



Daten aus Echtzeitsensoren sind bereits in vielen alltäglichen Bereichen präsent

# Sensorik in Echtzeit – Informationen im richtigen Moment

Wenn Sie an die Weihnachtszeit zurückdenken, dann erinnern Sie sich sicher an die Diskussion über überlastete Paketdienstleister durch die Zunahme der Online-Bestellungen. Auch wenn das eine oder andere verspätete Paket Unmut verursacht hat, so nutzen Logistikfirmen inzwischen Sensordaten in Echtzeit, um ihre Logistikprozesse zu organisieren und zu optimieren. Aktuelle georeferenzierte Daten bieten jedoch auch in zahlreichen anderen Lebensbereichen große Vorteile. Die Erfassung, Verarbeitung und Visualisierung von Sensordaten in naher Echtzeit ist zwar noch mit einigen Herausforderungen verbunden, jedoch ist die technische Entwicklung in vollem Gange.

Autor: Maximilian Ueberham

**A**nders als man vermuten würde, bedeutet der Begriff Echtzeit nicht zwingend, dass beobachtete Pro-

zesse zeitlich simultan zur Verfügung stehen. Vielmehr geht es darum, dass der Ablauf der Datenverarbeitung ständig

betriebsbereit und in der Lage ist, Ergebnisse und Informationen in einer vorgegebenen Zeitspanne ohne wesentliche

Verzögerung bereitzustellen. Dabei ist die Zeitspanne der Aktualisierung der Daten, um noch als Echtzeit definiert zu werden, unterschiedlich. Informationen von Wetter-satelliten werden zum Beispiel auch nach Stunden noch als „real-time“ bezeichnet, wohingegen die Ankunftszeit der nächsten Straßenbahn in der Smartphone-App meist nicht älter als eine Minute ist. In jedem Fall bieten die Daten aus komplex vernetzten Sensoren ein regelmäßiges, aktuelles Abbild der jeweiligen Prozesse oder Umwelten, in denen sie eingesetzt werden. Da fast alle denkbaren Einsatzbereiche eine zeitliche und räumliche Komponente haben, spielen georeferenzierte Echtzeit-daten und deren Verarbeitung mit GI-Technologien und Software eine zentrale Rolle.

### Grüne Welle: der optimierte Verkehrsfluss

Nie mehr an der roten Ampel warten – das ist ein Ziel der Verkehrstelematik, ein aktueller, anwendungsbezogener Forschungsbereich, in dem Echtzeitsensorik eingesetzt wird, um den Verkehrsfluss aller Verkehrsteilnehmer zu optimieren. Komplexe stationär verbaute Sensornetze an Kreuzungen und entlang von Straßen interagieren dabei mit Echtzeitdaten aus mobilen GPS-gestützten Bewegungsdaten von Kraftfahrzeugen und Radfahrern. Ermöglicht wird dies auch durch den Datenaustausch zwischen den Sensoren der Fahrzeuge. Ein Beispiel dafür ist eine Kooperation zwischen Autoherstellern in der sogenannten Open-Location-Plattform [1]. Ziel ist es, den Verkehrsfluss zu verbessern, indem sich Fahrzeuge über Baustellen, Verkehrsbehinderungen oder Parkplatzsituationen austauschen. Dabei bieten die bis zur Fahrspur genauen Informationen neue Detailsteuerungsmöglichkeiten. Pilotprojekte zeigen, dass vieles bereits technisch möglich ist, jedoch ist der finanzielle und technische Aufwand noch so groß, dass der Großteil an Straßen und Verkehrsobjekten noch nicht damit ausgestattet werden kann.

### Der Deich wird weich: smartes Umweltmonitoring

Monitoring und Erkundungstechnologien sind ein wichtiger Bestandteil der Umweltforschung, um Prozesse in natürlichen, aber auch anthropogenen Systemen zu

beobachten. Entsprechend etabliert ist die Anwendung von Sensorik zur räumlichen und zeitlichen Erfassung langfristiger Prozesse. Jedoch spielen auch Echtzeitdaten eine immer wichtigere Rolle, um auch auf kurzfristige Prozesse reagieren zu können. Mobile Bodenfeuchtesensoren können zum Beispiel im Hochwasserfall an neuralgischen Deichabschnitten positioniert werden und liefern aktuelle Daten über den Deichzustand [2]. Die Sensoren sind dabei über einen Knotenpunkt verknüpft, der die Messwerte kabellos an einen zentralen Server sendet, wo die Daten gleich verarbeitet und visualisiert werden können. Kommunen und Katastrophenschutz können von diesen Informationen profitieren, indem sie zum Beispiel Evakuierungen rechtzeitig einleiten können.

