

OFFENE DATEN FÜR LEHRE UND FORSCHUNG IN RAUMBEZOGENEN STUDIENGÄNGEN – OPENGEOEDU

Ralf Bill, Axel Lorenzen-Zabel, Matthias Hinz

Zusammenfassung: Der Beitrag stellt Konzepte und erste Entwicklungen in dem vom BMVI geförderten Projekt „OpenGeoEdu“ vor, in dem es um die Nutzbarmachung offener Geodaten in raumbezogenen Studiengängen geht. In einem ersten Schritt wurde ein Portal der Portale zu offenen Geodaten und Geodateninfrastrukturen/Geoportalen im deutschsprachigen Bereich entwickelt. Zur Umsetzung einer weitestgehend offenen Lernumgebung wurden mehrere Lernmanagementsysteme getestet. Die Grundkonzeption des OpenGeoEdu-Kurses wird vorgestellt und über erste Erfahrungen in der Umsetzung berichtet. OpenGeoEdu ist als Betaversion unter www.opengeoedu.de verfügbar und wird kontinuierlich ausgebaut und weiterentwickelt.

Schlüsselwörter: Open Data, Open Educational Resources, Open-Data-Portal, E-Learning-Umgebungen

OPEN DATA FOR RESEARCH AND EDUCATION IN SPATIAL STUDY PROGRAMMES – OPENGEOEDU

Abstract: The paper presents concepts and first developments in the BMVI-funded project “OpenGeoEdu”, which deals with the utilization of open geodata in GI related study programs. In a first step, a one-stop portal for open geo-data and spatial data infrastructures/geoportals in the German-speaking countries was developed. To implement a largely open learning environment, several learning management systems have been tested. The basic concept of the OpenGeoEdu course is presented and experiences in its implementation are reported. OpenGeoEdu is available as a beta version under www.opengeoedu.de and is continuously being expanded.

Keywords: Open data, open educational resources, open data portal, e-learning environments

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill
M. Sc. Axel Lorenzen-Zabel
M. Sc. Matthias Hinz
Universität Rostock
Professur für Geodäsie und Geoinformatik
Justus-von-Liebig-Weg 6
D-18059 Rostock
E: ralf.bill@uni-rostock.de
axel.lorenzen-zabel@uni-rostock.de
matthias.hinz@uni-rostock.de

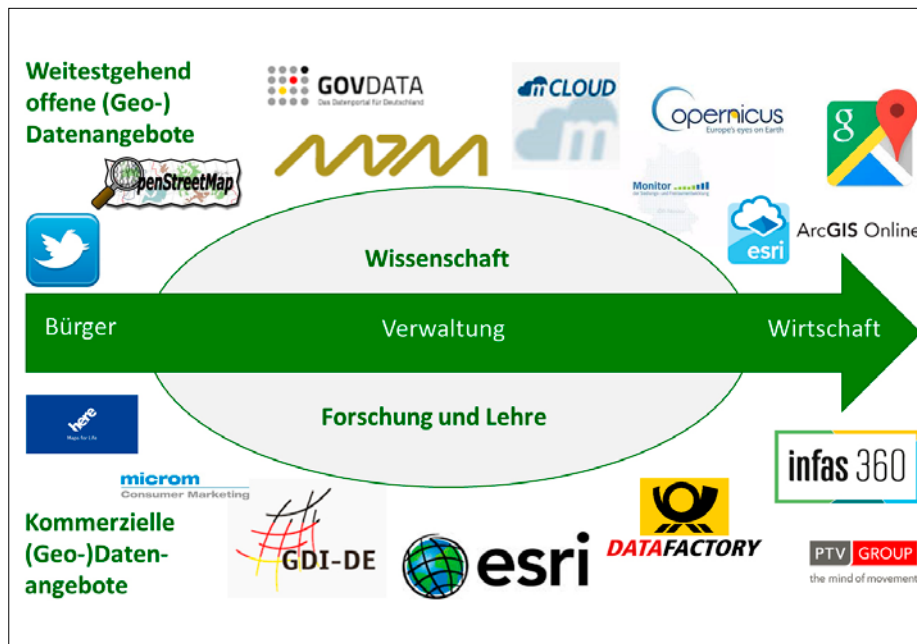


Abbildung 1: Offene versus kommerzielle Geodatenangebote – ein Auszug an aktuellen Angeboten

1 EINLEITUNG

Gegenwärtig gibt es eine Vielzahl vorhandener Daten, sei dies aus dem Umfeld der offenen Daten, die i. d. R. kostenfrei nutzbar sind, oder aus dem Bereich der amtlichen Verwaltungs- oder der Unternehmensdaten, deren Nutzung i. d. R. nicht kostenfrei ist bzw. teilweise Einschränkungen in der Verwendung unterliegen. Zu offenen Daten zählen neben der mCLOUD des BMVI (Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur) von der Zivilgesellschaft erzeugte Daten wie OpenStreetMap und Social-Media-Daten (z. B. Twitter, Flickr), Daten der öffentlichen Verwaltung (BMI 2014) im Rahmen von GovData sowie Datenangebote von Unternehmen zur eingeschränkt freien Nutzung wie Google Maps oder das Esri Deutschland Open-Data-Portal. Weiterhin bieten die europäische Ebene, einzelne Länder (z. B. Berlin und Hamburg) und Kommunen (z. B. Wien, Köln oder Rostock) offene Geodaten zum Download an. Wichtige kommerzielle Datenangebote finden sich seitens der öffentlichen Verwaltung in der Geodateninfrastruktur europaweit (INSPIRE), national (GDI-DE), föderal mit den GDIs der Länder und kommunaler Geoportale sowie in Unternehmensgeschäftsfeldern, z. B. der Fahrzeugnavigation mit HERE, dem Geomarketing mit Microm, Infas 360, DDS Digital Data Services, der Data Factory der Deutschen Post direkt oder der Geoinformationsbranche wie Esri ArcGIS Resources (Abbildung 1).

Alle diese Daten sind sowohl für den Bürger, die Verwaltung und Wirtschaft als auch für die Wissenschaft von hohem Interesse und Nutzwert, unterliegen jedoch unterschiedlichsten Nutzungsbedingungen, Kosten- und Geschäftsmodellen.

Während einzelne Datenquellen oftmals gut erschließbar sind und sich Nutzungs- und Geschäftsmodelle für Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft unter klaren Rahmenbedingungen entwickeln lassen, stehen der umfassenden Nutzung und intelligenten Vernetzung dieser Daten größere technische und organisatorische Hemmnisse im Wege. Und dies ganz besonders im Hochschulbereich.

Der Umgang mit diesem umfangreichen Datenangebot wird daher in Lehre und Forschung an deutschsprachigen Hochschulen bisher zu wenig praktiziert, obwohl viele, insbesondere raumbezogene Studiengänge mit teilweise großen Studentenzahlen – wie z. B. die Studiengänge Geographie, Raum-, Stadt- oder Umweltplanung, Land- und Forstwissenschaften oder Geo- oder Umweltwissenschaften – hiervon enorm profitieren könnten. Attraktiv wird dieses besonders dann, wenn nicht nur die Daten bereitgestellt werden, sondern auch ein Anwendungskontext aus dem jeweiligen Studienfach bedient wird.

Für die Forschung und Lehre ergibt sich somit zunehmend der Bedarf an der Integration verschiedener Datenangebote. Zum einen um Lehrangebote aus diesen Daten

heraus untersetzen zu können, zum anderen um Qualifizierungsarbeiten (u. a. Bachelor-, Masterarbeiten oder Dissertationen) mit echten Daten durchführen oder Forschungsprojekte durch Kombination eigener mit Fremddaten absichern sowie Forschungsdaten selbst für die Wissenschaft bereitstellen zu können. Dieser Bedarf wird in Zeiten der heute vielerorts betriebenen Data-driven Science umso wichtiger. An dieser Stelle setzt das vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur geförderte Projekt „Offene Daten für Lehre und Forschung in raumbezogenen Studiengängen“ (OpenGeoEdu) an.

2 OPENGEOEDU – DAS PROJEKT

2.1 ZIELE

Das Projekt OpenGeoEdu soll die Nutzung von offenen Geodaten in raumbezogenen Studiengängen anhand von Best-Practice-Beispielen illustrieren und darauf aufbauend E-Learning-Angebote für die Integration in einer Vielzahl solcher Studiengänge bereitstellen. Dies soll den offenen Datenschatz für die Wissenschaft heben und vielfältige Anwendungs- und Vernetzungsmöglichkeiten für Forschung und Lehre identifizieren. Der wissenschaftliche Nachwuchs (Studierende in Bachelor- und Masterstudiengängen und Nachwuchswissenschaftler im Rahmen von Projektarbeiten oder Promotionsvorhaben) lernt durch dieses Projekt den Umgang mit offenen Daten als selbstverständlich kennen und erlebt damit deutlich attraktivere Studienbedingungen. Das Lehrpersonal kann die entwickelten Fallbeispiele in die Lehre einbinden und sie weiterentwickeln.

Adressaten sind somit Studierende, Lehrende und Praktiker, die die Angebote der OpenGeoEdu-Plattform unabhängig von Ort und Zeit in ihre Lehre, Forschung oder praktische Arbeiten einbeziehen und an der Weiterentwicklung der Plattform mitwirken.

Für raumbezogene Studiengänge werden exemplarische Fallbeispiele mit offenen Daten ausgewählt, thematisch aufgearbeitet und als E-Learning-Einheiten (Daten, Methoden, Forschungsfragen) zur Nachnutzung in der Lehre und Forschung offen verfügbar gemacht. Ein massiver offener Online-Kurs (MOOC) soll das Thema „Offene Geodaten“ und ihre Nutzung in Lehre und Forschung in vielen Studiengängen verankern.

Ausgehend von offenen Datenbeständen sollen Szenarien für Lehre und Forschung entwickelt und ausgearbeitet werden, die zur besseren technischen und fachlichen Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses in vielen verschiedenen Studiengängen führen sollen. Die Fallbeispiele sollen das Datenangebot über alle administrativen Ebenen – von der EU über den Bund und die Länder bis zu den Kommunen (vertikale Integration) – hinweg zusammenführen. Sie sollen studiengangsspezifische Themen aufgreifen, bearbeiten und zu einem Kanon von flexibel nachnutzbaren und anpassbaren Szenarien in Lehre und Forschung beitragen und somit auch eine horizontale fächerübergreifende Integration realisieren. Sie sollen zudem die Fähigkeiten der Nachwuchswissenschaftler erweitern, eigenständige Softwareentwicklungen zu betreiben und sich mit Big-Data-Analysemethoden auseinanderzusetzen.

