

# Bicycle Observatory – eine räumlich differenzierte, kontinuierliche Beobachtung der Fahrradmobilität

## *Bicycle Observatory – Continuously Monitoring Spatial Variations of Cycling Mobility*

Martin Loidl<sup>1</sup>, Andreas Wagner<sup>2</sup>, Dana Kaziyeva<sup>1</sup>, Bernhard Zagal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Salzburg · martin.loidl@sbg.ac.at

<sup>2</sup>Salzburg Research Forschungsgesellschaft

**Zusammenfassung:** Trotz der wachsenden Bedeutung des Radverkehrs in städtischen Mobilitätssystemen und einem zum Teil bedeutenden Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen, sind zahlreiche Aspekte der Fahrradmobilität nach wie vor unbekannt. Konzepte und Methoden der Geoinformatik halten Möglichkeiten zur ganzheitlichen Untersuchung der Fahrradmobilität bereit. Die Idee eines Geographischen Informationsobservatoriums (GIO) birgt das Potenzial für ein besseres systemisches Verständnis der Fahrradmobilität und daraus abgeleitete, neue Erkenntnisse. Im Projekt *Bicycle Observatory – Am Puls des Radverkehrs* wird unter anderem erforscht, inwieweit eine räumlich differenzierte, kontinuierliche Beobachtung der Fahrradmobilität umsetzbar ist und welcher Informationsgewinn daraus erwartet werden kann.

**Schlüsselwörter:** Mobilität, Radverkehr, Observatorium, GIO

**Abstract:** *Although cycling is becoming increasingly relevant in urban mobility systems and the modal share is growing, many aspects of cycling mobility remain unknown. Concepts and methods from GIS are regarded as suitable for investigating cycling mobility in a holistic setting. A better systemic understanding and opportunities for knowhow extraction are expected from applying the idea of a Geographical Information Observatory (GIO) to cycling mobility. Within the research project Bicycle Observatory – On the Pulse of Cycling, requirements, facilitators and barriers for establishing an integrated, spatially differentiated and temporally continuous observation of cycling mobility as well as potential information gains are investigated.*

**Keywords:** *Mobility, cycling, observatory, GIO*

## 1 Motivation und Bedarf

Getrieben von mehreren, globalen Entwicklungen erlebt der Radverkehr in vielen Städten eine Renaissance. Ambitionierte Strategien auf lokaler bis transnationaler Ebene forcieren auch in Zukunft eine weitere Steigerung des Radverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen. Parallel zu dieser Entwicklung im Mobilitätssektor, eröffnen technologische Entwicklungen und eine offenere Datenpolitik neue Möglichkeiten in der Analyse von Bewegungs- bzw. Mobilitätsdaten (Dodge, 2019; Miller et al., 2019).

Trotz der immer zentraleren Rolle des Radverkehrs im Mobilitätssystem und der Verfügbarkeit von Technologien und Daten sind die systemischen Wechselwirkungen, aber auch die Heterogenität innerhalb der radfahrenden VerkehrsteilnehmerInnen, vielfach unbekannt. Der an sich einfache Fragenkomplex „*Wer fährt wann, wo und warum?*“ kann bislang nur in räumlich und zeitlich hochaggregierten Bezugsrahmen beantwortet werden. Demgegenüber stehen Anforderungen aus der Anwendungspraxis die eine Adressierung der Fragestellung in

räumlich differenziertem und zeitlich kontinuierlichem Kontext auf lokaler Maßstabsebene erfordern. So kann beispielsweise in der Planung von infrastrukturellen Maßnahmen der Bedarf und damit die erforderliche Kapazität nur grob geschätzt werden. Das konkrete Design bzw. die Umsetzung von Infrastrukturen orientiert sich in der Regel an gesunden Radfahrern mittleren Alters, wodurch speziellen Anforderungen (z. B. von mobilitätseingeschränkten Personen, oder Kindern und Senioren) kaum Rechnung getragen wird. Nach Fertigstellung fehlen im Anschluss Daten, um die tatsächlichen Nutzungsmuster zu evaluieren und für folgende Projekte zu lernen.