### Sensoren in Bürgerhand: Smartphone-Anwendungen

Die Nutzung von Echtzeitdaten aus Sensoren ist schon lange nicht mehr nur ein Thema in Forschung und Wirtschaft. Jeder von uns trägt ein Smartphone bei sich, in dem zahlreiche Sensoren Daten in Echtzeit erfassen können. Das merken Sie bereits, wenn Sie eine neue Anwendung installieren. Dann müssen Sie oft dem Gerät erst einmal erlauben, dass es auf Ihren Standort, Ihr Mikrofon oder Ihre Kamera zugreifen darf. Welche Daten wann und wie oft erfasst, gespeichert und an die Firmen der Anwendung gesendet werden, ist den meisten Nutzern wahrscheinlich nicht bewusst und entsprechend oft Gegenstand in Diskussionen über Datenschutzfragen. Bewusst eingesetzt und transparent erklärt, gibt es aber viele sinnvolle Anwendungen, die Sensorik im Smartphone nutzen. Beim „Geocaching“ können Kinder zum Beispiel spielerisch ihre Umwelt erkunden und standortbasiert nach versteckten „Schatzkisten“ suchen oder interessierte Bürger können in ihrer Wohnumgebung die Luftqualität mit der Handykamera bestimmen [3]. Den denkbaren Einsatzbereichen sind fast keine Grenzen gesetzt.

### Regenschirm einpacken oder nicht?

Ein Klick auf die Wetter-App und schon sehen wir auf einer Karte die aktuelle und prognostizierte Zugbahn der Regenwolken in unserer Nähe. So einfach und praktisch diese Anwendung ist, umso komplexer sind die Datenprozesse, die dahinterstecken.

Ein Radar am Boden sendet elektromagnetische Signale aus, die von Niederschlagstropfen reflektiert werden. Anhand der Intensität und Zeitverzögerung lassen sich Rückschlüsse auf Intensität und Entfernung des Niederschlags ziehen. Ein Radarbild kann etwa alle 2,5 Minuten aktualisiert werden und liefert damit Daten in Echtzeit. Mithilfe von Windrichtung und Geschwindigkeit werden dann Prognosen von bis zu drei Stunden erstellt. Durch eine direkte Web-GIS-Verarbeitung stehen die Daten dann als 15-Minuten-Intervall in der Smartphone-App zur Verfügung. Einige Anwendungen nutzen zudem die GPS-Position des Smartphone-Nutzers und warnen automatisch vor Regen, Sturm oder Gewitter [4].

### Also alles unter Kontrolle?

Die Daten von Sensorik in Echtzeit sind bereits bis in unseren Alltag vorgedrungen und bieten zahlreiche Vorteile. Voraussetzung ist jedoch immer eine schnelle Verbindung zur Datenübertragung, die jedoch zum Beispiel für Smartphone-Nutzer in einigen ländlichen Regionen noch nicht selbstverständlich ist. In Wirtschaftsprozessen und der Forschung ist die Übertragungstechnologie zwar bereits sehr ausgereift, allerdings liegt hier die Herausforderung in der Verarbeitung verschiedener Datenarten. Unterschiedliche Sensoren nutzen zudem teilweise räumlich und zeitlich verschiedene Auflösungen, die dann entsprechend harmonisiert werden müssen. Interdisziplinäre Ansätze und Pilotprojekte sind dafür notwendig, wie unsere Gastbeiträge auf den folgenden Seiten veranschaulichen.