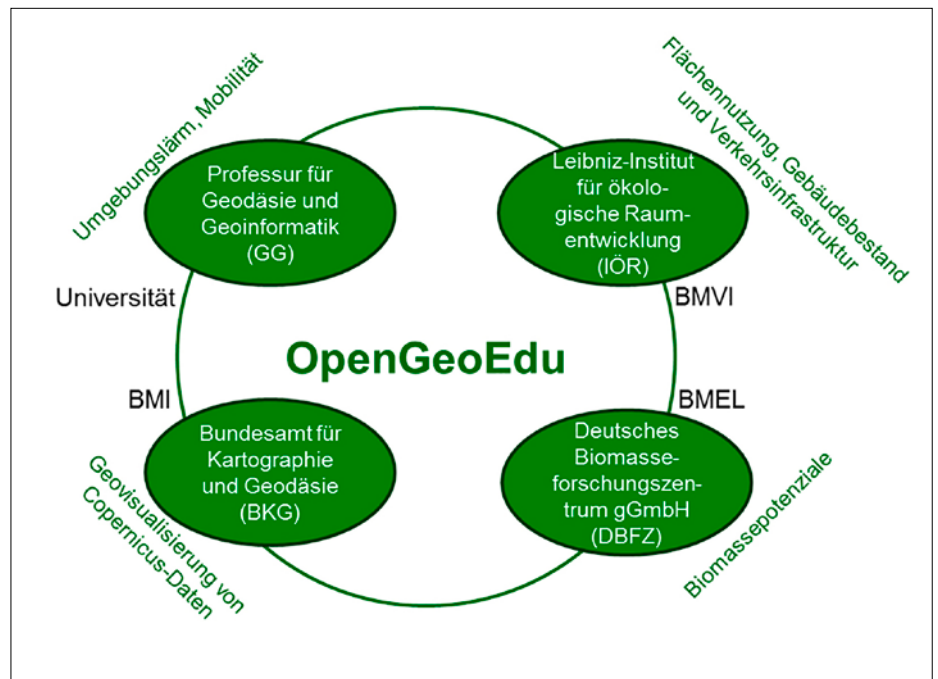


Abbildung 2: OpenGeoEdu: Partner und Themenbereiche

2.2 THEMEN UND BETEILIGTE EINRICHTUNGEN

Beteiligt sind vier Einrichtungen, die im Geodatenbereich als guter Querschnitt für das Forschungs- und Entwicklungsspektrum in Deutschland (Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus Leibniz-Instituten sowie Bundesforschungseinrichtungen bzw. Bundesbehörden mit FuE-Aufgaben aus dem Zuständigkeitsbereich verschiedener Bundesministerien) angesehen werden können und die attraktive Themen, umfangreiche Erfahrungen und Daten in OpenGeoEdu einbringen.

- Die Professur für Geodäsie und Geoinformatik (GG) an der Universität Rostock koordiniert das Projekt, erstellt und be-

treibt die Plattform und entwirft Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Umwelt und Mobilität. Die erste bereitstehende Lerneinheit als Betaversion widmet sich dem Thema Elektromobilität.

- Der Forschungsbereich Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) betreibt seit vielen Jahren den IÖR-Monitor (<http://www.ioer-monitor.de/>). Anwendungsbeispiele für OpenGeoEdu adressieren die Themen Flächennutzung, Gebäudebestand und Verkehrsinfrastruktur.
- Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) ist der wichtigste Geodatenanbieter auf Bundesebene.

Das Referat Fernerkundung und Entwicklung wird Fallbeispiele zu Copernicus und zur Geovisualisierung einbringen.

- Das Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) mit seinem Fachbereich Bioenergiesysteme widmet sich speziell der Biomasse als zentralem Element im Umfeld der erneuerbaren Energien. Hier stehen Potenzialanalysen der verschiedenen Biomassevorkommen im Fokus.

Abbildung 2 illustriert die Projektbeteiligten und deren Themen. Das Konsortium ist als Startkonstellation zu sehen, die offen für Erweiterungen ist und diese auch während der Projektlaufzeit stimulieren wird.

		Bezug	international	national	regional	kommunal
Typ	Land					
Open Data Portal (91)	Deutschland (65)		2	11	9	43
	Österreich (17)		1	8	6	2
	Schweiz (7)		1	3	2	1
	länderübergreifend (2)		2	0	0	0
GDI / Geoportal (77)	Deutschland (62)		0	2	33	28
	Österreich (12)		0	3	9	0
	Schweiz (1)		0	1	0	0
	länderübergreifend (2)		0	0	2	0
Datenportale insgesamt: 168						

Tabelle 1: Anzahl der registrierten Datenportale nach Kategorien

3 EIN PORTAL FÜR OFFENE GEODATEN

Um Nutzern einen einfachen Zugang zu bekannten Geodatenquellen sowohl aus dem Open-Data-Segment als auch der Geodateninfrastrukturen (GDI) zu ermöglichen, unterhält OpenGeoEdu ein Verzeichnis von relevanten Websites und Plattformen mit Bezug auf den deutschsprachigen Raum. Dieses Verzeichnis wird auf einem eigenen Webportal verwaltet, das durch umfangreiche Such- und Visualisierungsfunktionen, umfassende Metadaten und Erweiterbarkeit zum One-Stop-Portal für offene Geodaten in Deutschland, Österreich und in der Schweiz avancieren soll.

3.1 ANGEBOTSÜBERSICHTEN VON OFFENEN DATEN

Auf internationaler Ebene gibt es bereits einzelne Übersichten zu offenen Daten. So erstellte das Unternehmen OpenDataSoft eine erweiterbare Webkarte von über 2.600 Open-Data-Portalen weltweit (<https://opendatainception.io/>), welche zum Teil auch in das Verzeichnis von OpenGeoEdu eingeflossen sind. Die Non-profit-Organisation CTIC stellt mit dem Public Dataset Catalogs Facets Browser eine ähnliche Plattform bereit, welche auf den Prinzipien von Linked Open Data (LOD) und Semantic-Web-Technologien aufbaut (CTIC-CT (o. J.)). Diese Projekte sind wesentlich ambitionierter hinsichtlich dem Umfang der zu erfassenden Daten,

jedoch bedürfte es einer weltweiten, aktiven Nutzergemeinschaft oder intensivem administrativen Support, um diese durchgängig vollständig, detailliert und aktuell zu halten.

Länderübergreifende und nationale Portale für Open Government Data (OGD) bzw. offene Verwaltungsdaten werden seit mehreren Jahren staatlich unterstützt. So finanziert die Europäische Union seit 2015 das Europäische Datenportal (<https://europeandataportal.eu>) (EPSI platform 2016), welches einen gesammelten Katalog aus gegenwärtig mehr als 70 Datenkatalogen aus dem öffentlichen Sektor und dem Geodaten-Bereich der EU umfasst, darunter sechs nationale Portale aus Deutschland (GovData, GDI-DE), Österreich (data.gv.at, Open Data Portal Austria, INSPIRE Portal Austria) und der Schweiz (opendata.swiss). Diese nationalen Portale fassen wiederum regionale und kommunale Datenangebote zusammen. Neben Kategorie- und Stichwort-basierter Suche unterstützen sowohl das europäische Datenportal als auch GovData (<https://www.govdata.de>), das Datenportal für Deutschland, eine kartenbasierte Suche, bei der Datensätze anhand einer Rechteckauswahl (Bounding Box) gefunden werden können, sofern sie mit entsprechenden Metadaten versehen sind.

Ein offenes Datenportal für Deutschland ging bereits 2010 aus einer Bürgerinitiative hervor (<https://offenedaten.de>). Aus einer ähnlichen Motivation heraus wurde

das bis Ende 2014 aktive Projekt Open Data Monitor ins Leben gerufen, welches erstmalig offene Datensätze deutschlandweit und umfassend kartierte (Kubicek & Lippa 2015a, 2015b). Die daraus resultierende interaktive Open-Data-Landkarte (<http://open-data-map.de>) wurde abschließend in das Portal offenedaten.de überführt. Datensätze auf der Webkarte sind mit Markern und mit thematischen Schlagwörtern versehen. Im Unterschied zum staatlichen Datenportal GovData, welches lediglich Datensätze führt, die von Einrichtungen der Bundesländer und Kommunen registriert wurden, basiert der Datenkatalog der Open-Data-Landkarte auf proaktiver Suche. Es wurden Datenkataloge ausgewertet, Suchmaschinen verwendet und einschlägige Webseiten mittels eines selbstentwickelten Web-Crawlers nach Datensätzen durchsucht. Mit diesem Vorgehen konnten viele bis dahin nicht umfassend katalogisierte Datensätze, insbesondere von Kommunen, registriert werden, die Datenerhebung war allerdings mit erheblichem manuellen Vor- und Nachbereitungsaufwand verbunden.

