. Für die Entwicklung einer globalen Biodiversitätsdatenbasis ist daher die Verfügbarkeit eines eindeutigen, weltweit gültigen, taxonomischen Systems zwingend erforderlich (BOYLE ET AL., 2013).

Dies steht aber in grundlegendem Widerspruch mit der biologischen Nomenklatur. Aufgrund verschiedener systematischer Vorstellungen haben sich in der Biologie unterschiedliche taxonomische Ansätze entwickelt. Es existieren zahlreiche Klassifizierungskonzepte (uBio⁷ listet z. B. 90 Klassifizierungskonzepte), was dazu führt, dass Arten unterschiedlich benannt werden oder sich die Schreibweisen unterscheiden, dass die hierarchische Zuordnung unterschiedlich vorgenommen wird oder einzelne Ränge ganz fehlen (s. CHAVAN ET AL., 2005, FRANZ & PEET, 2009 oder PAGE, 2012). Weitere

³<http://www.eol.org/> (10.04.2013)

⁴<http://tolweb.org/tree/> (10.04.2013)

⁵<http://www.tdwg.org/biodiv-projects/> (25.04.2013)

⁶<http://bdtracker.cybertaxonomy.africamuseum.be/> (25.04.2013)

⁷<http://www.ubio.org> (04.05.2013)

Schwierigkeiten, die mit der Entwicklung solcher „taxonomischer Backbones“ verbunden sind (z. B. Behandlung von Synonymen, Homonymen, sonstige Mehrdeutigkeiten), zeigen u. a. BOWKER (2000) und BISBY (2000) auf.

Auf der Ebene der biologischen Systematik wurde daher bereits in den 90er Jahren damit begonnen globale Datenbanken (*Species 2000*⁸, *Integrated Taxonomic Information System – ITIS*⁹, *FishBase*¹⁰, *U. S. National Center for Biotechnology Information – NCBI*¹¹, uvm.) zu entwickeln und über interoperable Schnittstellen zugänglich zu machen. Einige der oben genannten Probleme konnten mit den bestehenden taxonomischen Datenbanken gelöst werden (z. B. Zuordnung von Synonymen). Eine Bündelung aller taxonomischen Informationen in einem System scheint aufgrund der unterschiedlichen Auffassungen der Taxonomen und fachlicher Differenzen zwischen den verschiedenen Interessengruppen aber schwierig zu sein. Bis jetzt existiert noch keine umfassende globale Datenbank, die in der Lage ist jeden Artnamen, egal welcher Herkunft (taxonomisches System), eindeutig zuzuordnen. Hierin liegt eine der Herausforderungen der Biodiversitätsinformatik für die nächsten Jahre (BOYLE ET AL., 2013).

Seit einigen Jahren werden für die großen Webportale vermehrt Programmierschnittstellen sog. Application Programming Interfaces (API) angeboten, welche es Entwicklern von Webanwendungen erleichtert, auf die taxonomischen Datenbanken zuzugreifen. Durch die Bereitstellung einer eindeutigen Systematik mittels taxonomischem Web-Service (*taxon name services*) wird insbesondere der automatische Taxonomieabgleich und die Identifikation fehlerhafter Taxa für externe Webanwendungen deutlich vereinfacht (CANHOS ET AL., 2004). Wie Tabelle 6 zeigt, verfügen mittlerweile die meisten der großen taxonomischen Webportale über entsprechende APIs.

⁸<http://www.species2000.org/> (24.04.2013)

⁹<http://www.itis.gov> (24.04.2013)

¹⁰<http://www.fishbase.org/search.php> (24.04.2013)

¹¹<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy> (24.04.2013)

Tab. 6: Übersicht über einige der wichtigsten Webportale und internationalen Netzwerke zur Bereitstellung taxonomischer Grundlegenden (sog. taxonomic backbone)

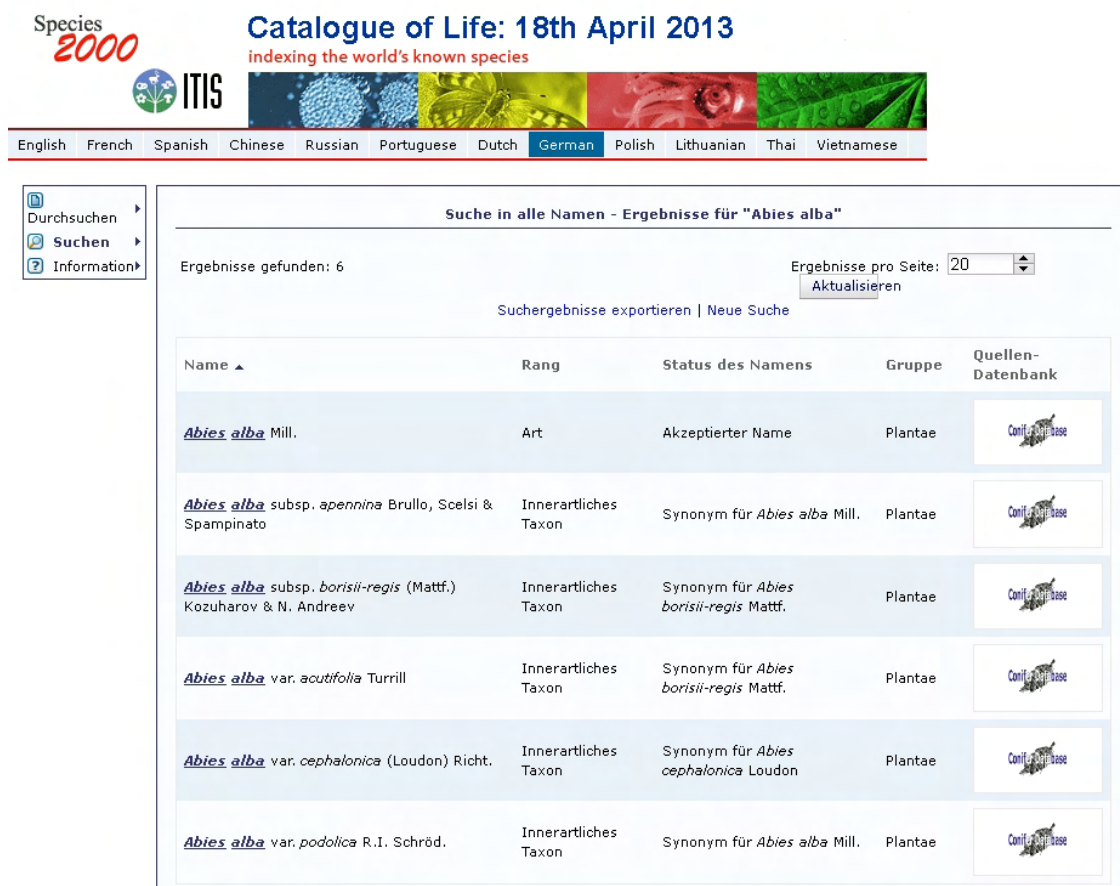
Vollständiger Name	Abkürzung	Anzahl gültiger Arten	Gesamtzahl wiss. Namen (alle Ränge)	Taxonomische Abdeckung	Schnittstellen (API)	Internetadresse
World Register of Marine Species	WoRMS	220.000	476.000	Marine Arten	SOAP Webservice	[a]
uBio	uBio	4,8 Mio.	11,1 Mio.	alle Artgruppen	SOAP Webservice	[b]
Wikispecies	-	363.000	363.000	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[c]
Catalogue of Life	CoL	1,35 Mio.	2,8 Mio.	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[d]
Integrated Taxonomic Information System	ITIS	n.a.	617.000	alle Artgruppen	SOAP Webservice	[e]
The Official Registry of Zoological Nomenclature	ZooBank	94.000	94.000	Fauna	RESTful Webservice	[f]
A Pan-European Species directories Infrastructure	PESI	214.000	452.000	alle Artgruppen	SOAP Webservices	[g]
Global Biodiversity Information Facility	GBIF	s. CoL	s. CoL	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[h]
Atlas of Living Australia	ALA	195.000	342.000	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[i]
Tropicos	Tropicos	n.a.	1,26 Mio.	Flora	RESTful Webservice	[j]
Encyclopedia of Life	EoL	n.a.	3,5 Mio. Seiten	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[k]
Thomson Reuters Index to Organism Names	ION	1,22 Mio.	2,18 Mio.	alle Artgruppen	-	[l]
The Plant List	-	330.000	1,24 Mio.	Flora	-	[m]
Global Names Architecture (bündelt zahlreiche Initiativen)	GNA	n.a.	n.a.	alle Artgruppen	zahlreiche, komplexe SOAP und REST Webservices	[n]
National Center for Biotechnology Information	NCBI	275.000	381.000	alle Artgruppen	RESTful Webservice	[o]

[a]: <http://www.marinespecies.org>
 [b]: <http://www.ubio.org/>
 [c]: http://species.wikimedia.org/wiki/Main_Page
 [d]: <http://www.catalogueoflife.org/>
 [e]: <http://www.itis.gov/>
 n.a.: nicht angegeben

[f]: <http://zoobank.org/>
 [g]: <http://www.eu-nomen.eu/portal/>
 [h]: <http://data.gbif.org/welcome.htm>
 [i]: <http://www.ala.org.au/>
 [j]: <http://services.tropicos.org/help>
 [k]: <http://eol.org/>
 [l]: <http://www.organismnames.com/>
 [m]: <http://www.theplantlist.org/>
 [n]: <http://www.globalnames.org/>
 [o]: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>

Catalogue of Life¹² (CoL)

Im Jahr 2001 schlossen sich die beiden großen Initiativen Species 2000 und ITIS zusammen und gründeten den *Catalogue of Life*. Ziel des CoL ist es, einen taxonomischen Standard aller weltweit bekannten Artnamen (ca. 1,7-1,8 Mio.) zu schaffen und diese im Rahmen einer Internetdatenbank zur Verfügung zu stellen (Abbildung 3). Außerdem soll auch bei Anfrage eines Synonymnamens der korrekte Bezug zum wissenschaftlich gültigen Taxon möglich sein (Abbildung 4). Dies ist durchaus von Bedeutung, da für manche Artgruppen die Anzahl bekannter Synonyme die Anzahl gültiger Namen übersteigt COSTELLO ET AL. (2013). Derzeit sind bereits über 1,3 Mio. Artnamen in der Datenbank enthalten (vgl. Tabelle 6).



The screenshot shows the Catalogue of Life website interface. At the top, there is a header with the 'Species 2000' and 'ITIS' logos, and the text 'Catalogue of Life: 18th April 2013 indexing the world's known species'. Below the header is a navigation bar with language options: English, French, Spanish, Chinese, Russian, Portuguese, Dutch, German (selected), Polish, Lithuanian, Thai, Vietnamese.

The main content area displays search results for 'Abies alba'. The search bar contains 'Suche in alle Namen - Ergebnisse für "Abies alba"'. Below the search bar, it indicates 'Ergebnisse gefunden: 6' and 'Ergebnisse pro Seite: 20'. There is a button labeled 'Aktualisieren' and a link 'Suchergebnisse exportieren | Neue Suche'.







Name ▲	Rang	Status des Namens	Gruppe	Quellen-Datenbank
Abies alba Mill.	Art	Akzeptierter Name	Plantae	
Abies alba subsp. <i>apennina</i> Brullo, Scelsi & Spampinato	Innerartliches Taxon	Synonym für <i>Abies alba</i> Mill.	Plantae	
Abies alba subsp. <i>borisii-regis</i> (Mattf.) Kozuharov & N. Andreev	Innerartliches Taxon	Synonym für <i>Abies borisii-regis</i> Mattf.	Plantae	
Abies alba var. <i>acutifolia</i> Turrill	Innerartliches Taxon	Synonym für <i>Abies borisii-regis</i> Mattf.	Plantae	
Abies alba var. <i>cephalonica</i> (Loudon) Richt.	Innerartliches Taxon	Synonym für <i>Abies cephalonica</i> Loudon	Plantae	
Abies alba var. <i>podolica</i> R.I. Schröd.	Innerartliches Taxon	Synonym für <i>Abies alba</i> Mill.	Plantae	

Abb. 3: Ergebnisansicht einer Suchanfrage (Freitextsuche) der *dynamic checklist* des CoL für die Art *Abies alba*. Es werden die Hauptart und 5 Unterarten gefunden. (Stand: 10.05.2013)

Die Daten werden als *annual checklist* (jährliche Veröffentlichung als CD-ROM und online) und als *dynamic checklist* (Echtzeit Aktualisierung der checklist als Internetanwendung) bereit gestellt. Der CoL besteht sowohl aus einer zentralen statischen Datenbank für die annual checklist, als auch aus

¹²<http://www.catalogueoflife.org/> (10.02.2013)



Species details

Conifer Database

Accepted scientific name: *Abies alba* Mill. (accepted name)

Synonyms:

- Abies alba* subsp. *apennina* Brullo, Scelsi & Spampinato (synonym)
- Abies alba* var. *podolica* R.I. Schröd. (synonym)
- Abies argentea* Chambray (synonym)
- Abies chlorocarpa* Purk. ex Nyman (synonym)
- Abies excelsa* Link (ambiguous synonym)
- Abies nobilis* A. Dietr. (ambiguous synonym)
- Abies pardei* Gaussen (synonym)
- Abies taxifolia* Desf. (ambiguous synonym)
- Abies vulgaris* Poir. (ambiguous synonym)
- Picea excelsa* Wender. (ambiguous synonym)
- Pinus abies* Du Roi (ambiguous synonym)
- Pinus abies* var. *leioclada* Steven ex Endl. (ambiguous synonym)
- Pinus baldensis* Zuccagni (synonym)
- Pinus heterophylla* K. Koch (ambiguous synonym)
- Pinus pectinata* Lam. (synonym)
- Pinus picea* L. (ambiguous synonym)

Common names:

Common name	Language	Country
-------------	----------	---------

Abb. 4: Webseite der Art *Abies alba* der *dynamic checklist* des CoL. Für diese Art werden insgesamt 16 Synonyme gefunden. (Stand: 10.05.2013)

einer dynamischen Komponente, welche die Informationen zahlreicher internationaler taxonomischer Fachdatenbanken bündelt.

Für die Kommunikation zwischen den verteilten Fachdatenbanken und dem CoL wird die Species 2000 Interoperability Coordination Environment¹³ (SPICE) Architektur eingesetzt. Über einen in SPICE integrierten SOAP-Web-Service (Simple Object Access Protocol) werden die taxonomischen Daten an das Webinterface des CoL übertragen, wo sie über Freitextsuche oder über phylogenetische Stammbäume (Abbildung 5) gesucht werden können (JONES ET AL., 2000).

Über RESTful-Web-Services (Representational State Transfer) kann der CoL in Anwendungen anderer Organisationen eingebaut werden. Einige der größten Netzwerke wie z. B. GBIF und EoL nutzen den CoL auf diese Weise als taxonomischen Backbone. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit der Stapelverarbeitung einer großen Anzahl Artnamen (*list matching service*), welche in Form einer Textdatei hochgeladen werden können und anschließend serverseitig prozessiert werden.

¹³<http://biodiversity.cs.cf.ac.uk/spice/> (15.04.2013)

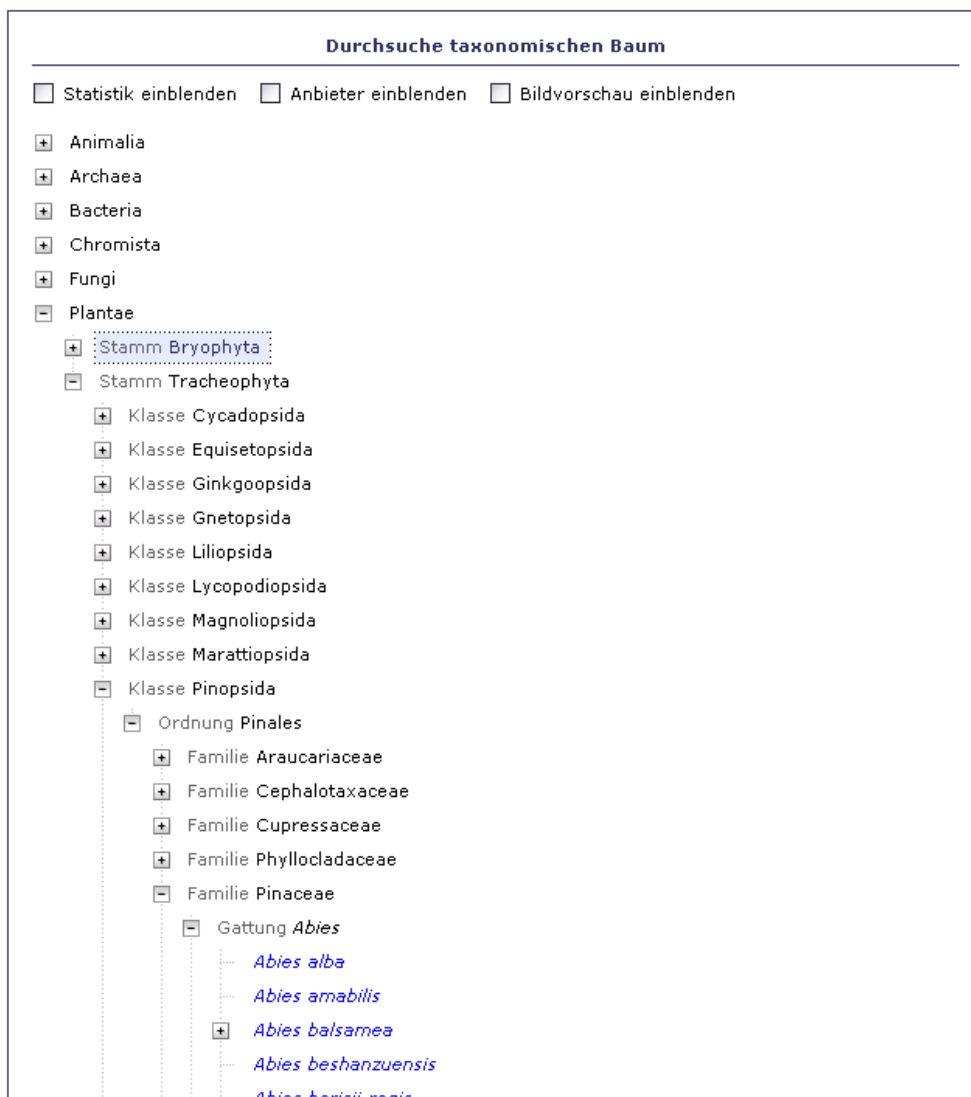


Abb. 5: Taxonomische Baumansicht des CoL für die Gattung *Abies* der *dynamic checklist* des CoL. (Stand: 10.05.2013)

Pan European Species directories infrastructure¹⁴ (PESI)

Die Entwicklung der *Pan European Species directories infrastructure* war Bestandteil des 6. Forschungsrahmenprogramms (FP6) der Europäischen Kommission von 2006–2011. Ziel von PESI war es, eine europaweite Infrastruktur für Artenverzeichnisse aufzubauen. Im Rahmen des Projektes wurden die technischen Grundlagen geschaffen, um die drei wichtigsten taxonomischen Datenbanken von Europa (European Register of Marine Species, Fauna Europaea, Euro+Med PlantBase) zusammenzuführen. Im Ergebnis wurde eine einheitliche für Gesamteuropa gültige, auf Standards basierende und von taxonomischen Experten geprüfte, offene Dateninfrastruktur geschaffen¹⁵.

¹⁴<http://www.eu-nomen.eu/portal/> (12.02.2013)

¹⁵http://www.eu-nomen.eu/psi/index.php?option=com_content&view=article&id=

Über das PESI Portal (Suchformular) kann die Dateninfrastruktur nach taxonomischen Begriffen durchsucht werden (Abbildung 6). Die verfügbare annotierte Checkliste europäischer Organismen gibt die derzeit gängige Lehrmeinung wieder. Wie beim CoL gibt es für die Bearbeitung längerer Namenslisten die Möglichkeit Dateien hochzuladen. Es können Textdateien, Comma Separated Value (CSV) Dateien und Microsoft Excel Dateien verarbeitet werden. Über verschiedene SOAP basierte Web-Services können z. B. die korrekte Rechtschreibung von Taxa, die übergeordneten Ränge, der wissenschaftliche oder landessprachliche Artname usw. abgerufen werden.

EU-NOMEN
Pan-European Species directories Infrastructure

› Taxon-Suche › Taxon-Vergleich › Expertendatenbank
› Nomenklatoren › Statistics › Webdienste › PESI Project

Höhere Klassifizierung: > Kingdom **Animalia** > Phylum **Chordata** > Subphylum **Vertebrata** > Superclass **Gnathostomata** > Superclass **Tetrapoda**
> Class **Aves** > Order **Strigiformes** > Family **Strigidae** > Genus **Bubo**

Bubo bubo (Linnaeus, 1758)
Rangstufe: **Species**
Taxon Status: **accepted**

Original genus
Strix Linnaeus, 1758

taxonomische Beziehungen zu diesem Taxon

Genus group names

<i>Bubo</i>	Dumeril, 1806	accepted genus name
<i>Nyctea</i>	auct.	misapplied name

Species group names

<i>Strix bubo</i>	Linnaeus, 1758	objective synonym
-------------------	----------------	-------------------

Vernakularnamen (+)

- Albanian:** bufi; bufi i madh me veshë; hutini i madh; hutini me veshë; lorja
- Bulgarian:** Бухан
- Danish:** Stor hornugle
- Dutch:** Oehoe
- English-United States:** Eurasian Eagle Owl
- German:** Uhu
- Greek:** Κοινός Μπούφος ; Κοινός Μπούφος
- Israel (Hebrew):** נוח
- Italian:** Gufo reale

Habitat
keine Daten vorhanden

Bedeutung und Schutzstatus

EU Birds Directive:
Annex I 2009

IUCN:
Red List status LC 2009

Daten bereitgestellt von

GUID
urn:lsid:faunaeur.org:taxname:97039

Zuletzt geändert
2004-05-07 by Drs Cees Roselaar

Abb. 6: Ergebnisansicht einer Suchanfrage (Freitextsuche) der PESI für die Art *Bubo bubo*. Es werden nicht wissenschaftliche Namen (landessprachliche Namen) in zahlreichen Sprachen angezeigt. (Stand: 10.05.2013)

Interessant ist, dass die Datenbank im Vergleich zur Gesamtartenzahl (vgl. Tabelle 6) mit ca. 183 000 Artnamen auch eine große Zahl landessprachlicher Namen enthält¹⁶.

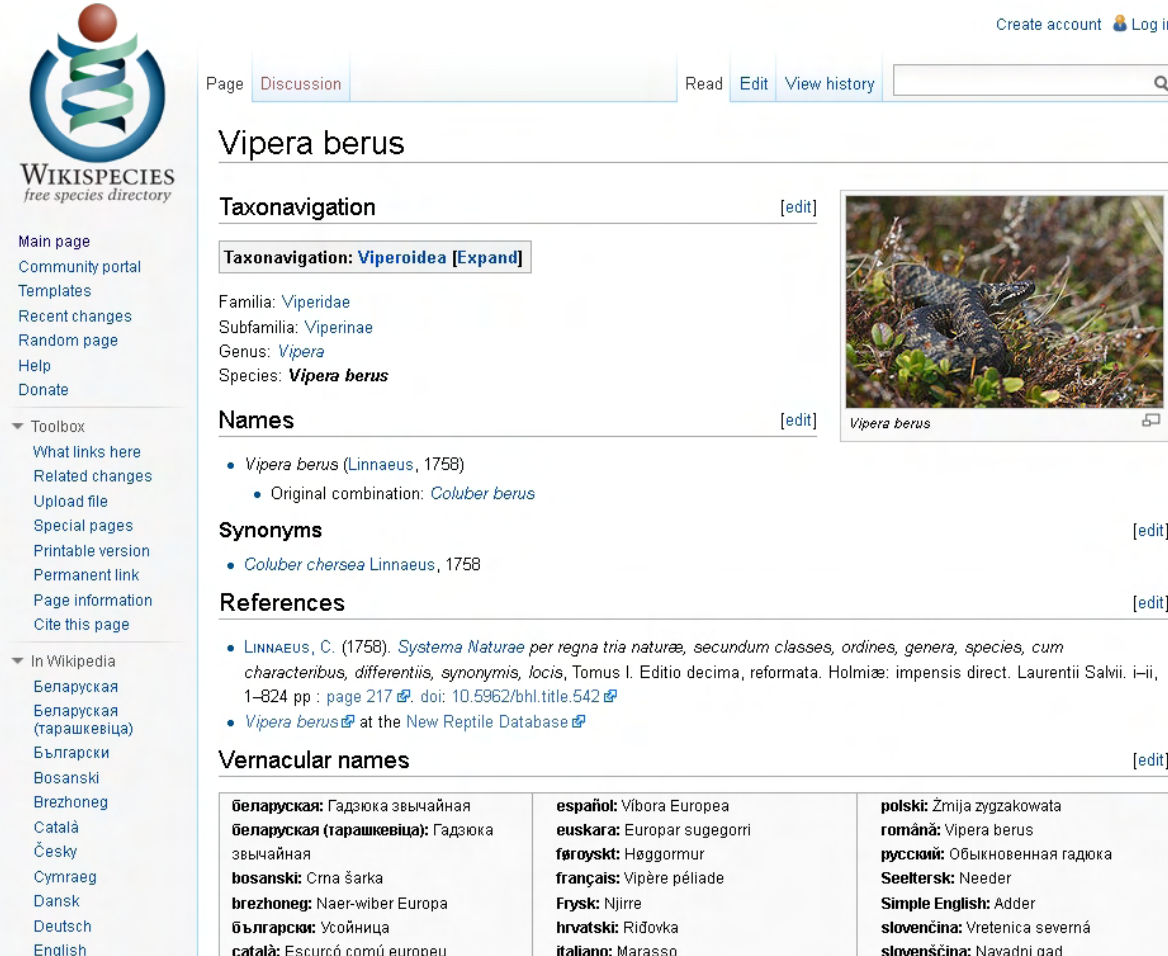
Wikispecies¹⁷

44&Itemid=53 (20.04.2013)

¹⁶<http://www.eu-nomen.eu/portal/stats.php> (20.04.2013)

¹⁷http://species.wikimedia.org/wiki/Main_Page (10.10.2012)

Mit der Arbeit an *Wikispecies* wurde 2004 begonnen. Betreiber ist die Wikimedia Foundation. Es handelt sich um ein offenes, von jedem zu editierenden Internetprojekt zur Erfassung von Lebewesen aller Organismenreiche auf Basis eines Wikis. Ähnlich wie bei der EoL wird versucht ein globales Artenlexikon zu schaffen. Für jedes Taxon kann eine eigene Wikiseite mit Bilder, Links usw. angelegt werden (Abbildung 7). Das Artenverzeichnis beinhaltet eine eigene Systematik. Wikis basieren auf der Software Mediawiki¹⁸, welche wiederum eine Datenbank zum Speichern des Wikis einsetzt. Da es sich bei Wikispecies aber nicht um eine Artdatenbank im eigentlichen Sinne einer Datenbankanwendung handelt, mangelt es dem System an wichtigen Funktionalitäten. So sind z. B. komplexere Abfragen der zugrunde liegenden Artdaten nicht möglich, weshalb das System oft kritisiert wird (PAGE, 2009).



The screenshot shows the Wikispecies page for *Vipera berus*. The page layout includes a sidebar with navigation links, a main content area with taxonomic information, a photograph of the snake, and a table of vernacular names in multiple languages.

Wikispecies Logo: WIKISPECIES free species directory

Navigation: Main page, Community portal, Templates, Recent changes, Random page, Help, Donate

Toolbox: What links here, Related changes, Upload file, Special pages, Printable version, Permanent link, Page information, Cite this page

In Wikipedia: Беларуская, Беларуская (тарашкевіца), Български, Bosanski, Brezhoneg, Català, Český, Cymraeg, Dansk, Deutsch, English

Page: Discussion | Read | Edit | View history

Vipera berus

Taxonavigation [edit]

Taxonavigation: **Viperoidea** [Expand]

Familia: Viperidae
Subfamilia: Viperinae
Genus: *Vipera*
Species: ***Vipera berus***

Names [edit]

- Vipera berus* (Linnaeus, 1758)
 - Original combination: *Coluber berus*

Synonyms [edit]

- Coluber cherssea* Linnaeus, 1758

References [edit]

- LINNAEUS, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, Tomus I. Editio decima, reformata. Holmiae: impensis direct. Laurentii Salvii. i–ii, 1–824 pp : page 217 [↗](#). doi: 10.5962/bhl.title.542 [↗](#)
- Vipera berus* [↗](#) at the New Reptile Database [↗](#)

Vernacular names [edit]

беларуская: Гадзюка звычайная	español: Víbora Europea	polski: Żmija zygzakowata
беларуская (тарашкевіца): Гадзюка звычайная	euskara: Europar sugegorri	română: Vipera berus
bosanski: Crna šarka	føroyskt: Hæggormur	русский: Обыкновенная гадюка
brezhoneg: Naer-wiber Europa	français: Vipère péllade	Seeltersk: Needer
български: Усойница	Frysk: Njirre	Simple English: Adder
català: Escurçó comú europeu	hrvatski: Riđovka	slovenčina: Vretenica severná
	italiano: Marasso	slovenščina: Navadni gad

Abb. 7: Ergebnisansicht einer Suchanfrage (Freitextsuche) von Wikispecies für die Art *Vipera berus*. Es wird die Wikiseite der jeweiligen Art bzw. des gesuchten Taxons angezeigt. (Stand: 10.05.2013)

Abgesehen von der direkten Eingabe und Suche nach Taxa beinhaltet das Webportal auch eine Pro-

¹⁸<http://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki/de> (06.05.2013)

grammierschnittstelle in Form eines RESTful Web-Service^{19,20}. Der Web-Service verfügt auch über eine Funktion zur unscharfen Suche, welche z. B. bei fehlerhafter Rechtschreibung von Artnamen Vorschläge korrekter Taxanamen zurückliefert (Fuzzy Match).

2.2.2 Internationale Portale für Sammlungs- und Beobachtungsdaten

Die nachfolgenden Projekte wurden hinsichtlich ihrem inhaltlichen Aufbau, der Nutzerführung und der eingesetzten technischen Komponenten und Methoden näher untersucht. Die einzelnen Projektkapitel sind jeweils identisch gegliedert.

Nach einer kurzen Projektzusammenfassung erfolgt eine Gliederung in die Unterabschnitte „Technische Umsetzung“, „Datenmodell“ und „Funktionalität“. Da die verfügbare Projektdokumentation der einzelnen Projekte qualitativ stark schwankte (von ausführlich bis rudimentär), konnte nicht jeder Gliederungspunkt in der gleichen fachlichen Tiefe dargestellt werden. Insbesondere den Ausführungen zum Datenmodell liegt in den seltensten Fällen ein Entity-Relationship-Diagramm (ERD, s. Abschnitt 2.3.5) zugrunde. Stattdessen wurde versucht aufgrund der Eingabeformulare den Begleitattribut- und Metadatenumfang abzuschätzen.

Die Ergebnisse der Analyse sind in die Erstellung der (funktionalen) Anforderungsanalyse und in das Systemdesign des BIS eingeflossen. Technische Aspekte waren insbesondere auch für die Implementierung des Prototypen von Bedeutung.

2.2.2.1 The Atlas of Living Australia

Ein sehr aufwändiges und umfassendes Projekt zur Entwicklung eines frei zugänglichen landesweiten Biodiversitätsdaten-Managementsystems für Australien ist das Webportal *Atlas of Living Australia*²¹. Im Zeitraum von 2007 bis 2012 wurde das Projekt über den nationalen Educational Investment Fund, die National Collaborative Research Infrastructure Strategy der australischen Regierung und weitere Projektpartner für insgesamt 65 Mio. Dollar finanziert (BELBIN, 2011). Ziel des Systems ist es, das biologische Wissen Australiens mit wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Referenzsammlungen und weiteren Umweltinformationen zu verknüpfen.

Auf Basis einer Anforderungsanalyse wurden folgende Schlüsselfunktionalitäten identifiziert:

- Artverbreitungsanalysen
- Artidentifikation
- Standortanalysen
- Planung und Verwaltung von Biotopen

¹⁹<http://species.wikimedia.org/wiki/Special:ApiSandbox> (06.05.2013)

²⁰<http://species.wikimedia.org/w/api.php> (06.05.2013)

²¹<http://www.ala.org.au/> (10.01.2013)

- Verwaltung von Referenzdatenbanken
- Management sensibler Daten (besonders schützenswerte Arten)
- Bereinigung der taxonomischen Namensbasis
- Integration von Laienartbeobachtungen (*crowdsourcing* der Untersuchungen zur Artverbreitung)
- Datenup- und Downloadmöglichkeit

Technische Umsetzung Das gesamte Internetportal wurde unter Java entwickelt. Für die Darstellung der räumlichen Informationen wurde ein separates WebGIS-Portal²² eingerichtet, welches im Folgenden näher analysiert wird. Als WebGIS-Client wird OpenLayers²³ verwendet (vgl. Tabelle 5). Auf alle wesentlichen Funktionalitäten kann über RESTful Web-Services zugegriffen werden. Der Datenaustausch erfolgt auf Basis der Datenstandards DwC und ABCD (s. Abschnitt 2.2.4).

Datenmodell Das Datenmodell der Sammlungs- und Beobachtungsdaten besteht aus den Schlüsselfeldern Artname, Fundortkoordinaten und Beobachtungs- bzw. Erfassungszeitpunkt. Je nach Datensatzart stehen noch weitere Attributinformationen zur Verfügung (Morphologie, Lebensabschnitt, Verhalten, Reproduktionsmethode, Habitattyp, kommerzielle Bedeutung, Schutzstatus, Identifikationsmerkmale). Beim Import eigener Daten können bis zu 256 weitere Felder mit Attributinformationen angegeben werden (s. u.). Die Artvorkommen werden als Punktgeometrien verwaltet. Eine Standardisierung der Attributinformationen in Form von in der Datenbank hinterlegten Auswahlfeldern findet nicht statt.

Funktionalität Abbildung 8 zeigt einen Screenshot des WebGIS-Portals. Läßt man die Such- und übergeordnete Menüleiste im Kopfbereich außer acht, so handelt sich um einen zweiteiligen Aufbau der Internetseite. Das Steuer Menü mit sämtlichen Funktionalitäten sowie die Kartenlegende befinden sich auf der linken Seite, während ca. 2/3 des Bildschirm von der Kartenansicht auf der rechten Seite dominiert werden.

Beim Look-and-Feel der Kartenanwendung versucht man den Quasi-Standard für WebGIS-Karten GoogleMaps zu kopieren, um dem unerfahrenen Nutzer die Bedienung so einfach wie möglich zu machen. Der WebGIS-Client ist im Vergleich zum Standard GoogleMaps Client um eine Funktion zum Hinzufügen des Bilderdienstes Panoramio²⁴ erweitert. Das Hintergrundkartenmaterial entspricht dem von GoogleMaps.

²²<http://spatial.ala.org.au/> (25.04.2013)

²³<http://www.openlayers.org/> (10.10.2012)

²⁴<http://www.panoramio.com/> (10.05.2013)

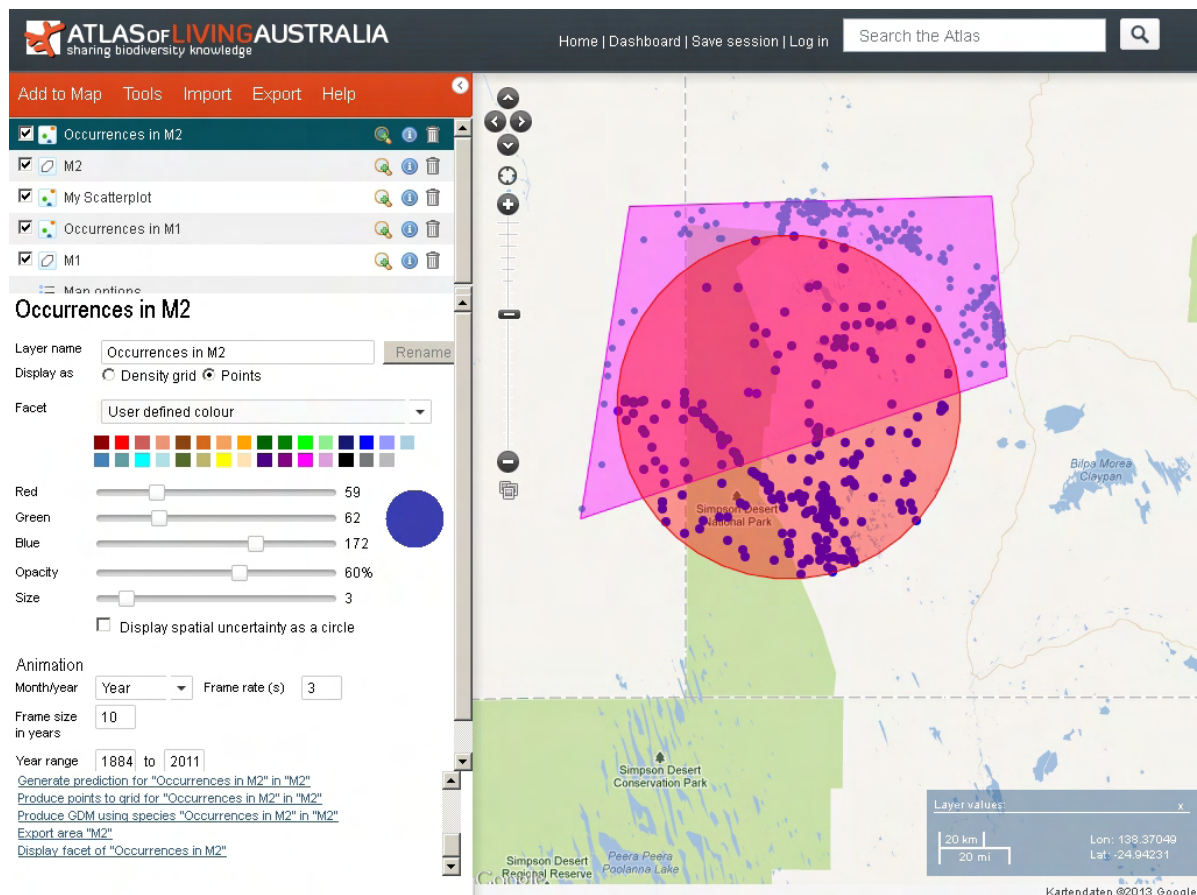


Abb. 8: WebGIS-Portal des Atlas of Living Australia mit zwei flächenbezogenen Abfragen von Beobachtungspunktdaten. (Stand: 10.05.2013)

Über eine Menüleiste können im linken Navigations- und Legendenbereich des Webportals Daten zur Karte hinzugefügt, Daten im- und exportiert sowie Werkzeuge für den erfahreneren Anwender aufgerufen werden. Dropdownmenüs ermöglichen die Auswahl weiterer Unterpunkte. Beim Hinzufügen von Daten werden z. B. vier mögliche Datenarten (Artdaten, Flächendaten, Layer und Facetten) unterschieden. Für jeden der Unterpunkte können über ein Dialogfenster, welches sich im Vordergrund öffnet, Detailoptionen und Einstellungen ausgewählt werden.

Datenauswahl

Insbesondere beim Hinzufügen und bei der Anzeige von Beobachtungs- und Sammlungsdaten sowie bei der Kombination mit anderen Datensätzen, zeigt sich die WebGIS-Anwendung sehr flexibel. Punktdaten (occurrence data) können z.B. über die Auswahl einzelner Taxa (aller Ränge), lagebezogen (Auswahl über Gebietsangabe) oder über die Auswahl vorgegebener Artlisten angezeigt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, eigene Beobachtungsdaten hochzuladen. Zur lagebezogenen Auswahl ist u. a. die Digitalisierung von Polygonen, die Koordinatenangabe (WKT-Format), die Angabe eines Mittelpunktes inkl. Radius, die Angabe einer Bounding Box, die Adresseingabe (Geokodierung) und der Upload von Geometrien im SHP- (ESRI, 1998) und KML-Format²⁵ implementiert (s. Abbildung 9). Insgesamt stehen 13 unterschiedliche Möglichkeiten zur Definition einer Fläche zur Verfügung (BELBIN, 2011).

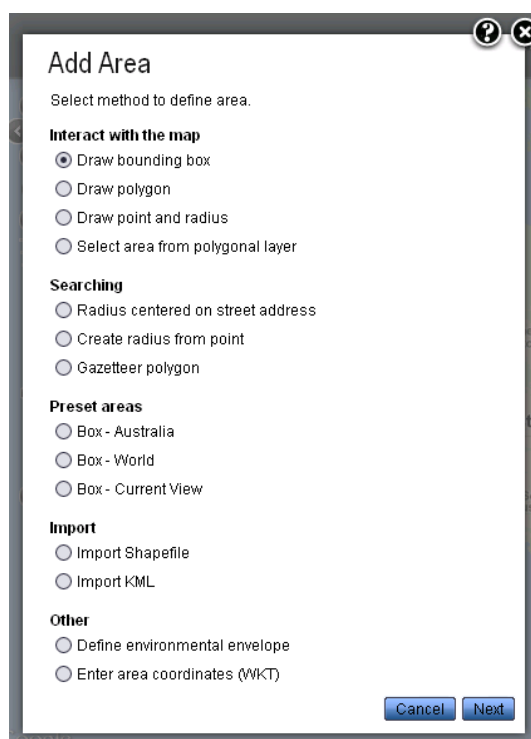


Abb. 9: Lagebezogene Auswahlmöglichkeiten des Atlas of Living Australia

Des Weiteren können zahlreiche dezentral verteilte Umweltdatensätze (Klimadaten, landwirtschaftliche Daten, geologische Daten usw.) als separate Datenlayer hinzugefügt werden. Mit Hilfe sog. Facetten können die Beobachtungs- und Sammlungsdaten aufgrund ihrer Attributinformationen (z. B. taxonomischer Rang, Datenart, Aufnahmezeitpunkt, Datenbereitsteller u. v. m.) klassifiziert und alle Daten einer bestimmten Klasse dargestellt werden.

Werkzeuge zur Datenauswertung

²⁵<https://developers.google.com/kml/documentation/kmlreference> (10.05.2013)

Für die Analyse der Daten stehen zahlreiche Werkzeuge zur Verfügung. Einige der Analysewerkzeuge werden kurz vorgestellt. Über den Menüpunkt „Area report“ können statistische Angaben zu den vorhandenen Beobachtungs- und Sammlungsdaten flächenbezogen berechnet werden. Die Anzeige erfolgt über ein Dialogfenster im Vordergrund der WebGIS-Anwendung. Das Untersuchungsgebiet, welches der Analyse zugrunde liegt, kann frei gewählt werden. Es werden u. a. die Gesamtartenzahl, die Anzahl endemischer Arten, die Gesamtzahl vorhandener Vorkommen usw. als statistische Größen ausgegeben.

Eine interessante Form der Auswertung verbirgt sich unter dem Menüpunkt „points to grid“. Mit Hilfe dieses Tools können Punktdaten auf ein Rastergitter übertragen und als Flächendaten dargestellt werden. Die Rasterzellengröße ist frei wählbar. Die Daten werden anschließend als CSV-Datei, welche die Bounding Box-Koordinaten der Gridzellen sowie den wissenschaftlichen Artnamen und den Life Science Identifier (LSID²⁶, vgl. Abschnitt 3.1.10) enthalten, zum Download angeboten. Folgende Auswertungen können durchgeführt werden:

- Artverteilung: Gesamtzahl an Vorkommen einer Art je Gridzelle
- Artenreichtum: Durchschnittliche Anzahl unterschiedlicher Arten je Gridzelle
- Populationsdichte: Gleitender Mittelwert berechnet aus dem Artenreichtum je Gridzelle

Mittels einer Streudiagramm-Funktion (Menüpunkt „Scatterplot“) können die Beobachtungs- und Sammlungsdaten in einem Diagramm in Abhängigkeit von zwei Umweltvariablen (z. B. Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag, Anzahl Frosttage, Luftfeuchte usw.) angezeigt werden. Dies ermöglicht Untersuchungen zur Bestimmung der ökologischen Nische einer Art, zu maximal tolerierbaren Extremwerten für eine Umweltvariable oder zur Identifizierung von Ausschlussgebieten für die Verbreitung einer Art.

Da sämtliche Umweltvariablen als räumliche Datensätze in das System eingebunden sind, können die Artvorkommen über die Ortsinformation mit den Umweltdaten räumlich verbunden werden. Das Streudiagramm ist daher auch direkt mit der Kartendarstellung räumlich verlinkt. Insgesamt stehen über 200 Layer mit der räumlichen Verteilung von Umweltparametern zur Verfügung (BELBIN, 2011).

Datenimportoptionen

Es können drei verschiedene Arten von Daten importiert werden:

- Punktdaten (z. B. Beobachtungsdaten)
- wissenschaftliche Artnamen
- Flächendaten (Flächengeometrie)

Beim Upload von Punktdaten ist jeweils ein Layername oder Datensatzname anzugeben. Es wird nur der Upload von CSV-Dateien unterstützt. Die Dateien müssen wie folgt aufgebaut sein:

²⁶<http://lsid.sourceforge.net> (12.05.2013)

1. eindeutiges ID-Feld, Datentyp: Text
2. X-Koordinate als Längengrad Angabe in Dezimalgrad
3. Y-Koordinate als Breitengrad Angabe in Dezimalgrad
4. bis zu 256 weitere Felder mit Attributinformationen, Datentyp: Zahl oder Text (alphanumerische Zeichen), diese ergänzenden Attribute können zur Filterung und Darstellung der Daten genutzt werden

Nach erfolgreichem Upload werden die Punktdaten auf der Karte dargestellt. Zur Visualisierung können im linken Kontext- und Legenden-Menü Einstellungen vorgenommen werden (z. B. Farbdifferenzierung in Abhängigkeit eines Attributfeldes).

Das Hochladen wissenschaftlicher Artnamen wurde über die Angabe von LSIDs gelöst. Die LSIDs müssen als Liste im CSV-Format hochgeladen werden. Die Webanwendung ermittelt die zu den LSIDs gehörenden wissenschaftlichen Artnamen und stellt die in der Datenbasis vorhandenen Vorkommen der Arten auf der Karte dar. Sind dem Nutzer die LSIDs der Arten nicht bekannt, so kann für deren Ermittlung ein Excel-Makro des ALA verwendet werden. Das Makro arbeitet ganze Listen wissenschaftlicher Artnamen ab und produziert automatisch eine Liste der zugehörigen LSIDs. Hierfür wird ein eigens implementierter Web-Service²⁷ genutzt, welcher aus dem Makro heraus aufgerufen wird.

Flächengeometrien können als gezipptes Shapefile, als KML-Datei oder im Well-Known-Text-Format (WKT-Format²⁸) hochgeladen werden. Die importierten Daten müssen zwingend auf dem Globalen Datum WGS84 (World Geodetic System von 1984) basieren.

Datenexportoptionen

Es können vier verschiedene Arten von Daten exportiert werden:

- Kartenansicht des WebGIS
- Checklisten (Artlisten)
- Auszüge von Punktdaten
- Flächen

Der Export der Kartenansicht ist jederzeit als Bilddatei im JPG-, PNG- und PDF- Format möglich. Unter Checklisten werden gebietsbezogene Artlisten inklusive der Anzahl an Einzelvorkommen je Art verstanden. Checklisten können als CSV-Dateien exportiert werden. Die Listen enthalten Familienname, wissenschaftlicher Artname, landessprachlicher Artname, taxonomischer Rang, LSID und Anzahl an Vorkommen.

Der dreistufige Export von Punktdaten (Artvorkommen) erfolgt auf Basis einer Flächenangabe (Untersuchungsgebiet). Zur Abgrenzung des Untersuchungsgebietes stehen im ersten Schritt alle o. g.

²⁷<http://biocache.ala.org.au/ws/process/adhoc> (14.05.2013)

²⁸http://en.wikipedia.org/wiki/Well-known_text (13.01.2013)

Verfahren zur Verfügung. Im nächsten Schritt kann ausgewählt werden, ob sämtliche angezeigten Artvorkommen extrahiert oder nur bestimmte Artvorkommen berücksichtigt werden sollen. Im letzten Schritt ist es möglich zusätzlich zu den Artvorkommen auch Informationen zu den vorhandenen Umweltvariablen an diesen Punkten zu exportieren. Hierzu können die zu exportierenden Umwelt-Layer ausgewählt werden. Der Download der Daten erfolgt als gezippte CSV-Datei.

Sämtliche im WebGIS-Client angezeigten Vektorlayer können als Flächengeometrien exportiert werden. Als Exportformate stehen die Formate SHP (komprimiert im ZIP-Format), KML und WKT zur Verfügung.

2.2.2.2 Integrated Biodiversity Assessment Tool (ibat)

Das *Integrated Biodiversity Assessment Tool*²⁹ stellt ein Decision-Support System dar, welches sich in erster Linie an global tätige Unternehmen und die Rohstoffindustrie im Besonderen wendet. Die Internetplattform wurde und wird durch eine Kooperation aus den Organisationen BirdLife International, Conservation International (CI), dem United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) und der International Union for Conservation of Nature (IUCN) entwickelt und betrieben.

Ziel der WebGIS-Anwendung ist es, Unternehmen einen Zugang zu aktuellen Biodiversitätsdaten zur Verfügung zu stellen, welche von den Firmen als Entscheidungsgrundlage im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeiten genutzt werden können.

Mit der Internetplattform (s. Abbildung 10) versucht man sämtliche global verfügbaren Informationen im Biodiversitätsbereich zu bündeln und in einer zentralen Biodiversitätsdatenbank zu speichern. Die räumlichen Daten sind über eine WebGIS-Anwendung abrufbar.

Zur Nutzung des Systems ist ein kostenpflichtiger Zugang erforderlich. Für die Erstellung dieser Arbeit wurde zu Recherchezwecken ein zweiwöchiger Test-Account verwendet, der kostenlos beantragt werden kann.

Technische Umsetzung Technisch hat man sich auch in diesem Fall für OpenLayers als WebGIS-Client entschieden. Darüber hinaus konnten im Rahmen der durchgeführten Recherche keine weiteren Details zur verwendeten Technik und zur serverseitigen Prozessierung der Daten ermittelt werden.

²⁹<http://www.ibatforbusiness.org/> (10.05.2013)

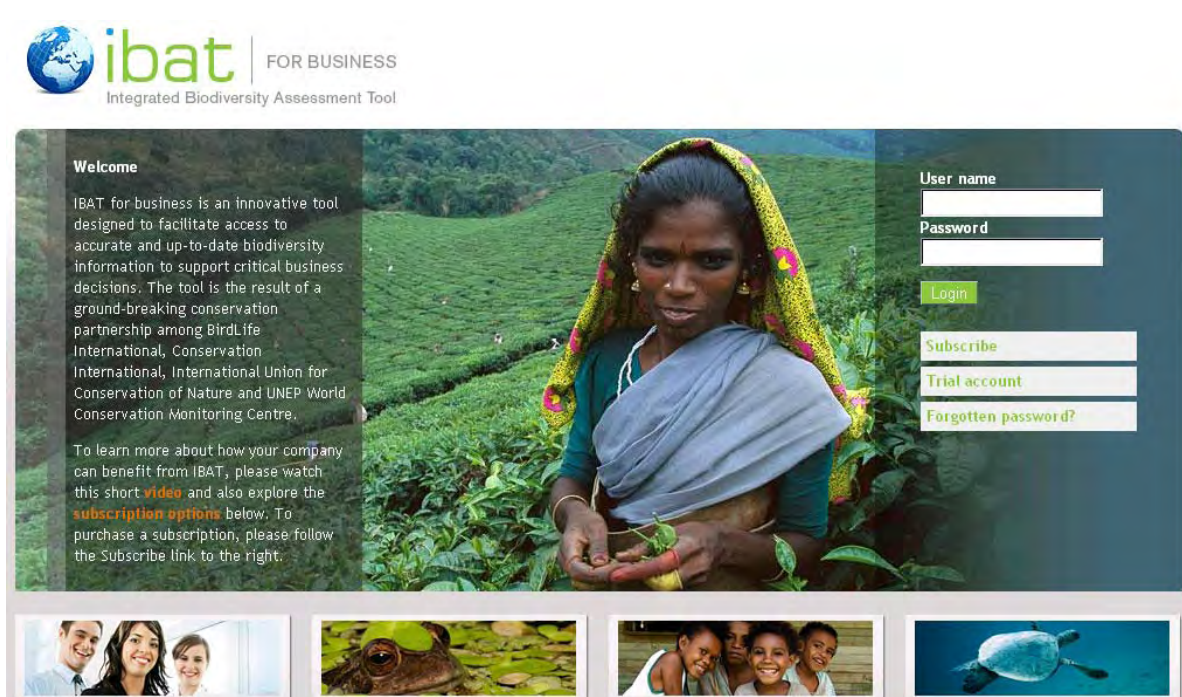


Abb. 10: Startseite der Internetplattform ibat for Business

Datenmodell Da nahezu sämtliche Daten extern eingebunden werden, sieht das Datenmodell nur die Datenhaltung der vom Nutzer eingegebenen Standortdaten (s.u.) sowie die eigentlichen Benutzerdaten (zur Authentifizierung) vor. Hierbei handelt es sich um den Standortnamen, X- und Y-Koordinate des Standortes, Pufferbreiten (Datenauswertung, s.u.), optionale Bemerkungen, Nutzernamen und Passwort.

Funktionalität und Datenbasis Im Folgenden soll kurz auf die grundlegenden Funktionen und die zur Verfügung stehende Datenbasis eingegangen werden.

Die Anwendung greift auf globale bzw. landesweite Datensätze zahlreicher Institutionen zu. Es stehen folgende globale Daten zur Verfügung:

- Schlüsselgebiete mit besonders hohem Artenreichtum (Key Biodiversity Areas - KBA):
 - Biodiversity Hotspots
 - Alliance for Zero Extinction Sites (AZE)
 - Important Bird Areas
- High-Biodiversity Wilderness Areas (HBWA)
- Endemic Bird Areas (EBA)
- Stand der Erfassung der KBAs je Land bzw. Region (Vollständigkeit der einzelnen Artgruppen)
- Stand der Erfassung der World Database on Protected Areas (WDPA)

Zusätzlich sind folgende Landesdaten bzw. Regionaldaten integriert:

- Internationale Schutzgebiete:
 - Ramsar Wetlands
 - UNESCO Mensch und Biosphäre Programm (MAB)
 - World Heritage
 - Natura 2000
- Nationale Schutzgebiete:
 - IUCN Kategorie I–II
 - IUCN Kategorie III–IV
 - IUCN Kategorie V–VI
 - IUCN Kategorie Unbekannt
- Artdichteraster, welches auf Basis von Artverteilungskarten bedrohter Arten errechnet wurde

Die WebGIS-Anwendung nutzt wie auch der ALA das Kartenmaterial von GoogleMaps als Hintergrundkarte. Die einzelnen Datensätze werden als Layer in die WebGIS-Anwendung eingebunden.

Durch ein Mausklick in die Karte können alle sichtbaren Kartenlayer abgefragt werden. Als Ergebnis wird eine übersichtliche tabellarische Zusammenstellung aller verfügbaren Informationen für diesen Punkt der Karte innerhalb eines Pop-up-Menüs angezeigt (Abbildung 11). Über weiterführende Links können Detailinformationen zu den einzelnen Punkten abgerufen werden bzw. man wird direkt auf die Datenanbieter (z. B. protectedplanet.net³⁰) weitergeleitet.

Über mehrere Schaltflächen, die sich auf einer Menüleiste oberhalb der Kartenanwendung befinden, können durch registrierte Nutzer neue Standorte angelegt, gespeichert und gelöscht werden. Das Anlegen eines neuen Standortes kann durch direkte Koordinatenangabe oder durch Digitalisierung eines Punktes auf der Karte erfolgen. Für jeden Standort kann ein aussagekräftiger Name vergeben werden. Ein Unternehmen kann auf diese Weise alle eigenen Firmenstandorte und geplanten Vorhabensstandorte speichern. Die Speicherung ist permanent und die eingegebenen Punkte stehen dem Nutzer nach der nächsten Anmeldung wieder zur Verfügung.

Sämtliche Datenlayer können auch im SHP-Format für einzelne Regionen und Länder heruntergeladen werden.

Auswertefunktion: Umfeldanalyse

Die Hauptfunktion der WebGIS-Anwendung besteht in der Analyse des Umfeldes eines oder mehrerer Unternehmensstandorte (z. B. eines Steinbruchs). Hierfür wurde eine Reportingfunktion implementiert. Um eine Analyse auf das unmittelbare Umfeld eines Standortes einzuschränken, besteht die Möglichkeit, die Radien von bis zu drei kreisrunden Pufferzonen vorzugeben. Durch räumliche

³⁰<http://protectedplanet.net/> (12.05.2013)

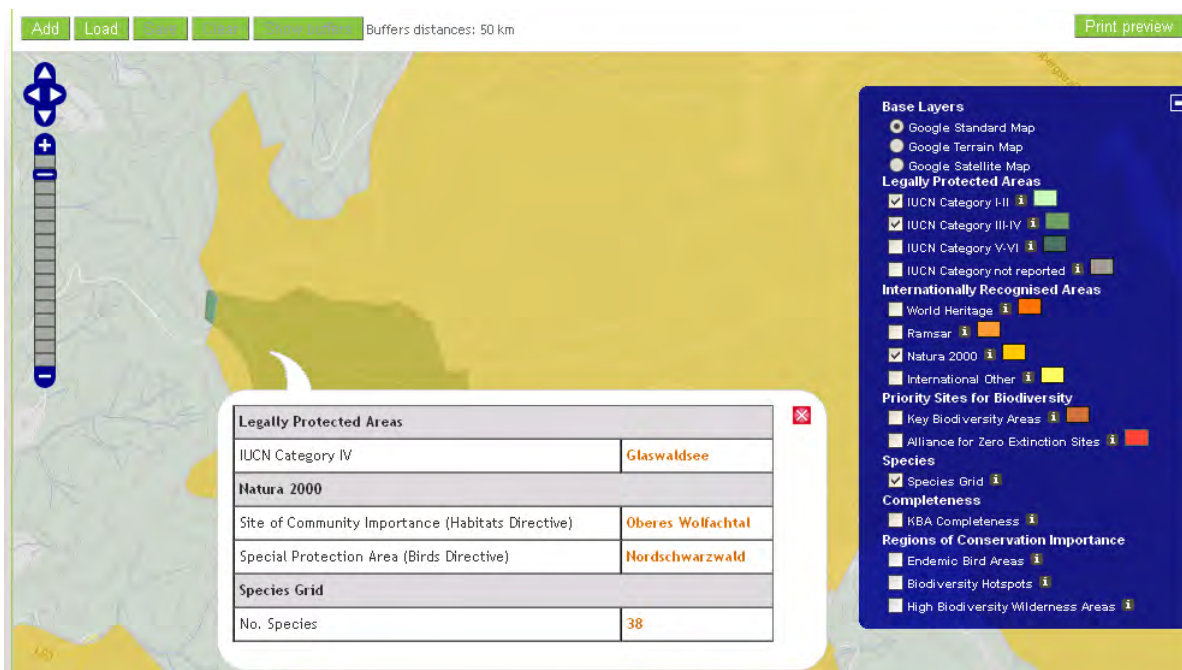


Abb. 11: WebGIS-Anwendung der Internetplattform ibat for Business, Ergebnis einer Layerabfrage

Verschneidung der einzelnen verfügbaren Biodiversitätsdatenlayer mit den Pufferzonen werden für jeden Standort und jede Pufferzone die betroffenen arten- und naturschutzrechtlich sensiblen Gebiete ermittelt.

Die Pufferzonen sowie die darin liegenden biodiversitären Schutzgebiete können im WebGIS-Client visualisiert werden. In einer tabellarischen Berichtsansicht werden alle betroffenen Gebiete in Abhängigkeit von ihrer Entfernung zum jeweiligen Standort aufgelistet.

2.2.3 Übersicht deutscher Projekte

2.2.3.1 Artenerfassungsprogramm der LUBW

Das *Artenerfassungsprogramm der LUBW*³¹, welches in der Version 2.01 zur Verfügung steht, ist eine Desktopanwendung zur standardisierten Eingabe, Verwaltung und Auswertung von Fundorten (Artvorkommen) und Artendaten, mit der Möglichkeit der digitalen, zentralen Datenhaltung (s. Abbildung 12). Die LUBW will damit insbesondere Planungsbüros und ehrenamtlich arbeitenden Naturschutzbeauftragten ein Werkzeug für die Verwaltung der aufgenommenen Biodiversitätsdaten in die Hand geben, welches auf dem Datenmodell und der biologischen Systematik des Landes Baden-Württemberg aufbaut.

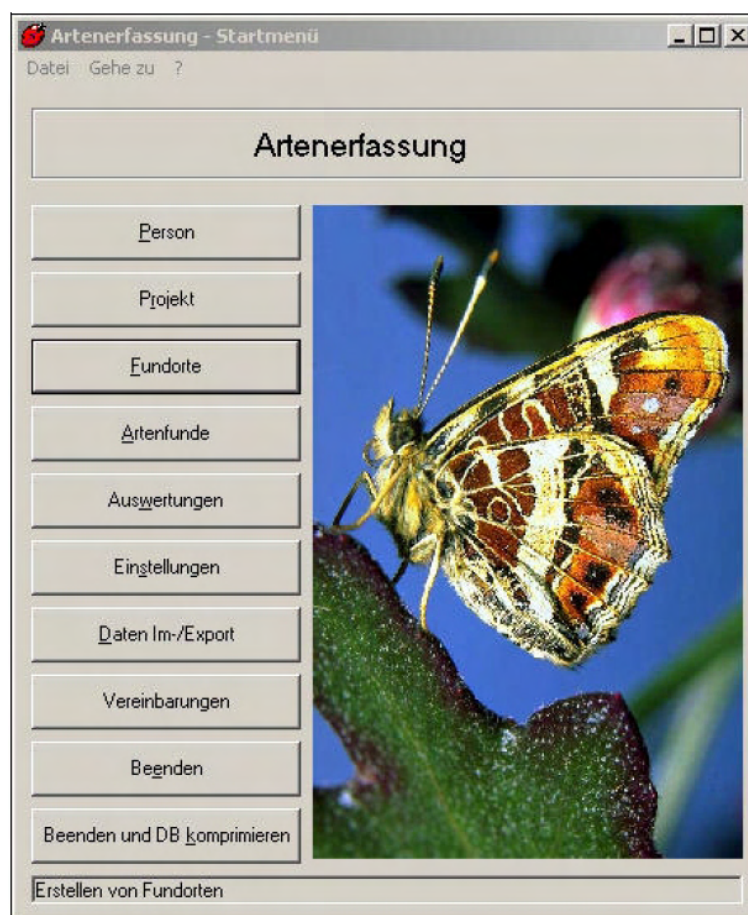


Abb. 12: Startmenü des Artenerfassungsprogramms der LUBW aus LUBW (2006A)

Technische Umsetzung Da dem Programm die Landesdatenschlüssel (Sammlung von Schlüsselstellen z.B. LUBW, 2009) zugrunde liegen, ist eine einheitliche Erfassung und einfache Überfüh-

³¹<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/31854/> (19.05.2013)

nung der Daten in die zentrale Datenbank der LUBW garantiert. Technisch gesehen, kommt eine Microsoft Access Datenbank zum Einsatz, in der alle Daten gespeichert werden.

Datenmodell Das Datenmodell sieht die Verwaltung von Personen, Projekten, Fundorten und Artfunden vor. Folgende Pflichtfelder sind auszufüllen:

- Person: Nachname, Vorname, Kennung
- Projekt: Projektname, Projektbeginn, Dienststelle
- Fundort: Fundortname, Rechtswert und Hochwert sowie Beobachtungsdatum
- Artfund: wissenschaftlicher Artname, deutscher Artname

Optionale Felder sind:

- Person: Adresse (Straße, PLZ, Ort, Postfach), Telefon, E-Mail, Bemerkungen, Ausschluss der Datenweitergabe
- Projekt: Projektende, Projektleiter AG, Projektleiter AN, Bemerkungen
- Fundort: TK25 Nummer, Flurstücksnummer, Flächengröße, Länge, Neigung, Exposition, Minimumhöhe, Maximumhöhe, Geologie, Naturraum, Kreis, Gemeinde, Schutzgebietstyp, Schutzgebietsname, Fundortbeschreibung, Standortbeschreibung, Angabe des Biotoptyps, Biotoptypnummer, Biotopeigenschaften, Biotopelemente, weitere Biotoptypen, Nutzung, Beeinträchtigung, Grad der Beeinträchtigung
- Artfund: Status, Häufigkeitstyp, Häufigkeit, Herbarbelegnummer, Bemerkung, Maßnahme, Turnus, Art der Maßnahme, Dringlichkeit, Start- und Enddatum der Maßnahme

Alle Arten liegt das gleiche Datenschema zugrunde. Die Artvorkommen können in Abhängigkeit vom Fundort als Punkt, Linien oder Flächengeometrie verwaltet werden. In der Datenbank sind Auswahllisten (s. o. Landesdatenschlüssel) gespeichert, um eine standardisierte Datenerfassung zu gewährleisten.

Funktionalität Die Software wurde für eine schnelle und effektive Dateneingabe optimiert. Zur vollständigen Erfassung eines Artfundes müssen nur wenige Pflichtfelder ausgefüllt werden. Über ein Startmenü (s. Abbildung 12) kann auf die wesentlichen Programmfunktionalitäten zugegriffen werden.

Sind Erfasser und Projekt bereits in der Datenbank vorhanden, so läuft die Erfassung von Arten in zwei Schritten ab. Zunächst sind die Pflichtfelder des Fundortes (s. o.) einzugeben (s. Abbildung 13). Über weitere Reiter können zusätzliche Informationen zum Fundort angegeben werden. Über das rechte Menü sind die wichtigsten Verwaltungsfunktionen (ändern, kopieren, neu anlegen, speichern, löschen) durchführbar.