### Quellen:

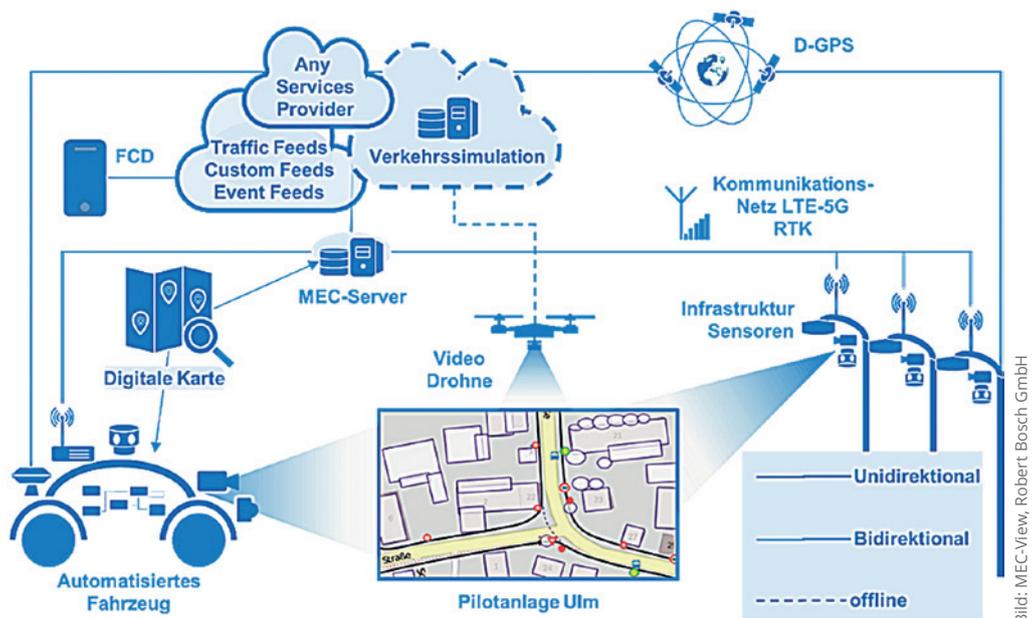
- [1] [www.zdnet.de/88279676/here-ermoeglicht-audi-bmw-und-daimler-ab-2017-datenaustausch](http://www.zdnet.de/88279676/here-ermoeglicht-audi-bmw-und-daimler-ab-2017-datenaustausch)
- [2] [www.deutschlandfunkkultur.de/fruehwarnsystem-gegen-deichbruch.1162.de.html?dram:article\\_id=257722](http://www.deutschlandfunkkultur.de/fruehwarnsystem-gegen-deichbruch.1162.de.html?dram:article_id=257722)
- [3] [www.bund.net/mobilitaet/schadstoffe/hackair](http://www.bund.net/mobilitaet/schadstoffe/hackair)
- [4] [www.connect.de/ratgeber/unwetterwarnung-regenradar-hagelsturm-warnung-smartphone-apps-1531395.html](http://www.connect.de/ratgeber/unwetterwarnung-regenradar-hagelsturm-warnung-smartphone-apps-1531395.html)

# Intelligente Infrastruktursensoren für automatisiertes Fahren

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekt MEC-View (Mobile Edge Computing basierte Objekterkennung für hoch- und vollautomatisiertes Fahren) werden urbane Verkehrsszenarien für das hochautomatisierte Fahren erschlossen. Automatisierte Fahrzeuge sind mit verschiedenen Sensorsystemen, wie Kameras und Radarsensoren, ausgestattet, die eine 360-Grad-Rundumsicht ermöglichen. Ob aber hinter einem Lastwagen an der Straßenkreuzung ein Fahrradfahrer steht oder ein Fußgänger gleich um die Hausecke kommt, kann das Fahrzeug nicht erkennen. Kommunen werden künftig Straßenleuchten und verkehrsrelevante Stellen mit Videokameras und anderen Sensoren ausstatten. Deren Daten will das Projekt MEC-View für das hochautomatisierte Fahren im urbanen Raum nutzbar machen.

**M**EC-View entwickelt dazu Software und Hardware, welche die Bilder und Signale aus den Leuchten aufbereiten, mit hochaufgelösten digitalen Karten kombinieren und per Mobilfunk an das Fahrzeug übertragen. Dort werden diese Daten mit den Sensorinformationen des Fahrzeugs zusammengeführt, sodass wir ein sehr genaues Bild der Situation mit allen relevanten Verkehrsteilnehmern erhalten. Fahrzeuge können auf diese Weise auch anspruchsvolle Situationen meistern, zum Beispiel selbstständig auf eine Vorfahrtstraße einbiegen – das steigert die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer.

