

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

QUALITÄT UND NUTZBARKEIT VON OSM-DATEN FÜR LANDSCHAFTSPLANERISCHE FRAGESTELLUNGEN

Linda Szücs, Cynthia Tobisch, Olaf Schroth, Peter Blum

Zusammenfassung: Die Auswahl und Verfügbarkeit offener Geodaten, d. h. Geodaten, die frei genutzt, weiterverbreitet und weiterverwendet werden dürfen, nimmt stetig zu. Die bekannteste auf offene Geodaten spezialisierte Initiative ist das OpenStreetMap(OSM)-Projekt. Offenen Geodaten werden in vielen Bereichen der Wirtschaft und Wissenschaft großes Potenzial zugeschrieben. Diese Veröffentlichung – basierend auf dem Forschungsprojekt „Grenzüberschreitendes Konzept für Naturschutz und Naturerlebnis im Gebiet des Böhmisches Walds und der Oberpfalz“ – soll Möglichkeiten und Einschränkungen offener Geodaten am Beispiel von OSM für planungs- und tourismusbezogene Fragestellungen näher untersuchen und kritisch bewerten. Eine wichtige Frage stellt dabei die Qualität offener Geodaten dar, die von Laien erhoben wurden. Für diese Fragestellung wurde eine Methode entwickelt, wie sich Vollständigkeit (completeness) und Korrektheit (correctness) von OSM-Daten mit öffentlichen Daten systematisch vergleichen lassen. Die Anwendung dieser Methode auf drei linienbasierte Nutzungskategorien (Radwege, Wanderwege, „Skiwege“) zeigt für das Fallbeispiel Cham einen hohen Korrektheitsgrad (80-90%) und einen relativ niedrigen Vollständigkeitsgrad (5-35%). Infolge von Lücken und Inkonsistenzen bei der Attribuierung werden weitere Optimierungsmöglichkeiten aufgelistet sowie die Anwendung von OSM-Daten für tourismusbezogene Fragestellungen diskutiert.

Schlüsselwörter: OSM-Daten, Datenqualität, crowdsourced Geoinformation, Landschaftsplanung, Landschaftsökologie

QUALITY AND USABILITY OF OSM-DATA FOR LANDSCAPE PLANNING APPROACHES

Abstract: The selection and availability of open geodata, means geodata that can be used, disseminated and applied forward, is continuously growing. The most well-known geodata-specialized initiative is the OpenStreetMap (OSM) project. Open geodata have great potential in the field of business and science. This publication – based on the research project “Cross-border concept for nature conservation and experience in the region of the Czech Bohemian Forest and the Upper Palatinate” – focuses on the analysis and critical evaluation – including opportunities and constraints – of the utility of open geodata concerning planning and tourism-based questions. One important question is the quality of open data being collected by laymen. Regarding this question, a concrete tool has been developed to systematically compare the completeness and correctness of OSM data with official data. The application of this methodology concerning three line-based datasets (bicycle, hiking and ski trails) showed for the pilot study of the municipality Cham a high correctness (80-90%) and a relatively low completeness (5-35%) for this specific region. Derived from attribute-based gaps and inconsistencies further optimization possibilities have been listed as well as the utility of open data for the application of tourism-based questions has been discussed.

Keywords: OSM data, data quality, crowdsourced geoinformation, landscape planning, landscape ecology

Autoren

Dr. Linda Szücs
Cynthia Tobisch
Peter Blum
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Institut für Ökologie und Landschaft
Weihenstephaner Berg 17
D-85354 Freising

E: linda.szuecs@hswt.de
cynthia.tobisch@hswt.de
peter.blum@hswt.de

Prof. Dr. Olaf Schroth
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Geodesign und Landschaftsinformatik
Weihenstephaner Berg 5
D-85354 Freising
olaf.schroth@hswt.de

1 EINLEITUNG

Der Zugang zu Geodaten hat sich über das letzte Jahrzehnt sehr stark verändert. Früher waren nur speziell ausgebildete Vermesser und Kartographen in der Lage, die Erde genau zu vermessen und zu kartieren. In der Folge war der Zugang zu Geodaten stark reglementiert und mit hohen Kosten und restriktiven Nutzungsbedingungen verknüpft. Diese Situation hat sich geändert, seitdem kostengünstige Global Navigation Satellite System (GNSS)-Empfänger mit hoher Genauigkeit verfügbar wurden und dank des Internets Geodaten dezentral verwaltet und bereitgestellt werden können. Mit diesen technischen Möglichkeiten sind Initiativen zur Erfassung und Pflege von Nutzer-generierten, kostenlos nutzbaren („offenen“) Geodaten entstanden. Während traditionelle Karten meist das Ergebnis eines koordinierten Einsatzes etablierter Institutionen sind, bezeichnet „Crowdsourcing“ das Kartieren von Geodaten durch eine potenziell große Gruppe interessierter Laien, die sich mithilfe sozialer Netzwerke und des Internets organisieren (Heipke 2010). Der Kartograph M. Goodchild fasst die durch „Crowdsourcing“ gesammelten Geodaten auch unter dem Schlagwort „Volunteered Geographic Information“ (VGI) zusammen (Goodchild 2007).

Das Ergebnis erfolgreicher „Crowdsourcing“-Initiativen sind Datensätze, die bei relativ geringen Kosten in Echtzeit erstellt und fortgeführt werden. Ähnlich der Open-Source-Software-Bewegung werden die Daten dann meist auch kostenlos, d. h. als „offene“ Geodaten anderen Nutzern zur Verfügung gestellt. „Offen“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die entsprechenden Geodaten von jedem kostenlos unter einer entsprechenden offenen Lizenz zu jedem Zweck genutzt, verändert und weitergegeben werden dürfen (Open Knowledge Foundation 2019).

Die bekannteste Initiative, welche offene Geodaten bereitstellt, ist die 2004 vom University College London (UCL) initiierte und noch heute technisch betreute OpenStreetMap (OSM). Ziel von OSM ist es, durch „Crowdsourcing“ eine kostenlos nutzbare, weltweite digitale Kartendatenbank zu erstellen und zu pflegen. Diesem Ziel ist OSM inzwischen relativ nahegekommen: Nach eigenen Angaben hat OSM inzwischen über 5 Mio. registrierte Nutzer (OSM 2019) und große Teile der Welt

sind inzwischen tatsächlich kartiert. Zwar gibt es noch gravierende Unterschiede in der Beteiligung und dementsprechend der Abdeckung zwischen Kontinenten, Ländern und einzelnen Regionen (Arsanjani et al. 2015), aber Deutschland liegt bei der Erfassung ganz vorne und Goodchild (2013) bescheinigt den OSM-Daten eine im Vergleich zu konventionellen Datensätzen oft hohe Datenqualität.

Generell hat die rasante Verbreitung leistungsstarker mobiler Endgeräte, vor allem Smartphones, und darauf laufender spezialisierter Anwendungen, den sogenannten Apps, zu einem weiteren Entwicklungssprung bei der Kartierung ökologischer Daten durch interessierte Laien geführt. Als Beispiel sei hier die vom Cornell Lab of Ornithology entwickelte App eBird genannt. Auf Basis von eBird erstellen Wissenschaftler Artverbreitungsmodelle und gewinnen wertvolle Informationsgrundlagen für die Ausweisung neuer Habitate und das Habitatmanagement (Sullivan et al. 2009). Ein anderes Beispiel ist die App „Erforscht Neophyten mit!“ des BUND NRW (2015), mittels der speziell Schülerinnen und Schüler über ihre Lehrer dazu befähigt werden sollen, 20 Neophytenarten erkennen zu lernen und dann auch zu kartieren. Als Reaktion auf den dramatischen Rückgang der Insektenarten hat der NABU die Aktion „Insektensummer“ gestartet, in welcher Bürgerinnen und Bürger aufgefordert sind, wichtige Insektenarten zu identifizieren und zu zählen. Dafür stellt der NABU (2018) auch die kostenlose App „Insektenwelt“ (<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/insektensummer/mitmachen/24466.html>) zur Verfügung. Bei vergleichbaren Vogeltzählaktionen des NABU haben in vergangenen Jahren bereits ca. 130.000 Menschen teilgenommen. Weitere Beispiele zum Teilnehmen werden auf der Citizen-Science-Plattform „Bürger Schaffen Wissen“ (<https://www.buergerschaffewissen.de/projekte>) aufgeführt.