3.2 ÜBERBLICK UND FUNKTIONEN DES OPENGEOEDU-DATEN-PORTALS

Mit den oben genannten Angeboten erschöpfen sich jedoch nicht die Möglichkeiten der Recherche nach offenen Daten. In

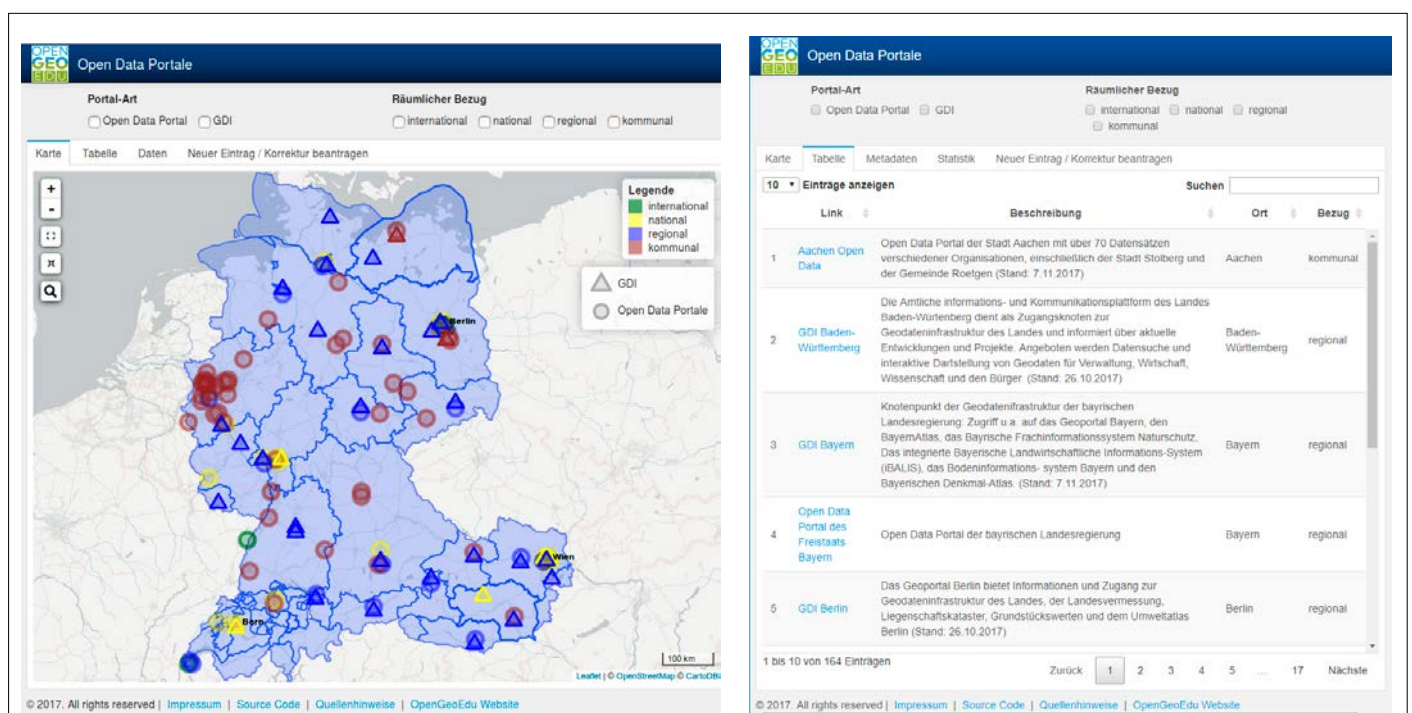


Abbildung 3: Startseite des Webportals (Karten- und Tabellensicht)

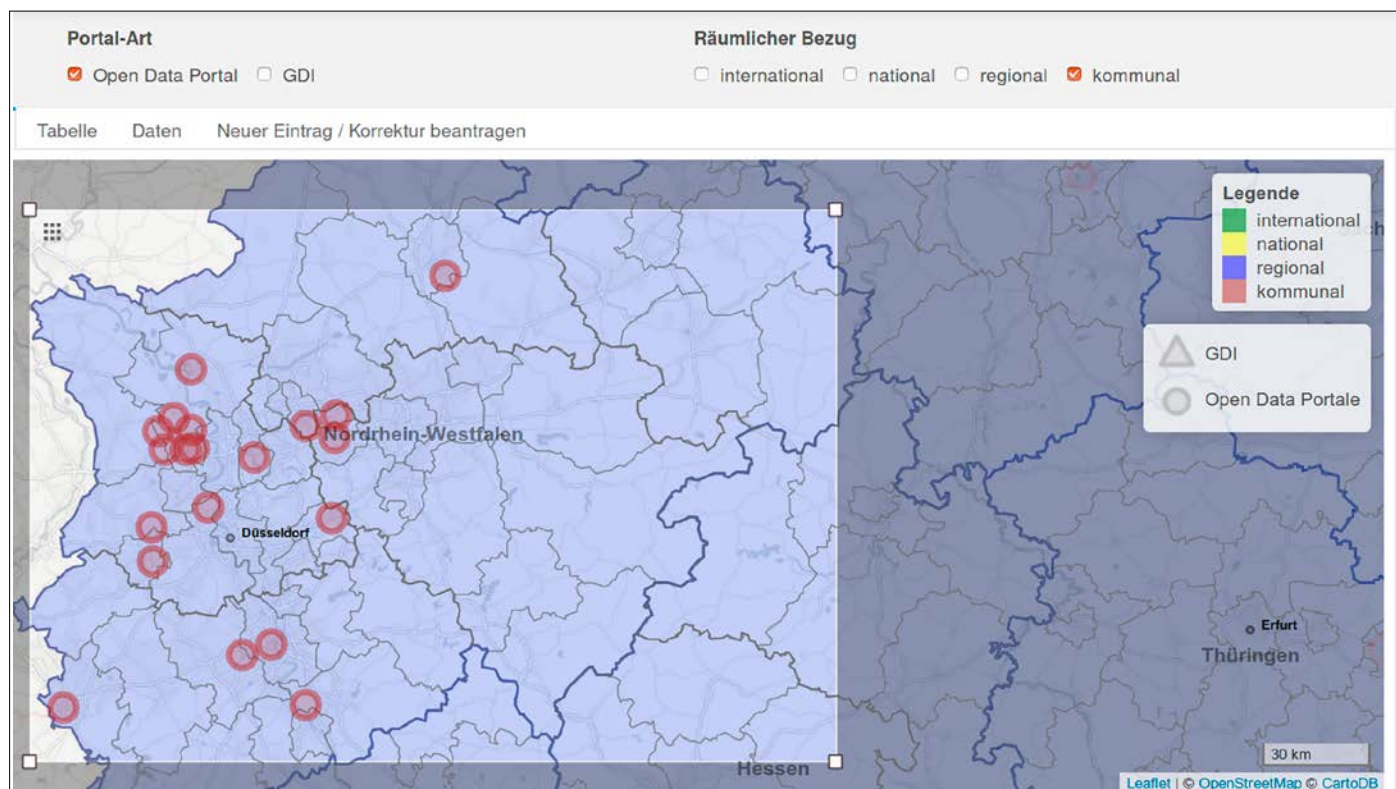


Abbildung 4: Räumliche Auswahl und Checkbox-Filter von Open-Data-Portalen im Raum Nordrhein-Westfalen

den vorhandenen Übersichten zum deutschsprachigen Raum werden eine Vielzahl der Daten- und Serviceangebote, die für den Anwender aus dem Geodatenbereich interessant wären, nicht aufgeführt. In einigen Fällen sind die Übersichten nicht mehr aktuell und es fehlt an Metadaten und Beschreibungen. Das im Rahmen von OpenGeoEdu entwickelte Portal führt ein Verzeichnis von Datenportalen, welches so konzipiert ist, dass jeder Eintrag mit einem Set einheitlicher Beschreibungen versehen ist und anhand von Filterkriterien selektiert werden kann. Da OpenGeoEdu an verschiedenen deutschsprachigen Hochschulen beworben werden wird, ergibt sich auch das Potenzial einer wachsenden Nutzergemeinschaft, die das Verzeichnis von Portalen auch über die Projektlaufzeit hinaus aktualisiert und ergänzt. Auf technischer Ebene wird dies durch ein Webformular ermöglicht, über welches neue Einträge verfasst oder die Korrektur und Ergänzung vorhandener Einträge beantragt werden können.

Das hier vorgestellte Portal unterscheidet sich von den anderen Einstiegsseiten dadurch, dass es zum einen auch explizit Geodateninfrastrukturen (GDI) und Geoportale einbezieht und zum anderen auch auf offene Datenangebote von Unternehmen erweitert werden soll. Die darüber an-

gebotenen Daten und Dienste unterliegen zwar oft Nutzungseinschränkungen oder müssen kommerziell erworben werden, allerdings gibt es auch hier eine Tendenz zu offenen Daten oder kostenfrei nutzbarer Angebote, z. B. als Web Map Services (WMS) für Hintergrundkarten, weshalb Geodateninfrastrukturen eine wichtige Anlaufstelle bei der gezielten Recherche nach offenen Geodaten sind. Des Weiteren ist eine Ausweitung des Verzeichnisses auf Forschungsdaten- und Statistikportale angedacht, die sich bisher nicht eindeutig den hier gewählten Kategorien zuordnen lassen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die gegenwärtig eingetragenen Datenportale, gruppiert nach Typ des Portals (Open Data Portal oder GDI-Knotenpunkt bzw. Geportal). Aufgeschlüsselt wird nach der administrativen Ebene und Reichweite des Datenangebots.

Abbildung 3 zeigt links die Startseite des Portals mit einer interaktiven Webkarte. Rechts wird die Tabellensicht dargestellt. In der Karte sind GDIs mit Dreiecken und Open-Data-Portale mit Kreisen symbolisiert und an dem Sitz des Herausgebers positioniert, da dieser in Verbindung mit dem räumlichen Bezug (Reichweite) des Portals i. d. R. einen Eindruck von der Ab-

deckung desselben vermittelt. Beispielsweise ist der Marker des Geoportals Kreis Lippe rot dargestellt, um ein Portal mit kommunalen Bezug anzuzeigen, und befindet sich erwartungsgemäß innerhalb der Kreisgrenzen, auf Position der Stadt Detmold, die als Herausgeber verantwortlich ist. Zur besseren Darstellung wurden überlappende oder nah beieinanderliegende Marker statisch durch Neuberechnung der Koordinaten auseinandergerückt, jedoch nur in dem Maße, dass jeder Marker der jeweiligen Stadt oder Gemeinde zugeordnet werden kann. Unterschiedliche Markenfarben symbolisieren die Reichweite bzw. den räumlichen Bezug der jeweiligen Webseite.

Über Checkbox-Widgets lassen sich die Einträge nach Portaltyp (GDI/Open Data Portal) und räumlichem Bezug filtern und somit auf der Karte ein- und ausblenden. Die Karte verfügt über eine einfache Suchfunktion, über die ein Portal anhand seines Titels oder des Orts, an dem es positioniert ist, auffindig gemacht werden kann.