Weil die Positionierung der Verkehrsteilnehmer in der Stadt sehr genau sein muss, müssen die Sensordaten nahezu in Echtzeit aufbereitet und übertragen werden. Das Forschungsteam nutzt dafür ein prototypisches, besonders schnelles LTE/5G-Mobilfunknetz und spezielle Computer, im Fachjargon „Mobile Edge Computing (MEC) Server“ genannt. MEC-Server erzeugen aus den Daten der Videokameras und Sensoren sowie den hochgenauen digitalen Karten von einem Cloud-Server blitzschnell ein lokales Umfeldmodell und stellen es Fahrzeugen mittels Mobilfunk zur Verfügung. Zur genaueren Eigenlokalisierung der automatisierten Fahrzeuge mittels GPS werden



Systemarchitektur in MEC-View

zudem Real-Time-Kinematic-(RTK)-Daten über das Mobilfunknetz versendet. Damit können Positionierungsgenauigkeiten im Zentimeterbereich erreicht werden.

MEC-View untersucht den Nutzen von Umfeld-Sensoren in der Infrastruktur, die Objektdaten für eine Erweiterung des Erfassungsbereichs fahrzeugseitiger Sensorik zur Verfügung stellen. Dazu werden neben den Video- und Lidar-Sensoren von Osram an Straßenlaternen eine hochauflösende digitale Karte von TomTom sowie ein leistungsfähiges Mobilfunknetz und ein MEC-Server von Nokia eingesetzt. Referenzdaten zur Evaluierung werden von einem zweiten, unabhängigen System der

Universität Ulm verarbeitet. Die automatisierten Fahrzeuge werden von Bosch und der Universität Ulm gestellt.

Das Konzept wird an einer Pilotanlage in der Stadt Ulm prototypisch implementiert, um das automatisierte Auffahren auf eine vorfahrtberechtigte Straße im städtischen Verkehr zu erproben. Der MEC-View-Ansatz sorgt letztendlich für effizienteren Verkehr und liefert so auch einen Beitrag zur Reduktion der verkehrsbedingten Emissionslast.

Dem Projektkonsortium gehören an: Robert Bosch, Stuttgart (Konsortialführung); Robert Bosch Car Multimedia, Hil-desheim; Daimler, Stuttgart; IT-Designers,

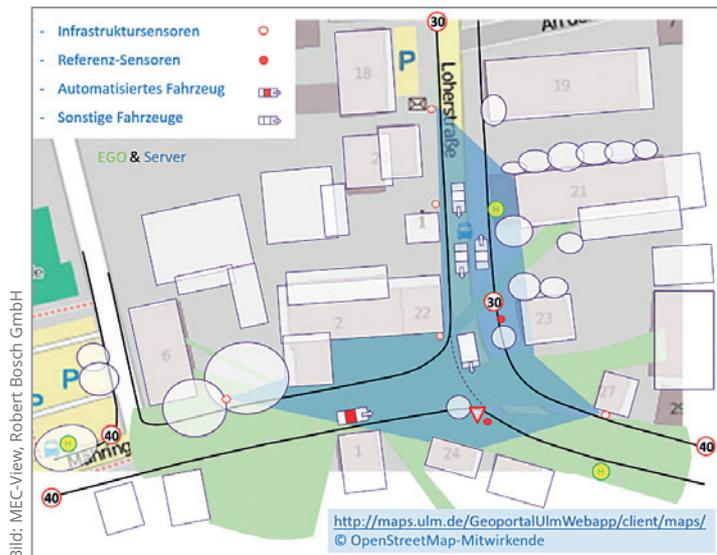


Bild: MEC-View, Robert Bosch GmbH

Pilotanlage von MEC-View in Ulm-Lehr

Esslingen; Nokia Solutions and Networks, Ulm; Osram, München; TomTom Development Germany, Leipzig; Universität Duisburg-Essen, Institut Physik von Transport und Verkehr; Universität Ulm, Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik (Koordination Pilotanlage); Stadt Ulm (assoziierter Partner).