Wie die Beispiele verdeutlichen, ist es nur naheliegend, dass die Wissenschaft, z. B. Geographie, Raumplanung, Kartographie und Ökologie, das Potenzial der offenen Geodaten zunehmend entdeckt (Arsanjani et al. 2015, Bill et al. 2018). Einen weiteren Vorteil in der Verwendung von offenen, durch Crowdsourcing gesammelten, Geodaten sieht Goodchild (2007) dabei

in der Demokratisierung des Prozesses – ein Vorteil, der gerade in Bezug auf die Beteiligung der Bevölkerung an der Erarbeitung von ökologischen Datengrundlagen unter dem Stichwort „Citizen Science“ kaum hoch genug eingeschätzt werden kann (Buytaert 2018).

In diesem Beitrag wird der Frage nachgegangen, welche Potenziale offene Geodaten generell und speziell Daten aus OpenStreetMap für die Verwendung in der Landschaftsökologie bieten. Dazu wurden in einer Fallbeispielstudie OSM-Daten mit kommunalen Daten mithilfe einer neuen Vergleichsmethode auf Vollständigkeit und semantische Übereinstimmung getestet.

1.1 OPENSTREETMAP ALS DATENGRUNDLAGE FÜR DIE BERECHNUNG VON ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN

In der Literatur werden bereits unterschiedliche Fallbeispiele aus den Bereichen Landnutzungsplanung und Ökosystemleistungen beschrieben, in denen OSM-Daten erfolgreich zur Datengrundlage beigetragen haben (vgl. Schägner et al. 2016, Kertész et al. 2018, Huu et al. 2018). Allerdings gibt es kaum Projekte, die ausschließlich auf OSM-Daten basieren – i. d. R. werden andere offene Geodaten, wie der aus Copernicus-Satellitenbildern abgeleitete Urban Atlas, in kommerzielle und öffentliche Datensätze integriert. Für das Fallbeispiel Lodz in Polen haben Feltynowski et al. (2018) so die öffentlichen Grünflächen in der Stadt (Anteil an der Gesamtfläche bei 12,8%) durch in offiziellen Karten nicht erfasste private und informale Grünflächen ergänzen können, sodass die abschließende Kartierung einen Grünflächenanteil von 68,9% ergibt.

Yang et al. (2017) haben OSM-Daten in Landnutzungskarten aus Satellitenbildern integriert und damit Karten mit einem regionalen Maßstab erstellt, die eine interne Genauigkeit von 95,2% und eine externe Genauigkeit von 74,8% erzielen. Als weiterer Vorteil der Einbindung von OSM-Daten erwiesen sich dabei die Zusatzinformationen zur Landnutzung im Gegensatz zur Landbedeckung, die man relativ problemlos aus Satellitenbildern erkennen kann. In Deutschland haben Dorn et al. (2015) für die Landnutzungskartierung in OSM bei Wald eine besonders hohe Vollständigkeit (97,6%) und Korrektheit (95,1%) nachgewiesen. Im

Gegensatz dazu sind Ackerflächen jedoch weniger vollständig erfasst (45,9%).

Noch näher an der Landschaftsökologie ist die Arbeit von Kuttner et al. (2015), die eine in 19 Habitatklassen aufgeteilte Karte mit einer Auflösung von 25 m von Österreich, Süddeutschland (Bayern und Baden-Württemberg), Liechtenstein, Italien (Südtirol) und der Schweiz aus ausschließlich frei verfügbaren Daten zusammengestellt haben. Neben OSM-Daten zu Verkehr und Wasserwegen, Siedlungen und Grünflächen aber auch Weinbergen und Obstgärten (orchards) gingen CORINE-Landcover-Daten sowie offene Geodaten öffentlicher Träger und Forschungsinstitute in die Betrachtung ein. Die Prüfung der räumlichen und thematischen Genauigkeit des fertigen Produkts mithilfe der sogenannten Kappa-Statistik ergab für den Biotoptyp Grasland Übereinstimmungen von bis zu 90,7% bei einem Kappa-Koeffizienten von 45,6%.

Besonders hilfreich sind OSM-Daten bei der Bewertung urbaner Ökosystemleistungen (ÖSL) wie Sieber & Pons (2015) am Beispiel von Singapur zeigen. Für die Bewertung der ÖSL Luftqualität, Erholungsnutzung und Ästhetik ziehen sie u. a. die OSM-Themen Eisenbahn, Straßen und Wasserwege hinzu. Am Beispiel Trent wenden Cortinovis & Geneletti (2018) ÖSL auf urbane Räume und Fragestellungen aus der Stadtplanung an. Am Beispiel der ÖSL zur Regulierung des Stadtklimas und zur naturbezogenen Erholungsnutzung demonstrieren sie den Nutzen bei der Entwicklungsplanung von innerstädtischen Brachflächen. Als Datenbasis zur Modellierung dieser ÖSL haben sie neben selbst erhobenen und kommunalen Datenbeständen zahlreiche Themen aus OSM-Daten extrahiert: markante Einzelbäume, Gebirgsgipfel, Aussichtspunkte und Brunnen. Nahe an der vorliegenden Studie ist auch die Arbeit von Schägner et al. (2018), die ebenfalls ÖSL zur Erholungsnutzung modellieren und dabei OSM-Daten zur Dichte des Wanderwegenetzes einbeziehen.

1.2 OPENSTREETMAP-LIZENZIERUNG UND -ATTRIBUTIERUNG

"Since 2012, OSM is distributed under a so-called Open Database License (ODbL), which allows free sharing of the data, creating new work from it and adapting the data to your database" (OSM Foundation 2019).

Voraussetzung für die breite wissenschaftliche Nutzung ist eine flexible und wenig restriktive Nutzungslizenz. Anfangs wurden OSM-Daten unter einer Creative Commons Lizenz geführt, aber diese erwies sich schnell als nicht geeignet für die speziellen Ansprüche offener Geodaten. Bereitgestellt werden OSM-Daten nun unter der speziell für OSM entwickelten Open Database License (ODbL) Version 1.0. Unter dieser Lizenz dürfen OSM-Daten frei von allen Copyright-, Lizenz-, Nutzungs- und anderen Gebühren und zu allen Zwecken verwendet werden. Im Gegenzug sind die Nutzer verpflichtet, die Herkunft der Daten als OSM-Daten klar zu zitieren. Sollten Nutzer die OSM-Daten durch selbst erhobene Daten ergänzt haben, dann sind sie außerdem gebeten, diese ebenfalls (aber nicht notwendigerweise über die OSM-Plattform) als offene Daten der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

In technischer Hinsicht entschieden sich die Initiatoren des OSM-Projekts bewusst gegen die Übernahme etablierter Standards wie die des Open Geospatial Consortiums (OGC), weil sie ihnen zu komplex erschienen. Stattdessen werden in OSM alle Geodaten in Form von Punkten bzw. Knoten mit Koordinaten erfasst. Linien und Flächen werden dann in Form von Referenzen zu den definierenden Knoten gespeichert. Einfache Geodaten sind auch in OSM aus geometrischen Objekten mit daran angehängten Attributen oder „Tags“ aufgebaut. Für komplexere Zusammenhänge gibt es in OSM das grundlegende Element der "relationen", von dem es unterschiedlichen Typen gibt, welche aus einem Schlüssel ("key") und ggf. einem Wert oder "value" für diesen Key bestehen. Beispiel hierfür sind die Relationen vom Typ "route". Eine Route kann dann den Wert "bicycle" für eine Radwegeroute und/oder auch den Wert "ski" für eine Skiroute besitzen.

