

# Bürger-generierte Geoinformation für nachhaltige Mobilität

Albert Remke, Christoph Stasch, Andreas Wytzisk

## Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt die aktuellen Arbeiten zur Entwicklung der Citizen Science Plattform enviroCar, die die Erfassung und Analyse von Fahrzeugdaten zur Entwicklung nachhaltiger Verkehrskonzepte unterstützt. Mit Hilfe von OBD-II-Adaptoren und Smartphones können Daten der Fahrzeugsensorik im Fahrbetrieb ausgelesen und anschließend als Open Data unter einer offenen Lizenz publiziert werden. Daten, Analysemethoden und resultierende Karten stehen über offene standardisierte Schnittstellen für Bürger, Verkehrsplaner, Wissenschaftler und Unternehmen frei zur Verfügung und können zur Beantwortung von Fragestellungen beispielsweise im Bereich der Verkehrsplanung und der Entwicklung von Konzepten zur Elektromobilität verwendet werden. Der Beitrag stellt die Architektur der Plattform sowie aktuelle Arbeitsthemen vor und erläutert die Zielsetzungen und Schwerpunkte der weiteren Entwicklung.

## Summary

*The paper presents the current work on the Citizen Science platform enviroCar that supports the collection and analysis of car-borne sensor data for sustainable transport concepts. With the help of OBD-II adapters and smartphones the vehicle sensor data can be read out while driving and then be published as open data under an open data license. Data as well as analysis methods and the resulting maps are available via open standardized interfaces for citizens, traffic planners, scientists and businesses freely available and can be used for answering questions, for example in the field of transport planning and the development of concepts for electromobility. The paper presents the architecture of the platform as well as current work topics and describes the objectives and priorities of further development.*

**Schlüsselwörter:** Nachhaltige Mobilität, Bürgerbeteiligung, Citizen Science, Open Data

## 1 Einleitung

Mobil zu sein ist ein Grundbedürfnis aller Menschen – uneingeschränkt, leicht und kostengünstig beliebige Orte aufsuchen können, um dort beispielsweise etwas Wichtiges zu erledigen oder etwas Interessantes zu erleben. Mobilität trägt aber nicht nur zur Lebensqualität bei, sondern auch zur Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit einer Region. Energie- und Flächenverbrauch, Lärm, Luftverschmutzung und die Beschleunigung des Klimawandels

sind die Kehrseiten der Medaille. Urbane Räume sehen sich hier mit besonderen Herausforderungen konfrontiert. Die zunehmende Zahl der in Städten lebenden und arbeitenden Menschen führt dazu, dass weder die Mobilitätsbedürfnisse ausreichend befriedigt, noch die zunehmenden Umweltbelastungen bewältigt werden können. Nachhaltige Mobilität ist dementsprechend eines der Kernthemen bei der Entwicklung von Smart Cities – den lebenswerten und zukunftsfähigen Städten von morgen (BMBF 2012).

Die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Mobilitätskonzepte ist eine Herausforderung für alle Beteiligten in Politik, Verwaltung, Forschung und Wirtschaft und nicht zuletzt auch für die Bürger selbst. Vernetztes Denken und Handeln ist gefordert, um der Komplexität des Themas gerecht zu werden und Lösungen zu entwickeln. Die Beteiligung von Bürgern bei der Erforschung von Mobilitätsaspekten als auch bei politischen Diskussionen und planerischen Prozessen der Verwaltung ist hierfür unabdingbar. Hier treffen sich die Ziele und Konzepte von Bürgerwissenschaft (Citizen Science) und offener Verwaltung (Open Government), die beide auf hohe Transparenz und intensive Zusammenarbeit mit Bürgern setzen.

Geoinformation spielt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle: Die Betrachtung und Analyse von Sachverhalten in ihrem räumlichen Kontext ermöglichen es, neue Perspektiven zu entwickeln und Zusammenhänge besser zu verstehen. Die nutzbaren Quellen sind vielfältig und reichen von den amtlichen Geobasisdaten und Fachdaten der Vermessungsverwaltung, Straßenbauverwaltung und Verkehrsbetriebe über die zahlreichen Sensoren im Straßennetz und Daten aus Mobilfunk- und Navigationssystemen bis hin zu Daten aus Bürgerbefragungen und Massendaten aus sozialen Medien. Die Bereitstellung von frei nutzbaren und leicht bearbeitbaren Daten (Open Data) unterstützt die Zusammenarbeit zwischen Verwaltungen, Wissenschaftlern, Bürgern und Unternehmen.