Die Tabellensicht listet alle Einträge des Verzeichnisses auf und kann ebenfalls durchsucht und gefiltert werden, wobei auch der Beschreibungstext des Portals berücksichtigt wird. Sämtliche Filter werden

	Link	Beschreibung	Ort	Bezug
1	Aachen Open Data	Open Data Portal der Stadt Aachen mit über 70 Datensätzen verschiedener Organisationen, einschließlich der Stadt Stolberg und der Gemeinde Roetgen (Stand: 7.11.2017)	Aachen	kommunal
7	Bochum Open Data	„Online-Anwendungen und verschiedene Datensätze der Stadtverwaltung Bochum.“ (Stand 26.10.2017)	Bochum	kommunal

Showing 1 to 20 of 20 entries (filtered from 118 total entries)

Previous 1 Next

Abbildung 5: Bei der Anwendung von Filterkriterien auf die Karte wird das Ergebnis in der Tabelle angezeigt

gleichzeitig auf Karte und Tabelle angewendet. Markiert man Einträge in der Tabelle, werden auch die zugehörigen Marker auf der Karte hervorgehoben. Die Karte ermöglicht es, über eine Rechteckauswahl (Bounding Box) Portale innerhalb eines bestimmten Raums aus der Tabelle zu filtern. Dadurch ergibt sich die in Abbildung 4 dargestellte Suchmöglichkeit. Hierbei wurden kommunale Open-Data-Portale aus der

Übersicht mithilfe der Checkboxes über der Karte gefiltert und mithilfe des Auswahl-Werkzeugs auf den Raum Nordrhein-Westfalen eingegrenzt. Die Öffnung der Kommunen in NRW wird besonders durch das Pilotprojekt „Kommunales Open Government in NRW“ (Open.NRW 2017) gefördert, was sich in der größeren Auswahl an Portalen zeigt. Aus der gefilterten Tabelle (Abbildung 5) geht hervor, dass sich zum

Zeitpunkt der Suche 20 entsprechende Portale im Verzeichnis befanden (Stand: 22.12.2017).

Neben der Karte und der Tabelle befindet sich ein Bereich für die oben genannte Editierfunktion zur Eingabe oder Korrektur von Datenportalen durch den Nutzer sowie ein Downloadbereich auf der Plattform. Letzterer stellt das gesamte Portalverzeichnis zum Download bereit, wobei dieses entweder als csv-Tabelle oder in gängigen Geodatenformaten (GeoJSON, Geopackage, Shapefile u.a.) heruntergeladen werden kann und somit selbst als offener Datensatz zur Verfügung steht. Auch der Quellcode des Portals kann heruntergeladen werden. Da die Anwendung ausschließlich aus frei nutzbaren Open-Source-Komponenten besteht, ist es möglich, sie im Rahmen der Open-Source-Lizenz wiederzuverwenden und mit geringem Aufwand auf nahezu jedem PC oder Server auszuführen.

3.3 TECHNISCHER AUFBAU DES PORTALS

Abbildung 6 zeigt die Architektur des Portals als Client-Server-Anwendung. Kernbestandteil ist R (R Core Team (o. J.)), eine freie Programmiersprache und Softwareumgebung für statistische Berechnungen und Grafiken. Mit einer Vielzahl von Erweiterungspaketen entwickelt sich R zu einer universellen Sprache, unter anderem für den Bereich der Geoinformation (Bivand et al. 2013). Mithilfe eines R-Markdown-Dokuments ist es möglich, mit wenig Aufwand ein webbasiertes Dashboard (Flexdashboard) zu entwickeln, welches dem Grundlayout des Portals entspricht (Borges & Alaire 2017). R-Markdown-Dokumente kombinieren R-Code, Markup-Syntax, CSS und JavaScript und können in ein browserkompatibles statisches HTML-Dokument übersetzt werden. Shiny (Chang et al. (o. J.)) bietet eine Laufzeit-Umgebung, in der solche R-basierten Webanwendungen gehostet werden können und zudem serverseitig R-Code ausgeführt werden kann, welcher das Verhalten von interaktiven Elementen (Shiny-Widgets) steuert und Benutzereingaben weiterverarbeitet.

Das R-Erweiterungspaket leaflet ermöglicht nicht nur das Erstellen der Webkarte auf Basis der gleichnamigen JavaScript-Bibliothek, sondern auch das Kombinieren mit anderen R-Paketen. Die oben erwähnte

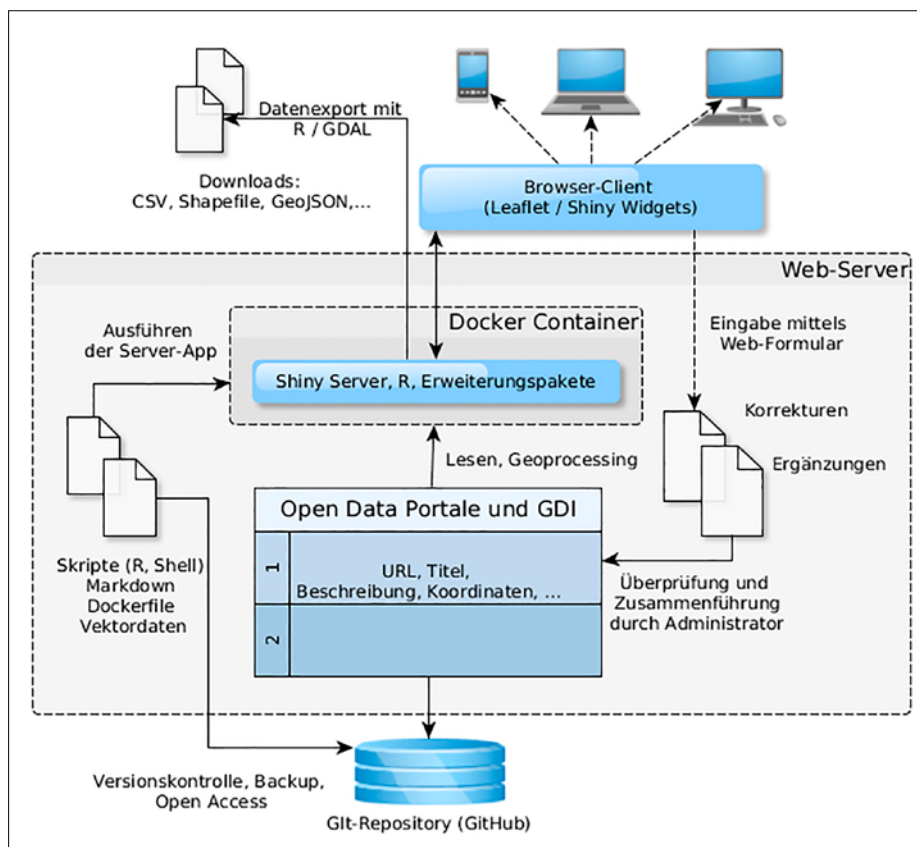


Abbildung 6: Architektur des Webportals für offene Geodaten

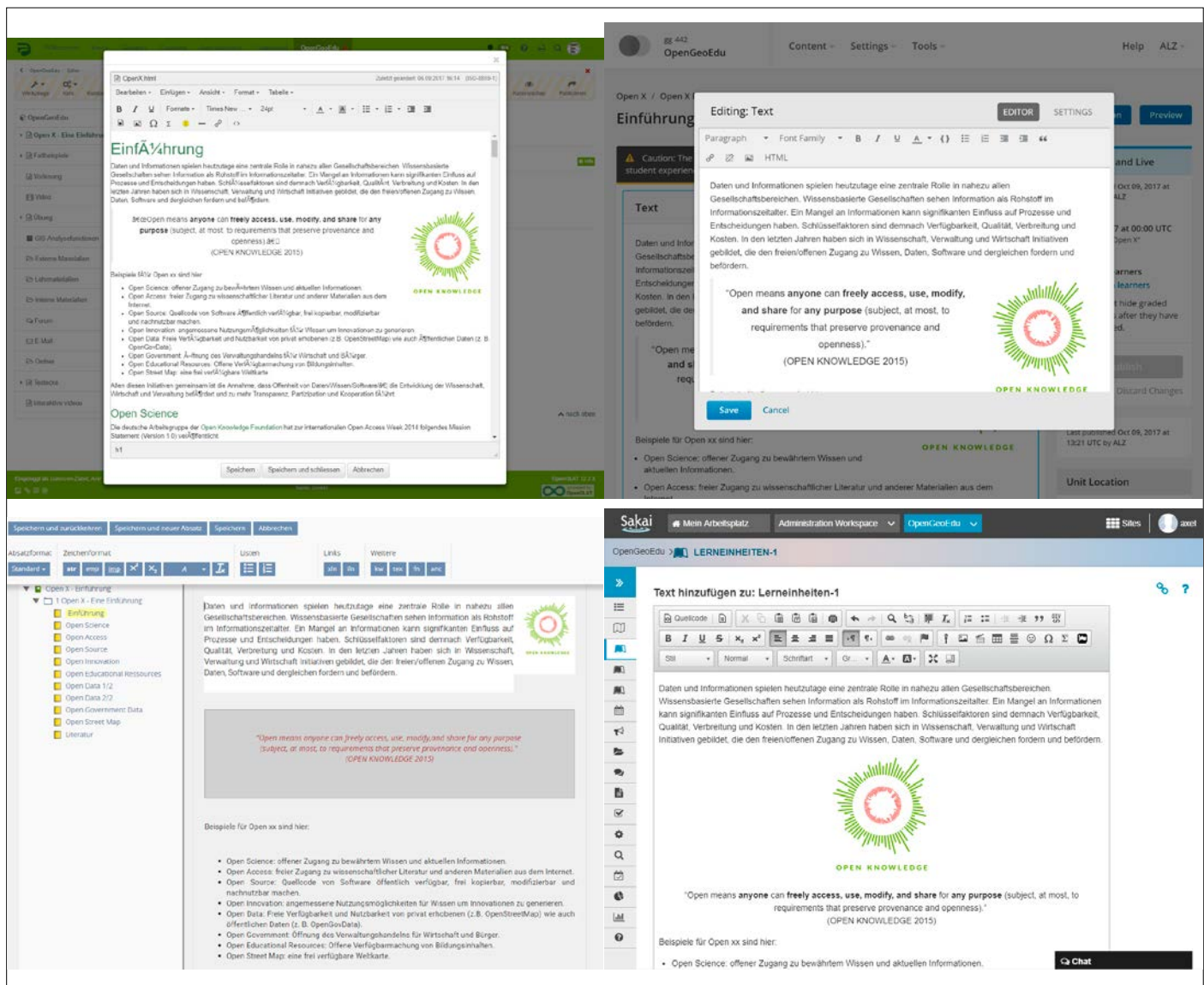


Abbildung 7: Autorensicht mit WYSIWYG-Editoren in OpenOLAT und Open edX (oben) sowie ILIAS und Sakai (unten)

Interaktion zwischen Checkbox-Filtern, Karte und Tabelle sowie die Auswahl-Werkzeuge sind mit dem Paket Crosstalk (Cheng 2017) umgesetzt. Die Shiny-Laufzeitumgebung ermöglicht ebenfalls das Ein- und Ausblenden von Kartenelementen z.B. bei verschiedenen Zoomstufen oder Nutzereingaben. Sie gewährleistet auch das persistente Speichern von Nutzereingaben auf dem Server (Editorfunktion) sowie das dynamische Nachladen von Informationen. Mithilfe der Geospatial Data Abstraction Bibliothek (GDAL) (GDAL Development Team 2017) und dem zugehörigen R-Paket rgdal (Bivand et al. 2017) können die Portalnoten in verschiedenen Formaten exportiert werden.

