

UndercoverEisAgenten – Grundlagen der Geoinformatik

Einführende Bemerkungen

Das Projekt UndercoverEisAgenten zielt darauf ab, in Zusammenarbeit mit Bürgerwissenschaftler:innen gemeinsam Daten zum arktischen Permafrost zu erheben und zu verarbeiten. Dadurch können wichtige Kenntnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Arktis gewonnen werden. Zeitgleich soll das Bewusstsein der beteiligten Akteur:innen für diesen besonderen Naturraum gestärkt werden.

Das vorliegende GIS-Modul dient der Einführung in die Geoinformatik und deckt sowohl technische Grundlagen als auch Beispiele zur Veranschaulichung sowie Überlegungen zur kooperativen Datenerhebung und Forschung ab.

Das GIS-Modul ist modular aufgebaut und kann flexibel im Unterricht und in außerschulischen Bildungsprojekten eingesetzt werden. Es vertieft einen Aspekt des im Basismodul vermittelten Wissens, kann aber auch unabhängig davon genutzt werden und setzt keine speziellen Methodenkenntnisse voraus.

Zielgruppe

- Schüler:innen ab Klasse 9
- Projektteilnehmer:innen ab 12 Jahren auch in außerschulischen Bildungsprojekten

Zeitumfang

Die Materialien des Moduls können je nach verfügbarer Zeit flexibel eingesetzt werden.

Durchführungsvorschläge

Das Modul ist zur Einführung in die Geoinformatik und zur Vertiefung einzelner Aspekte gedacht. Der Einführungstext – „Geodaten und ihre Verarbeitung“ – umreißt das in den Materialien behandelte Thema und führt in die Problematik der räumlichen Analyse geographischer Informationen ein. Die folgenden vier Materialien vertiefen einzelne Aspekte und können je nach Lernstand, Zielsetzung und verfügbarer Zeit flexibel genutzt werden. Da die Materialien nicht aufeinander aufbauen, müssen nicht alle Materialien im Unterricht eingesetzt werden.

Kontakt

www.undercovereisagenten.org
undercovereisagenten@awi.de

Literatur

- Arsanjani, Jamal Jokar et al. (Hrsg.): OpenStreetMap in GIScience. Experiences Research, and Applications, Cham 2015.
- Capineri Christina: The Nature of Volunteered Geographic Information, in: Capineri, Christina et al (Hrsg.): European Handbook of Crowdsourced Geographic Information, London 2016, S. 15-33.
- Goodchild, Michael F.: Citizens as sensors: the world of volunteered geography, in: GeoJournal 69 (2007), S. 211-221.
- Mocnik, Franz-Benjamin et al.: Shared Data Sources in the Geographical Domain. A Classification Schema and Corresponding Visualization Techniques, in: International Journal of Geo-Information 8/5 (2019), <https://doi.org/10.3390/ijgi8050242> .
- Sui, Daniel Z.: The wikification of GIS and its consequences: Or Angelina Jolie's new tattoo and the future of GIS, in: Computers, Environment and Urban Systems 32 (2008), S. 1-5.

Impressum

© HeiGIT gGmbH

Autor: Johannes Bosch

Lektorat: Sabrina Marx, Oliver Fritz (HeiGIT)

Marlin Müller, Prof. Dr. Christian Thiel (DLR)

Soraya Kaiser, Dr. Josefine Lenz, Prof. Dr. Moritz Langer (AWI)

Grafische Darstellung: Pauline Walz

CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>)

Geodaten und ihre Verarbeitung: vom Expert:innenwissen zum kooperativen Forschen

Als das dicht bevölkerte London im Jahr 1854 eine verheerende Choleraepidemie erlebte, war die Stadtverwaltung ratlos. Mitte des 19. Jahrhunderts war die Medizin der Meinung, die Cholera werde durch giftige Dämpfe, sogenannte Miasmen, übertragen. Der Arzt John Snow vermutete dagegen kontaminiertes Wasser als Krankheitsursache und versuchte dies zu beweisen, indem er zwei Arten von räumlichen Objekten auf einer Karte von London eintrug: Die Wohnorte der Erkrankten und die Lage der öffentlichen Wasserstellen. Er stellte fest, dass sich die Erkrankungen um einen öffentlichen Brunnen im Stadtteil Soho konzentrierten. Nachdem die Behörden den Brunnen auf seine Empfehlung hin schlossen, endete die Epidemie.