Konzepte und Methoden der Geoinformatik bieten die Möglichkeit zu einem besseren Verständnis des Radverkehrs beizutragen und Antworten auf den oben angeführten Fragenkomplex bereitzustellen. Besonders vielversprechend scheint in diesem Zusammenhang die von Janowicz et al. (2014) sowie Adams et al. (2014) formulierte und von Miller (2017) weitergeführte Idee eines geographischen Informationsobservatoriums (GIO). Die Idee dahinter ist, verfügbare räumliche Information aus diversen Quellen und von sehr unterschiedlicher Charakteristik über ein zeitliches Kontinuum zu beobachten und für spezifische Fragestellungen bereitzustellen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts *Bicycle Observatory – Am Puls des Radverkehrs (BiObs)* wird das Konzept eines GIOs auf die Radverkehrsmobilität angewendet. Dabei werden quantitative und qualitative Daten mit Bezug zur Fahrradmobilität in ein mehrdimensionales Lagebild integriert (Brocza & Kollarits, 2020) und für weiterführende Fragestellungen bereitgestellt.

Der vorliegende Artikel beschreibt die methodischen Überlegungen zu einem solchen Observatorium und präsentiert Ergebnisse einer testweisen Umsetzung. Abschließend werden die erzielten Innovationen dargestellt sowie Weiterführungsszenarien beleuchtet.

## 2 Methode

Mobilität ist ein dynamisches System mit zahlreichen Akteuren und Abhängigkeiten zwischen diesen. Fahrradmobilität als Teil des Mobilitätssystems ist an mehrere weitere Systeme gekoppelt. Sie hängt beispielsweise stark vom Verkehrssystem (Infrastruktur, Verkehrsangebote), von gesellschaftlichen Gegebenheiten (z. B. Altersstruktur, Pendelverhalten, Mobilitätskultur) und von Umweltparametern (v. a. Wetter) ab. Durch diese Abhängigkeiten entsteht eine Komplexität die dazu führt, dass an sich begrenzte Aktivitäten oder Entscheidungen zu systemischen Konsequenzen führen können. Solche sind weder durch eine individuelle Betrachtung noch durch aggregierte Modelle zu erfassen, sondern erfordern systemische Zugänge.

### 2.1 Geographisches Informationsobservatorium (GIO)

Eine integrierte, systemische Erfassung der Fahrradmobilität ist durch singuläre Erhebungsmethoden und -kampagnen nicht möglich. Die Idee eines Geographischen Informationsobservatoriums (GIO) überträgt das Konzept von Observatorien in den verschiedensten Bereichen (Astronomie, Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft, Public Health oder auch das World Wide Web) auf das „Universum“ geographischer Information. Ein GIO im engeren Sinn hat die Informationen, die in den erhobenen Daten enthalten sind, an sich im Fokus. Allerdings sind die Grenzen zu Geographischen Observatorien (GO), die primär die dahinterstehenden Phänomene zum Forschungsgegenstand haben, fließend und die beiden Konzepte schließen

sich gegenseitig nicht zwingend aus. In einem Observatorium jedweder Art werden nach Miller (2017) Daten von exponierter Lage aus, mit speziellen Messgeräten in einem zeitlichen Kontinuum erfasst. Ziel dieser Datenerfassung ist es, den bestehenden Erkenntnishorizont durch das Formulieren von Hypothesen zu erweitern („Abduktion“ nach Peirce, siehe Douven (2017)) und Grundlagen für einen darauf abgeleiteten Erkenntnisgewinn zu schaffen. Für den gegenständlichen Anwendungskontext werden demzufolge sämtliche Daten mit systemischer Relevanz für die Fahrradmobilität erhoben, miteinander in Beziehung gesetzt und integriert analysiert. Im Sinne eines GIO werden die Beziehungen zwischen den einzelnen „Informationsschichten“ analysiert, aber auch auf die darin repräsentierten Phänomene und Wechselwirkungen rückgeschlossen.

## 2.2 Datenquellen

Zur Identifikation relevanter Datenquellen wird die Expertise von Akteuren aus unterschiedlichen Domänen – von Sozialwissenschaften über Planung bis zu ITS und Verkehrsingenieurwesen – herangezogen. In einem iterativen Prozess werden wünschenswerte Informationen mit bestehenden Datenquellen abgeglichen und Schnittmengen gebildet.