Serverseitig ist die gesamte Laufzeitumgebung von Shiny Server, inklusive R und aller Erweiterungspakete und der damit in-

teragierenden externen Software in einen sogenannten Docker-Container, ein virtuelles Linux-System, eingebunden. Die von der Docker-Software (Merkel 2014) erstellten Container sind im Vergleich zu virtuellen Maschinen systematischer und flexibler in ihrem Aufbau, sowie ressourcenschonender in Bezug auf das Gast-Betriebssystem. Sie ermöglicht es, die gesamte Softwareumgebung des Portals mit jeweils einem Kommandozeilen-Befehl aufzubauen, auszuführen, zu beenden und vollständig vom Server zu entfernen.

Ein GitRepository ermöglicht externe Sicherungen und Versionskontrolle des Quellcodes und der Rohdaten in Tabellenform. Über das Hosting-Portal GitHub sind diese Ressourcen im Sinne von Open Access öffentlich verfügbar (<https://github.com/opengeoedu>).

4 LERNUMGEBUNGEN IM VERGLEICH

4.1 E-LEARNING ZUR GEOINFORMATIK

Seit Anfang des Millenniums wurden zahlreiche Initiativen zur Erstellung von E-Learning-Inhalten gefördert. Bisherige E-Learning-Projekte mit Bezug zur Geoinformatik sind heute nur noch selten lauffähig oder aufgrund der eingesetzten Medien (bspw. Flash) am Ende ihrer technischen Lauffähigkeit. Prominente Vertreter der ersten E-Learning-Hochphase in der Geoinformatik sind unter anderem das Schweizer Projekt „Geographic Information Technology Training Alliance“ (GITTA) (Lorup & Bleisch 2004), geoinformation.net (Plümer & Asche 2004) und FerGI (Brinkhoff et al. 2006). Oftmals wurde lediglich

das Lesen am Bildschirm umgesetzt, Hypertextmöglichkeiten werden eher spärlich eingesetzt oder fungieren lediglich als Quellenangabe. Eine Nachnutzung von Elementen dieser Projekte zur Erweiterung von OpenGeoEdu wird erwogen.

In dem BMBF-Projekt „Methodenlehre-Baukasten“ (Zehner & Bill 2004) wurde ein didaktisches Konzept angewandt, welches sich am Konzept des entdeckenden Lernens orientiert. OpenGeoEdu verfolgt gleichfalls dieses Lernkonzept. Damit die forschungs- und praxisnahe Arbeit mit offenen Daten zu positiven Erlebnissen, Erfahrungen und Erkenntnissen führt, sollte der Einstieg in die Bearbeitung der Aufgaben niederschwellig angeleitet werden. So greift OpenGeoEdu auf die Konzepte des konstruktivistischen und des entdeckenden Lernens zurück. Ergänzt werden diese durch die Prinzipien des Konnektivismus (Siemens 2006, Schulmeister 2013, Arnold et al. 2015).

In der Lernumgebung werden klassische E-Learning-Elemente (Text, Bilder, Animationen und Tests) mit Massive Open Online Courses (MOOCs) kombiniert. MOOCs bestehen in der Regel aus der Inhaltsvermittlung durch Videos, die mit Selbsttests (Self-Assessments) angereichert sind. Die Kollaborations- und Vernetzungsmöglichkeiten der Lernenden, abgebildet durch Foren und Chats, integrieren die Prinzipien des konstruktivistischen Lernens.

4.2 VERGLEICH VERSCHIEDENER E-LEARNING-PLATTFORMEN

Ausgehend von den Erfahrungen in der Entwicklung von E-Learning-Umgebungen – speziell am Standort Rostock, z.B. im Projekt Offene Uni Rostock (<http://offene.uni-rostock.de/>) – wurden die Anforderungen an die zu nutzende Lernplattform zusammengestellt. Es wurden über 20 am Markt verfügbare Lernplattformen überblicksmäßig kategorisiert und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet (z.B. Moodle, ILIAS, Canvas, Sakai, Open edX, OpenOLAT u.a.). Diese Menge an Plattformen wurde durch Kriterien wie offener Quellcode, Erweiterbarkeit, Nutzerverwaltung, Umfang der Dokumentation und responsive Design/mobile Darstellungsfähigkeit eingegrenzt. Erste Tests und Bewertungen aller Plattformen führten zu vier Favoriten. Diese sind in alphabetischer Reihenfolge ILIAS, Open edX, OpenOLAT und Sakai, wovon Letzteres dann aber aus

Mängeln in der Anpassbarkeit der Darstellung verworfen wurde. Die drei verbleibenden Systeme seien kurz vorgestellt.

Die Entwicklungsarbeit einer Lernplattform an der Universität zu Köln, die als Ergänzung zur Präsenzlehre gedacht war, mündete in das Integrierte Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System, kurz ILIAS. Seit 2000 ist ILIAS unter GNU GPL veröffentlicht und besonders im deutschsprachigen Hochschul- und Weiterbildungsbereich im Einsatz. Aktuell wird ILIAS an 208 Einrichtungen mit etwa 1,3 Millionen Nutzern betrieben. ILIAS wird auch in Frankreich, Ungarn und den Niederlanden genutzt (s. Known installations). Die rege Beteiligung der Entwicklergemeinde und die Koordinierung durch das Konsortium haben ein erprobtes und flexibles Lernmanagementsystem (LMS) geschaffen.

Im Gegensatz dazu gibt es auch Plattformen mit anderen Geschäftsmodellen. Die Non-Profit-Organisation edX wurde 2012 von der Harvard Universität und dem Massachusetts Institute of Technology gegründet. Ein Jahr später wurde in Zusammenarbeit mit der Stanford Universität die Plattformsoftware *Open edX* unter der Lizenz AGPL veröffentlicht. Daraus ist ein, vor allem unter angelsächsischen Bildungseinrichtungen, weit verbreitetes LMS hervorgegangen. Die Kurse sind in wöchentlichen Lerneinheiten strukturiert, mit Videos und Tests kombiniert. Die Teilnahme an einer Vielzahl von Kursen ist nach einer Registrierung kostenlos, eine zertifizierte Kursteilnahme wird durch Zahlung einer Gebühr ermöglicht. Die Kurse werden von 90 Partneruniversitäten erstellt und betreut (u.a. MIT, HarvardX, TUDelft, Oxford, RWTH Aachen, TU München; s. <https://www.edx.org/schools-partners>). Der Jahresrückblick zeigt, dass 2016 fast 10 Millionen Lernende die Möglichkeit, sich in 1270 verschiedene Kurse einzuschreiben, nutzten (<https://blog.edx.org/year-review-edx-2016>). Einnahmen von edX sowie Spenden werden zur Erstellung von kostenlosen Kursen herangezogen, für die Bereitstellung von Kursen in verschiedenen Sprachen oder als Unterstützung zur Finanzierung der Zertifizierung bedürftiger Lernender verwandt (<https://www.edx.org/donate>). Eine Besonderheit von Open edX sind die sogenannten XBlocks (<https://open.edx.org/xblocks>), die vielfältige funktionelle Erweiterungsmöglichkeiten bieten.

Das seit 1999 an der Universität Zürich konzipierte Lernsystem Online Learning and Training (OLAT) wird seit 2011 von der frentix GmbH weiterentwickelt. *OpenOLAT* ist die Open-Source-Variante der OLAT-Plattform, die unter Apache-Lizenz 2.0 lizenziert ist. Die freie Plattformsoftware wird von frentix gegen Gebühr gehostet und gewartet, außerdem bietet die Firma Support, Schulungen und Weiterentwicklungen an (<https://www.frentix.com/>). OpenOLAT wartet mit sehr umfangreichen Funktionen auf. Als Plattform ist OpenOLAT neben Deutschland und Österreich vor allem in der Schweiz im Fach- und Hochschulbereich aber auch in Unternehmen und Behörden im Einsatz (<https://www.openolat.com/funktionen/case-studies>). Frentix führt 66 Institutionen als Referenz an (<https://www.frentix.com/referenzen>). Darunter befinden sich 18 Universitäten bzw. Hochschuleinrichtungen, bei 12 wird OpenOLAT 12 als Lernplattform eingesetzt. Hochschulstandorte mit vielen Nutzern sind die Universität in Zürich (ca. 80.000), Innsbruck (50.000), der virtuelle Campus Rheinland-Pfalz (55.000) sowie die Universität Kiel (30.000). Insgesamt werden so überschlägig über 200.000 Studierende mit OpenOLAT erreicht.

Es wurden, für eine tiefergehende Begutachtung dieser Open-Source-LMS, testweise Instanzen aufgesetzt oder bestehende Testumgebungen der Hersteller genutzt. Da für den OpenGeoEdu-Kurs noch keine austauschbaren elektronischen Lerneinheiten zur Verfügung standen, wurden die in allen Plattformen vorhandenen WYSIWYG-Editoren (Akronym für What You See Is What You Get) und Quellcode-Editoren für den Kursaufbau genutzt. Die Editoren sind hinsichtlich ihres Funktionsumfangs kaum zu unterscheiden (Abbildung 7). Im Gegensatz dazu ist es sehr auffällig, wie unterschiedlich kompliziert sich das nachträgliche Bearbeiten der Beiträge und des gesamten Kurses gestalten kann. Die Plattformen unterscheiden sich in diesem Aspekt beträchtlich.