Das Forschungsnetzwerk 52°North befasst sich gemeinsam mit dem Institut für Geoinformatik der Universität Münster, der Hochschule Bochum und weiteren Partnern mit der Frage, wie fahrzeuggebundene Sensordaten durch Bürger erfasst und für Zwecke der Verkehrsforschung und Verkehrsplanung nutzbar gemacht werden können. Der Artikel beschreibt die von den beteiligten Institutionen gemeinsam mit Studierenden der Geoinformatik entwickelte Citizen Science Plattform enviroCar und diskutiert Anwendungen und Entwicklungsziele dieser Plattform.

## 2 Die Citizen Science Plattform enviroCar

Mit enviroCar entsteht derzeit eine Infrastruktur, die von Bürgern, Verkehrsplanern, Wissenschaftlern und Unternehmen genutzt werden kann, um Informationen über Fahrzeuge im Straßenverkehr zu sammeln, zu analysieren und Erkenntnisse zu erzielen, die die Entwicklung nachhaltiger Verkehrskonzepte unterstützen. Als Daten-

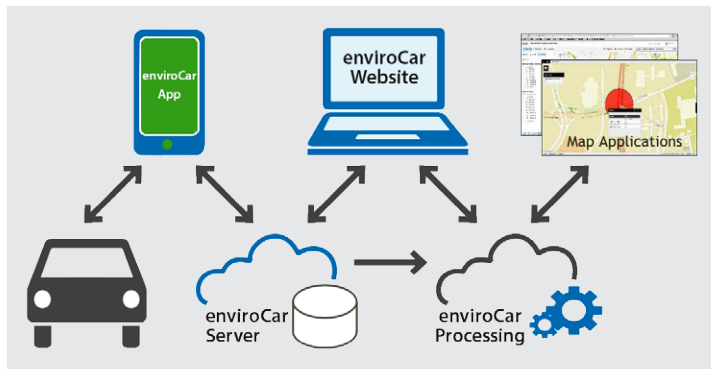


Abb. 1: Basis-Architektur der enviroCar-Infrastruktur

grundlage dienen Fahrzeugdaten, die während der Fahrt aufgezeichnet werden. Diese Daten werden entweder von Bürgern gesammelt und als offene Daten publiziert oder auch durch die Bewegung von Fahrzeugflotten und durch gezielte Messkampagnen zusammengetragen.

Die enviroCar-Plattform unterstützt die Erfassung, Analyse und Visualisierung der Fahrzeugdaten über eine Reihe von technischen Komponenten, die über offene Schnittstellen miteinander verbunden sind. Einen Überblick über die Architektur der Plattform gibt Abb. 1.

Die *enviroCar-App* ist eine Android-Applikation, die über einen OBD-II-Bluetooth-Adapter<sup>1</sup> Daten der Fahrzeugsensorik abfragt und diese mit Zeitstempel und GPS-Position speichert. Neben den reinen Bewegungsdaten können auch zusätzliche Informationen, wie z.B. die Drehzahl des Motors oder Abgaswerte erfasst werden. Hieraus sind weitere umweltrelevante Parameter wie der Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emission sowie Informationen über das Fahrverhalten ableitbar. Die Daten werden per Voreinstellung in einem Zeitintervall von fünf Sekunden abgefragt. Die Frequenz kann bei Bedarf bis auf sekundliche Messungen erhöht werden. In der App selbst werden einfache Kennwerte einzelner Fahrten berechnet, wie z.B. die Fahrtzeit, die durchschnittliche Geschwindigkeit oder der Kraftstoffverbrauch.

Um die Daten weitergehend zu analysieren und sie für andere Anwender verfügbar zu machen, kann der Nutzer seine Messfahrten über den *enviroCar-Server* als offene Daten publizieren. Die Daten werden dort in ei-

ner MongoDB-Datenbank abgelegt und sind über einfache RESTful Web Services für jedermann zugreifbar. Zur Wahrung der Anonymität enthalten die Daten keinerlei Verweise auf den Fahrer oder auf Fahrten desselben Fahrzeuges. Zusätzlich kann der Nutzer die jeweils ersten und letzten 200 Meter einer Messfahrt entfernen lassen. Vom enviroCar-Server werden die Daten in leicht bearbeitbaren Datenformaten zur Verfügung gestellt: Das JSON-Format eignet sich gut für die Verwendung in Webanwendungen, das CSV-Format (Komma-separierte Werte) ermöglicht die direkte Verarbeitung mit Tabellenkalkulationsprogrammen, das Shape-File-Format unterstützt die Analyse und Visualisierung der Daten in Geoinformationssystemen.