### 2.2.1 Datenkategorien

Für die Integration in das *Bicycle Observatory* kommen Daten verschiedener Charakteristik sowie räumlicher und zeitlicher Auflösung infrage. Die Kategorisierung dieser Daten kann entlang verschiedener Dimensionen erfolgen. Tabelle 1 beschreibt relevante Daten in einem dreidimensionalen Merkmalsraum. Für die praktische, inhaltlich getriebene Arbeit mit den Daten in diversen Anwendungskontexten, ist eine thematische Beschreibung (Art der Daten), im Sinne eines Katalogs, naheliegend. Unabhängig von den Inhalten, entscheiden die Zugänglichkeit und Lizenzbedingungen darüber, ob bzw. mit welchem Aufwand Daten in Modelle und Analysen integriert werden können. Für das Datenmanagement und die technische Infrastruktur ist die Frequenz der Datenaktualisierung relevant. Dies gilt vor allem für Echtzeitdaten mit hoher Aktualisierungsrate und Daten Streams (Cao & Wachowicz, 2019).

**Tabelle 1:** Beschreibung relevanter Daten in einem dreidimensionalen Merkmalsraum

Art der Daten	Datenbesitz und -zugang	Datenaktualisierung
Qualitative Daten Sozialwissenschaftliche Datenerhebung Rückmeldeapplikationen	Eigene Daten Laufende Datenerhebung Datenbestand aus Vorprojekten	Spontan Ohne festgelegtes Intervall
Mobilitätserhebungen Statistisch repräsentative Daten zum Mobilitätsverhalten	Daten Drittanbieter Offene Daten Kostenfrei lizenzierte Daten Kosten- und lizenzpflichtige Daten	Periodisch In regelmäßigen Intervallen
Räumliche Daten Infrastruktur Physische Umwelt		Laufend Echtzeit mit unterschiedlicher Übertragungsrate
Bewegungsdaten Trajektorien		
Statistische Daten Zensusdaten Unfallstatistik		
Sensordaten Erhebung in Echtzeit mit technischer Sensorik		

Für die Umsetzung (siehe dazu Kapitel 3) werden Beispiele für alle Arten von Daten berücksichtigt, um eine repräsentative Auswahl für einen dauerhaften Betrieb eines integrierten La-gebildes vorhalten zu können.

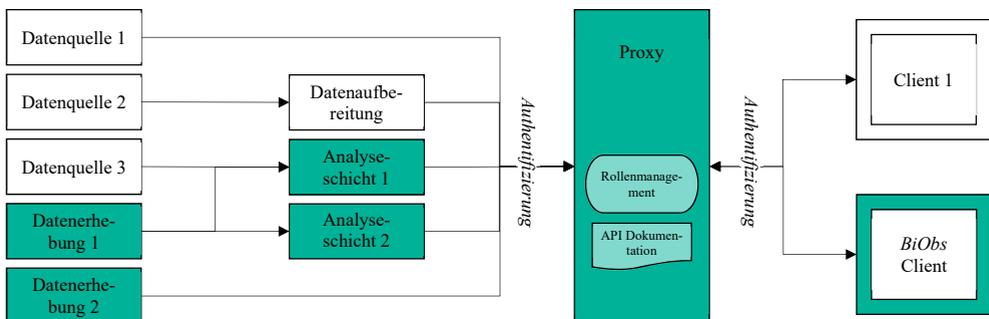
### 2.2.2 Datenmanagement

Die Integration diverser Datenquellen, jeweils mit spezifischen Charakteristiken und Lizenzbedingungen, erfordert ein stringentes Management der Daten. Dieses wird in einem Datenmanagementplan (DMP) abgebildet (Leitinger et al., 2020). Der DMP beschreibt welche Daten erhoben und wie die Daten gespeichert, gesichert und gepflegt werden. Darüber hinaus wird die Art der Datendokumentation (Metadaten), die Lizenzbedingungen (die auch den Zugriff Dritter auf die Daten regeln) und die Verantwortlichkeit für die Daten festgehalten.

Ein konsistenter DMP ist aufgrund seiner Funktion als zentrale Referenz für die operative Arbeit mit Daten von fundamentaler Wichtigkeit. In kooperativen Projekten muss folglich ein Workflow für die Pflege des DMP etabliert werden.

