

# enviroCar - Crowdsourcing automobilier Sensordaten für den nachhaltigen Straßenverkehr

SIMON JIRKA<sup>1</sup>, ALBERT REMKE<sup>2</sup>, ARNE BRÖRING<sup>3</sup> & MATTHES RIEKE<sup>4</sup>

*Zusammenfassung: Dieser Beitrag stellt das enviroCar-Projekt vor, welches die Zielsetzung hat, Ideen des Crowdsourcings auf die Vielzahl von Parametern anzuwenden, welche durch die Elektronik aktueller Autos gemessen werden. Zu diesem Zweck werden On-Board-Sensoren von Autos in einfacher Weise angebunden und über Mobiltelefone in eine Web-Infrastruktur eingespeist. Somit entsteht eine Plattform, welche die Sammlung von Umwelt- und Verkehrsdaten durch interessierte Bürger unterstützt. Während Autofahrer über das System Informationen zu ihrem Fahrstil und den damit verbundenen Umweltauswirkungen erhalten, wird für Wissenschaftler und die Verwaltung, insbesondere für Stadtplaner, eine zusätzliche Datenquelle zu Verkehr und Umwelt erschlossen. Die über das System gewonnenen Daten werden anonymisiert und als offene Daten (Open Data) bereitgestellt.*

## 1 Einleitung

Eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen der Gegenwart ist es, Mobilität auf nachhaltige Weise sicherzustellen und weiterzuentwickeln. Eine besondere Rolle spielt hier die Abschwächung des negativen Einflusses von Personenbeförderung auf die Umwelt. Hierzu wird die effektive Zusammenarbeit von Forschung, Industrie, öffentlichen Einrichtungen sowie Bürgern einen Schlüsselfaktor darstellen. Um die gegenwärtigen Aspekte und Phänomene des Automobilverkehrs analysieren und bewerten zu können und eine Veränderung herbeizuführen, wird zusätzlich eine reichhaltige Datengrundlage benötigt. Während die Auswertung von Mobilfunknetzen eine wertvolle Quelle für Verkehrsfluss-Daten liefert, mangelt es an Informationen zu Lärm sowie Luftverschmutzung. Dabei verfügt der Großteil der im Straßenverkehr zugelassenen Fahrzeuge über eine Vielfalt von Sensoren [Bonnick, A.]. Diese Sensoren stellen Messwerte wie Fahrtgeschwindigkeit, Umdrehungen des Motors, Gaspedalstellung sowie die Menge der zugeführten Luft zur Verfügung. Anhand dieser Parameter lassen sich weitere Informationen wie Lärm, Benzinverbrauch sowie die gegenwärtigen CO<sub>2</sub>-Emissionen ableiten, welche es wiederum erlauben, den Einfluss auf die Umwelt durch den Verkehr zu bewerten. Es ist somit ein naheliegender Gedanke, diese bereits integrierten Sensoren als ergänzende Informationsquelle heranzuziehen.

Ein zentraler Beweggrund des enviroCar-Projekts ist es, die Erhebung dieser Art von Daten für Bürger zu vereinfachen bzw. während Sie ihr Auto fahren zu automatisieren. Zu diesem Zweck wurde eine Crowdsourcing-Architektur zur Erfassung der integrierten Sensorik entwickelt,

1) Simon Jirka, 52°North GmbH, Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster, jirka@52north.org

2) Albert Remke, 52°North GmbH, Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster, remke@52north.org

3) Arne Bröring, Esri Suisse, Josefsstrasse 218, 8005 Zürich, a.broering@esri.ch

4) Matthes Rieke, 52°North GmbH, Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster, m.rieko@52north.org

welche in diesem Artikel vorgestellt werden soll. Durch die Umsetzung als Citizen-Science-Plattform [Irwin, A.] wird die enge Zusammenarbeit zwischen Bürger, Wissenschaftlern sowie Verkehrsplanern unterstützt.

Der Artikel ist wie folgt strukturiert. In Kapitel 2 wird die Architektur der enviroCar-Plattform vorgestellt. Darauf folgt in Kapitel 3 eine detaillierte Übersicht über die gegenwärtige technische Implementierung. Kapitel 4 gibt einen Überblick über zukünftige Herausforderungen und Möglichkeiten mit Hinblick auf Forschung sowie der verbesserten Integration der Architektur in bestehende GDI-Systeme. Zum Abschluss präsentiert Kapitel 5 ein Fazit zu den vorgestellten Arbeiten.