Weitere Informationen zum Projekt unter:

[www.mec-view.de](http://www.mec-view.de)

Autoren:

Dr.-Ing. Michael Buchholz

Universität Ulm

E: michael.buchholz@uni-ulm.de

Dr. Rüdiger Walter Henn

Robert Bosch GmbH, Leonberg

E: ruediger.henn@de.bosch.com

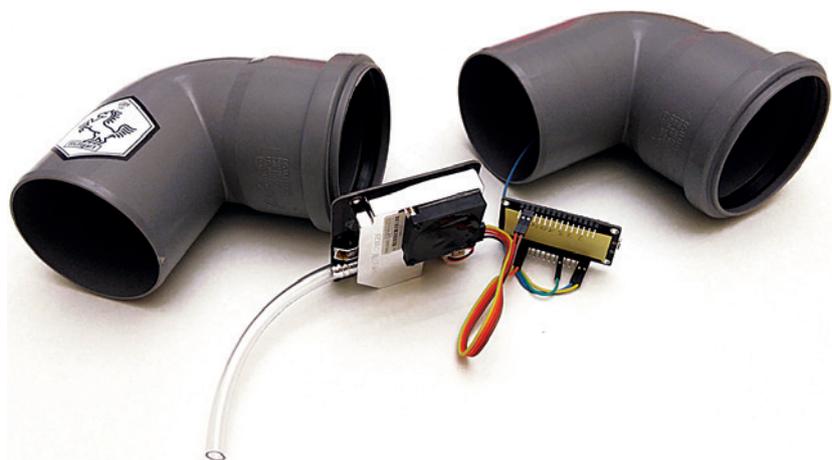
## Luftdaten.info – Feinstaubdaten in Echtzeit für die Öffentlichkeit

Seit Februar 2014 engagieren sich zahlreiche Menschen aus 25 Städten deutschlandweit in der Initiative „Code for Germany“. Unter diesem Titel hat die Open Knowledge Foundation das Projekt der „Open Knowledge Labs – OK Labs“ initiiert. Softwareentwickler, Designer, Journalisten oder einfach nur an offenen Daten interessierte Menschen treffen sich regelmäßig, um gemeinsam an nützlichen Anwendungen und Visualisierungen rund um offene Daten und digitale Werkzeuge für Bürgerinnen und Bürger zu arbeiten.

**E**in Thema, das seit Jahren die Kommunalpolitik in Stuttgart dominiert, ist der Feinstaub. So wurden auch Jan Lutz und David Lackovic, Mitglieder des OK Labs Stuttgart, darauf aufmerksam. Und was verblüfft: trotz der prekären Lage gibt es in ganz Stuttgart nur wenige Messstationen von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (kurz LUBW) und dem Amt für Umweltschutz. Doch bei näherer Betrachtung wird offensichtlich, die offiziellen Messstationen sind wartungsintensiv und teuer. Mehr als 80 000 Autos passieren täglich eine der bekanntesten Messstationen am Neckartor. Und ist diese Stelle wirklich so belastet und sind es andere Orte in der Region nicht auch? Warum also nicht smarte und günstige Sensoren verwenden?

Um ein besseres Bild der Belastung über das gesamte Stadtgebiet zu erhalten, brauchte es aber deutlich mehr Daten und

damit mehr Messpunkte. Die Lösung: selbst gebaute Messgeräte, die ihre Messdaten in Echtzeit an eine zentrale Daten-