4.3 ERFAHRUNGEN MIT TESTIMPLEMENTATIONEN VON VERSCHIEDENEN E-LEARNING-PLATTFORMEN

In allen drei verbleibenden Lernumgebungen wurde eine Lerneinheit zur Offenheit in der Wissenschaft sowie ein Fallbeispiel zur Elektromobilität umgesetzt.

Der Kursaufbau in *OpenOLAT* (Abbildung 8) wurde unter Zuhilfenahme der in

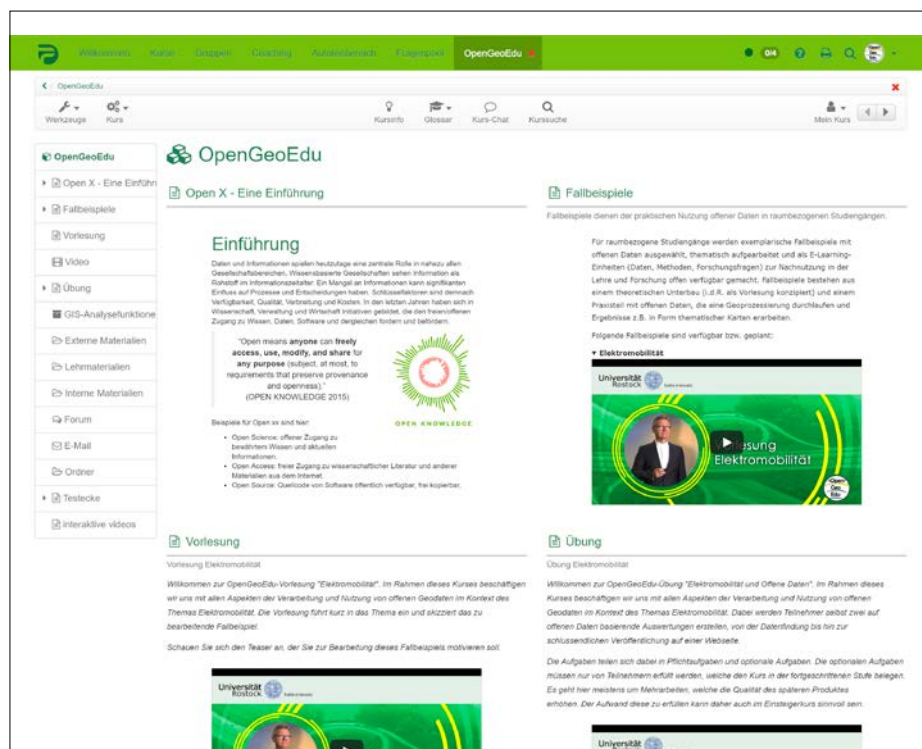


Abbildung 8: OpenOLAT-Startseite

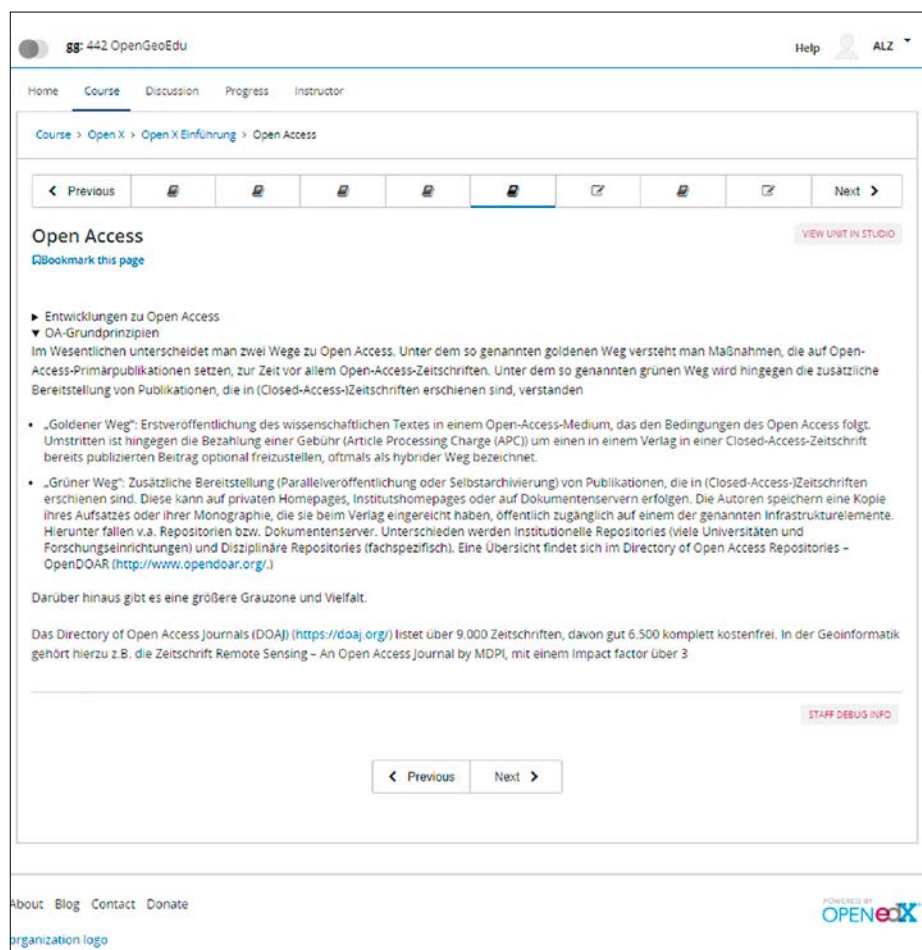


Abbildung 9: OPEN edX-Kursansicht

OpenOLAT integrierten Content Package-Lehreinheiten (CP) bereitstellt. Dies soll die modulare Wiederverwendbarkeit innerhalb von OpenOLAT gewährleisten. Das Einfügen und Ausrichten von Bildern sowie die Einbettung von Videos war nicht ohne Komplikationen möglich. Die Inhaltsbearbeitung mittels Editor produzierte bei fortgeschrittenem Bearbeitungsstand des Kurses häufiger Encodierungsfehler (Ö statt Ö etc.). Zur Überprüfung der Lernarbeit sollen im Kurs auch Testfragen beantwortet werden. Es gelang nicht, die Konfiguration der Tests wie gewünscht anzupassen. Beispielsweise soll die Eingabe gleicher Wörter in zwei Lückentextfelder, die unterschiedliche Antworten erwarten, nicht als korrekte Antwort gewertet werden.

Die Umsetzung des OpenGeoEdu-Kurses in die Open edX-Struktur bedurfte der Aufteilung der Lerninhalte in viele kleinere Einheiten. Diese wurden im WYSIWYG-Editor erstellt und strukturiert (Abbildung 9). Der so erstellte Open edX-Kurs wird auf größeren Bildschirmen (Desktop, Tablet) gut dargestellt. Die Nutzung auf mobilen Endgeräten (geringe Bildschirmauflösung) führt zur Nichtanpassung der Darstellung. Open edX bietet eine App (iOS, Android) an, mit der die Kurse zur Offlinenutzung heruntergeladen werden können. Weitere Konfigurationsanpassungen wurden nicht vorgenommen.

Die Umsetzung mit ILIAS gestaltete sich – nicht zuletzt aufgrund umfangreicher Erfahrungen an der Universität Rostock – als recht einfach. Auch eine Eigenentwicklung eines Portals mit einem ILIAS-Back-End ist damit möglich. Hier wird für die Navigation zwischen den Lehrinhalten eine eigens entwickelte Internetseite genutzt (Abbildung 10). Die eigentlichen Lerninhalte werden im ILIAS-System entwickelt und aufbereitet (Abbildung 11). Die Nutzung dieser Variante hat den Vorteil, dass ein Großteil der Wissensinhalte in OpenGeoEdu vollständig offen präsentiert werden können. Erst bei Registrierung für einen konkreten Kurs, um Leistungspunkte oder ein Zertifikat zu erwerben, bedarf es einer Nutzerregistrierung. Die anderen getesteten Lernplattformen bieten diese Möglichkeit leider nicht.

Nach diesen umfangreicheren Tests der drei Plattformen fiel die Entscheidung für die Nutzung im Projekt OpenGeoEdu zugunsten von ILIAS aus.

5 OPENGEOEDU-LERNPLATTFORM – AUFBAU UND ERSTE ERFAHRUNGEN

5.1 GRUNDAUFBAU DES OPENGEO- EDU-KURSANGEBOTS

Der OpenGeoEdu-Kurs besteht aus mehreren Modulen (Lerneinheiten):

- Modul 1: Offenheit – ein Paradigmenwechsel in Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft: In diesem Modul wird in unterschiedlichste Aspekte von Open xx eingeführt.
- Modul 2: Open Data: In diesem Modul soll das Arbeiten mit offenen Daten vorgestellt werden.
- Modul 3: Grundlagen der raumbezogenen Informationsverarbeitung knüpft an vorhandene Kenntnisse zu Geo-Informationssystemen (GIS) an und behandelt ausgewählte Aspekte, insbesondere zur raumbezogenen Datenanalyse.
- Modul 4-8: Verschiedene Fallbeispiele, wie Elektromobilität, Umgebungslärm, Flächennutzung, Gebäudebestand und Verkehrsinfrastruktur, Copernicus, Geo-visualisierung sowie Biomasse sollen durch entdeckendes Lernen bearbeitet werden. Diese Lerneinheiten der beteiligten Partnereinrichtungen beleuchten ausführlich ein Fachthema anhand von Forschungsfragen aus der Praxis. Hier sind die Lernenden angehalten, mit den frei verfügbaren Daten ein Thema aus unterschiedlichen Perspektiven zu erkunden, sich dazu untereinander auszutauschen und durch eine intelligente Verschneidung der Daten zu wissenschaftlichen Erkenntnissen zu gelangen.
- Modul 9: Ausgewählte Forschungsfragen.

Ein OpenGeoEdu-Modul besteht i. d. R. aus einer Vielzahl von Komponenten (Abbildung 12).