Abb. 13: Erfassungsmenü Fundort des Artenerfassungsprogramms der LUBW aus LUBW (2006A) rot hinterlegte Felder sind Pflichtfelder

Im zweiten Schritt sind Angaben zur beobachteten Art erforderlich. Pflichtfelder sind in diesem Fall der Fundortname (auswählbar über Drop-down Menü) sowie der wissenschaftliche Artname (Angabe kann wahlweise als wissenschaftliche Kurzbezeichnung oder in der Langform erfolgen) und der deutsche Artname. Im rechten Bereich sind wiederum die wichtigsten Verwaltungsfunktionen angeordnet (s. Abbildung 14). Optionale Detailangaben zum Artfund (s. o.) sind über weitere Reiter erfassbar. Alternativ kann auch eine Schnellerfassungsansicht (ohne die Reiter) zur Arterfassung verwendet werden.

Zur einfachen Eingabe der wesentlichen Attributdaten (Detailangaben) sind die Schlüssellisten der LUBW in der Software hinterlegt. Als Unterstützung bei der Fundorteingabe und zur Erstellung von Verbreitungskarten dient das Räumliche Informations- und Planungssystem (RIPS-Viewer), welches ebenfalls in die Software integriert ist.

Zur Auswertung der Daten kann über den Menüpunkt „Auswertung“ im Hauptmenü zu einem Formular navigiert werden, welches es dem Nutzer ermöglicht, grafisch komplexe Anfragen mit UND-Verknüpfung zusammenzubauen (s. Abbildung 15).

Abb. 14: Erfassungsmenü Artenfund des Artenerfassungsprogramms der LUBW aus LUBW (2006A), rot hinterlegte Felder sind Pflichtfelder

Als Exportformate stehen die Formate Microsoft Excel (XLS) und Microsoft Access (MDB) zur Verfügung. Der Import erfolgt ebenfalls über eine Microsoft Access Datenbank.

2.2.3.2 Artenkataster Hamburg

Seit 2009 betreibt die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Hamburg das *Artenkataster Hamburg*³². Hierbei handelt es sich um eine Datenbank zur Erfassung von Tierarten im Stadtgebiet von Hamburg. Die Datenbank verfügt über eine webbasierte Erfassungs- und Auskunftskomponente und ist ein Baustein der Geodateninfrastruktur (GDI) der Hansestadt. Die Visualisierung erfolgt über ein WebGIS-System (s. Abbildung 16). Die Anwendung wird von verschiedenen Behörden der Stadt, von ehrenamtlichen und professionellen Kartierern und von Naturschutzvereinen genutzt.

³²<http://www.artenkataster.geoportals-hamburg.de/> (19.05.2013)

Abb. 15: Auswertungsformular des Artenerfassungsprogramms der LUBW aus LUBW (2006A)

Technische Umsetzung Um die Interoperabilität innerhalb der GDI zu gewährleisten, wurde das WebGIS-System als dienstbasierte Architektur unter Nutzung verschiedener OGC-Standards wie z. B. Web Map Service (WMS, s. Abschnitt 2.3.3.1) und transactional Web Feature Service (WFS-T, s. Abschnitt 2.3.3.2) entworfen und implementiert (vgl. Abbildung 17). Als Hintergrundkarten werden Geobasisdaten über WMS eingebunden. Die Visualisierung und Erfassung der Geofachdaten erfolgt ebenfalls über OGC-konforme Webdienste.

Zur Bereitstellung der Geofachdaten als WMS wird das OpenSource-Framework „degree“ verwendet. Die Visualisierung erfolgt mittels dem Web-Framework Mapbender als WebGIS-Client und das Editieren und Erfassen der Artvorkommen erfolgt mit einem durch die Software GeoServer bereitgestellten WFS-T. Sämtliche Daten werden in einer PostgreSQL Datenbank gehalten. Mit dieser Architektur ist trotz zentraler Datenhaltung eine dezentrale Datenerfassung möglich.

Zur Darstellung der WMS-Dienste werden Styled Layer Descriptor (SLD) Dateien (XML-Schema zur Darstellung von Kartenlayer) verwendet, welche dynamisch im WebGIS-Client erzeugt werden (ROHRMOSER, 2010A). Dies ermöglicht eine Änderung der grafischen Gestaltung der Layer der visualisierten Tierartenvorkommen.

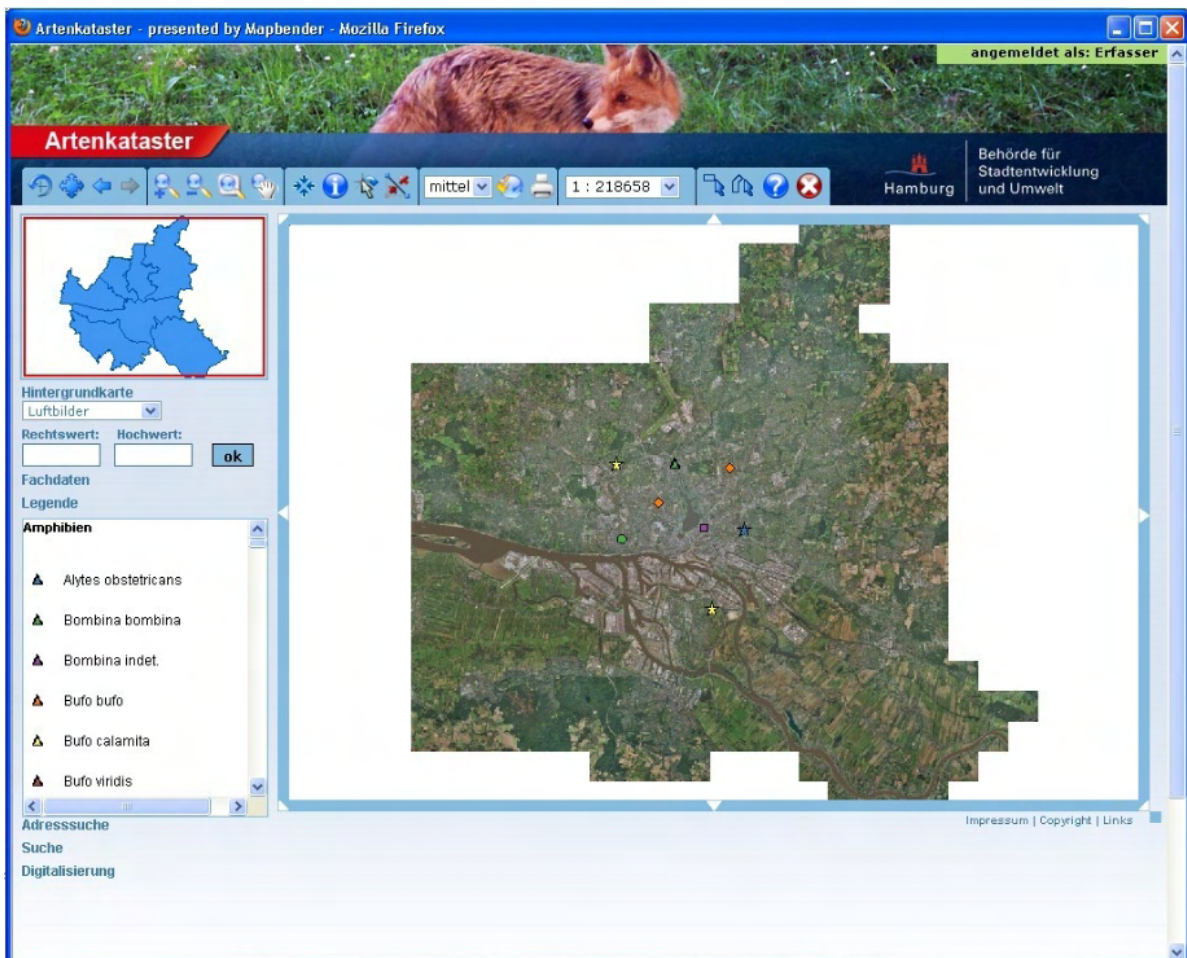


Abb. 16: WebGIS des Artenkatasters Hamburg aus ROHRMOSER (2010B)

Datenmodell Die zu erfassenden Tierarten sind in mehrere Artengruppen (Amphibien, Fledermäuse, Heuschrecken, Libellen, Reptilien, Tagfalter und sonstige Säuger) gegliedert. Jede Artgruppe verfügt über ein individuelles Datenschema, um den unterschiedlichen Anforderungen an die Attributdaten gerecht zu werden. Daher ist für jede Artengruppe auch eine individuelle Erfassungsmaske erforderlich (vgl. Abbildung 18). Einzelne Artvorkommen werden i. d. R. als Punktgeometrie abgebildet.

In der Datenbank sind Auswahllisten mit vorgegebenen Werten für die einzelnen Attribute gespeichert, um eine standardisierte Datenerfassung zu gewährleisten.

Funktionalität Über eine Benutzerrechteverwaltung wird der Zugriff auf die Biodiversitätsdaten gesteuert. Dadurch wird gewährleistet, dass jeder Nutzer nur seine eigenen Daten bearbeiten und visualisieren kann. Folgende Funktionalitäten sind implementiert (ROHRMOSER, 2010A):

- Standardfunktionalitäten zur Kartennavigation

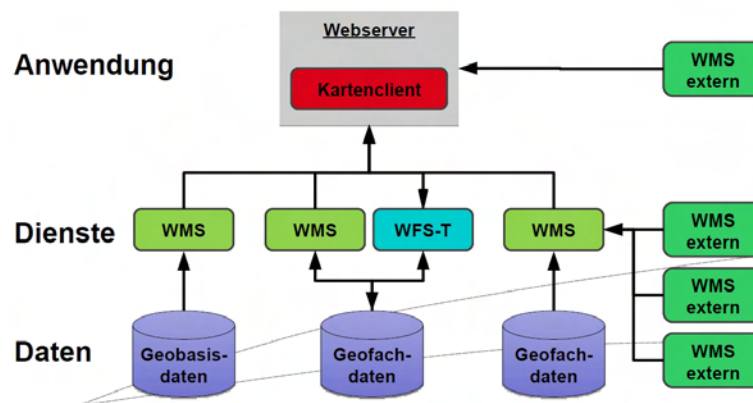


Abb. 17: Architektur des Artenkatasters Hamburg aus ROHRMOSER (2010B)

- Erzeugung von PDF-Kartenausügen
- Sachdatenabfrage
- Adresssuche
- Werkzeuge zur Erfassung von Tierartenvorkommen (Digitalisierung von Punkten, Linien und Flächen)
- Werkzeuge zum Datenmanipulation (Editieren der Geometrie- und Attributdaten)
- Kopieren von Artvorkommen (Geometrien) und Attributdaten
- automatische Synchronisation von wissenschaftlichen und deutschen Artnamen

2.2.3.3 ArtenFinder Rheinland-Pfalz

Das *ArtenFinder Projekt*³³ des Bundeslandes Rheinland-Pfalz, welches 2011 startete, versucht durch die Motivation zahlreicher Amateurartkartierer eine möglichst umfassende Datenbasis an Artvorkommen für Rheinland-Pfalz zu generieren. Zu diesem Zweck wird die Internetplattform *ArtenFinder Portal* und eine Anwendungssoftware (App) für Smartphones *ArtenFinder App* für die Erfassung und Verwaltung von eigenen Artbeobachtungen bereitgestellt. Projektinitiatoren sind die Naturschutzverbände BUND, NABU und POLLICHIA (rheinland-pfälzischer Verein für Naturforschung und Landschaftspflege) sowie das rheinland-pfälzische Umweltministerium.

Beim *ArtenFinder Projekt* handelt es sich um eine Form des Crowdsourcing (HOWE, 2006), da die Erfassung von Artvorkommen im Normalfall zu den internen Aufgaben der Naturschutzbehörden zählt und nicht bzw. nur teilweise von ehrenamtlich tätigen Kartierern übernommen wird. Ähnlich wie bei anderen Crowdsourcing-Projekten (z. B. OpenStreetMap³⁴) liegt die Motivation der Datenerfasser u. a.

³³<http://www.artenfinder.rlp.de/home> (03.03.2013)

³⁴<http://www.openstreetmap.org/> (10.04.2013)

The screenshot shows a web-based data entry form for reptiles. At the top, a dropdown menu lists various animal groups, with 'Reptilien' (Reptiles) selected. Below this, there are three tabs: 'Basisdaten', 'Biometrie', and 'abiotische Angaben'. The 'Basisdaten' tab is active, displaying a list of fields with their corresponding values:

Field	Value
Art lateinisch	Anguis fragilis
Art deutsch	Blindschleiche
Datentyp	Ehrenamtliche Kartierung
Projekt	
Ortsbezeichnung	
Witterung	keine Angabe
Biotop	Mischwald
Tag	02
Monat	Dezember
Jahr	2009
Methode	gezielte Suche
Anzahl	
Anzahl, geschätzt	Einzeltier
Geschlecht	weiblich
Alter	juvenil
Verhalten	Überwinterung
Status	keine Angabe
bodenständig	ja
Fundorttyp	Winterlebensraum
Biotopstruktur	keine Angabe
Standort	keine Angabe
Gefährdung	keine Angabe
Bemerkungen	

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Speichern' (Save) and 'Abbrechen' (Cancel). A mouse cursor is visible over the 'Abbrechen' button.

Abb. 18: Erfassungsmaske Reptilien des Artenkatalogs Hamburg aus ROHRMOSER (2010A)

darin, dass die selbst erfassten Daten später für alle Nutzer sichtbar sind. Im Falle des *ArtenFinder-Projektes* kommt noch ein zusätzlicher Motivationspunkt hinzu: Jede Kartierung eines Artvorkommens wird von Experten geprüft und dem Nutzer ein Feedback zur Korrektheit der Artbestimmung gegeben.

Diese Form der Qualitätssicherung wird auch als *Citizen Science* (Bürgerwissenschaft, STIFTUNG NATUR UND UMWELT RP, 2012) bezeichnet, da sich interessierte Bürger gemeinsam mit Experten aus der Wissenschaft an der Erforschung der biologischen Vielfalt beteiligen. In diesem Zusammenhang wird das *ArtenFinder Projekt* auch vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) und der Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz mit über 0,5 Mio. EUR gefördert.

Ziel des Projektes ist es letzten Endes, die von Experten bewerteten Laienbeobachtungen in die zentrale Datenbank des Landes (LANIS) zu übertragen und für planerische und behördliche Belange zur

Verfügung zu stellen. Bisher wurden ca. 60.000 Datensätze in das System eingetragen, wobei bereits ein Großteil dieser Daten in die amtliche Landesdatenbank übernommen wurde.

Das Projekt ist zweigeteilt in die Komponente *ArtenFinder App*³⁵ und *ArtenFinder Portal*³⁶. Die *ArtenFinder App* ermöglicht die lagegenaue Erfassung und Bereitstellung von Artenvorkommen im Gelände mittels Smartphone. Zur Qualitätssicherung muss ein digitales Foto am Fundort aufgenommen und an eine Koordinierungsstelle übermittelt werden. Diese führt eine fachliche Plausibilitätsprüfung der Daten durch. Anschließend werden die Daten in die amtlichen Datenbestände integriert.



Abb. 19: Screenshot der *ArtenFinder App*

Das *ArtenFinder Portal* dient zur Verwaltung, Bearbeitung und Visualisierung der Artbeobachtungen (vgl. Abbildung 20). Im Folgenden wird auf die Internetanwendung näher eingegangen.

Technische Umsetzung Als WebGIS-Client wird die GoogleMaps-API verwendet. Die Hintergrundkarte stammt ebenfalls von GoogleMaps. Die Arterfassungspunkte werden als Vektordaten (sog. Marker) in die Anwendung integriert. Die Daten werden mittels GET-Request beim Server angefragt und als JSON-Objekt übermittelt. Jede Artbeobachtung wird als Punktgeometrie behandelt.

³⁵<http://www.artenfinder.de/> (20.05.2013)

³⁶<http://www.artenfinder.rlp.de/> (20.05.2013)

The screenshot shows the 'ArtenFinder RLP' website. At the top left is the logo 'ArtenFinder RLP' with a stylized 'AF' icon. To the right is the logo of the 'Rheinland-Pfalz' government, 'MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN'. Below this, it says 'Sie sind angemeldet als Key Wilhelm' with links for 'Passwort ändern' and 'Abmelden'. A navigation menu on the left lists: HOME, ARTENSUCHE, ERFASSUNGEN, ONLINE MELDUNG, KAMPAGNIEN, INFORMATIONEN. Under 'INFORMATIONEN', there are links for 'Tipps für Einsteiger', 'Impressum', and 'Datenschutz'. The main content area has a header 'ArtenFinder' and a sub-header 'Artenschutz zum Anfassen'. The text explains that the portal allows users to report sightings and provides instructions: 'über die Online-Eingabe zu erfassen', 'aus Ihrer mobilen App zusammenzuführen', 'zu verwalten und auf einer Karte zu visualisieren', and 'nachzubearbeiten oder im Excel-Format auf Ihren PC zu exportieren'. It also mentions that reports are kept confidential and that external reviewers check for plausibility. At the bottom, there are logos for 'App Store', 'Android Market', 'NABU Rheinland-Pfalz', and 'BUND'. A small graphic on the right says 'Wo ist Milan?' with a bird illustration.

Abb. 20: Screenshot des *ArtenFinder* Portals

Datenmodell Das Datenmodell des *ArtenFinders* ist relativ einfach gehalten. Pflichtfelder für die Erfassung eines Artvorkommens sind die Projektart, der wissenschaftliche bzw. der deutsche Artnamen, die geografische Länge und Breite, die Anzahl Individuen sowie das Erfassungsdatum. Die Zuordnung der Artengruppe erfolgt automatisch. Außerdem kann noch ein Foto des Artvorkommens gespeichert werden. Zur Benutzerverwaltung werden weiterhin der Benutzername und das Passwort gespeichert. Optional ist die Zuordnung zu einer Benutzergruppe möglich.

Funktionalität Die im Gelände erfassten Artvorkommen können anstatt mit der *ArtenFinder App* auch direkt über das *ArtenFinder Portal* im WebGIS digitalisiert werden (vgl. Abbildung 21). Für jede Arterfassung kann entschieden werden, ob der Datensatz veröffentlicht (Projektart: Öffentliche Meldung) wird. Nur im Falle einer Veröffentlichung findet eine Verifizierung durch Experten statt.

Die Zuordnung des deutschen bzw. wissenschaftlichen Artnamens erfolgt automatisch bei der Eingabe des Artnamens, da bereits während der Eingabe eine Überprüfung auf Übereinstimmung mit Einträgen in der Artdatenbank erfolgt und diese dann als Trefferliste angezeigt werden. Es können nur Arten eingetragen werden, die vom System als gültige Artnamen erkannt werden.

In einer tabellarischen Ansicht können die eigenen Daten verwaltet und für die Veröffentlichung freigegeben werden (s. Abbildung 22). Eine nachträgliche Änderung der Lage des Fundortes ist nicht

The image shows the user interface of the ArtenFinder Portals. On the left is an input form with the following fields:

- Projekt: Persönliche Erfassungen (dropdown menu)
- Art: xy (text input)
- Datum: 20.05.13 (calendar icon)
- Anzahl: 1 (text input)
- Bemerkung: (empty text area)
- Koordinaten: 49.6636576 (text input), 8.5418701 (text input)
- Foto Upload (nur 1 Foto): (question mark icon, text input, Durchsuchen... button, Foto hochladen button)
- Speichern button

Below the form, a red message reads: "Bitte wählen Sie eine gültige Art aus".

On the right is a map interface with a search bar "Stadt / PLZ:" and a "Suchen" button. Below the search bar is a checkbox "Eigene Erfassungen anzeigen:" which is unchecked. The map shows a topographic view of Central Europe with a blue location marker near Koblenz. Map controls include a compass, zoom in (+) and zoom out (-) buttons, and map style options: "TOPKARTE", "OSM", "Karte" (selected), and "Satellit". A scale bar at the bottom indicates 20 km and 20 Meilen. At the very bottom, there are links for "Kartendaten", "Nutzungsbedingungen", and "Fehler bei Google Maps melden".

Abb. 21: Eingabeformular zur Digitalisierung von Artvorkommen im *ArtenFinder Portals*

möglich.

Über die Artensuche können die zur Veröffentlichung durch die anderen Nutzer freigegebenen Artbeobachtungen auf der Karte visualisiert werden (vgl. Abbildung 23). Die Suche kann durch Angabe eines Datumbereiches eingegrenzt werden (vgl. Abbildung 24).

Der Export der Artbeobachtungen im Excel- oder GisPad-Format ist möglich. Als Dateincoding wird UTF-8 verwendet.

2.2.4 Biodiversitätsdatenstandards



Ein effektiver Austausch von Daten über Institut-, Organisations- und Behördengrenzen hinweg trägt erheblich zur Vereinfachung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit im Bereich der Biodiversitätsforschung bei (BERENDSOHN ET AL., 2011). Erst durch die Verfügbarkeit globaler Biodiversitätsdatensätze werden großflächige Datenanalysen und Internetanwendungen wie die zuvor beschriebenen (s. Kapitel 2.2) ermöglicht.

Datenstandards bilden unterschiedliche Datensätze in gleicher Weise ab, so dass die Daten unabhängig von ihrer Quelle zusammengeführt werden können. Durch die Nutzung desselben Datenstandards

ArtenFinder Erfassungen

Projekt Gruppe Art

Land Jahr Datum von Datum bis

Aktionen	Status	Artengruppe	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Projekt	Datum
<input type="checkbox"/>  		Schmetterlinge	Tagpfauenauge	Inachis io		29.08.2011

Alle auswählen Erfassungen pro Seite

Ausgewählte Erfassungen

Abb. 22: Tabellarische Ansicht zur Datenverwaltung von Artvorkommen im *ArtenFinder Portals*

wird die direkte Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen ermöglicht und die Datenkonsistenz sichergestellt. Die TDWG³⁷ beschäftigt sich als Organisation mit der Definition von Datenstandards im Bereich der Biodiversitätsinformatik. Die wichtigsten heute verwendeten Datenstandards zum Austausch von Biodiversitätsdaten wurden von ihr entwickelt. Zwei der am weitesten verbreiteten Datenstandards werden im Folgenden vorgestellt.

2.2.4.1 Access to Biological Collection Data

Beim Datenstandard *Access to Biological Collection Data*, kurz ABCD, handelt es sich um ein XML-Datenschema, welches gültige Datenelemente für den Bereich von biologischen Sammlungen und Beobachtungsdatenbanken sowie der zugehörigen Datenhalter spezifiziert. Das ABCD Schema definiert je nach verwendeter Version bis zu 1 200 Datenelemente. Die aktuelle Version ist die Version 2.06³⁸, welche Ende 2005 von der TDWG ratifiziert wurde.

Mit dem komplexen Datenstandard kann jede mögliche Information, welche im Zusammenhang mit Biodiversitätsdaten auftreten könnte, beschrieben werden. Für jedes Element enthält das Schema eine strukturierte maschinenlesbare Annotation, welche das jeweilige Element erklärt. Durch diese Semantik wird die Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen ermöglicht, solange alle Systeme auf das zugrundeliegende Schema Zugriff haben. Abbildung 25 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt aus einem ABCD konformen XML-Dokument.

Aufgrund der starken Strukturierung von ABCD, kommt es in der Praxis häufig vor, dass zahlreiche Datenelemente nicht zugeordnet werden können, da die Informationen in einer Datenbank nicht in dieser Detailschärfe erfasst wurden. Daher sieht der ABCD Standard häufig für dieselbe Information zusammenfassende Freitext Elemente und zahlreiche strukturierte (atomisierte) Einzeldatenelemente vor. Auf diese Weise können auch Daten aus weniger detaillierten Datenbanken mit diesem Standard bereitgestellt werden.

³⁷<http://www.tdwg.org/> (10.07.2012)

³⁸<http://www.bgbm.org/tdwg/codata/schema/default.htm> (17.05.2013)

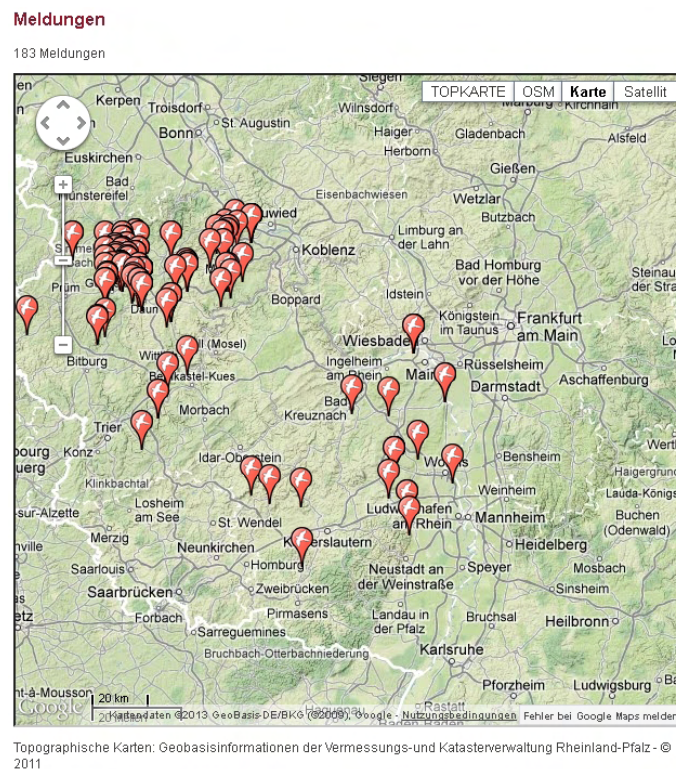


Abb. 23: Kartenansicht des *ArtenFinder Portals*

Gleichzeitig ergibt sich hierbei aber auch das Problem, dass verschiedene Datenelemente die gesuchte Information transportieren können. Bei der Entwicklung einer Anwendung, die den ABCD Standard nutzen soll, muss dies berücksichtigt werden. Aufgrund dessen und aufgrund des großen Umfangs des Datenstandards ist die Entwicklung einer Anwendungsschnittstelle für den ABCD Standard relativ aufwändig.

Zur Übertragung des ABCD Schemas in einem Netzwerk wird ein Protokoll benötigt. Das Biological Collection Access Service³⁹ (BioCASE) Protokoll zur Vernetzung zahlreicher großer Sammlungsdatenbanken und biologischen Datenknoten innerhalb Europas ebenso wie die GBIF nutzt den ABCD Standard zur Datenübertragung.

2.2.4.2 Darwin Core

Das *Darwin Core* (DwC) Schema ist ebenfalls ein von der TDWG entwickeltes XML-Schema zur Beschreibung und zum Austausch von biologischen Sammlungs- und Beobachtungsdaten (WIECZOREK ET AL., 2009). Im Gegensatz zum ABCD Schema definiert es deutlich weniger Elemente und ist daher übersichtlicher und einfacher in der Anwendung. Der DwC Standard stellt den Versuch dar, ein

³⁹<http://www.biocase.org/> (10.12.2012)



Abb. 24: Screenshot der Artensuche im *ArtenFinder Portal*

Minimum-Set an Datenelementen zusammenzustellen, die in jedem Fall von der Mehrheit der Datenbanken verwendet werden und die allen taxonomischen Gruppen gemeinsam sind (CANHOS ET AL., 2004). Der DwC Standard Version 1.2 wurde 2009 von der TDWG offiziell veröffentlicht.

Der Programmieraufwand für entsprechende Schnittstellen reduziert sich im Vergleich zum ABCD Standard durch die geringere Anzahl zu berücksichtigender Elemente deutlich. Von der GBIF wurden verschiedene Dokumente zur Erläuterung des Standards veröffentlicht, die sich an Datenbereitsteller und Entwickler richten (z. B. GBIF, 2011C oder GBIF, 2011B).

Abbildung 26 zeigt ein DwC-Datensatz für eine Vogelbeobachtung im Rahmen einer Feldstudie.

Ebenso wie beim ABCD Standard wird ein Protokoll zur Übertragung des XML-Schemas benötigt. Im Fall des DwC Standards wird häufig das XML basierte Distributed Generic Information Retrieval⁴⁰ (DiGIR) Protokoll verwendet.

Mittlerweile existieren verschiedene Erweiterung des DwC Standards. Das GBIF Portal nutzt den DwC Standard in der Version 1.4, das MaNIS Portal in der Version 1.2 (STEIN & WIECZOREK, 2004), das OBIS-Portal ebenfalls (BERENDSOHN ET AL., 2011).

Die von der GBIF entwickelte erweiterte Version Darwin Core Archive (DwC-A, s. GBIF, 2010 und GBIF, 2011A) basiert auf den DwC Elementen und den DwC Text Guidelines⁴¹. DwC-A kann auch für die Beschreibung von Artnamen, Taxonomischen Systemen, Artverteilungen, Literatur- und sonstigen Sachdaten verwendet werden.

2.3 Technische Grundlagen

In diesem Kapitel werden weitergehende technische Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis und zur Nachvollziehbarkeit der Arbeit erforderlich sind. Bei der Programmierung von Internetanwendun-

⁴⁰<http://www.digir.net/> (10.12.2012)

⁴¹<http://rs.tdwg.org/dwc/terms/guides/text/index.htm> (17.05.2013)

```

<Metadata>
  <Description>
    <Representation language='en'>
      <Title>PonTaurus collection</Title>
    </Representation>
  </Description>
  <RevisionData>
    <DateModified>2001-03-01T00:00:00</DateModified>
  </RevisionData>
</Metadata>
<Units>
  <Unit>
    <SourceInstitutionID>BGBM</SourceInstitutionID>
    <SourceID>PonTaurus</SourceID>
    <UnitID>1136</UnitID>
    <DateLastEdited>2001-03-01T00:00:00</DateLastEdited>
    <Identifications>
      <Identification>
        <Result>
          <TaxonIdentified>
            <HigherTaxa>
              <HigherTaxon>
                <HigherTaxonName>Plumbaginaceae</HigherTaxonName>
                <HigherTaxonRank>familia</HigherTaxonRank>
              </HigherTaxon>
            </HigherTaxa>
            <ScientificName>
              <FullScientificNameString>Acantholimon lycaonicum Boiss. &amp; Heldr.</FullScientificNameString>
              <NameAtomised>
                <Botanical>
                  <GenusOrMonomial>Acantholimon</GenusOrMonomial>
                  <FirstEpithet>lycaonicum</FirstEpithet>
                  <AuthorTeam>Boiss. &amp; Heldr.</AuthorTeam>
                </Botanical>
              </NameAtomised>
            </ScientificName>
          </TaxonIdentified>
        </Result>
      </Identification>
    </Identifications>
    <Identifiers>
      <Identifier>
        <PersonName>
          <FullName>Mrs Barcode</FullName>
        </PersonName>
      </Identifier>
    </Identifiers>
  </Unit>
</Units>

```

Abb. 25: Beispielhafter Ausschnitt eines ABCD-Datensatzes für einen botanischen Sammlungsbeleg, Quelle: <http://wiki.tdwg.org/twiki/bin/view/ABCD/AbcdPrimer> (17.05.2013)

gen ist die Verwendung von Auszeichnungssprachen wie der *Extensible Markup Language* (XML) und der *Hypertext Markup Language* (HTML) zwingend erforderlich. Da es sich bei den beiden Sprachen um elementare Grundlagen handelt, wird deren Kenntnis vorausgesetzt. Auch grundlegende Kenntnisse wie z. B. zur Funktionsweise eines Content Management Systems (CMS) oder zur Skriptsprache JavaScript (JS) sowie zum Datenformat JSON, welches vor allem bei der Datenübertragung zwischen Client und Server von zahlreichen Web-Services genutzt wird, werden als bekannt vorausgesetzt.

2.3.1 Verwendete Programmiersprachen

2.3.1.1 Python

Python⁴² gehört zu den plattformübergreifenden, objektorientierten, höheren Programmiersprachen. Im Gegensatz z. B. von Java handelt es sich um eine interpretierte Sprache (Python-Interpreter), die

⁴²<http://www.python.org> (17.08.2012)

```

dwc:occurrenceID>urn:catalog:AUDCLO:EBIRD:OBS64515288
dcterms:type>Event
dcterms:modified>2009-02-17T07:33:04Z
dwc:institutionCode>AUDCLO
dwc:collectionCode>EBIRD
dwc:basisOfRecord>HumanObservation
dwc:individualCount>2
dwc:eventID>http://guid.mvz.org/events/2006/11/26/17
dwc:samplingProtocol>area count
dwc:eventDate>2006-11-26
dwc:locationID>http://guid.mvz.org/sites/arg/127
dwc:country>Argentina
dwc:countryCode>AR
dwc:stateProvince>Neuquén
dwc:locality>Valle Limay, Estancia Rincon Grande, 48 ha area with centroid at this point
dwc:decimalLatitude>-40.97467
dwc:decimalLongitude>-71.0734
dwc:geodeticDatum>WGS84
dwc:coordinateUncertaintyInMeters>200
dwc:scientificName>Anthus hellmayri
dwc:class>Aves
dwc:genus>Anthus
dwc:specificEpithet>hellmayri

```

Abb. 26: Beispiel eines DwC-Datensatzes, Vogelbeobachtung im Rahmen einer Feldstudie, Quelle: <http://code.google.com/p/darwincore/wiki/Examples> (17.05.2013)

ohne vorherige Kompilierung lauffähig ist (DOWNEY, 2008). Python steht unter der PSF-Lizenz (Python Software Foundation), eine von der Python Software Foundation entwickelte OpenSource Lizenz, die auch die Verwendung innerhalb von kommerziellen Anwendungen erlaubt (KAISER & ERNESTI, 2008).

Die Syntax der Sprache ist einfach zu erlernen und klar strukturiert. Durch die Verfügbarkeit zahlreicher vorgefertigter Funktionen und Objekten ist es möglich mit wenig Programmcode auszukommen. Positiv für eine schnelle Anwendungsentwicklung sind z. B. die dynamische Typzuweisung (*dynamically typing*) und die dynamische Bindung an einen Datentyp (*dynamic binding*) (PILGRIM, 2004).

Die dynamische Typzuweisung ermöglicht die dynamische Vergabe des Datentyps entsprechend des zugewiesenen Wertes zur Laufzeit, ohne vorherige explizite Typzuweisung im Rahmen der Variablen-deklaration. In der Folge ist der Datentyp der Variable verbindlich und muss vor Verwendung innerhalb von Operationen, die einen anderen Datentyp erwarten, explizit konvertiert werden. Die Verwendung von eingebauten Datenstrukturen wie z. B. Listen, Dictionaries, Tupel und Exceptions vereinfacht die Programmierung erheblich. Die Speicherverwaltung erfolgt automatisch.

Eine Besonderheit von Python ist der modulare Aufbau. Durch die Installation von zusätzlichen Modulen und Paketen kann der Basisumfang von Python (Standardbibliothek) beliebig erweitert werden. Für viele Anwendungen und Problemstellungen existieren bereits entsprechende Lösungen. Programmiercode kann so einfach wiederverwendet werden.

Insbesondere im geowissenschaftlichen Bereich ist die Nutzung von Python für die räumliche Datenverarbeitung weit verbreitet. Dies liegt u. a. daran, dass es mächtige OpenSource Programmibibliothe-

ken wie z. B. GDAL⁴³ (*Geospatial Data Abstraction Library*) oder *OGR Simple Feature Library*⁴⁴ gibt, die über Python Bindings verfügen (SHERMAN, 2008 oder WARMERDAM, 2008). Diese Open-Source Bibliotheken haben Algorithmen für die Durchführung komplexer räumlicher Berechnungsfunktionen und Konvertierungsoperationen implementiert.

Die aktuellste Python Version, ist Version 2.7.5 bzw. Python 3.3.2. Da die Version 3.x, die bereits 2008⁴⁵ veröffentlicht wurde, einige grundlegende Veränderungen in der Programmierung mit sich bringt und daher keine Abwärtskompatibilität besteht, hat sich bis jetzt noch keine breite Unterstützung unter Python-Entwicklern für die neue Version gefunden⁴⁶. Derzeit werden beide Versionen parallel entwickelt, wobei es kein Python 2.8 mehr geben soll. Im Rahmen der Arbeit wird die Version 2.6 sowie eine ältere Version (Python 2.4) genutzt, da die bestehende serverseitige Entwicklungsumgebung dies erforderlich macht (vgl. Kapitel3.2.5).

2.3.1.2 Document Template Markup Language

Die *Document Template Markup Language* (DTML) ist eine innerhalb des Applikationsservers Zope (vgl. Abschnitt 2.3.2.1) implementierte Skriptsprache, die, wie HTML auch, auf Tags basiert. Im Gegensatz zu JS handelt es sich um eine serverbasierte Skriptsprache, die noch vor Auslieferung an den Client vom Server interpretiert wird (ähnlich wie PHP). Im Ergebnis werden alle DTML-Tags vom Zope-Server durch Text bzw. HTML-Tags ersetzt und an den Client (i. d. R. ein Webbrowser) wird nur reiner HTML-Quellcode ausgeliefert.

DTML kann zur Formatierung, Generierung und Kontrolle von Inhalten eingesetzt werden. Durch die serverseitige Ausführung ist es möglich Internetseiten dynamisch zu gestalten und flexibel auf z. B. Nutzereingaben zu reagieren. Ziel ist die Trennung von Inhalt (HTML) und Logik (DTML) einer Webseite. In der Praxis werden DTML-Tags allerdings direkt zwischen die HTML-Tags geschrieben, wodurch die Übersichtlichkeit der gewünschten Trennung etwas verloren geht.

Durch die konsequente Umsetzung des Konzeptes der Objektorientierung innerhalb von Zope (vgl. Abschnitt 2.3.2.1) werden alle nutzbaren Komponenten als Objekte definiert und können mehrfach aufgerufen werden (HÖRTZSCH & RAPKO, 2003). Einmal geschriebener DTML-Code kann daher aus anderen Objekten heraus wiederverwendet werden. Dies spart Zeit und verringert den Programmieraufwand und die Fehlerhäufigkeit von DTML-Skripten.

Da DTML stark in das Zope-eigene Sicherheitsmodell eingebunden ist, sind die programmiertechnischen Freiheiten (z. B. Zugriff auf Dateisystem und Systemaufrufe sind nicht möglich) im Gegensatz z. B. zu PHP stark eingeschränkt. Im Gegenzug besteht keine Gefahr, dass durch ein laienhaft programmiertes Skript ein Sicherheitsleck auftritt und auch weniger versierten Anwendern kann die Möglichkeit zur Erzeugung von Skripten eingeräumt werden.

⁴³<http://www.gdal.org/> (10.04.2013)

⁴⁴<http://www.gdal.org/ogr/> (10.04.2013)

⁴⁵http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Python (11.04.2013)

⁴⁶<http://w3techs.com/technologies/details/pl-python/all/all> (11.04.2013)

2.3.2 Softwarekomponenten

2.3.2.1 Zope

Zope⁴⁷ (*Z Object Publishing Environment*) ist ein Python basierter OpenSource Applikationsserver, welcher ursprünglich von Digital Creations und einer großen Entwicklergemeinschaft für zahlreiche Betriebssysteme entwickelt wurde. Im Rahmen dieser Arbeit wird Zope 2 mit seinen zahlreichen Komponenten beschrieben und verwendet, was mit der bestehenden Serverarchitektur (vgl. Abschnitt 3.2.5) zusammenhängt. Bereits in 2004 ist das Web Framework Zope 3 erschienen, das weitestgehend neu geschrieben wurde (nur die ZODB ist erhalten geblieben)⁴⁸. In 2010 wurde Zope 3 in BlueBream⁴⁹ umbenannt. Ähnlich wie bei Python werden beide Entwicklungszweige parallel weiterentwickelt. Für Zope 2 ist z. B. mittlerweile das mächtige und gut skalierbare CMS Plone⁵⁰ verfügbar. Zope 2⁵¹ liegt aktuell in der Version 2.13 vor, Bluebream in der Version 1.0b4.

Zope ist aus mehreren Komponenten (Python Objekte) aufgebaut (vgl. Abbildung 27). Jede Komponente verfügt über Interfaces (Schnittstellen), die den Zugriff auf und das Verhalten der Komponente näher beschreiben (spezifizieren). Der Zope-eigene Server (*ZServer*) fungiert als Übersetzer für die zahlreichen Netzwerkprotokolle wie z. B. HTTP, FTP oder XML-RPC und steuert den Netzwerkverkehr zum Internet. Der *ZServer* kann auch von einem Fremdserver wie z. B. dem Apache ersetzt werden. Die zentrale Verwaltung der zahlreichen Zope-Objekte innerhalb von Zope übernimmt der *ZPublisher*. Er nimmt den HTTP-REQUEST entgegen, parst diesen und durchsucht die *Z Object Database* (ZODB) nach den entsprechenden Zope-Objekten. Der Zugriff auf die Zope-Objekte erfolgt über URLs. Dabei überprüft der *ZPublisher* gleichzeitig, ob die entsprechenden Berechtigungen zum Aufruf des Objektes vorliegen und ob es sich um ein ausführbares Objekt (Funktion) oder eine Webseite handelt. Anschließend liefert er die Zope-Objekte als RESPONSE an den Webserver zurück (*Object Publishing*). Verwaltungsfunktionen wie Steuerung des *Transaction Manager* (Transaktionsmanager) werden ebenfalls vom *ZPublisher* übernommen. Weitergehende Erläuterungen finden sich in der Online-Dokumentation⁵² bzw. in HÖRTZSCH & RAPKO (2003) und BERNSTEIN & ROBERTSON (2002).

Im Rahmen des Transaktionsmanagements werden alle Änderungen an Objekten (Einzeltransaktionen), die im Rahmen des *Object Publishing* durchgeführt werden, überwacht und die Objektzustände temporär gespeichert. Kann eine Operation z.B. aufgrund fehlender Berechtigungen nicht durchgeführt werden, müssen alle bis dahin durchgeführten Änderungen an Zope-Objekten in der ZODB rückgängig gemacht werden. Erst wenn alle Operationen erfolgreich ausgeführt werden konnten, werden die Änderungen permanent in der ZODB gespeichert.

⁴⁷<http://www.zope.org> (20.07.2012)

⁴⁸[http://de.wikipedia.org/wiki/Zope_\(Webanwendungsserver\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Zope_(Webanwendungsserver)) (20.07.2012)

⁴⁹<http://bluebream.zope.org/> (21.07.2013)

⁵⁰<http://www.plone.org/> (20.07.2012)

⁵¹<http://zope2.zope.org/> (20.07.2012)

⁵²<http://wiki.zope.org/zope2/Zope2Book> (21.07.2013)

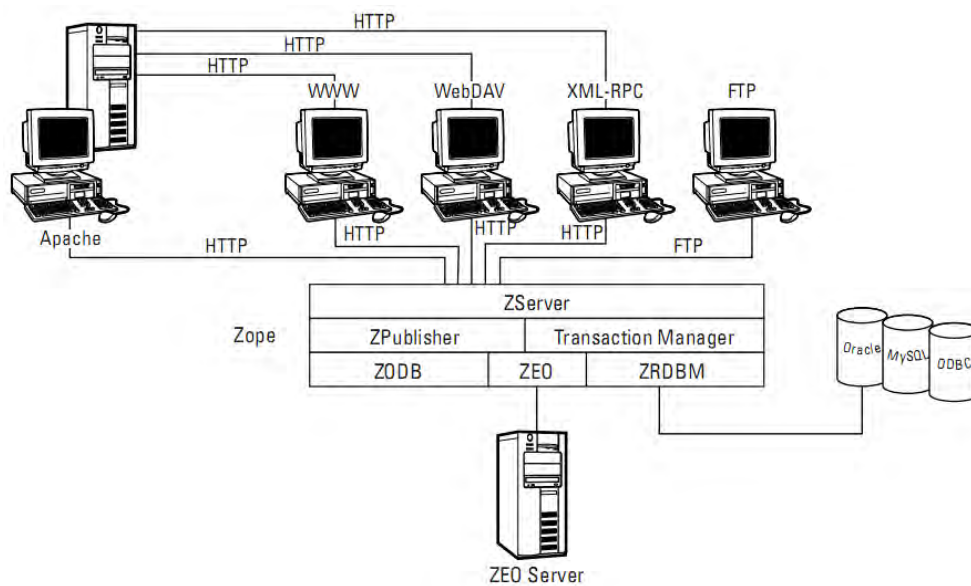


Abb. 27: Die Architektur von Zope aus BERNSTEIN & ROBERTSON (2002)

Die ZODB ist die zentrale Datenbank innerhalb von Zope, in der alle Zope-Objekte gespeichert werden. Die Datenbank verfügt über ein Versionsmanagement, so dass es möglich ist, bereits durchgeführte Aktionen gezielt rückgängig zu machen. Mit Hilfe der *Zope Enterprise Option* (ZEO) kann eine ZODB von mehreren Zope Instanzen, die auf verschiedenen Maschinen laufen, aufgerufen werden. Die flexible Skalierung des System wird so möglich.

Der Zugriff auf andere Datenbanken wird durch das *Zope Relational Database management* (ZRDBM) enorm erleichtert. Das ZRDBM stellt eine Schnittstelle zu zahlreichen Fremddatenbanken zur Verfügung. Für die Programmierung ist es daher egal, welche relationale Datenbank zur Datenspeicherung eingesetzt wird. Auch beim Wechsel des Datenbanksystems ist kein erneuter Programmieraufwand erforderlich.

Weiteren Vorteile von Zope sind die einfache Erweiterbarkeit über Zope-Produkte⁵³ (zusätzliche Pythonklassen, ZClasses, die von der Community entwickelt und zur Verfügung gestellt werden), die Nutzung von Python zur Erstellung von Skripten und die Möglichkeit der Verwendung von externen Methoden (z. B. für den Zugriff auf das Dateisystem des Servers).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird Zope aus praktischen Überlegungen heraus in erster Linie als CMS eingesetzt. Der Zope-Kern (*ZCore*) liefert hierzu bereits eine webbasierte grafische Benutzerschnittstelle als Backend zur Administration der Internetplattform. Außerdem sind zahlreiche weitere wichtige Funktionalitäten wie z. B. eine Suchmaschine, ein Mehrbenutzersystem mit detaillierter Rechteverwaltung sowie entsprechende Sicherheitsmechanismen (jedes Zope-Objekt verfügt über eigene Sicherheitsrichtlinien) bereits eingebaut.

⁵³<http://old.zope.org/Products/index.html> (20.07.2012)

2.3.2.2 JavaScript Bibliotheken

Für die Entwicklung des BIS sind zwei umfangreiche OpenSource JS-Bibliotheken von Bedeutung: *jQuery* und *OpenLayers*. Im Folgenden soll kurz auf die beiden Bibliotheken und der Funktionalität eingegangen werden.

jQuery jQuery⁵⁴ ist eine JS-Bibliothek, die das clientseitige Erstellen von Skripten vereinfachen soll und 2006 veröffentlicht wurde. Aktuell ist es die am weitesten verbreitete JS-Bibliothek weltweit⁵⁵. jQuery steht unter der OpenSource Lizenz MIT (Massachusetts Institute of Technology).

Ein wesentlicher Vorteil von jQuery ist der stark vereinfachte Zugriff auf das *Document Object Model* (DOM) einer Webseite. Die Definition zahlreicher Selektoren⁵⁶ ermöglicht den schnellen und direkten Zugriff auf einzelne DOM-Elemente. Durch verschiedene Methoden ist die einfache Manipulation des DOMs möglich. Animationseffekte können ebenfalls einfach implementiert werden und zahlreiche Event Handler Methoden zur Nutzer-Interaktion sind verfügbar. Auch die Entwicklung von AJAX-Anwendungen wird stark vereinfacht.

Ein weiterer Vorteil der sich aus der Verwendung einer JS-Bibliothek ergibt, ist die browserunabhängige Programmierung. Da sehr viele Browservarianten in unterschiedlichen Versionen im Einsatz sind⁵⁷ und die verschiedenen Browseranbieter es bis heute nicht geschafft haben, den offiziellen JS-Standard bzw. das DOM vollständig und in gleicher Weise zu implementieren, kommt es in Abhängigkeit vom eingesetzten Browser immer wieder zu unerwünschtem Fehlverhalten von JS-Code. Der Einsatz einer browserunabhängigen JS-Bibliothek trägt deutlich zur Vereinfachung und Beschleunigung der Entwicklung von browserunabhängigen Webseiten bei.

Durch die Verwendung von *jQuery user interface* (jQuery UI) und dem *ThemeRoller*, einer Anwendung zum Design von jQuery UI, können perfekt auf die eigene Webseite abgestimmte JS-Anwendungen (Farbschema, Buttondesign) erstellt werden. Außerdem bringt jQuery UI zahlreiche Widgets mit wie z. B. Dialog-Boxen, Autovervollständigung, Kalenderansichten usw.

Je nach Umfang der verwendeten Bibliothek müssen unterschiedlich große Dateien in die Webseiten eingebunden werden. Aufgrund der mittlerweile nahezu überall verfügbaren hohen Datenübertragungsraten der Internetverbindungen haben die geringfügig größeren Datenmengen kaum einen Einfluss auf die Ladezeiten einer Seite. In dieser Arbeit wird jQuery in der Version 1.7.1 eingesetzt.

⁵⁴<http://jquery.com/> (13.05.2013)

⁵⁵http://w3techs.com/technologies/overview/javascript_library/all (13.05.2013)

⁵⁶<http://api.jquery.com/category/selectors/> (13.05.2013)

⁵⁷<http://www.browser-statistik.de/statistiken/versionen/> (12.05.2013)

OpenLayers *OpenLayers*⁵⁸ ist eine JavaScript-Bibliothek zur Anzeige von Geodaten in einem Internetbrowser und steht unter der BSD-Lizenz (Berkeley Software Distribution). Die Bibliothek verfügt über eine API (JavaScript Mapping Library⁵⁹) zur Entwicklung eines WebGIS-Clients unabhängig von dem auf dem Server eingesetzten System. Für die Verarbeitung und Darstellung von Geodaten sind zahlreiche Schnittstellen implementiert, so dass OpenLayers die Programmierung eines sehr flexiblen WebGIS-Clients ermöglicht mit dem zahlreiche Geodatenlayer unterschiedlichster Datenprovider und Formate eingebunden werden können.

Folgende Rasterformate und Tile-Server werden unterstützt: WMS, WMTS, TMS, WMS-C, WMTS, Google Maps, Bing Maps, Yahoo Maps, OpenStreetMap, ArcGIS Server, ArcIMS

Folgende Vektorformate werden unterstützt: KML, GeoJSON, WKT, GML, WFS, GeoRSS

Kartenanwendungen können im Vergleich zu anderen WebGIS-Clients sehr schnell und mit wenigen Zeilen Code erzeugt werden (DAVIS, 2007). Der Einsatz von OpenLayers als WebGIS-Client ist daher weit verbreitet und gilt derzeit sozusagen als *state-of-the-art* für Web Mapping-Anwendungen.

Wichtige Web Mapping Elemente und Werkzeuge wie z. B. Kartenlegende, Maßstabsbalken, Zoomfunktion und Übersichtskarte werden durch die API bereitgestellt. Die parallele Verwendung von jQuery und OpenLayers ist möglich.

2.3.2.3 MapServer

*MapServer*⁶⁰ ist eine OpenSource-Software zur Darstellung und Erstellung von internetbasierten Kartenansichten. Das Programm wurde ursprünglich von der University of Minnesota und der NASA in den 90er Jahren entwickelt und wird jetzt von einigen unabhängigen Programmierern betreut⁶¹. Es steht unter der MIT-Lizenz.

Durch die Einbindung der GDAL/OGR-Bibliotheken kann das Programm auf zahlreiche freie und proprietäre Formate (mehr als 130 Raster- und über 60 Vektorformate) zugreifen und diese darstellen. Direkt unterstützt werden die Rasterformate TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, JPEG und Erdas LAN/GIS sowie die 25 Vektorformate u.a. SHP, KML usw. (KROPLA, 2005). Allerdings führt die Einbindung von Erweiterungsbibliotheken i. d. R. zu einem Performanceverlust, aufgrund der zusätzlich benötigten Kommunikationsebene (MITCHELL ET AL., 2008).

MapServer kann als *Common Gateway Interface* (CGI) Skript eingesetzt werden, zusätzlich sind für zahlreiche Programmiersprachen APIs definiert (z. B. Python), um den MapServer als stand-alone Anwendung nutzen zu können. Die Verwendung als OGC-konformer WFS- und WMS-Server/Client

⁵⁸<http://www.openlayers.org> (15.08.2012)

⁵⁹<http://dev.openlayers.org/docs/files/OpenLayers-js.html> (20.12.2012)

⁶⁰<http://mapserver.org/> (10.09.2012)

⁶¹<http://mapserver.org/about.html> (10.09.2012)

ist möglich, so dass auch eigene Daten per Web-Service zur Verfügung gestellt werden können (THE MAPSERVER TEAM, 2013).

Grundsätzlich sind folgende drei Ausgabemöglichkeiten für Geodaten implementiert:

- bildliche Darstellung als PNG oder JPEG (für Rasterdaten) bzw. als SVG (Vektordaten)
- WMS
- WFS (unter Verwendung von GML)

Der enthaltene WFS besitzt allerdings keine transaktionale Erweiterung (WFS-T, s. Abschnitt 2.3.3.2), da das Halten einer Datenbankverbindung bei einem CGI-Programm generell nicht möglich ist⁶².

Die Stärke des MapServers liegt in der Überlagerung und dem gemeinsamen Rendering verschiedener Datenquellen, wobei die Formatierung der einzelnen Layer über ein sog. Mapfile vorgegeben wird. Das Mapfile, eine einfache ASCII-Datei, bildet die zentrale Steuerdatei des MapServers, welche alle Informationen zur Generierung einer grafischen Darstellung der Geodaten in Form von Schlüssel-Werte-Paaren enthält (KROPLA, 2005).

Es sind Funktionen zur Darstellung der Karte, zur Einbindung eines Maßstabsbalkens, zur Navigation und zur Selektion sowie zum An- und Ausschalten von Kartenebenen implementiert. Weitere Vorteile sind die hohe Leistung, die Stabilität, die große Entwicklergemeinschaft, die Einfachheit und die Flexibilität der Software.

2.3.2.4 PostgreSQL

*PostgreSQL*⁶³ ist ein objektrelationales Datenbankmanagementsystem, welches unter einer eigenen OpenSource Lizenz (PostgreSQL Licence) ähnlich der MIT- oder BSD-Lizenz steht und von einer großen Entwicklergemeinschaft weiterentwickelt wird.

Das Datenbanksystem implementiert den ANSI-SQL:2008 Standard vollständig. Insbesondere für die Indexierung von räumlichen Daten von Bedeutung ist der *Generalized Search Tree* (GiST) Index, der Algorithmen wie B-tree und R-tree sowie einige andere Algorithmen sozusagen als Container-Index unter sich vereint (WATERMANN, 2010). Der GiST-Index wird u. a. von der Erweiterung *PostGIS*⁶⁴ verwendet, welche die Datenbank um die umfassende Unterstützung für räumliche Datenobjekte erweitert.

Zwar sind bereits räumliche Geometrietypen (z. B. Point, Line, Box, Polygon) in *PostgreSQL* von Haus aus implementiert, diese sind jedoch nicht konform zu bestehenden Geodatenstandards. Durch

⁶²<http://de.wikipedia.org/wiki/MapServer> (10.09.2012)

⁶³<http://www.postgresql.org/> (10.09.2012)

⁶⁴<http://postgis.refractory.net/> (10.09.2012)

PostGIS wird ein Geometrieklassenmodell, welches die beiden Spezifikationen ISO 19125:2004 „Simple Feature Access“ und ISO/IEC 13249-3:2006 „SQL/MM Spatial“ erfüllt, in *PostgreSQL* implementiert. Darüber hinaus stehen mit *PostGIS* ebenfalls zahlreiche geometrische Funktionen (z. B. zur Validierung und Erzeugung von Geometrien, zur Koordinatentransformation oder zur Konvertierung) zur Verfügung, die ebenfalls standardkonform sind bzw. sogar darüber hinaus gehen (BRINKHOFF, 2007).

Für diese Arbeit war auch es auch von Vorteil, dass Datenbank-interne Skripte wie z. B. *stored procedures* oder *Trigger* direkt in Python programmiert werden konnten, da *PostgreSQL* entsprechende APIs für zahlreiche Programmiersprachen zur Verfügung stellt.

2.3.2.5 Web-Services

Web-Services spielen für der Entwicklung des BIS eine wichtige Rolle. Unter Web-Service wird stark vereinfacht die Kommunikation zwischen Computern über das Internet verstanden. Im Allgemeinen werden von einem Server Dienste (Services) angeboten, die von einem Client genutzt werden können, indem dieser eine festgelegt Netzwerk- oder Internetadresse aufruft. Um unabhängig von der verwendeten Programmiersprache und dem verwendeten Rechnersystem zu sein, erfolgt die Übertragung meist über das Transferprotokoll HTTP und es wird ein standardisiertes einfaches Textformat wie z. B. XML oder JSON verwendet. Man unterscheidet zwei Web-Service-Standards *Simple Object Access Protocol* (SOAP) und *Representational State Transfer* (REST).

SOAP (nicht zu verwechseln mit SOA, welches für *Service-oriented architecture* steht) ist ein standardisiertes Protokoll, bei dem Nachrichten im XML-Format und mit einer definierten Struktur übertragen werden. Es werden entfernte Methoden mit definierten Parametern, welche in einer *Web Services Description Language*-Datei (WSDL) beschrieben sind, aufgerufen und der Rückgabewert (ebenfalls WSDL-beschrieben) entgegengenommen. Hierbei kann auf die volle Funktionalität von entfernten z. B. auf einem Server vorhandenen Objekten zugegriffen werden. Über die WSDL-Dateien können automatisiert Zugriffsklassen für verschiedene Programmiersprachen generiert werden (ULLENBOOM, 2012).

Das REST-Prinzip stellt stattdessen einen Archtekturstil (RESTful) dar. Über HTTP wird eine Anfrage an einen Webserver gestellt. In diesem Fall stellt bereits die URL die kodierte Ressource dar. Als Ressource kann jedes Format verwendet werden, also z. B. XML, Text, Bilder oder Multimedia-Dateien. Die Antwort erfolgt als XML- oder JSON-Datei. Da kein fester Standard für die Antwort im XML-Format existiert, müssen beim Empfänger Informationen zu den übermittelten Daten vorliegen, um deren Bedeutung erfassen zu können. Oftmals ist eine mehr oder weniger vollständige Dokumentation des Web-Services verfügbar. Die Ressource können mit den bekannten HTTP Methoden GET, PUT, POST und DELETE aufgerufen, jedoch nicht direkt manipuliert werden. Da RESTful Services

einfach zu implementieren und sehr gut skalierbar sind, werden sie häufig in Webanwendungen eingesetzt⁶⁵.

Durch standardisierte Web-Services, die unabhängig von der eingesetzten Plattform und der verwendeten Programmiersprache sind, wird die Interoperabilität von Anwendungen ermöglicht (MITCHELL ET AL., 2008).

2.3.3 OGC-Standards

Für den Umgang mit Geodaten sind spezielle Schnittstellen entwickelt worden, die auf eigens dafür definierte Standards aufbauen. Für die Kommunikation im World Wide Web haben sich insbesondere die Standards des Open Geospatial Consortium⁶⁶ (OGC) durchgesetzt. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „OGC Web Services“ (OWS). Das OGC ist ein internationales Industriekonsortium mit mehreren hundert aktiven Mitgliedern aus den Bereichen Industrie, Verwaltung und Forschung. Als Standardisierungsgremium definiert das OGC offene Schnittstellen und Standards zur interoperablen Nutzung von Geodaten. Es werden abstrakte Spezifikationen und die darauf aufbauenden Implementationspezifikationen unterschieden. Zu zweiteren gehören der *Web Map Service* (WMS) und der *Web Feature Service* (WFS), welche kurz vorgestellt werden.

2.3.3.1 Web Map Service

Ein *Web Map Service* produziert statische Karten in Bildformaten wie GIF, JPEG oder PNG. Dabei handelt es sich um georeferenzierte Bilder, die sich in Web Mapping Anwendungen einbinden und auch als, aus mehreren Datensätzen zusammengesetzte, Ebenen überblenden (rendern) lassen. Als Datenquelle können Raster- und Vektordaten genutzt werden. Der Service selbst wird von einem Kartenserver (z. B. UMN MapServer) bereit gestellt. Die Spezifikation liegt aktuell in der Version 1.3.0 vor (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2006).

In Abhängigkeit von den zugrunde liegenden Datenquellen kann der Renderingprozess auf dem Server sehr hohe Lasten und Performance-Probleme verursachen. Für den Client hingegen, ist die Darstellung eines WMS ohne großen Ressourcenverbrauch möglich, da die übertragenen Datenmengen und die Auflösung der als Bilddatei übertragenen Karte i. d. R. gering sind, um lange Wartezeiten bei der Anzeige zu vermeiden.

Der WMS Standard definiert Methoden, die vom Client über Requests aufgerufen werden können. Die WMS-Methoden sind (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2006):

- *GetCapabilities* (befragt den Dienst nach seinen Fähigkeiten)
- *GetMap* (fordert eine Karte oder einen Kartenausschnitt an)

⁶⁵<http://www.oio.de/public/xml/rest-webservices.htm> (10.09.2012)

⁶⁶<http://www.opengeospatial.org/standards> (19.10.2012)

- *GetFeatureInfo* (liefert Details zu einem bestimmten Kartenobjekt)
- *GetLegendGraphic* (Fordert die Kartenlegende des jeweiligen Layers an)
- optionale Requests: *DescribeLayer*, *GetStyles*, *PutStyles*

Eine Übersicht der definierten REQUEST-Parameter, die beim Aufruf einer Karte dem REQUEST als Schlüssel-Werte-Paare übergeben werden müssen, findet sich z. B. in MITCHELL ET AL. (2008) bzw. natürlich in der OGC Dokumentation (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2006).

2.3.3.2 Web Feature Service

Ein *Web Feature Service* liefert im Gegenzug zum WMS einzelne räumliche Features in Form von Vektordaten zurück. Die Vektordaten werden in einem XML-Dialekt, der *Geography Markup Language* (GML), transportiert. Während ein WMS Bilddateien ausschließlich zur Anzeige liefert, erlaubt das GML-Format die Weiterverarbeitung der Vektordaten. Es kann auch direkt nur ein bestimmtes Feature (z. B. eine Artbeobachtung oder eine Biotopfläche) abgefragt werden, ohne dass wie beim WMS alle Daten einer Ebene in ein Bild umwandelt werden müssen. Die Abfrage kann dabei im Gegensatz zum WMS nicht nur nach räumlichen Kriterien sondern auch nach den zusätzlich verfügbaren Attributinformationen der Features erfolgen.

Die Spezifikation liegt aktuell in der Version 2.0 vor (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2010A), wobei im Rahmen der Arbeit noch die ältere Spezifikation Version 1.1.0 verwendet wird (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2005). Der WFS ist in zwei Formen definiert, einem Basis-WFS und einem transaktionalen WFS (Transactional Web Feature Service - WFS-T). Mit dem WFS-T sind Schreibzugriffe auf den Geodatenserver möglich, um Features zu aktualisieren, zu löschen oder neue Features zu erzeugen (MITCHELL ET AL., 2008).

Der WFS Standard definiert ebenfalls Methoden, die vom Client über Requests aufgerufen werden können. Die WFS-Methoden lauten (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2005 bzw. OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC. 2010A:

- *GetCapabilities* (liefert beschreibende Metadaten als XML), Vers. 1.1.0 und 2.0
- *DescribeFeatureType* (fragt nach Details eines bestimmten Feature Typs), Vers. 1.1.0 und 2.0
- *GetFeature* (liefert ein bestimmtes Feature, welches als GML zurückgegeben wird), Vers. 1.1.0 und 2.0
- *GetGmlObject* (liefert ein bestimmtes Feature aufgrund der Angabe der ID), Vers. 1.1.0 und 2.0
- *GetPropertyValue* (liefert Attributinformationen zu einem bestimmten Feature), Vers. 2.0
- *Stored query management* (mehrere Methoden zur Abfrage gespeicherter Suchanfragen), Vers. 2.0
- nur WFS-T: *Transaction* (Editieren von Features), Vers. 1.1.0 und 2.0
- nur WFS-T: *LockFeature* (Sperren von Features), Vers. 1.1.0 und 2.0

- nur WFS-T: *GetFeatureWithLock* (Abfrage der gesperrten Features), Vers. 2.0

Werden mit dem WFS-Standard sehr große Datensätze abgefragt, so kann es in Abhängigkeit von der Treffermenge zu längeren clientseitigen Wartezeiten kommen, da bei einer großen Treffermenge entsprechend viele Features zurückgeliefert werden und die resultierende Datenmenge im GML-Format recht groß werden kann. Da in diesem Fall die Client-Anwendung für das Rendering der Einzelobjekte zuständig ist, kann es zudem zu Performance Problemen des Client-Rechners kommen, was je nach Prozessorleistung der Maschine und in Abhängigkeit vom verwendeten Browser bei >1 000–10 000 Feature bemerkbar wird.

2.3.3.3 Filter Encoding

Mittels Filter Encoding können Daten, die z. B. von einem WFS zurückgeliefert werden, gezielt gefiltert werden, so dass nur eine Untermenge der Daten angezeigt wird. Die entsprechende aktuelle OGC Spezifikation (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2010B) standardisiert die zu verwendenden Filterausdrücke. Im Rahmen der Arbeit wird noch die ältere Spezifikation Version 1.0.0 verwendet (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM INC., 2001). In dieser sind räumliche Operatoren (BBOX, Contains, Touches, Intersects usw.), Vergleichsoperatoren (PropertyIsLike, PropertyIsBetween, usw.), logische Operatoren (and, or, not) und arithmetische Operatoren für zusammengesetzte Ausdrücke (Add, Sum, Mul, Div) unter Verwendung der OGC Common Query Language definiert.

2.3.4 UML-Modellierung

Die *Unified Modelling Language* (UML) ist eine weit verbreitete und flexible, standardisierte, grafische Notationsform zur Spezifikation, Visualisierung, Konstruktion und Dokumentation von Modellen für Softwaresysteme. Als universelle Beschreibungssprache soll sie von den Entwicklern genauso wie von Nicht-Experten verstanden werden. Hierfür dienen standardisierte grafische Symbole, die auch komplexe Vorgänge anschaulich darstellen. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung des Standards ändern sich die graischen Notationsformen teilweise geringfügig bzw. es gibt mehrere Dialekte.