## 2 Die enviroCar Architektur

Im Folgenden wird die Architektur, die dem enviroCar-System unterliegt, vorgestellt. Diese wurde in enger Kooperation zwischen der 52°North Initiative for Geospatial Open Source Software und der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster entwickelt. Sie besteht aus vier Kernkomponenten (siehe Abb. 1):

- die Sensorik sowie der interne Daten-Bus des Fahrzeugs,
- eine mobile Smartphone App zur Sammlung der Daten des Fahrzeugs,
- ein zentraler Server zur Speicherung und Verarbeitung der gesammelten Daten aller Nutzer, und
- einer Website, welche die Daten visualisiert und präsentiert sowie Nutzern die Möglichkeit bietet, Analysen auf den Daten durchzuführen.

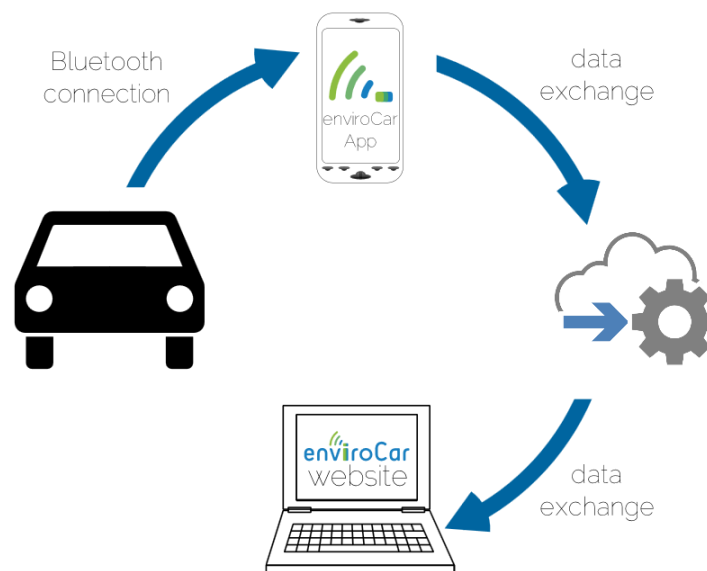


Abb. 1: Übersicht über die enviroCar Architektur.

Die Basis zur Erfassung der integrierten Sensordaten der Fahrzeuge ist das standardisierte OBDII-Protokoll [Burelle, C.] welches als Interface zum Daten-Bus des Fahrzeugs genutzt wird. Die Europäische Union [European Parliament] schreibt die Unterstützung dieses Protokolls seit mehreren Jahren als eine Voraussetzungen für die Straßenzulassung vor. Mit Hilfe von kostengünstigen Geräten ist es möglich eine Verbindung zum OBDII-Daten-Bus herzustellen. Ein solches Gerät fragt die rohen Daten ab und stellt diese über eine Bluetooth-Verbindung zur Verfügung.

Durch diese Bluetooth-Verbindung kann mit einem handelsüblichen Smartphone auf die Daten zugegriffen werden. Zu diesem Zweck wurde die sogenannte enviroCar App entwickelt (siehe Abb. 2). Sie bietet auf einfache Weise Funktionen zum Starten und Stoppen der Erfassung an. Die Messungen werden in sogenannten Fahrten zusammengefasst und können nach Abschluss der Messung an den zentralen enviroCar-Server übertragen werden. Zusätzlich visualisiert die App die aktuellen Messungen in Echtzeit und bietet somit eine schnelle Möglichkeit der Interaktion.



Abb. 2: enviroCar App mit OBDII-Hardware.

Der enviroCar-Server agiert als zentraler Datenspeicher. Neben der Datenhaltung beinhaltet er Funktionalität zur Nutzerverwaltung sowie verschiedene Schnittstellen für den Zugriff auf die Daten. Diese Funktionen werden von der enviroCar Website genutzt, um dem Nutzer einen einfachen Zugang zu den Daten zu ermöglichen. Zusätzlich wird eine breite Palette an Analyse-Funktionen geboten. Der Nutzer kann so leicht seine eigenen Fahrten visuell auswerten (z.B. „Zu welchen Zeitpunkten gab es einen besonders hohen Spritverbrauch?“). Zusätzlich ist es ihm auch möglich, den eigenen Fahrstil mit dem anderer Nutzer zu vergleichen. Weiterhin stehen aggregierte Analysen des Straßenverkehrs zur Verfügung.