Jedes Modul besteht aus einem Vorlesungs- (Lecture) und Übungsteil (Exercise), zu denen begleitend weitere Komponenten wie Zusatzmaterial, Belegbearbeitungswerkzeuge oder Themenvideos angeboten werden. Der Vorlesungsteil steht offen zur Verfügung, während der Übungsteil nur nach Registrierung genutzt werden kann. Ein Modul besitzt Skriptteile, in denen multimediale Elemente wie Texte, Bilder, Animationen, Verweise etc. genutzt werden. Zudem werden unterschiedlichste Videofor-

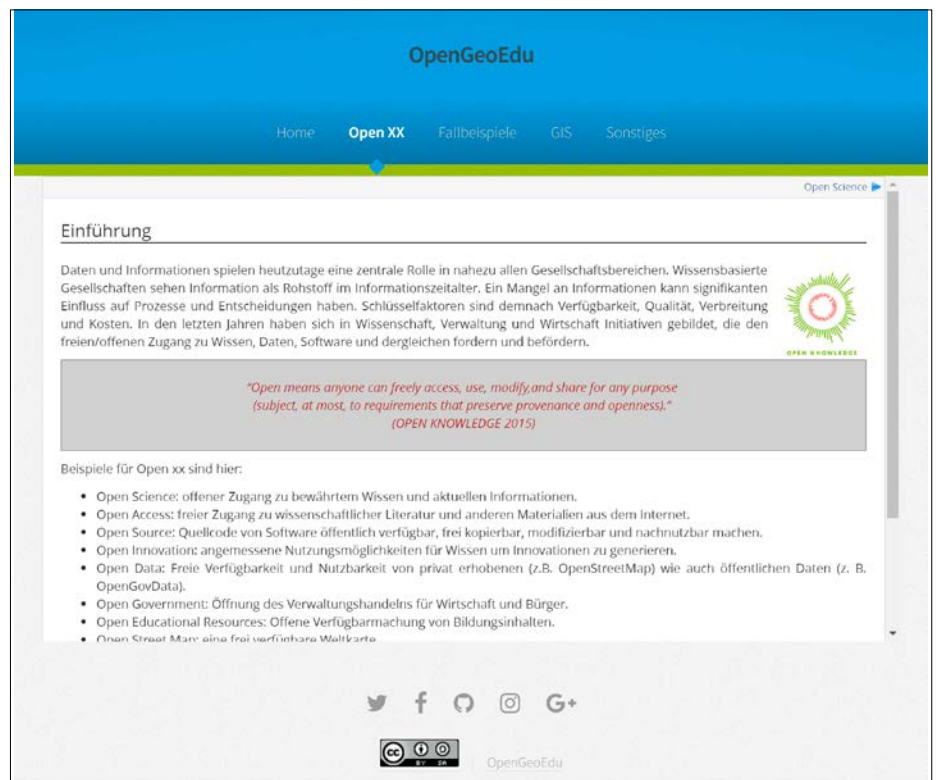


Abbildung 10: Responsive Portalseite mit ILIAS-Lehrinhalt

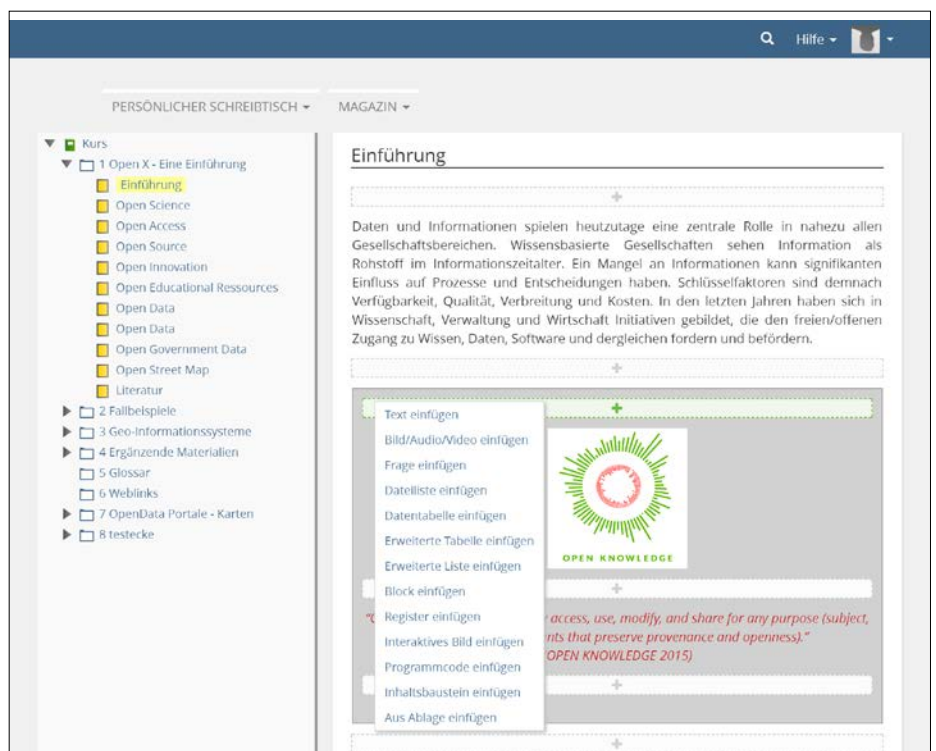


Abbildung 11: ILIAS-Inhaltsübersicht (Autorenansicht)

mate angeboten. Jedes Modul wird durch eine motivierende Einleitung und ein kurzes Teaser-Video als Einstiegspunkt in die Thematik und Überleitung in die Bearbeitung eingeleitet. Exemplarisch ist dies für das Beispiel „Elektromobilität“ mittels eines kur-

zen Videos (Teaser) umgesetzt (Abbildung 13).

Haben sich die Lernenden für eines der angebotenen Module entschieden, wird in einem Videovortrag (E-Lecture) zuerst auf die Thematik eingegangen, wozu Lerncon-



Abbildung 12: Auswahl an Komponenten eines OpenGeoEdu-Moduls



Abbildung 13: Teaser-Video als Einstieg in das Thema und die zu bearbeitende Fragestellung

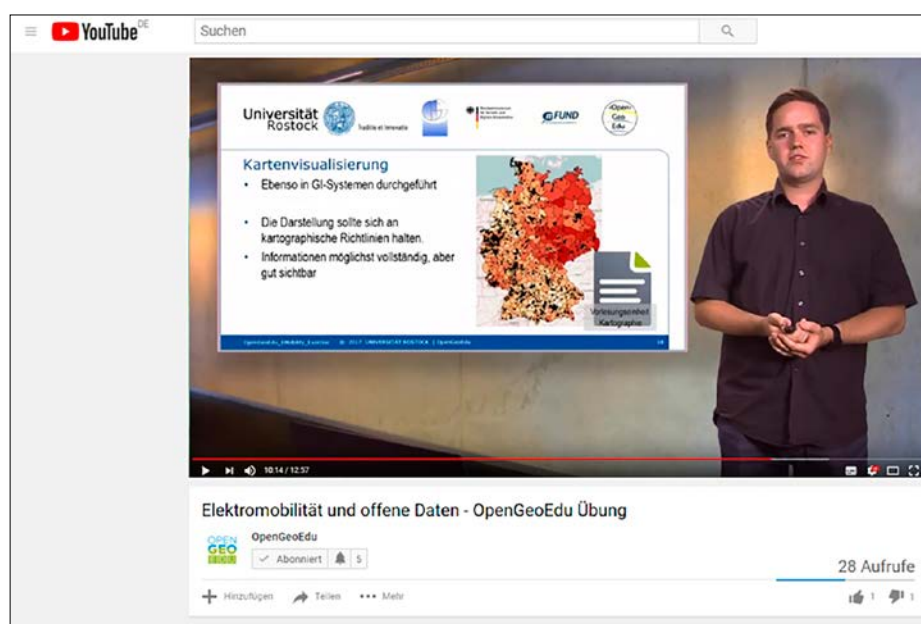


Abbildung 14: Übung zum Fallbeispiel Elektromobilität auch auf YouTube verfügbar

tent in multimedialer Form im IMS bereitgestellt wird. Anschließend kann der Nutzer die dazugehörigen Übungen bearbeiten, die einerseits Testfragen vergleichbar einer schriftlichen Klausur und andererseits wirkliches Arbeiten mit offenen Daten und GIS-Analysewerkzeugen umfassen. Videos sind mit interaktiven Elementen angereichert und verweisen auf Originalquellen zum Stand der Forschung, geben Hinweise für die Datenrecherche und Ideen und Gedankenanstöße. So steht den Lernenden auch eine Auflistung der Verweise zur Verfügung. Zudem wird ein eigener YouTube-Kanal von OpenGeoEdu betrieben. Dort werden alle Videomaterialien präsentiert (Abbildung 14).

Der GeoContainer wird aufbereitete Datensammlungen, von Nutzern bearbeitete Fallbeispiele sowie Web-GIS-Funktionalitäten bereitstellen.

Die Module sollen unterschiedlichste Schwierigkeitsgrade abdecken:

- Die Basic-Variante für den in GIS normal vorgebildeten Nutzer: Die Basisvariante beinhaltet einen ausführlichen Teil mit Informationen zur Auffrischung bestehenden und zur Erarbeitung neuen Wissens. So gibt es Querverweise zu den gängigen Methoden und Konzepten. Basisnutzer orientieren sich an einem vorkonfigurierten Lösungsweg und variieren diesen durch eigene Fragestellungen. Im Ergebnis erreichen diese recht ähnliche Ergebnisse, die auch teilautomatisiert prüfbar sind.
- Die Advanced-Variante für einen Vertiefer: Erfahrenen Nutzern, die ohne Anleitung ihren eigenen Weg finden, steht es selbstverständlich frei, eigenständig die gestellten Aufgaben zu bearbeiten. Sie erhalten Hinweise auf weitere Datenquellen sowie Anregungen, eigene Lernpfade zu beschreiten. Die thematische Vielfalt und große Freiheit in der Abwandlung der Bearbeitung der Fallbeispiele regen zu kreativen Problemlösungen an und münden folglich in variantenreichen Ergebnissen. Nutzer, die z. B. über Programmierkenntnisse verfügen, können GIS-Erweiterungen oder Apps für mobile Nutzungen erstellen.
- Die Simple-Variante (eTutorialDummies): Die Dummies-Variante bietet eine ausführliche Schritt-für-Schritt beziehungsweise Klick-für-Klick-Anleitung. Diese ermöglicht ein Nachklicken vorgegebe-



Abbildung 15: Mobile Ansicht der Testumgebung



Abbildung 16: Mobile Ansicht einer Seite der Lehreinheit „Open X“

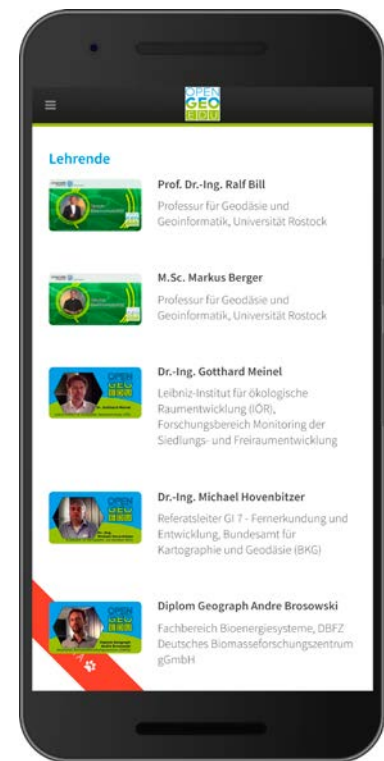


Abbildung 17: Mobile Ansicht der Informationsseite zu den beteiligten Projektpartnern

ner Bearbeitungsschritte und ist somit wirklich auch für gänzlich unerfahrene GIS-Nutzer geeignet. Diese Anleitungen sind angereichert mit Videos, Bildschirmaufnahmen und detailliert beschriebenen Bearbeitungsschritten.