Die UML-Diagramme dieser Arbeit beziehen sich auf UML Version 1.4⁶⁷. Die Kenntnis der UML-Notation wird vorausgesetzt. Je nach Sichtweise auf die zu entwickelnde Anwendung können unterschiedliche Arten von UML-Diagrammen verwendet werden. Die wesentlichen, im Rahmen dieser Arbeit eingesetzten Diagramme sind:

- *Anwendungsfall-Diagramme*: Um die wesentlichen Anforderungen an das System in Form von Systemfunktionalitäten zu beschreiben werden zusätzlich zur Anforderungsanalyse auch Anwendungsdiagramme (Use case diagramme) eingesetzt.

⁶⁷<http://www.omg.org/spec/UML/1.4/> (10.12.2012)

- *Aktivitätsdiagramme*: Sie dienen dazu den Programmablauf abzubilden. Zu diesem Zweck wird der Gesamtprozess in seine einzelnen Teilschritte zerlegt, so dass für jeden Teilschritt die benötigten Objekte und die Aktionen ersichtlich sind. Entscheidungswege können durch Aktivitätsdiagramme aufgezeigt werden und dienen dem Entwickler als roter Faden bei der Programmierung.
- *Komponentendiagramme*: Ein Komponentendiagramm wird in der Arbeit verwendet, um die Systemarchitektur der Anwendung zu beschreiben. Die einzelnen Softwarekomponenten und ihre Interaktion miteinander können mittels Komponentendiagramm übersichtlich dargestellt werden.

2.3.5 Entity-Relationship-Modell

Im Rahmen der Datenmodellierung wird versucht die Wirklichkeit in einem abstrakten Modell abzubilden. Dieser Vorgang läuft in mehreren Schritten ab.

- *Identifikation*: Ermittlung der wesentlichen Objekte (Entitäten bzw. Entitätstypen).
- *Klassifikation*: Jeder Entitätstyp ist durch eine Auswahl an Elementen (Attributen) zu beschreiben.
- *Ermittlung der Beziehungen*: Die Beziehungen zwischen den Entitätstypen sind zu untersuchen und die jeweiligen Kardinalitäten zu bestimmen.

Als Ergebnis erhält man das konzeptionelle Modell (*Entity-Relationship-Modell* - ERM). Das ERM ist der Quasi-Standard für die Beschreibung von Datenmodellen in der Datenbankentwicklung (MULLER, 1999) und wurde ursprünglich von (CHEN, 1976) zum ersten Mal beschrieben. Es setzt sich zusammen aus einer grafischen Darstellung der Entitätstypen und Beziehungstypen - dem *Entity-Relationship-Diagramm* (ERD) - sowie einer Beschreibung zusätzlicher Details zum besseren Verständnis des Diagramms.

Mittlerweile existieren zahlreiche unterschiedliche Notationsformen und ERD-Versionen⁶⁸, die sich in der Ausgestaltung der verwendeten grafischen Symbole unterscheiden (z. B. Chen, IDEF1X, Barker, Bachman usw.). Ein fester Standard existiert nicht. In der vorliegenden Arbeit wird die Krähenfuß-Notation (crow's foot notation, in Anlehnung an die verwendete Symbolik zur Darstellung der Kardinalitäten) verwendet (vgl. Abbildung 28).

Identifizierende Beziehung bedeutet, dass der Primärschlüssel der Elterntabelle im Primärschlüssel der Kindtabelle enthalten ist. Oder um in der ERM-Sprache zu bleiben: Entitäten des Kindentitätstyps können ohne Entitäten des Elterntypstyps nicht existieren. Dieser Beziehungstyp tritt in erster Linie bei M:N-Beziehungen auf. Bei nicht identifizierenden Beziehungen sind die Entitäten des Kindentitätstyps unabhängig von den Entitäten des Elterntypstyps. Die Kindtabellen enthalten den Primärschlüssel der Elterntabelle als Fremdschlüssel (POWELL, 2006).

⁶⁸<http://de.wikipedia.org/wiki/Entity-Relationship-Modell> (10.12.2012)

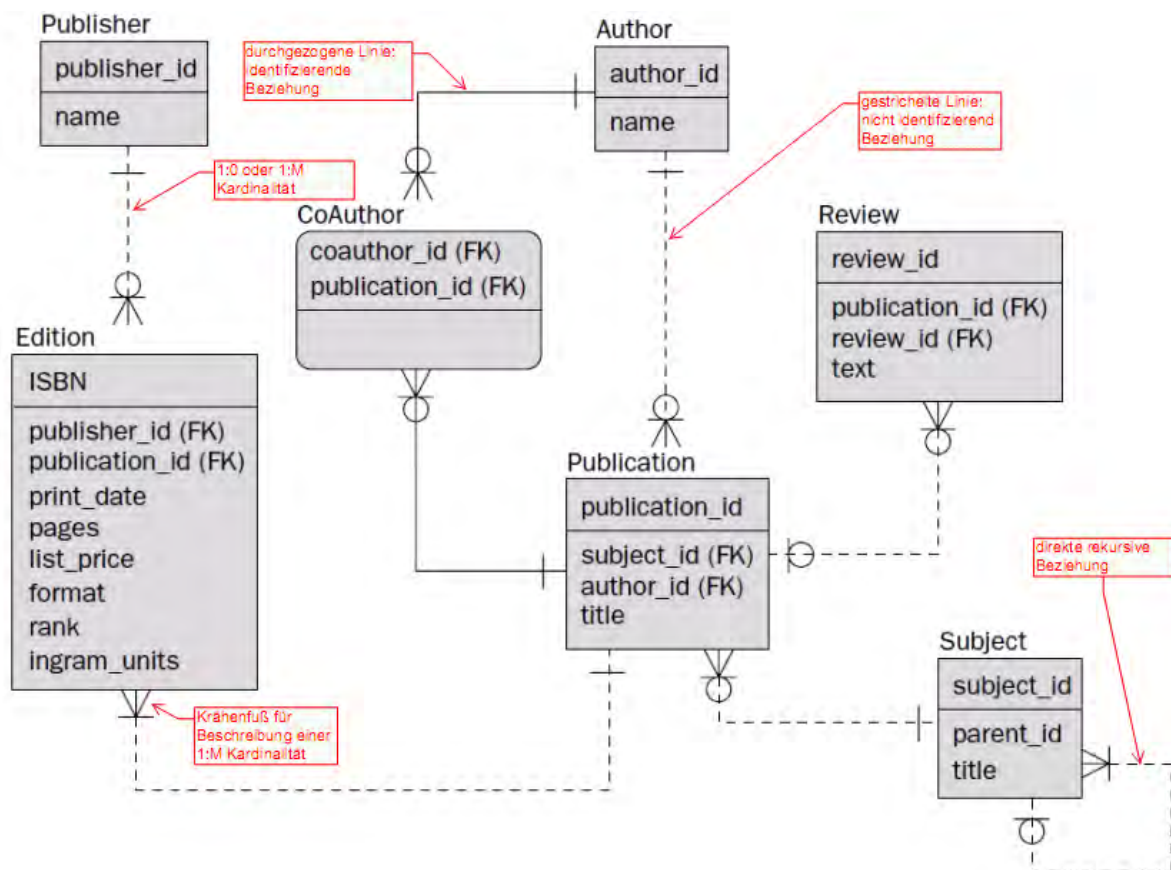


Abb. 28: Beispiel eines ERDs unter Verwendung der Krähenfuß-Notation verändert nach POWELL (2006)

Bei einer rekursiven Beziehung besteht die Beziehung zwischen einzelnen Entitäten desselben Entitätstyps. Hierarchien können auf diese Weise abgebildet werden. Im Beispiel der Abbildung 28 existieren zu Fachgebiet (Subject), welche wiederum hierarchisch in Hauptfachgebiete (z. B. Biologie) und Unterfachgebiete (z. B. Systematik, Bioinformatik, Biogeographie usw.) gegliedert sein können.

Als CASE Tool (Computer Aided Software Engineering) wird *SQL Power Architekt* in der Version 1.0.6 eingesetzt. Das Programm ist in der Community Edition unter der OpenSource Lizenz GNU GPL v3 veröffentlicht und daher kostenlos nutzbar. Es erlaubt sowohl das *forward engineering* als auch das *reverse engineering* (Erstellung der Datenbanktabellen, Schlüssel usw. aus einem logischen/physischen Datenbankmodell und umgekehrt).

3 Anforderungsanalyse

Um eine Anforderungsanalyse durchführen zu können, ist zunächst die Kenntnis der wichtigsten Nutzergruppen erforderlich. Erst dann können die unterschiedlichen Aufgaben und Arbeitsschritte, die der einzelne Nutzer mit dem System durchführen will, erarbeitet werden. Wie NEALE ET AL. (2007) zeigen, sind die Mehrzahl der zahlreichen Biodiversitätsportale nicht erfolgreich, da ihm Rahmen der Entwicklung der Projekte keine oder nur eine geringe Einbeziehung der Nutzer stattfand und daher die spezifischen Anforderungen der Nutzer nicht berücksichtigt werden konnten. Über den Erfolg einer Anwendung entscheidet letztendlich die Nutzerzufriedenheit und diese ist i. d. R. umso größer, je mehr Aufwand bei der Ermittlung der Anforderungen getrieben wurde.

NEALE ET AL. (2007) empfehlen zusätzlich zur Anforderungsanalyse ein iteratives Softwaredesign, d. h. parallel zum Entwicklungsprozess sollten ausgewählte Nutzer bereits Tests am Prototyp durchführen, damit deren Erfahrungen und Kritikpunkte direkt in die Entwicklung der Software einfließen können.

Alle wesentlichen Interessengruppen wurden bereits in Abschnitt 1.6 ermittelt. Zu diesen zählen:

- der ISTE
- die StEI-Unternehmen
- die Planungsbüros
- untergeordnet auch Externe wie z. B. Behörden und interessierte Bürger

Bei der Entwicklung des BIS wurde versucht die o. g. Vorgaben zu berücksichtigen. Es fanden im Vorfeld und auch während der Entwicklung des Systems mehrere Projektgruppentreffen statt. Zu diesen Terminen waren Teilnehmer aller Gruppen (bis auf Externe) anwesend. Die Besprechungen hatten u. a. zum Ziel den Funktionsumfang der Anwendung zu spezifizieren und nach Fertigstellung des Prototypen auch über Erfahrungen mit der Anwendung zu berichten. Außerdem trugen die Termine wesentlich zur Grundlagenermittlung bei. Große Diskrepanzen konnten z. B. zwischen den theoretisch fachlichen und den realistisch praktischen Anforderungen an die Aufnahme von Biodiversitätsdaten innerhalb von Feldstudien festgestellt werden. Diese wirkten sich u. a. auf das Datenmodell der Biodiversitätsdatenbank aus, welches zunächst mit einem deutlich größeren Attributumfang geplant war.

In diesem Kapitel werden im Rahmen einer Anforderungsanalyse die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an das BIS herausgearbeitet. Bei der Ermittlung der funktionalen Anforderungen liegt ein Schwerpunkt auf der Beschreibung der Eingangsdaten in das System. Grundlegende Aspekte der Erhebungsmethoden und ihre Bedeutung für die Entwicklung des Datenmodells

werden aufgezeigt. Als Ergebnis der ermittelten funktionalen Anforderungen können anschließend die relevanten und verbindlichen Use-Cases spezifiziert werden.

3.1 Funktionale Anforderungen

3.1.1 Art und Umfang der erhobenen Daten

Den in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Untersuchungen zur Biodiversität in Abbaustätten liegen grundsätzlich zwei verschiedene Arten biologischer Felddaten zur Erfassung der organismischen und der ökosystemaren Ebene (vgl. Kapitel 1.1) zugrunde. Zum einen werden **Arterhebungen** durchgeführt (s. Abschnitt 3.1.1.2), d. h. Beobachtungen einzelner Individuen werden auf Artebene gemacht. Im zweiten Fall handelt es sich um die **Kartierung von Biotypen**, welche auf Basis ihrer Pflanzenausstattung (z. B. Röhrichte, Buchenwald) aufgenommen werden (s. Abschnitt 3.1.1.3). Im Allgemeinen werden im Rahmen einer Biotypenkartierung auch Artbeobachtungen gemacht und ebenfalls registriert.

3.1.1.1 Vorhaben

Eine Untersuchung bezieht sich immer auf ein konkretes Projekt, auch als *Vorhaben* bezeichnet, (z. B. „Erweiterungsplanung Porphyrtsteinbruch Reichenbach“). Je nach Vorhabentyp (Untersuchungsanlass) unterscheiden sich Anzahl, Art und Umfang der durchzuführenden Untersuchungen. Die genaue Festlegung des Untersuchungsaufwandes wird vom ausführenden Planungsbüro in Abstimmung mit der jeweiligen Fach- bzw. Genehmigungsbehörde getroffen.

Zunächst sollen nur Vorhaben aus dem Bereich der StEI in das BIS aufgenommen werden. Längerfristig ist jedoch auch geplant das Einsatzspektrum zu erweitern und Vorhaben aus anderen Bereichen wie z. B. Straßenbauvorhaben, kommunaler Wohnungsbau, Erschließung von Gewerbegebieten etc. in die Datenbank aufzunehmen. Das zu entwickelnde Datenmodell soll entsprechend flexibel angelegt werden.

3.1.1.2 Arterhebungen

Unter einer Arterhebung wird die Erfassung einer oder mehrerer Individuen der gleichen Tier- oder Pflanzenart (in seltenen Fällen auch Pilze) im Rahmen einer Feldstudie verstanden. Die Begriffe Artbeobachtung, Einzelbeobachtung und Arterfassung werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

Da grundlegende Überlegungen, die bei der Planung einer Feldstudie zur Arterhebung (**systematische Erfassung**) angestellt werden müssen, auch im zu entwickelnden Datenmodell Berücksichtigung finden, wird an dieser Stelle kurz die Vorgehensweise der Feldstudienplanung skizziert (vgl. Abbildung 29).

Oftmals ist es nicht erforderlich eine vollständige Erfassung des Artinventars eines Standorts durchzuführen, sondern die Feldstudien beschränken sich auf bestimmte Artengruppen (Taxozöosen) wie z. B. die Amphibien. D. h. es wird eine sog. **Abschichtung** der Arten vorgenommen (ANDRIAN-WERBURG ET AL., 2011). Da die einzelnen Artengruppen sich z. B. schon hinsichtlich ihrer Fortbewegungsgeschwindigkeit oder Lebensweisen stark unterscheiden, müssen auch unterschiedliche Untersuchungsmethoden zu ihrer Erfassung verwendet werden. Die Auswahl der geeigneten Untersuchungsmethoden (Keschterfang, akustische Erfassung, Lichtfallen, etc.) bestimmt in entscheidendem Maße über Erfolg oder Misserfolg einer Arterhebungskampagne, wobei meist mehrere Untersuchungsmethoden auf eine Artengruppe angewendet werden können.

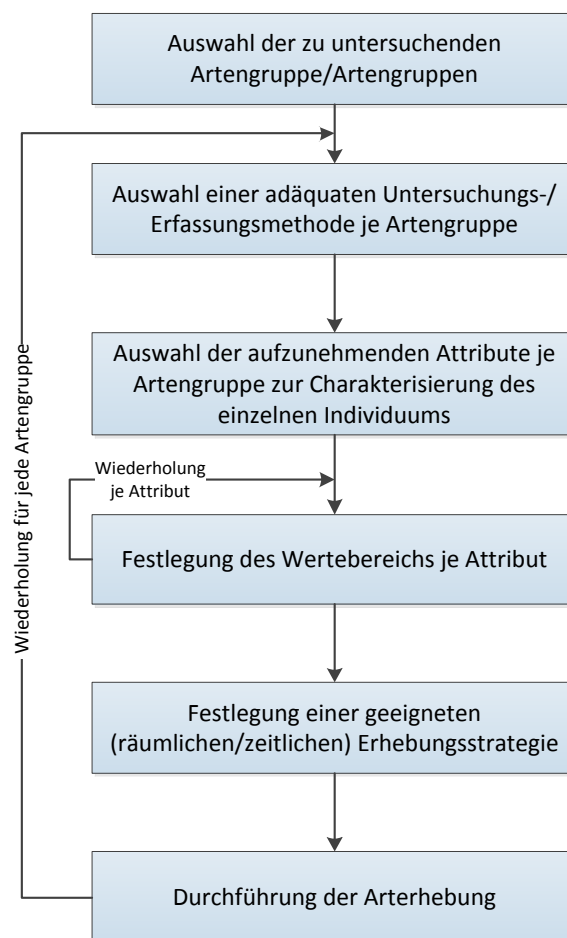


Abb. 29: Schematisches Diagramm der Planungsschritte, die vor Durchführung einer Feldstudie zur Arterhebung erfolgen müssen (verändert nach HILL ET AL., 2005)

Weiterhin müssen für jede Artengruppe die im Gelände zu ermittelnden Attribute, die ein Individuum beschreiben wie z. B. Entwicklungsstand oder Geschlecht festgelegt werden. Von Artengruppe zu Artengruppe können sich diese u. U. unterscheiden. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Unter-

suchungsergebnisse ist es sinnvoll bereits im Vorfeld Wertebereiche (Domänen) festzulegen, die die verwendeten Attribute annehmen können. Weitere Überlegungen sind zur Festlegung von Beobachtungszeitpunkt (u. U. mehrfach um z. B. jahreszeitenabhängige Entwicklungszustände zu erfassen) sowie zur räumlichen Verteilung der Beobachtungspunkte (Transekt, Punktaster usw.) vorzunehmen.

Eine systematische Erfassung ist daher immer speziell auf eine Artengruppe abgestimmt. Da einheitliche Vorgaben und Handlungsempfehlungen fehlen (SPANG & KRAKOW, 2007), werden das zu untersuchende Artenspektrum, Untersuchungsumfang und -tiefe sowie ggf. Beobachtungszeitpunkte und räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebietes i. d. R. zwischen Planungsbüro und der jeweiligen Naturschutzbehörde individuell abgestimmt. Bei diesen Einzelfallentscheidungen wird auch die Verhältnismäßigkeit zwischen Untersuchungsaufwand und Größe des geplanten Eingriffs berücksichtigt.

Neben der systematischen Erfassung existiert eine weitere Form der Erhebung, die **Zufallsbeobachtung**. Bei einer Zufallsbeobachtung wird eine Art zufällig im Rahmen einer anderen Untersuchung (z. B. andere Artengruppe, Biototypenkartierung) erfasst.

Insgesamt handelt es sich bei den Arterhebungsdaten (systematisch und zufällig) also um stark heterogene Daten. Die Schwierigkeit in der Datenmodellierung besteht nun darin, den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ der Daten zu finden und dabei trotzdem sicherzustellen, dass die Information, die in umfangreicheren Attributdatensätzen transportiert wird, nicht verloren geht. Dies führt zwangsläufig zu einem Datenmodell mit einem Minimum an Pflichtfeldern und vielen optionalen Angaben.

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht über die wichtigsten Attributdaten, die ein Arterhebungsdatensatz enthalten kann.

Der Begriff Habitat wird im autökologischen Sinne als Lebensraum eines Individuums verstanden, im Gegensatz zur synökologischen Bedeutung im englischsprachigen Raum, welche dem Begriff Biotop (s. u.) gleich kommt (DYKE, 2008). Erfüllen einzelne Bereiche eines Habitats unterschiedliche Funktionen so wird von Teilhabitats gesprochen (z. B. Bruthabitat, Nahrungshabitat, Überwinterungshabitat). Unter Habitattyp wird die Bezeichnung des entsprechenden Teilhabitats verstanden.

Je nach verwendeter Untersuchungsmethode (vgl. Abschnitt P3.1.4) läuft die Arterhebung im Gelände unterschiedlich ab. Allen Methoden gemeinsam ist aber, dass das Geländeprotokoll i. d. R. nur ein Kürzel als Ersatz für den Artnamen enthält. Die wissenschaftlichen und ggf. auch die deutschen Artnamen werden im Anschluss im Büro ergänzt. Ebenso verhält es sich mit dem Schutzstatus gem. den diversen rechtlichen Regelungen. Die Ergänzung erfolgt teilweise semi-automatisiert über die Verknüpfung entsprechender Taxatabellen im GIS, üblich ist es allerdings auch, dass alle Einträge manuell durchlaufen und entsprechend ergänzt werden.

Für eine detailliertere Beschreibung der Planung und Durchführung von Arterhebungen wird auf die Literatur (vgl. HILL ET AL., 2005 oder MAGURRAN & MCGILL, 2011) verwiesen.

Bei den Arterhebungsdaten handelt es sich um die grundlegenden Eingangsdaten, welche in der Biodiversitätsdatenbank gespeichert und im Rahmen des BIS verwaltet und dargestellt werden sollen.

Tab. 7: Attributumfang eines Arterhebungsdatensatzes

Attributbezeichnung	Beschreibung
Taxonomie	
Artnamen (lat.)	Wissenschaftlicher Name mit taxonomischen Rang auf Artniveau
Artnamen (deutsch)	deutscher Artname
Lage	
X-Koordinate Fundort	Geogr. Breite/ X-Koord. je nach Koordinatenreferenzsystem
Y-Koordinate Fundort	Geogr. Länge/ Y-Koord. je nach Koordinatenreferenzsystem
Höhe	Höhe des Fundorts
Lagefehler	Lageungenauigkeit des Fundorts
Quantität	
Individuenzahl	Anzahl beobachteter Individuen
Populationsgröße	Größe einer Population
Bedeckungsgrad	Bodenbedeckungsgrad (bei Pflanzen)
Häufigkeit	Auftrittshäufigkeit
Populationsstruktur	
Geschlecht	Geschlecht der Individuen
Lebensabschnitt	Lebensabschnitt/Alter der Individuen
Sonstiges	
Verhalten	Verhaltensbeschreibung der Individuen
Habitattyp	Art des Habitats
Datum	Zeitpunkt der Aufnahme
Schutzstatus	Schutzstatus der Art für alle geltenden Regelwerke

3.1.1.3 Biotoptypenkartierungen

Ein Biotop ist definiert als Lebensraum einer Lebensgemeinschaft (SCHAEFER, 1992). Im Kontext der Kartierung wird Biotop auch praxistauglicher als „Ausschnitt der Landschaft, der sich vegetationsstypologisch oder landschaftsökologisch von der Umgebung abgrenzen lässt“ definiert (LUBW, 2011). Ein Biotop kann aus mehreren Biotoptypen bestehen.

Ein Biotoptyp ist definiert als flächenscharfe Abgrenzung einer ganz konkreten Ausbildung (Röhricht, Feldhecke etc.). Seine Kartierung erfolgt auf Basis der Pflanzenausstattung rein nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten (Vorkommen von Schlüsselarten und Pflanzengemeinschaften). Im Regelfall sind die Abgrenzung von Biotoptyp und Biotop identisch. Es gibt jedoch Ausnahmefälle, bei denen auch morphologische Gegebenheiten zur Abgrenzung von geschützten Biotopen herangezogen werden (z. B. Doline, Quelle). Eine durch Erosion zugeschwemmte Doline kann in sich die verschiedenen über die Pflanzengesellschaften abgegrenzten Biotoptypen enthalten. Bei Geländeaufnahmen, wie sie im Rahmen von Erhebungen der StEI durchgeführt werden, werden direkt die Biotoptypen und nicht die Biotope erfasst, daher spricht man von Biotoptypenkartierung.

Im Vorfeld einer Biotoptypenkartierung wird meist festgelegt, nach welchen Standards (landes-, deutschland- und europaweite Schlüssellisten existieren, vgl. Tabelle 10) kartiert wird. Außerdem erfolgt die räumliche Vorabgrenzung des Biotoptyps anhand eines Orthofotos. Im Rahmen der Feldun-

tersuchungen wird die Vorabgrenzung verifiziert und die Geometrie (Handskizze auf Orthofoto oder Lageplan, GPS) und die Ausbildung des Biotoptyps aufgenommen, ggf. noch ergänzt um zusätzliche Bemerkungen wie z. B. schützenswerte Pflanzenarten. Oftmals werden die besonders wertgebenden Arten (z. B. seltene Orchideen) separat als Arterhebungen (s. Abschnitt 3.1.1.2) erfasst.

Im Büro wird dann die Abgrenzung des Biotoptyps in das zur Verfügung stehende GIS bzw. CAD-System übertragen und die Schlüsselnummer des Biotoptyps laut Ökokontonummer (UVM, 2010) ergänzt. Die Flächenberechnung erfolgt ebenfalls im GIS. Bei der Kartierung besonders geschützter Biotope nach § 32 BNatSchG (derzeit nicht mehr gültig) bzw. von Natura 2000 Gebieten sind zusätzlich noch Artlisten der relevanten Arten zu führen.

Im Wesentlichen analog zur Vorgehensweise bei der Biotoptypenkartierung verläuft die Kartierung der FFH-Lebensraumtypen, so dass auf eine gesonderte Beschreibung verzichtet wird.

Tabelle 8 zeigt eine Übersicht über die Attributdaten, die ein Biotoptypendatensatz enthalten kann. Biotoptypenkartierungen stellen, wie auch die Arterhebungen, essenzielle Eingangsdaten für das BIS dar.

Tab. 8: Attributumfang eines Biotoptypendatensatzes

Attributbezeichnung	Beschreibung
Klassifikation	
LUBW-Biotoptyp	Bezeichnung des Biotoptyps gem. Schlüsselliste der LUBW (2009) bzw. gem. UVM (2010)
BfN-Biotoptyp	Bezeichnung des Biotoptyps gem. Schlüsselliste des BfN
EUNIS habitat type	Bezeichnung des Biotoptyps gem. Schlüsselliste des European Nature Information System
FFH-Lebensraumtyp	Bezeichnung des Lebensraumtyps gem. FFH-Richtlinie (LUBW, 2011)
Geometrie und Lage	
Flächengeometrie	Skizze bzw. GPS-Koordinatenaufnahme des Flächenumrisses des Biotoptyps
Flächengröße	Flächengröße des Biotoptyps
Lagefehler	Lageungenauigkeit des Biotoptyps
Mittlere Höhe	Mittlere Höhe des Fundorts
Sonstiges	
Bemerkungen	Bemerkungen und Besonderheiten
Datum	Zeitpunkt der Aufnahme

3.1.2 Weitere Datensätze mit Raumbezug

Im Folgenden werden weitere räumliche Datensätze vorgestellt, die für das BIS des ISTE interessant bzw. in Abhängigkeit von der Art des Untersuchungsanlasses auch zwingend erforderlich sind. Eine Übersicht der relevanten räumlichen Datensätze enthält Tabelle 9.

Tab. 9: Tabellarische Zusammenstellung relevanter Datensätze mit Raumbezug inklusive Angabe der wichtigsten Eigenschaften und Qualitätsinformationen

Datenart	Typ der Geometrie	Format	Ersteller/ Herkunft	Genauigkeit	Bestmöglicher Maßstab
Arbeobachtungen Fauna	Punkte	SHP, XLS, CAD, TXT	Planungsbüros	abhängig von Art der Datenaufnahme: a. GPS: > +/- 5 m b. Digitalisierung: Kartiergenauigkeit abhängig vom verwendeten Maßstab der Karte	a. 1:25.000 b. 1:5.000
Arbeobachtungen Flora	Punkte	SHP, XLS, CAD, TXT	Planungsbüros	abhängig von Art der Datenaufnahme: a. GPS: > +/- 5 m b. Digitalisierung: Kartiergenauigkeit abhängig vom verwendeten Maßstab der Karte c. Mittelpunkt der Abbaustätte: > +/- 25 m	a. 1:25.000 b. 1:5.000 c. 1:100.000
Biotope	Polygone	SHP, WMS	LUBW	abhängig von Art des Biotops (Objektdefinierbarkeit) > +/- 2 m	1:10.000
Biotoptypen	Polygone	SHP, CAD	Planungsbüros	abhängig von Art der Datenaufnahme: a. GPS: > +/- 5 m b. Digitalisierung: Kartiergenauigkeit abhängig vom verwendeten Maßstab der Karte	a. 1:25.000 b. 1:5.000
Abbaustätte	Polygone	SHP	LGRB	+/- 1 m	1:5.000
Vorhaben/ Standort/ Abbaustätte/ Werksstandorte	Punkte	PostgreSQL DB, direkte Eingabe der Koord.	Planungsbüro ISTE (Werks-DB)	abhängig von Art der Datenaufnahme: a. GPS: > +/- 5 m b. Digitalisierung: Kartiergenauigkeit abhängig vom verwendeten Maßstab der Karte c. Mittelpunkt der Abbaustätte: > +/- 25 m	a. 1:25.000 b. 1:5.000 c. 1:100.000
Naturräume	Polygone	SHP, WMS	LUBW	+/- 40 m	1:200.000

3.1.2.1 Abbaustätte

Die Abbaustättengeometrie aller Abbaustätten Baden-Württembergs kann über das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) im SHP-Format bezogen werden. Im Allgemeinen sind diese Daten jedoch veraltet, da die Geometrie der Abbaustätte aufgrund der Abbautätigkeit ständigen Veränderungen unterliegt. Über die aktuellen Daten verfügt i. d. R. nur der Betreiber. Für kleinere Betriebe, die nicht über ein entsprechendes Softwaresystem (GIS, CAD) verfügen, können die Daten über die Auswertung von Orthofotos ermittelt werden.

Abgesehen von der rein informativen (optionalen) Darstellung der Abbaustättenfläche ist die Geometrie der Abbaustätte z. B. bei der Berechnung von Biodiversitätsindikatoren für Abbaustätten erforderlich (TRÄNKLE, 2012A). Die Überführung der Abbaustättengeometrie in das BIS ist daher nur in Sonderfällen erforderlich (optionale Anforderung) und gehört nicht zu den Standardanforderungen.

3.1.2.2 Umfeldfläche

Die Umfeldfläche ist keine im Gelände scharf abgegrenzte Fläche, wie die Abbaufäche, sondern eine geometrisch konstruierte Fläche. Je nach Studie wird zum Umfeld ein unterschiedlich breiter Streifen (oftmals 500 m) um die eigentliche Abbaustätte gezählt (TRÄNKLE ET AL., 2008 vgl. dazu auch Abschnitt 3.1.9). In diesem werden Arterhebungen durchgeführt, um das natürlicherweise für den Standort charakteristische Artenpotential besser bestimmen zu können. Zur Ermittlung wird im GIS ein Buffer um die Geometrie der Abbaustätte konstruiert (Ringpolygon). Die Festlegung der Bufferbreite und die Flächenkonstruktion erfolgt durch die Planungsbüros. Die Geometrie der Umfeldfläche ist nur für die Berechnung von Biodiversitätsindikatoren erforderlich.

3.1.2.3 Biotope

Im Zuge einer von 1992 bis 2004 durchgeführten landesweiten Erhebung wurden durch die LUBW sämtliche der damals nach § 24a BNatSchG (seit 2006 § 32 BNatSchG) besonders geschützten Biotope kartiert und in einem zentralen Kataster erfasst. Die Erfassung erfolgte im Maßstab 1:5 000. Insgesamt wurden über 200.000 Biotope erfasst. Die detaillierte Aufzeichnungen enthalten die Flächengeometrie, den Biotoptyp, eine Beschreibung und die Biotop-ID. Außerdem existieren für jedes Biotop Artlisten von Arten, die innerhalb der Biotopfläche vorgefunden wurden und zu deren Abgrenzung geführt haben. Die Artlisten sind über eine Biotop-ID mit dem jeweiligen Biotop verknüpft. In der Summe liegen weit über 5 Mio. kartierte Arten in Form von Artlisten bei der LUBW vor (SIEB-PUCHELT, 2011).

Die Geometrien der Biotope werden als SHP-Datei über den Daten- und Kartendienst⁶⁹ der LUBW

⁶⁹<http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml?pid=.Natur%20und%20Landschaft.Biotope%20nach%20NatSchG%20und%20LWaldG> (20.05.2013)

bzw. als WMS-Dienst⁷⁰ zur Verfügung gestellt. Die Artlisten sind in einer hausinternen Datenbank des LUBW (ARTIS) zusammen mit weiteren Artvorkommen gespeichert (KASTNER, 2006) und nicht für die Öffentlichkeit verfügbar.

Der ISTE strebt im Rahmen einer Kooperation mit der LUBW die Integration der LUBW-Daten in das BIS an.

3.1.2.4 Vorhabensstandort

Jede Artbeobachtung ist i. d. R. einem bestimmten Vorhaben zugeordnet, welches wiederum über den Standort des Vorhabens einen Raumbezug erhält. Handelt es sich um Untersuchungen innerhalb von Abbaustätten, kann als einheitlicher Bezugspunkt für das Vorhaben der Standort der Waage oder der Zufahrt der Abbaustätte verwendet werden, welcher in der Werks-Datenbank des ISTE hinterlegt ist. Das Steine-Erden-Verbänder-Informationssystem (SERVIS) des ISTE, von welchem die Werks-Datenbank ein Bestandteil ist, enthält sämtliche Standorte von Abbaustätten der StEI in BW. Jeder Standort besitzt eine eindeutige Werks-ID. Über die Firmen-ID, welche ebenfalls in der Werks-Datenbank hinterlegt ist (s. Abschnitt 3.1.3.1, ist eine Zuordnung zum jeweiligen Betreiber möglich. Technisch handelt es sich um eine MS Access Datenbank, die sich auf den Servern des ISTE befindet und von der Steine und Erden Service Gesellschaft (SES GmbH) betrieben und gewartet wird. Die Integration der Werks-Datenbank in das BIS gehört zu den wesentlichen Anforderungen.

3.1.2.5 Naturraum

Als Naturraum wird eine Einheit eines geographischen Raumes beschrieben, welche bestimmte geomorphologische und hydrogeographische Erscheinungen, Standortausprägungen und -qualitäten aufweist. Für Deutschland existieren die Gliederung nach MEYNEN (1962) und die Gliederung nach SSYMANK (1994). Es werden verschiedene Ordnungsstufen unterschieden. Je höher die Ordnungsstufe, desto differenzierter ist die Abstufung. Für den ISTE ist eine Zuordnung der Abbaustätten zum entsprechenden Naturraum 3. Ordnung von Interesse. Es wird die Gliederung nach SSYMANK (1994) verwendet, da diese auch für die Meldung der Natura 2000-Gebiete an die EU eingesetzt wird. Die Daten sind ebenfalls über das Datenportal der LUBW im SHP-Format beziehbar bzw. werden als WMS-Dienst zur Verfügung gestellt. Die automatische Zuordnung der Arterhebungen zu einem Naturraum 3. Ordnung ist durch das BIS zu gewährleisten.

⁷⁰http://rips-gdi.lubw.baden-wuerttemberg.de/arcgis/services/wms/UIS_0100000030200001/MapServer/WMServer (20.05.2013)

3.1.2.6 Blattsnitte der Topographischen Karte

Eine mögliche Form der Darstellung von Artverbreitungsgebieten ist die Darstellung auf Basis des Blattsnittrasters der topographischen Karte (TK). Insbesondere die Naturschutzbehörden der verschiedenen Bundesländer wählen häufig diese Art der Darstellung (Kartierung des Schwarzmilan⁷¹ in BW, Internetinformationsportal zu Artverbreitungsdaten ARTEFAKT⁷² in Rheinland-Pfalz, KASTNER 2006, etc.). Meist wird der Blattschnitt der TK 25 (Maßstab 1:25 000) gewählt.

Um Artvorkommen blattschnittscharf darstellen zu können, wird die Geometrie des Blattsnittrasters benötigt. Für BW sind diese Daten beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg zu beziehen. Die Daten werden als Shapedateien ausgeliefert und können für die Maßstäbe TK 200, TK 100, TK 50 und TK 25 bezogen werden. Die Kartenummer jedes Kartenblatts ist in den Daten enthalten. Des weiteren werden die Blattsnitte als WMS-Dienst⁷³ zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen des BIS soll die Artverbreitung auf Basis des TK 25 Blattsnittrasters dargestellt werden.

3.1.3 Weitere Datensätze ohne Raumbezug

Zusätzlich sind für das BIS weitere Datensätze ohne Raumbezug von Interesse. Eine Übersicht dieser Datensätze enthält Tabelle 10.

⁷¹http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/225809/LUBW%20Uebersichtskarte%20Schwarzmilan%202011-2012_Endversion.pdf?command=downloadContent&filename=LUBW%20Uebersichtskarte%20Schwarzmilan%202011-2012_Endversion.pdf (20.05.2013)

⁷²<http://www.artefakt.rlp.de/> (21.05.2013)

⁷³z. B. TK 25: http://rips-gdi.lubw.baden-wuerttemberg.de/arcgis/services/wms/UIS_0100000013300001/MapServer/WMServer (21.05.2013)

Tab. 10: Tabellarische Zusammenstellung relevanter Datensätze ohne Raumbezug inklusive Beschreibung

Datenart	Format	Ersteller/ Herkunft	Beschreibung	Internet- adresse
Rohstoffunternehmen	PostgreSQL DB	ISTE	Firmendatenbank aller Unternehmen im Rohstoffsektor der Steine und Erden Industrie Baden-Württemberg	-
Biototypen BfN	PDF	BfN	Liste der Biototypen des BfN	[1]
Biototypen LUBW	PDF	LUBW	Biotopschlüssel der LUBW (gem. Ökokonto-Verordnung)	[2]
Biototypen EUNIS	XLS	EU	Liste der EUNIS-Codes für Biototypen	[3]
FFH-Lebensraumtypen	PDF	EU	Liste der FFH-Lebensraumtypen	[4]
Geschützte Arten nach BNatSchG	PDF	BMU	Artenliste nach Anlage 1 BArtSchV	[5]
Geschützte Arten nach WA	PDF	EU	Artenliste nach Anlage I-III WA	[6]
Geschützte Arten nach EG Vogelschutzrichtlinie	HTML	EU	Artenliste nach Art. 1 Abs. 1 der EG Vogelschutzrichtlinie	[7]
Geschützte Arten nach FFH-Richtlinie	PDF	EU	Artenliste nach Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie	[8]
Rote Listen Baden-Württemberg	PDF, XLS	LUBW	Kategorien 0, 1, 2, 3, i, G, V, D	[9]
Rote Listen Deutschlands	PDF, XLS	BfN	Rote Listen der Tierarten, Pflanzenarten und Biototypen; Kategorien 0, 1, 2, 3, G, R, V, D, *, /	[10]
Rote Listen International	HTML, Webservice	IUCN	Kategorien LC, NT, VU, EN, CR, EW, EX	[11]
Blattschnitte TK 200	SHP, WMS	LGL	Blattschnitte der topographischen Karte 1:200.000	[12]
Blattschnitte TK 100	SHP, WMS	LGL	Blattschnitte der topographischen Karte 1:100.000	[12]
Blattschnitte TK 50	SHP, WMS	LGL	Blattschnitte der topographischen Karte 1:50.000	[12]
Blattschnitte TK 25	SHP, WMS	LGL	Blattschnitte der topographischen Karte 1:25.000	[12]

[1]: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsundbiotopschutz/Auszug_RL_Biotope_2013.pdf

[2]: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/76065/>

[3]: <http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS%20habitats%20complete%20with%20descriptions.xls>

[4]: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:363:0368:0408:DE:PDF>

[5]: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf

[6]: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:339:FULL:DE:PDF>

[7]: http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/eu_species/index_en.htm

[8]: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/consleg/1992/L/01992L0043-20070101-de.pdf>

[9]: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/>

[10]: http://www.bfn.de/0322_rote_liste.html

[11]: <http://www.iucnredlist.org/>

[12]: http://www.lv-bw.de/lvshop2/start_ns.asp?openkey=&keyinfo=albalk&os=Win32&mapw=600

3.1.3.1 Rohstoffunternehmen

Vorhabensträger von Untersuchungen zur Biodiversität in Abbaustätten sind in fast allen Fällen die jeweiligen Betreiberfirmen. Diese sind wiederum alle in der Firmen-Datenbank des ISTE gespeichert. Als eindeutige Kennung besitzt jedes Unternehmen eine eindeutige Firmen-ID. Die Firmen-Datenbank enthält darüber hinaus weitere Informationen wie Adressen und Ansprechpartner. Die MS Access Datenbank wird von der SES auf den Servern des ISTE betrieben. Die Integration in das BIS ist erforderlich.

3.1.3.2 Biotoptypen

Grundlage für die Einstufung der Biotoptypen aus der Biotoptypenkartierung bilden die entsprechenden Schlüssellisten von BfN, LUBW und EU. Die Daten liegen digital nur im PDF-Format (in den jeweiligen Anhängen der Gesetzestexte) vor. Um diese Daten in eine lokale Datenbank zu überführen, ist ein hoher manueller Arbeitsaufwand erforderlich, der nur bedingt automatisierbar ist. Lediglich die EUNIS-Codes sind auch als Excel-Datei zur einfachen Weiterverarbeitung verfügbar. Die jeweiligen Bezugsquellen nennt Tabelle 10. Gem. Auskunft des BfN ist die Einrichtung eines entsprechenden Web-Service geplant. Zur Verifizierung der korrekten Zuordnung der Biotoptypen durch die Planungsbüros und zur Korrektur von Schreibfehlern (Datenintegrität) ist die Verwendung der Daten innerhalb des BIS erforderlich. Da es sich um relativ statische Daten handelt, können Kopien der verfügbaren Schlüssellisten in die lokale Datenbank des BIS integriert werden.

3.1.3.3 Verzeichnisse zum Schutzstatus der Arten

Der Schutzstatus einer Art kann nach verschiedenen Schlüssellisten ermittelt werden. Folgende Listen sind für BW relevant:

- Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV)
 - besonders geschützte Arten
 - streng geschützte Arten
- Washingtoner Artenschutzübereinkommen (WA)
 - Anhang I
 - Anhang II
 - Anhang III
- EG-Vogelschutz-Richtlinie (Artikel 1 Abs. 1)
- FFH-Richtlinie
 - Anhang II
 - Anhang IV
- Rote Listen Baden-Württemberg
 - Kat. 0 (ausgestorben oder verschollen)

- Kat. 1 (vom Aussterben bedroht)
 - Kat. 2 (stark gefährdet)
 - Kat. 3 (gefährdet)
 - Kat. R (extrem seltene Arten und Arten mit geographischer Restriktion)
 - Kat. i (gefährdete wandernde Tierart)
 - Kat. G (Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt)
 - Kat. V (Arten der Vorwarnliste)
 - Kat. D (Daten defizitär)
- Rote Listen Deutschland (Unterteilung in Tierarten, Pflanzenarten und Biotoptypen)
 - Kat. 0 (ausgestorben oder verschollen)
 - Kat. 1 (vom Aussterben bedroht)
 - Kat. 2 (stark gefährdet)
 - Kat. 3 (gefährdet)
 - Kat. G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes)
 - Kat. R (extrem selten)
 - Kat. V (Vorwarnliste)
 - Kat. D (Daten unzureichend)
 - Kat. * (ungefährdet)
 - Kat. / (nicht bewertet)
 - Rote Listen International (IUCN)
 - Kat. LC (least concern)
 - Kat. NT (near threatened)
 - Kat. VU (vulnerabel)
 - Kat. EN (endangered)
 - Kat. CR (critically endangered)
 - Kat. EW (extinct in the wild)
 - Kat. EX (extinct)

Ähnlich wie bei den Schlüssellisten der Biotoptypen liegen die meisten Listen zum Schutzstatus der Arten digital nur im PDF- bzw. HTML-Format vor und sind daher nur nach einer vorherigen manuellen Aufbereitung der Daten nutzbar. Eine Ausnahme bilden die Rote Liste Arten. Diese können auch als Excel-Dateien bezogen werden. Für die Daten der LUBW muss allerdings einschränkend ergänzt werden, dass keine Gesamtliste verfügbar ist. Stattdessen liegen die Daten nach Artgruppen getrennt (über 30 Excel-Dateien) vor. Dies führt ebenfalls zu einem hohen Arbeitsaufwand, wenn man die Daten in eine lokale Datenbank überführen möchte.

Die internationalen Rote Liste Arten der International Union for Conservation of Nature (IUCN) werden auch als RESTful-Web-Service angeboten, dessen Schnittstelle allerdings kaum dokumentiert ist. Die jeweiligen Bezugsquellen sind in Tabelle 10 enthalten.

Für die Bundesrepublik Deutschland existiert ferner das Internetportal „Wissenschaftliches Informationssystem zum Internationalen Artenschutz“⁷⁴, welchem die Artenschutzdatenbank des BfN zugrunde liegt. In der Artenschutzdatenbank sind Informationen zum Schutzstatus von Organismen für die o.g. unterschiedlichen Gesetze, Verordnungen und Richtlinien hinterlegt. Die Datenbank kann manuell

⁷⁴<http://www.wisia.de/> (20.05.2013)

durch Eingabe des Artnamens einer einheimischen Art bzw. übergeordneter Taxa durchsucht werden. Als Ergebnis erhält man den Schutzstatus des Taxons für alle rechtsverbindlichen Listen angezeigt (s. Abbildung 30). Rote Liste Arten werden jedoch nicht berücksichtigt. Ein Web-Service oder eine anderweitige API zur automatisierten Recherche der Artenschutzdatenbank existiert derzeit noch nicht.

The screenshot shows the Wisia online search interface. On the left is a search sidebar with a search box containing 'bufo', a group selection dropdown set to 'Alle Gruppen', and several checked checkboxes under 'Regelwerke' (Washingtoner Artenschutzübereinkommen, EG-VO 1011/2012, FFH Richtlinie EG 2006/105, Vogelschutzrichtlinie 2009/147, BArtSchV Novellierung, and 'streng bzw. besonders geschützt nach BNatSchG'). Below this are statistics for available names (94667), valid names (29892), synonyms (50278), and regional names (14487). On the right, the search results are displayed in a table under the heading 'Treffer 1 bis 13 von 13 : bufo'. The table has columns for 'gefundener Name', 'gültiger Name', 'deutsche(r) Name(n)', 'WA', 'EG', 'FFH VSR', 'BV', 'BG', and 'Gruppe'. The results list various species like Bufo bufo, Bufo calamita, Bufo chevalieri, etc., with their corresponding protection statuses across different regions. A red 'Bufo spp.' entry is also present, indicating a search for all species in the genus.

gefundener Name	gültiger Name	deutsche(r) Name(n)	WA	EG	FFH VSR	BV	BG	Gruppe
Bufo bufo	→ Bufo bufo	Erdkröte				1	b	Amphibien B
Bufo calamita	→ Bufo calamita	Kreuzkröte			IV		s	Amphibien B
Bufo chevalieri	→ Bufo superciliaris		I	A			s	Amphibien
Bufo laerissimus	→ Bufo superciliaris		I	A			s	Amphibien
Bufo osgoodi	→ Spinophrynooides osgoodi		I	A			s	Amphibien
Bufo periglenes	→ Bufo periglenes		I	A			s	Amphibien
Bufo superciliaris	→ Bufo superciliaris		I	A			s	Amphibien
Bufo verrucosissimus	→ Bufo verrucosissimus					1	b	Amphibien
Bufo viridis	→ Bufo viridis	Wechselkröte			IV		s	Amphibien B
Bufo vulgaris	→ Bufo bufo	Erdkröte				1	b	Amphibien B
Coelogyne bufordiense	→ Coelogyne bufordiense			II #4	B (11)		b	Höhere Pflanzen
Rana bufo	→ Bufo bufo	Erdkröte				1	b	Amphibien B
Bufo spp.	→ Bufo spp. alle Arten anzeigen					1 ³⁾	b	Amphibien
						1 [23]		

Abb. 30: Bildschirmansicht des Rechercheergebnisses einer Suchanfrage zum Schutzstatus des Taxa „bufo“ beim Internetportal Wisia

Eine automatisierte Zuordnung der unterschiedlichen Schutzstati zu einem Artnamen durch das zu entwickelnde System ist anzustreben, da dies eine deutliche Arbeitserleichterung für die Planungsbüros darstellen würde. Derzeit erfolgt die Zuordnung noch manuell. Aktuelle Änderungen der Listen werden oftmals mangels Kenntnis nicht berücksichtigt. Fehlerhafte Bewertungen und Datensätze sind die Folge. Eine automatisierte Zuordnung ist daher auch aus Qualitätssicherungsaspekten anzustreben.

3.1.4 Untersuchungsmethoden

Im Rahmen der Arterhebungen (s. Kapitel 3.1.1.2) werden zahlreiche Untersuchungsmethoden in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Artengruppe eingesetzt. Da es keine einheitlich vorgeschriebene

Vorgehensweise gibt, liegt die Wahl der richtigen Untersuchungsmethode im Ermessen des jeweiligen Planungsbüros.

Es ist daher möglich, dass für die Detektion der gleichen Artengruppe unterschiedliche Untersuchungsmethoden bzw. auch mehrere Methoden gleichzeitig verwendet werden. Bei Wahl einer ungeeigneten Methoden kann es zu einer Fehlgewichtung (Unter-/Überrepräsentation einer Art) von Artengruppen oder zu Minderbefunden (unpräzise Methode) kommen. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus diesen Untersuchungen ist in diesem Fall nur schwer möglich (MAGURRAN & MCGILL, 2011). Für eine spätere Verwertung der Daten ist daher die Kenntnis über die Untersuchungsmethode unbedingt erforderlich.

Im Rahmen der Projektgruppensitzungen wurde in Zusammenarbeit mit den Vertretern der Planungsbüros eine verbindliche Liste (s. Tabelle 11) möglicher Untersuchungsmethoden ausgearbeitet. Die Liste spiegelt die für die Praxis im Rahmen von Untersuchungen für die StEI relevanten Methoden wieder und ist nicht als vollständige Liste sämtlicher theoretisch möglicher Untersuchungsmethoden zu sehen. Eine hierarchisch geordnete Darstellung der Untersuchungsmethoden ist im Anhang A.1 enthalten.

Tab. 11: Liste der Untersuchungsmethoden im BIS

Untersuchungsmethoden
Sichterfassung (ggf. mit Fernglas, Taschenlampe)
Sichterfassung mit Fotofalle
Sichterfassung Baumhöhlenkamera
Verhören ohne technische Hilfsmittel
Verhören mit technischen Hilfsmitteln (z. B. Detektor, Batcorder)
Anlocken mit Klangattrappe
Anlocken durch Ausbringung von Lebensraumrequisiten
Anlocken mit Licht
Anlocken mit Pheromonen
Handfang
Kescherfang
Lebendfalle (Säuger)
Bodenfallen (Arthropoden)
Netzfang (Fledermäuse, Vögel, Fische, Insekten)
Fangzäune, Wasserfallen (Amphibien)
Elektrobefischung
Flächenbezogenes Aufsammeln/Fangen (inkl. Gesiebeproben)
Erfassung über indirekte Hinweise (z. B. Losung, Federn, Nüsse mit Nagespuren, Exuvien)
Biototypen-/FFH-LRT-Kartierung
Vegetationskundliche Aufnahme (z. B. Braun-Blanquet)
Floristische Kartierung
Sonstige Methode

Je nach Erfassungsmethode werden punktförmige (z. B. Punkt-Stopp-Zählung), linienförmige (z. B. Linientransekte, Fangzäune) oder flächenhafte (z. B. Isolationsquadrate, Handaufsammlungen) Daten

aufgenommen. Die unterschiedlichen Geometrietypen (vgl. Tabelle 9) gilt es im Rahmen der Datenmodellierung zusammenzuführen.

Unabhängig von der Art der gewählten Untersuchungsmethode ist das Ziel jeder Untersuchung nach Möglichkeit eine Gesamtartenliste aufstellen zu können, welche das gesamte Arteninventar einer Abbaustätte repräsentiert. Dieses Ziel ist für die Flora sicherlich einfacher zu erreichen, wie für die Fauna. Von ihrer Bedeutung her, können die Ergebnisse der Untersuchungen der Fauna daher auch als Präsenz-Absenz-Untersuchungen gewertet werden. Sie geben Aufschluss über die Anwesenheit oder Abwesenheit einer Art.

3.1.5 Raumbezug, Referenzsystem und Geometrietyt der Daten

Der geographische Bezug ist ein bedeutender Teil jeden biologischen Datensatzes. Jede Artbeobachtung ist mit einer Ortsangabe bzw. einem konkreten Fundort in Form von Koordinaten verbunden. Durch die Ortsinformation lässt sich die räumliche Verteilung eines Taxas auf unterschiedlichen Skalenebenen (lokal, regional, global) bestimmen. Eine wesentliche Anforderung an das BIS ist daher auch die Fähigkeit der räumlichen Datenverarbeitung, was bei einem WebGIS zu den grundlegenden Funktionalitäten gehört. In Abschnitt 3.1.1 bzw. Tabelle 9 wurden bereits die wesentlichen Datensätze mit Raumbezug aufgeführt, die vom System verwaltet werden sollen.

Um räumliche Datensätze unterschiedlicher Herkunft gemeinsam darstellen zu können, ist die Kenntnis des *räumlichen Bezugssystems*, in welchem die Daten vorliegen, unumgänglich. Werden Koordinaten zur Referenzierung verwendet, spricht man gem. ISO-Norm ISO 19112 auch von einem *Koordinatenreferenzsystem*. Die automatisierte Erkennung des Koordinatenreferenzsystems eines Datensatzes sollte daher im BIS implementiert sein. Weiterhin muss das BIS die Umrechnung (Koordinatentransformation) der Daten in das systemeigene räumliche Referenzsystem beherrschen.

Für BW listet die European Petroleum Survey Group⁷⁵ (EPSG) insgesamt 27 mögliche Koordinatenreferenzsysteme auf. Die gebräuchlichsten bzw. durch die Planungsbüros eingesetzten Referenzsysteme sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Obwohl in BW bereits schon vor einigen Jahren die Umstellung des primäre Koordinatenreferenzsystem von Gauß-Krüger (GK) im 3. Meridianstreifen zu ETRS89/UTM (Universal Transverse Mercator) erfolgen sollte, ist nach wie vor das Gauß-Krüger-System in Gebrauch. Die LUBW liefert ihre Datensätze standardmäßig in GK aus. Eine Befragung der Planungsbüros ergab, dass auch dort das GK-System am verbreitetsten ist. Aus diesem Grund bildet das GK-Zone-3-System (EPSG 31467) das Koordinatenreferenzsystem des BIS. Sämtliche Datensätze werden in dieses Referenzsystem transformiert.

⁷⁵<http://www.epsg-registry.org/> (20.05.2013)

Tab. 12: Gängige Koordinatenreferenzsysteme in BW

EPSG Code	Bezeichnung gem. EPSG ^a
4326	WGS 84
25832	ETRS89 / UTM zone 32N
25833	ETRS89 / UTM zone 33N
31466	DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 2
31467	DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 3
31468	DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 4
31469	DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 5
32632	WGS 84 / UTM zone 32N
32633	WGS 84 / UTM zone 33N

^a <http://www.epsg-registry.org/>

Aufgrund der relativ großen Lagefehler der Eingangsdatensätze (vgl. Abschnitt 3.1.6) und Tabelle 9) können Standardtransformationen verwendet werden, wie sie z. B. von der PROJ.4-Bibliothek zur Verfügung gestellt werden. Auf hoch genaue Transformationen kann verzichtet werden.

Tabelle 9 enthält eine Zusammenstellung des Geometrietyps der Daten. In der Regel ist dieser eindeutig zu bestimmen und entweder der Kategorie Punktgeometrie oder Flächengeometrie (Polygon) zuzuordnen. Eine Ausnahme bilden die Artbeobachtungsdatensätze, deren Geometrietyp, wie bereits beschrieben (vgl. Abschnitt 3.1.4), von der verwendeten Untersuchungsmethode abhängt.

3.1.6 Lagegenauigkeit

Unter Lagegenauigkeit wird die maximale Abweichung der digital gespeicherten Lagekoordinaten eines Objektes von der Realität verstanden. Bei der Erfassung von Objekten spricht man auch von *Erfassungsgenauigkeit*. Nach KOHLSTOCK (2011) wird die *Erfassungsgenauigkeit* von Objekten in erster Linie durch das Aufnahmeverfahren bestimmt, welches im vorliegenden Fall wiederum sehr stark von der Untersuchungsmethode abhängt. Werden räumlich unspezifischere Verfahren wie Verhörmethoden oder indirekte Nachweismethoden eingesetzt, ist die zugrundeliegende Artbeobachtung deutlich unschärfer (Lagegenauigkeit > 10 m) als bei einer Sichterfassung oder einer Erfassung mit Fallen (Lagegenauigkeit < 1 m).

Die *Aufzeichnungsmethode* führt ebenfalls zu einem Lagefehler. Bei der Verwendung eines einfachen GPS-Handgerätes muss mit einem mittleren Fehler von ca. 10 m gerechnet werden (HANSEN ET AL., 2003). Erfolgt die Aufzeichnung im Gelände durch Skizzen mit späterer Digitalisierung anhand der topographischen Karte, so wird der Fehler durch die *Kartiergenauigkeit* (s. u.) bestimmt.

Unabhängig vom Aufnahmeverfahren existieren nach KOHLSTOCK (2011) außerdem noch weitere Einflussgrößen. Die *Objektdefinierbarkeit* führt dazu, dass scharf abgrenzbare Objekte wie z. B.

Gebäudeecken mit einer deutlich höheren Genauigkeit erfasst werden können (< 1 m), als z. B. eine unscharfe Biotopgrenze (ca. 2–5 m). Der Effekt der *Objektdefinierbarkeit* ist vergleichbar mit der oben beschriebenen Unschärfe verursacht durch die Verwendung unterschiedlicher Untersuchungsmethoden.

Bei der Digitalisierung aus topographischen Karten muss zudem die Darstellungsgenauigkeit der Printmedien berücksichtigt werden. Man geht von einer *Kartiergenauigkeit* (graphische Genauigkeit) von $\pm 0,2$ mm aus. In Abhängigkeit vom Maßstab der zugrundeliegenden Karte ist der resultierende Lagefehler der Digitalisierung unterschiedlich groß (Maßstab 1:5 000 entspricht einem Fehler von ± 1 m, Maßstab 1:25 000 respektive ± 5 m). Für die Digitalisierung einer Artbeobachtung innerhalb einer WebGIS-Umgebung gilt prinzipiell dieselbe maßstabsabhängige Lagegenauigkeit wie für Printmedien. Eine Digitalisierung im WebGIS bietet jedoch die Möglichkeit der automatisierten Berechnung des Lagefehlers.

Lagegenauigkeit Arterhebung Fauna

Um die Lagegenauigkeit einer Einzelbeobachtung einer Tierart zu ermitteln, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Mehrere zufällige Fehler Δx_i lassen sich mit dem *Gaußschen Fehlerfortpflanzungsgesetz* zu einem Gesamtfehler bzw. der resultierenden Messunsicherheit Δf addieren (PAPULA, 2009):

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta f}{\delta x_i} \Delta x_i \right)^2} \quad (1)$$

mit $\frac{\delta f}{\delta x_i}$: Partielle Ableitung der Funktionsgleichung $f(x_1, x_2, \dots, x_i)$ nach den einzelnen Einflussgrößen x_i

Eine Vereinfachung des *Gaußschen Fehlerfortpflanzungsgesetz* stellt das *Root Mean Square* (RMS) Verfahren dar, welches ebenfalls zur Ermittlung der Gesamtmessunsicherheit (absoluter Fehler) Δf dient (PESCH, 2004):

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2} \quad (2)$$

Das RMS Verfahren ist ein idealisierter Ansatz, bei dem alle Eingangsgrößen gleich gewichtet werden. Beiden Verfahren gemeinsam ist, dass davon ausgegangen wird, dass sich die zufälligen Fehler teilweise gegenseitig kompensieren, da die Abweichungen vom wahren Mittelwert sowohl negativ als auch positiv sein können.

Geht man von einem Worst-Case Ansatz aus und berücksichtigt, dass die extremsten Abweichungen vom Mittelwert tatsächlich vorliegen, kann die Messunsicherheit Δf mittels einer *Extremalabschätzung* durch einfache Addition der Einzelunsicherheiten Δx_i berechnet werden:

$$\Delta f = \sum_{i=1}^n \Delta x_i \quad (3)$$

Für die Lagegenauigkeit einer Einzelbeobachtung einer Tierart ergibt sich die gesamte Messunsicherheit nach Gleichung 2 somit je nach Untersuchungsmethode zu min. 1,7 m und max. 14,2 m. Im schlechtesten Falle nach Gleichung 3 berechnet sich der Gesamtfehler zu min. 3 m bzw. max. 21 m.

Lagegenauigkeit Arterhebung Flora

Im Gegensatz zur Fauna wird die Kartierung bzw. Artbeobachtung der Flora nicht punktscharf vorgenommen. Stattdessen werden i. d. R. alle Pflanzenarten eines Gebietes als Gesamtartenliste getrennt nach Biotoptypen erhoben. Da z. B. ein Buchenwald an mehreren Stellen im Kartierraum vorkommen kann, werden dann alle Pflanzenarten dieses Buchenwaldes zu einer Liste zusammengeführt. Eine flächenscharfe Angabe der Lage der Pflanzen ist somit nicht möglich und für die artenschutzrechtliche Bewertung der Abbaustätte auch nicht erforderlich. Als geometrische Information erhalten alle Pflanzenarten die Koordinaten des zentralen Punktes der Abbaustätte.

Für die Lagegenauigkeit einer Einzelbeobachtung einer Pflanzenart bedeutet dies, dass der Lagefehler deutlich größer als bei einer Tierartbeobachtung ist. Zur Bestimmung der Unschärfe dieser Untersuchungsmethode muss näherungsweise die Abbaustättengröße bzw. die größte Längserstreckung der Abbaustätte herangezogen werden. Nach TRÄNKLE ET AL. (1992) kann diese jedoch sehr stark variieren und ist insbesondere von der Abbauart abhängig. Die mittlere Flächengröße der Abbaustätten der Zementindustrie liegt bei ca. 50–75 ha, der Kiesindustrie bei ca. 5–25 ha, und die Fläche der Steinbrüche bei < 5 ha. Eine individuelle Bestimmung auf Basis der tatsächlichen Abbaustättengeometrie wäre daher eigentlich erforderlich.

Da die Geometrien der Abbaustätten aber nur in Sonderfällen ins BIS überführt werden (vgl. Abschnitt 3.1.2.1), ist eine automatisierte Fehlerermittlung derzeit nicht möglich. Hilfsweise wird daher von einer mittleren Abbaufäche von 10 ha und einer mittleren Längserstreckung von 400 m ausgegangen. Bei Verwendung des Mittelpunktes der Abbaustätte ist für die Ermittlung der Lagegenauigkeit die halbe Längserstreckung heranzuziehen, was ca. 200 m Lagefehler entspricht. Da dieser Wert um ein Vielfaches über den restlichen Einzelunsicherheiten (s. Abschnitt 3.1.6) liegt, können diese vernachlässigt werden und als Messunsicherheit kann für die Bestimmung der Flora ein Wert von ca. 200 m angegeben werden. Alternativ soll auch die direkte Angabe des Lagefehlers durch das Planungsbüro ermöglicht werden.

Für die Erhebung von Pflanzenarten im Umfeld einer Abbaustätte vergrößert sich der Lagefehler sogar noch, da auch in diesem Fall die aufgezeichneten Punktgeometrien dem Mittelpunkt der Abbaustätte entsprechen. Geht man von mittleren Saumbreite des Umfeldes von 500 m aus, ergibt sich die Messunsicherheit in diesem Fall zu ca. 700 m.

Lagegenauigkeit Biotoptypenkartierung

Für die Biotoptypenkartierung kann die Lagegenauigkeit analog zur Arterhebung der Fauna ermittelt werden. Die gesamte Messunsicherheit ergibt sich nach Gleichung 2 je nach Aufzeichnungsmethode und Objektdefinierbarkeit zu min. 2,2 m und max. 11,2 m. Im schlechtesten Falle nach Gleichung 3 berechnet sich der Gesamtunsicherheit zu min. 3 m bzw. max. 15 m.

3.1.7 Datenqualität

Die Datenqualität von Datensätzen kann mittels verschiedener Kriterien bewertet werden (SCHUKRAFT & LENZ, 2005). Zu diesen zählen die Aktualität, die Genauigkeit, die Richtigkeit, die Vollständigkeit und die Konsistenz der Daten.

Aktualität Zur Erfassung der zeitlichen Gültigkeit der erhobenen Felddaten sollte das Erfassungsdatum gespeichert werden. Für die Interpretation der Arterhebungsdaten ist zudem der Flächentyp der Untersuchungsfläche von Bedeutung, da dieser ebenfalls Rückschlüsse auf die Gültigkeitsdauer der Daten ermöglicht (nähere Erläuterung in Abschnitt 3.1.9).

Genauigkeit

Die räumliche Genauigkeit bzw. Lagegenauigkeit wurde bereits in Abschnitt 3.1.6 beschrieben. Zur thematischen Genauigkeit zählen die taxonomische Differenzierung, die Anzahl beschreibender Attribute, der Detailgrad der den Attributen zugrundeliegenden Listen usw. So finden Arterhebungen auf der Ebene der Art (taxonomischer Rang) statt, eine genauere Differenzierung in Unterarten erfolgt nicht. Die thematische Genauigkeit wurde bereits im Rahmen der Beschreibung der Arterhebung (s. Abschnitt 3.1.1.2) bzw. der Biotoptypenkartierung (s. Abschnitt 3.1.1.3) erläutert.

Richtigkeit und Vollständigkeit

Die Richtigkeit und Vollständigkeit der Artnachweise, wird entscheidend von der Art der Erhebung (systematisch/Zufall) sowie von der verwendeten Untersuchungsmethode und der Zeit, die der Beobachter im Untersuchungsgebiet für die Erhebung verbracht hat, beeinflusst. Außerdem wirken sich Anzahl, Größe und räumlichen Lage der Untersuchungsorte stark auf die Gesamtzahl der beobachteten Arten aus (HILL ET AL., 2005). Als Maß für die Beurteilung der Vollständigkeit der Daten soll daher die Anzahl der Beobachtungen (entspricht der Anzahl an Tagen, die der Beobachter vor Ort war) verwendet und in der Datenmodellierung als Pflichtattribut behandelt werden.