Diese Schnittstellen werden u.a. vom Institut für Geoinformatik der Universität Münster, der Fachhochschule Münster (Bereich Verkehrswesen) und der Hochschule Bochum (Geoinformatik) genutzt, um Daten aus dem enviroCar-Datenbestand zu analysieren. Einige Analyseprozesse zur Bewertung des Verkehrsflusses sind bereits als OGC Web Processing Services implementiert und können sowohl in lokale GIS-Umgebungen wie auch in Webanwendungen integriert werden. Die Publikation von Verarbeitungsprozessen als OGC Web Processing Services hat sich bei der kollaborativen Entwicklung von Analysemethoden als sehr hilfreich erwiesen. Der Source Code der Prozess-Implementierungen wie auch der des WPS Frameworks stehen als Open Source Software auf GitHub zur Verfügung (<https://github.com/enviroCar>).

Die Ergebnisse der Datenanalysen werden in Form interaktiver Karten visualisiert und selbst wiederum als Web-Services publiziert. Abb. 2 zeigt eine Übersichtskarte der erfassten Messfahrten, wobei die Farbskala die mittlere Geschwindigkeit räumlich benachbarter Messungen wiedergibt. In Abb. 3 ist eine Dichte-Karte zu sehen, aus der ersichtlich ist, in welchen Bereichen des Straßennetzes der Datenbestand eine Häufung signifikant hoher CO<sub>2</sub>-Messwerte aufweist. enviroCar nutzt die ArcGIS Online Cloud als Plattform für die Sammlung und Bereitstellung solcher Informationsprodukte.

Die interaktiven Karten aus ArcGIS Online können über alle Web-Plattformen und über mobile Systeme (Android, IOS, Windows, ...) betrachtet werden. Die interaktiven Karten sowie die WPS-basierten Analysedienste lassen sich darüber hinaus leicht in vorhandene Web-Anwendungen integrieren, sodass die enviroCar-Plattform in kommunale oder wissenschaftliche Web-Portale mit regionalem oder fachlich-thematischem Fokus integriert werden kann. So wird derzeit im Rahmen des Beitrages der Stadt Köln zum Morgenstadt Projekt der Fraunhofer Gesellschaft die Einrichtung eines Bürgerdatenportals für das Thema Mobilität und Umwelt diskutiert, das themenbezogene Informationen bereitstellt und die Partizipation von Bürgern bei der Erhebung und Analyse von Mobilitätsdaten ermöglicht.

<sup>1</sup> »OBD-II« ist ein Schnittstellen-Standard für den Zugriff auf Daten der Fahrzeugsensorik, »OBD« steht hierbei für On-Board-Diagnose. Seit 2003 müssen PKWs in Europa mit dieser Schnittstelle ausgerüstet sein (Europäische Gemeinschaft 1989).