Abb. 1: John Snows Karte des Londoner Stadtteils Soho, in der Cholera-Fälle (Punkte) und öffentliche Brunnen (Kreuze) eingetragen sind. Datenquelle: <https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/highressnowmap.html>

Snows Analyse ist ein historischer Vorläufer unserer heutigen Geoinformationssysteme (GIS). Mit GIS-Programmen lassen sich räumliche Daten sammeln, verarbeiten und darstellen, sodass Bezüge zwischen Objekten im Raum deutlich werden – wie im Beispiel John Snows der räumliche Zusammenhang zwischen Brunnen und Cholerafällen. Anders als im 19. Jahrhundert ermöglicht uns die digitale Technik heutzutage viel flexibler mit viel größeren Datenmengen umzugehen (siehe Material: Geoinformationssysteme).

Außerdem ermöglicht es die technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte, Daten kooperativ zu sammeln und zu verarbeiten, anstatt die Kartierung nur Expert:innen zu überlassen.

So wie zahlreiche Menschen ihr Wissen für die Online-Enzyklopädie Wikipedia bereitstellen, arbeiten auch Millionen Bürger:innen an der Erstellung von freien Karten, beispielsweise im Projekt OpenStreetMap (siehe Material: OpenStreetMap).

Das kooperative Projekt OpenStreetMap stellt allerdings nur einen besonders bekannten Fall für kollektiv erhobene Geodaten dar, denn geographische Informationen werden in vielen Zusammenhängen erzeugt – teils freiwillig und absichtlich, aber teilweise werden Menschen auch als Sensoren genutzt und beispielsweise die Bewegungsdaten ihrer Handys gesammelt. In jedem Fall lässt sich heute sagen, dass geographische Informationen nicht mehr nur von Expert:innen erhoben werden, sondern viele Projekte davon leben, dass eine Vielzahl von Menschen sich daran beteiligt – eine neue Perspektive der kooperativen Forschung ist dadurch möglich geworden (siehe Material: Kooperatives Forschen).

Aufgaben

1. Wie half John Snows Einfall, Daten in eine Karte von London einzutragen, neue Erkenntnisse zur Ausbreitung der Cholera zu finden?
2. Bei welchen anderen Phänomenen hilft es, sie in eine Karte einzutragen, um sie besser zu verstehen? Entwickle ein Beispiel und erläutere, warum die Visualisierung auf einer Karte dafür hilfreich ist.

Freiwillig und kooperativ? Wie wir gemeinsam Geodaten erheben

Über lange Zeit war es Expert:innen vorbehalten, wissenschaftliche Informationen zu sammeln und zu verarbeiten. Das gilt auch für geographische Informationen: Kartenmaterial wurde von offiziellen staatlichen Agenturen erhoben, verarbeitet und verbreitet. Seit etwa 20 Jahren entstehen jedoch vermehrt Projekte, bei denen nicht mehr der Staat, sondern ganz verschiedene Akteure unter Mithilfe von Bürger:innen Geodaten erheben. Es handelt sich dabei um ganz unterschiedliche Projekte, die teils von kommerziellen Akteuren – beispielsweise Google –, teils aber auch von Freiwilligeninitiativen wie zum Beispiel OpenStreetMap (OSM) betrieben werden.