Aus dieser Attributierung hat sich inzwischen eine komplexe Taxonomie entwickelt, die von der gesamten Nutzer-Community gemeinschaftlich weiterentwickelt wird. Interessanterweise gibt es zwar Richtlinien zum Vergeben der Tags, aber keine Begrenzung, sodass Nutzer auch eigene Tags einfügen können. Einerseits erschwert diese Freiheit eine einheitliche Semantik, aber andererseits ermöglicht sie jedem Teilnehmer, die Daten auf eigene Anwendungen hin zu optimieren (Haklay & Weber

2008). Vandecasteele & Devillers (2015) machen dazu einen Vorschlag, wie sich das Tag-System durch automatische Empfehlungen einheitlicher gestalten ließe. Erschwerend kommt allerdings hinzu, dass die Attributierung in OSM zusätzlich zu den Tags auch sogenannte Relationen benutzt. Eine Relation besteht aus einem Attribut oder mehreren Attributen sowie einer sortierten Liste von Datenelementen. Die Relation "route" wird verwendet, um kartierte Streckenabschnitte beispielsweise zu Busrouten, Fahrrad- oder Wanderwegen zu verknüpfen.

Es gibt bereits zahlreiche Studien, in welchen die Qualität der Geodaten in OSM geprüft wird. Wie andere Geodaten auch kann man OSM-Daten je nach Schwerpunkt nach unterschiedlichen Kriterien prüfen, z. B. geometrische Genauigkeit, Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Tiefe der Attributierung u. v. m. Eine vollständige Diskussion der infrage kommenden Kriterien würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, aber ein zentrales Kriterium ist Vollständigkeit (completeness). Im OpenStreetMap Wiki (2019) wird darauf hingewiesen, dass gerade Vollständigkeit ein schwieriges Kriterium ist. Es gibt dazu zwei grundsätzliche Ansätze, zum einen der Vergleich mit externen Datenquellen und zum anderen der Vergleich zwischen verschiedenen Datensätzen in OSM, zu denen es dann auch im Detail noch einmal unterschiedliche Herangehensweisen gibt.

Nachdem eine 2008 von der UCL erstellte Bewertung noch eine Abdeckung von „nur“ 29% für Straßen in England (Haklay & Weber 2008) ergeben hatte, erreichte OSM für das Straßennetz knapp zehn Jahre später nach Barrington-Leigh & Millard-Ball (2017) selbst global schon eine Vollständigkeit von 83%. Neben der Vollständigkeit (completeness) der Daten spielen in der Landschaftsökologie aber auch die Aktualität der Daten und speziell die Korrektheit (correctness) und Qualität der Attributdaten eine wichtige Rolle. Auch die Übererfassung von Merkmalen kann für die weitere Auswertung kontraproduktiv sein.

In diesem Beitrag haben die Autoren die Vollständigkeit der Wander- und Radwege sowie der Skirouten von OSM-Daten anhand eines Fallbeispiels mit öffentlich geprüften Referenzdaten beispielhaft für andere offene, durch Crowdsourcing gesammelte Geodaten untersucht.

1.3 PROJEKTBE SCHREIBUNG

Im bayerisch-tschechischen Grenzgebiet zeigt sich ein zunehmender Bedarf, den Schutz der Natur, des Landschaftsbilds und der hohen biologischen Vielfalt zu optimieren. Von Interesse ist dabei das Verhältnis zwischen den Belangen des Naturschutzes einerseits und der weiteren Entwicklung des Tourismus andererseits. Derzeit ist zu beobachten, dass die grenznahen Gebietsflächen des Landschaftsschutzgebiets Böhmischer Wald auf tschechischer Seite und des Oberpfälzer Walds auf bayerischer Seite verstärkt für Tourismus und Erholung genutzt werden. Dieses Interesse ist mit einem schnellen, oft unkoordinierten Ausbau der begleitenden Infrastruktur verbunden, der eine Beeinträchtigung des erhaltenen Naturzustands und somit einen Konflikt mit den Belangen des Naturschutzes bzw. dem Schutz des kulturhistorischen Erbes bedeuten kann.

Das Ziel des bearbeiteten Forschungsprojekts – anknüpfend an diese Publikation – ist es, die Voraussetzungen für die natur schonende Nutzung des natürlichen wie auch des touristischen Potenzials des Böh mischen Walds und des angrenzenden grenznahen Gebiets des Oberpfälzer Walds zu schaffen. Dabei kommt es darauf an, die bedeutenden natur- und kulturhisto rischen Werte zu erkennen, deren touris tisches Potenzial zu definieren und anhand dessen konzeptionelle Schritte zum Schutz dieser Werte zu planen, die auf der einen Seite die Nutzung der Werte ermöglichen, auf der anderen Seite sie aber vor einer Beschädigung schützen. Angesichts der en gen Verflechtung der Gebietsflächen des Böh mischen Walds und des Oberpfälzer Walds, deren hohe Wertigkeit sich oft grenzüberschreitend zeigt, ist es wün



Abbildung 1: Lage des Pilotlandkreises Cham in Deutschland (Bayern)

schenswert, die jeweiligen Ansichten über die Bedingungen für den umweltschonenden Ausbau des Tourismus möglichst so aufeinander abzustimmen, dass die Risiken eines Konflikts mit den Belangen des Naturschutzes in diesem gemeinsamen bayerisch-tschechischen Grenzgebiet minimiert werden können.

Das übergeordnete Ziel des Forschungs vorhabens ist es somit, ein gemeinsames grenzüberschreitendes Konzept zu erstel

len, das als Instrument für die Regelung der touristischen Aktivitäten dient, um die Natur und Landschaft der Region langfristig zu schützen.

1.4 DATENGRUNDLAGEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der Landkreis Cham – als Teilgebiet des oben genannten Tourismuskonzepts sowie Hauptgegenstand dieses Beitrags – gehört zu den Großlandschaften Oberpfälzer und

Kategorie	Landkreis Cham Datensätze	OSM Key-value-pairs
Radwege	Radwege (1:25.000) Mountainbike-Touren (1:25.000)	key = "route" value = "bicycle" OR value = "mtb"
Skiwege	Langlauf-Loipen (1:25.000) Ski-Alpin-Pisten (1:25.000)	key = "route" value = "ski"
Wanderwege	Wanderwege – örtlich (1:25.000) Wanderwege – überörtlich (1:25.000) Winter-Wanderwege (1:25.000) Themenwege (1:25.000)	key = "route" value = "hiking" OR value = "foot"

Tabelle 1: Methodik zur Auswahl von drei touristisch relevanten Nutzungskategorien für die Überprüfung der Vollständigkeit und Korrektheit der OSM-Datensätze