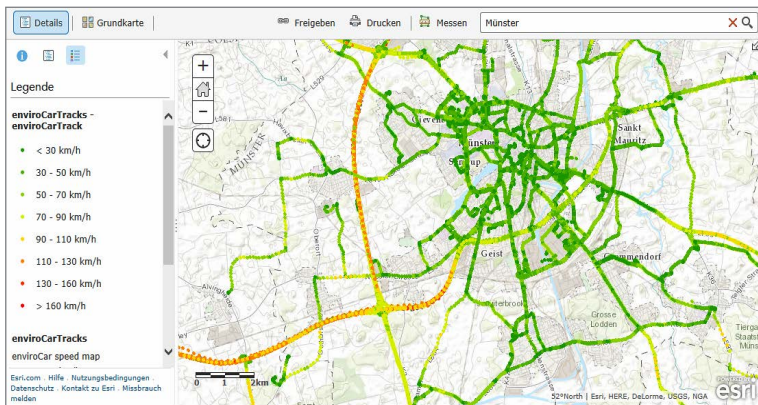


Abb. 2: Screenshot einer enviroCar-Übersichtskarte

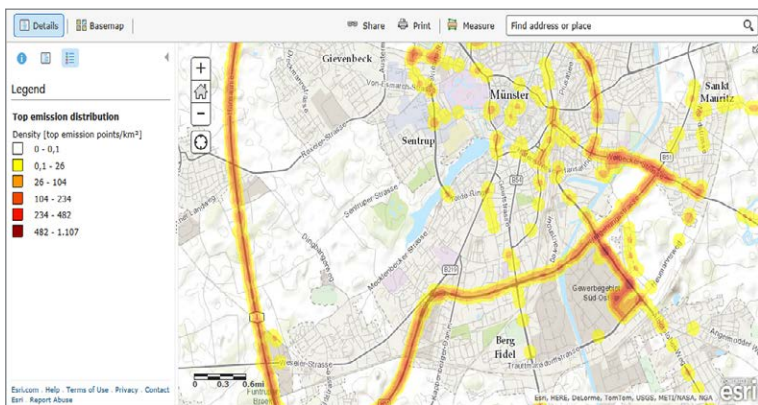
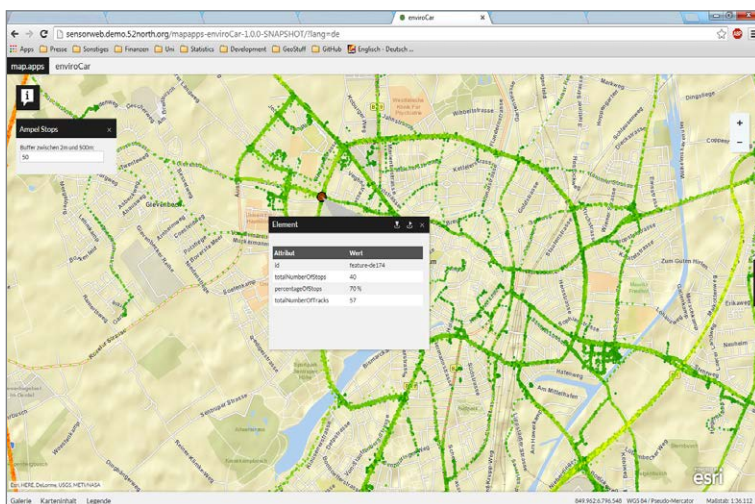


Abb. 3: Screenshot einer Dichte-Karte hoher CO<sub>2</sub>-Messwerte

Die enviroCar-Website ([www.envirocar.org](http://www.envirocar.org)) stellt einen zentralen Einstiegspunkt für die Citizen Science Plattform dar. Bürger, die an den enviroCar-Aktivitäten teilnehmen wollen, können sich auf der Website mit einem Nutzernamen und Passwort registrieren und sich über die Details der Datenaufnahme und Datennutzung informieren. Um Daten zu sammeln und lokal zu nutzen, werden ein OBD-II-Adapter und ein Android-Smartphone benötigt. Nach dem Hochladen der Daten auf den enviroCar-Server können die Daten über die Funktionen der Website betrachtet und weitergehend analysiert werden. Über die Verbindung mit Freunden ist es möglich, die eigenen Daten mit denen anderer Nutzer zu vergleichen.

Ferner gibt es eine Mailingliste und ein Wiki zur Unterstützung der weiteren Kommunikation zwischen den Beteiligten, sodass alle methodischen und technischen Aspekte der Erfassung, Analyse und Nutzung von Fahrzeugdaten zur Entwicklung nachhaltiger Mobilitätskonzepte diskutiert werden können. Ziel ist es, die Ideen und Prinzipien offener Bürgerwissenschaft mit enviroCar konsequent umzusetzen.

Abb. 4: Screenshot einer Kartenanwendung für die Verkehrsplanung, die die Anzahl an Stopp und Durchfahrten an Verkehrsknotenpunkten ermittelt.



### 3 Anwendungsszenarien

Nachfolgend werden aktuelle Arbeiten vorgestellt, in denen die Citizen Science Plattform und die daraus gewonnenen Daten für verschiedene Zwecke verwendet werden. Diese Arbeiten sind Beispiele für viele weitere Arbeitsthemen in diesem Kontext.