Nicht nur die Akteure, sondern auch die erhobenen Informationen unterscheiden sich. Sie werden in verschiedene Gruppen unterteilt, je nachdem, ob sie freiwillig erhoben wurden und ob die Beitragenden am fertigen Projekt teilhaben können. Wenn wir beispielsweise für OSM ein bestimmtes Gebiet kartieren, tun wir das wissentlich und freiwillig, wir können den fertigen Datensatz – die OSM-Daten – nutzen, und wir können in die OSM-Community eintreten und die Organisation des Projektes mitgestalten. Andererseits erheben beispielsweise Smartphone-Apps Standortdaten und leiten sie an Analysesysteme weiter, ohne dass wir uns dessen bewusst sein müssen und ohne dass wir auf die entstehenden Datensätze zugreifen können. In der Forschung werden gemeinschaftlich erhobene geographische Daten in zwei Dimensionen unterschieden:

1. Werden die Daten wissentlich und freiwillig bereitgestellt?
2. Haben die bereitstellenden Nutzer:innen Zugriff auf die Daten und können Sie an der Organisation des Projekts teilhaben?

Idealtypisch lassen sich die verschiedenen Projekte daher in einem Feld mit drei Polen verorten: bei ambient geographic information (AGI) stellen Nutzer:innen unabsichtlich Geodaten bereit und haben keinen Zugriff auf die Datensätze oder die Organisation des Projektes. Participatory geographic information (PGI) zeichnen sich dadurch aus, dass Teilnehmer:innen freiwillig Informationen beitragen, aber keinen Zugang zu den Datensätzen und der Organisation haben. Bei volunteered geographic information (VGI) tragen die Teilnehmer:innen schließlich bewusst Informationen bei, können an der Organisation des Projektes teilnehmen und auf die entstehenden Datensätze zugreifen.

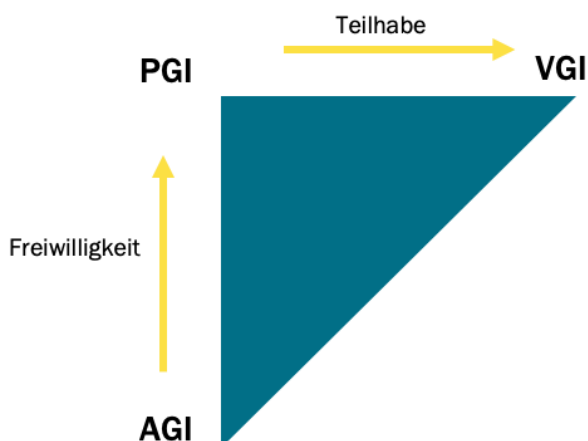


Abb. 2: Die verschiedenen Typen gemeinsam erhobener geographischer Informationen:

- Volunteered geographic information (VGI): freiwillig und mit Teilhabe
- Participatory geographic information (PGI): freiwillig, keine Teilhabe
- Ambient geographic information (AGI): unabsichtlich/unwissentlich

Quelle: Eigene Darstellung

Die gemeinsame geographische Datenerhebung hat sich mittlerweile zu einem unentbehrlichen Teil vieler wissenschaftlicher Projekte entwickelt: lokale Nutzer:innen verfügen oft über geographisches Wissen über ihre Umwelt, das sonst nicht zur Verfügung stünde. Auch lassen sich Datenerhebungen teils nur finanzieren und durchführen, wenn viele Menschen freiwillig mitmachen. Darüber hinaus stellt die gemeinsame Datenerhebung durch VGI einen Beitrag zur Demokratisierung der Wissenschaft dar, denn mehr und mehr Menschen können an der wissenschaftlichen Entwicklung teilhaben.