Die Bearbeitung der Fallbeispiele soll sowohl mit kommerziellen GIS-Lösungen wie ArcGIS als auch mit Open-Source-Software wie QGIS möglich sein. An den Fallbeispielen werden mittels der Verwendung von freier Software und durch die Nutzung von offenen Daten exemplarisch die Möglichkeiten der wachsenden Datenverfügbarkeit dargestellt und für die Lernenden unmittelbar erlebbar gemacht. Fragestellungen werden angedeutet, sollen aber, je nach Variante, zu kreativen eigenen Themen und Lösungsansätzen führen, also das entdeckende Lernen in den Vordergrund stellen.

Die Lerneinheiten laufen auf unterschiedlichsten Endgeräten sowohl stationär als auch mobil, sodass besonderer Wert auf ein responsives Design im System gelegt wurde (Abbildungen 15 bis 17).

5.2 ZUR OPENGEOEDU-NUTZUNG

OpenGeoEdu richtet sich vor allem an Studierende und Lehrende in raumbezogenen

Studiengängen, schränkt aber auch eine Nutzung durch andere nicht ein. Es setzt gewisse Grundkenntnisse in der Geoinformationsverarbeitung voraus. Teilnehmer, die Leistungspunkte oder Zertifikate erlangen wollen, müssen den Zugang zu einem Geo-Informationssystem in ihrem Umfeld besitzen, was einerseits durch offene Softwarelösungen wie QGIS, andererseits durch ArcGIS-Testversionen für Studierende keine Einschränkung bedeutet.

Im Wintersemester 2017/2018 wurde ein erster Test im Rahmen des Masterstudiengangs Umweltingenieurwissenschaften an der Universität Rostock im Modul Umweltinformatik durchgeführt. Das erste recht positive Feedback zum Kursangebot selbst sowie die aus offenen Daten eigenständig generierten thematischen Auswertungen fließen in die weitere Entwicklung der Lernumgebung ein.

Für das Sommersemester 2018 wird die Betaversion als erstes Angebot für den deutschsprachigen Raum zur Verfügung stehen und über unterschiedlichste Kanäle beworben werden. Auf mehreren Konferenzen, Messen und Sitzungen wurden bereits Interessenten, Bildungseinrichtungen und Dozenten kontaktiert, diese zeigten sich offen und interessiert für die Ziele des Projekts.

Über den Geoinformatik-Service, einer Übersichtsseite zu Studiengängen mit raumbezogenen Aspekten, und eine umfangreiche Kontaktdatenbank werden Kontakte zu Studiengangskoordinatoren aufgenommen, um das Angebot publik zu machen und weitere Mitsreiter und Lehrende aus Deutschland, Österreich und der Schweiz miteinzubeziehen. Auch interessierte Einrichtungen und Einzelpersonen aus dem mFUND-Umfeld, die ein passendes Fallbeispiel einbringen wollen, sollen so kontaktiert werden.

Für das Wintersemester 2018/2019 ist ein erster Testlauf mit dem OpenGeoEdu-MOOC geplant. Es folgen Workshops mit Lehrenden zur Akzeptanzprüfung und Weiterentwicklung sowie Entwicklerwettbewerbe mit Studierenden.

OpenGeoEdu bespielt auch verschiedene Social-Media-Kanäle wie Instagram, Twitter, Facebook, GooglePlus.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Potenzial, welches offene Geodaten mit sich bringen, wird aktuell nur sehr unzureichend in der Lehre und Forschung genutzt. Durch die Möglichkeit der Anpassung und Erweiterung der studiengangsre-

levanten Fallbeispiele lässt sich mit offenen Daten eine größere Praxisnähe in der Lehre etablieren. Aktuelle und gesellschaftlich relevante Themen werden angeboten. Durch das praktische Arbeiten mit den Geodaten und GIS-Werkzeugen ist es möglich, gleichzeitig eine gesteigerte Akzeptanz bei Studierenden und Lehrenden zu erreichen.

Das Projekt OpenGeoEdu hat eine Laufzeit von drei Jahren, in denen ein um-

fangreiches multimediales Online-Lehrangebot entstehen soll, welches sich durch Einbeziehung interessierter Kollegen aus der Community zu einer modernen und nachhaltigen Lernumgebung für raumbezogene Studiengänge etablieren soll.

DANKSAGUNG

Die Verfasser danken dem Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) für die Förderung im Rahmen des

mFUND-Programms (FKZ: 19F2007A) sowie den Partnern im Verbundprojekt für Anregungen.

Literatur

- Arnold, P.; Kilian, L.; Thillosen, A.; Zimmer, G. (2015): Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien. 4. Auflage. Bertelsmann, Bielefeld.
- Bivand, R.; Keitt, T.; Rowlingson, B. (2017): rgdal. Bindings for the 'Geospatial' Data Abstraction Library. <https://CRAN.R-project.org/package=rgdal>, Zugriff 12/2017.
- Bivand, R. S.; Pebesma, E.; Gómez-Rubio, V. (2013): Applied Spatial Data Analysis with R. Springer, New York, NY.
- BMI (2014): Nationaler Aktionsplan der Bundesregierung zur Umsetzung der Open-Data-Charta der G8. Digitale Verwaltung 2020. 22 S. <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/2014/aktionsplan-open-data.html>, Zugriff 12/2017.
- Borges, B.; Allaire, J. J. (2017): flexdashboard. R Markdown Format for Flexible Dashboards. <http://rmarkdown.rstudio.com/flexdashboard>, Zugriff 12/2017.
- Brinkhoff, T.; Krüger, A.; Grendus, B. (2006): Towards a sustainable e-learning solution for GIEducation. In: E-learning and the next steps for education, Proceedings of ISPRS Technical Commission VI Symposium, 27. – 30. Juni 2006, Tokyo, Japan, 6 (2006), S. 71-75.
- Chang, W.; Cheng, J.; Allaire, J. J.; Xie, Y.; McPherson, J. (o. J.): shiny: Web Application Framework for R. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>, Zugriff 12/2017.
- Cheng, J. (2017): crosstalk. Inter-Widget Interactivity for HTML Widgets. <https://rstudio.github.io/crosstalk/>, Zugriff 12/2017.
- Cheng, J.; Karambelkar, B.; Xie, Y. (o. J.): leaflet. Create Interactive Web Maps with the JavaScript 'Leaflet' Library. <http://rstudio.github.io/leaflet/>, Zugriff 12/2017.
- CTIC-CT (o. J.): Open Data @ CTIC. Public Dataset Catalogs Faceted Browser. <http://datos.fundacionctic.org/sandbox/catalog/faceted/>, Zugriff 11/2017.
- EPSI platform (2016): Understanding the European Data Portal. https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/2016_understanding_the_european_data_portal.pdf, Zugriff 12/2017.
- GDAL Development Team (2017): GDAL – Geospatial Data Abstraction Library, Version 2.2.1. Open Source Geospatial Foundation. <http://www.gdal.org>, Zugriff 12/2017.
- Kubicek, H.; Lippa, B. (2015a): Open Data: Appelle reichen nicht. In: Kommune 21, 5/2015, S. 12-13. http://www.kommune21.de/meldung_21279_Appelle+reichen+nicht.html, Zugriff 12/2017.
- Kubicek, H.; Lippa, B. (2015b): Open Data: Kommunale Krux. In: Kommune 21, 4/2015, S. 12-13. http://www.kommune21.de/meldung_21140_Kommunale+Krux.html, Zugriff 12/2017.
- Lorup, E. J.; Bleisch, S. (2004): Schweizweite GIS-Ausbildung mit GITTA – Aufbau und Organisation. In: Schiewe, J. (Hrsg.): E-Learning in Geoinformatik und Fernerkundung. Wichmann, Heidelberg, S. 225-240.
- Merkel, D. (2014): Docker. Lightweight Linux Containers for Consistent Development and Deployment. In: Linux Journal, 2014 (239). <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2600239.2600241>, Zugriff 12/2017.
- Open.NRW (2017): Pilotprojekt Kommunales Open Government in NRW. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen <https://open.nrw/pilotprojekt-kommunales-open-government-nrw>, Zugriff 12/2017.
- Plümer, L.; Asche, H. (Hrsg.) (2004): Geoinformation – Neue Medien für eine neue Disziplin. Wichmann, Heidelberg.
- R Core Team (o. J.): R. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>, Zugriff 12/2017.
- Schulmeister, R. (Hrsg.) (2013): MOOCs – Massive Open Online Courses. Offene Bildung oder Geschäftsmodell? Waxmann, Münster. <http://www.waxmann.com/fileadmin/media/zusatztexte/2960Volltext.pdf>, Zugriff 12/2017.
- Siemens, G. (2006): Knowing knowledge. G. Siemens, Winnipeg, MB.
- Zehner, M. L.; Bill, R. (2004): Interaktives Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung statistischer Daten – Entwicklung, Methodik und erste Erfahrungen. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 129 (3), S. 202-209.