Neben diesen Anwendungsbeispielen bietet der Server öffentlichen Zugriff auf anonymisierte Repräsentationen der Daten. Auf diese Weise wird das Nutzen und die Verarbeitung der erfassten Daten (z.B. durch Wissenschaftler oder Verkehrsplaner) gefördert. Wir erwarten so eine Unterstützung für Verkehrsplaner als auch eine erhöhte Sensibilisierung der teilnehmenden Bürger. Diese erlangen detaillierte Einblicke in die Ursache-Wirkung-Beziehung von Verkehr, die damit zusammenhängenden Umwelteinflüsse sowie die eigene Rolle in diesem Kontext. Wir erwarten, dass gerade der letzte Punkt die Bereitschaft zur Veränderung des eigenen

Fahrverhaltens erhöht und eine Tendenz zu Fahrzeugen mit geringem Kraftstoff-Verbrauch forciert.

### 3 Technische Umsetzung

Gegenwärtig ist das enviroCar-System in der offenen Beta-Phase. Erste interessierte Nutzer wenden die Komponenten regelmäßig an. Abb. 3 zeigt eine detaillierte Übersicht der implementierten System-Architektur. Die Verbindung zwischen der OBDII-Schnittstelle und dem Smartphone wird anhand kostengünstiger kommerzieller Hardware realisiert. Die Smartphone-App wurde für Googles Android-Betriebssystem entwickelt und ist durch den integrierten Google Play Store verfügbar<sup>1</sup>.

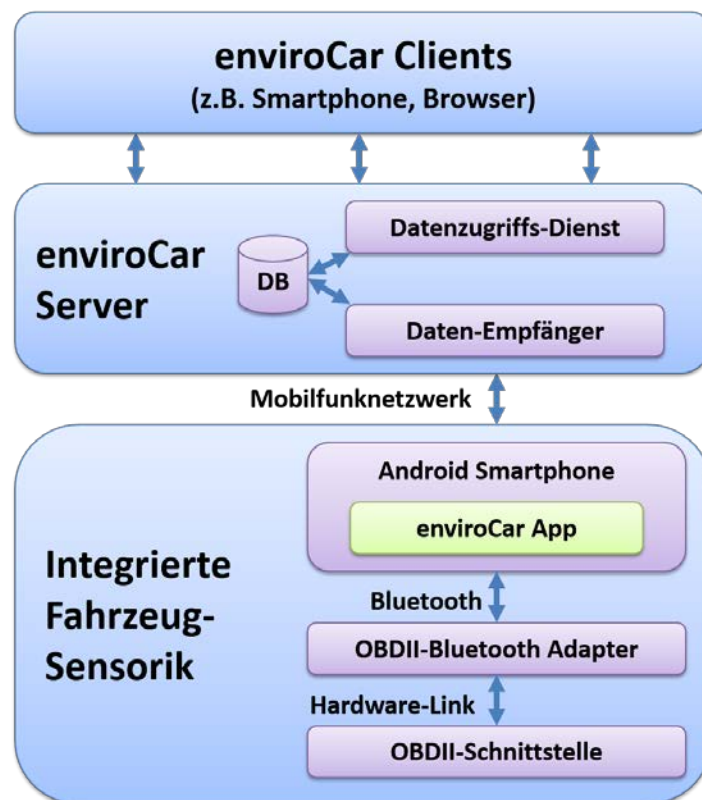


Abb. 3: System-Architektur.

Neben der App befinden sich sowohl der enviroCar-Server als auch die Website im offenen Beta-Betrieb. Sie ermöglichen gegenwärtig verschiedene Arten der Visualisierung und Analyse der gesammelten Daten. Beispielsweise lassen sich die Trajektorie einer Fahrt und die Messwerte gegenüberstellen (siehe Abb. 4). Der Nutzer verfügt somit über ein intuitives Werkzeug zur visuell-gestützten raum-zeitlichen Auswertung der Daten.