Allerdings sind mit VGI auch Herausforderungen verbunden: Beispielsweise schwankt die Qualität der Daten von Projekt zu Projekt, denn die vielen freiwilligen Nutzer:innen verfügen oft nicht über ein gleiches Niveau an Wissen oder Ressourcen zur Datenerhebung und -verarbeitung. Auch ist die Teilnahme an VGI-Projekten ungleich verteilt. Bei den meisten Projekten ist die Beteiligung in der westlichen Welt hoch, in den meisten anderen Weltgegenden dagegen lassen sich nur schwierig Daten generieren. Zudem liegt sie in Städten tendenziell höher als in ländlichen Gegenden. Dennoch bilden VGI-Projekte einen unverzichtbaren Bestandteil moderner Forschung, denn sie erweitern unsere Kenntnisse in einem Maße, das mit traditioneller Expert:innen-Wissenschaft allein nicht möglich wäre.

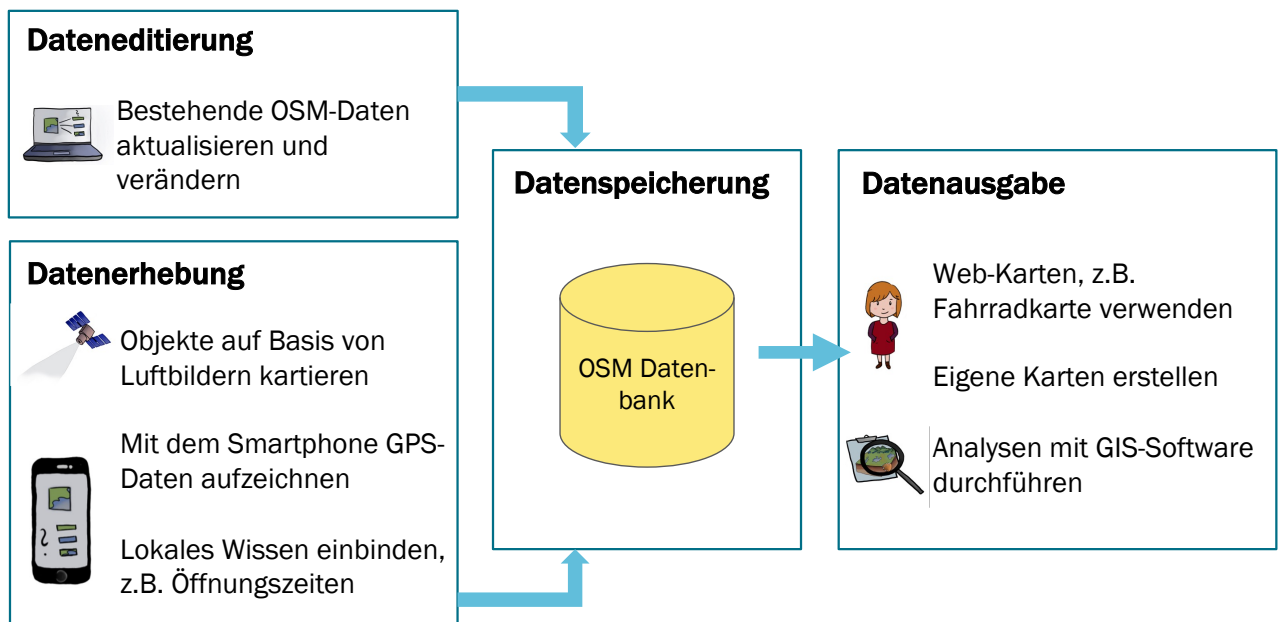
Aufgaben

1. Welche Arten von gemeinschaftlicher Datenerhebung gibt es? Arbeite heraus, anhand welcher Kriterien man diese Arten einteilen kann.
2. Welche Vorteile ergeben sich aus der VGI-Nutzung? Wo liegen Schwierigkeiten? Erläutere die Vor- und Nachteile dieser Informationsart.

Wikipedia für Geodaten: OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) ist das wahrscheinlich bekannteste Projekt auf der Basis von volunteered geographic information oder VGI (siehe Material: Freiwillig und kooperativ?). Es wurde 2004 gegründet, um gemeinsam frei verfügbares Kartenmaterial zu erstellen, denn die meisten im Internet verfügbaren Kartendaten wie Google Maps waren proprietär. Das bedeutet, sie befinden sich im Eigentum einer Person oder Organisation und dürfen in der Regel nicht kostenlos weiterverwendet werden – wenn die Rohdaten überhaupt verfügbar sind. OSM stellte bei seiner Gründung eine Revolution dar, denn erstmals wurden geographische Informationen nicht von Expert:innen, sondern von einer breiten Gruppe von Freiwilligen erhoben und verarbeitet.