### 2.3 Technische Integration der Datenquellen

Aufgrund der räumlichen Charakteristik von Mobilität ist die Verwendung des räumlichen Bezugs als Ordnungsraster für sämtliche Daten naheliegend. Das bedeutet, dass jeder Datensatz räumlich eindeutig verortet wird; entweder direkt (bei sämtlichen Geodaten) oder indirekt über den Raumausschnitt auf den sich die Daten beziehen (beispielsweise bei qualitativen Erhebungsdaten).



**Abb. 1:** Technisches Konzept für ein *Bicycle Observatory*.

█ ... Elemente, die im Rahmen des *BiObs* Projekts exemplarisch umgesetzt werden.

Während der Zugriff auf die Daten des *Bicycle Observatories* zentral erfolgt, beispielsweise über ein Dashboard, werden die Daten an sich dezentral gehalten. Dadurch entfällt die laufende Migration von Daten in eine zentrale Datenbasis und sämtliche Aktualisierungsarbeiten erfolgen beim jeweiligen Datenbereinsteller. Dabei müsse inhaltliche, organisatorische und rechtliche Fragen für den Anwender geklärt werden. Die folgenden Fragen sind generisch formuliert und damit übertragbar, während sich die Antworten auf den konkreten Projektkontext beziehen.

- Welche Datenschichten sind verfügbar?  
In *BiObs* werden sämtliche Datenschichten, inklusive der Merkmalswerte und Filterungsmöglichkeiten, in der Schnittstellenbeschreibung (API-Dokumentation) dargestellt.
- In welcher Form sind Datenschichten verfügbar?  
Da in *BiObs* alle Daten einen räumlichen Bezug aufweisen, werden sie ausschließlich per standardisierte OGC Dienste (WFS und WMS) bereitgestellt.
- Von wo werden die Daten bezogen?  
In *BiObs* sendet der Client seine Anfrage nicht direkt an die jeweiligen Datenanbieter, sondern an einen zwischengeschalteten Proxy, wo die Zugänge zu den Datenservices konfiguriert sind. Für den Client wird der Datenzugriff damit vereinfacht und umgekehrt kann der Proxy zur Authentifizierung sowie zum Rollenmanagement eingesetzt werden.
- Wer darf auf welche Datenschichten zugreifen?  
Das Rollenmanagement wird in *BiObs* über den zwischengeschalteten Proxy zentral und für jeden Benutzer umgesetzt. Für den Datenbereitsteller selbst entfällt dadurch die aufwendige Verwaltung der Zugriffsberechtigungen.

Die technische Architektur erlaubt die Einbindung von beliebigen Datenquellen entweder direkt, oder über eine intermediäre Aufbereitungs- oder Analyseschicht. Durch die Verwendung standardisierter Schnittstellen können verschiedene Clients auf den Proxy zugreifen. Insgesamt finden in der Konzeption bereits Anforderungen eines dauerhaften Echtbetriebs Berücksichtigung.

### 3 Ergebnis

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Methode zur Anwendung des von Miller (2017) zusammengefassten Konzepts eines GIO wird im Rahmen des Forschungsprojekts *BiObs* erfolgreich auf die Fahrradmobilität angewendet. Unter „Laborbedingungen“ kann ein integriertes Lagebild für einen testweisen Raumausschnitt mit relevanten realweltlichen Daten gespeist werden. Limitationen für einen dauerhaften Echtzeitbetrieb werden im abschließenden Kapitel diskutiert.

#### 3.1 Daten

Für ein geographisches Testgebiet, welches die Stadt Salzburg und die angrenzende Gemeinde Wals-Siezenheim umfasst, wurden in Anlehnung an Tabelle 1 folgende Daten berücksichtigt:

Die Daten liegen in unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung sowie Aktualisierungsraten vor. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer differenzierten Verwendung im integrierten Lagebild (Brocza & Kollarits, 2020).