Feinstaubsensor zum Selberbauen

Bild: Jan Lutz, OK Lab Stuttgart

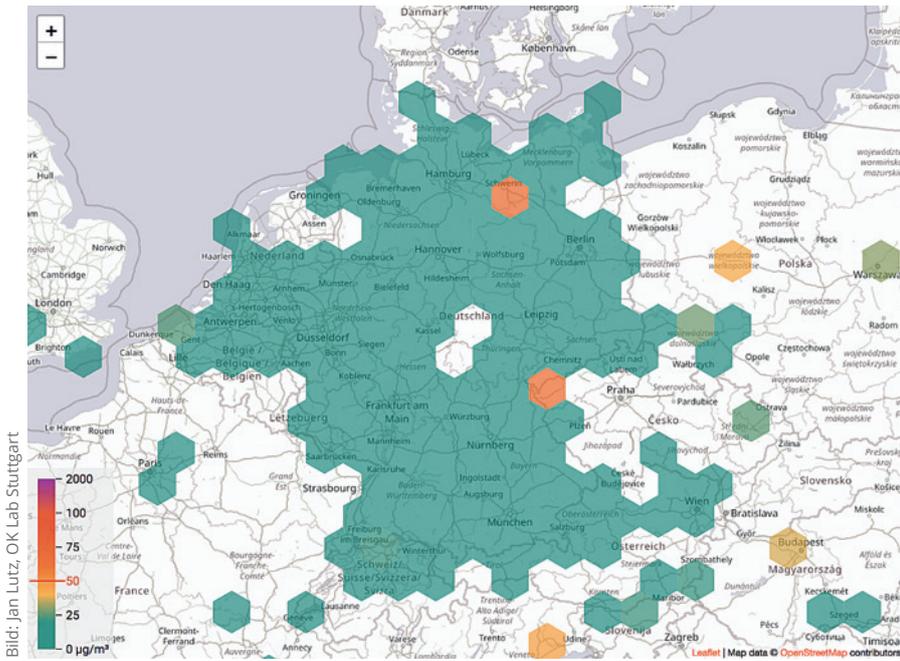


Bild: Jan Lutz, OK Lab Stuttgart

Visualisierung der Feinstaubmesswerte

bank schicken und der Öffentlichkeit auf einer Karte zur Verfügung stehen.

Für die Geräte gab es somit zwei Vorgaben: einen einfachen Aufbau und einen relativ günstigen Preis. Nur so konnten später Paten gefunden werden, die die Geräte selbst bauen und an ihrem Haus montieren. Während der Entwicklung des Geräts wurde dann auch noch ein Sensor verfügbar, der direkt PM10 und PM2.5 misst und aktuell etwa 16 Euro kostet.

Durch die Zusammenarbeit mit der Stuttgarter Zeitung, dem SWR, dem Real-labor für nachhaltige Mobilitätskultur und diversen Bürgerinitiativen konnten in kurzer Zeit genug Unterstützer gefunden werden, um 300 Sensoren im Stuttgarter Stadtgebiet zu verteilen. Schnell schlossen sich weitere OK Labs und Gruppen in ganz Deutschland an. Und auch in anderen Ländern bildeten sich Gruppen, um gemeinsam den Sensor zu bauen. Dadurch

konnten bis heute über 3000 Sensoren gebaut werden, die weltweit messen. Das Hauptziel, das Thema Feinstaub verständlicher zu machen, bringt Jan Lutz auf den Punkt: „An das hässliche Thema Feinstaub traut sich seit Jahren niemand ran. Wir haben es einfach herumgedreht und festgestellt, es gibt auch schöne Seiten wie Datenvisualisierung, Open Data und Citizen Science.“

Ein Web-GIS [1] zeigt die aktuellen Daten. Mit den georeferenzierten Sensoren ist es nun möglich, die Feinstaubbelastung in der Fläche und auch über die Zeit darzustellen.

Weitere Informationen unter: [www.luftdaten.info](http://www.luftdaten.info)