Da sämtliche Daten von Fachplanern mit einem entsprechenden fachlichen Hintergrundwissen aufgenommen werden, ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Daten fehlerfrei erhoben werden. Trotzdem sollten Fehlerprotokolle implementiert sein, die z. B. die Verwendung eines falschen räumlichen Bezugssystems (vgl. Abschnitt 3.1.5) bzw. die falsche Benennung eines Taxon automatisiert erkennen (vgl. Abschnitt 3.1.10) und eine Korrektur automatisch oder manuell ermöglichen. Einige solcher Fehlerkorrekturalgorithmen sind in das BIS integriert.

In Sonderfällen kann es vorkommen, dass vom Betreiber oder dessen Mitarbeiter Zufallsbeobachtungen markanter Arten wie z. B. eines Uhus (*Bubo bubo*) gemacht werden, die dann auch im System Berücksichtigung finden sollen. Diese Daten sollten jedoch nicht in die allgemeinen Auswertungen mit einbezogen werden, da deren Qualität nicht mit den professionell erhobenen Daten übereinstimmt.

Konsistenz

Die Datenkonsistenz wird weitestgehend durch die Datenbank (Verwendung automatisch generierter IDs, automatisierte Verknüpfung von Informationen durch Fremdschlüssel, Definition von Regeln usw.) sichergestellt.

3.1.8 Quantifizierung der Biodiversität

Die Quantifizierung der Biodiversität kann über zahlreiche in der Literatur (DYKE, 2008 oder MARGURAN & MCGILL, 2011) beschriebene Methoden vorgenommen werden. Es wurde eine Reihe von Indizes (*Shannon Weaver Diversität*, *Simpson Index* etc.) entwickelt, die im Prinzip alle auf ähnlichen Ansätzen basieren: Der Gesamtartenreichtum eines Ökosystems wird mit der Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten (Gesamtindividuenzahl je Art, Abundanz, relative Häufigkeit) in Beziehung gesetzt. Die *Äquitabilität*, d. h. die Ausgewogenheit der Arten, beschreibt hierbei die Verteilung der Individuenzahlen zwischen den Arten. Zur Beschreibung werden oftmals Diagramme (Whittaker-Plot, Rang-Abundanz-Diagramme etc.) verwendet.

Nach WHITTAKER (1972) unterscheidet man in α - und β -Diversität. Erstere bezieht sich auf die lokale Diversität innerhalb eines Ökosystems, letztere auf die regionale Diversität zwischen Ökosystemen. Eine Lebensgemeinschaft, welche lokal aus sehr vielen Arten besteht, besitzt eine hohe α -Diversität. Tritt dieselbe artenreiche Lebensgemeinschaft in derselben Zusammensetzung überall auf, dann ist die β -Diversität gering.

Nach TOWNSEND ET AL. (2009) ist es für viele Anwendungen ausreichend, den Artenreichtum direkt zur Quantifizierung der Biodiversität zu verwenden. Ziel der Felduntersuchungen ist daher i. d. R. die Bestimmung der Individuenzahl sowie der Artenzahl (Anzahl Taxa, Gesamtarteninventar) am Standort (α -Biodiversität nach WHITTAKER, 1972) und diese als Maß für die Biodiversität zu verwenden. Bei der Berechnung von Biodiversitätsindikatoren werden diese beiden Größen auch relativ zum Umfeld der Abbaustätte angegeben, da die absoluten Zahlen u. U. wenig aussagekräftig sind.

Da die ermittelte Individuenzahl stark von der verwendeten Untersuchungsmethode abhängig ist (vgl. Kapitel 3.1.4), wird im Rahmen der Auswertung durch das BIS jeder Artnachweis egal, wie viele Individuen aufgenommen wurden, jeweils nur als ein Artfund (Einzelbeobachtung) behandelt.

Eine Quantifizierung erfolgt daher als Summe der Einzelbeobachtungen je Art pro Abbaustätte sowie als Summe aller unterschiedlichen Taxa (auf Artniveau) aus Einzelbeobachtungen. Nach TRAUTNER (2003) ist die Beurteilung der Artenvielfalt und des Wertes den ein Standort für den Naturschutz darstellt, jedoch erst nach Berücksichtigung der relativen Häufigkeit einer Art sowie des Schutzstatus möglich.

Um den Wert einer Abbaustätte für den Artenschutz darzustellen, ist daher die Auswertung nach der Anzahl geschützter Arten zu implementieren. Denkbar ist sowohl die Darstellung der absoluten Zahlen geschützter Arten als auch die prozentualen Anteile an allen Arten einer Taxozönose. Da es zahlreiche Schutzstadien gibt, muss in diesem Fall noch näher definiert werden, welche rechtlichen Regelungen

zur Bewertung herangezogen werden. In Kapitel 3.1.3.3 sind die relevanten Schutzstati aufgeführt. Ein Schwerpunkt bei der Ermittlung des Arteninventars eines Standortes liegt daher auch auf der Erfassung sog. wertgebender Arten, d.h. geschützter und seltener Arten. Dadurch wird die besondere Bedeutung dieser Arten für den Standort herausgestellt.

Die Ermittlung von Biodiversitätsindikatoren, die ebenfalls zur Quantifizierung der Biodiversität eines Standortes verwendet und zum Vergleich einzelner Abbaustätten herangezogen werden können, soll in einem separaten Modul implementiert werden.

3.1.9 Flächentypen

Eine Besonderheit von Biodiversitätsuntersuchungen in Abbaustätten ist deren Zuordnung zu unterschiedlichen Flächentypen in Abhängigkeit von der Abbaudynamik. Man unterscheidet insgesamt fünf Flächentypen:

- die eigentliche Abbaufäche inkl. intermittierend auftretender Wanderbiotope innerhalb der Abbaustätte
- die Vorhabensfläche auch Eingriffsfläche genannt
- die Folgenutzungsfläche auf der i. d. R. Renaturierungs- oder Rekultivierungsmaßnahmen erfolgen
- das Umfeld um die Abbaustätte
- die Kompensationsfläche

Die Definition des Umfeldes ist problematisch, da keine genauen Definitionen existieren, was noch zum Umfeld einer Abbaustätte hinzuzurechnen ist. Je nach Planungsbüro wird der maximale Abstand zum Rand der Abbaufäche mit 200 m bis 2 000 m angegeben. Kompensationsflächen, wie sie z. B. im Rahmen der Ökokontoverordnung eingeführt wurden (UVM, 2010), müssen keinen expliziten räumlichen und zeitlichen Bezug zur Abbaufäche haben. Sie können auch viele Kilometer vom eigentlichen Abbauort entfernt liegen.

Für die geplante Darstellung der Artverbreitung in einem WebGIS ist insbesondere der raum-zeitliche Bezug, der sich aus der Abbaudynamik ergibt und der aus der Angabe des Flächentyps abgeleitet werden kann, eine Herausforderung. So handelt es sich bei einer Untersuchung der Vorhabensfläche um Arterhebungsdaten, die nach Genehmigung des Vorhabens nur noch „historischen Charakter“ haben, da die Lebewesen in diesem Bereich durch den Abbaubetrieb verschwinden (Abwanderung, Umsiedelung, usw.). Über längere Zeiträume gesehen, kann dies auch für Teile des Umfeldes gelten. Gleichzeitig kann es auch vorkommen, dass durch die Stilllegung von Teilflächen einer Abbaustätte Wanderbiotope im Zuge der natürlichen Sukzession oder durch Rekultivierungsmaßnahmen vernichtet werden. Auch diese Daten besitzen dann keine Gültigkeit mehr.

Für eine sinnvolle Auswertung und Interpretation der Daten muss daher sowohl die räumliche Zuordnung der Erhebungsdaten zu einem Flächentyp als auch der Zeitpunkt der Durchführung der Biodiversitätsuntersuchungen bekannt sein. Im Zuge der Systemkonzeption wurde die Möglichkeit der automatisierten Zuordnung durch räumliche Verschneidung der Geometrien von Erhebungsdaten und Flächentypen geprüft. Die mangelnde Aktualität der Geometriedaten zu Flächentypen, die schlechte Datenverfügbarkeit sowie der für Betreiber bzw. Planungsbüros höhere Aufwand für die Beschaffung und Erstellung aktueller Flächentypendatensätze schließen eine automatisierte Zuordnung jedoch aus.

Insbesondere bei der Aufnahme von Pflanzenarten gilt zudem, dass, wie in Abschnitt 3.1.6 beschrieben, der räumliche Lagefehler methodisch bedingt sehr groß ist. Rein über die räumliche Lage der erhobenen Daten wäre daher eine Zuordnung zu den einzelnen Flächentypen auch nicht möglich.

Das Datenmodell sieht daher vor, dass der Flächentyp, welcher Gegenstand einer Untersuchung war, zwingend angegeben werden muss. Ein entsprechendes Pflichtattribut ist erforderlich.

3.1.10 Taxonomie

Den Schlüssel zur Biodiversität bildet die Taxonomie. Nahezu alle Biodiversitätsinformationen beruhen auf der Verwendung taxonomischer Namen (THOMPSON, 1996). Wie bereits in Kapitel 2.2.1 erläutert, ist zur vorhabensübergreifenden Identifikation von Arten daher sowohl die Angabe eines eindeutigen taxonomischen Klassifikationssystems als auch die einheitliche Schreibweise der Taxa erforderlich. Es ist Aufgabe des BIS dies zu gewährleisten.

Die fehlerhafte oder nicht einheitliche Schreibweise von Taxa kann nach BOYLE ET AL. (2013) durch:

1. simple Schreibfehler,
2. regional verschiedene Schreibvarianten bei phonetisch gleicher Aussprache,
3. landessprachliche Varianten,
4. *homotypische Synonyme* (verschiedene Artnamen beruhen auf dem gleichen Sammlungsbeleg z. B. aufgrund von nachträglichen Änderungen der Klassifikation),
5. *heterotypische Synonyme* (verschiedene Artnamen, die sich je nach Expertenmeinung auf dasselbe Taxon beziehen),
6. *Homonyme* (identische Artnamen, die unterschiedliche Taxa bezeichnen),
7. verschiedene taxonomische Konzepte (engere oder weitere Interpretationen eines Taxons)

verursacht werden.

Wie in Abschnitt 3.1.1.2 bereits erläutert, wird bei der Durchführung von Untersuchungen zur Arterhebung meist ein Kürzel für die Beschreibung der Art verwendet. Die Ergänzung der vollständigen Artnamen erfolgt anschließend im Büro. Die Taxa werden dabei auf Artniveau (taxonomischer Rang)

angegeben. Unterarten werden in der Regel nicht erfasst. Angaben zu Autor und Jahr fehlen i. d. R., so dass die Bestimmung des zugrundeliegenden taxonomischen Systems (meist *Linné*) nicht möglich ist. Bei der Untersuchung der Artgruppe der Vögel werden häufig nur die deutschen Artnamen aufgezeichnet.

Für die beschriebene Praxis der Arterhebung in Abbaustätten sind vor allem die ersten 5 Fehlerquellen (s. o.) nach BOYLE ET AL. (2013) relevant. Zur Sicherstellung der einheitlichen und korrekten Bezeichnung der Taxa (Qualitätssicherung) ist somit ein automatisierter Korrekturmechanismus innerhalb der Anwendung unbedingt erforderlich.

BOYLE ET AL. (2013) beschreiben die Entwicklung eines entsprechenden Korrekturservices⁷⁶ für taxonomische Namen. Weitere Beispiele sind die Services des CoL bzw. von PESI (vgl. Kapitel 2.2.1). Die Implementierung eines entsprechenden Services gehört zu den wesentlichen Anforderungen des BIS.

Um einige der o. g. Probleme zu umgehen, wurde das System der *Life Science Identifiers*⁷⁷ (LSID) geschaffen (s. PAGE, 2006 oder PAGE, 2008). LSID stellen, vereinfacht gesagt, persistente und globale eindeutige Identifikationsschlüssel (*globally unique identifiers* - GUID) für wissenschaftliche Belegexemplare dar. Genauer handelt es sich um *Uniform Resource Names* (URN), welche aus 5 Teilen bestehen:

1. einer Netzwerk ID: „lsid“
2. dem Wurzelverzeichnisnamen des Netzwerkes der bereitstellenden Institution (Root DNS): z. B. „www.biodiversitaet-deutschland.de“
3. einem Namensraum: z. B. „istebiodivID“
4. einer Objekt ID: „333“
5. einer Versions ID (optional)

Abbildung 31 zeigt eine LSID und deren Zusammensetzung. Über spezielle Webanwendungen (LSID-Resolver), welche die Anbieter von LSIDs einrichten müssen, ist die Entschlüsselung der LSIDs und der Bezug von Metainformationen möglich (ORME ET AL., 2008).

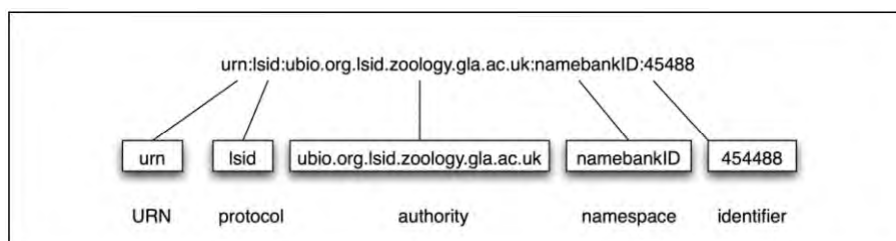


Abb. 31: Aufbau einer LSID aus PAGE (2006)

⁷⁶<http://search.biocase.org/toqe/> (26.04.2013)

⁷⁷<http://sourceforge.net/projects/lsid/> (26.04.2013)

3.1.11 Visualisierung

Die Datenvisualisierung der erhobenen Biodiversitätsdaten in einem WebGIS umfasst verschiedene Aspekte wie die Darstellungsart, der thematische Umfang, der Darstellungsmaßstab und die Funktionsvielfalt der WebGIS-Anwendung Oberfläche.

Darstellungsart und thematischer Umfang

Um die vielfältigen Möglichkeiten, die in diesem Bereich existieren, etwas einzuschränken und den Aufwand für die Programmierung des Prototyps zu verringern, wurden innerhalb der Projektgruppe Mindestanforderungen definiert. Die hier vorgestellte Lösung beschränkt sich auf folgende Darstellungsvarianten:

1. Darstellung der Arterhebungsdaten als Punkte der Fundorte (je Einzelbeobachtung) für einen bestimmten Zeitraum
2. Darstellung der Arterhebungsdaten als Flächen auf Basis eines Grids von Rasterzellen (Artverbreitungsgebiet) und inkl. Angabe der Summe der Einzelbeobachtungen je Taxon und je Gridzelle
3. Darstellung der Biotoptypen als Polygone

Darstellungsmaßstab

Die Erfassungsgenauigkeit und der daraus resultierende Lagefehler der Artbeobachtungen (vgl. Abschnitt 3.1.6) geben die maximale Auflösung (Maßstab) vor, in der Vektordaten auf einer Karte dargestellt werden sollten bzw. sie bilden die kleinste darstellbare Karteneinheit (*minimum mapping unit*) bei der Verwendung von Rasterdaten. Nach SCHUKRAFT & LENZ (2005) wird der Zusammenhang zwischen Lagegenauigkeit und Maßstab abweichend von der Definition für die Darstellungsgenauigkeit bei der Digitalisierung in Abschnitt 3.1.6 definiert. Demnach entspricht die Lagegenauigkeit einem Tausendstel der Maßstabszahl in Metern. Gem. dieser Definition erfolgt auch die Visualisierung der einzelnen Layer im BIS.

Für die Darstellung der punktförmigen Arterhebungsdaten sowie der Biotoptypenkartierung sollte daher die maximale Auflösung auf 1:5 000 beschränkt sein. Die Darstellung der Artverbreitungsgebiete sollte maximal im Maßstab 1:25 000 (Blattschnitte der TK 25) erfolgen (vgl. Abschnitt 3.1.2.6). Die Arterhebungen der Flora sollte nur mit einem Maßstab bis zu 1:200 000 angezeigt werden.

Aufgrund der Sensibilität bestimmter Pflanzen- und Tierarten sollten zum Schutz der vom Aussterben bedrohten Arten die Standorte der Vorkommen nicht für jedermann sichtbar sein. Bei der Datenvisualisierung des öffentlich zugänglichen Bereichs der Internetseite sollte eine Maßstabsbeschränkung für diese Arten von 1:25 000 implementiert werden.

Funktionsumfang WebGIS

Das WebGIS sollte über die üblichen Standardwerkzeuge zum Navigieren innerhalb der Karte (Zoom-funktionalität, Verschiebefunktionalität) verfügen. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit bestehen Punkte und auch Polygone zu digitalisieren.

3.1.12 Datenbereitstellung

Wie BERENDSOHN ET AL. (2011) richtig bemerken, ist die Verwendung und Implementierung internationaler Datenstandards und die Entwicklung eines zu diesen Standards konformen Datenmodells nur von Bedeutung, wenn das System auch über entsprechende Import- und Exportfunktionalitäten verfügt. Die Implementierung entsprechender Funktionalitäten sind Bestandteil der Anforderungen an das BIS. Für die Bereitstellung der Daten zu Artvorkommen und Biotoptypen sollen OGC konforme Web-Services verwendet werden.

Weiterhin ist die Bereitstellung von Daten im Darwin Core Schema (vgl. Abschnitt 2.2.4.2) als XML-Dateien geplant. Das ABCD-Schema (s. Abschnitt 2.2.4.1) soll nicht unterstützt werden, da die Implementierung zu aufwendig ist und der Standard auf größere Anwendungen abzielt.

3.1.13 Rechteverwaltung

Rechtlich gesehen, sind die Betreiber der Abbaustätten als Auftraggeber der Untersuchungen zur Biodiversität Eigentümer der erhobenen Daten. Über deren weitere Nutzung und Verwendung z. B. für Veröffentlichungen entscheiden alleine sie. Da es sich oftmals um besonders sensible Daten handelt (z. B. Vorkommen vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Arten gem. Rote Liste BW), die das Image eines Unternehmens nachhaltig beeinflussen können oder die bei Konkurrenz um einen Standort zu Wettbewerbsvorteilen führen können, gehen die Unternehmen sehr restriktiv damit um. Ohne ein entsprechendes Rechtemanagement, welches den Zugriff auf die gespeicherten Datensätze regelt, wären die Unternehmen nicht bereit ihre Daten zur Verfügung zu stellen.

Das BIS muss daher über eine Benutzerrechteverwaltung verfügen, welche es den Unternehmen ermöglicht, selbst über die Veröffentlichung ihrer Daten bzw. Teile davon zu entscheiden (vgl. hierzu auch STEIN & WIECZOREK, 2004). Da sich die Anforderungen der einzelnen Nutzer unterscheiden, wurden verschiedene Benutzerszenarien erstellt und in Form von Anwendungsfall-Diagrammen dargestellt (s. Abschnitt 3.1.14).

3.1.14 Anwendungsfälle

Wie NEALE ET AL. (2007) erläutern, trägt die Analyse der Anwendungsfälle entscheidend zur Definition zielgerichteter Anforderungen und zur späteren Nutzbarkeit eines Systems bei. In diesem Abschnitt werden die wesentlichen im Vorfeld der Anwendungsentwicklung identifizierten Anwendungsfälle vorgestellt. Zur Erläuterung der Anwendungsfälle wird bereits die erst im Rahmen der Datenmo-

dellierung entwickelte dreigeteilte Gliederung in Vorhaben (Stammdaten), Untersuchung (Stammdaten) und Einzelbeobachtung (Artvorkommen) verwendet (s. Kapitel 4.1). Vorhaben und Untersuchung können auch als Metadaten der Einzelbeobachtungen angesehen werden, da sie den jeweiligen Beobachtungsdatensatz näher beschreiben.

Insgesamt wurden 5 relevante Nutzergruppen (Akteure) identifiziert: der ISTE, die Betreiber von Abbaustätten der StEI, die von den Betreibern beauftragten Planungsbüros, die zuständigen Fachbehörden und die interessierte Öffentlichkeit. Es werden die im Anwendungsfall-Diagramm (s. Abbildung 32) abgebildeten 8 übergeordneten Anwendungsfälle (ohne inkludierte Use-Cases) unterschieden, wobei nur 6 dieser Anwendungsfälle für die Erstellung des BIS relevant sind. Grau hinterlegte Anwendungsfälle wurden noch nicht implementiert.

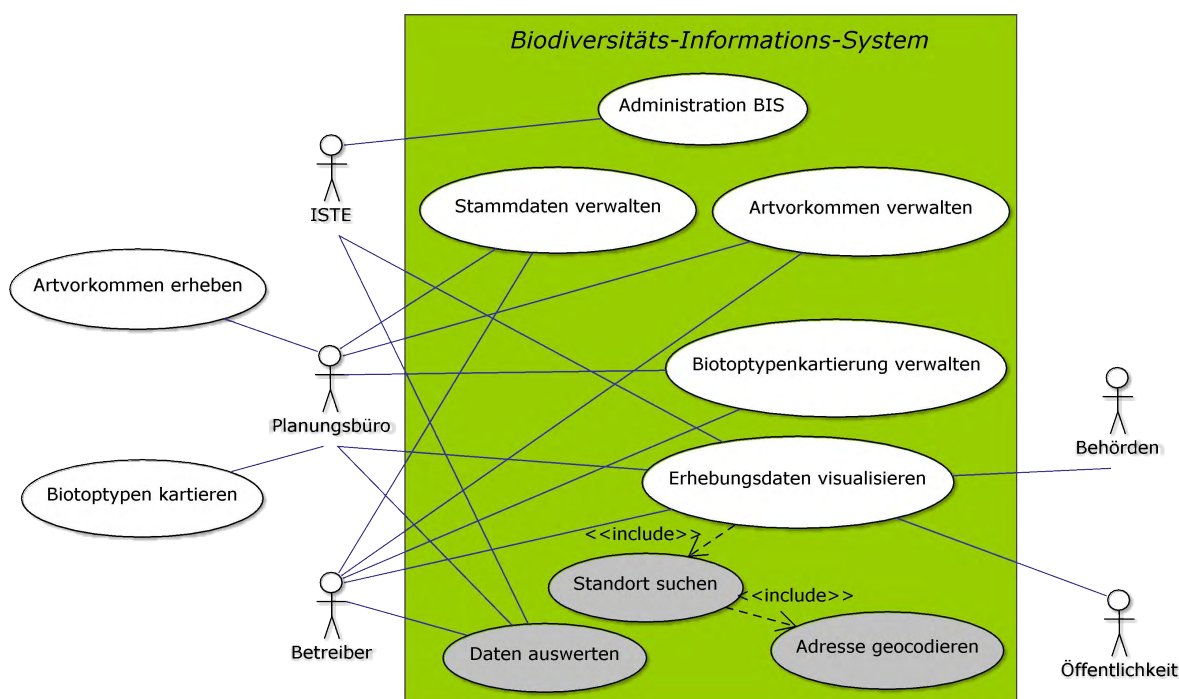


Abb. 32: UML-Diagramm der übergeordneten Anwendungsfälle

Der hier dargestellte Workflow bildet aus Sicht der Planungsbüros alle Anwendungsfälle von der Datenerfassung im Gelände, über die Eingabe und Verwaltung bis hin zur Visualisierung und Auswertung der Daten (Stammdaten, Artvorkommen und Biotoptypen) mit Hilfe des BIS ab. Die Anwendungsfälle zur Datenverwaltung beinhalten auch die Dateneingabe (s. u.). Die Administration des BIS erfolgt durch den ISTE selbst (Verwaltung des Systems). Für die eigentliche Datenverwaltung ist der ISTE nicht verantwortlich. Diese liegt bei den Betreibern, welche (wie auch die Planungsbüros) Zugriff auf die datenspezifischen Verwaltungs- und Auswertefunktionen haben. Wie man weiterhin erkennen kann, können alle Akteure Daten mit der WebGIS Anwendung visualisieren. Zu jedem dieser übergeordneten Anwendungsfälle existieren weitere spezifische Use Cases, die im Folgenden näher erläutert werden.

3.1.14.1 Administration BIS

Die Anwendungsfälle, welche im Rahmen der Administration des BIS zum Tragen kommen, sind in Abbildung 33 dargestellt. Der Administrator muss neue Nutzer anlegen, bearbeiten und löschen können. Außerdem ist die Verwaltung der Zugriffsrechte der Vorhabensstammdaten eine zentrale Aufgabe des Administrators. Im Normalfall wird das Vorhaben demjenigen zugeordnet, der es anlegt. In der Regel erfolgt dieser Schritt durch die Planungsbüros.

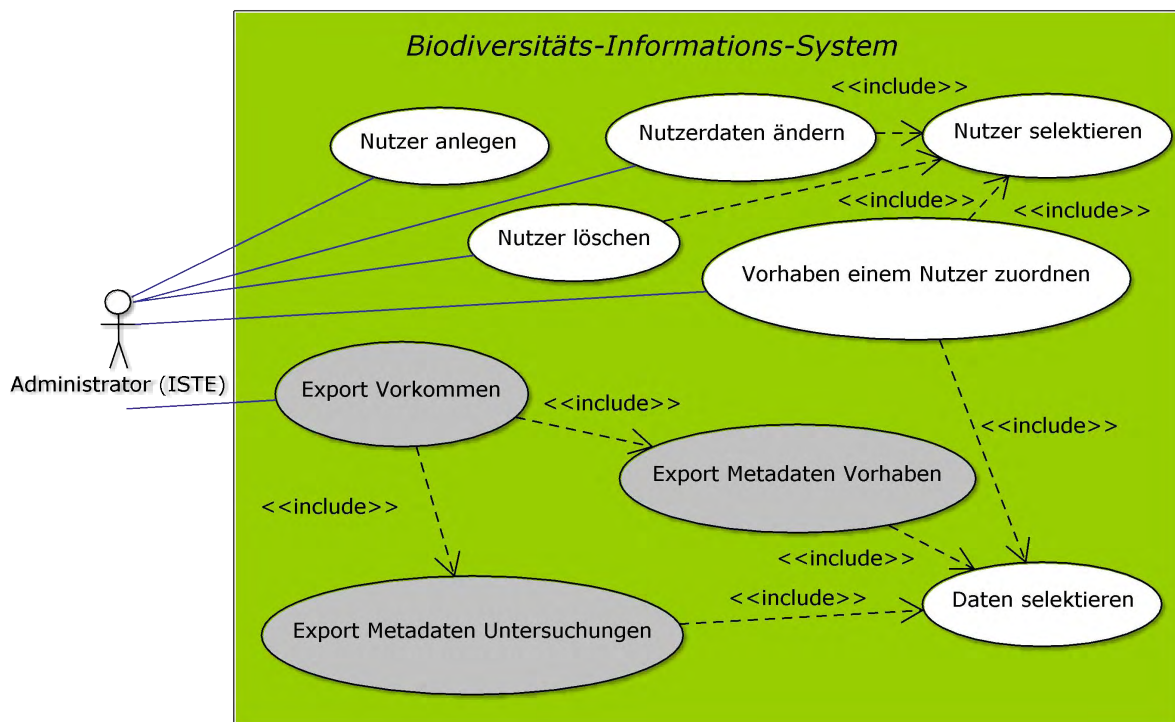


Abb. 33: Anwendungsfall-Diagramm zur BIS Administration

Da jedes Vorhaben einem Betreiber zugeordnet sein muss (s. Kapitel 4.1), werden automatisch auch diesem Betreiber entsprechende Lese- und Schreibberechtigungen zugeteilt. Der Administrator muss nur diejenigen Vorhaben nachbearbeiten, welche darüber hinaus noch weitere Zugriffsberechtigungen benötigen. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn eine Betreiberfirma mehrere Mitarbeiteraccounts mit unterschiedlichen Rechten wünscht oder wenn noch ein weiteres Unternehmen oder ein weiteres Planungsbüro Zugriff auf die Daten haben soll.

Schließlich soll der ISTE auch die Möglichkeit haben Datensätze der Artvorkommen zu exportieren, soweit dies vom Betreiber gestattet wird. Dieser Use Case beinhaltet automatisch den Export der Vorhabens- und Untersuchungsstammdaten, da diese für die Beschreibung der Daten im DwC Schema erforderlich sind.

3.1.14.2 Stammdaten verwalten

Die Verwaltung der Stammdaten (s. Abbildung 34) umfasst die beiden Ebenen Vorhabensstammdaten (1) und Untersuchungsstammdaten (2), welche i. d. R. vom beauftragten Planungsbüro und vom Betreiber selbst verwaltet werden dürfen. Die include-Beziehungen der beiden Anwendungsfälle zeigen jeweils, dass das Verwalten das Anlegen, Bearbeiten und Löschen der jeweiligen Entität beinhaltet.

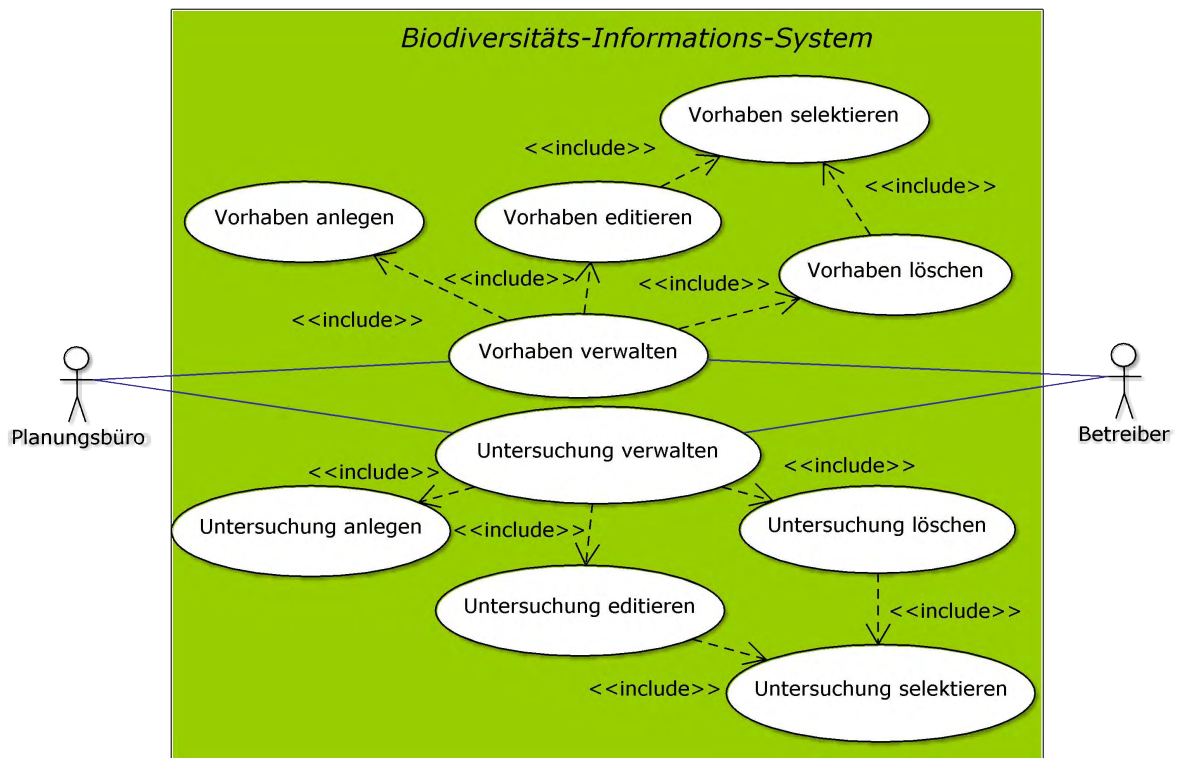


Abb. 34: Anwendungsfall-Diagramm zur Verwaltung der Stammdaten

3.1.14.3 Artvorkommen und Biotoptypenkartierung verwalten

Zur Verwaltung von Artvorkommen und Biotoptypenkartierung gehören zwei unterschiedliche Datenerfassungsvarianten sowie entsprechende Bearbeitungs- und Löschfunktionalitäten (vgl. Abbildung 35). Der automatisierte Import zahlreicher Einzeldatensätze, welche im Rahmen einer Untersuchung aufgenommen wurden, als Stapelverarbeitungsfunktion (3) stellt die bevorzugte Erfassungsmethode dar und ist den Planungsbüros vorbehalten. Darüber hinaus ist die Erfassung eines Artvorkommens oder einer Biotoptypengeometrie (4) durch Digitalisierung im WebGIS möglich, welche sowohl von den Planungsbüros als auch von den Betreibern genutzt werden kann (s. Abschnitt 3.1.7). Weitere Anwendungsfälle umfassen die Bearbeitung und das Löschen einzelner Datensätze.

Beim Import von Daten ist eine Plausibilitäts- (Format, Dateigröße, Vollständigkeit etc.) und Qualitätsprüfung der Daten erforderlich (s. hierzu auch Kapitel 4.3). Um sicher zu stellen, dass eine gültige Taxonbezeichnung (lat. Name) verwendet wurde, ist diese unter Nutzung der beschriebenen Web-Services (s. Kapitel 2.2.1) ebenfalls zu prüfen.

Für die Erfassung einer Einzelbeobachtung ist auch eine Gültigkeitsprüfung des Taxons erforderlich. Um eine schnelle Bearbeitung zu gewährleisten sollte ferner die Eingabe einer Adresse (Stadt/Gemeindenamen ausreichend) zur ungefähren Lokalisation des Bearbeitungsgebietes möglich sein. Die Detaillokalisation kann dann über die Zoomfunktionalität des WebGIS-Clients vorgenommen werden.

Bei der Bearbeitung der Erhebungsdaten kommen einige Erweiterungs-Anwendungsfälle zum Tragen. So sollte beispielsweise die Kennzeichnung von Synonymen möglich sein. Idealerweise erfolgt diese automatisiert im Rahmen der Gültigkeitsprüfung des Taxons. Weiterhin sollte es möglich sein, die deutsche Artbezeichnung zu ergänzen, da z. B. für Untersuchungen von Vogelarten auch in Fachgutachten vielfach nur die deutschen Artnamen verwendet werden bzw. diese geläufiger sind. Außerdem ist die Angabe des Schutzstatus der jeweiligen Art bzw. des Biotoptyps wichtig für die Bewertung eines Standortes. Da dieser sich von Zeit zu Zeit ändern kann, darf dieser nicht statisch modelliert werden.

3.1.14.4 Artvorkommen und Biotoptypenkartierung visualisieren

Grundsätzlich sollen zwei mögliche Visualisierungsarten der Daten im Rahmen der Anwendungsentwicklung umgesetzt werden, die tabellarische Darstellung von Artvorkommen und Biotoptypen sowie die Kartendarstellung innerhalb eines WebGIS. Auf die tabellarische Darstellung haben nur die drei Akteure ISTE, Planungsbüros und Betreiber Zugriff. Die Kartendarstellung ist allen Akteuren, wenn auch mit Beschränkungen für Behörden und Öffentlichkeit, zugänglich.

Abbildung 36 zeigt die möglichen Anwendungsfälle auf. Innerhalb der Anwendung soll je nach Auswahl eine unterschiedliche tabellarische Ansicht präsentiert werden, d. h. der Anwendungsfall „Daten tabellarisch darstellen“ wird um fünf mögliche Anwendungsfälle erweitert. Der sog. „extension point“ (UML) soll dabei gleichbedeutend mit einem Untermenüpunkt innerhalb der Anwendung sein. Die einzelnen Erweiterungs-Anwendungsfälle bauen hierarchisch aufeinander auf. Ausgehend von einer Gesamtübersicht, welche die tabellarischen Vorhabens- und Untersuchungsansichten beinhaltet, kann kaskadierend auf die Unterhierarchiestufen bis zu den Darstellungen der Artbeobachtungen und den Biotoptypen durchgegriffen werden. Ein direkter Zugriff auf jeden Anwendungsfall ist ebenfalls möglich. Darüber hinaus soll jeder Anwendungsfall über Such- bzw. Filtermöglichkeiten verfügen, um beispielsweise schnell auf alle Artvorkommen eines Vorhabens oder alle Artvorkommen der Gattung xy zugreifen zu können und eine effektive Bearbeitung zu ermöglichen.

Analog zur tabellarischen Darstellung wird die Kartendarstellung durch insgesamt drei Anwendungsfälle erweitert, welche ebenfalls über ein Untermenü zu erreichen sind. Die Erweiterungs-

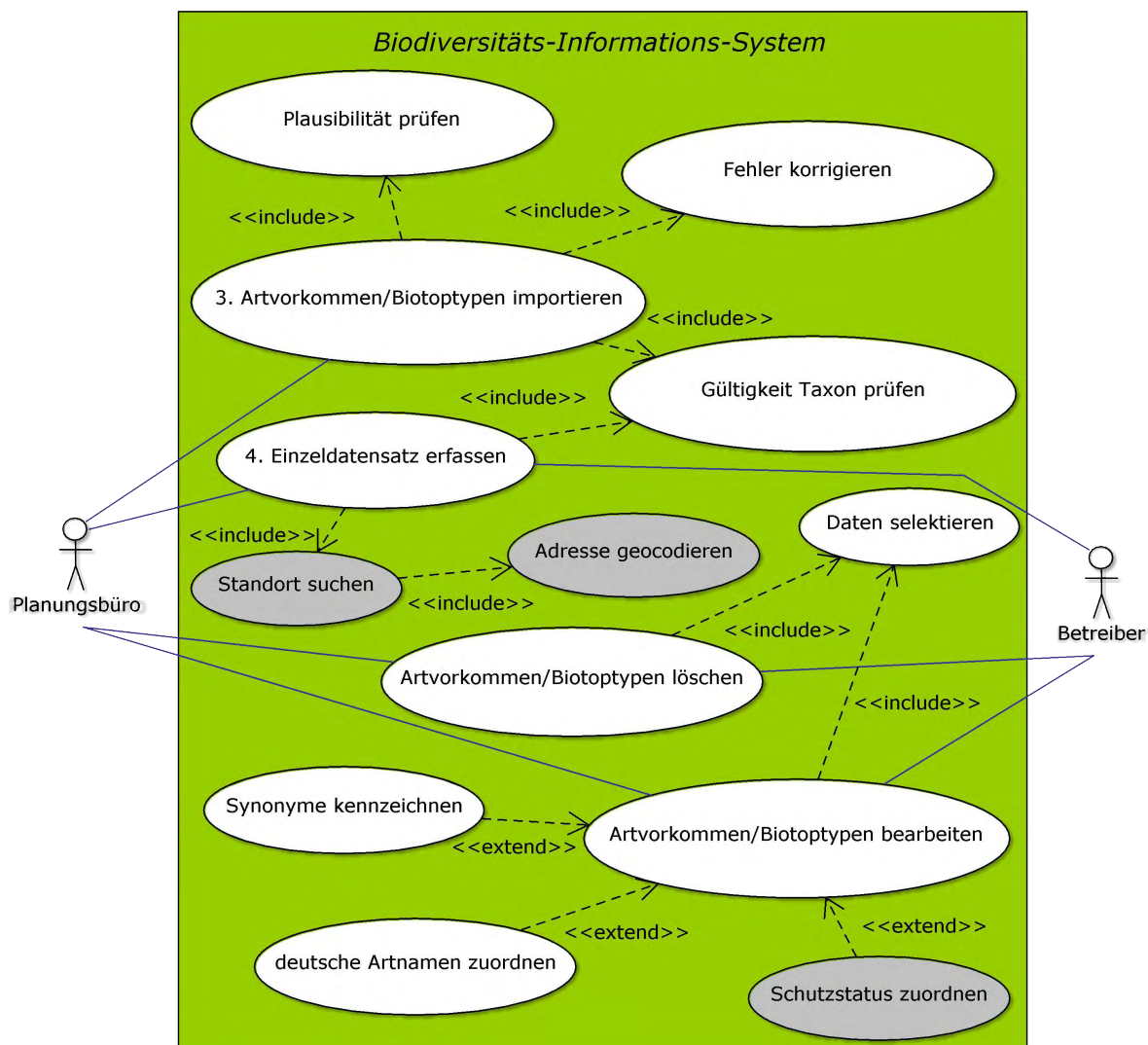


Abb. 35: Anwendungsfall-Diagramm der Verwaltung von Artvorkommen und Biotoptypen

Anwendungsfälle umfassen die punktscharfe Darstellung der Artvorkommen, die Darstellung der Artverbreitung als Blattsschnitte der topographischen Karte TK 25 und die Darstellung der Polygone der Biotoptypenkartierung. Durch die Einbindung externer Web-Services soll die Datenbasis der Darstellung der punktförmigen Artvorkommen und der Artverbreitungskarten erweitert werden. Das Filtern der Daten nach unterschiedlichen Kriterien (Taxon, Vorhaben, Taxozönose usw.) ist für die Interpretation unbedingt erforderlich und stellt bereits eine Form der Auswertung dar.

3.1.14.5 Datenauswertung

Zur Datenauswertung sind viele Anwendungsfälle denkbar. Abbildung 37 zeigt einige der wichtigeren Auswertemöglichkeiten. Allen Anwendungsfällen ist gleich, dass zunächst jeweils die Daten

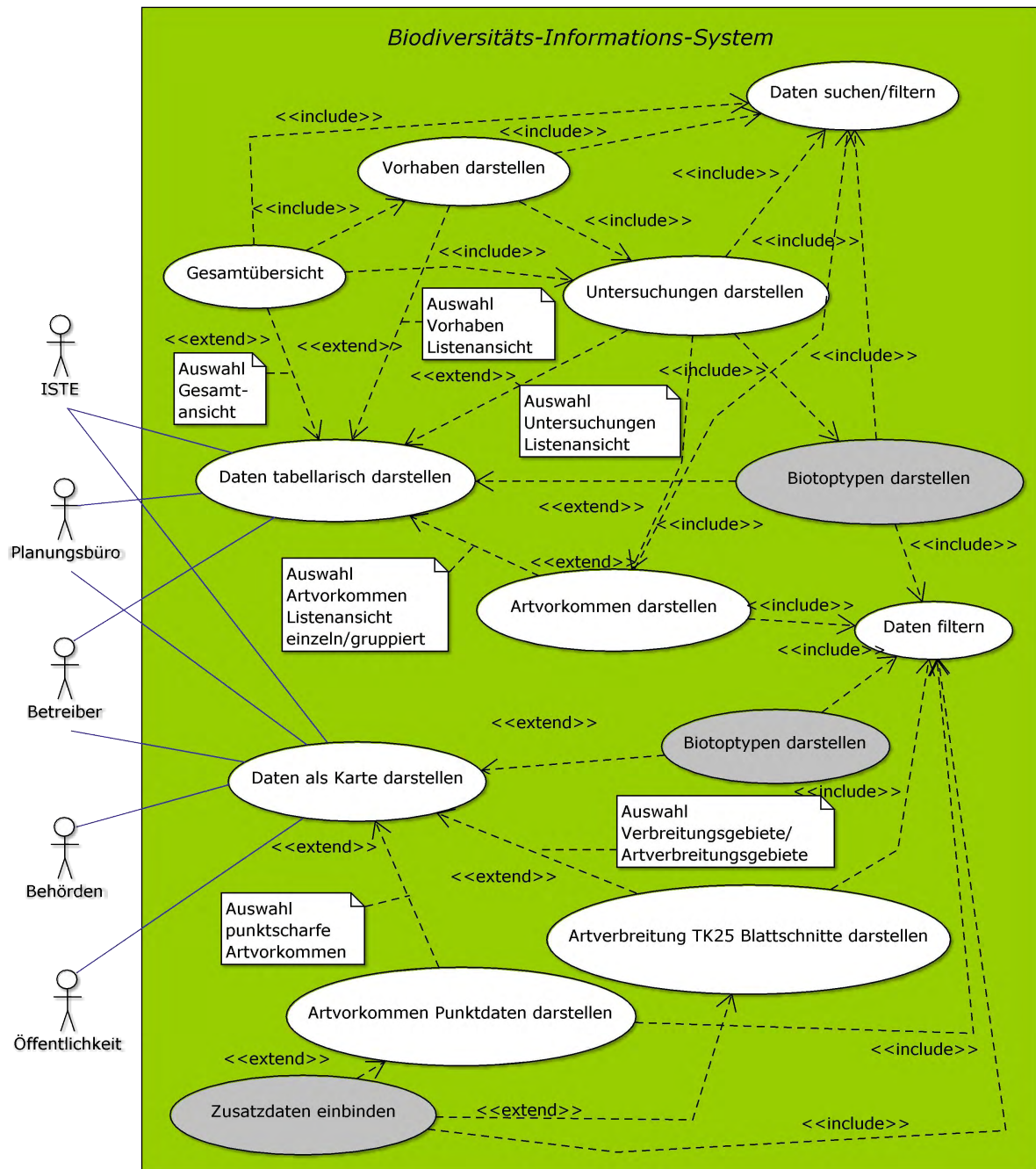


Abb. 36: Anwendungsfall-Diagramm zur Visualisierung der Erhebungsdaten

für die Analyse selektiert werden müssen. Der Export von Daten (DwC Schema) soll jeweils für Artvorkommen und Biotoptypen möglich sein. Die dazugehörigen Stammdaten müssen als Metadaten mit exportiert werden. Weitere mögliche Anwendungsfälle sind die statistische Auswertung der Daten (Anzahl geschützter Arten, Anzahl Arten eines Standortes insgesamt, Prozentuales Verhältnis geschützter Arten zu Gesamtarteninventar usw.), die Berechnung von Biodiversitätsindikatoren sowie

die automatisierte Erstellung von Kurzberichten und Diagrammen aus den Biodiversitätsdaten.

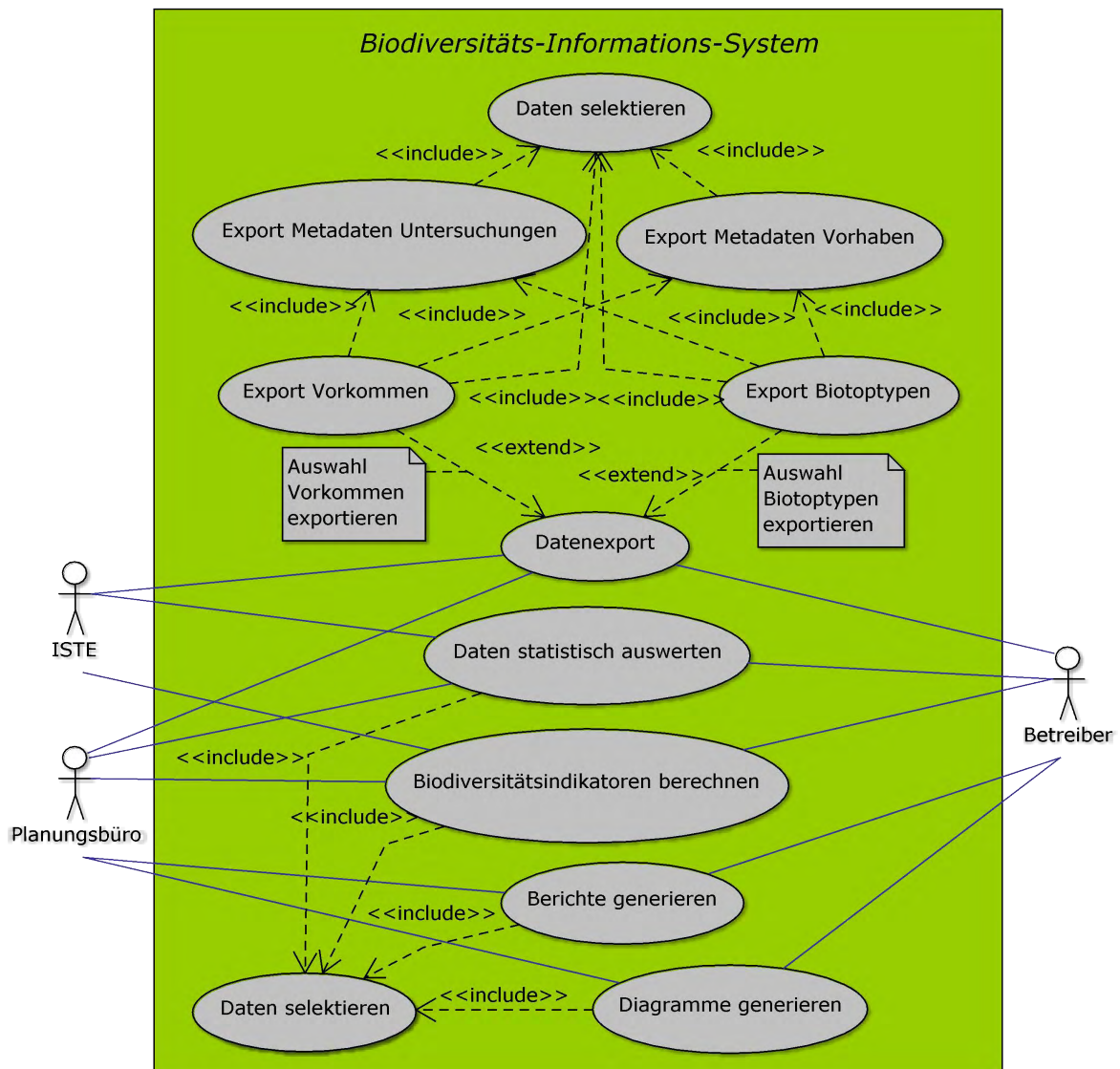


Abb. 37: Anwendungsfall-Diagramm zur Auswertung der Erhebungsdaten

3.2 Nicht funktionale Anforderungen

3.2.1 Usability

Es ist zu erwarten, dass eine hohe Zahl an Nutzern (zahlreiche Planungsbüros und StEI Betreiber in BW) die Anwendung verwenden wird, deren Kenntnisstand und GIS-Vorwissen sich deutlich voneinander unterscheidet. Dementsprechend muss das BIS über eine einfache, selbsterklärende Web-

berfläche mit hoher Bedienfreundlichkeit (*Usability*) verfügen, die klare Strukturen vorgibt und den Anwender beim erledigen seiner Aufgaben intuitiv unterstützt. Mit den technischen Details, die den Betrieb der Anwendung sicherstellen, soll der Nutzer möglichst nicht konfrontiert werden.

Die ISO-Definition von *Usability* lautet wie folgt:

„*The extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.*“ (ISO, 2006)

D. h. ein wesentlicher Aspekt von *Usability* im Kontext der Entwicklung von Webanwendungen ist, dass die Bedienoberflächen des System eine effektive und damit schnelle und kostensparende Bearbeitung möglich machen. Dieser Punkt ist auch für das BIS von entscheidender Bedeutung, da den Planungsbüros durch die Dateneingabe der Biodiversitätsdaten in die Internetanwendung möglichst kein bzw. nur ein geringer Mehraufwand entstehen soll. Je geringer die zusätzlichen Kosten für die Betreiberfirmen, als Auftraggeber der Planungsbüros, später sein werden, desto höher wird auch deren Akzeptanz und deren Bereitschaft zur Bereitstellung von Daten sein.

Für den versierten GIS-Anwender sollen darüber hinaus komplexere Operationen möglich sein. Insbesondere bei den Filterfunktionen der Kartendarstellung bietet es sich an, eine zweite Oberfläche zu entwickeln, welche dem Spezialisten die Möglichkeit bietet, mehrstufige Suchanfragen selbst zusammenzustellen. Bei der Entwicklung wurde hierbei z. B. das Internetportal MaNIS STEIN & WIECZOREK (2004) als Vorbild verwendet, welches ebenfalls die Zusammenstellung komplexer Suchanfragen unterstützt.

Zur Erläuterung der Funktionsweise des BIS und der Abfolge an Arbeitsschritten, die durch die Planungsbüros durchzuführen sind, soll eine Dokumentation entwickelt und innerhalb des BIS als Dokument (Download) zur Verfügung gestellt werden. Je nach Feedback soll in einem zweiten Schritt u. U. auch ein Trainingskurs oder ein Lernvideo entwickelt werden.

3.2.2 Leistungsfähigkeit

Die Performanz des Gesamtsystem ist nur von untergeordneter Bedeutung für die Entwicklung des BIS. Zum einen liegt dies daran, dass die Anwendung in ein bestehendes System (Server des ISTE, s. Abschnitt 3.2.5) integriert werden soll und daher keine freie Auswahl leistungsfähiger Hard- und Softwarekomponenten erfolgen kann. Außerdem werden die Nutzerzugriffszahlen aufgrund dessen, dass es sich in erster Linie um eine verbandsinterne Anwendung handelt, nicht so hoch sein, dass besonders leistungsfähige Komponenten vorhanden sein müssten. Der Mehrfachzugriff ist sicherlich nicht auszuschließen, jedoch wird es sich i. d. R. um eine überschaubare Anzahl an parallel arbeitenden Nutzern handeln.

Da die Webanwendung sehr stark auf die Einbindung und Nutzung externer Web-Services abzielt, ist zu erwarten, dass die Systemperformance des BIS stark von den Anbietern der genutzten Web-Services bzw. deren Performance abhängig ist. Insbesondere die Antwortzeiten könnten hierdurch

verlängert werden. Im Rahmen der Anwendungsentwicklung ist dies zu berücksichtigen und durch Tests die Performance externer Web-Services zu verifizieren, um ggf. Anpassungen zur Optimierung der Antwortzeiten durchführen zu können.

3.2.3 Datensicherheit

Die Datensicherheit umfasst zum einen die Verhinderung eines Datenverlustes durch z. B. versehentliches Löschen von Daten und zum anderen die Unterbindung des Zugriffs nicht autorisierter Personen auf die Daten. Um Datenverlust zu verhindern sind regelmäßige Backups zu erstellen. Außerdem sind im Datenmodell und bei der Systementwicklung entsprechende Mechanismen vorzusehen, die das Risiko eines Datenverlustes minimieren.

Die Zugriffssteuerung auf die Daten wird durch die Benutzerrechteverwaltung übernommen (s. Abschnitt 3.1.13). Vom BIS zur Verfügung gestellte Web-Services sind gegen unkontrollierten Zugriff von außen zu sichern. Das System muss jederzeit sicherstellen, dass nur derjenige der über die entsprechenden Berechtigungen verfügt, auf die Daten zu greifen darf.

3.2.4 Verfügbarkeit

Eine hohe Verfügbarkeit der Webanwendung ist sicherzustellen. Dies beinhaltet sowohl die Unterstützung der wichtigsten Internetbrowser (Microsoft Internet Explorer ab Version 8, Firefox ab Version 13, Google Chrome ab Version 20, Safari ab Version 4.x, und Opera ab Version 10.x) als auch die Fehlerbehandlung bei Systemabstürzen bzw. nicht verfügbarer externer Web-Services.

Insbesondere bei der Verwendung von JS gibt es, aufgrund der inkonsistenten Implementierung des DOM (s. Abschnitt 2.3.2.2), immer noch große Unterschiede zwischen den Browsern. Im Rahmen der Softwareentwicklung wird daher versucht, JS-Code nur in Verbindung mit einer entsprechenden Bibliothek (jQuery, OpenLayers) zu verwenden, da diese i. d.R. browserübergreifend programmiert sind.

3.2.5 Sonstige nicht funktionale Anforderungen

Im Folgenden werden weitere nicht funktionale Anforderungen aufgezählt:

- *Interoperabilität*: Die Webanwendung soll eine größtmögliche Interoperabilität bieten. Hierzu soll die konsequente Verwendung und Unterstützung internationaler Standards (Darwin Core, OGC konforme Web-Services) beitragen. Zur Bereitstellung der Daten sollen OGC-konforme Web-Services aufgebaut werden.

- *Softwarelizenzen:* Die Anwendung soll auf Basis von OpenSource Komponenten umgesetzt werden, um Lizenzkosten zu sparen. Die Verwendung einer browserbasierten WebGIS Lösung hat den weiteren Vorteil, dass keine zusätzliche Softwareinstallation auf Client-Seite erforderlich ist.
- *Integration in bestehende Serverarchitektur:* Der ISTE betreibt bereits einen Server, auf dem verschiedene Anwendungen für die StEI installiert sind. Dieser Server soll auch für das BIS genutzt werden. Dies hat insofern Bedeutung, als die bestehenden Softwarekomponenten nicht den aktuellsten Versionen entsprechen. Dies muss bei der Programmierung berücksichtigt werden. Als Betriebssystem ist auf dem ISTE-Server Debian GNU/Linux Version 2.6.32 installiert. Weiterhin befindet sich eine PostgreSQL Datenbank (Version 8.4.9) mit PostGIS Erweiterung auf dem Server. Zope 2.1, Python 2.4.4 und Python 2.6 sind bereits installiert.
- *Modularer Aufbau:* Das System soll einen modularen Aufbau besitzen, um die einfache Erweiterbarkeit sicherzustellen.
- *Webdesign:* Zur Wahrung des *Corporate Identity* des ISTE soll das Design und Layout des BIS an den bestehenden Webauftritt des ISTE⁷⁸ angeglichen werden.

⁷⁸<http://www.iste.de>

4 Systemdesign

Das Systemdesign umfasst das der Anwendung zugrundeliegende konzeptionelle Datenmodell sowie die Systemarchitektur, welche aufbauend auf der Anforderungsanalyse und den dargestellten Anwendungsfällen (vgl. Abschnitt 3.1.14) modular entwickelt wurde. Im Kapitel „Detail Design – Einzelkomponenten“ werden nur die im Rahmen dieser Arbeit implementierten Komponenten besprochen.

4.1 Entwicklung des Datenmodells

In die Entwicklung des Datenmodells sind sowohl die Erkenntnisse aus der Anforderungsanalyse und den ermittelten Anwendungsfällen eingeflossen als auch die Ergebnisse der im Folgenden erläuterten Analyse des in der Biodiversitätsinformatik häufig für den Datenaustausch eingesetzten DwC Datenstandards in der Version 1.2 (vgl. Kapitel 2.2.4.2). Weiterhin wurde versucht die Grundsätze und Regeln die MORRIS (2005) in seiner Arbeit „*Relational Database Design and Implementation for Biodiversity Informatics*“ definiert, umzusetzen. In einigen Fällen wurde keine vollständige Normalisierung der Daten durchgeführt bzw. es wurden bewusst Redundanzen in Kauf genommen, um die Anwendungsstruktur zu vereinfachen und den Aufwand für die Implementierung zu verringern.

4.1.1 Analyse des Darwin Core Standards

Zur umfassenden Analyse des DwC Schemas wurde eine tabellarische Zusammenstellung aller Datenfelder des Schemas (s. Anlage A.1 bis A.5 im Anhang) erstellt. Jedes Attributfeld wurde hinsichtlich seiner Bedeutung für das zu entwickelnde Datenmodell bewertet und in eine von drei Kategorien (hoch, mittel, gering) eingestuft. Da das DwC Schema möglichst flexibel anwendbar sein sollte, wurde bewusst auf die Definition von Pflichtfeldern bei der Festlegung des Standards verzichtet.

Für das Datenmodell des BIS ist die Definition einiger Pflichtfelder jedoch durchaus sinnvoll, da dadurch ein Mindestqualitätsanspruch an die Anwendung und den enthaltenen Datenumfang gewährleistet werden kann. Ein erster Satz an Pflichtfeldern wurde daher aus den DwC Attributen ausgewählt. Außerdem wurde abgeschätzt, ob die manuelle Dateneingabe erforderlich wäre oder auch eine automatische Ermittlung des Attributes in Betracht gezogen werden konnte. Schließlich wurde noch

bewertet, ob es sich um eine Angabe handelte, welche für jede einzelne Artbeobachtung gemacht werden musste, oder ob es sich vielmehr um einen übergeordneten Attributwert handelte, der sich auf die gesamte Untersuchung bezog.

Auf Basis dieser überarbeiteten Tabelle wurde ein erster Vorschlag für ein Attributsatz des Datenmodells entworfen (s. Anlage A.6 und A.7 im Anhang) und als Diskussionsgrundlage für die Abstimmung mit den beteiligten Planungsbüros verwendet. Innerhalb mehrerer Projektgruppensitzungen wurde anschließend das endgültige Datenmodell sowie die zu implementierenden Schlüssellisten (Domänen) für diverse Attribute entwickelt. Eine tabellarische Zusammenstellung des endgültigen Attributsatzes befindet sich im Anhang (s. Anlage A.8 bis A.10).

Tabelle 13 zeigt ein Mapping zwischen den durch das DwC Schema definierten Attributen und dem konzeptionellen Datenmodell des BIS. Zahlreiche der DwC Attribute müssen nicht explizit als Attribut im Datenmodell modelliert werden, da es sich entweder um konstante Werte handelt oder die Berechnung auf Grundlage anderer Attribute möglich ist.

4.1.2 Konzeptionelles und logisches Datenmodell

Basis des Konzeptionellen Datenmodells sind die vier Entitäten „Vorhaben“ (Tabelle *t_projects*), „Untersuchungen“ (Tabelle *t_observations*) und „Beobachtungen“ bzw. „Vorkommen“ (Tabelle *t_occurrences*) oder im Falle von Biotoptypenkartierungen „Biotoptypen“ (Tabelle *t_biotopes*). Sie bilden die drei Ebenen (Vorkommen und Biotoptypen werden zur gleichen Ebene gezählt) der Datenerfassung ab, wie sie von den Planungsbüros praktiziert werden soll. Die Vorhabens- und Untersuchungsstammdaten können auch als Metadaten der Beobachtungsdaten aufgefasst werden, da sie diese näher beschreiben. Die vier Entitäten stehen jeweils in einer 1:n Beziehung zueinander.

Das konzeptionelle Datenmodell wird mit Hilfe eines Entity-Relationship-Diagramms (vgl. Kapitel 2.3.5) abgebildet. Aufgrund der Komplexität des ERD ist eine zusammenfassende Darstellung auf einer Seite nicht möglich. Das ERD wurde daher, entsprechend den o. g. Entitäten, in logische Einheiten unterteilt und in separaten Abbildungen dargestellt. Die Einheiten (Teil 1–4) des Datenmodells sind in Abbildung 38 dargestellt. Im Folgenden wird das Datenmodell in der Reihenfolge dieser Einheiten beschrieben. Die Beschreibung bezieht auch Aspekte der logischen Datenmodellierung wie beispielsweise Regel der Normalisierung, Denormalisierung und Ablauflogik mit ein.

4.1.2.1 ERD Teil 1: Vorhaben

Teil 1 des ERDs umfasst die Entitäten (s. Abbildung 39): Vorhaben (*t_projects*), Firmen der StEI (*t_companies*), Sonstige Firmen (*t_companies_biodiv*), Abbaustätten bzw. Werke der StEI (*t_sites*), sonstige Standorte (*t_sites_biodiv*), Branche (*t_industrial_sectors*), Vorhabentyp (*t_prj_types*), Untersuchungs- bzw. Vorhabensanlass (*t_project_motivations*), Naturräume 3. Ordnung (*t_3rd_ord_landscape_types*) und Gemeinden (*t_municipalities*).

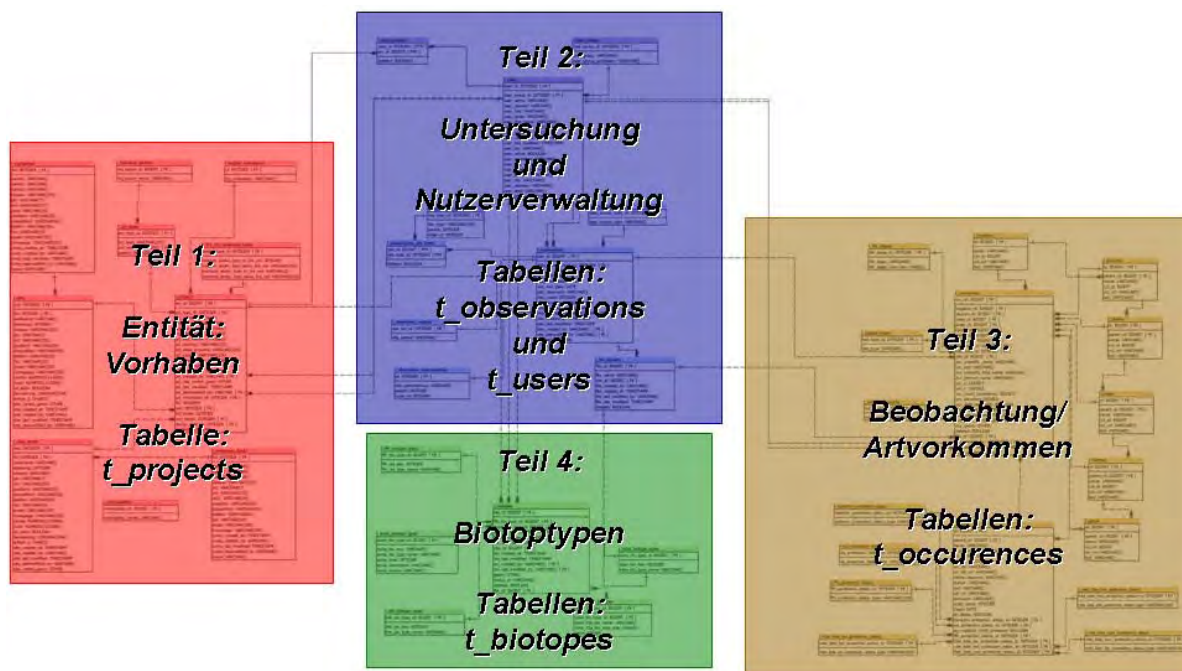


Abb. 38: Unterteilung des ERD in die vier logischen Einheiten: Vorhaben, Untersuchungen, Beobachtungen und Biotoptypen

Sämtliche Entitäten stehen in einem 1:n Verhältnis zueinander. Die Entitäten Firmen und Abbaustätten der StEI stellen 1:1 Kopien der entsprechenden Tabellen aus der Mitgliedsdatenbank des ISTE dar. Die beiden mit den identischen Attributen belegten Tabellen *t_companies_biodiv* und *t_sites_biodiv* wurden angelegt, um Vorhaben außerhalb der StEI in die Datenbank aufnehmen zu können. Zukünftig ist geplant Firmen und Werke der StEI über einen entsprechenden Web-Service zur Verfügung zu stellen. Sobald dies der Fall sein wird, können die entsprechenden Tabellen (*t_companies* und *t_sites*) innerhalb der Biodiversitätsdatenbank entfallen. Daher werden für sonstige Vorhaben separate Tabellen benötigt. Die eindeutige ID der beiden Firmentabellen ist jeweils die FID, was für Firmen-ID steht, bei den Abbaustätten ist es die WID (Werks-ID).