#### Gewinnung von Daten für die Verkehrsplanung

Derzeit werden in verschiedenen Arbeiten und Kooperationen Konzepte für die Nutzung der enviroCar-Plattform in der Verkehrsplanung erarbeitet und erprobt. Im Bereich des Verkehrsmonitoring bietet die enviroCar-Plattform die Möglichkeit, eine größere und individualisierte Stichprobe von Fahrzeugdaten zu sammeln. Eine wichtige Fragestellung, die derzeit in diesem Kontext adressiert wird, ist, wie viele Fahrten benötigt werden, um eine signifikante Aussage über einen bestimmten Sachverhalt zu erzielen. Ferner werden Methoden untersucht, um Rückschlüsse zu ermöglichen, inwiefern sich bestimmte Veränderungen in der Verkehrsinfrastruktur, z.B. eine geänderte Ampelschaltung, auf Schadstoffemissionen auswirken.

Dabei ist von Vorteil, dass die enviroCar-Applikation nicht nur GPS-Positionen und Zeitstempel speichert, sondern auch die Sensordaten der Fahrzeuge, die wiederum Rückschlüsse auf den Schadstoffausstoß zulassen, wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

Derzeit kooperieren 52°North und das Institut für Geoinformatik der Universität Münster mit verschiedenen Akteuren aus dem Planungswesen, darunter das Kompetenzzentrum Bau und Verkehr der Fachhochschule Münster, die Verkehrsplanung der Stadt Münster und HWTE Herwig Wulffius – Traffic Engineering. Abb. 4 zeigt einen Screenshot eines Prototyps, der aus den Durchfahrten an beliebigen Verkehrsknotenpunkten deskriptive Statistiken

für den Verkehrsfluss extrahiert. Halte sind durch eine Sequenz von mindestens drei aufeinander folgenden Messungen mit Geschwindigkeit kleiner als 5 km/h definiert. Anschließend kann in einem Puffer um einen Knotenpunkt, z. B. eine Kreuzung mit Lichtzeichenanlage, die Anzahl der Durchfahrten und Anzahl der Halte erfasst werden. Der Puffer um den Knotenpunkt wird durch einen roten Kreis angezeigt. Die Gesamtzahl an Durchfahrten und der prozentuale Anteil an Fahrten mit Standzeiten werden in einem eigenen Fenster angezeigt. Der Analyseprozess wurde mittels einer Java-Bibliothek implementiert und als Web Processing Services (WPS) in die enviroCar-Infrastruktur eingebettet.

### Ermittlung der regionalen Charakteristik von Luftschadstoff-Emissionen

Eine der gefährlichsten der mit dem motorisierten Verkehr verbundenen negativen Auswirkungen ist die Erzeugung von Luftschadstoffen (Faiz, Weaver und Walsh 1996). Während in den letzten Jahren für viele der emittierten Stoffe und Partikel durch verbesserte Kraftstoffe und Verbrennungstechniken eine deutliche Reduzierung der Emissionen erreicht werden konnte, ist dies beim Treibhausgas Kohlendioxid nur in geringem Maße der Fall. Dementsprechend ist der motorisierte Verkehr eines der Kernthemen kommunaler und regionaler Klimaschutzkonzepte. Hoffnung für die Zukunft bieten hier insbesondere neue Antriebstechniken (Elektromobilität) und die Verlagerung des Verkehrs auf emissionsarme Verkehrsmodi (ÖPNV, Rad). Aber auch durch die Optimierung des Verkehrsflusses und durch die Veränderung des Fahrverhaltens lassen sich erhebliche Verbesserungen erreichen (TERI 2014).

Aktuelle Arbeiten im enviroCar-Kontext befassen sich mit der Entwicklung einer Methodik zur Gewinnung von Daten für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionsprofile von Streckenabschnitten des Straßennetzes. Ziel ist es, in einem ersten Schritt Streckenabschnitte zu identifizieren, die durch signifikant hohe Emissionswerte auffallen und somit Anlass geben, Ursachen zu ermitteln und z. B. durch Ausbau- oder Verkehrssteuerungsmaßnahmen Verbesserungen zu erreichen. Für diese Analysen werden die Daten der Fahrzeugsensorik zur Schätzung des Kraftstoffverbrauches der Fahrzeuge verwendet.

Wertvolle Hinweise auf mögliche Anomalien lassen sich bereits aus deskriptiv statistischen Auswertungen generieren (z. B. räumliche Aggregation von Messwerten und räumliche Verteilung hoher Messwerte). Bei der weiteren Ausgestaltung der Methodik ist zu berücksichtigen, dass vergleichbare Verkehrssituationen durch eine ausreichend große Stichprobe erfasst werden. Dies wird zunächst nur für ausgewählte Teile des gesamten Straßennetzes einer Kommune erreichbar sein.