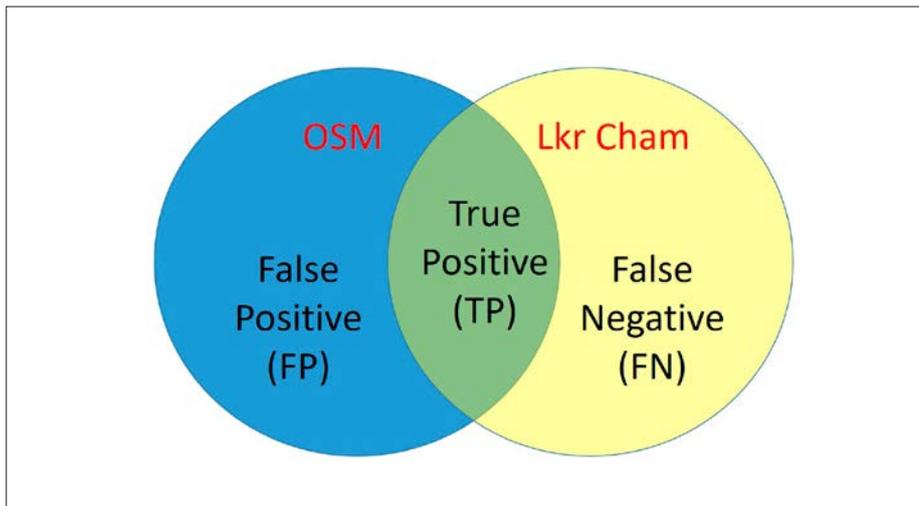


Abbildung 2: Schema zur Veranschaulichung der Variablen zur Berechnung von completeness und correctness

Bayerischer Wald und umfasst 1.510 km². Auf einer Länge von 72 km grenzt der Landkreis Cham im Osten an den Bezirk Pilsen und spielt somit als Urlaubsregion im Naturpark Oberer Bayerischer Wald eine wichtige Brückenrolle zu Tschechien (Abbildung 1).

In dem Raum des Oberpfälzer Walds wurde auf beiden Seiten der Grenze eine umfangreiche OSM-Geodatenbasis zusammengestellt und aus dem OSM-Datenbestand extrahiert. Dazu gehören Geoinformationen zur touristischen Infrastruktur (Rad-, Wander-, Reitwege, Skigebiete, Parkplätze, Aussichtspunkte), der touristisch relevanten Antrittspunkte (Touristeninformation, Campingplätze, Bahnhöfe, Fahrradverleihstationen) sowie für das Angebot natur- und kulturhistorischer Merkmale (Natur- und Kulturdenkmäler).

Der Pilotlandkreis Cham verfügt über ein gut ausgestattetes frei zugängliches interkommunales Geo-Informationssystem (IkgIS-Cham) für Verwaltung, Bürger und Wirtschaft mit validen, vom Landkreis Cham selbst erhobenen Daten in Kombination mit ATKIS-Daten. Im Rahmen des IkgIS-Cham werden neben Geo-Web-Services auch Fachdatendienste zur interoperablen Anbindung externer Ansätze sowie ein Geographisches Bürgerinformationssystem (GeoBIS-Cham) angeboten (<https://www.landkreis-cham.de/service-beratung/geo-informationen>). Mit dem IkgIS-Cham kann etwa ein Drittel des Bearbeitungsgebiets (Oberpfälzer und Bayerischer Wald) auf bayerischer Seite zu touristischen Themen abgedeckt werden. Für das übrige Bear-

beitungsgebiet fehlen solche Daten und sollen mangels Ressourcen für eigene Datenerhebungen mit Daten aus offenen Quellen, hier OSM-Daten, abgedeckt werden. Die Daten des Landkreises Cham dienen insoweit gleichzeitig als Datenquelle sowie als Referenz für die Beurteilung der Qualität der verfügbaren OSM-Daten.

Ziel dieser Studie ist, durch eine GIS-basierte Analyse die Vollständigkeit und Korrektheit von OSM-Daten zu quantifizieren, um die Verwendbarkeit der OSM-Daten für eine Standort- und Potenzialanalyse des touristischen Gebietskonzepts zu beurteilen.

2 METHODIK – VOLLSTÄNDIGKEIT (COMPLETENESS) UND KORREKTHEIT (CORRECTNESS) VON OSM-DATEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die Untersuchung der Qualitätsindikatoren Vollständigkeit und Korrektheit von OSM-Daten erfolgte beispielhaft anhand erholungsrelevanter Wegenetze der folgenden drei Kategorien „Wanderwege“, „Radwege“ und „Skiwege“ (umfasst Loipen und Skipisten).

Die Vollständigkeit (completeness) drückt dabei aus, wie flächendeckend genau der Umfang des vorliegenden Objekts ist (Haklay 2008). Die Korrektheit (correctness) deutet auf die thematische Genauigkeit von bestehenden Datengrundlagen im Vergleich zum jeweiligen Objekt hin (Dorn et al. 2015).

Die Referenzdaten wurden aus dem interkommunalen Geoinformationssystem des Open-Data-Portals des Landkreises Cham

(<https://data-lra-cha.opendata.arcgis.com/>) bezogen. Aufgrund o.g. Gründe wurden in dieser GIS-basierten Analyse für die öffentlichen Daten des Landkreises eine relative Vollständigkeit von 100% sowie eine relative Korrektheit von 100% als Referenzgröße angenommen. Die damit verglichene Korrektheit/Vollständigkeit der OSM-Daten ist somit im Verhältnis zu den Landkreisdaten zu interpretieren.

Um vergleichbare Datensätze aus den beiden Quellen zu erhalten, wurde im ersten Schritt eine semantische Harmonisierung durchgeführt, bei der alle für die drei untersuchten Kategorien (Rad-, Wander- und Skiwege) relevanten Geometrien aus OSM- und Landkreisdaten entsprechend zugeordnet wurden (siehe Tabelle 1).

Die für die Untersuchung verwendeten OSM-Daten wurden im Mai 2019 mit dem QGIS-Plug-in QuickOSM (QGIS Version 3.4.1) durch eine Overpass-Query bezogen (<http://qgis.org>). Über eine Attributabfrage wurden alle OSM-Objekte des Typs "relation" mit dem key "route" ausgewählt, die einer der drei genannten Kategorien zugeordnet werden konnten. Die für die Auswahl verwendeten Feldwerte sind in Tabelle 1 aufgelistet. Bei der Auswertung wurden ausschließlich Geometrien des Typen "Multilinestrings" berücksichtigt. Die weitere Datenverarbeitung und Analyse erfolgte in ArcGIS 10.4.1.

Die Ermittlung von completeness (Vollständigkeit) und correctness (Korrektheit) der OSM-Daten in Relation zu den Referenzdaten des Landkreises Cham erfolgte anhand der Formeln (1) und (2) angelehnt an Dorn et al. (2015).

$$\text{completeness (Vollständigkeit)} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (1)$$

$$\text{correctness (Korrektheit)} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Dabei stellen die True-Positive-Werte (TP) die Bereiche dar, in denen sich OSM- und Referenzdaten innerhalb derselben Kategorie überlappen. False-Positive-Werte (FP) repräsentieren Flächen, die zu OSM-Daten gehören, aber sich nicht mit Landkreis-Daten überlappen. Umgekehrt repräsentieren False-Negative-Werte (FN) Flächen aus den Referenzdaten des Landkreises, die sich nicht mit OSM-Daten überlappen (siehe Abbildung 2).