Die Vorhabensstammdaten beinhalten grundlegende Metadaten eines Artvorkommens oder Biotoptyps (s. auch Anlage A.8). Hierzu gehören u.a. die Vorhabensbezeichnung (*prj_name*), der Vorhabensträger (*prj_company*), der Vorhabensstandort (*prj_site_name*) und der Untersuchungsanlass (*prj_motivation*). Jedes Vorhaben besitzt zudem einen Raumbezug. Für Vorhaben aus dem Bereich der StEI wird hierzu der Firmenstandort des Vorhabensträgers (Punktcoordinate), welcher i. A. dem Standort der Waage entspricht, verwendet.

Durch die Modellierung des Vorhabens als räumlicher Datensatz wird es später sehr schnell und mit geringem Ressourcenverbrauch möglich sein, Beobachtungsdaten eines bestimmten Gebietes zu selektieren bzw. zu suchen. Die räumliche Verschneidung (INTERSECT) jedes einzelnen Beobachtungsdatensatzes mit einer Suchgeometrie entfällt. Stattdessen kann mit einer normalen Verbindung

(JOIN) zwischen den Datenbanktabellen gearbeitet werden und die räumliche Verschneidung nur auf Basis der Vorhabensgeometrie stellvertretend für alle Beobachtungen, welche dem Vorhaben zugrunde liegen, durchgeführt werden. Dies bringt Performance-Vorteile insbesondere bei Verwendung entsprechender Spaltenindizes auf die der Tabellenverbindung zugrundeliegenden Fremdschlüssel.

Für verschiedene Attribute wurden Domänen entwickelt, um eine einheitliche Bezeichnung bei der Erfassung zu gewährleisten. Hierzu zählen die Branchenbezeichnung (*ind_sector_name*, s. Anlage A.11), die Art des Vorhabens (s. Anlage A.12) bzw. wenn es sich um ein StEI Vorhaben handelt die Art der Abbaustätte (*prj_type*) und der Untersuchungsanlass (*prj_motivation*, s. Anlage A.13).

Durch die Integration der Entitäten „Branche“ und „Art des Vorhabens“ in das Datenmodell können auch StEI fremde Vorhaben aufgenommen werden. Beide Entitäten stellen Filterkriterien dar, nach denen später eine schnelle Filterung der Daten nach Branche oder Abbaustättenart möglich ist.

Die Entität „Gemeinden“ (*t_municipalities*) wird derzeit noch nicht genutzt und ist nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Sie enthält den aus 8 Ziffern bestehenden amtlichen Gemeindeschlüssel und den Gemeindennamen aller Gemeinden in BW. Je nachdem mit welchen amtlichen Daten das BIS zukünftig verknüpft werden soll, ist u. U. die Integration des Gemeindeschlüssels in die Tabelle der Vorhaben sinnvoll.

Die Attribute Land, Bundesland, Landkreis und Gemeinde stellen ein Relikt des DwC-Schemas dar und wurden nicht vollständig normalisiert und als eigenständige Entitäten modelliert. Derzeit werden diese Informationen von der Anwendung nicht ausgewertet. Die Felder können daher auch entfallen bzw. sind nur von Bedeutung, wenn die Verwaltungsgrenzen als Geometriedatensätze vorliegen. Über die Geometrie der Datensätze bleibt die Ortsinformation dennoch erhalten.

Tab. 13: Mapping zwischen DwC-Schema und BIS Datenmodell inkl. Beispielwerte eines Datensatzes

DwC Attributbezeichnung	Beispiel für Attributwert	Feld/Tabelle in der Biodiversitätsdatenbank
Record-level Terms		
dcterms:type=	Event	t_projects
dcterms:modified=	2012-12-17T10:33:00Z	-
dcterms:language=	de	occ_last_modified
dcterms:rights=	ISTE-Lizenz	-
dcterms:rightsHolder=	ISTE	prj_data_rights
dcterms:accessRights=	public	prj_company
dwc:basisOfRecord>	HumanObservation	data_access_right
Occurrence		
dwc:occurrenceID=	urn:catalog:ISTE-BIODIVDB: OCCID_0000005502	occ_lsids
dwc:recordedBy>	Kröten Kristian	obs_observers
dwc:individualCount>	1	ind_count
dwc:lifeStage>	adult	life_stage
Event		
dwc:eventID>	www.biodiversitaet-deutschland.de: OBSID_0000000101	t_observations
dwc:samplingProtocol>	Handfang	obs_id
dwc:eventDate>	2012-12-14	obs_type
dwc:habitat>	Biotoptyp	obs_start_date
dwc:eventRemarks>	keine	ggf. durch Verschneidung ^a
Location		
dwc:locationID>	www.biodiversitaet-deutschland.de: WID_0000331	obs_comments
dwc:location>	Germany	t_projects bzw. t_occurrences
dwc:countryCode>	DE	wid
dwc:stateProvince>	Baden-Württemberg	prj_country
dwc:county>	Breisgau-Hochschwarzwald	-
dwc:municipality>	Titisee-Neustadt	prj_state_province
dwc:minimumElevationInMeters>	880	prj_county
dwc:maximumElevationInMeters>	880	prj_municipality
dwc:decimalLatitude>	50.457325	occ_elevation
dwc:decimalLongitude>	6.7483543	occ_elevation
dwc:geodeticDatum>	WGS84	occ_y als geogr. Koordinate ^b
dwc:coordinateUncertaintyInMeters>	10	occ_x als geogr. Koordinate ^b
dwc:coordinatePrecision>	0.000001	-
dwc:footprintWKT>	POLYGON ((6.748 50.457, 6.750 50.457, 6.750 50.460, 6.748 50.460, 6.748 50.457))	occ_coord_uncertainty
dwc:footprintSRS>	GEOGCS["GCS_WGS_1984", DATUM["D_WGS_1984", SPHEROID["WGS_1984",6378137, 298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0], UNIT["Degree",0.0174532925199433]]	-
Taxon		
dwc:scientificName>	Bubo bubo (Lineaus 1798)	t_species
dwc:kingdom>	Animalia	t_genus:name + t_species:name + author
dwc:phylum>	Chordata	t_kingdoms:name
dwc:class>	Aves	t_phylums:name
dwc:order>	Strigiformes	t_classes:name
dwc:family>	Strigidae	t_orders:name
dwc:genus>	Bubo	t_families:name
dwc:specificEpithet>	bubo	t_genus:name
dwc:nomenclaturalCode>	CoL	t_species:name

^a Ermittlung durch räumliche Verschneidung mit den Daten der Biotoptypenkartierung, falls vorhanden^b Berechnung durch Koordinatentransformation nach EPSG 4326

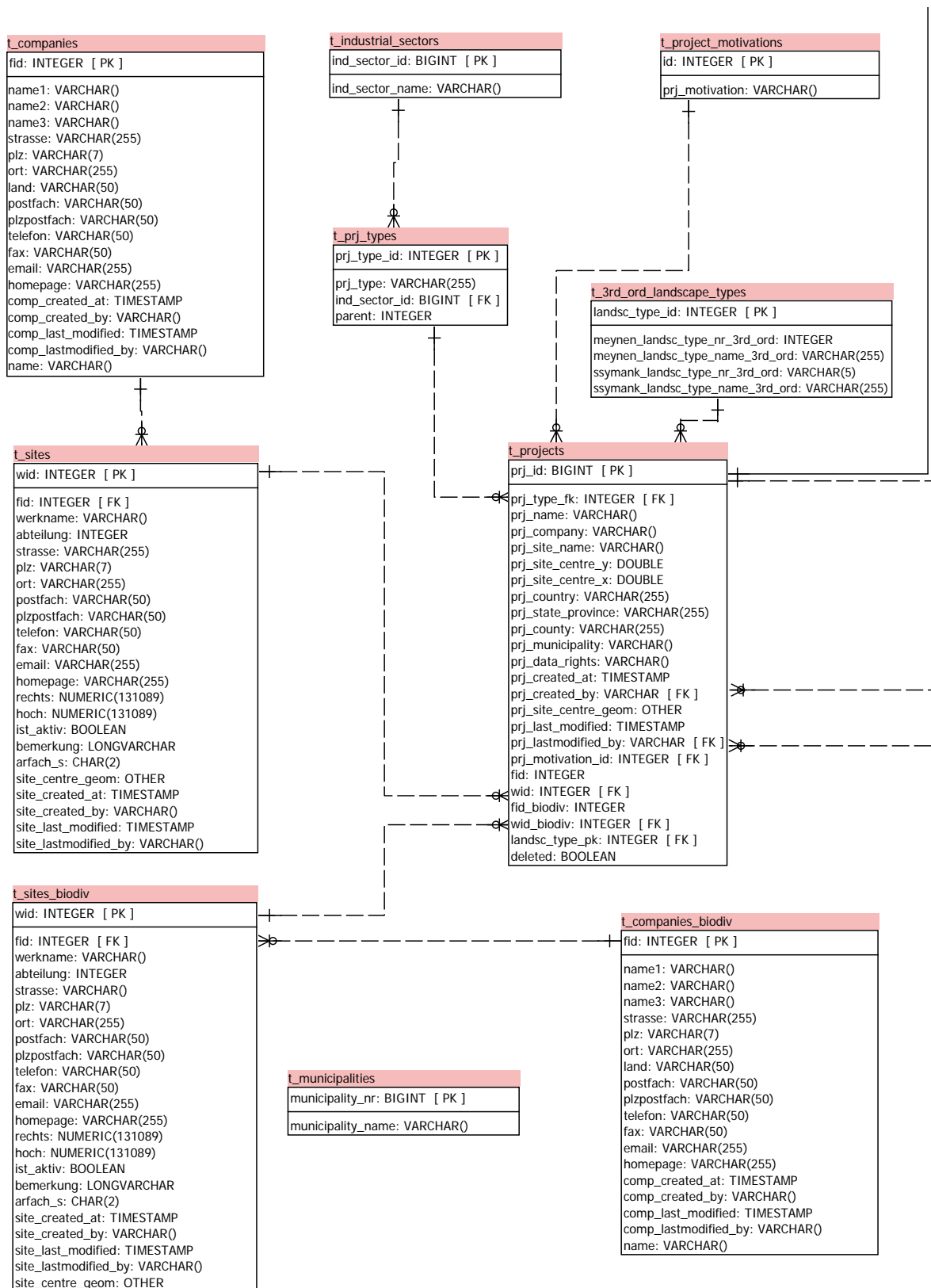


Abb. 39: Teil 1 des ERD: Vorhabensstammdaten und verwandte Entitäten

4.1.2.2 ERD Teil 2: Untersuchungen und Nutzerverwaltung

Teil 2 des ERDs umfasst die Entitäten zur Nutzerverwaltung und zur Speicherung der Untersuchungstammdaten (s. Abbildung 40). Zur Modellierung der Nutzerinformationen dient die Entität „Nutzer“ (*t_users*), welche über zahlreiche Attribute zur Speicherung aller relevanten Nutzerinformationen wie Adressdaten usw. verfügt. Jeder Nutzer ist einer Nutzergruppe *t_user_groups* zugeordnet, welcher wiederum eine oder mehrere Zope-Rollen (*user_group_permission*) des Zope internen Berechtigungssystems zugewiesen sind.

Über die Hilfs-Entität „Nutzer-Vorhaben“ (*t_user_projects*), welche zur Modellierung der n:m Beziehung zwischen den Entitäten „Vorhaben“ und „Nutzer“ verwendet wird, erfolgt die Zugriffssteuerung auf die verschiedenen Vorhaben. Dadurch ist es möglich mehreren Nutzern einen Zugang zum gleichen Vorhaben zu erstellen. Die Berechtigungen werden ausgehend vom „Vorhaben“ kaskadierend an die hierarchisch darunter liegenden Entitäten „Untersuchungen“ und „Beobachtungen“ weitergegeben, d.h. besitzt ein Nutzer die Berechtigung die Vorhabensstammdaten zu sehen, gilt dies auch für Untersuchungstammdaten und Beobachtungsdaten.

Zur Entität „Untersuchungen“ gehören folgende Kind-Entitäten: Datenzugriffsrechte (*data_access_rights*), Untersuchungsmethoden (*t_observation_types*), Flächentyp des Untersuchungsgebietes (*t_observation_extents*, s. Abschnitt 3.1.9), Taxozönose die Gegenstand der Untersuchung war (*t_observation_speciesgroups*), serverseitig vorhandene Dateien mit Beobachtungs- bzw. Biotoptypendaten (*t_file_uploads*). Für die einzelnen Entitäten wurden wiederum gültige Wertebereiche festgelegt (s. Anlage A.14 bis A.17).

Eine Untersuchung bezieht sich immer auf eine bestimmte Artengruppe (Taxozönose), die mittels verschiedener Untersuchungsmethoden untersucht werden kann. Um im Modell abbilden zu können, das im Rahmen einer Untersuchung mehrere Untersuchungsmethoden zum Einsatz kommen können, wurde diese Beziehung mit einer m:n Kardinalität modelliert. Als verbindende Entität wird die Tabelle „Untersuchungen-Untersuchungsmethoden“ *t_observations_obs_types* verwendet.

Die Auswahl der Taxozönose dient nur der groben Gliederung der zu importierenden Datensätze und der schnellen Orientierung in den Übersichtstabellen. Für Auswertungen und die Visualisierung der Daten werden die taxonomischen Daten der Einzelbeobachtungen ausgewertet.

Weitere für eine Untersuchung charakteristische Attribute sind Untersuchungsbeginn und -ende, der zugrundeliegende Flächentyp (vgl. Abschnitt 3.1.9), Name/n des/r Beobachter/s und die Anzahl an Untersuchungstagen, die der Beobachter im angegebenen Untersuchungszeitraum im Feld verbracht hat. Auf eine vollständige Normalisierung der Entität Beobachter (als separate Tabelle) wurde bewusst verzichtet, da Beobachter sich häufig ändern können, die Pflege und Auswahl aus einer Liste von Beobachtern mit Mehraufwand verbunden ist und die Informationen in den meisten Fällen nicht ausgewertet werden.

Die Entität „Untersuchungen“ enthält als Fremdschlüssel die Vorhabens-ID (*prj_id*), so dass einem Vorhaben mehrere Untersuchungen zugeordnet werden können, eine Untersuchung aber immer eindeutig zu einem bestimmten Vorhaben gehört.

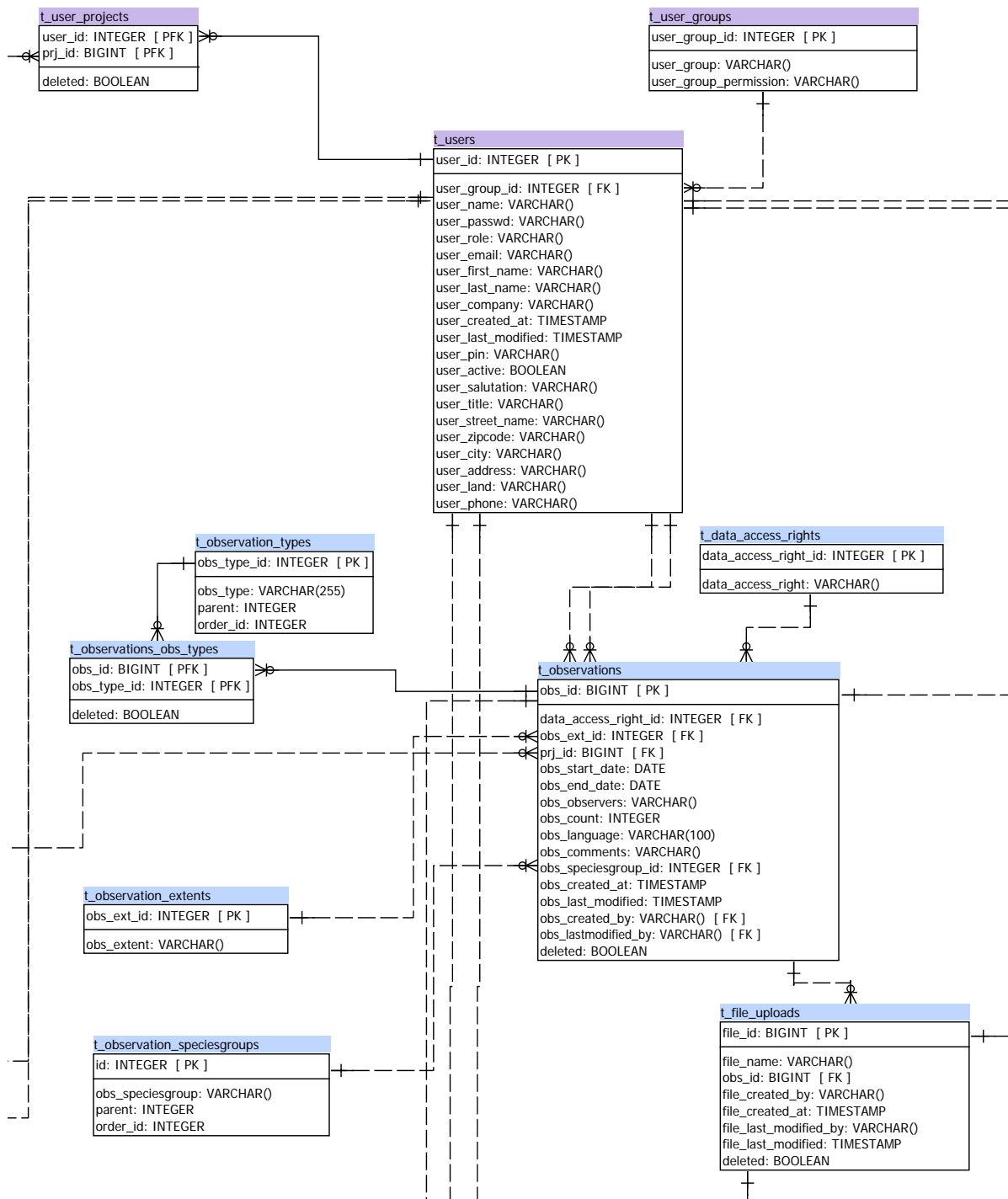


Abb. 40: Teil 2 des ERD: Nutzerverwaltung, Untersuchungsstammdaten und verwandte Entitäten

4.1.2.3 ERD Teil 3: Beobachtungen und Taxonomie

Die Datenstruktur der Entität „Beobachtungen“ und seiner Kind-Entitäten wird entscheidend durch die Modellierung des hierarchischen Taxonomie-Systems geprägt. Zur Abbildung hierarchischer Systeme in relationalen Datenbanken gibt es verschiedene Ansätze, wobei alle ihre Vor- und Nachteile haben. MORRIS (2005) beschreibt die drei Varianten *Denormalized Table*, *Edge Representation* und *Tree Visitation*.

Im einfachsten Fall werden alle taxonomischen Ränge als separate Attribute innerhalb einer Taxa-Tabelle als flache Struktur gespeichert (s. Abbildung 41).

Class	T_Order	Family	Sub Family	Genus
Gastropoda	Caenogastropoda	Muricidae	Muricinae	Murex
Gastropoda	Caenogastropoda	Muricidae	Muricinae	Chicoreus
Gastropoda	Caenogastropoda	Muricidae	Muricinae	Hexaplex

Abb. 41: Taxonomische Hierarchie modelliert als flache Tabellenstruktur aus MORRIS (2005)

Der größte Vorteil dieser Art der Modellierung ist die einfache und schnelle Möglichkeit der Abfrage eines bestimmten Taxas (z. B. der Familie der Gattung *Murex* im Abbildungsbeispiel). Gleichzeitig ist diese Variante jedoch anfällig für allerlei Fehler, die im Zusammenhang mit einer unvollständigen Normalisierung auftreten können, wie beispielsweise der fehlerhaften Schreibweise eines Taxons, inkonsistente und redundante Datenhaltung usw.

```
SELECT family FROM t_taxonomy WHERE genus = "Murex";
```

Bei der *Edge Representation* steht die Taxon-Entität in direkter 1:n Beziehung mit sich selbst (*self join*) d.h. durch direkte Rekursion ist es möglich, dass alle Taxa in einer einzigen Tabelle gespeichert werden können (s. Abbildung 42). Um einfache Abfragen eines bestimmten taxonomischen Ranges zu ermöglichen kann diese Struktur erweitert und der taxonomische Rang als Attribut mit aufgenommen werden. Das Datenmodell der GBIF⁷⁹ nutzt diese Variante.

Taxon name (PK)	Higher taxon
Gastropoda	[root]
Caenogastropoda	Gastropoda
Muricidae	Caenogastropoda
Chicoreus	Muricidae
Murex	Muricidae

Abb. 42: Taxonomische Hierarchie modelliert durch direkte Rekursion aus MORRIS (2005)

Eine SQL-Abfrage, welche die nächst höheren beiden taxonomischen Ränge der Gattung *Murex* liefert, sieht wie folgt aus:

```
SELECT t2.taxon_name, t2.higher_taxon
FROM t_taxonomy as t1
```

⁷⁹<http://gbif.blogspot.de/2012/06/taxonomic-trees-in-postgresql.html> (20.06.2013)

```
LEFT JOIN t_taxonomy as t2
ON t1.higher_taxon = t2.taxon_name
WHERE t1.taxon_name = "Murex";
```

Prinzip des *Tree Visitation*-Algorithmus ist, dass jedem Ast des taxonomischen Baumes zwei Indexwerte (linksseitiger und rechtsseitiger) zugeordnet werden. Eigentlich handelt es sich dabei nur um einen Index, der erstellt wird, indem der taxonomische Baum beginnend von der Wurzel entgegen des Uhrzeigersinnes durchlaufen wird und der Index an jedem Knoten um einen Zähler erhöht wird. Dieser Wert bildet den linksseitigen Index des jeweiligen Astes. Bei Verlassen eines Astes bzw. des letztmaligen Besuchs eines Knoten wird der Index ebenfalls um einen Zähler erhöht und als rechtsseitiger Index gespeichert. Auf diese Weise ergibt sich die in Abbildung 43 dargestellte Tabelle.

TaxonID (PK)	Taxon Name	Left	Right
1	Gastropoda	1	12
2	Caenogastropoda	2	11
3	Muricidae	3	10
4	Muricinae	4	9
5	Murex	5	6
6	Chicoreus	7	8

Abb. 43: Taxonomische Hierarchie modelliert mittels *Tree Visitation* aus MORRIS (2005)

Diese Art der Modellierung ermöglicht es schnell die gesamte taxonomische Hierarchie oberhalb eines bestimmten Ranges abzufragen:

```
SELECT taxon_name FROM t_taxonomy
WHERE t_left < and t_right > 6
ORDER BY t_left;
```

Die beiden letzteren Verfahren haben allerdings auch entscheidende Nachteile. Die Datenhaltung in den Taxonomischen Tabellen ist unübersichtlich. Die Wartung ist bei späteren Änderungen kompliziert und Fehler schleichen sich schnell ein bzw. bleiben aufgrund der unübersichtlichen Struktur unentdeckt. Die direkte Rekursion ist zudem anfällig für Endlosschleifen. Um den *Tree Visitation*-Algorithmus benutzen zu können, wird bereits bei Projektbeginn eine vollständige Taxonomie benötigt. Außerdem kann die Indexierung großer taxonomischer Bäume nur programmatisch gelöst werden, was zusätzlichen Aufwand bedeutet.

Für die Biodiversitätsdatenbank des BIS wurde daher eine eigene, an die Anforderungen des Systems angepasste Lösung entwickelt. Diese sieht die Modellierung der einzelnen taxonomischen Ränge als

separate Entitäten (Tabellen) vor (s. Abbildung 44). Jeder Rang besitzt seinen eigenen Index (Primärschlüssel). Die hierarchische Struktur wird durch 1:n Beziehungen zwischen den Tabellen und einen entsprechenden Fremdschlüssel (*parent_id*), der auf den jeweils hierarchisch übergeordneten Primärschlüssel verweist, abgebildet. Zu jedem Taxon wird die CoL-ID, die CoL-URL und die LSID als Attributwert gespeichert.

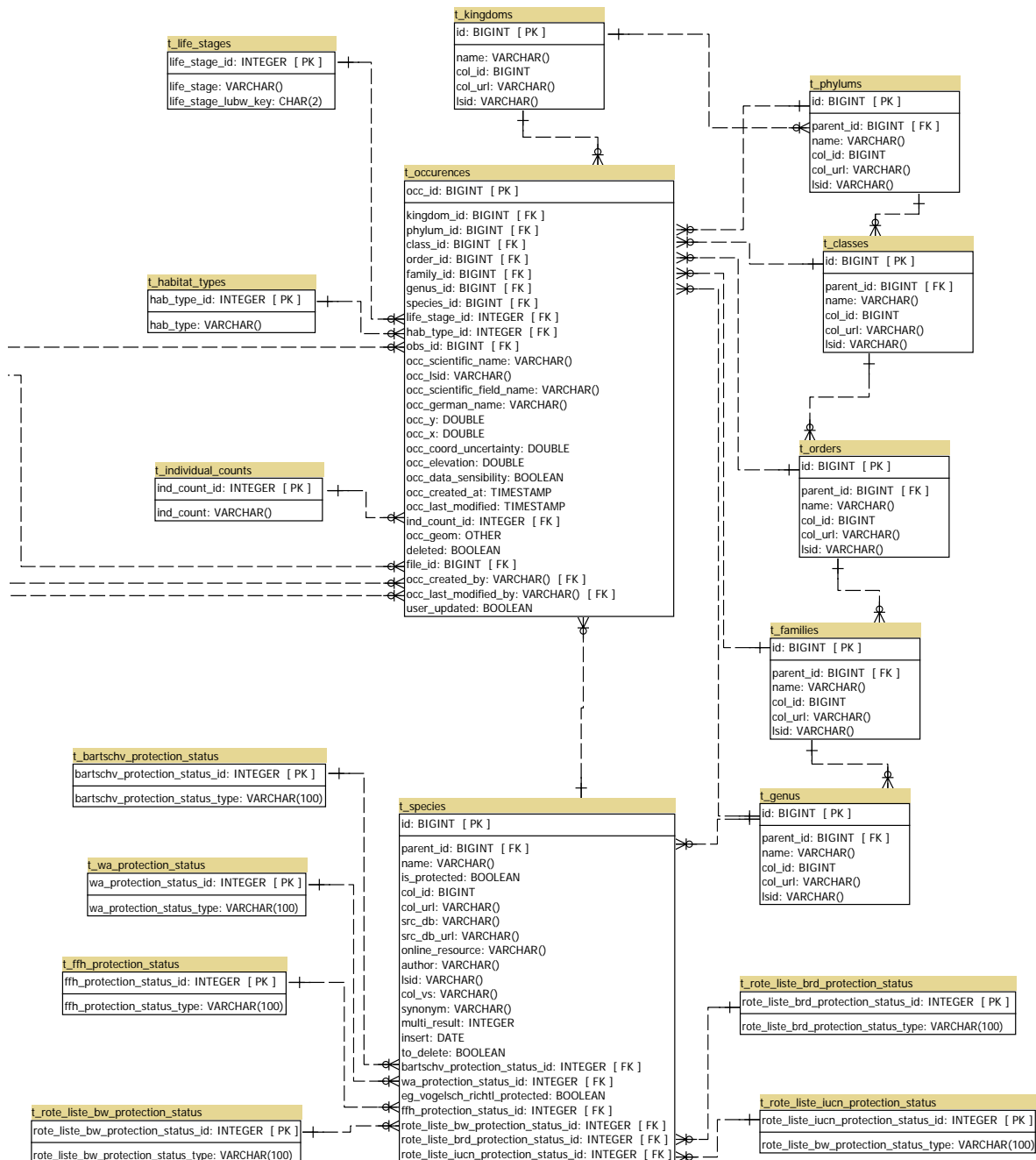


Abb. 44: Teil 3 des ERD: Artbeobachtungen und Taxonomie

Die unterste Hierarchieebene bildet, entsprechend der Erfassungstiefe der Planungsbüros, der taxonomische Rang der Art (*t_species*). Zur Entität „Art“ werden weitere Attributinformationen gespeichert, die durch die taxonomischen Web-Services ausgeliefert werden. Hierzu zählen der Autor, die Datenbank aus der der CoL die Information gesammelt hat (*src_db*) und deren Internetadresse (*src_db_url*), die Anzahl an Treffern, die der Web-Service zurückgeliefert hat, die Version des CoL zum Zeitpunkt des Abrufs der Taxonomie (*col_vs*) und ob es sich um ein Synonym handelt bzw. welcher Art der Status des Namens ist (CoL unterscheidet in folgende Kategorien: *accepted name*, *ambiguous synonym*, *misapplied name*, *privisionally accepted name*, *synonym*). Außerdem ist der jeweilige Schutzstatus über 1:n Beziehungen an die Tabelle *t_species* gekoppelt.

Parallel werden die Indizes aller taxonomischen Ränge nochmals als Fremdschlüssel über eine 1:n Beziehung in der Tabelle *t_occurences* gespeichert, welche die Entität *Beobachtungen* repräsentiert. Diese absichtlich redundant gehaltene Struktur bietet folgende Vorteile:

- direkter Zugriff auf sämtliche taxonomischen Ränge über die Tabelle *t_occurences*
- Übersichtliche Darstellung und einfache Wartung der einzelnen Tabellen möglich (der visuelle Überblick über die Taxa eines taxonomischen Ranges bleibt erhalten)
- einfache Abfrage aller Taxa, die in der Datenbank zu einem bestimmten taxonomischen Rang gespeichert sind
- schneller und einfacher Zugriff auf alle Beobachtungen eines bestimmten Taxas, die in der Datenbank gespeichert sind (häufig Anfrage seitens des Systems)

Ein Nachteil besteht in der geringfügig längeren Bearbeitungszeit beim Eintragen neuer Daten in die Tabelle mit den Beobachtungsdaten, da sämtliche Fremdschlüssel eingetragen und die Indizes aktualisiert werden müssen.

Die eine Beobachtung näher beschreibenden Informationen Lebensabschnitt (*t_life_stages*), Habitat-typ (*t_habitat_types*) und Individuenanzahl (*t_individual_counts*) werden als separate Entitäten (mit entsprechenden Domänen, s. Anlage A.18 bis A.20), die in einer 1:n Beziehungen zu der Entität *Beobachtung* stehen modelliert.

Weitere 1:n Beziehungen bestehen zu den Entitäten „Untersuchungen“ und „hochgeladene Dateien“ (vgl. voriger Abschnitt), da eine Artbeobachtung immer eindeutig einer bestimmten Untersuchung zugeordnet sein muss und über genau eine bestimmte Datei hochgeladen wurde.

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurde darauf hingewiesen, dass die Artbeobachtungen je nach verwendeter Untersuchungsmethode einen unterschiedlichen Geometriotyp besitzen können (s. Kapitel 3.1.4). Um eine einheitliche Datenmodellierung innerhalb einer Datenbanktabelle mit vertretbarem Aufwand durchführen zu können, wird im Rahmen der Datenmodellierung daher eine **Vereinfachung der Arterhebungsdaten** vorgenommen. Artbeobachtungen (*occurences*) werden im Rahmen des BIS immer als **Punktdaten** behandelt, ähnlich wie dies auch von anderen großen Biodiversitätspportalen gehandhabt wird (z. B. GBIF, ALA). Um dies zu erreichen werden sämtliche Artbeobachtungen, die

nicht auf Punktdaten basieren, sondern denen andere Geometrietypen zugrunde liegen, durch den Mittelpunkt der jeweiligen Geometrie repräsentiert. Die Daten sind durch die Planungsbüros entsprechend aufzubereiten und als Punktdaten in das System einzugeben. In einem späteren Schritt, kann ggf. auch die automatisierte Ermittlung eines Mittelpunktes aus bereitgestellten Geometrien implementiert werden.

Die in Kapitel 3.1.6 ermittelten Lagefehler werden durch diese Vereinfachung i. A. nicht nennenswert verschlechtert. Zudem haben die Planungsbüros die Möglichkeit über das Attributfeld *occ_coordinate_uncertainty* den Lagefehler für einen Datensatz direkt anzugeben.

Der eindeutige interne Primärschlüssel (*occ_id*), der allen Beobachtungen zugewiesen, wird als einfache aufsteigende Zahl modelliert. Des Weiteren werden folgende Informationen als Attribute der Entität „Beobachtungen“ modelliert:

- der wissenschaftliche Artnamen zusammengesetzt aus Gattung und Art (*Epitheton*) ohne Autor und Jahresinformation (*occ_scientific_name*)
- der wissenschaftliche Artnamen zusammengesetzt aus Gattung und Art wie bei der Geländeaufnahme bzw. im ursprünglichen Datensatz notiert (*occ_scientific_field_name*)
- der deutsche Artnamen (*occ_german_name*)
- der Vertraulichkeitsstatus des Datensatzes (*occ_data_sensibility*)
- die Höhe des Aufnahmepunktes (*occ_elevation*)
- die X- und Y-Koordinaten als Rechts- und Hochwerte im GK3-System (*occ_x* und *occ_y*)

Durch das Mitführen der ursprünglichen Artbezeichnung wird es auch später noch möglich sein, nachvollziehen zu können, ob z. B. durch eine automatisierte Fehlerkorrektur der Artnamen geändert wurde und ob das System die Zuordnung korrekt vollzogen hat. Der Vertraulichkeitsstatus wurde als Attribut mit aufgenommen, um Daten von den allgemeinen Auswerte- und Visualisierungsmöglichkeiten auszuschließen, beispielsweise wenn es sich um vom Aussterben bedrohte oder extrem seltene Arten handelt.

4.1.2.4 ERD Teil 4: Biotoptypen

Die kartierten Biotoptypen werden als eigenständige Entität „Biotoptypen“ (Tabelle *t_biotopes*) modelliert (s. Abbildung 45). Primärschlüssel ist das Attribut *bio_id*. Über den Fremdschlüssel *obs_id* sind sie in die Erfassungshierarchie als 1:n Beziehung eingebunden, d.h. ein Biotoptyp ist genau einer Untersuchung und einem Vorhaben zugeordnet, eine Untersuchung kann jedoch viele Biotoptypen enthalten. Weitere 1:n Beziehungen bestehen zu den jeweiligen Schlüssel Listen auf Landes-, Bundes- und Europaebene, die als eigene Entitäten modelliert werden.

Da es sich in diesem Fall um Polygoneometrien handelt, kann auch die Fläche des Biotoptyps (*bio_area_size*) berechnet und als Attributinformation abgespeichert werden. Weitere Attribute sind wiederum die *file_id* als Fremdschlüssel für den Bezug zur hochgeladenen Datei sowie die *biotop_id*,

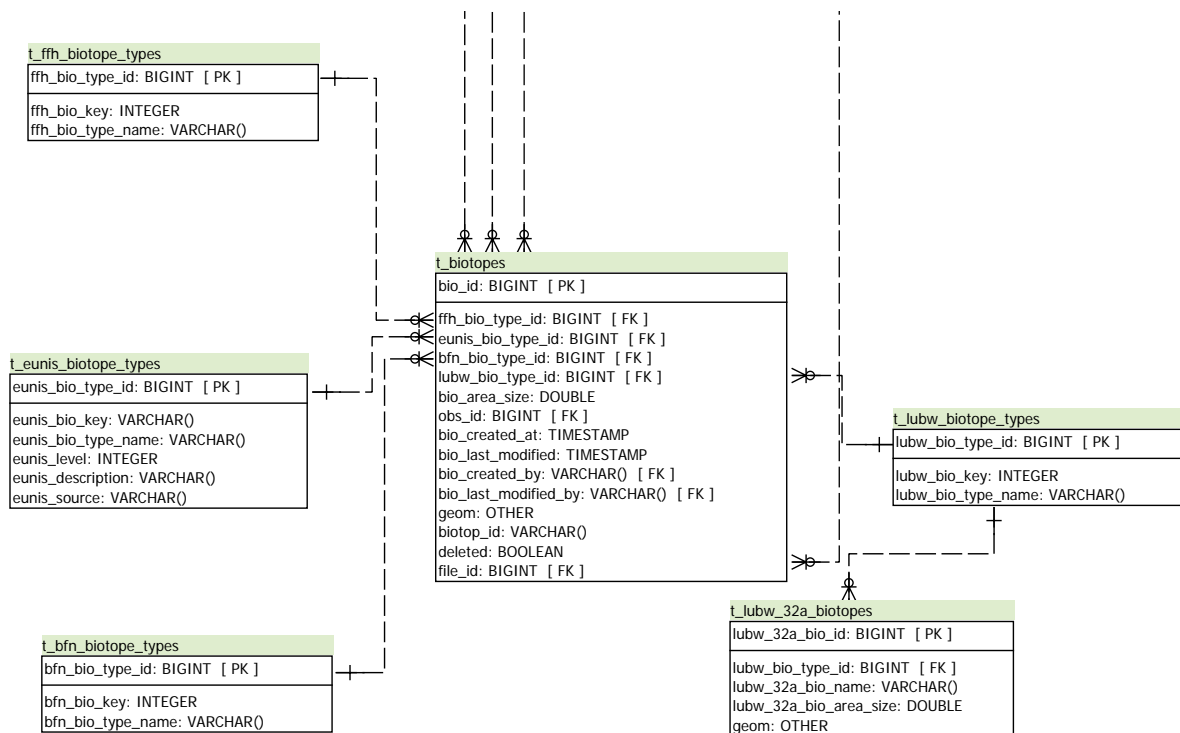


Abb. 45: Teil 4 des ERD: Biotoptypen

die der Biotop-ID der LUBW für das übergeordnete Biotop aus der §32a-Kartierung entspricht und falls bekannt hier abgespeichert werden kann.

4.1.2.5 Importtabellen

Der Import von Beobachtungs- und Biotoptypendaten erfolgt zunächst in die beiden in Abbildung 46 dargestellten Import-Tabellen *t_occurrences_import* und *t_biotopes_import*. Es handelt sich dabei um Tabellen, die nur kurzzeitig, während des Imports von Daten befüllt werden und deren Inhalt nach erfolgreich verlaufenem Datenimport wieder gelöscht wird. Die Daten in diesen Tabellen sind also temporär. Die beiden Tabellen besitzen dieselben Attribute wie die Haupttabellen *t_occurrences* und *t_biotopes* und verfügen darüber hinaus noch über einige weitere Attribute zur Speicherung von Auffälligkeiten und Fehlern, die beim Datenimport aufgetreten sein können. Um Integritätsverletzung beim Datenimport vorzubeugen, sind keine Fremdschlüsselbeziehungen zu anderen Tabellen vorhanden. Wie der Datenimport im Detail verläuft ist in Kapitel 4.3.1.1 beschrieben.

t_occurrences_import	t_biotores_import
occ_import_id: BIGINT [PK]	bio_import_id: BIGINT [PK]
life_stage: VARCHAR()	ffh_bio_type_id: VARCHAR()
hab_type: VARCHAR()	eunis_bio_type_id: VARCHAR()
obs_id: BIGINT	bfh_bio_type_id: VARCHAR()
occ_scientific_name: VARCHAR()	lubw_bio_type_id: VARCHAR()
occ_lsid: VARCHAR()	bio_area_size: DOUBLE
occ_scientific_field_name: VARCHAR()	obs_id: BIGINT
occ_german_name: VARCHAR()	bio_created_at: TIMESTAMP
occ_y: DOUBLE	bio_last_modified: TIMESTAMP
occ_x: DOUBLE	bio_created_by: VARCHAR()
occ_coord_uncertainty: DOUBLE	bio_last_modified_by: VARCHAR()
occ_elevation: DOUBLE	bio_err: BOOLEAN
occ_data_sensibility: BOOLEAN	bio_err_text: VARCHAR()
occ_created_at: TIMESTAMP	bio_err_type: VARCHAR()
occ_last_modified: TIMESTAMP	file_id: BIGINT
ind_count: VARCHAR()	dirprj: VARCHAR()
geom: OTHER	zipfile_name: VARCHAR()
deleted: BOOLEAN	shpfile_name: VARCHAR()
file_id: BIGINT	row_id: INTEGER
occ_created_by: VARCHAR()	geom: OTHER
occ_last_modified_by: VARCHAR()	biotop_id: VARCHAR()
prj_id: BIGINT	
dirprj: VARCHAR()	
zipfile_name: VARCHAR()	
shpfile_name: VARCHAR()	
rank: VARCHAR()	
total_results: INTEGER	
row_id: INTEGER	
occ_err: BOOLEAN	
occ_err_text: VARCHAR()	
occ_err_type: VARCHAR()	
kingdom_id: BIGINT	
phylum_id: BIGINT	
class_id: BIGINT	
order_id: BIGINT	
family_id: BIGINT	
genus_id: BIGINT	
species_id: BIGINT	

Abb. 46: ERD der temporären Importtabellen

4.1.2.6 Views und Artverbreitungskarten

Zur Visualisierung der Daten werden verschiedene Views (s. Abbildung 47) erzeugt. Vereinfacht gesagt, handelt es sich hierbei um in der Datenbank hinterlegte komplexe SQL-Abfragen, die durch normale (JOIN) und räumliche (INTERSECT) Verbindung die relevanten Datentabellen in einer neuen Tabelle, dem View, zusammenführen. Es handelt sich also um dynamische Ansichten auf die gespeicherten Daten. Mit Hilfe der Views werden die Artverbreitungskarten erzeugt.

<pre>v_occurrences_ik5 gid: INTEGER [PK] name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER occ_scientific_name: VARCHAR(50) species_id: BIGINT genus_id: BIGINT family_id: BIGINT order_id: BIGINT class_id: BIGINT phylum_id: BIGINT kingdom_id: BIGINT kingdom: VARCHAR(50) phylum: VARCHAR(50) occ_class: VARCHAR(50) occ_order: VARCHAR(50) family: VARCHAR(50)</pre>	<pre>v_occ_ik5 gid: BIGINT [PK] sid: INTEGER species_id: BIGINT count: BIGINT occ_scientific_name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER ik_name: VARCHAR(50)</pre>	<pre>t_ik5 gid: INTEGER [PK] area: DOUBLE perimeter: DOUBLE ik5.: INTEGER ik25.: INTEGER xli: DOUBLE yli: DOUBLE xlr: DOUBLE yrr: DOUBLE xul: DOUBLE yul: DOUBLE name: VARCHAR(50) standgrb: INTEGER stand1995: INTEGER stand1998: INTEGER diff199819: INTEGER layergrb: INTEGER neu: INTEGER the_geom: OTHER</pre>
<pre>v_occurrences_ik25 name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER occ_scientific_name: VARCHAR(50) species_id: BIGINT genus_id: BIGINT family_id: BIGINT order_id: BIGINT class_id: BIGINT phylum_id: BIGINT kingdom_id: BIGINT kingdom: VARCHAR(50) phylum: VARCHAR(50) occ_class: VARCHAR(50) occ_order: VARCHAR(50) family: VARCHAR(50)</pre>	<pre>v_occ_ik25 gid: BIGINT [PK] sid: INTEGER species_id: BIGINT count: BIGINT occ_scientific_name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER ik_name: VARCHAR(50)</pre>	<pre>t_ik25 gid: INTEGER [PK] area: DOUBLE perimeter: DOUBLE ik25.: INTEGER ik25.: INTEGER xli: DOUBLE yli: DOUBLE xlr: DOUBLE yrr: DOUBLE xul: DOUBLE yul: DOUBLE name: VARCHAR(50) standgrb: INTEGER stand1995: INTEGER stand1998: INTEGER diff199819: INTEGER layergrb: INTEGER neu: INTEGER the_geom: OTHER</pre>
<pre>v_occurrences_ik50 name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER occ_scientific_name: VARCHAR(50) species_id: BIGINT genus_id: BIGINT family_id: BIGINT order_id: BIGINT class_id: BIGINT phylum_id: BIGINT kingdom_id: BIGINT kingdom: VARCHAR(50) phylum: VARCHAR(50) occ_class: VARCHAR(50) occ_order: VARCHAR(50) family: VARCHAR(50)</pre>	<pre>v_occ_ik50 gid: BIGINT [PK] sid: INTEGER species_id: BIGINT count: BIGINT occ_scientific_name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER ik_name: VARCHAR(50)</pre>	<pre>t_ik50 gid: INTEGER [PK] area: DOUBLE perimeter: DOUBLE ik50.: INTEGER ik50.: INTEGER xli: DOUBLE yli: DOUBLE xlr: DOUBLE yrr: DOUBLE xul: DOUBLE yul: DOUBLE nummer: VARCHAR(10) kor50: VARCHAR(16) stand: INTEGER layergrb: INTEGER the_geom: OTHER name: VARCHAR(50)</pre>
<pre>v_occurrences_ik100 name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER occ_scientific_name: VARCHAR(50) species_id: BIGINT genus_id: BIGINT family_id: BIGINT order_id: BIGINT class_id: BIGINT phylum_id: BIGINT kingdom_id: BIGINT kingdom: VARCHAR(50) phylum: VARCHAR(50) occ_class: VARCHAR(50) occ_order: VARCHAR(50) family: VARCHAR(50)</pre>	<pre>v_occ_ik100 gid: BIGINT [PK] sid: INTEGER species_id: BIGINT count: BIGINT occ_scientific_name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER ik_name: VARCHAR(50)</pre>	<pre>t_ik100 gid: INTEGER [PK] area: DOUBLE perimeter: DOUBLE ik100.: INTEGER ik100.: INTEGER xli: DOUBLE yli: DOUBLE xlm: DOUBLE ylm: DOUBLE xlr: DOUBLE yrr: DOUBLE xur: DOUBLE yur: DOUBLE xum: DOUBLE yum: DOUBLE xul: DOUBLE yul: DOUBLE the_geom: OTHER name: VARCHAR(50)</pre>
<pre>v_occurrences_ik200 name: VARCHAR(20) the_geom: OTHER occ_scientific_name: VARCHAR(50) species_id: BIGINT genus_id: BIGINT family_id: BIGINT order_id: BIGINT class_id: BIGINT phylum_id: BIGINT kingdom_id: BIGINT kingdom: VARCHAR(50) phylum: VARCHAR(50) occ_class: VARCHAR(50) occ_order: VARCHAR(50) family: VARCHAR(50)</pre>	<pre>v_occ_ik200 gid: BIGINT [PK] sid: INTEGER species_id: BIGINT count: BIGINT occ_scientific_name: VARCHAR(50) the_geom: OTHER ik_name: VARCHAR(20)</pre>	<pre>t_ik200 gid: INTEGER [PK] area: DOUBLE perimeter: DOUBLE ik200.: INTEGER ik200.: INTEGER name: VARCHAR(20) xli: DOUBLE yli: DOUBLE xlr: DOUBLE yrr: DOUBLE xul: DOUBLE yul: DOUBLE xur: DOUBLE yur: DOUBLE the_geom: OTHER</pre>

Abb. 47: Views und Datenbanktabellen zur Speicherung der Blattsschnitte der Topographischen Karte

Die Tabellen zur Speicherung der Blattschnitte (Polygoneometrien) der Topographischen Karte in den Maßstäben 1:5 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 und 1:200 000 sind ebenfalls in Abbildung 46 dargestellt. Sie werden ebenfalls für die Artverbreitungskarten benötigt.

Der SQL-Code des Views zur Darstellung der Artverbreitungskarten für den Blattschnitt TK25 (*v_occ_tk25*) lautet z. B. wie folgt:

```

SELECT DISTINCT v.sid * 10000 + v.species_id AS gid, v.sid, v.species_id,
v.count, tocc2.occ_scientific_name, ttk25.the_geom, ttk25.name AS tk_name
FROM ( SELECT count(*) AS count, sub.species_id, sub.tk25_id AS sid
FROM ( SELECT t_tk25.tk25_id, tocc.species_id
FROM t_occurrences tocc, t_tk25
WHERE st_intersects(t_tk25.the_geom, tocc.occ_geom) AND tocc.deleted = false)
sub
GROUP BY sub.species_id, sub.tk25_id) v
JOIN t_occurrences tocc2 ON v.species_id = tocc2.species_id
JOIN t_tk25 ttk25 ON v.sid = ttk25.tk25_id;

```

Durch räumliche Verschneidung der Artvorkommen mit den Blattschnitten und Gruppierung innerhalb einer Art wird für alle in der Datenbank enthaltenen Arten die Anzahl an Artvorkommen (Datensätzen) je TK25-Kachel ermittelt und zusammen mit der Geometrie der entsprechenden TK25-Kachel ausgegeben. Auf diese Weise lässt sich die Artverbreitung auf Basis der TK25-Kacheln dynamisch erzeugen, ohne die tatsächliche Artverbreitung in statischen Tabellen abspeichern zu müssen. Die Ausgabe kann dann nach der gesuchten Art gefiltert werden.

Eine weitere Möglichkeit die Verbreitung für sämtliche taxonomischen Ränge ebenfalls auf Basis des TK25-Rasters darzustellen, stellt die folgende SQL-Abfrage des Views *v_occurrences_tk25* dar:

```

SELECT DISTINCT t_tk25.tk25_id, t_tk25.name, t_tk25.the_geom,
t1.occ_scientific_name, t1.species_id, t1.genus_id, t1.family_id,
t1.order_id, t1.class_id, t1.phylum_id, t1.kingdom_id, t6.name AS kingdom,
t5.name AS phylum, t4.name AS occ_class, t3.name AS occ_order, t2.name AS
family
FROM t_occurrences t1
JOIN t_families t2 ON t1.family_id = t2.id
JOIN t_orders t3 ON t1.order_id = t3.id
JOIN t_classes t4 ON t1.class_id = t4.id
JOIN t_phylums t5 ON t1.phylum_id = t5.id
JOIN t_kingdoms t6 ON t1.kingdom_id = t6.id
JOIN t_tk25 t_tk25 ON
(( SELECT st_intersects(t_tk25.the_geom, t1.occ_geom) AS st_intersects)) =
true
WHERE t1.deleted = false
ORDER BY t_tk25.tk25_id;

```

Das Prinzip ist das gleiche, wie beim ersten Beispiel. In diesem Fall transportiert der View jedoch wesentlich mehr Information, da er alle Taxa mitführt. Eine Gruppierung nach dem taxonomischen Rang der Art kann daher nicht erfolgen. Entsprechend kann in diesem Fall auch die Anzahl an Artvorkommen je TK25-Kachel nicht über SQL ermittelt werden. Der Vorteil dieser Ansicht ist, dass eine

Filterung nach allen taxonomischen Rängen auch übergeordneten Rängen (z. B. Familie der Kieferngewächse *Pinaceae*) erfolgen kann. Als Darstellung erhält man die Information: Kommt im Bereich der jeweiligen TK25-Kachel vor oder kommt nicht vor.

4.2 Systemarchitektur

Wie bereits im Kapitel 3.2.5 erläutert, kann das Systemdesign nicht vollkommen unabhängig erfolgen, sondern muss in die bestehende Struktur auf dem ISTE-Server integriert werden. Dies betrifft weniger den konzeptionellen Aufbau der Systemarchitektur als vielmehr die Bindung an verschiedene zu verwendende Softwarekomponenten.

Als Softwarekomponenten werden Zope, der Webserver Apache, der Kartenserver Mapserver, die Datenbank PostgreSQL mit der Erweiterung PostGIS und der WebGIS-Client OpenLayers eingesetzt. Unabhängig von der Bindung an eine bereits existierende Serverstruktur sprechen für die Auswahl dieser Komponenten, dass sie OpenSource-Systeme sind und im Zusammenhang damit große Benutzer- bzw. Entwicklergemeinschaften hinter ihnen stehen, mit denen ein Austausch an Know-How über Mailinglisten, offene Dokumentations-Projekte usw. stattfinden kann. Zudem besitzt die Firma IMR sowohl im Bereich Content Management mit Zope, als auch mit Mapserver-Anwendungen in Kombination mit den o. g. Softwarekomponenten langjährige Erfahrung.

Die entwickelte Systemarchitektur ist als erweitertes UML-Komponentendiagramm, welches alle wesentlichen Systemkomponenten und deren Vernetzung inkl. Austauschformate enthält, in Abbildung 48 dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung der Schnittstellen der einzelnen Komponenten weitestgehend verzichtet.

Es handelt sich um eine *3-Schichten-Architektur* (*three tier architecture*) bestehend aus Datenschicht (Biodiversitätsdatenbank), Logikschicht (Anwendungsserver) und Präsentationsschicht (Client). Die klassische *Client-Server-Architektur* wird dabei durch eine sog. *Middleware*, welche die Anwendungs- und Geschäftslogik implementiert, erweitert (MACIASZEK, 2007). Ergänzt wird das 3-Schichten-Modell durch Komponenten der *Service orientierten Architektur* (SOA), welche sich durch die Nutzung von dezentral verteilten und über das Internet zur Verfügung stehenden Diensten (Web-Services) zur Implementierung der Geschäftslogik auszeichnet.

Die klassische 3-Schichten-Architektur bietet den Vorteil, dass einzelne Komponenten ausgetauscht werden können, ohne das Gesamtsystem neu programmieren zu müssen. Eine clientseitige Installation von Software entfällt.

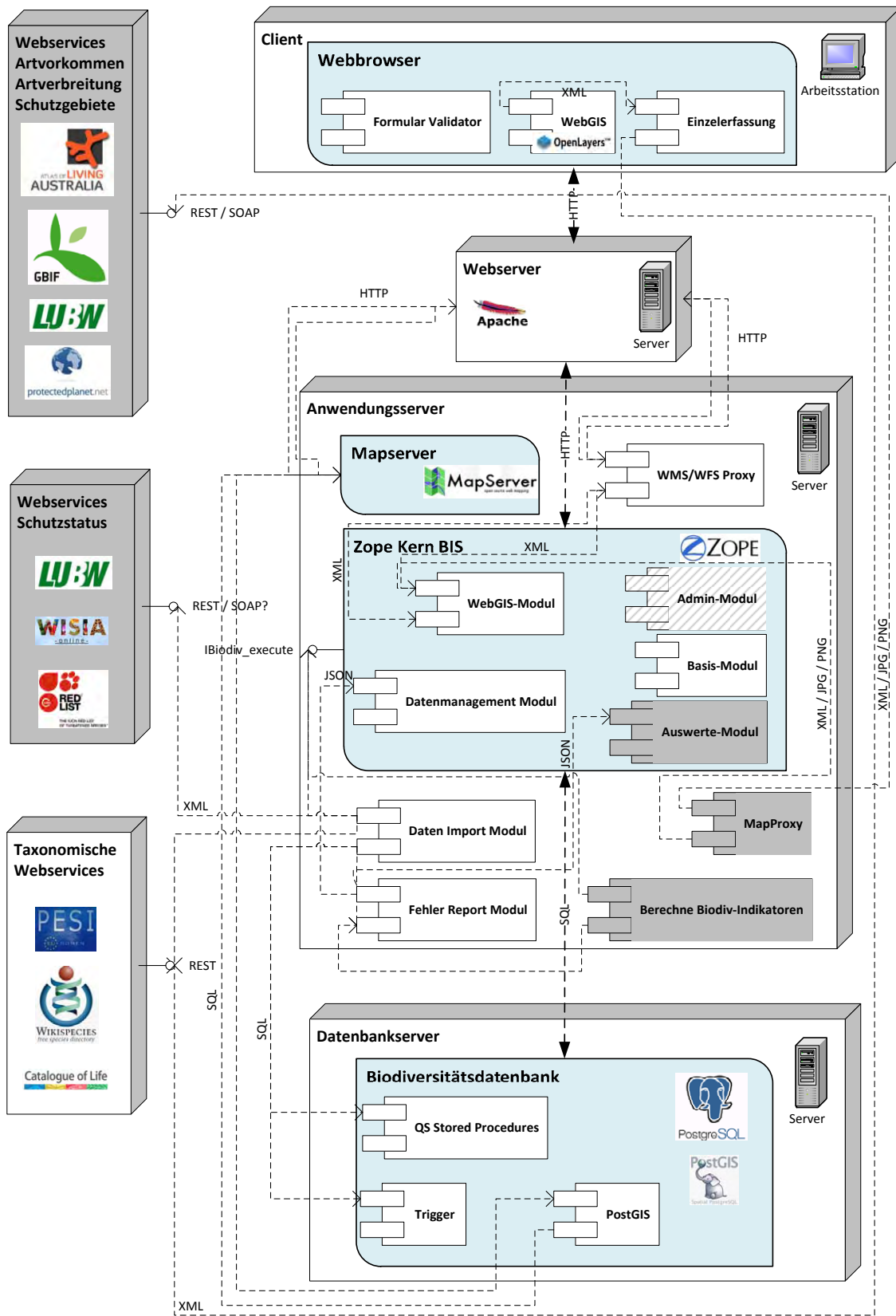


Abb. 48: Die Systemarchitektur des BIS dargestellt als UML-Komponentendiagramm. Grau hinterlegte Komponenten wurden nicht implementiert. Gestreifte Komponenten wurden teilweise implementiert.

4.2.1 Logikschicht

Die Logikschicht enthält Zope (s. Kapitel 2.3.2.1) als zentralen Bestandteil und Kern des BIS sowie den Mapserver (s. Kapitel 2.3.2.3) und weitere eigenständige Komponenten (s. u.). Die Basisfunktionalitäten und wesentliche Anwendungslogik (Administration, Datenmanagement, WebGIS-Steuerung, Datenauswertung) ist in Form von DTML-Dokumenten und Objekten sowie externen Methoden (Python-Skripte) innerhalb von Zope enthalten.

Externe Methoden innerhalb von Zope sind Skripte, die den Zugriff auf Objekte über das Dateisystem, beispielsweise für das Lesen von Dateien auf der Festplatte oder den Zugang zum Netzwerk aus Zope heraus, unabhängig von Zope-internen Sicherheitsbeschränkungen ermöglichen. Die Benutzung einer externen Methode innerhalb einer Zope-Anwendung kann beispielsweise unter Verwendung von DTML und Python-Skripten erfolgen. So ist es möglich mächtige Anwendungen durch die Verwendung externer Methoden zu programmieren, da über diese ein unbeschränkter Zugriff auf Python-Module möglich ist.

Wie in Kapitel 2.3.2.1 erläutert, bringt Zope bereits eine Nutzerverwaltung mit, welche einfach in die bestehende Anwendung integriert werden kann. Der Zugriff auf sämtliche Objekte innerhalb von Zope (Dateien, Daten usw.) kann durch die Vergabe differenzierter Rechte gezielt gesteuert werden (s. Abbildung 49).

Acquire?	Admin	Anonymous	Authenticated	Einzelrasser	Manager	Owner	Planungsbuero
<input checked="" type="checkbox"/> Test Database Connections	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Undo changes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Upload local files	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Use Database Methods	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Use Factories	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Use SQL Wizard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Use mailhost services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> View	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> View History	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> View management screens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 49: Benutzerrechteverwaltung in Zope

Für die Implementierung von einigen komplexeren Funktionalitäten wie:

- die Analyse räumlicher Vektordaten mittels der GDAL/OGR-Python Bindings
- das Parsen von XML-Dokumenten (Minidom-Modul)
- das Lesen und Schreiben von JSON-Dateien (json-Modul)
- das Lesen und Schreiben von DBF-Dateien (dbfUtils- und Chardet UniversalDetector-Modul)
- das Parsen von CSV-Dateien (csv-Modul)
- die Abfrage von Web-Services mittels HTTP-GET bzw. POST-Requests (urllib- und urllib2-Modul)

war die in der bestehenden Entwicklungsumgebung vorhandene Python-Version (Zope 2.1 wurde zusammen mit Python 2.4.4 kompiliert) nicht geeignet, da die entsprechenden Python-Module für diese ältere Python Version nicht existieren. In diesem Fall hilft auch die Möglichkeit der Nutzung externer Methoden nicht weiter, da diese ebenfalls nur auf die mit Zope kompilierte Python Version (und deren Module) zugreifen können. Zur Umsetzung der genannten Funktionalitäten musste daher auf eine neuere, ebenfalls auf dem Server vorhandene, Python Version 2.6 zurückgegriffen werden. Dies war nur durch die Programmierung eigenständiger, von Zope komplett unabhängiger, Softwarekomponenten (Daten Import Modul, Fehler Report Modul, WMS/WFS-Proxy) möglich.

Um Informationen zwischen Zope und den eigenständigen Komponenten austauschen zu können, wurde eine eigene Schnittstelle (IBiodiv_execute) mit festen Übergabeparametern und Fehlercodes (Integer Werte) definiert. Mit Hilfe der Komponente „Fehler Report Modul“ (buildJSONError.py) können zudem gezieltere Fehlermeldungen und Warnhinweise im JSON-Format zurückgegeben und vom Zope Basismodul an den Nutzer ausgegeben werden.

Für die Komponenten, welche sich außerhalb der Zope-Umgebung befinden (insbesondere der Zugriff auf die OGC-Web-Services), greifen Rechteverwaltung und Zugriffsbeschränkungen von Zope nicht. Um die Nutzerberechtigungen auch auf diese Komponenten anwenden zu können, musste daher ein Proxy entwickelt werden, welcher die HTTP-Requests an den Mapserver abfängt und die ausgetauschten XML-Dokumente um die Nutzerinformation ergänzt. Auf Datenbankebene muss die entsprechende Zugriffslogik in die Datenbankabfrage integriert und die Daten nach Nutzer selektiert werden.

Sollen zusätzlich zu den in der Biodiversitätsdatenbank gespeicherten Daten weitere Artvorkommen (occurrence data, specimen locations) oder Artverbreitungsgebiete z. B. von GBIF eingebunden werden, so ist dies nur möglich, wenn die Daten im gleichen Koordinatenreferenzsystem wie das vom eigenen WMS/WFS des BIS genutzten Referenzsystems vorliegen. Ist dies nicht der Fall müssen die Daten on-the-fly umprojiziert werden, um sie zusammen in einer Kartenanwendung darstellen zu können. Für Vektordaten ist dies je nach Datenmenge durch das Einbinden der PROJ4-Bibliothek innerhalb von OpenLayers möglich. Bei Rasterdaten (WMS) funktioniert dies jedoch nicht. Stattdessen ist die Koordinatentransformation mit Hilfe einer MapProxy-Anwendung erforderlich, welche die Rasterdaten (JPG, PNG, etc.) vom externen WMS entgegen nimmt und in das BIS-eigene räumliche Referenzsystem überführt.

Darüber hinaus bindet das Daten Import Modul externe Web-Services zur Prüfung und Vervollständigung der Daten ein.

4.2.2 Präsentationsschicht

Die Präsentationsschicht befindet sich auf dem Rechner des Client. Sie bildet das User Interface, über welches alle Systemfunktionalitäten zur Verfügung gestellt werden. Zur Darstellung der Kartenansichten wird die WebGIS-Anwendung OpenLayers verwendet, welche auf dem Clientrechner ausgeführt

wird. Aus ihr wird das Modul zur Einzelerfassung aufgerufen, welches für die Verifizierung der Taxa direkt mit den aufgeführten Web-Services kommuniziert. Weitere Javascript-Komponenten, welche gekapselt im Browser des Client Rechners ausgeführt werden, sind der Formular Validator (Eigenentwicklung) zur Logikprüfung der Formulareingaben sowie die tabellarischen Datenansichten, welche die JQuery Erweiterung DataTables nutzen. Die Kommunikation mit der Logik- und Datenschicht erfolgt mittels HTTP-Protokoll über den zwischengeschalteten Webserver Apache.

4.2.3 Datenschicht

Herzstück der Datenschicht ist die Biodiversitätsdatenbank, eine PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS Erweiterung. Kleinere Teile der Applikationslogik sind in Form von *Trigger* und *Stored Procedures* in die Datenbank ausgelagert. Sie erfüllen Funktionen zur Sicherstellung der Datenintegrität (Prüfung Fremdschlüssel etc.) und zur allgemeinen Qualitätssicherung der Daten (Prüfung Datentypen etc.). Die Kommunikation erfolgt über SQL.

4.3 Detail Design – Einzelkomponenten

In diesem Kapitel sollen einige wesentliche Systemfunktionalitäten detailliert beschrieben und mittels UML-Aktivitätsdiagrammen erläutert werden. Im Einzelnen werden die Datenerfassung neuer Daten und die Visualisierung bereits erfasster Daten näher betrachtet.

4.3.1 Datenerfassung

Um ein auf die unterschiedlichen Nutzeranforderungen angepasstes System zu entwickeln, wird die Datenerfassung in zwei unterschiedlichen Varianten im System implementiert:

1. Erfassung zahlreicher Artbeobachtungen oder Biotoptypen in einem Bearbeitungsschritt (in Anlehnung an Stapelverarbeitungsmechanismen) durch eine Kombination aus manueller Dateneingabe der Stammdaten und einem automatisierten Import einer hoch geladenen Datei (im Folgenden: Datei-Import)
2. Erfassung von einzelnen Beobachtungen (im Folgenden: Einzelbeobachtungen)

Für beide Varianten wurden UML-Aktivitätsdiagramme erstellt, um die komplexen Datenprüfungsprozesse und Programmschritte, die durchlaufen werden müssen, zu veranschaulichen und als Grundlage für die spätere Implementierung heranziehen zu können.

4.3.1.1 Variante Datei-Import

Aus Sicht des Erfassers kann der Ablauf des Datei-Imports in drei Schritten wie folgt beschrieben werden:

1. Erfassung der Vorhabensstammdaten über ein Webinterface
2. Erfassung der Untersuchungsstammdaten über ein Webinterface
3. Auswahl und Hochladen einer Datei mit Beobachtungsdaten

Voraussetzung für Schritt 3 ist eine Erfassung und Datenaufbereitung der Artvorkommen durch die Planungsbüros lokal innerhalb ihrer eigenen IT-Infrastruktur.

Abbildung 50 zeigt das UML-Aktivitätsdiagramm für die ersten beiden Schritte. Es handelt sich um ein vereinfachtes Diagramm, welches nicht jede Nutzereingabe nachvollzieht. Zunächst erfolgt die Eingabe der Vorhabensdaten über ein Webformular. Dem System bereits bekannte Vorhabensträger und Vorhabensstandorte können dem Nutzer bei diesem Teilschritt bereits z. B. als Auswahlliste bzw. während der Eingabe als Echtzeitsuche (per AJAX-Request) präsentiert werden. Anschließend ist vom System eine formale und logische Prüfung der im Webinterface eingegebenen Formulardaten durchzuführen. Dies kann direkt auf dem Client-Rechner durch eine JS Komponente (Formular Validator) erfolgen, so dass der Nutzer ein unmittelbares Feedback erhält. Aus sicherheitstechnischen Gründen (SQL-Injection und andere Exploits) wird serverseitig eine weitere Prüfung der Daten durchgeführt.