<sup>1</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.envirocar.app>

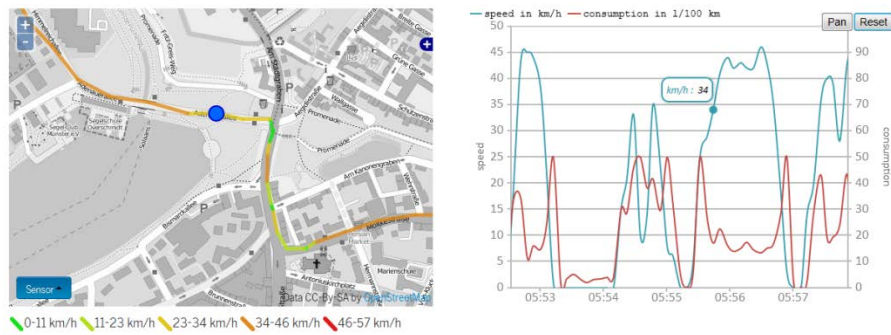


Abb. 4: Darstellung einer Fahrt und der zugehörigen Messwerte.

Darüber hinaus wird Esri's ArcGIS Online Plattform dazu genutzt, zusätzlichen Karten-Repräsentationen der Datenbasis zu erstellen<sup>2</sup>. Abb. 5 zeigt eine Hot-Spot-Karte der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebiet der Stadt Münster. Hier weisen rot dargestellte Punkte auf hohe Werte von CO<sub>2</sub> hin. Man erkennt beispielsweise, dass Ampelkreuzungen Staus verursachen oder Bremshügel dazu führen, dass hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund von wiederkehrendem Ent- und Beschleunigen auftreten.

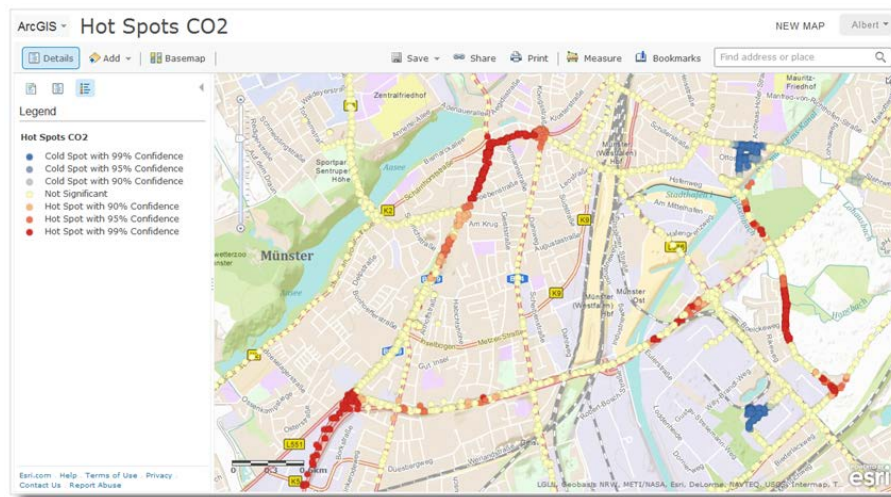


Abb. 5: ArcGIS Online Karte für die Darstellung von CO<sub>2</sub> Hot Spots (Häufung roter Punkte) in Münster.

## 4 Ausblick

Gegenwärtig befindet sich das enviroCar-System in der offenen Beta-Phase. Nutzer tragen dazu bei, die Plattform und seine Funktionen zu evaluieren und zu optimieren. Neben der

<sup>2</sup> <http://52north.maps.arcgis.com>

Verbesserung des Systems sehen wir verschiedene Herausforderungen, die in der kommenden Zeit adressiert werden müssen.

Fortführende Arbeiten werden die Anreicherung der Datenbasis durch zusätzliche Messparameter, Metainformationen zu diesen sowie zu den Sensoren und der Qualität der Daten betreffen. Die bestehende Plattform bietet bereits eine Schnittstelle zur Abfrage der gesammelten Daten als Linked Data an. Hierzu werden etablierte Ontologien (z.B. Semantic Sensor Network (SSN)<sup>3</sup> für Messwerte; Vehicle Sales Ontology (VSO)<sup>4</sup> für integrierten Sensoren und Fahrzeuge) genutzt. Die gesamte Datengrundlage ist mit dem EEA Data Dictionary<sup>5</sup> und der DBpedia Knowledge Base<sup>6</sup> verbunden. Ein wichtiger Aspekt wird die Kombination von Linked Open Data mit RESTful-Diensten spielen. Hier gilt es, die Balance zwischen verschiedenen Design-Fragen, wie beispielsweise der Integrität und Flexibilität des Datenmodells, schlanken Kodierungen und guter Performance sicherzustellen.