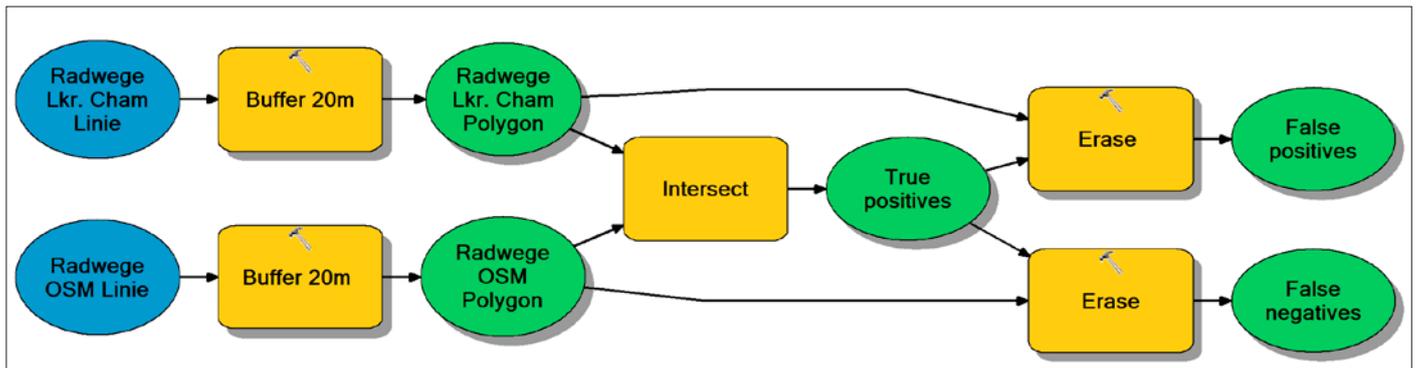


Abbildung 3: Modell zur Ermittlung der True Positives (TP), False Positives (FP) und False Negatives (FN)

Die Ermittlung von TP, FP und FN erfolgte anhand eines Modells, wie es in Abbildung 3 am Beispiel der Kategorie Radwege dargestellt ist. Um die Ungenauigkeiten bei der Kartierung und GNSS-Erfassung von OSM- und Referenzdaten (Bauer 2013, Todt 2009, Hoffmann-Wellenhof et al. 1993) zu berücksichtigen, wurden zunächst alle Linien mit einem Abstand von 20 m gepuffert und somit in Polygone umgewandelt ("Buffer 20 m"). So wurde gewährleistet, dass Linien beider Datensätze, die denselben Weg darstellen, sich jedoch aufgrund von Messungenauigkeiten nicht genau überlappen, trotzdem als True Positives gewertet werden können.

Aus der Überschneidung der OSM- mit den Landkreis-Polygonen derselben Kategorie ergaben sich die True Positives („Intersect“). Die False Positives wurden durch Abzug der True Positives von den OSM-Flächen generiert („Erase“). Analog ergaben sich die False Negatives durch Abzug der True Positives von den Landkreis-Cham-Polygonen.

3 ERGEBNISSE

Abbildung 4 zeigt die im Untersuchungsgebiet erfassten Ski-, Wander- und Radwege aus den beiden Datenquellen. Landkreis Cham zeigt ein dichtes Rad- und Wanderwegenetz auf, im OSM-Datensatz hingegen sind Wanderwege weitaus weniger vorhanden. Vor allem die Skiwege sind im Vergleich zu den Landkreis-Daten in OSM sehr unvollständig erfasst.

Es gibt jedoch auch zahlreiche Rad- und Wanderwege, die in beiden Datenquellen vorhanden sind. Einige wenige Abschnitte sind in OSM kartiert, jedoch in den entsprechenden Daten des Landkreises als solche nicht hinterlegt. Abbildung 5 stellt dies am Beispiel der Wanderwege dar.

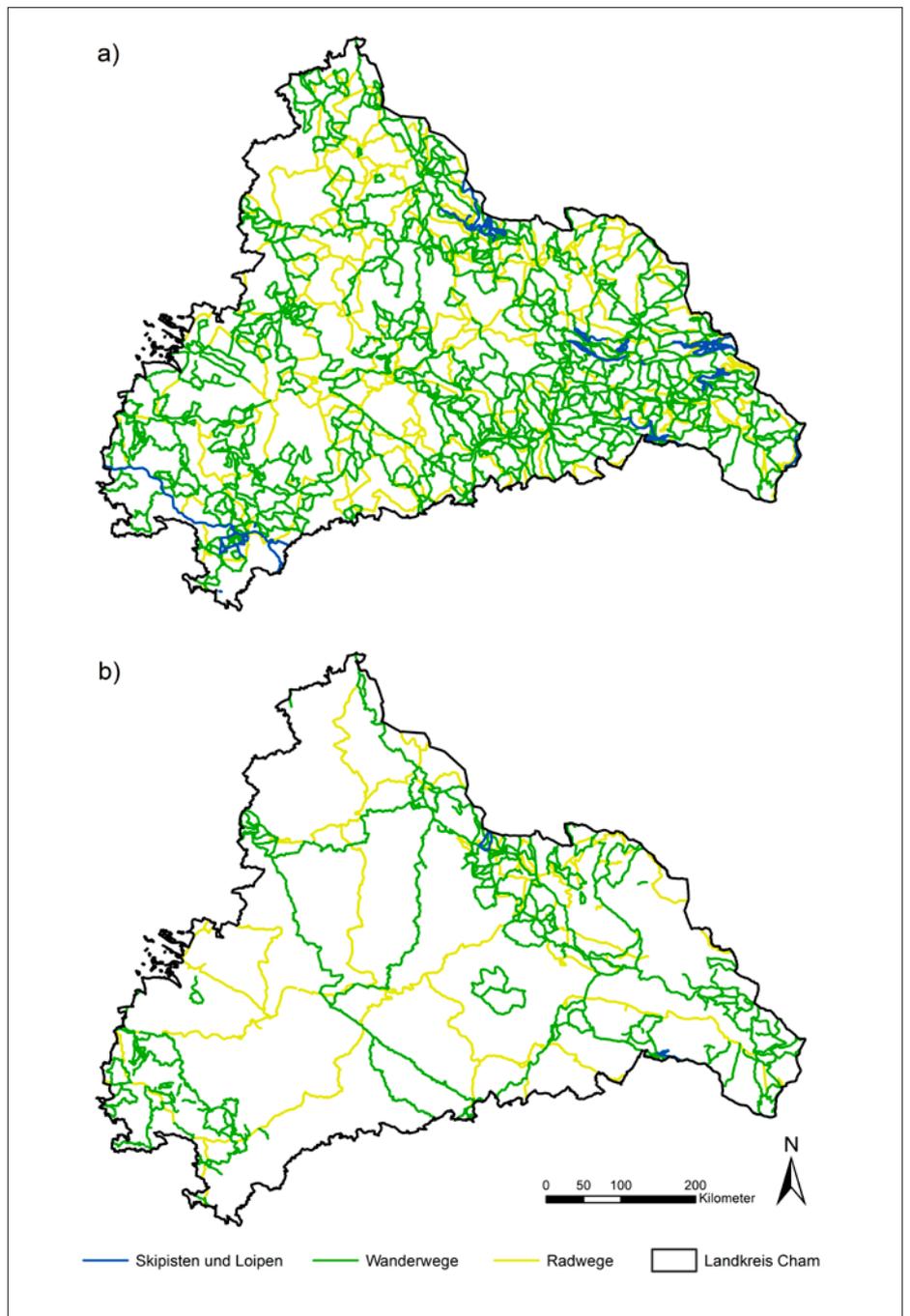


Abbildung 4: Vergleich der Wege-Infrastruktur von Rad-, Wander- und Skiwegen aus a) den Daten des Landkreises Cham und b) OSM-Daten (Geodaten Landkreis Cham 2019; Map data copyrighted OpenStreetMap contributors and available from <https://www.openstreetmap.org>)