Weiterhin ist zu prüfen, ob ein bekannter Vorhabensträger und/oder -standort ausgewählt wurde, oder ob es sich um einen neuen Vorhabensträger/-standort handelt. Diese Prüfung wird erforderlich, da mit dem BIS zukünftig auch Vorhaben außerhalb der StEI erfasst werden sollen. Wurden neue Vorhabensträger und/oder Standorte eingegeben, so sind diese in der Datenbank anzulegen. Den Abschluss der Erfassung der Vorhabensstammdaten bildet die Speicherung des Vorhabens in der Datenbank. Entsprechende Feedback-Mechanismen zur Information des Nutzers sind ebenfalls dargestellt.

Im zweiten Schritt erfolgt analog zur Erfassung der Vorhaben die Eingabe der Untersuchungsdaten in ein zweites Webformular. Wiederum schließt sich die formale und logische Prüfung der Daten auf dem Client-Rechner und serverseitig an. Sind die Daten korrekt wird die Untersuchung in die Datenbank eingetragen.

Für den dritten Schritt, dem eigentlichen Datei-Import bzw. Datei-Upload, sind einige Vorbedingungen zu formulieren. Zum einen muss festgelegt werden, welche Dateiformate die Anwendung verarbeiten kann und zum anderen ist die Struktur zu definieren, welche die Importdateien aufweisen müssen. Vollständige Freiheit kann es hier nicht geben. Anfängliche Überlegungen einen visuellen *Data-Mapping-Engine* zu entwickeln, der jegliche Dateistruktur auf ein feststehendes Datenmodell der Datenbank abbildet, indem der Nutzer über eine GUI die Zuordnung festlegt, wurden aufgrund des erheblichen Entwicklungsaufwandes wieder verworfen. Auch seitens der Planungsbüros war eine solche Lösung nicht gewünscht, da die manuelle Zuordnung von Attributen zwischen Datei und Datenbank im Erfassungsprozess zu viel Zeit in Anspruch nimmt.

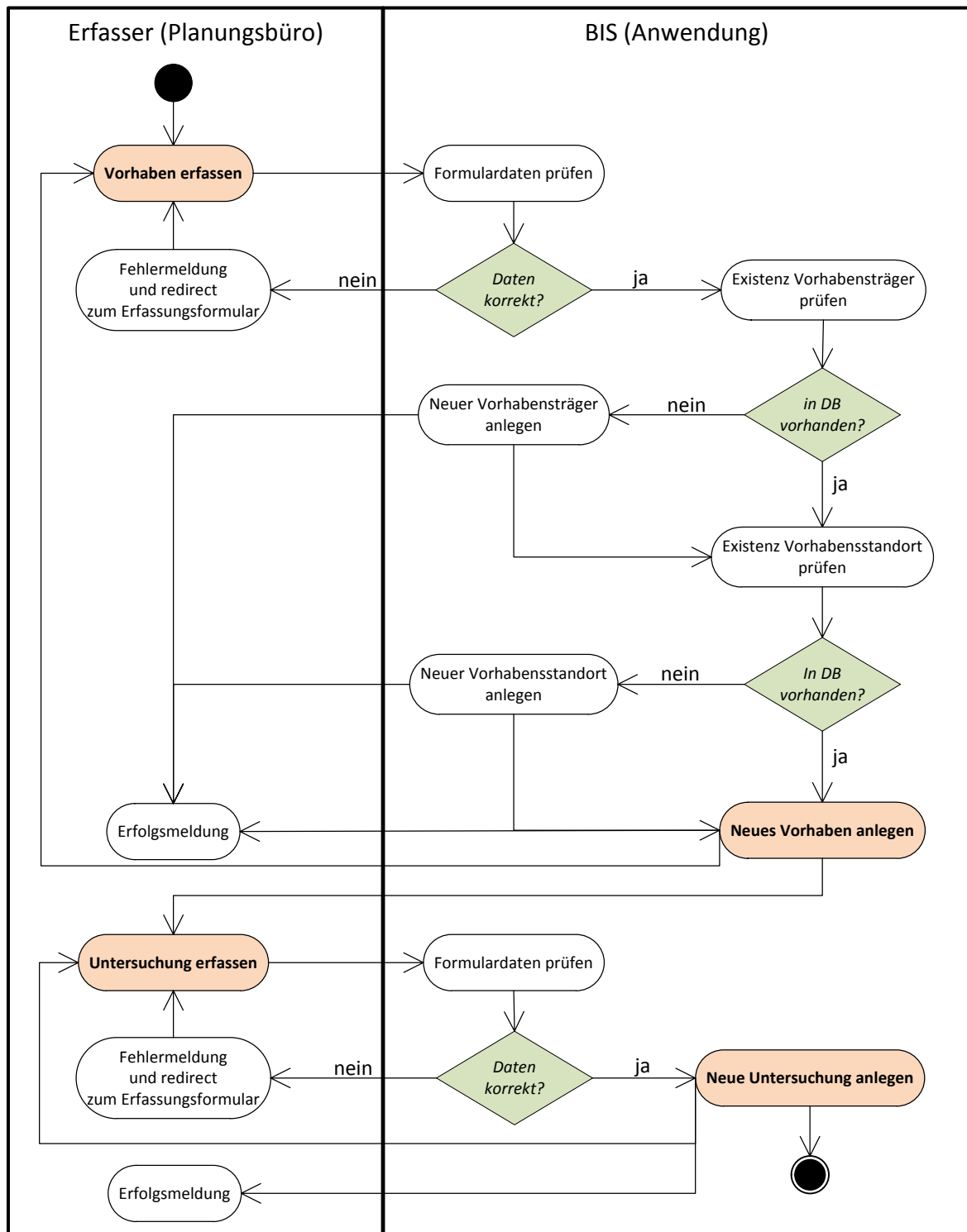


Abb. 50: UML-Aktivitätsdiagramm der Stammdatenerfassung von Vorhaben und Untersuchung im BIS

Auf Basis einer Umfrage wurden daher die von den Planungsbüros am häufigsten eingesetzten **Dateiformate** (SHP- und CSV-Format) ermittelt und für diese jeweils Dateivorlagen (sog. **Templatedateien**) entwickelt (s. Tabelle 14). Die Templatedateien müssen sämtliche Pflicht- und optionalen Attribute des oben beschriebenen Datenmodells einer Artbeobachtung bzw. Biotoptypenkartierung enthalten (Beschreibung des Templateformates s. Anhang A.2 bis A.3). Es wurde auch die Möglichkeit des Imports von XML-Dateien im DwC-Schema in Erwägung gezogen. Aufgrund der Schwierigkeiten seitens der Planungsbüros solche Dateien zu erzeugen (entsprechende Exportfunktionen fehlen in den gängigen Softwareprodukten) und aufgrund deren Unübersichtlichkeit für einen Laien (XML-Dateien spielen in der Planungspraxis außerhalb der IT kaum eine Rolle), wurde diese Option aber wieder verworfen. Für den Upload der Artbeobachtungen können alle drei Formate verwendet werden, da die Speicherung der Punktkoordinaten in zwei Tabellenspalten einfach möglich ist. Bei Biotoptypenkartierungen werden jedoch Polygoneometrien mit unterschiedlicher Komplexität und unterschiedlich vielen Knotenpunkten (*Vertizes*) erfasst. Eine Speicherung in Tabellenform ist unhandlich, aufwändig oder je nach Anzahl der Knotenpunkte sogar gänzlich unmöglich. Als Dateiformat für den Datenimport von Biotoptypen kommt daher nur das SHP-Format in Betracht. Da eine CSV-Datei im Gegensatz zum SHP-Format (PRJ-Datei) keine Informationen zum Koordinatenreferenzsystem enthält, in welchem die Daten vorliegen, muss diese Information beim Upload zusätzlich angegeben werden.

Tab. 14: Beispiel der Template-Tabellenstruktur für die Erfassung von Artbeobachtungen, mit Angabe des Datentyps der jeweiligen Tabellenspalte in der ersten Zeile

WISS_NAME	ARTNAME_DE	X_KOORD	Y_KOORD	LAGEFEHLER	Z_HOEHE	SENSIBEL	LIFE_STAGE	HABITATTYP	ANZAHL_IND
STRING(100)	STRING(100)	FLOAT	FLOAT	FLOAT	FLOAT	STRING(1)	STRING(50)	STRING(50)	STRING(20)

Das UML-Aktivitätsdiagramm zum letzten Erfassungsschritt, dem eigentlichen Datei-Import bzw. Datei-Upload, ist in Abbildung 51 dargestellt. Wie zu erkennen ist, werden serverseitig zahlreiche Prüfroutinen durchlaufen, um sämtliche Fehlerquellen, die auftreten könnten, möglichst auszuschließen bzw. kontrolliert abzufangen und mit sinnvollen Fehlermeldungen zu belegen. Dennoch handelt es sich hierbei nur um eine Übersichtsdarstellung, welche nur die übergeordneten Aktivitäten darstellt. Viele Aktivitäten sind wiederum durch zahlreiche Unteraktivitäten gekennzeichnet. Der vollständigerer Programmablauf kann wie folgt beschrieben werden:

1. Auswahl einer Datei auf dem lokalen Dateisystems des Client-Rechners und Upload der Datei über ein Webformular
2. Dateigröße prüfen: Um zu lange Wartezeiten beim Datei-Upload zu verhindern, kann die max. Dateigröße eingeschränkt werden.
3. Dateityp ermitteln: Da unterschiedliche Dateiformate importiert werden können und deren Abarbeitung sich unterscheidet, muss die Anwendung zunächst feststellen, um welches Dateiformat es sich handelt. Es werden zwei Methoden eingesetzt:
 - a) Ermittlung des CONTENT-TYPE im vom Browser übertragenen HTTP-Header
 - b) Ermittlung des MIME-TYPE der Datei

4. SRID prüfen: Die Identifikationsnummer des Koordinatenreferenzsystems (SRID) muss bei CSV-Dateien über ein separates Formularfeld angegeben werden. Es wird geprüft, ob diese Eingabe erfolgt ist.
5. Serverseitige Ordnerstruktur erstellen: Datenmanagement auf dem Server, um Daten einheitlich und geordnet in hierarchisch strukturierten Unterordnern (nach Vorhaben und Untersuchung getrennt) abzuspeichern.
6. Prüfung/Entpacken ZIP-Archiv: Da das SHP-Dateiformat aus mehreren Dateien aufgebaut ist (ESRI, 1998), muss der Upload der Dateien als ZIP-Archiv erfolgen. Die Importdatenmengen (Dateigröße) werden hierdurch klein gehalten und es ist nur ein Upload erforderlich. Auf dem Server wird das ZIP-Archiv auf Vollständigkeit geprüft und in die vorbereitete Ordnerstruktur entpackt.
7. SRID ermitteln: In einem mehrstufigen Prozess wird versucht die SRID der SHP-Datei zu ermitteln, falls diese nicht vom Nutzer angegeben wurde. Hierfür kann die PRJ-Datei ausgewertet werden, welche eine Beschreibung des Koordinatenreferenzsystems im Esri-WKT-Format enthält:
 - a) Ermittlung mit Hilfe der GDAL/OGR-Bibliothek
 - b) Ermittlung mit Hilfe des RESTful-Web-Services <http://prj2epsg.org/>
8. Korrekte SRID aus Trefferliste auswählen: Werden mehrere mögliche SRIDs identifiziert (Problem des ESRI-WKT-Formats), ist eine Nutzerinteraktion zur Auswahl erforderlich.
9. Dateistruktur prüfen: Mehrstufige serverseitige formale und logische Prüfung der Daten:
 - a) Ermittlung des Datei-Encodings (z. B. UTF-8)
 - b) Vollständigkeit des Attributumfanges (Übereinstimmung mit Templatedatenstruktur)
 - c) Korrektheit des Datentyps der Attributfelder
 - d) Vollständigkeit der Pflichtfelder
10. Die Prüfung der Taxonomie erfolgt auf Basis der angegebenen wissenschaftlichen Artbezeichnungen und ist in die folgenden Schritte gegliedert:
 - a) Prüfung, ob Artnamen bereits in Biodiversitätsdatenbank vorhanden
 - b) Prüfung Korrektheit der angegebenen Artnamen mit Hilfe des CoL-Web-Service (s. Abschnitt 2.2.1)
 - c) Prüfung Korrektheit der angegebenen Artnamen mit Hilfe des Wikispecies-Web-Service (Autokorrektur), (s. Abschnitt 2.2.1)
 - d) Prüfung Korrektheit der angegebenen Artnamen mit Hilfe des Google-Suchdienstes (Autokorrektur)
 - e) Prüfung alternativer Artnamen (Autokorrekturvorschläge von Wikispecies und Google) mit Hilfe des CoL-Web-Services

- f) Ermittlung des akzeptierten wissenschaftlichen Artnamen, falls Synonyme angegeben wurden
 - g) Parsen des XML-Response des CoL-Web-Service zur Ermittlung des Taxonomischen Baumes (übergeordnete Rangstufen) für den korrekten Artnamen
 - h) Ermittlung des deutschen Artnamens über den PESI-Web-Service (s. Abschnitt 2.2.1)
11. Nutzerinteraktion: Prüfung der Artnamensänderungen durch die Autokorrektur
 12. Nutzerinteraktion: Manuelle Änderung und Zuordnung eines nicht erkannten Artnamens
 13. Eintragen/Aktualisieren der übergeordneten taxonomischen Rangstufen in den entsprechenden Datenbanktabellen (mittels *Stored Procedures*)
 14. Speicherung der Artbeobachtungen in temporärer Importtabelle
 15. Koordinatentransformation bei Speicherung der Daten in der Datenbank via PostGIS
 16. Datenintegritätsprüfung (Wertebereiche der Attribute, Ermittlung Fremdschlüssel) mittels *Trigger*
 17. Endgültige Speicherung der Artbeobachtungen in Tabelle *t_occurrences*

Die Prüfung des Schutzstatus der Arten ist im Aktivitätsdiagramm und der Beschreibung nicht enthalten, das diese mangels verfügbarer Web-Services derzeit noch nicht implementiert werden kann (vgl. Kapitel 3.1.3.3).

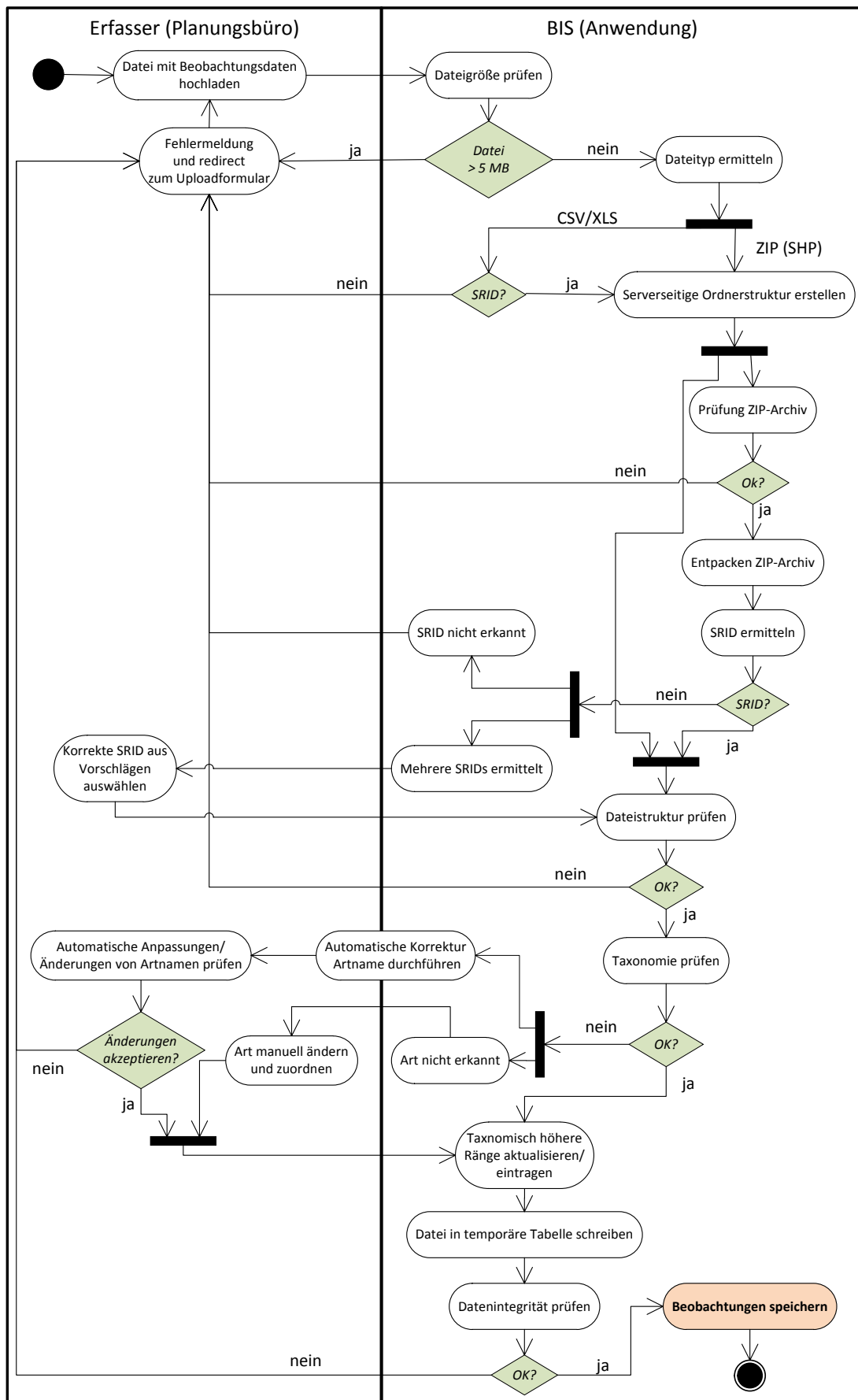


Abb. 51: UML-Aktivitätsdiagramm des Datei-Uploads zur Erfassung von Artbeobachtungen im BIS

4.3.1.2 Variante Einzelbeobachtungen erfassen

Die Erfassung von Einzelbeobachtungen kann etwas einfacher gestaltet werden. Die Stammdatenerfassung läuft im Prinzip identisch ab, im dritten Schritt ist statt einem Datei-Import jedoch die Digitalisierung der Artbeobachtungen im WebGIS und die Eingabe der Attributdaten über ein online Formular erforderlich. Im Webformular lassen sich die verschiedenen Attributdomänen direkt als Auswahllisten darstellen, außerdem kann die Datenspeicherung davon abhängig gemacht werden, dass alle Pflichtfelder eingegeben wurden. Etliche Fehlerquellen, die beim Datei-Import auftreten können, lassen sich bei der Erfassung via Webformular daher von vorne herein ausschließen, zahlreiche Prüfungen können entfallen.

Abbildung 52 zeigt das UML-Aktivitätsdiagramm zum Ablauf einer Einzelbeobachtungserfassung. Nach Aufruf der Anwendung und Initialisierung der WebGIS Umgebung kann der Erfasser mit der Digitalisierung von Artbeobachtungen beginnen. Für jeden digitalisierten Datenpunkt öffnet sich in einem Dialogfenster im Vordergrund der Kartendarstellung ein Webformular zur Angabe der Beobachtungsdetails. Der Artname kann per AJAX-Request in Echtzeit mit der Biodiversitätsdatenbank abgeglichen und Vorschläge angezeigt werden. Nach Angabe aller Informationen kann das Formular zur Datenspeicherung abgeschickt werden. Ein Abbruch und Schließen des Dialogfeldes ist jederzeit möglich. Die Punktgeometrie wird in diesem Fall nicht gespeichert.

Die Evaluierung des Formulars erfolgt nach dem Absenden direkt auf dem Client-Rechner durch die JS Komponente (Formular Validator). Der eingegebene Artname wird wiederum mit Hilfe des CoL-Web-Service verifiziert. Korrekturvorschläge werden bei der Einzelerfassung von Beobachtungen nicht unterbreitet. Es können nur Artnamen in die Biodiversitätsdatenbank eingetragen werden, die vom CoL-Web-Service als akzeptierte wissenschaftliche Namen erkannt werden oder aber bereits in der Biodiversitätsdatenbank enthalten sind. Auf diese Weise können beliebig viele Einzelbeobachtungen in die Datenbank eingetragen werden.

Zur Speicherung der Punktgeometrien wird der identische Algorithmus und Ablauf wie beim Datei-Import verwendet (Zugriff auf die gleichen Klassen). Die temporäre Speicherung in der Tabelle *t_occurrences_import* entfällt jedoch. Prinzipiell ist auch die Verwendung eines WFS-T Dienstes zur Speicherung der Geometrien möglich. Im vorliegenden Fall besteht diese Möglichkeit jedoch nicht, da die bestehende Architektur (Mapserver unterstützt kein WFS-T, s. Abschnitt 2.3.2.3) dies nicht zulässt.

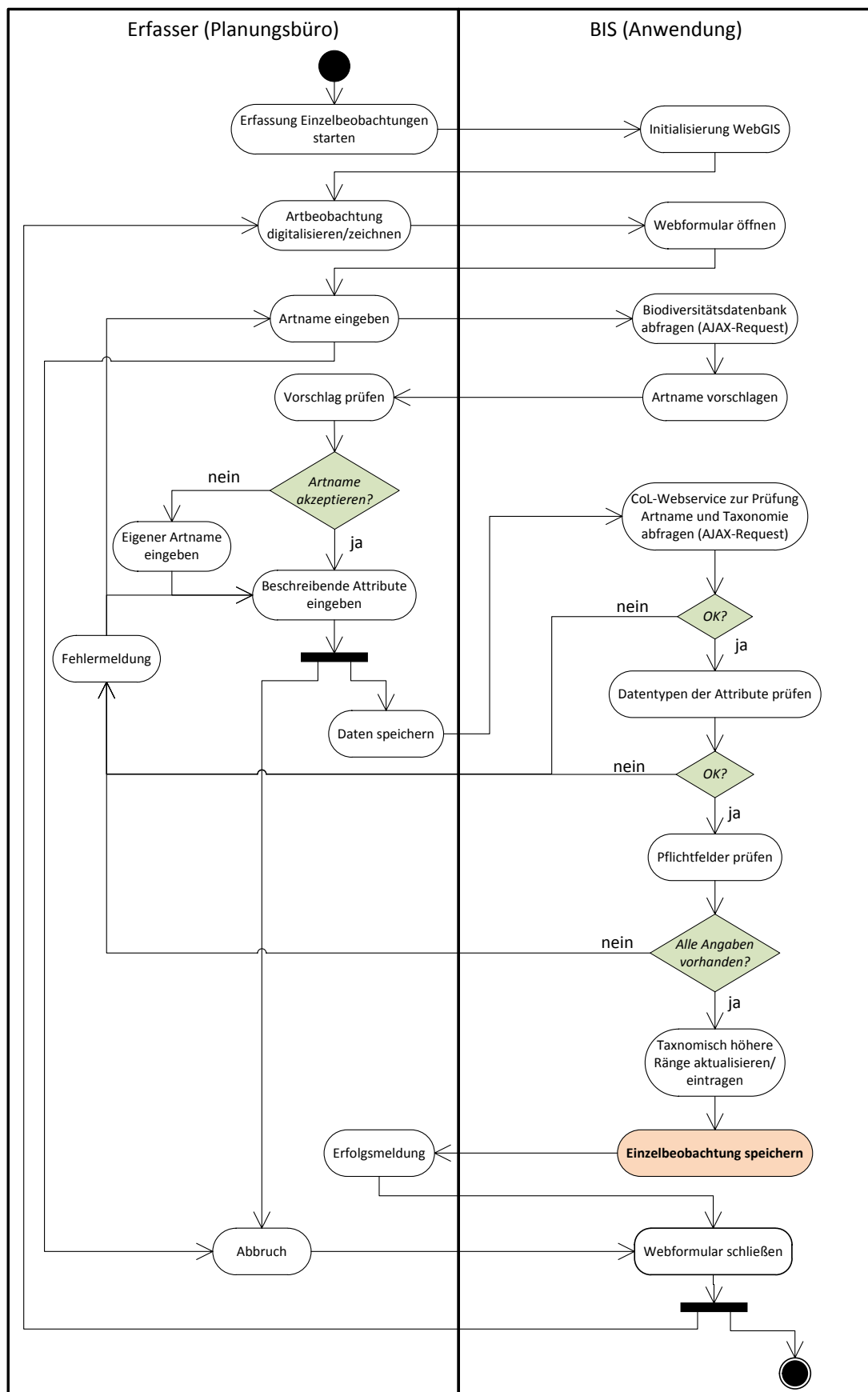


Abb. 52: UML-Aktivitätsdiagramm der Erfassung von Einzelbeobachtungen im BIS

4.3.1.3 Biotoptypenkartierungen erfassen

Auf die Darstellung der Erfassung von Biotoptypenkartierungen in UML-Aktivitätsdiagrammen sowie eine Detailbeschreibung wird verzichtet, da der Ablauf für die beiden Varianten Datei-Import und Einzelerfassung ähnlich wie bei der Erfassung von Artbeobachtungen ist. Außerdem konnte die Erfassung von Biotoptypen bis jetzt nur unvollständig implementiert werden (s. u.). Es soll daher nur kurz auf die wesentlichen Unterschiede zur Erfassung von Beobachtungsdaten eingegangen werden.

Wie bereits erwähnt, ist der Import von Biotoptypen via Datei-Upload nur im SHP-Format möglich. Die Überprüfung des Dateityps entfällt daher. Biotoptypen enthalten weniger Attribute als Artbeobachtungen, so dass der Aufwand für die Prüfung der Datentypen und Domänen-Konsistenz deutlich geringer ausfällt. Der komplexe Abgleich der Taxonomie kann ebenfalls vollständig entfallen. Stattdessen wird der Abgleich der verschiedenen Biotoptypen-Schlüssellisten erforderlich. Diese können in lokalen Tabellen innerhalb der Biodiversitätsdatenbank vorgehalten oder über Web-Services bezogen werden.

Derzeit fehlen aber noch entsprechenden Web-Services, die diese Daten zur Verfügung stellen. Auch die digital verfügbaren Schlüssellisten sind nur unter hohem Aufwand (vgl. Abschnitt 3.1.3.2) in die Biodiversitätsdatenbank überführbar. Die Erfassung der Biotoptypenkartierung ist daher bis jetzt nur unvollständig implementiert.

Für die Einzelerfassung von Biotoptypen gilt prinzipiell das Gleiche. Sie wurde bis jetzt nicht implementiert.

4.3.2 Datenverwaltung

Das Editieren und Verwalten von Daten kann auf allen drei Ebenen (Vorhaben, Untersuchung und Beobachtung/Biotoptyp) innerhalb der tabellarischen Datenansicht gestartet werden (s. Abbildung 53). Für die Beobachtungs- und Biotoptypen existieren zwei Arten der Bearbeitung, um auch in der Kartendarstellung die bequeme Änderung der Geometrie zu ermöglichen. Zur Bearbeitung muss der entsprechende Datensatz ausgewählt werden und eine Editiersitzung aufgerufen werden. Nach Prüfung der geänderten Daten können diese in der Datenbank abgespeichert werden.

Auf die Darstellung der Prüfroutinen wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Abbildung verzichtet. Die Prüfungen und ihr Ablauf unterscheiden sich jedoch nicht von den oben beschriebenen Verfahren bei der Datenerfassung (s. Abschnitt 4.3.1). Die Änderung des Artnamens ist innerhalb der tabellarischen Ansicht nicht möglich, da davon ausgegangen wird, dass dieser keiner Änderung mehr bedarf. Sollte trotzdem eine Änderung erforderlich werden, so kann diese nur über die Bearbeitung im WebGIS erfolgen.

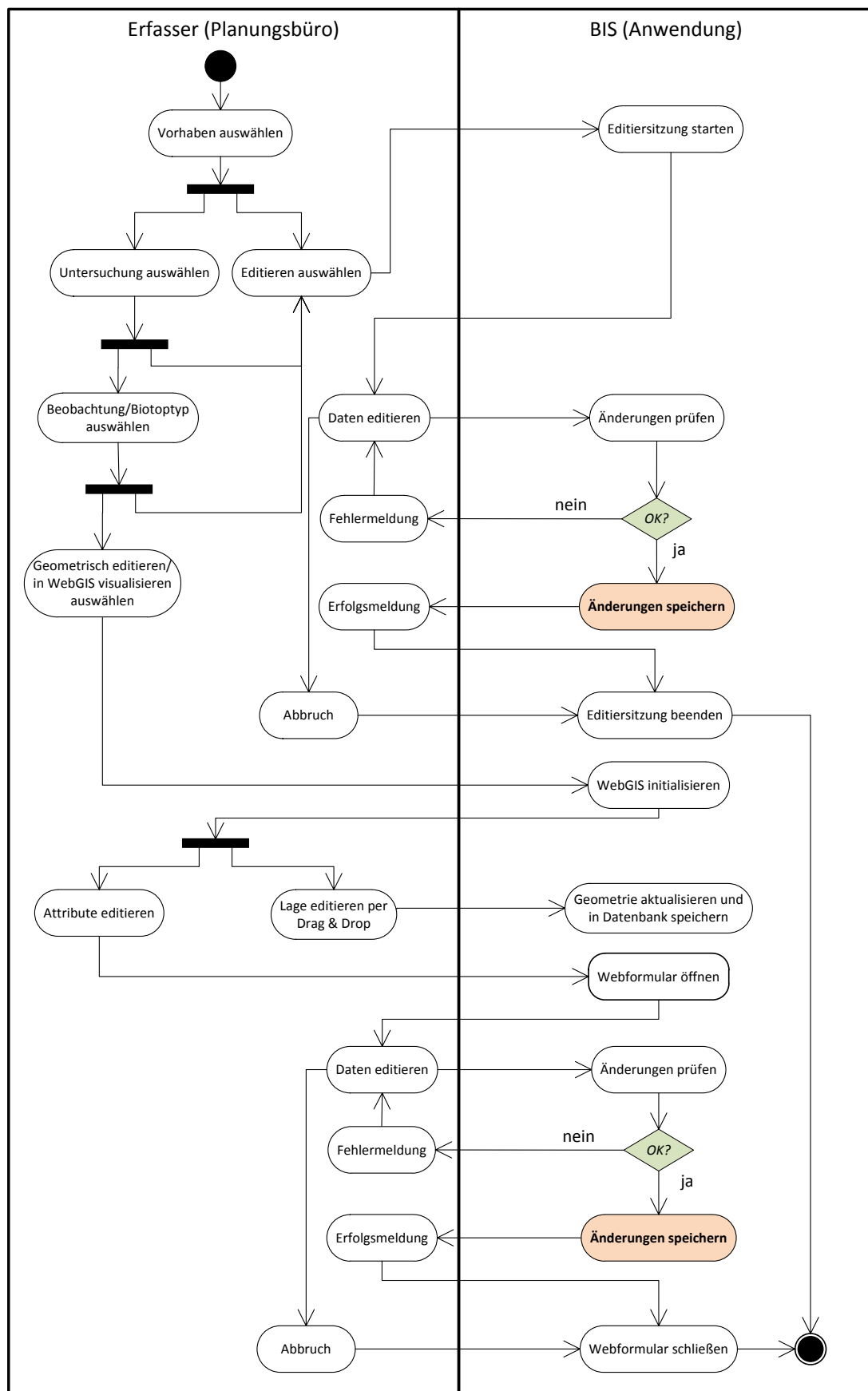


Abb. 53: UML-Aktivitätsdiagramm der Datenverwaltung im BIS

4.3.3 Konzept zur Datenbereitstellung und -visualisierung

Wesentliche Ziele der Arbeit sehen eine möglichst vielseitige, langfristige und interoperable Nutzung der Daten vor. Um dies zu Erreichen wurde ein Datenbereitstellungskonzept entwickelt. Demnach gilt es zunächst zu definieren, welche Daten zur Verfügung gestellt werden sollen und in welcher Form die Daten bereitgestellt werden. Folgende Daten wurden als relevant für eine Veröffentlichung identifiziert:

1. Tabellarische Daten:
 - a) Artvorkommen zusammen mit den dazugehörigen Stammdaten (Metadaten)
 - b) Biotoptypen zusammen mit den dazugehörigen Stammdaten (Metadaten)
 - c) Artvorkommen ergänzt um Schutzstatus, deutsche und korrekte wissenschaftliche Artbezeichnung ohne Metadaten
2. Räumliche Daten (Geodaten)
 - a) Artvorkommen als Punktgeometrien und inklusive Metadaten
 - b) Biotoptypen als Polygoneometrien und inklusive Metadaten
 - c) Artverbreitungsgebiete als Polygoneometrien im Blattschnittraster der Topographischen Karte für die Maßstäbe 1:5 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 inkl. Quantifizierung der Anzahl an Beobachtungen pro TK-Kachel und ohne Metadaten
 - d) Verbreitungsgebiete sämtlicher taxonomischer Rangstufen als Polygoneometrien im Blattschnittraster der Topographischen Karte für die Maßstäbe 1:5 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 inklusive Metadaten

Entsprechend der Art der Daten (tabellarisch und als Geometrien) unterscheidet sich auch die Form der Bereitstellung. Tabellarische Daten können mit Hilfe eines Web-Services (RESTful oder SOAP) und als reine Dateien im CSV-, XML-, XLS- oder einem anderen Tabellenformat zum Download bereitgestellt werden. Um eine möglichst interoperable Nutzung der Daten zu ermöglichen, ist die Verwendung eines international anerkannten Standards zu empfehlen. Im vorliegenden Fall ist die Bereitstellung der Artvorkommen und Biotoptypen inklusive Metadaten im DwC-Schema vorgesehen. Hierzu eignet sich das XML-Format am besten, da es die Semantik des DwC-Schemas transportieren kann. Ein entsprechendes Mapping zur automatisierten Überführung der in der Biodiversitätsdatenbank gespeicherten Beobachtungsdaten in das DwC-Schema ist in Tabelle 13 dargestellt.

Die Bereitstellung der Artvorkommen als Tabellen ohne Metainformation ist nur für die Planungsbüros von Bedeutung, da diese selbst im Besitz der Metadaten ihrer eigenen Daten sind. Die Bereitstellung von XLS- oder CSV-Dateien, welche die Artvorkommen inklusive vollständiger Taxonomie, deutscher Artbezeichnungen und Schutzstatus enthalten ist geplant. Eine semantische Aufarbeitung der Daten, wie für das DwC-Schema ist in diesem Fall nicht erforderlich, da seitens der Planungsbüros der manuelle Bezug und Verarbeitung der Daten gefordert wird.

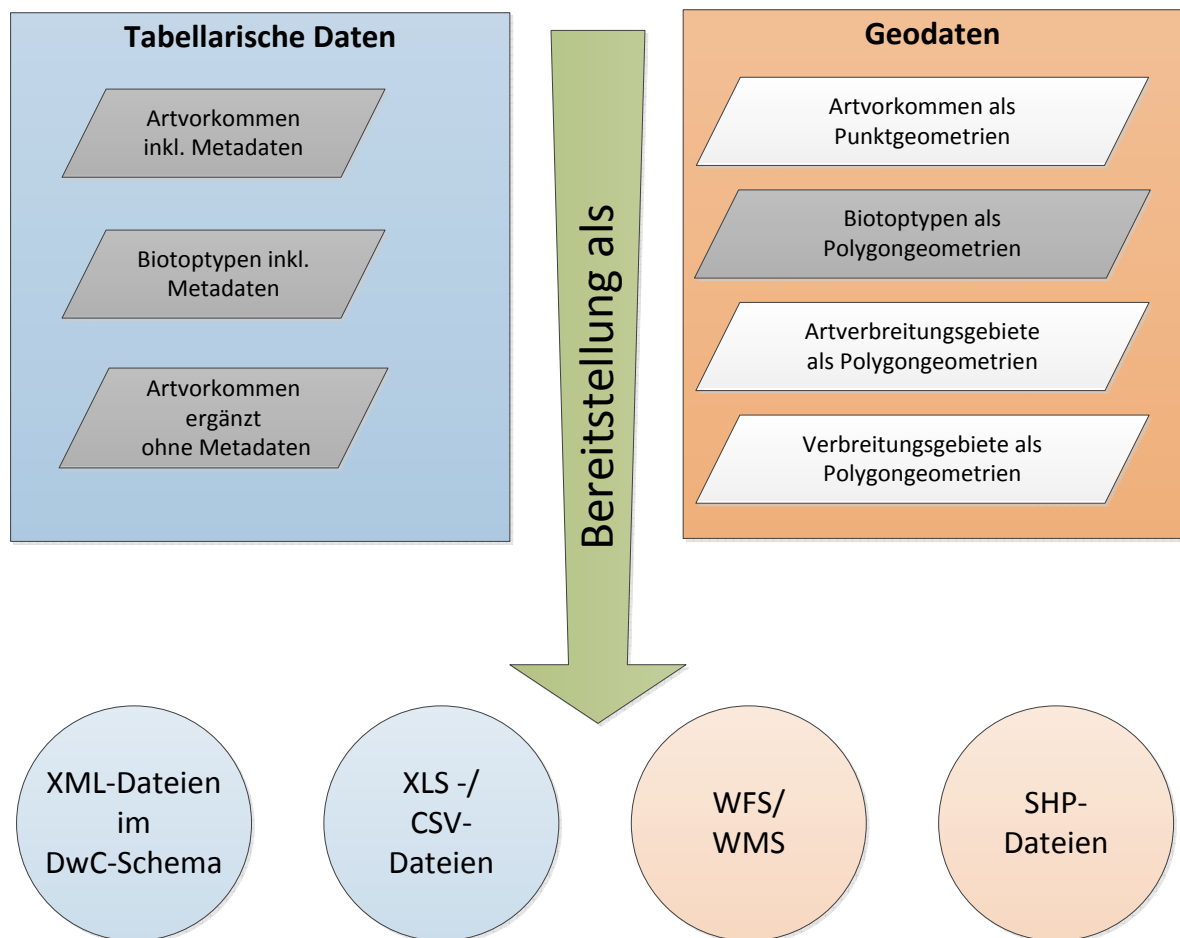


Abb. 54: Schematisiertes Konzept zur Datenbereitstellung, der verwendeten Datensätze und der Bereitstellungsart (graue Komponenten wurden nicht implementiert)

Bei Geodaten bietet es sich an, internationale Standards zur Bereitstellung von Geodaten zu verwenden, da hierdurch die Interoperabilität der Softwarelösung am Besten gewährleistet werden kann. Die Geodaten werden daher in Form von OGC-konformen Web-Services ausgeliefert. Als mögliche OGC-Dienste kommen sowohl der WMS als auch der WFS in Frage. Grundsätzlich ist die Nutzung beider Dienste möglich. Aufgrund der leichteren Implementierung wird die Umsetzung mittels WFS beschrieben. Dieser Ansatz wurde beispielsweise auch von TORRE ET AL. (2007) im Rahmen des BioGeoSDI Pilotprojektes verwendet.

Die Architektur, welche die Verwendung eines WFS möglich macht, ist in Abbildung 48 dargestellt. Zentrale Komponente ist der Mapserver, der als CGI-Skript auf dem ISTE-Server installiert ist und als WFS-Server verwendet wird. Mittels Mapfile (s. Kapitel 2.3.2.3) wird die Erzeugung der WFS-Dienste gesteuert. In Abbildung 55 ist ein Ausschnitt des verwendeten Mapfiles dargestellt. Es werden verschiedene Parameter (CONNECTION, CONNECTIONTYPE) definiert, die dem Mapserver

den direkten Zugriff auf die Datenbank ermöglichen. Analog einer SQL-SELECT-Abfrage (DATA) bezieht der Mapserver die Daten von der Biodiversitätsdatenbank und liefert sie an den Webserver aus, welcher sie über den Umweg des WMS/WFS-Proxies als Antwort auf einen REQUEST an die WebGIS-Anwendung ausliefert.

```
LAYER
NAME          anz_occurrence_tk25
TYPE          POLYGON
STATUS        ON
CONNECTIONTYPE postgis
CONNECTION    "user=mapserver password=XXXXXXXXX dbname=biodiv_db host=localhost port=5433"
DATA          "the_geom from v_occ_tk25 using unique gid using srid=31467"
DUMP          TRUE
METADATA
  # "OWS_SRS"      "epsg:31467 epsg:31466 epsg:31468 epsg:4326 epsg:900913"
  "OWS_TITLE"    "Anzahl Artvorkommen Blatt TK 25"
  "GML_INCLUDE_ITEMS" "all"
  "GML_FEATUREID" "gid"
  "WFS_ENCODING" "UTF-8"
  "WFS_TITLE"    "Anzahl Artvorkommen Blatt TK 25"      #zwingend notwendig
  "WFS_SRS"      "epsg:31467"      #dringend empfohlen
END
PROJECTION
  "init=epsg:31467"
END
SIZEUNITS     PIXELS      #Units SIZE Value CLASS Objekt
TOLERANCE     5
END
```

Abb. 55: Ausschnitt aus dem im BIS verwendeten Mapfiles

Wie im dargestellten Ausschnitt des Mapfiles zu sehen ist, erfolgen sämtliche Zugriffe des Mapserver nicht direkt auf die Datenbanktabellen, sondern auf bereits in Form von Views (s. Abschnitt 4.1.2.6) aufbereitete und zusammengeführte Datensichten.

Durch die Verwendung eines standardisierten Formates zur Bereitstellung der Geodaten, wird auch der interne Zugriff deutlich erleichtert. Hier zeigt sich der Vorteil der (geometrische) Interoperabilität einer solchen Lösung. WebGIS-Clients wie das hier verwendete OpenLayers bringen bereits eine entsprechende Schnittstelle zur Einbindung von OGC-konformer Webdienste mit. Jeder TK-Maßstab wird als separater WFS-Dienst ausgeliefert, so dass insgesamt 12 Dienste erzeugt werden müssen, um die o.g. Geodaten darstellen zu können. Die einzelnen Dienste können jeweils als separate Layer mit OpenLayers visualisiert und über den Layermanager ein- und ausgeblendet werden.

Zu beachten ist hierbei, dass sich die Interoperabilität nur auf die geometrische Information bezieht. D.h. eine andere Software, welche OGC-fähig ist (z. B. OpenLayers), kann die bereitgestellten Punkt- und Polygoneometrien direkt einbinden. Für eine vollständige interoperable Lösung ist jedoch zusätzlich auch die semantische Interoperabilität der bereitgestellten Daten erforderlich. D.h. für die standardisierte Bereitstellung der zusammen mit der Geometrie ausgelieferten Attributdaten wird ebenfalls ein Schema, analog dem DwC-Schema für XML-Dateien benötigt, welches die Daten semantisch beschreibt, so dass eine andere Anwendung, welche dieses Schema kennt, den Sinn der Da-

ten ohne zusätzliche Information versteht. Im Fall eines WFS-Dienstes könnte z. B. ein GML-Schema genutzt werden, um die volle Interoperabilität zu erreichen.

Um die Daten nach unterschiedlichen Kriterien zu filtern und selektiv betrachten zu können, wurden unterschiedliche Filterfunktionen verwendet. Basis dieser Filter ist ebenfalls ein OGC-Standard, die *Filter Encoding Implementation Specification* (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.3.3.3).

5 Implementierung

Um die grundsätzliche Umsetzbarkeit des entwickelten Systems zu prüfen und potentielle Schwachpunkte von Architektur, Datenmodell, Design und Benutzerführung zu erkennen, wurden die grundlegenden Komponenten des BIS auf dem Server des ISTE als Prototyp implementiert. Es zeigte sich nach und nach, dass der Aufwand für die komplette Umsetzung den Rahmen einer Masterarbeit bei weitem sprengen würde. Aus diesem Grund musste auch auf die Entwicklung und Implementierung zahlreicher Komponenten, die bereits im Systemdesign und der Architektur Berücksichtigung gefunden hatten oder auch nur als Idee existierten, verzichtet werden. Trotzdem ist es gelungen einen lauffähigen Prototypen zu programmieren, der zumindest die wichtigsten Basisfunktionalitäten umsetzt. Wichtige Erkenntnisse für die weitere Entwicklung konnten mit Hilfe des Prototypen gewonnen werden.

Folgende Programmteile/Funktionalitäten wurden im Prototypen des BIS implementiert:

- Datenmodells bis auf kleinere Teile wie z. B. Views zur Visualisierung der Biotoptypen
- Dreistufiger Datenerfassungsprozess für Arterhebungen implementiert als Datei-Import für Dateien im SHP- und CSV-Format
- Dreistufiger Datenerfassungsprozess für Biotoptypenkartierungen teilweise implementiert als Datei-Import für Dateien im SHP-Format
- Einzelerfassung von Artbeobachtungen
- Verwaltung (Editieren und tabellarisch darstellen) der Stammdaten (Vorhaben und Untersuchungen)
- Verwaltung (Editieren und tabellarisch darstellen) der Artvorkommen
- Visualisierung der Artvorkommen als Punktdaten in einer Karte (WebGIS)
- Visualisierung der Artverbreitung auf Basis des Blattschnittrasters der TK für verschiedene Maßstabsbereiche (WebGIS)
- Visualisierung der Verbreitung von Taxa aller Rangstufen auf Basis des Blattschnittrasters der TK für verschiedene Maßstabsbereiche (WebGIS)
- Datenbereitstellung/-auslieferung der Artvorkommen (Punktdaten) als WFS-Dienst
- Datenbereitstellung/-auslieferung der Artverbreitungsgebiete (Polygondaten) als WFS-Dienst
- Datenbereitstellung/-auslieferung der Verbreitungsgebiete (Polygondaten) als WFS-Dienst

5.1 Aspekte der praktischen Umsetzung

5.1.1 Programmierung

Zur Entwicklung der Anwendung wurden, wie bereits beschrieben, verschiedene Programmiersprachen eingesetzt. Für die Module, welche in reinem Python-Code programmiert wurden, erfolgte nach der funktionsbasierten Programmierung ein Refactoring, d. h. eine Überführung bzw. Übersetzung des Programm-Codes in eine objektorientierte Programmstruktur (MACIASZEK, 2007). Der neue Code basiert vollständig auf Klassen, die über Methoden und Eigenschaften verfügen, was eine hohe Wiederverwertbarkeit und eine schnellere Entwicklungszeit zulässt.

5.1.2 Datenmodellierung

Im vorliegenden Fall ist beim Datei-Import für die optionalen Attribute mit einer großen Zahl an Fehlern zu rechnen, da die Datenerhebung im Gelände oftmals nur den Mindestdatenumfang (Pflichtattribute) berücksichtigt. Dies führt beim Speichervorgang in der Datenbank zu Fehlermeldungen durch Fremdschlüsselverletzungen. Um dieses Problem zu umgehen, wurde in allen betroffenen Tabellen dem Tupel mit der ID = 0 der Wert „nicht angegeben“ zugewiesen.

Weiterhin wurden für die meisten Tabellen und zahlreiche Felder Indizes erstellt, um die Suche in der Datenbank zu beschleunigen (MORRIS, 2005). Für die Indexierung der Geometriespalten wurde der PostgreSQL eigene GIST-Algorithmus genutzt.

5.1.3 Sicherheitsmechanismen

Die Datensicherheit des BIS wird durch verschiedene Mechanismen gewährleistet.

Im System sind teils mächtige Löschfunktionalitäten integriert. Ein unabsichtliches Löschen auf Vorhaben-Ebene kann im schlimmsten Falle das Löschen von etlichen Untersuchungen und hunderten von Artvorkommen nach sich ziehen. Um dies zu verhindern, werden Daten durch die Systemfunktionen nicht wirklich gelöscht. Stattdessen wird das boolesche Attribut „deleted“, welches jede der 4 Haupttabellen (*t_projects*, *t_observations*, *t_occurrences* und *t_biotopes*) in der Datenbank besitzt, auf *True* gesetzt. Ein endgültiges Löschen der Daten kann nur auf Datenbankebene erfolgen.

Um nachvollziehen zu können, wer einen Datensatz angelegt und zuletzt geändert hat, werden Nutzername und Datum (*created_by*, *created_at* und *last_modified_by*, *last_modified*) bei beiden Vorgängen in jeder der Haupttabellen gespeichert.

Standardmäßig existieren innerhalb von Zope die Rollen „Anonymous“, „Authenticated“, „Owner“ und „Manager“ (in aufsteigender Berechtigungsreihenfolge). Um ein differenzierteres Berechtigungsmanagement durchführen zu können, wurden zusätzlich die folgenden Nutzerrollen in Zope angelegt (vgl. auch Abbildung A.4 im Anhang):

- ISTE (Administrator)
- Betreiber (Industrie)
- Planungsbüro
- Einzelerfasser (Gast)
- IMR (In medias res, volle Rechte)

Für eine detailliertere Beschreibungen der Zope eigenen Rollen und zu den Sicherheitskonzepten in Zope wird auf die Literatur verwiesen (HÖRTZSCH & RAPKO, 2003).

5.1.4 Navigationskonzept

Zur Navigation innerhalb der Internetanwendung wird ein horizontales Menü im Seitenkopf verwendet, welches ausklappbare Untermenüpunkte enthält. Da eine intuitive Benutzerführung für die Usability des Gesamtsystem von großer Bedeutung ist, wurde für die Implementierung ein Nutzerkonzept in Form einer Mindmap entwickelt (s. Abbildung A.4). Die Abbildung zeigt die unterschiedlichen Navigationspunkte/Inhalte in Abhängigkeit von der jeweiligen Rolle an.

5.1.5 Kartenmaterial

Als Hintergrundkartenmaterial für die WebGIS-Komponente des BIS werden zwei kostenpflichtige WMS-Dienste des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) verwendet. Es handelt sich um einen Dienst zur Auslieferung wesentlicher Objekte des Landschaftsmodells, hierzu gehören Straßen, Flüsse, Siedlungen, Seen und Landesgrenzen sowie um einen Dienst zur Auslieferung von hochauflösenden Orthofotos, welche ab einem Maßstabsbereich von 1:10 000 und größer eingesetzt werden. Da der ISTE im Rahmen anderer WebGIS-Anwendungen bereits über eine entsprechende Lizenz zur Nutzung der Web Services verfügt, können die Daten auch innerhalb des BIS kostenfrei genutzt werden.

5.2 Der Prototyp des BIS

Der Prototyp des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Biodiversitäts-Informationssystems ist unter den nachstehenden Domains erreichbar:

<http://www.biodiversität-baden-württemberg.de>
<http://www.biodiversitaet-baden-wuerttemberg.de>
<http://www.biodiversität-deutschland.de>
<http://www.biodiversitaet-deutschland.de>

Derzeit ist nur der interne Bereich zur Testphase für die Planungsbüros freigegeben. Ein Zugangsmöglichkeit bzw. Visualisierungsmöglichkeit für die Öffentlichkeit besteht, abgesehen von einer Startseite, noch nicht.

Nach erfolgreicher Anmeldung am System wird der Nutzer auf die Startseite des BIS geleitet, welche Direktlinks auf die wichtigsten Funktionalitäten der Datenbank bietet (s. Abbildung 56).

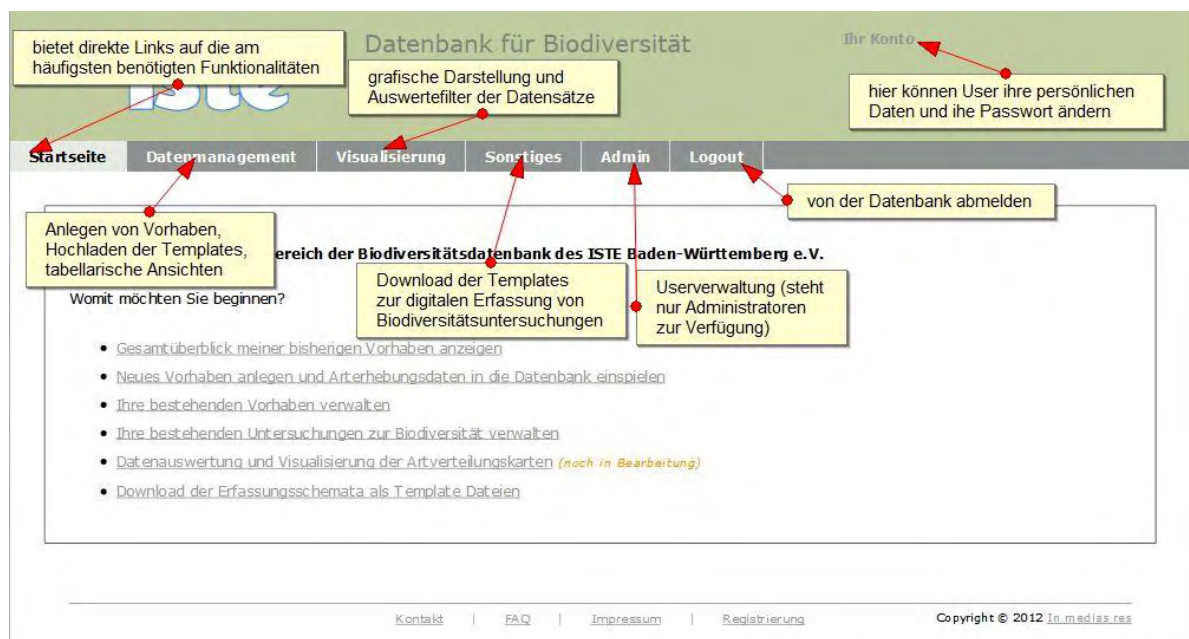


Abb. 56: Startseite des internen Bereichs des BIS

5.2.1 Implementierung der Datenerfassung

Die dreistufige Datenerfassung beginnt mit dem Anlegen eines neuen Vorhabens (Erfassungsschritt Nr. 1, s. Abbildung 57). Die Vorhabensstammdaten können in das Webformular eingetragen werden, Pflichtfelder sind mit einem Stern gekennzeichnet.

iste Datenbank für Biodiversität Ihr Konto

Startseite **Datenmanagement** Visualisierung Sonstiges Admin Logout

Erfassung neuer Biodiversitätsdaten

Schritt 1: um ein neues Vorhaben anzulegen, sind eine Reihe von Pflichtfeldern (mit Stern gekennzeichnet) auszufüllen

Neues Vorhaben anlegen

Allgemeine Angaben

Vorhabensträger (i.d.R. der Auftraggeber) *

Bezeichnung des Vorhabens *
 z. B. Genehmigungsplanung Erweiterung Steinbruch XY

Untersuchungsanlass *
 Bitte auswählen

Industriesektor / Branche *
 Bitte auswählen

Lizenzrechte (Auswahlliste an Lizenzen noch durch ISTE zu erarbeiten)

Berechnung von Biodiversitätsindikatoren
 Achtung: Die Berechnung von Biodiversitätsindikatoren erfordert eine sehr hohe Datenqualität (z.B. ist ein vollständige Arterhebungsliste im Umfeld des Vorhabensstandorts erforderlich).

Vorhaben zur Ermittlung von Biodiversitätsindikatoren heranziehen

Spezifische Angaben

Bereits bekannte Träger werden vom System angezeigt,

die betreffenden Koordinaten werden dann automatisch eingetragen

Räumlicher Bezug

Standort des Vorhabens / Name der Abbaustätte (ISTE-Projekte) *

X-Koordinate (Mittelpunkt des Standorts des Vorhabens bzw. der Abbaustätte, Nachkommastellen durch Punkt getrennt eingeben) *

Y-Koordinate (Mittelpunkt des Standorts des Vorhabens bzw. der Abbaustätte, Nachkommastellen durch Punkt getrennt eingeben) *

Räumliches Bezugssystem (der eingegebenen Standortkoordinaten) *
 DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 3

Land
 Deutschland

Bundesland
 Baden-Wuerttemberg

Landkreis

Stadt/ Gemeinde

Hier Koordinatensystem auswählen, wenn es von der Voreinstellung Gauss-Krüger Zone abweicht

Nachdem alle Felder ausgefüllt wurden mit Klick neues Vorhaben anlegen

*Pflichtfelder

Abb. 57: Datenerfassung Schritt 1 - Eingabemaske Vorhaben erfassen

Über eine Echtzeitsuche, die mittels AJAX-Technologie implementiert wurde, können die ISTE-Firmen- und Werksdatenbank (Vorhabensträger- und Standorte) durchsucht werden (s. Abbildung 58).

Erfassung neuer Biodiversitätsdaten

Schritt 1:
Neues Vorhaben anlegen

Allgemeine Angaben

Vorhabensträger (i.d.R. der Auftraggeber) *

Bei|

Berechnung von Biodiversitätsindikatoren
Achtung: Die Berechnung von Biodiversitätsindikatoren erfordert eine sehr hohe Datenqualität (z.B. ist ein

Schwenk Zement KG Anhydritgrube Wellberg-Talheim (Kreuzhalde), Wellberg-Talheim (Kreuzh.)
Knäble GmbH Straßenbau-Beton u. Bitumenmischwerke Asphaltmischanlage/RC-Anlage, Biberach
Kieswerk Hardt GmbH & Co. KG Aufbereitungsanlage, Stockach
Kieswerke Albert Göll GmbH & Co. KG Baggersee Bruchsal-SO Büchenau (nur Abbau), Bruchsal-Büchenau
Kieswerk Ferber GmbH c/o Uhl Kies- u. Baustoffgesellschaft mbH Baggersee Willstätt, Willstätt
FEBA Freiburger Erdaushub- und Bauschutttaufbereitungs-GmbH Bauschutttaufbereitung, Freiburg
Herbert Ubl Ges. f. Baustoff-Recycling-Forstarbeiten GmbH & Co. KG Bauschuttdeponie Stettfeld / Recyclinganlage, Ubstadt-Weiher
Berger GmbH Hoch- und Tiefbau Baustoff-Recyclinganlage, Meßstetten
SHB Schotterwerke Hohenlohe-Bauland GmbH & Co. KG Berlichingen, Muschelkalk-Steinbruch, Schöntal - Berlichingen
BBV Breisacher Bauschutt- verwertungs GmbH Breisach-Oberrimsingen, Breisach-Oberrimsingen
bws Baden-Württembergische Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG c/o bmk Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG Dallau, Muschelkalk-Steinbruch, Elztal - Dallau
SHB Schotterwerke Hohenlohe-Bauland GmbH & Co. KG Dörlesberg, Umschlagplatz und Rcb, Wertheim-Dörlesberg
SHB Schotterwerke Hohenlohe-Bauland GmbH & Co. KG Eberstadt, Muschelkalk-Steinbruch, Buchen-Eberstadt

Abb. 58: Echtzeitsuche nach Vorhabensträger

Die Domänen der beschreibenden Attribute werden als Auswahllisten ausgegeben und können direkt selektiert werden (s. Abbildung 59). Wie zu erkennen ist (grüne Kästchen mit Hacken) validiert der Formular Validator die eingetragenen Daten sofort nach der Eingabe auf dem Rechner des Client. Die Formular-Validierung wurde weitestgehend mit Hilfe von regulären Ausdrücken in JS umgesetzt.

Schritt 1:
Neues Vorhaben anlegen

Allgemeine Angaben

Vorhabensträger (i.d.R. der Auftraggeber) *

Omya GmbH ✓

Bezeichnung des Vorhabens *

Erweiterungsplanung Kalksteinbruch Blaubeuren ✓

Bitte auswählen
Energie
Landwirtschaft
Naherholung/ Sport
Rohstoffe ✓
Siedlung
Sonstiges
Verkehr/ Infrastruktur
Bitte auswählen

Abb. 59: Auswahllisten für Attributeingaben

Mit Hilfe eines Hinweissystems in grünen (Erfolgsmeldung), gelben (Warnmeldung) und roten (Fehlermeldung) Meldefenstern wird der Nutzer über den Verlauf der Datenerfassung informiert (s. Abbildung 60).



Abb. 60: Hinweismeldung zum Status der Erfassung

Im zweiten Schritt ist eine neue Untersuchung zum Vorhaben anzulegen. Die Erfassung erfolgt wiederum über ein Webformular. Abbildung 61 zeigt die Auswahl von Artengruppe, Bezugsfläche und Untersuchungsmethoden. Um die n:m Beziehung zwischen Untersuchung und Untersuchungsmetho-

Schritt 2:
Neue Untersuchung anlegen für Vorhaben:
Erweiterungsplanung Kalksteinbruch Blaubeuren - Geschäftsbereich DTV, Vertriebsgesellschaft, Blaubeuren-Altental

Allgemeine Angaben

Artengruppe *
Fledermäuse ✓

Bezugsfläche *
Folgenutzungsfläche inkl. Renaturierung/ Reaktivieren ✓

Liste der Untersuchungsmethoden:
Auswahl durch Klicken oder Ziehen auf die Auswahlliste rechts

- Sichterfassung (ggf. mit Fernglas, Taschenlampe)
- Sichterfassung mit Fotofalle
- Sichterfassung Baumhöhlenkamera
- Verhören ohne technische Hilfsmittel
- Anlocken mit Klangattrappe
- Anlocken durch Ausbringung von Lebensraumrequisiten
- Anlocken mit Licht
- Anlocken mit Pheromonen

Gewählte Untersuchungsmethoden:
Abwahl durch Klicken oder Ziehen auf die Ursprungsliste links

- Verhören mit technischen Hilfsmitteln (z.B. Detektor, Battorder)
- Netzfang (Fledermäuse, Vögel, Fische, Insekten)
- Erfassung über indirekte Hinweise (z.B. Losung, Federn, Nüsse mit Nagespuren, Exuvien)

Abb. 61: Datenerfassung Schritt 2a - Eingabemaske Untersuchung erfassen, Zuordnung der Untersuchungsmethoden über zwei Container

den umsetzen zu können, wurde mit JS eine visuelle Lösung der Zuordnung mittels zwei Containern programmiert. Alle Untersuchungsmethoden werden zunächst als beschriftete blaue Rechtecke im linken Container dargestellt. Durch einfaches Klicken oder per Drag & Drop können die Elemente in

den rechten Container der gewählten Untersuchungsmethoden übertragen werden. Dies funktioniert in beide Richtungen.

Abbildung 62 zeigt den zweiten Teil der Erfassung der Untersuchungsstammdaten. Hier sind Angaben zur Anzahl an Untersuchungstagen (hier wurde vom Formular Validator eine Falscheingabe identifiziert, da das System eine Zahl erwartet), zum Erfasser, zu Untersuchungsbeginn- und Ende (Eingabe über einen Kalender), und zu den Zugangsrechten (vorausgewählt ist immer „intern“) erforderlich. Optionale Angaben sind die Sprache der Aufzeichnung (vorausgewählt ist immer „deutsch“) und sonstige Bemerkungen.

Spezifische Angaben

Anzahl der Untersuchungstermine (Datenqualität) *
 ← Bitte geben Sie eine Zahl ein!

Namen der Beobachter bzw. des Beobachters *
 ✓

Datum Untersuchungsbeginn (DD.MM.YYYY) *
 ✓

Datum Untersuchungsende (DD.MM.YYYY) *

Feb 2013							März 2013							April 2013						
Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
											1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
				15	16	17	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
18	19	20	21	22	23	24	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
25	26	27	28				25	26	27	28	29	30	31	29	30					

*Pflichtfelder

Abb. 62: Datenerfassung Schritt 2b - Eingabemaske Untersuchung erfassen, Spezifische Angaben

Der letzte Schritt (Erfassungsschritt Nr. 3, vgl. Abbildung 63) umfasst den Import der Datei mit den Artbeobachtungen, welche von den Planungsbüros in ihrer eigenen IT-Infrastruktur erstellt werden muss. Hierfür können Templatedateien verwendet werden, welche unter dem Menüpunkt „Sonstiges“ zum Download zur Verfügung gestellt werden. Es wurde der Import von Dateien im CSV- und SHP-Format implementiert. Die Beobachtungslisten werden im Zuge des Uploads der zuvor ausgewählten Untersuchung zugeordnet.

Mit Start des Uploads wird das Daten Import Modul (Python-Skript, s. Abbildung 48) gestartet, welches die im Aktivitätsdiagramm (s. Abbildung 51) dargestellten Aktionen ausführt. U. a. findet eine taxonomische Prüfung der hoch geladenen Daten gegen externe Datenbanken statt. Im Idealfall werden die wissenschaftlichen Artnamen vom System korrekt erkannt. Namenssynonyme werden automatisch zugeordnet und etwaige Schreibfehler korrigiert. Hierfür werden, wie in Abschnitt 4.3.1.1 erläutert, verschiedene externe Web-Services (CoL, Wikispecies, Google und PESI) genutzt. Der Prozess endet mit der Ausgabe einer entsprechenden (grünen) Erfolgsmeldung. Im Falle, dass ein Artnamen nicht korrekt erkannt wurde, wird der Nutzer zu einem weiteren Webformular umgeleitet, wo im die fraglichen

Schritt 3:
Upload der beobachteten Artvorkommen für Vorhaben:
Moose, Artengruppe: Pflanzen (inkl. Farne und Moose) - Untersuchungsfläche: Kompensationsfläche

Folgende Dateitypen können verarbeitet werden:

- Shapedateien (ESRI) als komprimierte ZIP-Dateien (müssen das Shapefile inkl. aller Zusatzdateien .shx, .dbf, .prj usw. enthalten)
- Exceldateien (.xls)
- Kommata getrennte Textdateien (CSV-Format)

Bitte nachfolgend die Datei mit den beobachteten Artvorkommen auswählen und auf den Server hochladen.
 Die maximale Dateigröße ist auf **5 Megabyte** beschränkt. Die Anwendung verarbeitet Ihre Datensätze mit einer Geschwindigkeit von **ca. 1 DATENSATZ/SEKUNDE**. Die Bearbeitungszeit ist jedoch stark von den Antwortzeiten der eingebundenen externen Webdienste abhängig.

das ausgefüllte Template hier auf dem lokalen Computer auswählen

Datei auswählen:
 O:\hdd\GisData\biodiv. Durchsuchen...

Möchten Sie eine Excel- oder CSV-Datei hochladen oder eine Shapedatei, die keine Informationen zum räumlichen Bezugssystem enthält (Datei mit der Endung .prj fehlt in der .zip-Datei), dann wählen Sie nachstehend bitte das räumliche Bezugssystem aus, in dem Ihre Daten vorliegen.