### Elektromobilität – Schätzung des Energiebedarfes

Für den Individualverkehr wird die Elektromobilität zunehmend an Bedeutung gewinnen (Bertram und Bongard, 2011). Sie unterstützt die Emissionsreduktion in Ballungsräumen, da Emissionen zu Kraftwerken mit aktueller Filtertechnologie verlagert bzw. durch Nutzung regenerativer Energieformen (z. B. Solar- oder Windenergie) nahezu vollständig vermieden werden können. Laut einer Befragung des Fraunhofer ISI unter den Nutzern von Elektrofahrzeugen wird die Nutzbarkeit von E-Fahrzeugen bereits heute grundsätzlich positiv bewertet (Peters und Hoffmann 2011). Vorbehalte bestehen jedoch vor allem hinsichtlich der Reichweite. Fahrer sind häufig unsicher, ob ein bestimmtes Ziel mit der verbleibenden Batterie-ladung noch erreichbar ist. Zur Gewährleistung einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz von Elektrofahrzeugen sind daher verlässlichere Angaben zur verbleibenden Fahrzeug-Reichweite unabdingbar. Vor diesem Hintergrund hat der Fachbereich Geodäsie und das Institut für Elektromobilität der Hochschule Bochum in Kooperation mit 52°North Forschungsaktivitäten zur Optimierung des Reichweitenmanagements von Elektrofahrzeugen initiiert. Eine wesentliche Komponente ist die Einbeziehung durchschnittlicher strecken- und tageszeitspezifischer Energiebedarfe. Da Verkehrsflussinformationen bzw. Verkehrsprognosen häufig nicht in Echtzeit zur Verfügung stehen bzw. zugreifbar sind, werden Erfahrungswerte verwendet, die in einem auf enviroCar basierenden Community-Prozess ermittelt werden. Hierbei sollen aufgrund ihrer besseren Verfügbarkeit insbesondere auch Daten von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren berücksichtigt werden. Zur Vermeidung von Verzerrungen – bedingt durch individuelles Fahrverhalten und verschiedene Fahrzeugtypen – werden die gemessenen Energieverbräuche fahrer-, fahrzeug- und streckentypspezifisch normiert. Die so ermittelten streckenabschnitts- und tageszeitscharfen durchschnittlichen Energiebedarfe können dann bei der individuellen Routenplanung berücksichtigt werden.

### Quantified Self – mehr über sich selbst erfahren

Der Begriff »Quantified Self« steht für das Interesse vieler Menschen, mehr über sich zu erfahren. Eine Vielzahl von mobilen Sensoren und Apps lassen sich nutzen, um ein umfassendes Bild von sich selbst und von den eigenen Gewohnheiten zu erlangen. Die Erkenntnisse können genutzt werden, um Gewohnheiten zu verändern und die Gesundheit oder die Lebensqualität zu verbessern (Wolf 2010).

Die enviroCar-Plattform ermöglicht die Gewinnung von Daten über das eigene Mobilitätsverhalten. Der Nutzer erhält Informationen über die gefahrenen Wege, Geschwindigkeiten und den Kraftstoffverbrauch und kann sich Fragen beantworten wie z. B.: »Wie lange brauche

ich durchschnittlich auf meinem Weg zur Arbeit?» oder »Wieviel Benzin und – damit verbunden – Kosten spare ich, wenn ich abends anstelle des Autos mit dem Rad zum Fitnessstudio fahre?«. Andererseits kann er globale Parameter mit dem Durchschnittswert anderer Nutzer vergleichen, so z. B. ob ein Nutzer im Schnitt schneller fährt als andere Nutzer der Community. Darüber hinaus kann abgeleitet werden, wie sich der Fahrstil auf die CO<sub>2</sub>-Emission auswirkt. Dies ermöglicht wiederum, den Fahrstil anzupassen und das eigene Umweltverhalten zu verbessern.