OSM stellt eine Art Wikipedia für Karten dar, bei der jede:r Nutzer:in geographische Informationen zur gemeinsamen Plattform hinzufügen kann. Die räumlichen Daten stammen aus verschiedenen Quellen: von frei verfügbaren Luftbildern lassen sich Straßen und Gebäude abzeichnen, lokales Wissen aus der eigenen Umgebung kann genutzt werden, und für exakte Positionsdaten können mit dem Smartphone GPS-Koordinaten aufgenommen werden. Die Daten werden anschließend in die OSM-Datenbank geladen, wo sie entweder als Punkt, Linie oder Polygon eingetragen und mit Eigenschaften versehen werden können. Das bedeutet, einer Linie wird beispielsweise der Wert „Fluss“ zugewiesen, einem Punkt der Wert „Kreuzung“. Eine Software zeichnet aus den Daten dann eine Karte, indem sie beispielsweise alle Objekte mit dem Attribut „Fluss“ blau färbt. Während zu Anfang nur Straßen kartiert wurden, beinhaltet OSM heute eine große Bandbreite an geographischen Objekten wie Gebäude, Landnutzungsformen oder Sehenswürdigkeiten.



CC by: Marek Muchow, Ken Vermette, OSM contributors

Abb. 3: Workflow in OpenStreetMap. Quelle: eigene Darstellung.

Nach einem langsamen Start begann OSM ab 2007 schnell zu wachsen und umfasst heute (Stand 2022) acht Millionen Accounts. Dabei ist die Qualität der Daten je nach Region sehr unterschiedlich: Während in manchen Gegenden lediglich Hauptstraßen erfasst sind, ist OSM in einigen Städten genauer und detaillierter als proprietäre Anbieter wie Google Maps. Die Anwendungs- und Analysemöglichkeiten von OSM sind vielfältig, da nicht nur die fertigen Karten, sondern auch die Originaldaten zugänglich sind, die sich weiterverarbeiten, analysieren und in eigenen Layouts darstellen lassen.

Aufgaben

1. Woher stammen die Daten für OpenStreetMap? Beschreibe die verschiedenen Wege, wie sich Informationen für OSM gewinnen lassen.
2. Wie funktioniert das Projekt OpenStreetMap? Erläutere den Satz „OSM ist wie Wikipedia für Karten“.

Mitmachen: OSM-Projekte

OpenStreetMap (OSM) ist eine kollaborative Plattform, die Geodaten sammelt und in Karten verarbeitet (siehe Material: Wikipedia für Geodaten). Sie stellt also eine Art Wikipedia für Geodaten dar – und das bedeutet, jede und jeder kann dabei mithelfen, die Datenbasis so gut und vollständig wie möglich zu erweitern. Dafür kann man einzeln mitmachen, indem man sich anmeldet und Daten aus der eigenen Umgebung einspeist oder Satellitenbilder abzeichnet – den Link dazu findet ihr hier: (<https://openstreetmap.de/karte>).

Auf der Basis von OSM lassen sich gemeinsam aber auch größere Aktionen umsetzen, um beispielsweise schnell und möglichst vollständig einen größeren Bereich zu erschließen. Dafür werden sogenannte Mapathons veranstaltet, bei denen sich Freiwillige treffen und gemeinsam einen vorher festgelegten Bereich der Erdoberfläche auf der Basis von Satellitendaten kartieren. Mit solchen Kartieraktionen können wichtige Karten und Geodaten beispielsweise für humanitäre Projekte schnell produziert werden, die auf traditionellem Wege – etwa durch staatliche Behörden – erst viel zu spät verfügbar wären. Das ist vor allem in Weltregionen außerhalb der wohlhabenden Länder des globalen Nordens häufig nötig.