Räumliches Bezugssystem auswählen:
 DHON / 3-degree Gauss-Krüger zone 3

Bezugssystem (meistens Gauss-Krüger Zone 3) auswählen

Datei hochladen

Vorgang Abbrechen

Upload mit Klick auf Schaltfläche starten

Kontakt | FAQ | Impressum | Registrierung

Copyright © 2012 in.medias.rss

Abb. 63: Datenerfassung Schritt 3 - Eingabemaske Artbeobachtung erfassen mit Datei-Upload

Arten angezeigt werden. Er kann nun selbst entscheiden, ob er die Arten löschen oder eine andere Zuordnung vornehmen möchte (s. hierzu auch Abschnitt 5.3).

Auf die Darstellung des Datei-Imports von Biotoptypen wird verzichtet, da dieser mangels der Verfügbarkeit geeigneter Web-Services bzw. digitaler Schlüssellisten nur unvollständig implementiert werden konnte (s. Abschnitt 4.3.1.3).

5.2.2 Implementierung der Datenverwaltung

Ebenso wie bei der Datenerfassung werden auch bei der Datenverwaltung, die gleichzeitig die tabellarische Datenansicht implementiert, die drei Ebenen Vorhaben, Untersuchung und (Art-)Beobachtung bzw. Biotoyp unterschieden. Für jede Ebene wurde eine separate tabellarische Darstellung im gleichen Design und mit identischer Menüführung/Funktionalität erstellt, um die Orientierung für den Nutzer zu erleichtern. Außerdem wurde eine Übersichtsdarstellung entwickelt, welche sämtliche Informationen aller drei Ebenen auf einer Seite bündelt (ähnlich einem „Dashboard“, vgl. Abbildung 64) und im Design von den tabellarischen Übersichtsdarstellung der einzelnen Datenebenen abweicht.



Abb. 64: Gesamtübersicht aller drei Datenebenen (links ist die Auswahl eines Vorhabensträgers möglich, rechts werden sämtliche Vorhaben gelistet und unter Details auch die zugeordneten Untersuchungen sowie eventuell hochgeladene Beobachtungslisten als Papiersymbol)

Die tabellarische Darstellung der Vorhabensverwaltung ist in Abbildung 65 zu sehen. Oberhalb der Tabelle, welche die einzelnen Vorhaben (je Zeile) aufführt, befindet sich eine Schaltfläche zur Erstellung neuer Vorhaben (eine weitere Möglichkeit direkt zu Erfassungsschritt Nr. 1 zu springen) sowie ein Suchfenster. Mit Hilfe der Suche, welche ebenfalls auf Basis der AJAX-Technologie implementiert wurde, ist eine Echtzeitfilterung sämtlicher Vorhaben des Nutzers inklusive der Detailinformationen (s. u.) möglich.

Die einzelnen Vorhaben können nach Vorhabensträger, Vorhabensbezeichnung und Ort sortiert dargestellt werden. Die Tabellenzeile jedes Vorhabens lässt sich durch Anklicken öffnen und gibt den Blick auf die Detailinformationen zum Vorhaben frei. Hier befinden sich auch die Schaltflächen, um dem Vorhaben direkt eine neue Untersuchung hinzufügen zu können (d. h. die Anwendung springt direkt zu Erfassungsschritt Nr. 2, s. o.) und um die Angaben zum Vorhaben selbst editieren zu können. Durch

Übersicht Vorhaben

Klicken auf das Kreuz öffnet Untermenü mit weiteren Details

Klicken um neues Vorhaben anzulegen

bereits angelegte Vorhaben

weitere Untersuchungen zu diesem Vorhaben hinzufügen

Angaben zum Vorhaben ändern

Vorhabensträger	Vorhabensbezeichnung	Ortsname des Vorhabens
imr	Farne	freiburg2
imr	Pilze	freiburg2
IMR TEST	Moose	Freiburg
IMR TEST	Vögel	Freiburg
IMR TEST	Kröten	Freiburg
IMR TEST	libellen	Freiburg
IMR TEST	Armeisen	Freiburg
SWS Steinwerk Schelkingen GmbH & Co. KG	Fledermäuse	Jurakalk-Steinbruch, Schelkingen

1 bis 8 von 8 Einträgen

Kontakt | FAQ | Impressum | Registrierung

Copyright © 2012 In medias res

Abb. 65: Tabellarische Datenansicht der Vorhabensverwaltung

Anklicken des Papierkorbsymbols kann das gesamte Vorhaben inklusive aller Unterebenen (Untersuchungen, Beobachtungen) gelöscht werden.

Für die Darstellung der Untersuchungen und Artbeobachtungen existieren identische Tabellen. Die Artbeobachtungen können sowohl als Tabelle aller Beobachtungen (Artvorkommen), die ein Nutzer jemals angelegt bzw. hochgeladen hat, dargestellt werden (s. Abbildung A.5 im Anhang) oder gruppiert nach der wissenschaftlichen Artbezeichnung je Untersuchung (s. Abbildung A.6 im Anhang). Über das Papierkorbsymbol ist wiederum das Löschen eines Datensatzes möglich. Die tabellarische Darstellung und Verwaltung der Biotoptypen wurde im Rahmen der Masterarbeit nicht implementiert.

Das editieren der Vorhaben, Untersuchungen und Beobachtungen ist am Beispiel einer Untersuchung dargestellt (s. Abbildung 66). Sämtliche Angaben können geändert und die Untersuchungsmethoden neu zugeordnet werden. Über die schaltflächen am unteren Bildschirmrand stehen weitere Optionen zur Verfügung. Bereits hinzugefügte Beobachtungsdaten (Listen aus Datei-Import) können je Liste separat gelöscht werden und neue Beobachtungen können hinzugefügt werden.

- Handfang
- Kescherfang
- Lebendfalle (Säuger)
- Bodenfallen (Arthropoden)
- Netzfang (Fledermäuse, Vögel, Fische, Insekten)
- Fangzäune, Wasserfallen (Amphibien)
- Elektrofischung
- Flächenbezogenes Aufsammeln / Fangen (inkl. Gesiebepробen)
- Erfassung über indirekte Hinweise (z.B. Losung, Federn, Nüsse mit Nagespuren, Exuvien)
- Vegetationskundliche Aufnahme (z.B. Braun-Blanquet)
- Floristische Kartierung
- Sonstige Methode

Spezifische Angaben

Anzahl der Untersuchungstermine (Datenqualität) *

Namen der Beobachter bzw. des Beobachters *

Datum Untersuchungsbeginn (DD.MM.YYYY) *

Datum Untersuchungsende (DD.MM.YYYY) *

Sprache der Aufzeichnungen

Zugangsrechte *

Bemerkungen / Besonderheiten

Hochgeladene Dateien

Dateiname	Löschen
228_35_HC_Schelklingen_Fledermaeuse_AGLN_003.zip	<input type="checkbox"/>

*Pflichtfelder

Änderungen übernehmen
Untersuchung löschen
Beobachtungen hinzufügen
Vorgang Abbrechen

Abb. 66: Darstellung der Bearbeitung einer Untersuchung

5.2.3 WebGIS Implementierung

Die Visualisierung der Artvorkommen erfolgt als Kartendarstellung innerhalb des WebGIS-Clients OpenLayers im Browser des Anwenders. Wie bereits eingangs aufgeführt, werden die Artvorkommen als Punkt- sowie als Flächendaten (Artverbreitung) auf dem Hintergrund einer Übersichtskarte, der topographischen Karte bzw. von Orthofotos dargestellt. Ein Beispiel für die Visualisierung punktförmiger Artvorkommen zeigt Abbildung 67. Wie zu erkennen ist, werden die Artvorkommen geclustert dargestellt, falls die Punkte zu nahe beieinander liegen. Die Zahl innerhalb der Clusterpunkte (rote Kreise) gibt die Anzahl geclusterter Artvorkommen an. Je kleiner der Darstellungsmaßstab, desto stärker die Clusterung.

iste Datenbank für Biodiversität Ihr Konto

Startseite | Datenmanagement | **Visualisierung** | Sonstiges | Admin | Logout

Karte der Artfundstellen

Stellen Sie sich Ihren Datenfilter selbst zusammen:

Filter

Untersuchungsanlass
Genehmigungsverfahren

+ -

Filter anwenden

Overlays

- Arterfassung
- DOP
- Topographie 1:200k
- BRD

Feature Info

Beobachtungspunkt-ID:	5020
Wiss. Artname:	Certhia brachydactyla
Deutscher Artname:	Gartenbaumläufer
Messungengenauigkeit (in Metern):	
Höhe (in Metern):	
Daten vertraulich:	true
Individuenanzahl:	nicht angegeben
Lebensabschnitt:	nicht angegeben
Lebensraum:	undefined

Erstellter Filter:

```
Untersuchungsanlass = Genehmigungsverfahren (UVP, LBP, Umweltbericht, usw.)
```

Abb. 67: Kartendarstellung der punktförmigen Artvorkommen (es handelt sich um die Ansicht für den versierten Anwender mit komplexer Filterfunktionalität)

Sobald eine Zoomstufe gewählt wurde, welche es zulässt, dass einzelne Punkte (Artvorkommen) ohne Clusterung dargestellt werden, können durch Auswahl (Anklicken) eines Punktes die Detailinforma-

tion zur Artbeobachtung aufgerufen werden. Diese öffnet sich in einem Dialogfenster im Vordergrund der Kartendarstellung. Über die Filterfunktionen (JS Filter Modul) linker Hand der Kartendarstellung kann der versierte Nutzer durch Kombination mehrerer Filterkriterien komplexe Auswertungen der Daten zur Visualisierung vornehmen (Vorbild hierfür ist die Anwendung von STEIN & WIECZOREK (2004)). Im dargestellten Fall werden alle Artvorkommen aus Genehmigungsplanungen dargestellt. Ein komplexeres Beispiel gibt Abbildung 68, welche alle Artvorkommen aus Genehmigungsplanungen darstellt, die der Gattung *Chloris* oder der Art *Phylloscopus trochylus* (deutsch Fitis) angehören. Unterhalb der Kartendarstellung wird die Filterkombination semantisch dargestellt.

The screenshot shows the 'Datenbank für Biodiversität' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Startseite', 'Datenmanagement', 'Visualisierung', 'Sonstiges', 'Admin', and 'Logout'. Below this is a map titled 'Karte der Artfundstellen'. On the left, there are three filter sections, each with a 'Filter' label and a 'Filter anwenden' button at the bottom. The first filter is for 'Untersuchungsanlass' with 'Genehmigungsverfahren' selected. The second filter is for 'Gattung/Genus (taxo)' with 'Chloris' selected. The third filter is for 'Art/Species (taxonom)' with 'Phylloscopus trochylus' selected. The map shows several red circular markers representing sightings. A 'Feature Info' window is open over one of the markers, displaying the following information:

Beobachtungspunkt-ID:	4966
Wiss. Artname:	Chloris chloris
Deutscher Artname:	Grünfink
Messungengenauigkeit (in Metern):	
Höhe (in Metern):	true
Daten vertraulich:	true
Individuenanzahl:	nicht angegeben
Lebensabschnitt:	nicht angegeben
Lebensraum:	undefined

Below the map, the 'Erstellter Filter:' section shows the following SQL-like query:

```
(Untersuchungsanlass = Genehmigungsverfahren (UVP, LBP, Umweltbericht, usw.)
and
(Gattung/Genus (taxonomisch) = Chloris
or
Art/Species (taxonomisch) = Phylloscopus trochylus))
```

Abb. 68: Kartendarstellung punktförmigen Artvorkommen mit komplexem Filter

Die Artverbreitung der Art *Sitta europaea* (deutsch Kleiber) auf Basis der in der Biodiversitätsdatenbank enthaltenen Testdaten und des Blattschnittes der TK 100 ist in Abbildung 69 dargestellt. In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe können auch größere Maßstäbe der Blattschnitte im Layermanager rechtsseitig gewählt werden, um eine detailliertere Ansicht der Artverbreitung zu erhalten. Über die Filtereinstellungen links kann eine Art gewählt werden. Hierfür ist sukzessive die

Abfolge der taxonomischen Ränge bis zur jeweiligen Art auszuwählen. Mit jeder Auswahl werden die darunter liegenden taxonomischen Ränge eingeschränkt, um keine zu langen Auswahllisten zu erhalten.

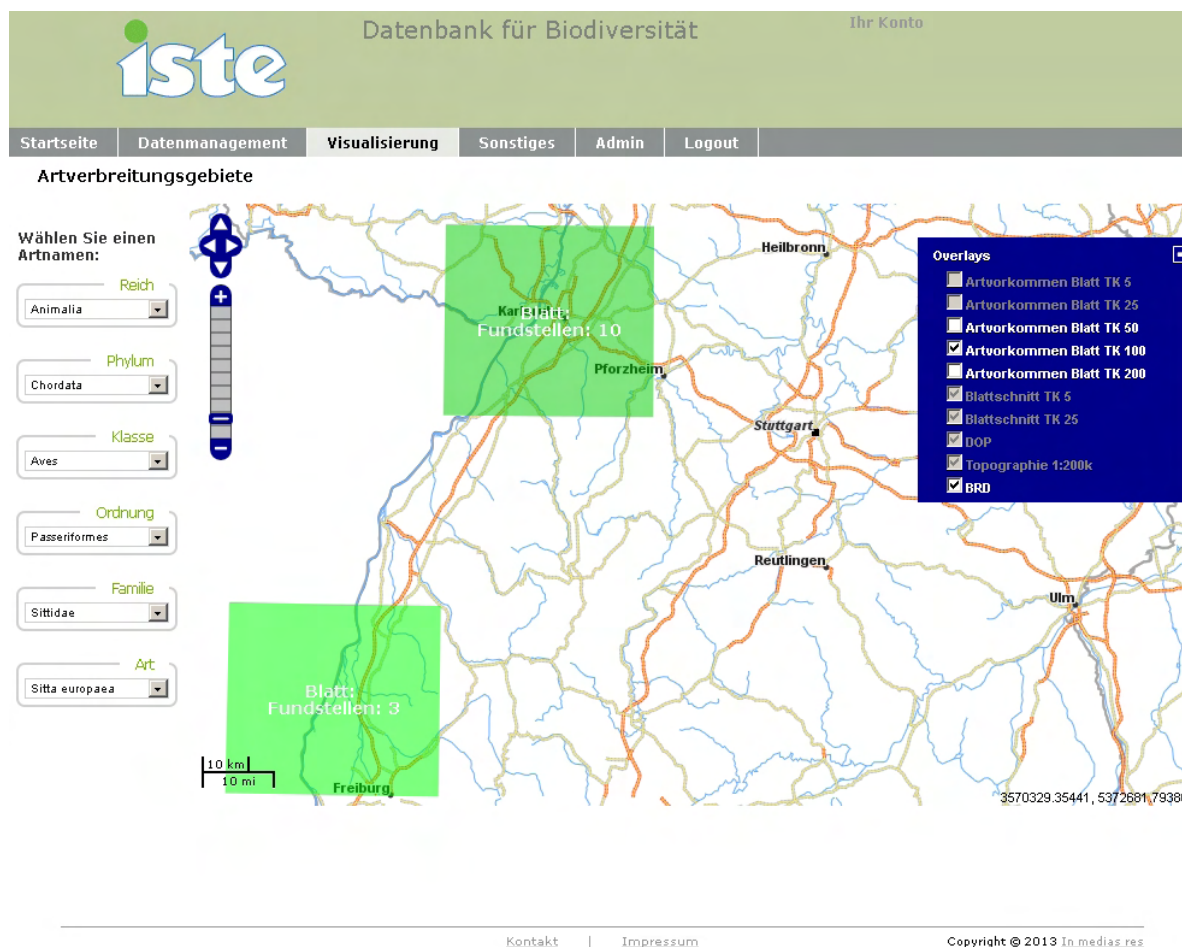


Abb. 69: Artverbreitung für *Sitta europaea* auf Basis des Blattschnittes der TK 100. Angegeben ist die Anzahl an Fundstellen je Blattschnittkachel.

Ein weitere Möglichkeit der Visualisierung bilden die Taxa-Verbreitungskarten. Über die Zusammensetzung komplexer Filterregeln ist es hier möglich die Verbreitung von Taxa unterschiedlicher Ränge und Kombinationen von Taxa zu visualisieren. Abbildung 70 zeigt beispielsweise die Verbreitung der beiden Klassen der Insekten *Insecta* und Vögel *Aves* auf Basis der Testdaten und den Blattschnitten der TK 50. Je dunkler die Farbe desto höher die Anzahl gefundener Vorkommen. Die Zahl innerhalb der Kacheln entspricht der Blattschnittnummer.

Im Teststadium befindet sich derzeit noch die Entwicklung einer raum-zeitlichen Darstellung der Artverbreitungsgebiete, um Änderungen in der räumlichen Verbreitung einer Art über die Zeit zu ermitteln. Zu Testzwecken wurde eine Version der raum-zeitlichen Visualisierung mittels Schieberegler (zur Einstellung des Zeitraumes) unterhalb der Kartendarstellung implementiert (s. Abbildung 71).

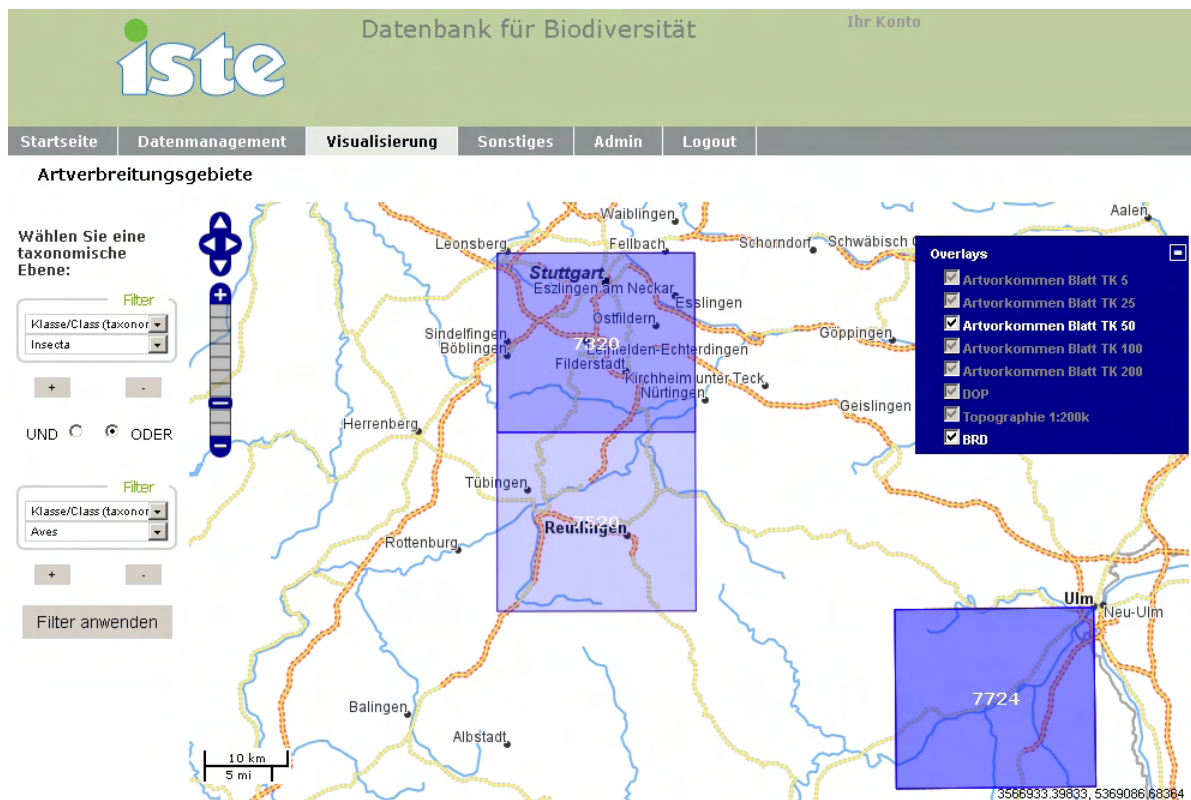


Abb. 70: Verbreitungsgebiete für Taxa-Rangkombinationen. Als Beispiel sind hier die Verbreitungsgebiete der beiden Klassen der Insekten *Insecta* und Vögel *Aves* dargestellt.

5.3 Testergebnisse

Um die implementierten Funktionalitäten zu testen und Fehler zu erkennen und Optimierungen durchzuführen, wurde nach Fertigstellung des Prototypen des BIS mit zahlreichen Tests begonnen. Zu diesem Zweck wurden eigene Artlisten unterschiedlicher Artgruppen erstellt sowie auf Testdatensätze der Planungsbüros zurückgegriffen. Einige Tests wurden auch durch die Planungsbüros direkt durchgeführt.

Insgesamt wurden innerhalb des Testzeitraumes knapp 300 verschiedene Arten mit mehreren Tausend Artvorkommen in die Biodiversitätsdatenbank eingetragen. Wie bei einer derart komplexen Anwendung zu erwarten, konnten zunächst gar keine Daten in die Datenbank übertragen werden. Hierfür waren in erster Linie Bugs im Programmcode verantwortlich. Nach Beseitigung der Programmierfehler konnten die ersten Artbeobachtungslisten erfolgreich hochgeladen werden. Trotzdem blieb die Anwendung immer wieder ohne erkennbaren Grund hängen. Auffällig war, dass es immer dann zu Problemen kam, wenn neue, der Datenbank bis dato unbekannte Arten in die Datenbank geladen wurden.

Eine genauere Überprüfung ergab, dass hierfür die eingebundenen externen Web-Services und deren

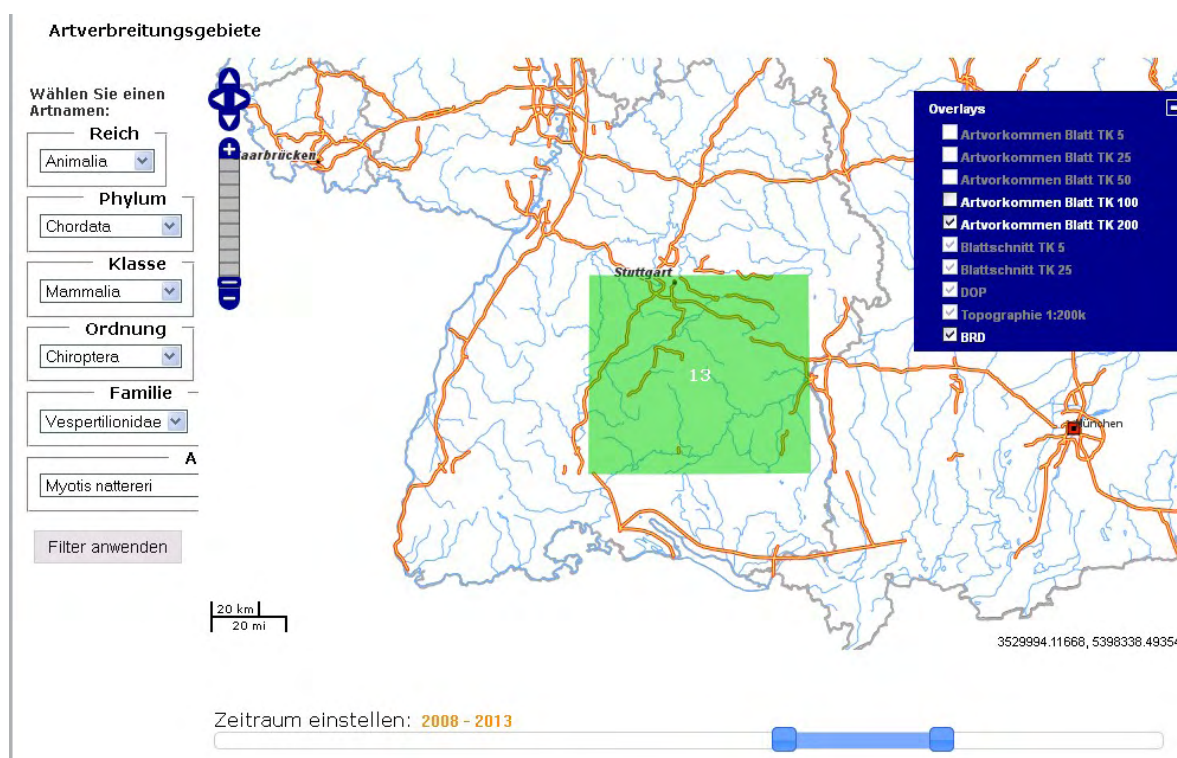


Abb. 71: Raum-zeitliche Darstellung der Artverbreitung, hier dargestellt am Beispiel der Artverbreitung der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) auf Basis der Blattschnitte der TK 200. Innerhalb der Kachel ist wiederum die Anzahl gefundener Artvorkommen dargestellt.

Erreichbarkeit verantwortlich waren. Es zeigte sich, dass die Antwortzeiten des CoL ganz erheblich schwanken. Insbesondere wenn Arten abgefragt werden, welche dem CoL nicht bekannt sind, kann dessen Antwortzeit über 30 Sekunden betragen. Beim Upload ganzer Artlisten mit mehreren unbekannt Arten können so schnell mehrere Minuten bis zur vollständigen Abarbeitung einer Datei vergehen. Dies führte zu Zeitüberschreitungen von serverseitig vorhandenen Restriktionen (Sicherheitsmechanismen mit Zeitlimits). Der unkontrollierte Abbruch des Datei-Imports mit nicht nachvollziehbaren Fehlermeldungen war die Folge. Insbesondere war in diesem Fall für den Testnutzer nicht nachvollziehbar, ob seine Daten nun in die Datenbank eingetragen worden waren oder nicht.

Durch Umstellungen in der Abfolge der Requests der einzelnen Web-Services sowie im Programmablauf (statt die Taxonomie jedes einzelnen Datensatzes einer Datei abzufragen, wurde eine Liste eindeutiger Artnamen erstellt und abgefragt, wodurch die Zahl an Requests deutlich verringert werden konnte) konnte die Stabilität des Datei-Imports erhöht werden. Eine vollständig stabile Anwendung in 100 Prozent der Fälle, wie sie für den Praxiseinsatz erforderlich gewesen wäre, konnte mit dem Prototypen jedoch nicht erreicht werden. Dies ist vermutlich nur zu erreichen, indem der Importvorgang grundsätzlichen Änderungen unterzogen wird. Insbesondere sollte der Datenaupload und die Abfrage der Taxonomie zeitlich entkoppelt und beispielsweise in Form eines Crown Jobs nachts ausgeführt werden, um den unkontrollierten Abbruch der Anwendung zu verhindern.

Ein weiteres Problem, welches sich durch die Verwendung des CoL-Web-Service ergab und leider erst im Rahmen der Testphase erkannt wurde, ist die Tatsache, dass der Web-Service keine eindeutigen IDs ausliefert. Zwar werden LSIDs über die Webseite des CoL angezeigt und JONES ET AL. (2011) demonstrieren deren erfolgreiche Implementierung, diese werden aber vom Web-Service nicht ausgeliefert (ORME ET AL., 2008). Ersatzweise wurde daher auf die Col-ID zurückgegriffen, in der logischen Annahme, dass es sich hierbei um eine feststehende ID handle. Leider war diese Annahme falsch, wie sich erst nach langer Fehlersuche und nicht nachvollziehbarem Programmverhalten zeigte. Durch einen Wechsel vom dynamischen auf den statischen Web-Service des Col (Version 2012) konnte dieses Problem behoben werden. Allerdings werden somit aktuelle Änderungen in der Taxonomie in der statischen Version der entwickelten Biodiversitätsdatenbank nicht mit vollzogen, was der ursprüngliche Grund dafür war, den dynamischen CoL-Web-Service zu verwenden. Auf das Problem fehlender eindeutiger Identifikationsnummern weist z. B. Roderic D. M. Page in seinem Blog <http://iphylo.blogspot.de/> mehrfach hin⁸⁰⁸¹. Dies betrifft u. a. auch die durch GBIF-Web-Services ausgelieferte Daten⁸².

Wie sich außerdem im Rahmen der Testphase zeigte, ist es durchaus möglich, dass die verlinkten taxonomischen Datenbanken auch für einen korrekt eingetragenen wissenschaftlichen Artnamen keinen Treffer liefern. Eine zusätzliche Komplikation liefern unsichere Synonyme sog. „ambiguous synonyms“, bei denen die Datenbanken auf mehrere synonym verwendete Taxa („accepted names“) verweisen, die jedoch von der eigentlichen Art selbst abweichen. Dieses Problem ist im Rahmen der Tests z. B. bei Fröschen (Teichfrosch - *Rana esculenta*) aufgetreten, bei denen verschiedene Arten untereinander Hybriden hervorbringen können. Schließlich kann auch der Fall auftreten, dass für eine Art gleich mehrere gültige Taxonomien durch den Col-Web-Service zurückgeliefert werden. Diese unterscheiden sich dann i. d. R. nur im Autor.

In all diesen Fällen kann der Datei-Import nicht vollautomatisch abgeschlossen werden und ein Nutzerdialog zur manuellen Korrektur, kompletten Löschung oder nutzergeführten Zuordnung der Taxonomie musste entwickelt werden. Um zu verhindern, dass einzelne Nutzer durch fehlerhafte Eintragungen die gesamte taxonomische Struktur der Datenbank gefährden, werden diese Daten jedoch in separaten Datensätzen für jeden Nutzer gespeichert. Weiterhin wurde implementiert, dass zunächst gar keine taxonomische Zuordnung einer Art erfolgen muss. Stattdessen wird als Zeichen der Unsicherheit der Fachbegriff „incertae sedis“ in die Datenbank eingetragen.

Ein weiteres taxonomisches Problem, welches im Rahmen der Testphase nicht auftrat, jedoch in der Literatur z. B. von BOYLE ET AL. (2013) beschrieben wird, sind Homonyme. Hierbei handelt es sich um identische Artnamen, welche für zwei ganz unterschiedliche Arten verwendet werden. Eine automatisierte Zuordnung ist praktisch unmöglich. Auch in diesem Fall muss der Nutzer die Zuordnung manuell treffen.

⁸⁰<http://iphylo.blogspot.de/2012/02/why-lsids-suck.html> (20.05.2013)

⁸¹<http://iphylo.blogspot.de/2013/01/idigbio-you-are-putting-identifiers-on.html> (20.05.2013)

⁸²<http://iphylo.blogspot.de/2012/07/dear-gbif-please-stop-changing.html> (20.05.2013)

6 Diskussion der Ergebnisse

Wie bereits im Rahmen der Vorstellung der Implementierung des BIS erwähnt, wurde der Umfang der Aufgabenstellung zu Beginn der Arbeit unterschätzt. Im weiteren Verlauf wurde daher beschlossen, einzelne Aspekte und Komponenten des BIS sowohl konzeptionell, als auch produktiv aus der Masterthesis herauszunehmen. In den zahlreichen Graphiken der Arbeit sind diese Komponenten der Vollständigkeit halber und um einen Eindruck vom Gesamtumfang des geplanten BIS zu erhalten, trotzdem dargestellt. Im Folgenden sollen die eingangs aufgestellten Hypothesen überprüft und einige der an die Anwendung gestellten Anforderungen hinsichtlich ihrer Umsetzung bewertet werden. Das Kapitel endet mit einem kurzen Ausblick und einigen Optimierungsvorschlägen, die im Zuge der Implementierung und Test des Systems entstanden sind.

6.1 Bewertung der Arbeitshypothesen

6.1.1 Bewertung des Datenmodells

Die erste im Abschnitt 1.7 formulierte Hypothese geht von der prinzipiellen Umsetzbarkeit eines Datenmodells aus, welches internationale Standards berücksichtigt, alle Erhebungsdaten vollständig erfasst und eine nachhaltige Nutzung sicherstellt. Diese Hypothese kann grundsätzlich als wahr beantwortet werden. Das entwickelte Datenmodell baut auf dem DwC-Schema auf und kann direkt in dieses überführt werden. Alle wesentlichen Attribute des Schemas sind im Datenmodell enthalten, auch wenn dieser keine offiziellen Pflichtfelder formuliert.

Wie sich im Rahmen der Gespräche mit drei verschiedenen Planungsbüros gezeigt hat, variiert der Umfang der Erhebungsdaten, hinsichtlich der Erhebung von Begleitinformationen erheblich und ist vom Untersuchungsanlass, der Untersuchungsart, der involvierten Behörde und dem Erfasser selbst abhängig. Das Datenmodell wurde daher so angelegt, dass alle eventuell erhobenen Daten aufgenommen und gespeichert werden können, auch wenn dies bedeutet, dass für einen Großteil der Untersuchungen die Daten in dieser Detailschärfe gar nicht vorliegen.

Die nachhaltige Nutzung wird durch die digitale, zentrale Speicherung, der bisher verteilt und teilweise analog vorliegenden Daten, in einer Datenbank ermöglicht.

6.1.2 Realisierbarkeit mit OpenSource Komponenten

Auch die zweite Hypothese kann als wahr eingestuft werden. Die Anwendung basiert vollständig auf OpenSource Technologien, welche kostenfrei zur Verfügung stehen und deren Lizenzmodelle einen kommerziellen Einsatz erlauben. Auf die verwendeten Datenquellen trifft dies nicht ganz zu, da zur Darstellung der Hintergrundkarten auf kostenpflichtige Web-Dienste des Landes zugegriffen wird. Da der ISTE diese Web Services bereits über andere Projekte finanziert, fallen für die Nutzung im BIS keine zusätzlichen Kosten an (dies gilt zumindest im Rahmen der Entwicklungs- und Testphase). Zudem ist jederzeit ein Wechsel auf z. B. Web-Services auf Basis von OpenStreetMap-Daten (OSM) möglich, welche ebenfalls kostenfrei genutzt werden können.

6.1.3 Bewertung des Erfassungskonzeptes

Die dritte Hypothese, welche von einer Erfassung der Daten durch die Planungsbüros ohne Mehraufwand ausgeht, muss leider als falsch eingestuft werden. Die entwickelte Lösung sieht eine dreistufige Erfassung mit abschließendem Dateimport vor. Die beiden ersten Erfassungsschritte wurden durch Einsatz von AJAX-Techniken und vordefinierten bzw. mit Standardwerten befüllten Feldern sowie Auswahllisten weitestgehend für eine schnelle Dateneingabe optimiert. Für die Erstellung der hochzuladenden Dateien ist allerdings das Befüllen von Templatedateien erforderlich, was innerhalb der IT-Infrastruktur der Planungsbüros erfolgen soll.

Hierdurch entsteht den Planungsbüros ein gewisser Mehraufwand, um die Daten vom eigenen Datenhaltungssystem in das spezielle Templateformat zu überführen. Es wird aber davon ausgegangen, dass durch Umstellungen und Anpassungen im Datenmanagement jedes Planungsbüros dieser, anfänglich sicherlich vorhandene, Mehraufwand deutlich reduziert werden kann. Letztendlich müssen die Rohstoffunternehmen der StEI entscheiden, ob Imagegewinn und zukünftiger Nutzung eines solchen System den Mehraufwand rechtfertigt.

6.1.4 Bewertung des Datenbereitstellungskonzeptes

Die vierte eingangs formulierte Hypothese der Förderung der Interoperabilität durch das BIS kann nur teilweise als wahr beantwortet werden. Volle Interoperabilität tritt immer dann auf, wenn Programme untereinander Informationen tauschen und deren semantischen Sinn automatisch erkennen, ohne dass von Außen eingegriffen werden muss. Das Austauschen von Information ist gleichzusetzen mit einem Im- und Export von Daten über festgelegte Schnittstellen.

Im vorliegenden Fall wurde für den Datenimport ein eigenes Schema entwickelt. Es wurde sozusagen ein eigener Standard entwickelt, welcher auch dokumentiert ist. Es wurde allerdings keine Schema-Datei entwickelt, welche global verfügbar und abrufbar wäre, um jedem Programm die semantische Bedeutung der Daten zu vermitteln. Insofern handelt es sich beim Datenimport um keine wirkliche

interoperable Funktion. Der interoperable Datenimport von Dateien im DwC-Format, welcher theoretisch auch möglich wäre, wurde als nicht praktikabel (fehlende Erstellungsmöglichkeiten seitens der Planungsbüros) verworfen.

Der interoperable Export von XML-Dateien im DwC-Format oder gar die Auslieferung in Form eines RESTful Web Services ist theoretisch möglich, konnte jedoch aus Zeitgründen nicht mehr umgesetzt werden. Mit Hilfe des OGC WFS-Dienstes konnte eine teilweise interoperable Datenbereitstellungsvariante implementiert werden. Leider handelt es sich auch hierbei um keine vollständig interoperable Lösung. Hierfür wäre ein geeignetes GML-Schema zum Transport der geometrischen und semantischen Information erforderlich. Das OGC stellt solch ein spezielles GML-Schema für Artbeobachtungsdaten jedoch nicht zur Verfügung. Aus diesem Grund verwendet jedes Softwareprojekt im Bereich der Biodiversitätsinformatik sein eigenes GML-Schema (wie auch das BIS). Wirkliche Interoperabilität kann so nicht entstehen (TORRE ET AL., 2007). Gleiches gilt für die Einbindung externer OGC-Services z. B. der GBIF in den WebGIS-Client, was aus Zeitgründen jedoch ebenfalls nicht mehr implementiert werden konnte.

Trotzdem wurde alleine schon aufgrund der Tatsache, dass die Daten zukünftig in einem einheitlichen Datenmodell digital und zentral in der Biodiversitätsdatenbank vorliegen, ein gewisser Fortschritt hinsichtlich der interoperablen Nutzung der Daten erzielt und die wesentliche Voraussetzung für interoperable Anwendungen geschaffen.

Anzumerken ist noch, dass die jetzige Implementierung der WFS-Dienste auf eine interne Verwendung abzielt. Für eine externe Verwendung sind die, dem WFS zugrunde liegenden Views geringfügig anzupassen und um die Filterung nach dem Kriterium Verwendungszweck (*data_access_rights*) intern/öffentlich (auf Untersuchungsebene) zu ergänzen.

6.1.5 Beurteilung des Mehrwertes durch Nutzung externer Web-Dienste

Die fünfte Hypothese zielt auf den Mehrwert ab, den die Nutzung externer Web-Services zur Qualitätssicherung und Informationsbeschaffung verspricht. Diese Hypothese kann klar als wahr bewertet werden. Durch die Einbindung der taxonomischen Web-Services können die von den Planungsbüros verwendeten Artnamen überprüft, weitestgehend automatisch korrigiert und vollständig automatisiert um den gesamten übergeordneten Taxonomiebaum ergänzt werden. Die Prüfung und Korrektur von Synonymnamen ist ebenfalls möglich. Parallel bringt der Einsatz von Web-Services jedoch auch einige Nachteile mit, im Falle, dass diese nicht zuverlässig arbeiten (s. hierzu Abschnitt 5.3).

Weiterhin musste nach ausgiebiger Recherche und Anfragen z. B. beim BfN festgestellt werden, dass viele durchaus sinnvolle Web-Services sich derzeit noch im Planungsstadium befinden oder gar nicht existieren. Der Mehrwert der durch die Nutzung externer Web Services im BIS erzielt werden könnte, wäre sonst noch deutlich größer. Beispielweise wäre eine automatisierte Lösung zur Feststellung des Schutzstatus der Arten, aufgrund des dynamischen Charakters der Artenschutzlisten interessant. Da kein entsprechender Web Service verfügbar ist, müssen die statischen Daten in Form von lokalen

Kopien in der Biodiversitätsdatenbank abgelegt werden. Durch die feste Integration der Daten entsteht ein zusätzlicher Aufwand für die Nachführung von Änderungen und Aktualisierungen, die manuell in die lokale Datenbasis eingepflegt werden müssen. Die wesentlich elegantere Lösung wäre natürlich die Nutzung eines Web-Services.

6.1.6 Generalisierung von Punktdaten

Die letzte Hypothese betrifft die Darstellung von Artverbreitungskarten. Hier gilt es zwei Aspekte zu beachten. Zum einen ist die rein technische Umsetzung der Generalisierung der Punktdaten zu Flächendaten und deren Darstellung auf Basis der Blattschnitte der TK gelungen. Auf diese Weise können Artverbreitungskarten für BW aus den Biodiversitätsdaten im BIS erzeugt werden. Auch für die Einarbeitung der zeitlichen Information wurde eine technische Lösung gefunden, so dass eine raum-zeitliche Darstellung der Entwicklung möglich ist.

Andererseits ist es fraglich, ob diese Darstellungsart auch fachlich sinnvoll ist. Das größte Problem ist die zugrunde liegende Datenbasis der Artverbreitungskarten. Es handelt sich nicht um gleichmäßig verteilte, das gesamte Bundesland abdeckende Untersuchungsergebnisse, sondern um räumlich stark gewichtete und auf wenige Punkte beschränkte Daten in Abbaustätten der StEI. Zudem können sich die Untersuchungen stark voneinander unterscheiden, die Erhebungstiefe ist daher nicht überall gleich. Weitere Punkte werden bei der Überprüfung der Anforderungen weiter unten diskutiert. Räumliche Verbindungen der einzelnen Artvorkommen in verschiedenen Abbaustätten sind daher nicht zulässig. Die visualisierten Artverbreitungskarten stellen aus den genannten Gründen allenfalls Anhaltspunkte für die Verbreitung einer Art dar.

6.2 Nicht umgesetzte Anforderungen

6.2.1 Berücksichtigung der Dynamik der Abbaustätte

Innerhalb der derzeit existierenden Lösung zur raum-zeitlichen Darstellung der Beobachtungsdaten wird die Dynamik einer Abbaustätte und damit die Dynamik der Biodiversität nicht erfasst. D.h. die den Untersuchungen zugrunde liegenden Flächentypen, welche den fortschreitenden Abbau bzw. die Stilllegung von ehemaligen Abbaubereichen kennzeichnen, werden in den SQL-Abfragen nicht berücksichtigt. In die Kartendarstellung gehen derzeit alle verfügbaren Artbeobachtungen ein. Dies hat mehrere Gründe.

Da nicht geplant ist, historische Daten in die Biodiversitätsdatenbank einzupflegen und sich das System erst im Laufe der Jahre mit Daten füllen muss, bestand nicht die Notwendigkeit diese wichtige Anforderung sofort umzusetzen. Die Priorität lag in erster Linie darauf, überhaupt Daten in das System zu bekommen.

Um die Dynamik der Biodiversität in der Abbaustätte wiedergeben zu können, reicht die alleinige Berücksichtigung des Flächentyps zudem nicht aus. So ist z. B. alleine aufgrund der Tatsache, dass es sich um eine Vorhabensfläche handelt, noch nicht klar, ab wann die dort nachgewiesenen Arten dem Abbau zum Opfer fallen. Aufgrund der Länge von Genehmigungsverfahren kann dies nach einem Jahr, nach fünf oder aber erst nach zehn Jahren der Fall sein. In einer SQL-Abfrage müsste aber ein fester Wert eingegeben werden, um festzulegen, wieviele Jahre vor und nach dem Beobachtungsdatum die Artbeobachtung Gültigkeit hat. Das Attribut Flächentyp kann also allenfalls informativen Charakter (bei Betrachtung der Punktdaten) haben, es sollten jedoch keine Artbeobachtungen aufgrund des Flächentyps von der Auswertung/Visualisierung ausgeschlossen werden.

Viel aussagekräftiger und eindeutiger wären hier enge zeitliche Untersuchungs raster (Monitoringprogramme) im Abstand von wenigen Jahren. Für eine Darstellung der raum-zeitlichen Artverbreitung könnten die Artbeobachtungen z. B. in 5-Jahres-Zeiträumen kumuliert werden.

6.2.2 Quantitative Ermittlung der Biodiversität

Zur Quantifizierung der Biodiversität sind in der Anforderungsanalyse einige Ansätze beschrieben. Das entwickelte Datenmodell der Biodiversitätsdatenbank lässt die genannten Berechnungen zu (Summe der Einzelbeobachtungen je Art pro Abbaustätte sowie Summe aller unterschiedlichen Taxa (auf Artniveau) aus Einzelbeobachtungen), im Rahmen der Entwicklung des Prototypen wurde aber auf eine Umsetzung verzichtet.

Zudem ist mit der Gesamtzahl geschützter Arten je Abbaustätte derzeit ein wichtiger Wert nicht automatisiert verfügbar/berechenbar, da entsprechende Web-Services fehlen. Eine Möglichkeit diese Daten trotzdem automatisiert einzubinden, wird in Abschnitt 6.3 besprochen.

Die Vergleichbarkeit zwischen den Standorten wird jedoch immer problematisch sein, da die Datenaufnahme und der Untersuchungsumfang und -aufwand zu heterogen sind (MAGURRAN & MCGILL, 2011). Größere Abbaustätten werden aufgrund der Maßstabsabhängigkeit der Biodiversität i. d. R. höhere Biodiversitätswerte erreichen (GASTON, 2004). Die Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren für die StEI zielt auf diese Problematik ab.

6.2.3 Performance Aspekte

Im Rahmen der Testphase wurden bei zwei Komponenten Performance-Schwächen festgestellt. Zum einen handelt es sich um das Daten-Import Modul und im anderen Fall um die Visualisierung der Beobachtungen als Punktdaten. Zu ersterem wurden bereits im Rahmen der Vorstellung der Testergebnisse (vgl. Abschnitt 5.3) die Ursachen und Optimierungsmöglichkeiten diskutiert.

Das Problem bei der Visualisierung der vom WFS-Dienst gelieferten Punktdaten liegt in den großen Datenmengen, die der Dienst ausliefern muss, was zu längeren Ladezeiten der Karte führt. Bereits bei

der Auslieferung von wenigen tausend Artbeobachtungspunkten summieren sich die zu übertragende Datenmenge auf mehrere Megabyte. Erschwerend kommt hinzu, dass der Browser bei einem derartig großen DOM ebenfalls erhebliche Leistungsressourcen für die Darstellung der Daten benötigt. Dies beginnt bereits ab einer darzustellenden Datenmenge von ca. 1 000 Punkten.

Verschiedene Maßnahmen wurden im Rahmen der Optimierungsphase getestet, um die Darstellung zu beschleunigen:

1. Clusterung der Daten verbessert die Darstellungsgeschwindigkeit, da das Rendering weniger Punkte umfasst. Die zu übertragenden Datenmengen bleiben jedoch gleich.
2. Verwendung einer Obergrenze für die vom WFS zu übertragenden Geometrieobjekte pro Request. Dies führt zwar zu deutlichen Performancegewinnen bzgl. Datenübertragung und Darstellung, ist jedoch keine akzeptable Lösung, da die Daten abgeschnitten werden.
3. Darstellung der Daten erst ab einer bestimmten Zoomstufe. Diese Variante stellt eine effektive Möglichkeit dar, die Performance zu erhöhen. Nachteilig ist, dass beim Heraus-Zoomen die Beobachtungspunkte wieder verschwinden und die Orientierung dadurch erschwert wird. Vergleiche über größere Entfernungen sind nicht möglich.

Im Rahmen der weiteren Entwicklung des Projektes ist zu überlegen, ob für die Datenvisualisierung anstatt eines WFS-Dienstes ein WMS-Dienst implementiert wird, um die Performanceprobleme zu umgehen. Die ausgelieferte Datenmenge würde in diesem Fall kaum von der Anzahl an darzustellenden Beobachtungen abhängen, da nicht die Vektorgeometrien selbst, sondern nur ein Bild (JPG, PNG) ausgeliefert werden würde. Das rechenintensive Rendering würde auf den Server ausgelagert, welcher je nach Größe der Datenbank zukünftig gegebenenfalls durch eine leistungsfähigere Hardware ersetzt werden müsste. Mit Hilfe von sog. *Styled Layer Descriptor*-Profilen wäre auch die Verwendung des Filter Encoding für WMS-Dienste möglich.

6.3 Ausblick

Wie gezeigt werden konnte, handelt es sich bei dem vorgestellten Biodiversitätsinformationssystem um eine sehr komplexe Anwendung. Mit der Programmierung eines Prototypen konnte die prinzipielle Machbarkeit des Systemkonzeptes nachgewiesen werden, es sind aber noch viel Fragen offen geblieben. Für zahlreiche Komponenten muss eine technische Lösung erst noch entwickelt werden.

Die wichtigsten Komponenten, die Daten selbst, müssen allerdings von den Rohstoffunternehmen der StEI, als Auftraggeber der Planungsbüros, geliefert werden. Daher wird der Schlüssel zum Erfolg des gesamten Projektes auch beim Daten-Import liegen. Nur wenn es gelingt diesen ohne weitergehenden Nutzereingriff und vollkommen stabil zu implementieren, wird sich der Mehraufwand für die Planungsbüros in Grenzen halten und die Industrie bereit sein, diesen zu tragen und ihre Daten zur Verfügung zu stellen.

Sind die Biodiversitätsdaten erst einmal in das BIS integriert, werden sich schnell weitere interessante Anwendungsfälle ergeben. Erweiterungen sind keine Grenzen gesetzt. Reichlich Anhaltspunkte für Zusatzfunktionalitäten bietet die erstellte Analyse der aktuellen internationalen Biodiversitäts-Webprojekte. Die entwickelte Systemarchitektur sollte ein solides Fundament für diese Erweiterungen bilden.

Literaturverzeichnis

- Andrian-Werburg, F., Boldt, S., Bolz, D., Kalusche, J., Mahn, D., Wolf-Roth, S., & Stöckel, S. (2011). *Leitfaden für die artenschutzrechtliche Prüfung in Hessen*. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 2. Ausgabe, S. 122.
- Belbin, L. (2011). The Atlas of Living Australia's Spatial Portal. In: *Proceedings of the Environmental Information Management Conference 2011 (EIM2011)*, S. 39–43. University of California.
- Berendsohn, W. G. (2001). *Biodiversity Informatics*. <http://www.bgbm.org/BioDivInf/def-e.htm>.
- Berendsohn, W. G., Güntsch, A., Hoffmann, N., Kohlbecker, A., Luther, K., & Müller, A. (2011). *Biodiversity information platforms: From standards to interoperability*. *ZooKeys*, 87(150):71–87.
- Bernstein, M. & Robertson, S. (2002). *Zope Bible*. Hungry Minds Inc., New York, S. 649.
- Bisby, F. (2000). *The Quiet Revolution: Biodiversity Informatics and the Internet*. *Science*, 289(5488):2309–2312.
- BMU (2007). *Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin, 3. Ausgabe, S. 178.
- Bowker, G. C. (2000). *Mapping biodiversity*. *International Journal of Geographical Information Science*, 14(8):739–754.
- Boyle, B., Hopkins, N., Lu, Z., Raygoza Garay, J. A., Mozzherin, D., Rees, T., Matasci, N., Narro, M. L., Piel, W. H., McKay, S. J., Lowry, S., Freeland, C., Peet, R. K., & Enquist, B. J. (2013). *The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names*. *BMC bioinformatics*, 14(1):16.
- Brinkhoff, T. (2007). *Open-Source-Geodatenbanksysteme*. *Datenbank-Spektrum*, 22:37–43.
- Bunderepublik Deutschland (2009). *Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege (BNatSchG 2009)*. *Bundesgesetzblatt*, Jg. 2009(51):2542–2579.
- Canhos, V., Souza, S., Giovanni, R., & Canhos, D. A. L. (2004). *Global Biodiversity Informatics: setting the scene for a new world of ecological forecasting*. *Biodiversity Informatics*, 1:1–13.

- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). *Biodiversity loss and its impact on humanity*. *Nature*, 486(7401):59–67.
- Chavan, V. S., Rane, N., & Aparna, W. (2005). *Resolving taxonomic discrepancies: Role of Electronic Catalogues of Known Organisms*. *Biodiversity informatics*, 2:70–78.
- Chen, P. P. (1976). *The entity-relationship model - toward a unified view of data*. *ACM Trans. Database Syst.*, 1(1):9–36.
- CM (2012). *Vegetationskontrolle bei der Grob Kies AG, Lichtenberg: Ökomonitoring in Kiesgruben*. FSKB aktuell 05/2012, S. 5–7.
- Costello, M. J., May, R. M., & Stork, N. E. (2013). *Can we name Earth's species before they go extinct?* *Science (New York, N.Y.)*, 339(6118):413–6.
- Davis, S. (2007). *GIS For Web Developers: Adding Where to Your Web Applications*. The Pragmatic Programmers LLC., Raleigh, Dallas, S. 262.
- Downey, A. (2008). *Think Python - How to Think Like a Computer Scientist*. Green Tea Press, Needham, 1.1.19 Ausgabe, S. 236.
- Duckworth, W., Genoways, H., & Rose, C. (1993). *Preserving Natural Science Collections: Chronicle of our environmental heritage*. National Institute for the Conservation of Cultural Property, Washington, DC.
- Dyke, F. V. (2008). *Conservation biology: foundations, concepts, applications*. Springer Science + Business Media B.V., Illinois, 2. Ausgabe, S. 477.
- ESRI (1998). *ESRI Shapefile Technical Description*. Environmental Science and Research Institute, Redlands, S. 34.
- Franz, N. M. & Peet, R. K. (2009). *Perspectives: Towards a language for mapping relationships among taxonomic concepts*. *Systematics and Biodiversity*, 7(1):5–20.
- Gaston, Kevin J Spicer, J. (2004). *Biodiversity an introduction*, Band 2. Blackwell Publishing, Oxford, S. 207.
- GBIF (2010). *Darwin Core Archive: How-To Guide*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Copenhagen, vers. 1.0 Ausgabe, S. 21.
- GBIF (2011a). *Create your own Darwin Core Archive: Step-by-Step Guide*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Copenhagen, 1.0 Ausgabe, S. 8.
- GBIF (2011b). *Darwin Core Quick Reference Guide, Version 1.2*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Copenhagen, S. 41.

- GBIF (2011c). *Publishing Species Checklists - Complete Guide*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Copenhagen, version 2 Ausgabe, S. 53.
- Gerstgraser, C. (2008). *Umsetzung der Kompetenzmaßnahmen für die Inanspruchnahme eines FFH Gebietes durch den Braunkohletagebau Cottbus-Nord*. Bergbau 08/2008, S. 373–377.
- Gilcher, S. (1995). *Lebensraumtyp Steinbrüche - Landschaftspflegekonzept Bayern II/17*. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München, S. 176.
- Hansen, D. T., Singhroy, V. H., Pierce, R. R., & Johnson, A. I. (2003). *Spatial Methods for Solutions of Environmental and Hydrological Problems - Science, Policy and Standardization, ASTM STP 1420*. ASTM International, West Conshohocken, S. 176.
- Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., & Shaw, P. (2005). *Handbook of Biodiversity Methods - Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge University Press, New York, S. 589.
- Hörtzsch, M. & Rapko, A. (2003). *Content Management und Zope*. mitp-Verlag, Bonn, 1. Aufl. Ausgabe, S. 413.
- Howe, J. (2006). *The Rise of Crowdsourcing*. Wired Magazine, 14(6).
- ISO (2006). *ISO 9241-110: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability*. International Organization for Standardization (ISO), Genf.
- ISTE (2005). *Satzung des Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V. (ISTE)*. Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V., Stuttgart, S. 11.
- Jones, A., Xu, X., Pittas, N., Gray, W., Fiddian, N., White, R. J., Robinson, J. G., Bisby, F., & Brandt, S. (2000). *SPICE: a flexible architecture for integrating autonomous databases to comprise a distributed catalogue of life*. Database and Expert Systems Applications, Lecture Notes in Computer Science, 1873:981–992.
- Jones, A. C., White, R. J., & Orme, E. R. (2011). *Identifying and relating biological concepts in the Catalogue of Life*. Journal of biomedical semantics, 2(1):7.
- Kaiser, P. & Ernesti, J. (2008). *Python - Das umfassende Handbuch - Aktuell zu Python 2.5*. Galileo Press GmbH, Bonn, S. 819.
- Kastner, N. (2006). *Entwicklung eines Konvertierungswerkzeugs zur Übernahme von Daten der § 24a-Biotopkartierung in das Arteninformationssystem (ARTIS) und Aufbau eines Internet-Kartendienstes zur Visualisierung der Artenfunde*. Diplomarbeit, Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft.

- Kiemstedt, H., Ott, S., & Mönnecke, M. (1996a). *Methodik der Eingriffsregelung - Gutachten zur Methodik der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft, zur Bemessung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie von Ausgleichszahlungen - Teil II: Analyse*. Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover, Stuttgart, S. 116.
- Kiemstedt, H., Ott, S., & Mönnecke, M. (1996b). *Methodik der Eingriffsregelung - Gutachten zur Methodik der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft, zur Bemessung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie von Ausgleichszahlungen - Teil III: Vorschläge zur bundesein*. Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover, Stuttgart, S. 178.
- Kleuker, S. (2011). *Grundkurs Datenbankentwicklung - Von der Anforderungsanalyse zur komplexen Datenbankabfrage*. Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2. Ausgabe, S. 310.
- Kohlstock, P. (2011). *Topographie: Methoden und Modelle der Landesaufnahme*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York, S. 217.
- Kroppla, B. (2005). *Beginning MapServer - Open Source GIS Development*. Apress, Berkeley, S. 427.
- Leadley, P., Pereira, H., Alkemade, R., Fernandez-Manjarrés, J., Proença, V., Scharlemann, J., & Walpole, M. (2010). *Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services: A Technical Report for the Global Biodiversity Outlook 3, CBD Technical Series no. 50*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD), Montreal, S. 132.
- LFU (1997). *Leitfaden für die Eingriffs- und Ausgleichsbewertung bei Abbauvorhaben*. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Fachdienst Naturschutz, Karlsruhe, S. 42.
- Louis, H. W. (2010). *Das neue Bundesnaturschutzgesetz*. *Natur und Recht*, 32(2):77–89.
- LUBW (2006a). *Benutzerhandbuch zum Artenerfassungsprogramm, Version 2.01*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, S. 35.
- LUBW (2006b). *Naturschutz-Info 2/2006 und 3/2006: Schwerpunktthema - Artenschutz in der Planung*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, S. 116.
- LUBW (2009). *Arten, Biotope, Landschaft - Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 4. Ausgabe, S. 314.
- LUBW (2011). *Kartieranleitung FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen Baden-Württemberg*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 7. Ausgabe, S. 183.

- Maciaszek, L. A. (2007). *Requirements Analysis and System Design*. Pearson Education Limited, Essex, 3. Ausgabe, S. 612.
- Maclaurin, J. & Sterelny, K. (2008). *What is biodiversity?* The University of Chicago Press, Chicago and London, S. 231.
- Maddison, D. R., Schulz, K.-S., & Maddison, W. P. (2007). *The Tree of Life Web Project*. Zhang, Z.-Q. & Shear, W.A., eds. Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa* 1668:1-766, 40:19–40.
- Magurran, A. & McGill, B. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press Inc., Oxford, New York, S. 359.
- Meynen, E. (1962). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands - 2. Band*. Bundesanstalt für Landeskunde, Bad Godesberg, S. 1339.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, S. 100.
- Mitchell, T., Emde, A., & Christl, A. (2008). *Web Mapping mit Open Source-GIS-Tools*. O'Reilly Verlag, Köln, 1. Ausgabe, S. 454.
- Morris, P. J. (2005). *Relational Database Design and Implementation for Biodiversity Informatics*. *PhyloInformatics*, 7:1–66.
- Muller, R. J. (1999). *Database Design for Smarties - Using UML for Data Modeling*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, S. 442.
- NABU, ISTE, & IG BAU (2012). *Nachhaltige Rohstoffnutzung in Baden-Württemberg*. Steine- und Erden Servicegesellschaft SES GmbH, Ostfildern, S. 16.
- Neale, S., Pullan, M., & Watson, M. (2007). *Online Biodiversity Resources-Principles for Usability*. *Biodiversity Informatics*, 4:27–36.
- Nicolay, H. & Nicolay, G. (2012). *Amphibienarchen bestehen erste Bewährungsprobe*. Steinbruch und Sandgrube 06/2012, S. 50–52.
- Open Geospatial Consortium Inc. (2001). *OGC 02-059: Filter Encoding Implementation Specification, OpenGIS Implementation Specification*. Open Geospatial Consortium Inc., 1.0.0 Ausgabe, S. 32.
- Open Geospatial Consortium Inc. (2005). *OGC 04-094: Web feature service implementation specification, OpenGIS Implementation Specification*. Open Geospatial Consortium Inc., 1.1.0 Ausgabe, S. 131.
- Open Geospatial Consortium Inc. (2006). *OGC 06-042: OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, OpenGIS Implementation Specification*. Open Geospatial Consortium Inc., 1.3.0 Ausgabe, S. 85.

- Open Geospatial Consortium Inc. (2010a). *OGC 09-025r1: OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard, OpenGIS Implementation Standard*. Open Geospatial Consortium Inc., 2.0.0 Ausgabe, S. 239.
- Open Geospatial Consortium Inc. (2010b). *OGC 09-026r1 and ISO 19143:2010(E): OpenGIS Filter 2.0 Encoding Standard*. Open Geospatial Consortium Inc., 2.0.0 Ausgabe, S. 90.
- Orme, E. R., Jones, A. C., & White, R. J. (2008). LSID Deployment in the Catalogue of Life. In: *BNCOD 2008 Biodiversity Informatics Workshop, Cardiff University, 10th July 2008*, S. 9, Cardiff. Cardiff University.
- Page, R. D. M. (2006). *Taxonomic names, metadata, and the Semantic Web*. Biodiversity Informatics, 3:1–15.
- Page, R. D. M. (2008). *Biodiversity informatics: the challenge of linking data and the role of shared identifiers*. Briefings in bioinformatics, 9(5):345–54.
- Page, R. D. M. (2009). *Wikispecies is not a database*. <http://iphylo.blogspot.de/2009/08/wikispecies-is-not-database.html>.
- Page, R. D. M. (2012). *Linking NCBI taxonomy to GBIF*. <http://iphylo.blogspot.de/2012/06/linking-ncbi-taxonomy-to-gbif.html>.
- Papula, L. (2009). *Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 10. Ausgabe, S. 540.
- Pesch, B. (2004). *Bestimmung der Messunsicherheit nach GUM*. Books on Demand GmbH, Norders-
tedt, S. 315.
- Pilgrim, M. (2004). *Dive Into Python*. Mark Pilgrim, <http://diveintopython.org/>, S. 327.
- Powell, G. (2006). *Beginning Database Design*. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, S. 496.
- Rademacher, M. (2001). *Untersuchungen zur Vegetationsdynamik anthropogener Kiesflächen am Oberrhein unter Berücksichtigung landschaftsökologischer und naturschutzfachlicher Belange*. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br.
- Rademacher, M. & Tränkle, U. (2006). *Optimising the balance between quarrying and nature conservation*. Mining Environmental Management 10/2006, S. 16–18.
- Rohrmoser, D. (2010a). *Artenkataster Hamburg*. WhereGroup Infobrief 02/2010, S. 8–10.
- Rohrmoser, D. (2010b). *Webbasierte Erfassung von Tierartenvorkommen unter Verwendung von Open Source Software*. In: *FOSSGIS 2010*, Band 1, S. 2. FOSSGIS.
- SCBD (2007). *Guide to the global taxonomy initiative, CBD Technical Series no. 30*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD), Montréal, S. 195.

- Schaefer, M. (1992). *Ökologie - Wörterbücher der Biologie*. Spektrum Akademischer Verlag, Jena, 3. Auflage Ausgabe, S. 433.
- Schaltegger, S. & Beständig, U. (2010). *Handbuch Biodiversitätsmanagement - Ein Leitfaden für die betriebliche Praxis*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin, S. 62.
- Schiel, F.-J. & Rademacher, M. (2008). *Artenvielfalt und Sukzession in einer Kiesgrube südlich Karlsruhe - Ergebnisse des Biotopmonitoring zum Naturschutzgebiet Kiesgrube am Hardtwald Durmersheim*. Naturschutz und Landschaftsplanung, 40(3):87–94.
- Schukraft, A. & Lenz, R. (2005). *Geoinformationssysteme - Leitfaden zur Datenqualität für Planungsbüros und Behörden*. Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., München, S. 48.
- Sherman, G. E. (2008). *Desktop GIS - Mapping the Planet with Open Source Tools*. The Pragmatic Programmers LLC., Raleigh, Dallas, S. 358.
- Sieb-Puchelt, P. (2011). *Mündliche Mitteilung*.
- Spang, W. & Krakow, L. (2007). *Aktuelle gesetzliche Änderungen und deren Konsequenzen für Genehmigungsverfahren der Rohstoffgewinnung*. ZI Ziegelindustrie International, S. 36–42.
- Ssymank, A. (1994). *Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und FFH-Richtlinie der EU*. Natur und Landschaft, 69(9):395–406.
- Staatliche Geologische Dienste der Bundesrepublik Deutschland (2008). *Rohstoffsicherung in der Bundesrepublik Deutschland - Zustandsbericht*. Staatliche Geologische Dienste der Bundesrepublik Deutschland, Berlin, S. 103.
- Stadler, J. & Korn, H. (2008). *Das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt. Auf dem Weg zur 9. Vertragsstaatenkonferenz in Deutschland*. Natur und Landschaft 01/2008, S. 2–6.
- Stein, B. R. & Wicczorek, J. (2004). *Mammals of the world: MaNIS as an example of data integration in a distributed network environment*. Biodiversity Informatics, 1:14–22.
- Stiftung Natur und Umwelt RP (2012). *Citizen Science - elektronische Qualitätssicherung von ehrenamtlichen Daten zu Tieren und Pflanzen*.
- Symes, C. (2010). *Boosting biodiversity*. Aggregates Business Europe 01/2010, S. 24.
- Tann, J. & Flemons, P. (2008). *Review of online and desktop tools for the ALA*. Atlas of Living Australia (ALA), Canberra, 2 Ausgabe, S. 319.
- TEEB (2010). *TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity Report for Business - Executive Summary*. Progress Press, Malta, S. 28.
- The MapServer Team (2013). *MapServer Documentation, Release 6.2.1*. Regents of the University of Minnesota, available at: <http://mapserver.org/MapServer.pdf>, S. 758.