#### 4 Diskussion und Ausblick

Die bereits vorhandene Datenmenge (mehr als 500.000 Messwerte) und das kontinuierliche Wachstum des Datenbestandes belegen das Interesse und die Bereitschaft von Bürgern, die Plattform zu nutzen und offene Daten beizutragen. Die jüngst begonnenen Projekte mit Verkehrswissenschaftlern, kommunalen Verkehrsplanern und Ingenieurbüros zeigen auch das Nutzenpotenzial, das aus fachlicher Sicht mit dem enviroCar-Ansatz und den resultierenden Daten verbunden ist.

Sehr konkret sind in diesem Zusammenhang die Arbeiten zum Einsatz der enviroCar-Plattform für die Bewertung der Qualität von Verkehrsflüssen auf bestimmten Wegstrecken – beispielsweise zur Beurteilung der Kapazität von Verkehrsknotenpunkten oder zur Bewertung von Verkehrslenkungsmaßnahmen. Neben der Nutzung von Bürger-generierten Daten kommen hier auch gezielte Messkampagnen zur Ermittlung von Charakteristiken wie Reisezeiten oder der Anzahl an Stopps zum Einsatz.

Ein wesentliches Ziel für die kommenden Arbeiten ist die Verbesserung der Schätzung des Kraftstoffverbrauches aus den Parametern der Motorsteuerung. Der derzeit verwendete Ansatz liefert für konventionelle Ottomotoren nutzbare Daten, weist aber bei anderen Antriebsarten wie Diesel- und Hybridantrieben zu große Abweichungen auf. Für verbesserte Schätzverfahren existieren Lösungsansätze, die aber noch zu validieren sind.

Ein bislang unbearbeitetes Thema ist die Schätzung von Lärmemissionen aus der Charakteristik von Fahrzeugen und den mit enviroCar erfassten Daten der Fahrzeugsensorik. Zu überprüfen ist, unter welchen Voraussetzungen diese Daten zur Plausibilisierung der Parametrisierung von Lärmausbreitungsmodellen verwendet werden können.

Im Rahmen weiterer Projekte werden sich wesentliche Anstrengungen auf die Ausgestaltung der Smartphone-App und der enviroCar-Website richten. Ziel ist es hier, die einfache Handhabung und die Attraktivität des Informationsangebotes weiter zu verbessern. Zudem sollen

zusätzliche Interaktionsmöglichkeiten zwischen Bürgern, Wissenschaftlern und Fachleuten aus Verwaltungen und Unternehmen geschaffen werden, die den offenen Dialog und die effektive Zusammenarbeit unterstützen.

#### Literatur

- Bertram, M., Bongard, S. (2014): »Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr: Grundlagen, Einflussfaktoren und Wirtschaftlichkeitsvergleich«. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012): Morgenstadt – Eine Antwort auf den Klimawandel. Online unter [www.bmbf.de/pubRD/morgenstadt\(1\).pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/morgenstadt(1).pdf), letzter Zugriff 02/2015.
- Europäische Gemeinschaft (1998): Richtlinie 98/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zu Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates. Amtsblatt Nr. L 350 vom 28/12/1998 S. 0001–0057.
- Faiz, A., Weaver, C., Walsh, M. (1996): »Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for Controlling Emissions«, World Bank e-Library, World Bank, 1996.
- Peters, A., Hoffmann, J. (2011): Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Eine empirische Studie zu attraktiven Nutzungsvarianten, Fahrzeugkonzepten und Geschäftsmodellen aus Sicht potenzieller Nutzer. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- TERI – The Energy and Resources Institute (2014): Defining Sustainable Urban Mobility. TERI-NFA Working Paper No. 11. Impact on the quality of life is needed.
- Wolf, G. (2010): The quantified self. TED-Talk. Online unter [www.ted.com/talks/gary\\_wolf\\_the\\_quantified\\_self](http://www.ted.com/talks/gary_wolf_the_quantified_self), letzter Zugriff 02/2015.

#### Anschrift der Autoren

Prof. Dr. Albert Remke  
Dr. Christoph Stasch  
52°North GmbH  
Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster  
[a.remke@52north.org](mailto:a.remke@52north.org)  
[c.stasch@52north.org](mailto:c.stasch@52north.org)

Prof. Dr. Andreas Wytzisk  
Hochschule Bochum, Fachbereich Geodäsie  
Lennershofstraße 140, 44801 Bochum  
[andreas.wytzisk@hs-bochum.de](mailto:andreas.wytzisk@hs-bochum.de)

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter [www.geodaesie.info](http://www.geodaesie.info).