**Tabelle 2:** In *BiObs* akquirierte und eingebundene Daten

Art der Daten	Datenquelle	
Qualitative Daten	- Experteninterviews - Fokusgruppen - Umfragen	- Im Rahmen von BiObs durch Projektkonsortium durchgeführt.
Mobilitätserhebungen	- Nationale Mobilitätserhebung - Regionale Mobilitätserhebung - Unternehmensbezogene Mobilitätserhebung	- BMVIT „Österreich unterwegs“ - SVV, Land Salzburg - Universität Salzburg (Mobilitätsmanagement)
Räumliche Daten	- Fahrrad-relevante POIs - Straßengraph, inklusive abgeleiteter Attribute	- OGD Portal data.gv.at - OpenStreetMap
Bewegungsdaten	- Trajektorien aus Vorprojekten - Trajektorien aus mobilen Applikationen	- Projektkonsortium - Bike Citizens, Strava
Statistische Daten	- Sozio-demographische Daten - Unfallstatistik	- Statistik Austria - Statistik Austria
Sensordaten	- Wetterdaten (stündl., 1 × 1 km) - In-situ-NutzerInnen-Rückmeldung - Fahrradzählstellendaten	- ZAMG - Stadt Salzburg (Salzburg:direkt) - Stadt- und Land Salzburg, Projektkonsortium

### 3.1.1 Aktualität

Der zeitliche Bezug bzw. die Aktualität spielt bei Mobilitätsdaten eine entscheidende Rolle. Im europäischen Vergleich ist Österreich bei der Erhebung und Bereitstellung aktueller Mobilitätsdaten im unteren europäischen Mittelfeld angesiedelt; eine kontinuierliche bzw. regelmäßige Erhebung multimodaler Mobilitätsdaten findet nicht statt (Steenberghen et al., 2017). Folglich können in gegenständlichen Anwendungsfall, unabhängig von der Zugänglichkeit der Daten, nur eine sehr eingeschränkte Auswahl von aktuellen Daten vorgehalten werden.

In Echtzeit konnten Daten aus der Rückmeldeapplikation Salzburg:direkt, die stündlichen Wetterdaten sowie die Daten aus den Fahrradzählstellen eingebunden werden. Wobei in den beiden letztgenannten Fällen, die Daten infrastrukturbedingt (keine direkte Anbindung) nur einmal pro Tag auch tatsächlich übermittelt werden. Eine direkte Integration der Bewegungsdaten ist aufgrund technischer und rechtlicher Implikationen seitens der (kommerziellen) Anbieter nicht möglich. Die berücksichtigten statistischen Daten werden in festgelegten Zyklen aktualisiert. Bei Mobilitätserhebungen und diversen sozialwissenschaftlichen Erhebungen wurde im untersuchten Testgebiet bislang kein regelmäßiges Intervall, im Sinne eines Monitorings, etabliert.

### 3.1.2 Zugänglichkeit

Neben der Verfügbarkeit ist die Datenzugänglichkeit ein wesentliches Kriterium. Proprietäre Lizenzmodelle stellen einen wesentlichen Flaschenhals für die Einrichtung eines GIOs dar. Zwar konnten für Forschungszwecke Bewegungsdaten kostenfrei/-reduziert bezogen werden, für einen dauerhaften Betrieb fallen jedoch erhebliche Kosten an. Ähnliches gilt für hochaufgelöste Wetter- und Statistikdaten.

In den letzten Jahren forcierte Open (Government) Data Modelle wirken sich demgegenüber positiv auf die Möglichkeiten eines GIOs aus. Die Bereitstellung von Daten in maschinenlesbaren, standardisierten Formaten unterstützt das Bestreben eines datengetriebenen Erkenntnisgewinns.

Außerdem wird die Zugänglichkeit von Daten durch die technische Umsetzung der Datenbereitstellung beeinflusst. Die Bandbreite reicht hier von der dateibasierten Datenübermittlung bis zu standardisierten Serviceschnittstellen. Gerade im Hinblick auf eine Integration mehrerer Datenschichten in einem Lagebild sowie deren regelmäßige Aktualisierung, stellt eine – zumeist von bürokratischem Aufwand begleitete – dateibasierte Bereitstellung von Daten eine Hürde dar.

### 3.2 Datenintegration

Basierend auf dem in Abb. 1 dargestelltem Schema wurden die Daten aus den diversen Datenquellen integriert, wobei die Datenhaltung selbst dezentral organisiert ist. Daten von Drittanbietern werden in diesem Fall in eigene Datenbanken übertragen und dort für die Veröffentlichung als Service aufbereitet. Auf diesen Weg kann ein gemeinsames, räumliches Bezugssystem eingeführt und eine einheitliche Datenstruktur etabliert werden. Der gesamte Import, die Verarbeitung und die Ausgabe der Daten erfolgt dabei automatisiert.