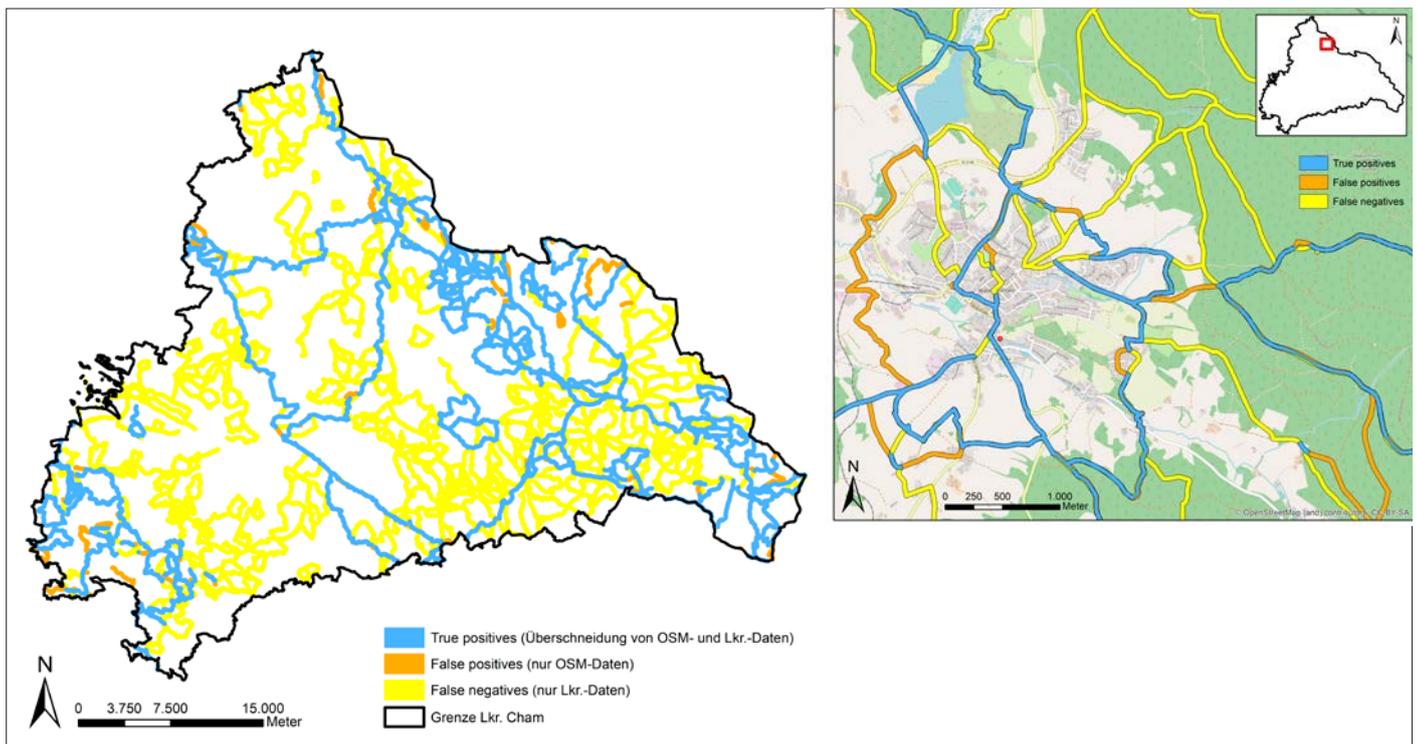


Abbildung 5: Ausschnitt der überlagerten Wanderwegeneetze der Landkreis- und OSM-Daten (Geodaten Landkreis Cham 2019; Map data copyrighted OpenStreetMap contributors and available from <https://www.openstreetmap.org>)

Die berechneten prozentualen Werte der Korrektheit und Vollständigkeit der OSM-Daten differenziert nach den drei Nutzungskategorien sind in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die GIS-basierte Analyse ergab, dass die Vollständigkeit der drei Nutzungskategorien Rad-, Wander- und Skiwege zwischen 5-35% liegt. Allerdings weisen die OSM-Daten in allen drei Nutzungskategorien einen hohen Korrektheitsgrad (80-90%) auf. Die Nutzungskategorie der Skiwege hat im Vergleich zu Wander- und Radwegen den niedrigsten Vollständigkeitsgrad (7%) und den höchsten Korrektheitsgrad (92%) (Abbildung 6).

4 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Jenseits der Daten, die von amtlichen Vermessungsverwaltungen erhoben werden (z. B. in ATKIS oder ALKIS), bieten bürgerschaftlich organisierte Geodatensammlungen, insbesondere OpenStreetMap, ein großes Potenzial zur Generierung von planungsrelevanten Geodaten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Grenzüberschreitendes Gebietskonzept in der Oberpfalz“ – ein landschaftsplanerisch angelegtes Projekt mit thematischem Schwerpunkt im Bereich Naturtourismus – wurde eine teilweise unzureichende amtli-

che Datengrundlage für die Bestandsanalyse tourismusbezogener Themen festgestellt. Für diesen konkreten Anwendungsfall wurde überprüft, inwieweit OSM-Daten die bestehenden offiziellen Daten zur touristischen Infrastruktur ergänzen können.

Literaturstudien (Neis & Zielstra 2014, Haklay & Weber 2008) haben bestätigt, dass die Anzahl der Anwender (sowohl Laien als auch Experten), die auf OSM-Daten zurückgreifen, zunimmt. Die praktische Nutzbarkeit dieser Datenbestände in räumlicher und thematischer Hinsicht ist dabei jedoch nicht immer gewährleistet. Daher ist im konkreten Anwendungsfall ein Test der Qualität von OSM-Daten im Vorfeld zu

empfehlen (siehe auch Al-Bakri & Fairbairn 2012).

In diesem Beitrag wurde dementsprechend eine Methode für Planungspraktiker bzw. GIS-Anwender ohne tiefer gehende Programmierkenntnissen entwickelt, um die Qualität von OSM-Liniendaten auf einfachem Wege zu überprüfen. Im Rahmen des Beitrags wurden drei linienbasierte Nutzungskategorien (Rad- und Wanderwege sowie Skiwege) aus OSM-Daten im Vergleich zu offiziellen Referenzdaten des Landkreises Cham auf zwei Indikatoren (Korrektheit und Vollständigkeit) hin getestet.

Die Analyse hat gezeigt, dass – vergleichbar der auf Polygone bezogenen

	Wanderwege	Radwege	Skiwege
TP [ha]	2404,82	1602,44	36,77
FP [ha]	516,37	186,43	2,97
FN [ha]	5178,34	3173,74	515,94
Fläche OSM [ha]	2921,19	1788,87	39,74
Fläche Lkr. Cham [ha]	7583,16	4776,18	552,71
Completeness [%]	31,71	33,55	6,65
Correctness [%]	82,32	89,58	92,52

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Vollständigkeit und Korrektheit der OSM-Daten im relativen Vergleich zu den offiziellen Daten (100%) aus dem Landkreis Cham

Qualitätsanalyse von Dorn et al. (2015) – OSM-Daten im Vergleich zu offiziellen Daten eine heterogene Korrektheit und Vollständigkeit aufweisen. Die Vollständigkeit der OSM-Daten erweist sich bei der Completeness-Analyse als lokal schwankend und kaum vorhersehbar. Die räumliche Abdeckung der Geodaten ist weithin zufällig, je nach lokal repräsentiertem Interesse an einer Teilnahme (Haklay 2010). Die Korrektheit der OSM-Angaben hingegen erweist sich als hoch.

Wenn man bedenkt, dass Barrington-Leigh & Millard-Ball (2017) für die globale Vollständigkeit des Straßennetzes einen Wert von über 80% ermittelt haben, dann ist die im Vergleich geringe Vollständigkeit der Wander- und Radwege in unserem Fallbeispielgebiet doch überraschend. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass mit dem Test in einer eher abgelegenen Grenzregion zufällig eine Region erwischt wurde, die unterdurchschnittlich erfasst ist.