Als 2010 Haiti von einem verheerenden Erdbeben erschüttert wurde, konnte durch Mapathons innerhalb einer Woche eine detaillierte Karte der Hauptstadt Port-au-Prince erstellt werden, ein Gebiet, das zuvor kaum kartiert war (Abb. 4). Diese Karte wurde Hilfsorganisationen bereitgestellt, sodass schnell humanitäre Hilfe organisiert werden konnte.

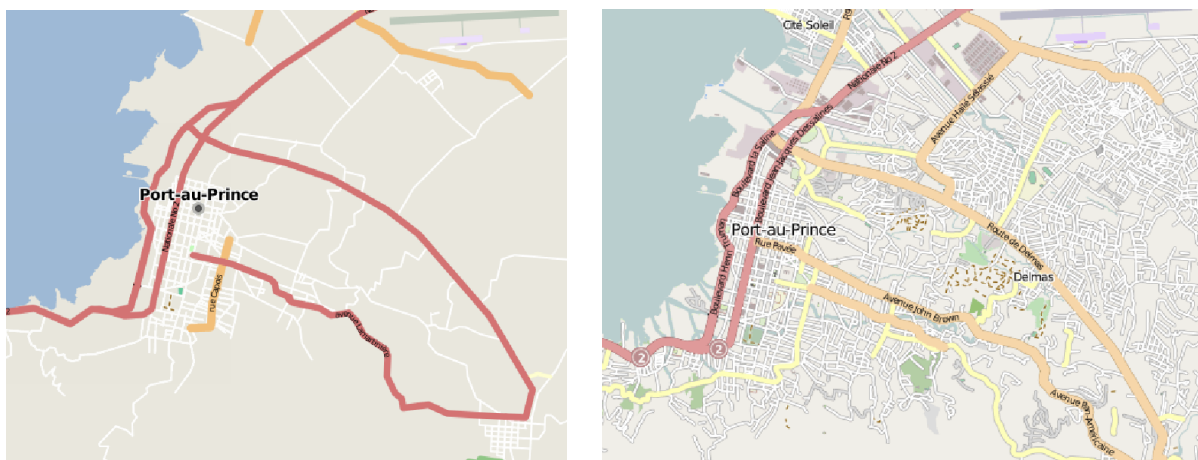


Abb. 4: Kartenausschnitte von Port-au-Prince im Abstand von einer Woche nach dem Erdbeben 2010.

Datenquelle: © OpenStreetMap-Contributors.

Aufgaben

1. Was ist ein Mapathon? Erläutere den Nutzen eines solchen Events.
2. Entwickle ein Projekt, für das ein Mapathon eine sinnvolle Methode zur Informationsgewinnung sein kann.

Geoinformationssysteme (GIS)

Als Geoinformationssysteme (GIS) werden Computersysteme bezeichnet, mit denen sich räumliche Daten erfassen, verwalten und darstellen lassen. Dafür werden räumliche Objekte in einer Datenbank gespeichert und georeferenziert. Das bedeutet, dass ihre Lage in einem Koordinatensystem angegeben wird. Verschiedene Arten von Objekten – beispielsweise Straßen, Landnutzungsarten oder Orte – werden in einzelnen Layern, also gewissermaßen eigenen Karten gespeichert, die variabel übereinandergelegt und so in Beziehung zueinander gesetzt werden können. Die Georeferenzierung in einem gemeinsamen Koordinatensystem ermöglicht es dabei, die Layer passgenau übereinanderzulegen, denn so ist gewährleistet, dass Orte, die sich in der Realität an derselben Stelle befinden, auch in der Kartendarstellung am gleichen Ort erscheinen.