### 3.3 Datenbereitstellung

Für Testzwecke wurde, wie in Abschnitt 2 ausgeführt, ein Proxy eingerichtet, der als Schnittstelle für die dezentral gehaltenen Daten fungiert. Bei den Datenhaltern werden die Datenschichten als Service publiziert. Der Client – in diesem Fall das *Bicycle Observatory* Lagebild (Dashboard) – authentifiziert sich am Proxy und übermittelt dorthin seine Anfrage. Der Proxy authentifiziert sich seinerseits am Server der bereitgestellten Dienste und leitet die Anfrage des Clients weiter.

Für NutzerInnen des integrierten Lagebildes werden die Daten entsprechend gefiltert, ausgewählt und visuell aufbereitet (siehe dazu Brocza & Kollarits, 2020). Das Lagebild (Dashboard) fungiert als primäre Interaktionsschnittstelle für EndanwenderInnen. Gewisse Daten, Analyseergebnisse oder Datenaggregate werden für NutzerInnen zum Download bereitgestellt.

## 4 Diskussion und Ausblick

Das im Forschungsprojekt *Bicycle Observatory* auf den Radverkehr angewandte Konzept eines Geographischen Informationsobservatoriums (GIO) ermöglicht erstmals einen integrierten, räumlich differenzierten und zeitlich kontinuierlichen Einblick in das komplexe System der Fahrradmobilität. Angesichts der vergleichsweise schlechten Datenlage kommt der Integration verschiedener Datenquellen eine umso bedeutendere Rolle zu. Der Rückgriff auf geoinformatives Knowhow bei der Datenintegration und -bereitstellung mittels standardisiertes OGC Dienste erweist sich als praktikabel und effizient. Die Übertragung des von Miller (2017) beschriebenen Konzepts eines GIO in eine realweltliche Umgebung ist in dieser Form einzigartig. Zwar existieren diverse Beispiele für sogenannte City Dashboards, diese visualisieren jedoch zumeist verfügbare Echtzeitdaten, ohne diese zu analysieren oder

zu integrieren. Außerdem ist kein Beispiel eines praktisch umgesetzten GIOs bekannt, in welchem quantitative und qualitative Daten gleichermaßen dargestellt werden.

In einem nächsten Schritt wird untersucht, wie aus der neu geschaffenen, holistischen Datenbasis neue Erkenntnisse abgeleitet werden können. Hier wird kommt insbesondere der Verbindung qualitativer Daten und Methoden mit quantitativen Daten und Analyseverfahren eine entscheidende Rolle zu. So konnten beispielsweise aus den Daten der Umfrage zu Lebensstilen und Fahrradmobilität (Loidl et al., 2019) mittels statistischer Clusterverfahren Typen von RadfahrerInnen ermittelt werden (Heym et al., 2020). Die Mobilitätsmuster der verschiedenen Typen und die jeweils spezifische Interaktion mit dem Umfeld – beispielweise Präferenzen in der Routenwahl oder Sensitivität gegenüber Wettereinflüssen – sind, wie auch die Analyse der Daten selbst, Gegenstand rezenter Forschungsarbeiten. Konkret werden unter anderem folgende Fragen auf Basis der aufgebauten Datenbasis beantwortet:

- Verbesserung der Datenlage zu Radverkehrsflüssen durch die Verbindung von Bewegungsdaten zweier verschiedener Datenquellen sowie stationärer Zählstellen.
- Disaggregation der identifizierten Typen von RadfahrerInnen (Heym et al., 2020) mithilfe georeferenzierter Zensusdaten.
- Zusammenhang zwischen Wettervariablen, Saisonalität und Radverkehrsaufkommen.
- Identifikation von Gefahrenstellen und Streckenabschnitten mit beeinträchtigtem Komfort.
- Vorher-Nachher-Untersuchungen von infrastrukturellen und kommunikativen Interventionen.