- Thompson, F. C. (1996). *Names: The keys to Biodiversity*. In: Reaka-Kudla, M. L.; Wilson, D. E. & Wilson, E. O. (eds.), *Biodiversity II*. J. Henry Press, Washington, DC, S. 199–211.
- Torre, J. D., Sutton, T., Meganck, B., Vieglais, D., Stewart, A., & Brewer, P. (2007). *BioGeoSDI workshop - GeoInteroperability Testbed Pilot Project, Version 0.6*, Band 2007. Taxonomic Database Working Group (TDWG), Campinas, Brazil, S. 12.
- Townsend, C., Begon, M., & Harper, J. (2009). *Ökologie, Übersetzung der 3. englischen Auflage*. Springer, Heidelberg, 2. Ausgabe, S. 628.
- Tränkle, U. (1997). *Vergleichende Untersuchungen zur Sukzession von Steinbrüchen und neue Ansätze für eine standorts- und naturschutzgerechte Renaturierung*. Steinbrüche und Naturschutz - Sukzession und Renaturierung, S. 1–327.
- Tränkle, U. (2012a). *Freiwillige Biodiversitätsindikatoren für die Steine und Erden-Industrie, MIRO Informationsblatt*. Bundesverband Mineralischer Rohstoffe e.V. (MIRO), Köln, S. 4.
- Tränkle, U. (2012b). *Mündliche Auskunft*.
- Tränkle, U., Offenwanger, H., Röhl, M., Hübner, F., Poschlod, P., & Basten, M. (2003). *Naturschutz und Zementindustrie - Projektteil 2: Literaturstudie*. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, S. 112.
- Tränkle, U., Offenwanger, H., Schuler, A., Rademacher, M., Röhl, M., Steimle, B., & Hübner, F. (2008). *Nachhaltigkeitsindikatoren für ein integriertes Rohstoff- und Naturschutzmanagement: Pilotprojekt im Zementwerk Schelklingen - Projektergebnisse - August 2008*. HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. Rohstoff- und Naturschutzmanagement Projekt-Gesellschaft bR, Leimen, S. 219.
- Tränkle, U., Poschlod, P., & Kohler, A. (1992). *Steinbrüche und Naturschutz: Vegetationskundliche Grundlagen zur Schaffung von Entwicklungskonzepten in Materialentnahmestellen am Beispiel von Steinbrüchen*. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LFU), Karlsruhe, S. 133.
- Tränkle, U. & Röhl, M. (2001). *Naturschutz und Zementindustrie Projektteil 1: Auswertung einer Umfrage*. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, S. 24.
- Trautner, J. (2003). *Biodiversitätsaspekte in der UVP mit Schwerpunkt auf der Komponente Artenvielfalt*. UVP-report, 17((3+4)):155–163.
- Ullenboom, C. (2012). *Java 7 - Mehr als eine Insel*. Galileo Press GmbH, Bonn, S. 1433.
- United Nations (2001). *Convention on biological diversity (with annexes)*. Treaty series: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations, 1760(No. 30619):79–308.

- UVM (2010). *Verordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über die Anerkennung und Anrechnung vorzeitig durchgeführter Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffsfolgen (Ökokonto-Verordnung - ÖKVO)*. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (UVM), Stuttgart, S. 77.
- Warmerdam, F. (2008). *The Geospatial Data Abstraction Library*. In: Hall, G. & Leahy, M., *Open Source Approaches in Spatial Data Handling SE - 5*, Band 2 of *Advances in Geographic Information Science*, S. 87–104. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Watermann, J. (2010). *PostgreSQL - Installation, Grundlagen, Praxis*. Galileo Press GmbH, Bonn, 1. auflage Ausgabe, S. 438.
- Whittaker, R. H. (1972). *Evolution and measurement of species diversity*. *Taxon*, 21(2/3):213–251.
- Wieczorek, J., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T., & Vieglais, D. (2009). *Darwin Core*.
- Wilson, E. O. (2003). *The encyclopedia of life*. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(2):77–80.

Anhang

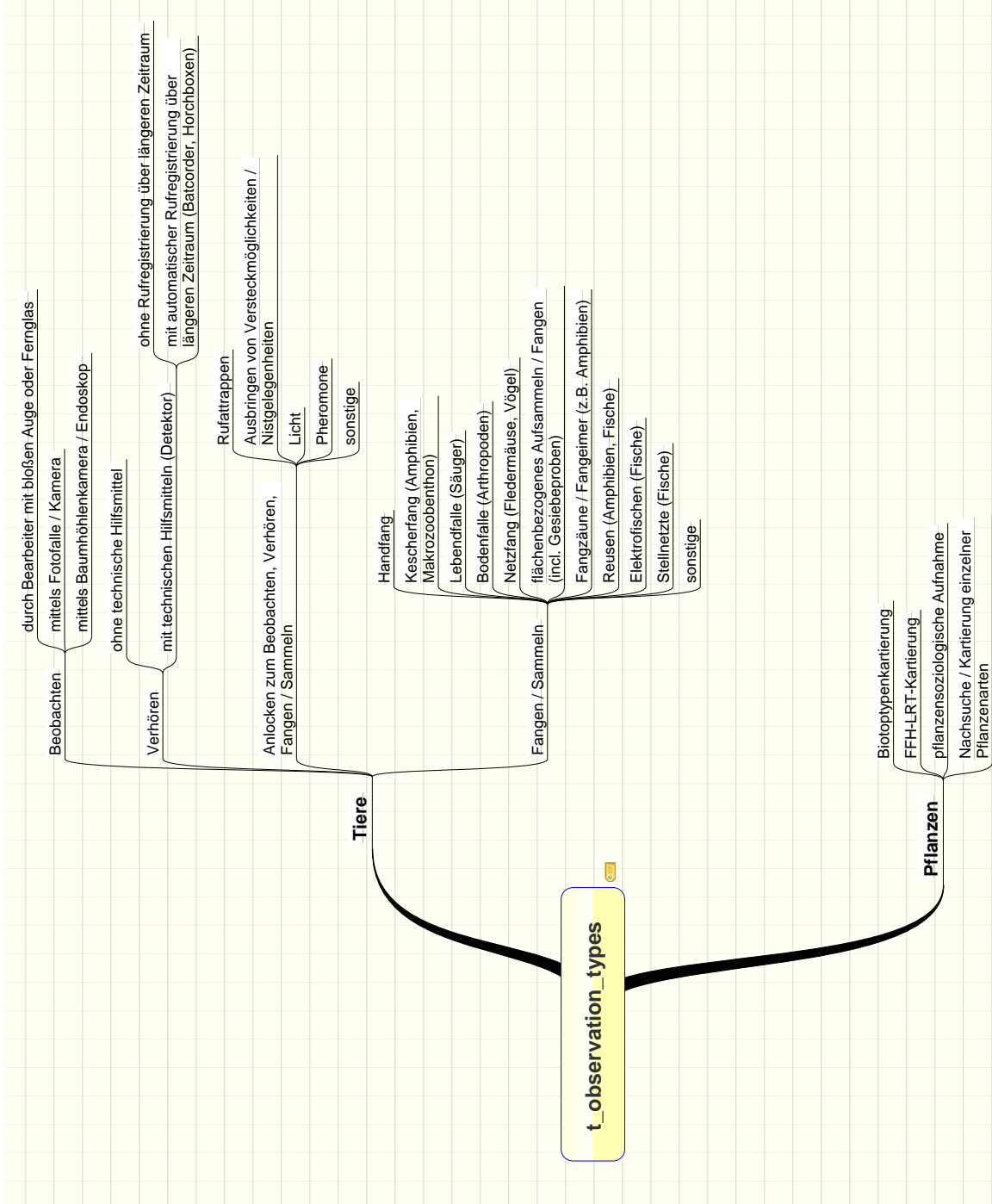


Abb. A.1: Hierarchisch geordnete Darstellung der Untersuchungsmethoden

Field	Attributwert/ Beschreibung	Bedeutung für BIS	Dateneingabe	Pflichtfeld	Beispiel für Attributwert
Record-level Terms					
Übergeordnete Informationen, die für jeden Datensatz gelten, unabhängig von Art der Daten					
dcterms:type	PhysicalObject, StillImage, MovingImage, Sound, Even	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dcterms:type=Event
dcterms:modified	Datum der jüngsten Veränderung des Datensatzes: encoding scheme such as ISO 8601:2004(E)	hoch	automatisiert	x	dcterms:modified=2009-02-17T07:33:04Z
dcterms:language	Sprache: controlled vocabulary such as RFC 4646	hoch	automatisiert	x	
dcterms:rights	Rechte	hoch	1x je Geländeaufnahme		
dcterms:rightsHolder	Rechteinhaber	hoch	1x je Geländeaufnahme		
dcterms:accessRights	Zugriffsrechte	hoch	1x je Geländeaufnahme		
dcterms:bibliographicCitation	Zitat	gering			
institutionID	Id des Museums das Exemplar verwahrt	gering			
collectionID	Id des Mustere exemplars in Sammlung, http://www.biodiversitycollectionsindex.org/	gering			
datasetID	global unique identifier or an identifier specific to a collection	gering			
institutionCode	Name des Museums	gering			dwc:institutionCode=AUDCLO
collectionCode	Name der Sammlung	gering			dwc:collectionCode>EBIRD
datasetName	Name des Datensatzes	gering			
ownerInstitutionCode	Besitzercode	gering			
basisOfRecord	Gibt Art des Vorkommens an: Darwin Core Type Vocabulary: PreservedSpecimen, FossilSpecimen, LivingSpecimen, HumanObservation, MachineObservation, NomenclaturalChecklist, Taxon, Occurrence, Location, Event	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:basisOfRecord>HumanObservation
informationWithheld	Zusatzinformationen/Bemerkungen	mittel	manuell, 1x je Datensatz		
dataGeneralizations	Methode die zur (geographischen) Generalisierung der Daten verwendet wurde	mittel	manuell, 1x je Geländeaufnahme		
dynamicProperties	Liste: Zusatzdetailinformationen/Messungen: structured content such as key-value pairs	gering			
Occurrence					
Datensatz der das Vorkommen eines Lebewesens beschreibt					
occurrenceID	Einzigtige ID: In the absence of a persistent global unique identifier, construct one from a combination of identifiers in the record that will most closely make the occurrenceID globally unique use the form: "urn:catalog:[institutionCode]:[collectionCode]:[catalogNumber]"	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:occurrenceID=urn:catalog:AUDCLO:EBIRD:OBS64515288
catalogNumber	Einzigtige Nummer innerhalb der Sammlung	gering			
occurrenceDetails	Link zu einer möglichst ausführlichen Erklärung über das Vorkommen	gering			
occurrenceRemarks	Kommentar zum Vorkommen/zum Fundstück	gering			
recordNumber	Arbeitsnummer zum Zeitpunkt der Aufnahme	gering			
recordedBy	Liste: Namen derjenigen, die die Daten erhoben haben	hoch	manuell, 1x je Geländeaufnahme	x	
individualID	Id der Individuen, welche im Vorkommen vorhanden sind	gering			
individualCount	Anzahl der Individuen, die zum Zeitpunkt der Erhebung beobachtet wurden	mittel			dwc:individualCount>2
sex	Geschlechter der Individuen	mittel			
lifeStage	Lebensabschnitt der Individuen	mittel			
reproductiveCondition	Zustand/Chancen der Reproduktion	gering			
behavior	Verhaltensbeschreibung	gering			
establishmentMeans	Art der Erstbesiedelung	gering			
occurrenceStatus	Taxoninformation anwesend/abwesend: "present", "absent"	gering			
preparations	Liste: Präparierungs-, Konservierungsmethoden, die verwendet wurde	gering			
disposition	Aktueller Status des Objekts innerhalb der Sammlung (z.B. „missing“ oder „voucher elsewhere“)	gering			
otherCatalogNumbers	Liste: alternative/frühere Katalogbezeichnung oder Kennzeichnungsnummer	gering			
previousIdentifications	Liste: frühere Namensbezeichnung	gering			
associatedMedia	Liste: Mit Vorkommen verbundene Medienliste (publication, global unique identifier, URI)	gering			
associatedReferences	Liste: Mit Vorkommen verbundene Literaturliste (publication, bibliographic reference, global unique identifier, URI)	gering			
associatedOccurrences	Liste: Mit Vorkommen verbundene andere Vorkommen (Ids)	gering			
associatedSequences	Liste: Mit Vorkommen genetische Sequenzinformationen (publication global unique identifier, URI)	gering			
associatedTaxa	Liste: Mit Vorkommen verbundene Taxas (Id, Name)	gering			
Event					
Datensatz, der das kurzzeitige Vorkommen, zum Zeitpunkt der Aufnahme, also die Beobachtung an sich beschreibt					
eventID	Id des Events: global unique identifier or an identifier specific to the data set	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:eventID=<http://guid.mvz.org/events/2006/11/26/17
samplingProtocol	Name/Beschreibung der Methode oder des verwendeten Protokolls (Examples: "UV light trap", "mist net", "bottom trawl", "ad hoc observation", "point count", "Penguins from space: faecal stains reveal the location of emperor penguin colonies, http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00467.x ", "Takats et al. 2001. Guidelines for Nocturnal Owl Monitoring in North America. Beaverhill Bird Observatory and Bird Studies Canada, Edmonton, Alberta. 32 pp.", " http://www.bsc-eoc.org/download/Owl.pdf ")	mittel	manuell, 1x je Datensatz		dwc:samplingProtocol>area count
samplingEffort	Aufwandsbeschreibung (Zeit, Strecke)	gering			
eventDate	Aufnahmedatum/Beobachtezeitpunkt: encoding scheme, such as ISC 8601:2004(E)	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:eventDate>2006-11-26
eventTime	Aufnahmedauer/Beobachtezeitraum: encoding scheme, such as ISC 8601:2004(E)	gering			
startDayOfYear	Starttag des Ereignisses als Ganzzahl: Examples: "1" (=1 Jan)	gering			
endDayOfYear	Endtag des Ereignisses als Ganzzahl: Examples: "1" (=1 Jan)	gering			
year	Jahr des Ereignisses/der Beobachtung	gering			
month	Monat des Ereignisses/ der Beobachtung	gering			
day	Tag des Ereignisses/ Beobachtung	gering			
verbatimEventDate	Ausführliches Datum	gering			
habitat	Habitatkategorie oder Beschreibung	mittel	manuell, 1x je Datensatz		
fieldNumber	Arbeitsnummer der Beobachtung	gering			
fieldNotes	Bemerkungen bei Geländeaufnahme (Text oder Referenz)	gering			
eventRemarks	Bemerkungen zur Beobachtung	mittel	manuell, 1x je Datensatz		

Tab. A.1: Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas inkl. Bewertung - Teil A

Field	Attributwert/ Beschreibung	Bedeutung für BIS	Dateneingabe	Pflichtfeld	Beispiel für Attributwert
datums:Location					
locationID	May be a global unique identifier or an identifier specific to the data set	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:locationID>http://guid.mvz.org/sites/arg/127
higherGeographyID	Geographische Region des Fundortes (persistent identifier from a controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names)	mittel	automatisiert über Getty Webservice (kostenpflichtig), OSM ID?		
higherGeography	Liste: Geographische Namensangaben (Hierarchie, unspezifischer als Fundort)	gering			
continent	Kontinent des Fundortes: controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names or the ISO 3166 Continent code	gering			
waterBody	Meer des Fundortes: controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names	gering			
islandGroup	Inselgruppe des Fundortes: controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names	gering			
island	Insel des Fundortes: controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names	gering			
country	Land des Fundortes: controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names	hoch	automatisiert, OSM		dwc:country>Argentina
countryCode	Landescode des Fundortes: ISO 3166-1-alpha-2 country codes	hoch	automatisiert?		dwc:countryCode>AR
stateProvince	Nächste Administrative Ebene unterhalb der Landesebene (Bundesland)	hoch	automatisiert, OSM		dwc:stateProvince>Neuquén
county	Nächste Administrative Ebene unterhalb der Bundesland/Bezirksebene (Landkreis)	mittel	automatisiert, OSM		
municipality	Nächste Administrative Ebene unterhalb der Landkreisebene (Stadt Gemeinde)	mittel	automatisiert, OSM		
locality	Beschreibung der genauen Ortsangabe (This term may contain information modified from the original to correct perceived errors or standardize the description)	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:locality>Valle Limay, Estancia Rincon Grande, 48 ha area with centroid at this point
verbatimLocality	Ausführliche Beschreibung des Fundortes:	gering			
verbatimElevation	Ausführliche Beschreibung der Höhe des Fundortes (in m NN)	gering			
minimumElevationInMeters	Untere Begrenzung der Höhe (in m ü. NN)	mittel	manuell, 1x je Datensatz		
maximumElevationInMeters	Obere Begrenzung der Höhe (in m ü. NN)	mittel	manuell, 1x je Datensatz		
verbatimDepth	Ausführliche Beschreibung der Tiefe des Fundortes (in m NN)	gering			
minimumDepthInMeters	Obere Begrenzung der Tiefe (in m ü. NN)	gering			
maximumDepthInMeters	Untere Begrenzung der Tiefe (in m ü. NN)	gering			
minimumDistanceAboveSurface	Minimaler Abstand des Fundortes über/unter Referenzoberfläche (Erdoberfläche) in m (Example: 1.5 meter sediment core from the bottom of a lake (at depth 20m) at 300m elevation; VerbatimElevation: "300m" MinimumElevationInMeters: "300", MaximumElevationInMeters: "300", VerbatimDepth: "20m", MinimumDepthInMeters: "20", MaximumDepthInMeters: "20", DistanceAboveSurfaceInMetersMinimum: "0", DistanceAboveSurfaceInMetersMaximum: "-1.5")	gering			
maximumDistanceAboveSurface	Maximaler Abstand des Fundortes über/unter Referenzoberfläche (Erdoberfläche) in m (Example: 1.5 meter sediment core from the bottom of a lake (at depth 20m) at 300m elevation; VerbatimElevation: "300m" MinimumElevationInMeters: "300", MaximumElevationInMeters: "300", VerbatimDepth: "20m", MinimumDepthInMeters: "20", MaximumDepthInMeters: "20", DistanceAboveSurfaceInMetersMinimum: "0", DistanceAboveSurfaceInMetersMaximum: "-1.5")	gering			
locationAccordingTo	Quelle der Fundortinformation (Could be a publication (gazetteer), institution, or team of individuals, Example: "Getty Thesaurus of Geographic Names")	mittel	automatisiert (OSM)		
locationRemarks	Bemerkungen zum Fundort	gering			
verbatimCoordinates	Ausführliche Beschreibung der Koordinaten des Fundortes ("41 05 54S 121 05 34W")	gering			
verbatimLatitude	Ausführliche Beschreibung der geographische Breite des Fundortes ("41 05 54.03S")	gering			
verbatimLongitude	Ausführliche Beschreibung der geographische Länge des Fundortes ("121d 10' 34" W")	gering			
verbatimCoordinateSystem	Räumliches Koordinatensystem der Fundortkoordinaten ("decima degrees", "degrees decimal minutes", "degrees minutes seconds", "UTM")	gering			
verbatimSRS	Ellipsoid, geodetic datum, or spatial reference system (SRS) der Fundkoordinaten, Standard: EPSG-Code ("EPSG:4326", "WGS84", "NAD27", "Campo Inchauspe", "European 1950"), falls nicht bekannt: unknown	gering			
decimalLatitude	Geographische Breite in Dezimalgrad (Datum aus geodeticDatum Positive values are north of the Equator, negative values are south of it. Legal values lie between -90 and 90, inclusive "-41.0983423")	hoch	automatisiert über Digitalisierung in Webgis	x	dwc:decimalLatitude>-40.97467
decimalLongitude	Geographische Länge in Dezimalgrad (Datum aus geodeticDatum Positive values are east of the Greenwich Meridian, negative values are west of it. Legal values lie between -180 and 180, inclusive "-141.0983423")	hoch	automatisiert über Digitalisierung in Webgis	x	dwc:decimalLongitude>-71.0734
geodeticDatum	Ellipsoid, geodetic datum, or spatial reference system (SRS) der dezimalen Fundkoordinaten, Standard: EPSG-Code ("EPSG:4326", "WGS84", "NAD27", "Campo Inchauspe", "European 1950"), falls nicht bekannt: unknown	hoch	automatisiert über Digitalisierung in Webgis	x	dwc:geodeticDatum>WGS84
coordinateUncertaintyInMeters	Horizontale Entfernung in Meter zu den gegebenen dezimale Punktkoordinaten, die gesamten Fundort enthält, Null ist nicht erlaubt ("30" (reasonable lower limit of a GPS reading under good conditions if the actual precision was not recorded at the time), "71" (uncertainty for a UTM coordinate having 100 meter precision and a known spatial reference system).)	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:coordinateUncertaintyInMeters>200

Tab. A.2: Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas inkl. Bewertung - Teil B

Field	Attributwert/ Beschreibung	Bedeutung für BIS	Dateneingabe	Pflichtfeld	Beispiel für Attributwert
coordinatePrecision	Beispiel, welches Präzision der dezimalen Gradangaben wiedergibt ("0.00001" (normal GPS limit for decimal degrees), "0.000278" (nearest second), "0.01667" (nearest minute), "1.0" (nearest degree))	mittel	manuell, 1x je Datensatz		
pointRadiusSpatialFit	Verhältnis aus Fläche des Punktradiuses (decimalLatitude, decimalLongitude, coordinateUncertaintyInMeters) zur Fläche der wahren (original, or most specific) räumlichen Repräsentation des Fundortes. Legal values are 0, greater than or equal to 1, or undefined. A value of 1 is an exact match or 100% overlap. A value of 0 should be used if the given point-radius does not completely contain the original representation. The pointRadiusSpatialFit is undefined (and should be left blank) if the original representation is a point without uncertainty and the given georeference is not that same point (without uncertainty). If both the original and the given georeference are the same point, the pointRadiusSpatialFit is 1. ("Guide to Best Practices for Georeferencing", Chapman and Wieczorek, eds. 2006)	gering			
footprintWKT	Well-Known Text (WKT) Repräsentation der Fundortgeometrie. Ein Fundort kann sowohl eine Punkt-Radius Repräsentation als auch eine footprint Repräsentation besitzen, die nicht identisch sind. (the one-degree bounding box with opposite corners at (longitude=10, latitude=20) and (longitude=11, latitude=21) would be expressed in well known text as POLYGON ((10 20, 11 20, 11 21, 10 21, 10 20)))	hoch	automatisiert über Digitalisierung in Webgis	x	
footprintSRS	Well-Known Text (WKT) Repräsentation des Spatial Reference Systems (SRS) des Footprints (footprintWKT) des Fundortes. Do not use this term to describe the SRS of the decimalLatitude and decimalLongitude, even if it is the same as for the footprintWKT - use the geodeticDatum instead. (The WKT for the standard WGS84 SRS (EPSG:4326) is "GEOGCS[\"GCS_WGS_1984\",DATUM[\"D_WGS_1984\",SPHEROID[\"WGS_1984\",6378137.298,257223563]],PRIMEM[\"Greenwich\",0],UNIT[\"Degree\",0.0174532925199433]]\" without the enclosing quotes)	hoch	automatisiert über Digitalisierung in Webgis	x	
footprintSpatialFit	Verhältnis aus Fläche des Footprints (footprintWKT) zur Fläche der wahren (original, or most specific) räumlichen Repräsentation des Fundortes. Legal values are 0, greater than or equal to 1, or undefined. A value of 1 is an exact match or 100% overlap. A value of 0 should be used if the given footprint does not completely contain the original representation. The footprintSpatialFit is undefined (and should be left blank) if the original representation is a point and the given georeference is not that same point. If both the original and the given georeference are the same point, the footprintSpatialFit is 1. ("Guide to Best Practices for Georeferencing", Chapman and Wieczorek, eds. 2006)	mittel	automatisiert?		
georeferencedBy	Liste: Namen der Personen, Gruppen usw. die die Georeferenzierung (spatial representation) des Fundorts festgelegt haben	gering			
georeferenceProtocol	Beschreibung oder Referenz zu den Maßnahmen die zur Ermittlung des Footprints, der Koordinaten und der Unsicherheiten verwendet wurden ("Guide to Best Practices for Georeferencing" (Chapman and Wieczorek, eds. 2006), Global Biodiversity Information Facility., "MaNIS/HerpNet/ORNIS Georeferencing Guidelines", "BioGeomancer")	mittel	automatisiert?		
georeferenceSources	Liste: Karten, Gazetter oder andere Quellen, die zur Georeferenzierung des Fundorts verwendet wurden („USGS 1:24000 Florence Montana Quad; Terrametrics 2008 on Google Earth")	mittel	automatisiert?		
georeferenceVerification	Kategorisierte Beschreibung wie gut die Georeferenzierung auf Übereinstimmung mit der besten räumlichen Beschreibung geprüft wurde ("requires verification", "verified by collector", "verified by curator")	gering			
georeferenceRemarks	Bemerkungen zur räumlichen Beschreibung, die Annahmen betreffen die von denen im georeferenceProtokol abweichen ("assumed distance by road (Hwy. 101)")	gering			
GeologicalContext		Datensatz der das geologische Umfeld beschreibt			
geologicalContextID	ID der geologischen Einheiten/schichte	gering			
earliestEonOrLowestEon	Name des jüngsten Erdzeitalters oder lowest chrono-stratigraphic eonothem or the informal name ("Precambrian") attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Phanerozoic", "Proterozoic")	gering			
latestEonOrHighestEon	Name des ältesten Erdzeitalters oder highest chrono-stratigraphic eonothem or the informal name ("Precambrian") attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Phanerozoic", "Proterozoic")	gering			
earliestEraOrLowestErathe	Name der jüngsten Ara oder lowest chronostratigraphic erathem attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Cenozoic", "Mesozoic")	gering			
latestEraOrHighestErathe	Name der ältesten Ara oder highest chronostratigraphic erathem attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Cenozoic", "Mesozoic")	gering			
earliestPeriodOrLowestS	Name der jüngsten Periode oder lowest chronostratigraphic system attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Neogene", "Tertiary", "Quaternary")	gering			
latestPeriodOrHighestSys	Name der ältesten Periode oder highest chronostratigraphic system attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Neogene", "Tertiary", "Quaternary")	gering			
earliestEpochOrLowestSe	Name der jüngsten Epoche oder lowest chronostratigraphic series attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Holocene", "Pleistocene", "Ibexian Series")	gering			
latestEpochOrHighestSer	Name der ältesten Epoche oder highest chronostratigraphic series attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Holocene", "Pleistocene", "Ibexian Series")	gering			
earliestAgeOrLowestStag	Name der jüngsten Zeitalter oder lowest chronostratigraphic stage attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Atlantic", "Boreal", "Skullrockian")	gering			

Tab. A.3: Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas inkl. Bewertung - Teil C

Field	Attributwert/ Beschreibung	Bedeutung für BIS	Dateneingabe	Pflichtfeld	Beispiel für Attributwert
latestAgeOrHighestStage	Name der ältesten Zeitalter oder highest chronostratigraphic stage attributable to the stratigraphic horizon from which the cataloged item was collected. ("Atlantic", "Boreal", "Skullrockian")	gering			
lowestBiostratigraphicZone	Name der niedrigsten geologischen biostratigraphischen Zone des stratigraphischen Horizont aus dem das Fundstück stammt	gering			
highestBiostratigraphicZone	Name der höchsten geologischen biostratigraphischen Zone des stratigraphischen Horizont aus dem das Fundstück stammt	gering			
lithostratigraphicTermsGroup	Kombination aller lithostratigraphischer Namen des Gesteins des Fundstücks	gering			
formation	Name der lithostratigraphischen Gruppe	gering			
member	Name der lithostratigraphischen Formator	gering			
bed	Name der lithostratigraphischen Einheit	gering			
	Name des lithostratigraphischen Betts?	gering			
Identification					
Datensatz zur Beschreibung der taxonomischen Literatur					
identificationID	ID der Identifikation	gering			
identifiedBy	Liste: Namen der Personen, Gruppen usw. die das Taxon festgelegt haben	gering			
dateIdentified	Datum der Zuordnung des Taxons zum Fund: encoding scheme, such as ISO 8601:2004(E)	gering			
identificationReferences	Liste: Referenzen, die für Identifikation benutzt werden (publication, global unique identifier, URI)	gering			
identificationRemarks	Kommentare zur Identifikation ("Distinguished between Anthus correndera and Anthus hellmayri based on the comparative lengths of the uñas.")	gering			
identificationQualifier	Abkürzung ("cf.", "aff."), um Zweifel an korrekter Zuordnung auszudrücken (For the determination "Quercus aff. agrifolia var. oxyadenia", identificationQualifier would be "aff. agrifolia var. oxyadenia" with accompanying values "Quercus" in genus, "agrifolia" in specificEpithet, "oxyadenia" in infraspecificEpithet, and "var." in rank)	gering			
typeStatus	Liste: Nomenklaturtypen (type status, typified scientific name, publication) ("holotype of Ctenomys sociabilis. Pearson O. P., and M. I. Christie. 1985. Historia Natural, 5(37):388")	gering			
Taxon					
Datensatz, der das Taxon des Lebewensens beschreibt					
taxonID	ID für die Taxoninformation ("8fa58e08-08de-4ac1-b69c-1235340b7001", "32567", "http://species.gbif.org/abies_alba_1753", "urn:lsid:gbif.org:usages:32567")	gering			
scientificNameID	ID für die Namensgebungsdetails (nicht taxonomischer Art) eines wissenschaftlichen Namens ("urn:lsid:ipni.org:names:37829-1:1.3")	gering			
acceptedNameUsageID	ID für den Namensgebrauch (documented meaning of the name according to a source) des derzeit gültigen (zoological) oder akzeptierten (botanical) Taxons. ("8fa58e08-08de-4ac1-b69c-1235340b7001")	gering			
parentNameUsageID	ID für den Namensgebrauch (documented meaning of the name according to a source) des direkten Elterntaxons, des spezifischsten Elements des scientificName ("8fa58e08-08de-4ac1-b69c-1235340b7001")	gering			
originalNameUsageID	ID für den Namensgebrauch (documented meaning of the name according to a source) welcher das ursprünglich letzte Element des scientificName bezeichnete (Basionym, Synonym, Basonym) ("http://species.gbif.org/abies_alba_1753")	gering			
nameAccordingToID	ID der Quelle, die Taxonkonzept beschreibt (nameAccordingTo)("doi:10.1016/S0269-915X(97)80026-2")	gering			
namePublishedInID	ID der Veröffentlichung in der der scientificName ursprünglich entwickelt wurde ("http://hdl.handle.net/10199/7")	gering			
taxonConceptID	ID des taxonomischen Konzepts, welches hinter dem Name steht ("8fa58e08-08de-4ac1-b69c-1235340b7001")	gering			
scientificName	Voller wissenschaftlicher Name mit dem niedrigsten taxonomischen Rang inkl. Author und Datum ("Coleoptera" (order), "Vespertilionidae" (family), "Manis" (genus), "Ctenomys sociabilis" (genus + specificEpithet), "Ambystoma tigrinum diaboli" (genus + specificEpithet + infraspecificEpithet), "Roprocetus typographi" (Györfi, 1952) (genus + specificEpithet + scientificNameAuthorship), "Quercus agrifolia var. oxyadenia" (Torr.) J.T. Howell" (genus + specificEpithet + taxonRank + infraspecificEpithet + scientificNameAuthorship)	hoch	manuell, 1x je Datensatz	x	dwc:scientificName>Anthus hellmayri
acceptedNameUsage	Voller Name inkl. Author und Datum des derzeit gültigen (zoological) oder akzeptierten (botanical) Taxons ("Tamias minimus" valid name for "Eutamias minimus")	gering			
parentNameUsage	Voller Name inkl. Author und Datum des direkten Elterntaxons, des spezifischsten Elements des scientificName ("Rubiaceae", "Gruiformes", "Testudinidae")	gering			
originalNameUsage	Voller Name inkl. Author und Datum, welcher ursprünglich als scientificName verwendet wurde (Basionym-Botanik, Synonym, Basonym-Bakterien)("Pinus abies", "Gasterosteus saltatrix Linnaeus 1768")	gering			
nameAccordingTo	Referenz zur Quelle, die spezifisches Taxon beschreibt (traditionally signified by the Latin "sensu" or "sec." (from secundum, meaning "according to"))("McCrane, J. R., D. B. Wake, and L. D. Wilson. 1996. The taxonomic status of Bolitoglossa schmidti, with comments on the biology of the Mesoamerican salamander Bolitoglossa doffeini (Caudata: Plethodontidae). Carib. J. Sci. 32:395-398.", "Werner Greuter 2008", "Liljeborg 1861, Upsala Univ. Arsskrift, Math. Naturvet. pp. 4, 5")	gering			
namePublishedIn	Referenz zur Veröffentlichung in der der scientificName ursprünglich entwickelt wurde mit den Regeln der wissenschaftlichen Nomenklatur ("Pearson O. P., and M. I. Christie. 1985. Historia Natural, 5(37):388", "Forel, Auguste. Diagnoses provisoires de quelques espèces nouvelles de fourmis de Madagascar, récoltées par M. Grandidier., Annales de la Société Entomologique de Belgique, Comptes-rendus des Seances 30, 1886")	gering			

Tab. A.4: Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas inkl. Bewertung - Teil D

Field	Attributwert/ Beschreibung	Bedeutung für BIS	Dateneingabe	Pflichtfeld	Beispiel für Attributwert
higherClassification	Liste: Taxa Namen, die direkt oberhalb des referenzierten Taxons stehen. Recommended best practice is to order the list starting with the highest rank and separating the names for each rank with a semi-colon (";"). ("Animalia;Chordata;Vertebrata;Mammalia;Theria;Eutheria;Rodentia;Hystricognatha;Hystricognathi;Ctenomyidae;Ctenomyini;Ctenomys")	gering			
kingdom	Voller wissenschaftlicher Name des Reiches ("Animalia", "Plantae")	hoch	automatisiert	x	
phylum	Voller wissenschaftlicher Name des Stamms/Abteilung ("Chordata" (phylum), "Bryophyta" (division))	hoch	automatisiert	x	
class	Voller wissenschaftlicher Name des Klasse ("Mammalia", "Hepaticopsida")	hoch	automatisiert	x	dwc:class>Aves
order	Voller wissenschaftlicher Name der Ordnung ("Carnivora", "Monocleales")	hoch	automatisiert	x	
family	Voller wissenschaftlicher Name der Familie ("Felidae", "Monocleaceae")	hoch	automatisiert	x	
genus	Voller wissenschaftlicher Name der Gattung ("Puma", "Monoclea")	hoch	automatisiert	x	dwc:genus>Anthus
subgenus	Voller wissenschaftlicher Name des Subgattung. Genus sollte ebenfalls enthalten sein ("Strobus (Pinus)", "Puma (Puma)" "Loligo (Amerigo)", "Hieracium subgen. Pilosella")	mittel	automatisiert		
specificEpithet	Spezifischer Art Name (zweiter Teil des wissenschaftlichen Namens einer Art von Lebewesen) (Der wissenschaftliche Name setzt sich zusammen aus einer Bezeichnung für die Gattung sowie einem artspezifischen Epitheton) ("concolor", "gottschei")	hoch	automatisiert	x	dwc:specificEpithet>hellmayri
infraspecificEpithet	Niedrigster/letzter Epitheton ("concolor", "oxyadenia")	gering			
taxonRank	Taxonomischer Rang der spezifischsten Bezeichnung des scientificName ("subspecies", "varietas", "forma", "species", "genus")	gering			
verbatimTaxonRank	Taxonomischer Rang der spezifischsten Bezeichnung des scientificName im Originaldatensatz ("Agamospecies", "sub-lesus", "prole", "apomict", "nothogrex", "sp.", "subsp.", "var.")	gering			
scientificNameAuthorship	Author des scientificName im Format des jeweiligen nomenclaturalCode ("(Torr.) J.T. Howell", "(Martinovský) Tzvelev", "(Györfi, 1952)")	gering			
vernacularName	Umgangssprachliche Bezeichnung ("Andean Condor", "Condor Andino", "American Eagle", "Gänsegeier")	gering			
nomenclaturalCode	Nomenklatur Code des scientificName ("ICBN", "ICZN", "BC", "ICNCP", "BioCode", "ICZN; ICBN")	mittel	automatisiert?		
taxonomicStatus	Status des scientificName ("invalid", "misapplied", "homotypic synonym", "accepted")	gering			
nomenclaturalStatus	Regelkonformität des scientificName ("nom. ambig.", "nom. illeg.", "nom. subnud.")	gering			
taxonRemarks	Bemerkungen	gering			

Tab. A.5: Tabellarische Zusammenstellung der Datenfelder des DwC-Schemas inkl. Bewertung - Teil E

Feld	Attributwert	Bedeutung für BiodivDB				
			Pflichtfeld	Automatisierte Erfassung	Auswahlliste	Verifizierung/ Qualitätsprüfung durch Webservice (WS) oder Lokale Datenbank (LDB)
Metadaten	Übergeordnete Informationen, die für alle Datensätze einer Untersuchungskampagne gelten, unabhängig von der Art der Daten (Mischung aus Record level terms & Event terms des Darwin Core)					
site_name	Stand-/Fundort (Name der Abbaustätte)	hoch	x			
site_type	Art der Abbaustätte	hoch	x		x	LDB
site_company	Betreiber der Abbaustätte	hoch	x	x	x	LDB
site_country	Land des Fundortes	mittel		x	(x)	WS
site_country_code	Landescode des Fundortes	mittel		x	(x)	WS
site_state_province	Bundesland	mittel		x	(x)	WS
site_county	Landkreis	mittel		x	(x)	WS
site_municipality	Stadt, Gemeinde	hoch	x	x	(x)	WS
site_geometry	Geometrie der Abbaustätte (Flächenumgriff)	hoch	x	x		
observation_name	Bezeichnung/Arbeitstitel der Untersuchung	hoch	x			
observation_type	Art der Untersuchung (ersetzt die Felder dcterms:type und basisOfRecord des Darwin Core)	hoch	x		x	LDB
observation_date	Untersuchungsdatum	hoch	x			
observation_start_date	Untersuchungsbeginn	mittel				
observation_end_date	Untersuchungsende	mittel				
observation_language	verwendete Sprache	hoch	x	(x)		
observation_extent	Untersuchungsumfang, Bezugsfläche	hoch	x		x	LDB
conducted_by	Namen der Beobachter	hoch	x		x	LDB
observation_protocol	Name/Beschreibung der Methode oder des verwendeten Protokolls	mittel			(x)	LDB
data_quality	Qualität des erhobenen Datensatzes	hoch	x		x	LDB
data_generalization	Methode, die zur (geographischen) Generalisierung der Daten verwendet wurde	gering				
data_rights	Rechte	hoch				
data_rights_holder	Rechteinhaber	hoch				
data_access_rights	Zugriffsrechte	hoch			x	LDB
observation_comments	Zusatzinformationen/Bemerkungen (ersetzt die Felder eventRemarks, fieldNotes und informationWithheld des Darwin Core)	mittel				
last_modified	Datum der jüngsten Veränderung des Datensatzes	hoch	x	x		
Artvorkommen	Punktobjektdatei, Datensatz der das Vorkommen eines Lebewesens beschreibt (Einzelfunde)					
scientific_name	Voller wissenschaftlicher Name mit dem niedrigsten taxonomischen Rang	hoch	x			WS
scientific_field_name	Wissenschaftlicher Name, wie im Gelände aufgezeichnet	hoch	x			WS
german_name	deutscher Artname	hoch				WS
lsid	Life Science ID	hoch	x	x		WS
locality	Beschreibung der genauen Ortsangabe	mittel				
habitat_type	Art des Habitats	hoch	x		x	LDB
lat_decimal	Geographische Breite in Dezimalgrad	hoch	x			
lon_decimal	Geographische Länge in Dezimalgrad	hoch	x			
srid	SRID des räumlichen Bezugssystems in dem dezimale Fundkoordinaten aufgenommen wurden, Standard: EPSG-Code	hoch	x	(x)	x	LDB
coord_uncertainty	Lageungenauigkeit als horizontale Entfernung in Meter	mittel				

Tab. A.6: Erster Entwurf eines Attributsatzes für das Datenmodell - Teil A

Feld	Attributwert	Bedeutung für BiodivDB	Pflichtfeld	Automatisierte Erfassung	Auswahlliste	Verifizierung/ Qualitätsprüfung durch Webservice (WS) oder Lokale Datenbank (LDB)
min_elevation	Untere Begrenzung der Höhe (in m ü. NN)	mittel				
max_elevation	Obere Begrenzung der Höhe (in m ü. NN)	mittel				
individual_count	Anzahl der Individuen, die zum Zeitpunkt der Erhebung beobachtet wurden	mittel				
sex	Geschlechter der Individuen	mittel				
life_stage	Lebensabschnitt der Individuen	mittel			x	LDB
reproductive_condition	Zustand/Chancen der Reproduktion	gering			(x)	LDB
behavior	Verhaltensbeschreibung	gering			(x)	LDB
last_modified	Datum der jüngsten Veränderung des Datensatzes	hoch	x	x		
Biotope	Flächenobjektdateien, Datensatz der das Vorkommen eines Lebewesens beschreibt (Einzelfunde)					
bio_name	Biotopname	hoch	x			
bio_type	Biotoptyp	hoch	x		x	LDB
area_geometry	Biotopflächengeometrie	hoch	x			
area_size	Biotopflächengröße	hoch	x	x		

Tab. A.7: Erster Entwurf eines Attributsatzes für das Datenmodell - Teil B

Feld	Attributwert	Pflichtfeld	Automatisierte Erfassung	Auswahlliste	Verifizierung/ QS durch Webservice (WS) oder Lokale Datenbank (LDB)	Bemerkung
t_projects						Verallgemeinerung zu t_projects
project_name	Bezeichnung des Vorhabens	x				
project_company	Vorhabensträger	x		(x)	WS	Für Abbaustätten: Vorhabensträger ist einzutragen, die jeweiligen Abbaustätten werden dann angezeigt (Geoinfoservice)
project_site_name	Ortsname des Vorhabens / Abbaustättenname	x		(x)	WS	Name der Abbaustätten über Geoinfoservice abrufbar
project_site_id	Vorhabens-ID (Werks-ID bei Abbaustätten)		(x)		WS	Werks-ID der Abbaustätte über Geoinfoservice abrufbar
project_site_centre	Standpunkt der Waage bzw. Mittelpunkt der Vorhabensfläche	x	(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_site_centre_lat	Geographische Breite des Mittelpunktes in Dezimalgrad	x	(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_site_centre_lon	Geographische Länge des Mittelpunktes in Dezimalgrad	x	(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_country	Land des Fundortes		(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_state_province	Bundesland		(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_county	Landkreis		(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
project_municipality	Stadt, Gemeinde	x	(x)		WS	Für Abbaustätten erfolgt Eintrag automatisch (Geoinfoservice)
data_rights	Rechte	x				Generelle Rechte/Lizenzen/Verwendungsrechte unter denen Daten stehen, Vorgaben durch ISTE7. Nach Möglichkeit Nutzung vorhandener Lizenzmodelle
t_3rd_order_landscape_types						Verschneidung des Standpunkts der Waage bzw. Mittelpunkt der Vorhabensfläche mit Naturraumbereichen
landscape_type_nr	Nummer der Naturräume 3ter Ordnung gem. LUBW		x	x	LDB	
landscape_type_name	Name Naturraum 3ter Ordnung gem. LUBW		x	x	LDB	
t_project_types						
project_type	Art der Abbaustätte/ des Vorhabens (zukünftige Nutzung)	x		x	LDB	zukünftige Nutzung, eigene Auswahlliste
t_observations						
observation_start_date	Untersuchungsbeginn	x				tagesgenau, encoding scheme, such as ISO 8601:2004 €
observation_end_date	Untersuchungsende	x				tagesgenau, encoding scheme, such as ISO 8601:2004 €
observation_language	verwendete Sprache		(x)			Default-Wert ist deutsch
observers	Namen der Beobachter	x				freies Eingabefeld
observation_count	Anzahl der Beobachtungen	x				Maß für die Qualität eines Datensatzes
observation_comments	Zusatzinformationen/Bemerkungen					
last_modified	Datum der jüngsten Veränderung des Datensatzes	x	x			sekundengenau, encoding scheme, such as ISO 8601:2004 €, kann automatisch erfasst werden
t_observation_types						
observation_type	Art der Untersuchung (ersetzt die Felder daterms:type und basisOIRrecord des Darwin Core)			x	LDB	Mehrfachnennungen müssen möglich sein
t_observation_extents						
observation_extent	Untersuchungsumfang, Bezugsfläche	x		x	LDB	keine Mehrfachnennungen erlaubt, Datenerhebungen/eingaben sind getrennt nach der jeweiligen Bezugsfläche im Untersuchungsgebiet anzulegen
t_data_access_rights						
data_access_right	Zugriffs/Zugangsrechte			x	LDB	2 Möglichkeiten: "interne Verwendung" und "Veröffentlichung"

Tab. A.8: Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil A

Feld	Attributwert	Pflichtfeld	Automatisierte Erfassung	Auswahlliste	Verifizierung/ QS (WS) oder Lokale Datenbank (LDB)	Bemerkung
t_occurrences						
scientific_name	Voller wissenschaftlicher Name mit dem niedrigsten taxonomischen Rang	x	x		WS	Automatisierter Abgleich des eingegebenen Namens mit den internationalen taxonomischen Datenbanken
scientific_field_name	Wissenschaftlicher Name, wie im Gelände aufzeichnet	x				Eingabe des aufzeichneten wissenschaftlichen Namens
german_name	deutscher Artname		x		WS	Automatisierte Ermittlung aus internationalen taxonomischen Datenbanken, falls vorhanden
lsid	Life Science ID	x	x		WS	Anbieter z.B. Ubio, Catalogue of Life oder NCBI?
point_geometry	Punktgeometrie des Fundortes	x				Geometrie aus Shapefile oder Dateiload
occurrence_lat	Geographische Breite in Dezimalgrad	x	x			Geometrie wird aus Shapefile ausgelesen, falls Shapefile vorhanden
occurrence_lon	Geographische Länge in Dezimalgrad	x	(x)			Geometrie wird aus Shapefile ausgelesen, falls Shapefile vorhanden
coord_uncertainty	Lageungauigkeit als horizontale Entfernung in Meter		(x)			z.B. Digitalisierungsfehler, GPS-Üngenauigkeit, wird als nicht erforderlich angesehen
elevation	Höhe Fundort (in m ü. NN)		(x)			automatisierte Verschiebung mit DGM, falls vorhanden
sensibility	Vertraulichkeit der Daten	x				Sperrung sensibler Daten (seltene Arten) für den Zugang
last_modified	Datum der jüngsten Veränderung des Datensatzes	x	x			sekundengenau, encoding scheme, such as ISO 8601:2004(E)
t_srids						
srid	SRID des räumlichen Bezugssystems in dem dezimale Fundkoordinaten aufgenommen wurden, Standard: EPSG-Code	x	(x)		LDB	Spatial Reference System Identifier (SRID) der European Petroleum Survey Group (EPSG); Falls eine projizierte Shapefile hochgeladen wird, kann die Information aus der .prj-Datei entnommen werden. Ansonsten muss eine Angabe erfolgen, in welchem Koordinatensystem Daten aufgenommen wurden (z.B. Gauss-Krüger 3 Streifen...), auch bei ArcGIS ist diese Information nicht automatisch enthalten!
t_habitat_types						
habitat_type	Art des Habitats			x	LDB	keine Mehrfachnennungen möglich
t_individual_counts						
individual_count	Anzahl der Individuen, die zum Zeitpunkt der Erhebung beobachtet wurden			x	LDB	Auswahlliste gem. LUBW Biotope
t_lfe_stages						
life_stage	Lebensabschnitt der Individuen			x	LDB	keine Mehrfachnennungen möglich, jeder Fund eines unterschiedlichen Lebensabschnitts muss als neuer occurrences-Datensatz eingegeben werden
t_lubw_32a_biotope						
bio_name	Biotope Name	x				Verschneidung der occurrences-Punktgeometrien mit den Biotopeflächen
area_geometry	Biotopefläche Geometrie	x				Biotope Name gem. LUBW 32a Biotope
area_size	Biotopefläche Größe	x				Geometrie aus Shapefile
lubw_bio_key	Biotopefläche Schlüssel	x	x			Berechnung auf Basis der Geometrie
t_biotope						
bio_id	Eindeutige Biotope ID	x				Daten der eigenen Biotopeflächen, Verschneidung der occurrences-Punktgeometrien mit den Biotopeflächen
area_geometry	Biotopefläche Geometrie					Zur Identifikation der Biotope ist eine eindeutige ID erforderlich, und diese ist von jedem Ing. Büro identisch zu vergeben. Die ID könnte z.B. aus der project_site_id, dem observation_start_date und einer fortlaufenden Nummer zusammengesetzt werden.
area_size	Biotopefläche Größe	x				Geometrie aus Shapefile
lubw_bio_key	Biotopefläche Schlüssel	x	x		LDB	Berechnung auf Basis der Geometrie
bfn_bio_key	Biotopefläche Schlüssel		x		LDB	Schlüssel gem. LUBW Biotope
eunis_bio_key	Biotopefläche Schlüssel		x		LDB	Schlüssel gem. BFN Biotope
ffh_bio_key	Lebensraumtypschlüssel		x		LDB	Schlüssel gem. EUNIS Biotope
				x	LDB	Schlüssel gem. FFH-Lebensraumtypschlüssel

Tab. A.9: Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil B

Field	Attributwert	Pflichtfeld	Automatisierte Erfassung	Auswahlliste	Verifizierung/ QS durch Webservice (WS) oder Lokale Datenbank (LDB)	Bemerkung
t_lubw_biotope_types						
lubw_bio_key	Biopotschlüsselnr. gem. LUBW	x				Schlüssel gem. LUBW Biopotschlüssel
bio_type	Bezeichnung des Biopotyps gem. LUBW	x				Bezeichnung gem. LUBW Biopotschlüssel
t_bfn_biotope_types						
bfn_bio_key	Biopotschlüsselnr. gem. BFN	x				Schlüssel gem. BFN Biopotschlüssel
bio_type	Bezeichnung des Biopotyps gem. BFN	x				Bezeichnung gem. BFN Biopotschlüssel
t_eunis_biotope_types						
eunis_bio_key	Biopotschlüsselnr. gem. EUNIS	x				Schlüssel gem. EUNIS Biopotschlüssel
bio_type	Bezeichnung des Biopotyps gem. EUNIS	x				Bezeichnung gem. EUNIS Biopotschlüssel
t_ffh_biotope_types						
ffh_bio_key	Biopotschlüsselnr. gem. FFH	x				Schlüssel gem. FFH Biopotschlüssel
bio_type	Bezeichnung des Biopotyps gem. FFH	x				Bezeichnung gem. FFH Biopotschlüssel

Tab. A.10: Endfassung des Attributsatzes für das Datenmodell - Teil C

Tab. A.11: Domäne der Branchenbezeichnung (t_industrial_sectors)

ind_sector_id	ind_sector_name
1	Rohstoffe
2	Energie
3	Verkehr/ Infrastruktur
4	Naherholung/ Sport
5	Siedlung
6	Landwirtschaft
7	Sonstiges

Tab. A.12: Domäne der Vorhabensart (t_prj_types)

prj_type_id	prj_type	ind_sector_id
1	Sand-/ Kiesgrube Nassabbau	1
2	Sand-/ Kiesgrube Trockenabbau	1
3	Steinbruch	1
9	Ton-/ Lehmgrube	1
10	Baugebiet/ Baufläche	5
11	Bahntrasse	3
12	Straße	3
13	Flugplatz	3
14	Leitungstrasse (oberirdisch)	3
15	Leitungstrasse (unterirdisch)	3
16	Deponie	7
17	Windpark	2
18	Solarpark	2
19	Golfplatz	4
20	Sonstiges	7
21	Ackerland	6
22	Grünland	6
23	Wald	6
24	Sonstiges	1
25	Sonstiges	2
26	Sonstiges	3
27	Sonstiges	4
28	Sonstiges	5
29	Sonstiges	6

Tab. A.13: Domäne des Untersuchungsanlasses (t_project_motivations)

id	prj_motivation
0	Genehmigungsverfahren (UVP, LBP, Umweltbericht, usw.)
1	Monitoring
2	Sonstiges

Tab. A.14: Domäne der Datenzugriffsrechte (noch erweiterungsfähig)

data_access_right_id	data_access_right
0	Intern
1	Öffentlich

Tab. A.15: Domäne der Untersuchungsmethoden (optional kann eine hierarchische Gliederung über das Attribut parent nachträglich integriert werden)

obs_type_id	obs_type	parent	order_id
3	Sichterfassung (ggf. mit Fernglas, Taschenlampe)	NULL	1
7	Sichterfassung mit Fotofalle	NULL	2
11	Sichterfassung Baumhöhlenkamera	NULL	3
12	Verhören ohne technische Hilfsmittel	NULL	4
13	Verhören mit technischen Hilfsmitteln (z.B. Detektor, Batcorder)	NULL	5
15	Anlocken mit Klangattrappe	NULL	6
16	Anlocken durch Ausbringung von Lebensraumrequisiten	NULL	7
17	Anlocken mit Licht	NULL	8
22	Anlocken mit Pheromonen	NULL	9
27	Handfang	NULL	10
10	Kescherfang	NULL	11
29	Lebendfalle (Säuger)	NULL	12
5	Bodenfallen (Arthropoden)	NULL	13
20	Netzfang (Fledermäuse, Vögel, Fische, Insekten)	NULL	14
9	Fangzäune, Wasserfallen (Amphibien)	NULL	15
8	Elektrobefischung	NULL	16
1	Flächenbezogenes Aufsammeln / Fangen (inkl. Gesiebeproben)	NULL	17
2	Erfassung über indirekte Hinweise (z.B. Losung, Federn, Nüsse mit Nagespuren, Exuvien)	NULL	18
6	Biotoptypen-/FFH-LRT-Kartierung	NULL	19
24	Vegetationskundliche Aufnahme (z.B. Braun-Blanquet)	NULL	20
14	Floristische Kartierung	NULL	21
23	Sonstige Methode	NULL	22

Tab. A.16: Domäne der Flächentypen

obs_ext_id	obs_extent
1	Abbaustätte inkl. Wanderbiotop
2	Folgenutzungsfläche inkl. Renaturierung/ Rekultivierung
3	Vorhabensfläche
4	Umfeldfläche
7	Kompensationsfläche
0	Sonstiges

Tab. A.17: Domäne der Taxozönosen (Artgruppen), optional kann eine hierarchische Gliederung über das Attribut parent nachträglich integriert werden

id	obs_speciesgroup	parent	order_id
1	Amphibien	NULL	5
2	Fische	NULL	6
4	Fledermäuse	NULL	2
5	Heuschrecken	NULL	10
6	Käfer	NULL	8
8	Libellen	NULL	11
10	Pflanzen (inkl. Farne und Moose)	NULL	14
12	Reptilien	NULL	4
13	Säugetiere exkl. Fledermäuse	NULL	1
14	Schmetterlinge	NULL	7
17	Vögel	NULL	3
18	Mollusken	NULL	12
19	Wildbienen	NULL	9
21	Makrozoobenthos	NULL	13
22	Biotop-/FFH-Lebensraumtypen	NULL	15
0	Sonstiges	NULL	16

Tab. A.18: Domäne der Lebensabschnitte eines Artvorkommens

life_stage	life_stage_lubw_key
nicht angegeben	0
Ei	EI
Exuvie	EX
Gehäuse	GH
Gelege	GL
Individuum	II
Imago	IG
immaturus	IM
flügge	FL
Larve	LA
Puppe	PU
Adultus	AD

Tab. A.19: Domäne der Individuenzahlen eines Artvorkommens

ind_count_id	ind_count
0	nicht angegeben
1	Einzeltier
2	Brutpaar
3	3-10
4	11-25
5	26-50
6	51-100
7	101-200
8	201-500
9	501-1000
10	>1000

Tab. A.20: Domäne der Habitattypen eines Artvorkommens

hab_type_id	hab_type
0	nicht angegeben
1	Vermehrungshabitat
2	reines Nahrungshabitat
3	Durchzugsraum
4	Überwinterungshabitat
5	Unbekannt
6	Sonstiges

Kurzanleitung Dateiuupload ISTE-Biodiversitätsdatenbank:

Spaltenname	Beschreibung	Erlaubter Wertebereich	Pflichtfeld		Beispielwert
			SHP	CSV	
WISS_NAME	Wissenschaftlicher lat. Artname (taxonomischer Rang: Species)	Textstring	X	X	Rana temporaria
ARTNAME_DE	Deutscher Artname (Umgangssprache)	Textstring			Grasfrosch
LAGEFEHLER	Lageungenaugigkeit als horizontale Entfernung in Meter	Fließkommazahl			5
X_KOORD	X-Koordinate des Fundortes in der Einheit des zugrundeliegenden räumlichen Bezugssystems	Fließkommazahl		X	3557099.02
Y_KOORD	Y-Koordinate des Fundortes in der Einheit des zugrundeliegenden räumlichen Bezugssystems	Fließkommazahl		X	5358398.50
Z_HOEHE	Höhe Fundort (in m ü. NN)	Fließkommazahl			254
SENSIBEL	Vertraulichkeit der Daten	Buchstabe: Y oder N	X	X	N
LIFE_STAGE	Lebensabschnitt der Individuen	Textstring gem. Tab. 1 oder LUBW-Schlüssel gem. Tab. 1			Imago bzw. IG
HABITATTYP	Lebensraumfunktion für beobachtete Individuen	Textstring gem. Tab. 2			reines Nahrungshabitat
ANZAHL_IND	Anzahl der Individuen, die zum Zeitpunkt der Erhebung beobachtet wurden	Textstring gem. Tab. 3 oder Ganzzahl			11-25 bzw. direkt die Anzahl: 21

Hinweis: Um die korrekte Zuordnung zur Bezugsfläche zu gewährleisten, müssen die Artbeobachtungen nach Bezugsfläche (und Artengruppe) getrennt, in einzelnen Dateien hochgeladen werden.

Abb. A.2: Kurzanleitung Templatedatei Artbeobachtungen Teil 1

Tab. 1:

ID	Erlaubte Werte	LUBW-SCHLÜSSEL
0	nicht angegeben	0
1	Ei	EI
2	Exuvie	EX
3	Gehäuse	GH
4	Gelege	GL
5	Individuum	II
6	Imago	IG
7	immaturus	IM
8	flügge	FL
9	Larve	LA
10	Puppe	PU

Tab. 2:

ID	Erlaubte Werte
0	nicht angegeben
1	Vermehrungshabitat
2	reines Nahrungshabitat
3	Durchzugsraum
4	Überwinterungshabitat
5	Unbekannt
6	Sonstiges

Tab. 3:

ID	Erlaubte Werte
0	nicht angegeben
1	Einzeltier
2	Brutpaar
3	3-10
4	11-25
5	26-50
6	51-100
7	101-200
8	201-500
9	501-1000
10	>1000

Abb. A.3: Kurzanleitung Templatedatei Artbeobachtungen Teil 2, Tabellen 1–3

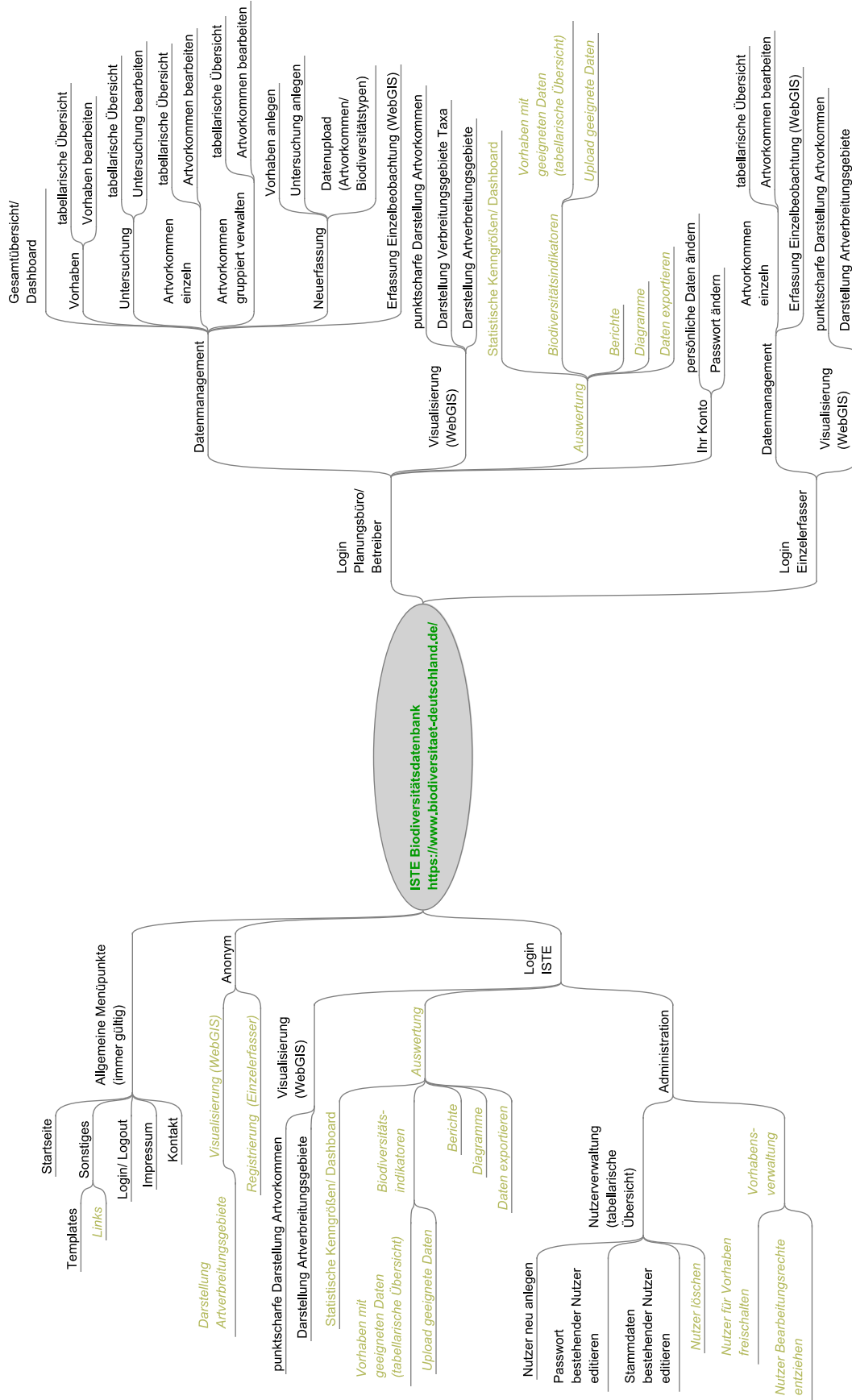



Abb. A.4: Mindmap des Navigationskonzeptes des BIS mit Darstellung der unterschiedlichen Elemente, je nach Berechtigungsstufe


Datenbank für Biodiversität
Ihr Konto

Ansicht Artvorkommen einzeln: hier ist jedes einzeln im Template aufgeführte Individuum aufgeführt

Startseite
Datenmanagement
Visualisierung
Sonstiges
Admin
Logout

Übersicht Vorkommen

Einträge anzeigen

Reich	Abteilung	Klasse	Ordnung	Familie	Artname (wiss.)	
Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva lactuca	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Botrychium multifidum	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Botrychium matricariifolium	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Botrychium lunaria	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Botrychium virginianum	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Ophioglossum pusillum	
Plantae	Pteridophyta	Psilotopsida	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Ophioglossum vulgatum	

Artname (deutsch): Gewöhnliche Natterzunge

Life Science ID:

Lebensabschnitt: nicht angegeben

Lebensraumfunktion: nicht angegeben

Beobachtete Individuenanzahl: Einzeltier

Beobachter: Walter Schrat

Anzahl Untersuchungsstermine: 1

Untersuchungsmethode: Vegetationskundliche Aufnahme (z.B. Braun-Blanquet)

Vorhabensbezeichnung: Farne

Vorhabensträger: imr

Vorhabenstandort: [freiburg2](#)

Plantae	Psilophyta	Psilotopsida	Psilotales	Psilotaceae	Psilotum nudum	
Plantae	Bryophyta	Bryopsida	Fu			
Plantae	Lycopodiophyta	Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	Lycopodiella cernua	
Plantae	Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	Pinus sylvestris	

Abb. A.5: Tabellarische Datenansicht der Artbeobachtungen

Iste Datenbank für Biodiversität Ihr Konto

Ansicht Artvorkommen gruppiert: Hier werden jeweils gleiche Individuen einer Untersuchung zusammengefasst

Startseite **Datenmanagement** Visualisierung Sonstiges Admin Logout

Übersicht nach Vorkommen gruppiert

50 Einträge anzeigen Suchen

Durch Klick auf das Kreuz wird die detaillierte Darstellung angezeigt

Familie	Artnamen (wiss.)	Artnamen (deutsch)	
Amblystegiaceae	Amblystegium serpens	keinen dt. Artnamen gefunden	Vorkommen Bearbeiten
Aspleniaceae	Asplenium scolopendrium	Hirschwurmfarn	Vorkommen Bearbeiten
Characeae	Chara globularis	Armleuchteralge	Vorkommen Bearbeiten

Reich: Plantae
 Abteilung: Chlorophyta
 Klasse: Charophyceae
 Ordnung: Charales
 Life Science ID:
 Lebensabschnitt: nicht angegeben
 Lebensraumfunktion: Sonstiges
 Beobachtete Individuenanzahl: nicht angegeben
 Beobachter: Michael Moos
 Anzahl Untersuchungstermine: 2
 Untersuchungsmethode: Sonstige Methode
 Vorhabensbezeichnung: Moose
 Vorhabensträger: IMR TEST
 Anzahl Individuen: 1
 Vorhabensstandort: [Freiburg](#)

der Klick zeigt eine Kartendarstellung aller Individuen einer Untersuchung, im vorliegenden Fall ist das nur ein Individuum, wie aus dem Feld 'Anzahl Individuen' hervorgeht

Vorkommen können durch Klick auf dieses Feld überarbeitet werden, z.B. wenn kein dt. Artnamen gefunden wurde, oder eine taxonomische Zuordnung über <http://www.catalogueoflife.org/> nicht möglich war. Eine Änderung betrifft dann immer gleichzeitig alle gruppierten Individuen der Untersuchung

Characeae			Vorkommen Bearbeiten
Cimicidae			Vorkommen Bearbeiten
Cimicidae			Vorkommen Bearbeiten
Fontinalaceae	Fontinalis antipyretica	Quellmoos	Vorkommen Bearbeiten

Abb. A.6: Tabellarische Datenansicht der gruppierten Artbeobachtungen