Die angewandte Methode zur Überprüfung der OSM-Daten ist aber grundsätzlich übertragbar, soweit Referenzdaten vorhanden sind. Die Ergebnisse des Fallbeispiels sind allerdings auf andere Regionen schwer übertragbar. Jeder Anwendungsfall ist individuell zu betrachten, abhängig vom Thema, der lokal vorliegenden OSM-Daten sowie der für einen Vergleich herangezogenen Referenzdaten.

Bei der angewandten Methode ist darauf zu verweisen, dass für die Analyse ausschließlich Geometriedaten des Typs "Multilinestring" einbezogen wurden. Berücksichtigt man zusätzlich noch den Geometriotyp "Lines", so findet man noch einige zusätzliche Linien, die sich mit Rad-, Wander- oder Skiwegen der offiziellen Landkreis-Daten decken, aber anhand ihrer Attribuierung nicht als solche identifizierbar sind und deshalb nicht in der statistischen Auswertung berücksichtigt werden können.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass für tourismusbezogene Fragestellungen der OSM-Datenbestand eine wertvolle Ergänzung zu vorhandenen Daten ist. Bei der Verwendung von OSM-Daten sind aufgrund der vorhandenen Datenbankstruktur – insbesondere für Anwender ohne Programmierkenntnisse – technische Hürden zu überwinden:

a) Das Tagging der Geometriedaten lässt bei der Datenerfassung weite Spielräume,

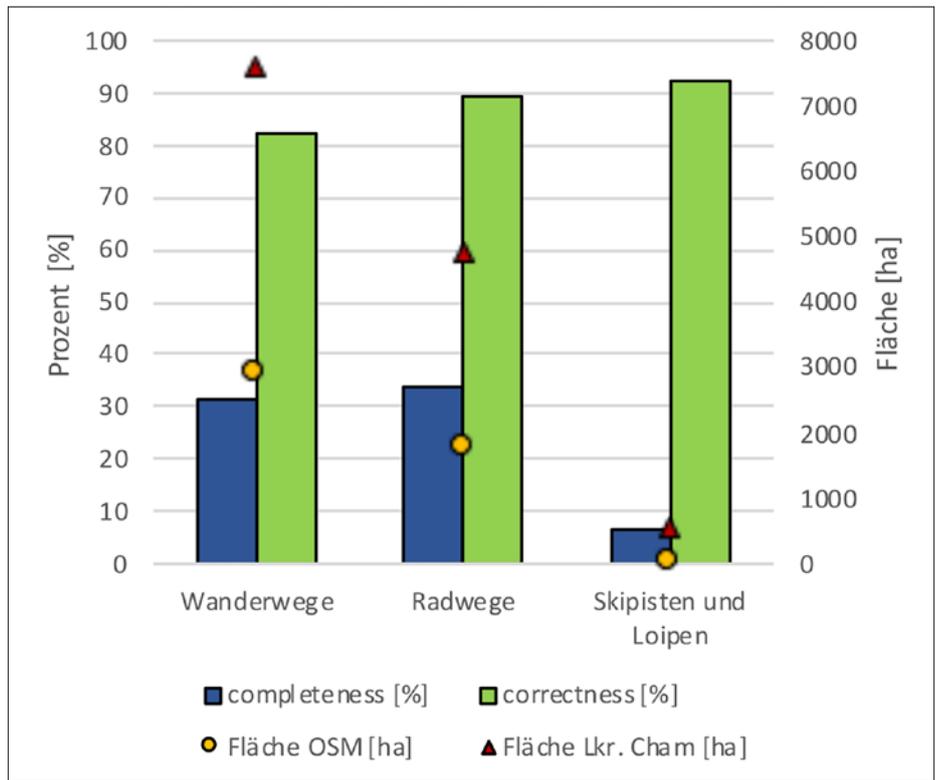


Abbildung 6: Grafische Erfassung der Vollständigkeit (completeness) und Korrektheit (correctness) von OSM-Daten sowie der Flächengrößen der gepufferten Linien

me, was unvollständige und möglicherweise unklare Eingaben begünstigt. Andererseits bietet das flexible System der sogenannten „Tags“ die Möglichkeit, mit relativ geringem Aufwand Datensätze u. a. auch für landschaftsplanerische und tourismusbezogene Fragestellungen zu sammeln.

b) Die Interpretation und kombinierte Abfrage der Daten über OSM Key-value-pairs erfordert ein Mindestmaß an Sachkenntnis, die bei Anwendern aus der Planungspraxis mit wenig Vorwissen zu Fehlschlüssen führen kann.

Aus der Sicht professioneller Anwender von OSM-Daten sind folgende Optimierungspotenziale erkennbar:

- ▶ Strukturelle Verbesserungen bei der Klassifizierung bzw. Typisierung der Attribute (Tags).
- ▶ Bereitstellung stärker strukturierter Vorgaben für die Attribution, z. B. durch begrenzte, aber dafür präziser definierte Typklassen in den bereitgestellten Dateneingabemasken. Wie Vandecasteele & Devillers (2015) vorschlagen, könnte man ein spezifisches Empfehlungssystem für Tags aufbauen. Dank des flexiblen OSM-Tag-Systems ließe sich diese Maßnahme relativ einfach

auf freiwilliger Basis auch für spezialisierte planungsrelevante Themen umsetzen.

- ▶ Verbesserte Dokumentation zielführender Abfragetechniken für Anwender (OSM Key-value-pairs).
- ▶ Verbesserungen im Qualitätsmanagement, z. B. durch Fachredakteure mit erweiterter Freigabebefugnis (Rechtmanagement anstelle rein selbstorganisierter Qualitätssicherung) (vgl. z. B. Wikipedia oder KLEKS Kulturlandschafts WIKI (Institut für Kulturlandschaftsforschung e. V., <https://www.kleks.app/>)).
- ▶ Ggf. wechselseitiger Datenaustausch mit institutionellen Datenverwaltern (Landesvermessungen, Fachstellen) auf Basis von Gegenseitigkeit.

5 AUSBLICK

In aktuellen Forschungsbereichen der Landschaftsökologie, wie die Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen, bieten sich weitere Möglichkeiten für die Verwendung von OSM-Daten an. Die Erfassung der Nachfrage von kulturellen Ökosystemleistungen wird beispielsweise aufgrund mangelnder Datengrundlagen oft erschwert. OSM-Daten mit einer hohen Voll-

ständigkeit und Korrektheit können hingegen als eine potenzielle Grundlage für die Ableitung der Indikatoren von Ökosystemleistungen dienen. Anders ausgedrückt könnten OSM-Daten in einem auf offenen Geodaten basierenden GIS die Rolle der Geobasisdaten (Geodaten, welche die Landschaft (Topographie), d.h. Verkehrswege, Gebäude, Relief, Vegetation und etwaige Liegenschaften, beschreiben) einnehmen bzw. ergänzen. Diese ließen sich dann je nach Anwendung durch spezialisierte aber ebenfalls offene Fachdaten aus Forschungsprojekten oder aus anderen Crowdsourcing-Projekten ergänzen.

Es ist damit zu rechnen, dass die Vielfalt und Verfügbarkeit offener Geodaten weiterhin rasant wachsen wird, da die EU

die Bereitstellung offener Geodaten mit der INSPIRE-Initiative fördert und für EU-finanzierte Forschungsprojekte auch fordert. Es ist damit zu rechnen, dass aus zukünftigen Forschungsprojekten auch landschaftsökologische Datensätze hervorgehen werden. Die Einbindung der Bevölkerung im Rahmen von Citizen-Science-Projekten erfüllt zudem im Sinn der European Landscape Convention einen gesellschaftspolitischen Auftrag und fördert die Akzeptanz umweltpolitischer Maßnahmen.