Die Grundlage eines GIS bildet eine Geodatenbank. In dieser werden räumliche Objekte gespeichert, die – im Gegensatz zu normalen Datenbanken – spezielle Datentypen aufweisen und über ihre räumliche Lage definiert sind. Das heißt, sie werden nicht nur in ihrer Form definiert, sondern auch im Raum verortet. Datentypen in Geodatenbanken sind Punkte, Linien und Polygone – also Flächen – die jeweils mit ihrer räumlichen Lage in Bezug auf ein Koordinatensystem gespeichert werden. Daneben können Geoinformationssysteme auch Rasterdaten verarbeiten, die in eigenen Layern gespeichert werden. Rasterdaten stellen gewissermaßen Bilder von Flächen dar, bei der jede einzelne Rasterzelle einen Wert aufweist. Auch sie können georeferenziert und in einem GIS mit Layern anderer Objekte kombiniert werden.

Beispielsweise können Höheninformationen in Form einer Rasterdarstellung die Grundlage für eine Karte bilden: Jede Rasterzelle hat einen Wert – in diesem Fall die Höhe. Wenn in einer zweiten Ebene Verkehrswege in Form von Vektordaten darübergelegt werden, wird beispielsweise schnell die Steigung der Wege an einer beliebigen Stelle deutlich.

Abbildung 5 zeigt solche Kombination verschiedener Layer: Im Rasterformat ist die Bevölkerungsdichte gespeichert, sodass sich erkennen lässt, wie sich diese im Raum verteilt. Ein zweiter Layer zeigt die administrative Gliederung als Vektordaten: Da die Ortsteile Flächen darstellen, sind sie als Polygone gespeichert. Darüber befinden sich Layer, die die Buslinien der Stadt als Linien sowie die Haltestellen als Punkte enthalten. Kombiniert man all diese Layer, so erhält man eine Karte, auf der sich die Struktur des Buslinienetzes und sein Verhältnis zur Bevölkerungsgliederung zeigt. Eine solche Karte kann beispielsweise bei der regionalen Verkehrsplanung eingesetzt werden, denn es lässt sich daran leicht ablesen, ob beispielsweise die Dichte der Bushaltestellen für die Dichte der Bevölkerung genügt, oder ob das Buslinienetz erweitert werden muss.

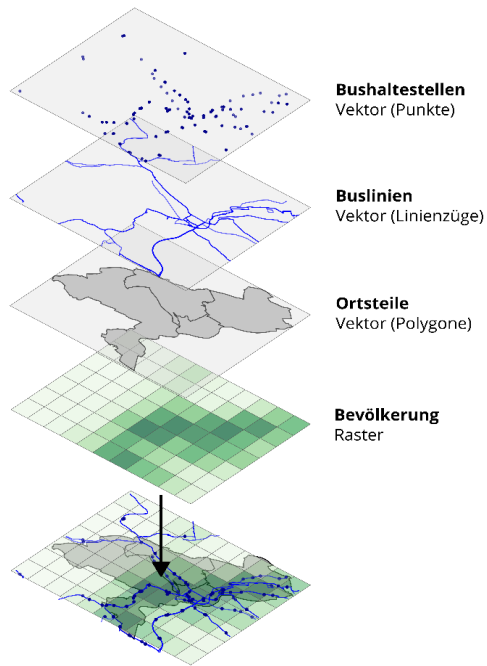


Abb. 5: GIS-Analyse des öffentlichen Verkehrsnetzes in Jena.

Datenquelle: © OpenStreetMap contributors;
<https://ohsome.org/copyrights>;
© 2020 WorldPop, University of Southampton, CC
BY 4.0; Stadt Jena, dl-de/by-2-0,
<https://opendata.jena.de/dataset/ortsteile>

Aufgaben

1. Welche Besonderheiten weisen Daten in Geodatenbanken gegenüber normalen Datenbanken auf? Benenne die verschiedenen Datentypen und erläutere die Unterschiede.
2. Entwickle ein Projekt, für das eine GIS-Analyse die Informationen liefern kann.