Keine dieser Fragestellungen könnte mit einzelnen Datenquellen beantwortet werden. Vielmehr verdeutlichen sie die Notwendigkeit systemischer Modellierungs- und Analyseansätze, die die Abhängigkeit zwischen Individuen, externen Faktoren (Infrastruktur, Wetter etc.) und zeitlichen Variabilitäten entsprechend reflektieren. Aus geoinformatischer Sicht stellen die konzeptionellen und technischen Verbindungen von Daten verschiedenen Typs, Struktur sowie zeitlicher und räumlicher Auflösung wesentliche Herausforderungen dar, die noch nicht zur Gänze geklärt sind. In dieser Hinsicht bietet das *Bicycle Observatory* eine geeignete Testumgebung für zukünftige Forschungsaktivitäten.

Neben den inhaltlichen Erkenntnisgewinn in Bezug auf den Radverkehr gilt es zu klären, wie das hier präsentierte Konzept eines *Bicycle Observatorys* in einen operativen Echtzeitbetrieb überführt werden kann. Hierbei gilt es sowohl lizenzrechtliche, organisatorische, als auch technische Barrieren zu überwinden und nachhaltige Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die heterogene Datenlandschaft, unregelmäßige Erhebungszyklen und eine dateibasierte Datenbereitstellung wirken dabei als Flaschenhals. Wie der vorgestellte Anwendungsfall verdeutlicht, sind Serviceschnittstellen für die Integration von Echtzeit- oder regelmäßig aktualisierten Daten essenziell.

## Danksagung

Das Projekt *Bicycle Observatory* – Am Puls des Radverkehrs (FFG Nr. 865176) wird im Rahmen des Programms „Mobilität der Zukunft“ vom österreichischen Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) gefördert. Am Projekt wirken die folgenden Konsortialpartner mit: (1) Universität Salzburg, Interfakul-

tärer Fachbereich für Geoinformatik – Z\_GIS (Koordination), (2) Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, (3) PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH, (4) Helios.

## Literatur

- Adams, B., Gahegan, M., Gupta, P., & Hosking, R. (2014). Geographic Information Observatories for Supporting Science. Paper presented at the GIO 2014: *Proceedings of the Workshop on Geographic Information Observatories 2014, collocated with the 8th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2014)*, Vienna. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1273/paper5.pdf>.
- Broczka, U., & Kollarits, S. (2020). Dashboard Radverkehr: alles im Blick. Das Lagebild zum Radverkehr – vom Überblick zu den Details und zurück. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 6-2020, 238–243.
- Cao, H., & Wachowicz, M. (2019). The design of an IoT-GIS platform for performing automated analytical tasks. *Computers, Environment and Urban Systems*, 74, 23–40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.11.004>
- Dodge, S. (2019). A Data Science Framework for Movement. *Geographical Analysis*. doi:10.1111/gean.12212.
- Douven, I. (2017). Abduction. In: E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Ed.). Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Heym, L., Werner, C., Innerebner, G., & Kofler, P. (2020). Mission Impossible – Typologisierung von Radfahrenden: Ein Designsoziologischer Ansatz. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 6-2020, 244–254.
- Janowicz, K., Adams, B., McKenzie, G., & Kauppinen, T. (2014). Towards Geographic Information Observatories. Paper presented at the GIO 2014: *Proceedings of the Workshop on Geographic Information Observatories 2014, collocated with the 8th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2014)*, Vienna. Retrieved from [http://ceur-ws.org/Vol-1273/GIO\\_intro.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-1273/GIO_intro.pdf).
- Leitinger, S., Wagner, A., & Kremser, W. (2020). Erfahrungen bei der Umsetzung eines Datenmanagementplans für räumliche Daten des Radverkehrs. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 6-2020, 255–262.
- Loidl, M., Werner, C., Heym, L., Kofler, P., & Innerebner, G. (2019). Lifestyles and Cycling Behavior – Data from a Cross-Sectional Study. *Data*, 4(4). doi:10.3390/data4040140.
- Miller, H. J. (2017). Geographic information science I: Geographic information observatories and opportunistic GIScience. *Progress in Human Geography*, 41(4), 489–500. doi:10.1177/0309132517710741.
- Miller, H. J., Dodge, S., Miller, J., & Bohrer, G. (2019). Towards an integrated science of movement: converging research on animal movement ecology and human mobility science. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(5), 855–876. doi:10.1080/13658816.2018.1564317.
- Steenberghen, T., Tavares, T., Richardson, J., Himpe, W., & Crabbé, A. (2017). *Support study on data collection and analysis of active modes use and infrastructure in Europe*. Brussels: European Commission, DG Mobility and Transport.