Die fortlaufende Bereicherung der Plattform wird einen weiteren Schwerpunkt zukünftiger Arbeiten bilden. Ziel ist es, ein Ökosystem zu etablieren, das aus Technologien und Werkzeugen zur Unterstützung von Funktionen wie Zugriff, Analyse und Visualisierung der Daten und abgeleiteter Informationsprodukte besteht. Grundlage hierfür sind etablierte Standards aus der GDI-Welt wie beispielsweise OGC Sensor Web- und Processing-Dienste. Weitergehend werden Möglichkeiten und Vorteile neuer Ansätze (z.B. Linked Open Data) evaluiert und optimiert. Die aktuelle Architektur nutzt bereits eine Instanz des ArcGIS GeoEvent Processor for Server<sup>7</sup> zur Echtzeit-Integration der Daten in die Dienste der ArcGIS Online Cloud. Das Statistikwerkzeug R<sup>8</sup> wird – gekapselt durch den 52°North WPS-Dienst – genutzt, um Processing-Funktionalität über das Web anzubieten. Dies umfasst verschiedene Methoden zur Analyse und Aggregation der raum-zeitlichen Daten.

Besonderer Wert wird auf die Etablierung und Weiterentwicklung der enviroCar Community durch das Zusammenbringen von regionalen Bürger-Projekten und Aspekten der Mobilität und Umwelt gelegt. Hier stellen Forschungsprojekte mit Themenschwerpunkten in der Umweltverschmutzung sowie Verkehr als auch öffentliche Einrichtungen wichtige Kooperationspartner dar. Zusätzlich sollen Konzepte aus den Sozialen Medien und der Entwurf individueller Anreize (z.B. „ökonomischer Fahrstil“) eine globale Nutzergemeinschaft anziehen. Eine wichtige Rolle wird ebenfalls die Anreicherung der enviroCar App durch Echtzeit-Bewertungen des Fahrstils spielen. Beispielsweise kann der Nutzer darauf hingewiesen werden, eine vorausschauendere Fahrweise zu verfolgen, um aktiv den Benzinverbrauch zu reduzieren.

---

<sup>3</sup> <http://www.w3.org/2005/Incubator/ssn/ssnx/ssn>

<sup>4</sup> <http://www.w3.org/2001/sw/wiki/VSO>

<sup>5</sup> <http://dd.eionet.europa.eu/>

<sup>6</sup> <http://dbpedia.org>

<sup>7</sup> <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/extensions/geoevent-extension>

<sup>8</sup> <http://www.r-project.org/>

## 5 Fazit

Die enviroCar-Plattform bietet eine wertvolle Quelle für Verkehrs- und Umweltdaten, die amtlich erfasste Daten sinnvoll ergänzen. Auf Basis günstiger Hardware-Komponenten und der Nutzung weitverbreiteter Smartphones ist es möglich, ein komplexes System zur Erfassung von Daten im Kontext eines Crowdsourcing-Ansatzes zu realisieren. Jenseits der reinen Erfassung der Daten sowie deren Visualisierung, demonstriert das enviroCar-System bereits in einem frühen Stadium den Nutzen der Datenbasis. Durch die Ausweitung der Nutzergemeinschaft, die Begünstigung der Nutzung durch externe Anwendungen (z.B. durch etablierte GDI-Standards) und die Durchführung praktischer Anwendungsszenarien, rechnen wir mit einem Wachstum der Datenbasis und einem erhöhten Einfluss der abgeleiteten Informationen, die das enviroCar-System zur Verfügung stellen kann.

## 6 Literaturverzeichnis

- BONNICK , A., 2001: Automotive Computer Controlled Systems. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- IRWIN, A., 1995. Citizen science: a study of people, expertise, and sustainable development. Routledge, New York.
- BURELLE, C., 2004: On-Board Diagnostics II (OBDII) and Light-Duty Vehicle Emission Related Inspection and Maintenance (I/M) Programs. Transportation Systems Branch, Environment Canada.
- EUROPEAN PARLIAMENT, 1998: Directive 98/69/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to measures to be taken against air pollution by emissions from motor vehicles and amending Council Directive 70/220/EEC. Online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0069:EN:HTML>