DANKSAGUNG

Das Forschungsprojekt bzw. die damit verbundene Fallstudie ist als Ergebnis der langfristigen Zusammenarbeit zwischen der Region Pilsen, der Regierung der Ober-

pfalz, der gemeinnützigen Regionalen Entwicklungsagentur der Region Pilsen, der Agentur für Natur- und Landschaftsschutz der Tschechischen Republik, der Verwaltung des Landschaftsschutzgebiets Böhmischer Wald und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Ökologie und Landschaft (IÖL) zustande gekommen. Das Team der Autorenschaft bedankt sich für die wertvollen Kommentare der Reviewer.

Literatur

- Aalders, H. J. G. L. (2002): The registration of quality in a GIS. In: Shi, W.; Fisher, P.; Goodchild, M. F. (Eds.): *Spatial Data Quality*. Taylor & Francis, London, S. 186-199.
- Al-Bakri, M.; Fairbairn, D. (2012): Assessing similarity matching for possible integration of feature classifications of geospatial data from official and informal sources. In: *International Journal of Geographical Information Science*, 26, S. 1437-1456.
- Arsanjani, J. J.; Zipf, A.; Mooney, P.; Helbich, M. (Eds.) (2015): *OpenStreetMap in GIScience*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14280-7>.
- Barrington-Leigh C; Millard-Ball A. (2017): The world's user-generated road map is more than 80% complete. In: *PLoS ONE*, 12(8), e0180698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180698>.
- Bauer, C. (2013): On the (in-) accuracy of GPS measures of smartphones: a study of running tracking applications. *Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia*. ACM, New York.
- Bill, R.; Lorenzen-Zabel, A.; Hinz, M. (2018): Offene Daten für Lehre und Forschung in raumbegrenzten Studiengängen – OpenGeoEdu. In: *gis.Science*, 1/2018, S. 32-44.
- BUND NRW – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland LV NRW e. V. (2015): *Citizen Science für junge ForscherInnen im Bonner Raum*. Lehrmaterial für LehrerInnen und MultiplikatorInnen. Bonn.
- Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B. F.; Hannah, D. M.; Clark, J.; Dewulf, A. (2018): Ecosystem services and resilience framework. In: Schreckenberg, K.; Mace, G.; Poudyal, M. (Eds.): *Ecosystem Services and Poverty Alleviation. Trade-offs and Governance*. Routledge, London/New York. <https://doi.org/10.5337/2014.229>.
- Cortinovis, C.; Geneletti, D. (2018): Mapping and assessing ecosystem services to support urban planning: A case study on brownfield regeneration in Trento, Italy. In: *One Ecosystem*, 3, e25477. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e25477>.
- Dorn, H.; Törnros, T.; Zipf, A. (2015): Quality Evaluation of VGI Using Authoritative Data – A Comparison with Land Use Data in Southern Germany. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4/2015, S. 1657-1671. doi:10.3390/ijgi4031657.
- Feltynowski, M.; Kronenberg, J.; Bergier, T.; Kabisch, N.; Łaszkiwicz, E.; Strohbach, M. W. (2018): Challenges of urban green space management in the face of using inadequate data. In: *Urban Forestry and Urban Greening*, 31, S. 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.003>.
- Goodchild, M. (2007): Citizens as sensors: the world of volunteered geography. In: *GeoJournal*, 69 (4), S. 211-221. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.
- Goodchild, M. F. (2013): The quality of big (geo)data. In: *Dialogues in Human Geography*, 3 (3), S. 280-284. <https://doi.org/10.1177/2043820613513392>.
- Haklay, M. (2010): How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and ordnance survey datasets. In: *Environment and planning, B: Planning & design*, 37, S. 682-703.
- Haklay, M.; Weber, P. (2008): OpenStreetMap: User-generated street maps. In: *ieeexplore.ieee.org*, S. 12-18. <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4653466/>.
- Heipke, C. (2010): Crowdsourcing geospatial data. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65 (6), S. 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2010.06.005>.

Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H.; Collins, J. (1993): Global positioning system: Theory and practice. Springer, Wien/New York.

Huu, L. H.; Ballatore, T. J.; Irvine, K. N.; Nguyen, T. H. D.; Truong, T. C. T.; Yoshihisa, S. (2018): Socio-geographic indicators to evaluate landscape Cultural Ecosystem Services: A case of Mekong Delta, Vietnam. In: *Ecosystem Services*, 31, S. 527-542.

Kertész, Á.; Nagy, L. A.; Balázs, B. (2019): Effect of land use change on ecosystem services in Lake Balaton Catchment. In: *Land Use Policy*, 80, S. 430-438.

Kuttner, M.; Essl, F.; Peterseil, J.; Dullinger, S.; Rabitsch, W.; Schindler, S.; Hülber, K.; Gattringer, A.; Moser, D. (2015): A new high-resolution habitat distribution map for Austria, Liechtenstein, southern Germany, South Tyrol and Switzerland. In: *eco.mont – Journal on Protected Mountain Areas Research and Management*, 7 (2), S. 18-29.

NABU Naturschutzbund (2018): Insekten Zählhilfe. Berlin.

Neis, P.; Zielstra, D. (2014): Recent developments and future trends in volunteered geographic information research: The case of OpenStreetMap. In: *Future Internet*, 6, S. 6-106.

Open Knowledge Foundation (2019): The Open Definition. <https://opendefinition.org/>.

OpenStreetMap (2019): OpenStreetMap Statistics. https://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html.

OpenStreetMap Foundation (2019): ODC Open Database License (ODbL) Summary. <https://opendatacommons.org/licenses/odbl/summary/>.

OpenStreetMap Wiki (2019): Completeness. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Completeness>.

Schägner, J. P.; Brander, L.; Paracchini, M. L.; Maes, J.; Gollnow, F.; Bertzky, B. (2018): Spatial dimensions of recreational ecosystem service values: A review of meta-analyses and a combination of meta-analytic value-transfer and GIS. In: *Ecosystem Services*, 31, S. 395-409. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.003>.

Sieber, J.; Pons, M. (2015): Assessment of urban ecosystem services using ecosystem services reviews and GIS-based tools. In: *Procedia Engineering*, 115, S. 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.354>.

Sullivan, B. L.; Wood, C. L.; Iliff, M. J.; Bonney, R. E.; Fink, D.; Kelling, S. (2009): eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. In: *Biological Conservation*, 142, S. 2282-2292.

Todt, W. (2009): GPS und Wandern: Sinn oder Unsinn? <https://www.wanderforschung.de/files/gps-dwi-20111306681016.pdf>.

Vandecasteele, A.; Devillers, R. (2015): Improving Volunteered Geographic Information Quality Using a Tag Recommender System: The Case of OpenStreetMap. In: Arsanjani, J. J.; Zipf, A.; Mooney, P.; Helbich, M. (Eds.): *OpenStreetMap in GIScience*. Springer, Cham, S. 59-80. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14280-7_4.

Yang, D.; Fu, C. S.; Smith, A. C.; Yu, Q. (2017): Open land-use map: a regional land-use mapping strategy for incorporating OpenStreetMap with earth observations. In: *Geo-Spatial Information Science*, 20 (3), S. 269-281. <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1371385>.

Wichmann

Patrick Ole Noack

**Precision Farming
Smart Farming
Digital Farming**

Grundlagen und Anwendungsfelder

2018
184 Seiten
42,- € (Buch/E-Book)
58,80 € (Kombi)

**Technikwissen punktgenau:
Precision Farming – Smart Farming –
Digital Farming!**

Gut verständlich werden die Grundlagen des Precision Farmings und deren praktische Anwendung erklärt.

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/190861