Quelle: [1] <http://deutschland.maps.luftdaten.info>

**Autoren:**

**Rajko Zschiegner**  
Informatiker, Stuttgart  
E: [rajko@codefor.de](mailto:rajko@codefor.de)

**Jan Lutz**  
Büro für Gestalten, Stuttgart  
E: [info@buero-fuer-gestalten.de](mailto:info@buero-fuer-gestalten.de)

**Max Brauer**  
Informatiker, Leipzig  
E: [max@max-brauer.de](mailto:max@max-brauer.de)

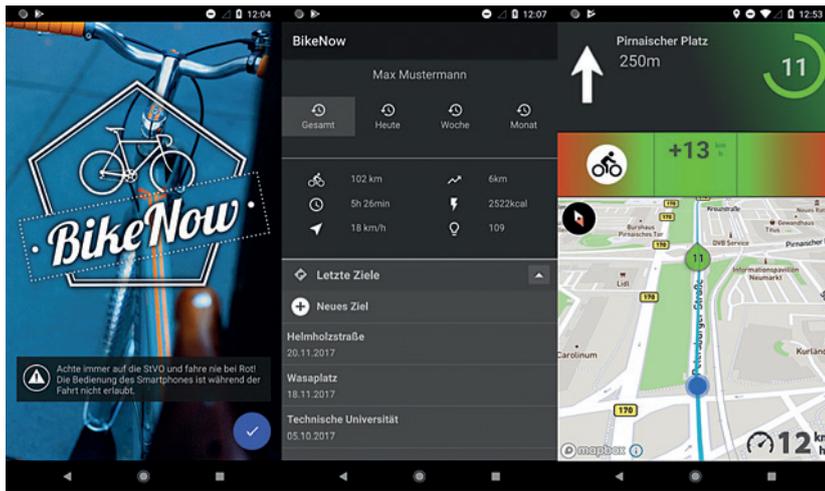
# BikeNow – Der Grüne-Welle-Assistent für Radfahrer

BikeNow ist ein Gemeinschaftsprojekt der Professuren Verkehrsleitsysteme und -prozess-automatisierung (Fakultät Verkehrswissenschaften) und Rechnernetze (Fakultät Informatik) an der TU Dresden. Hinter dem Projektnamen verbirgt sich ein Echtzeitinformationssystem, das Radfahrern über eine App Geschwindigkeitsempfehlungen anzeigt. Bei Einhalten der empfohlenen Geschwindigkeit wird der nächste mit einer Ampel gesteuerte Knotenpunkt so erreicht, dass die entsprechenden Signalgeber grün zeigen und ein Warten an einer roten Ampel in den meisten Fällen entfällt.

Die Berechnung der empfohlenen Geschwindigkeit nutzt folgende Daten:

- Die aktuelle Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung: Diese Daten wer-

den mit Hilfe der im Smartphone vorhandenen GPS-Sensoren ermittelt.



Bildschirmanschnitte der BikeNow-Anwendung für Android-Smartphones

- Die Fahrtroute und die Position der nächsten auf dieser Route liegenden Ampel: Die Route ist in der ersten Version fest vorgegeben soll künftig aber zu Beginn der Fahrt berechnet werden. Die Positionen der Ampeln liegen dem System über eine Datenbank vor.
- Die zukünftigen Schaltzeiten der nächsten Ampel: Das Verkehrsmanagementsystem Vamos der Landeshauptstadt Dresden verfügt über eine Vielzahl verschiedener Detektoren. Auch die Schaltzustände von Ampeln sind dem System in Abhängigkeit vom Typ der Anlage in Echtzeit oder als Prognose bekannt.

Während der Fahrt werden GPS-Daten ermittelt und anonymisiert an den Verarbeitungsserver übertragen, wo sie als Floating-Bike-Data für vielfältige Analysen der aktuellen Lage des Radverkehrs zur Verfügung stehen und Informationen liefern, die sonst nur schwer zu erheben sind. Neben Geschwindigkeitsprofilen lassen sich zum Beispiel auch die tatsächlich von Radfahrern benutzten Wege ermitteln. Die Evaluation und Planung der Radverkehrsinfrastruktur kann mit den gewonnenen Daten ebenfalls erleichtert werden. Letztendlich soll der Radverkehr durch verbesserte Information für Radfahrer und durch eine mit den gewonnenen Informa-

tionen optimierte Infrastruktur gestärkt und attraktiver gestaltet werden.

Aktuell ist ein voll funktionstüchtiger Prototyp im Einsatz, der auf einer Teststrecke zwischen Albertplatz und Nürnberger Platz in Dresden evaluiert wird. Dabei steht die Optimierung der Prognosealgorithmen, der Datenübertragung und der Nutzerschnittstelle im Vordergrund. Eine Version mit freier Navigation und Integration aller an das Dresdner Verkehrsmanagementsystem angeschlossenen Ampelanlagen ist in Entwicklung und soll in diesen Sommer zum Download bereitstehen.

Weitere Informationen unter:

[www.pub.zih.tu-dresden.de/~bikenow](http://www.pub.zih.tu-dresden.de/~bikenow)

.....  
**Autoren:**

**Dr. Thomas Springer**

TU Dresden

E: [thomas.springer@tu-dresden.de](mailto:thomas.springer@tu-dresden.de)

**Dipl.-Ing. Dipl.-SwT. Sven Fröhlich**

TU Dresden

E: [sven.froehlich@tu-dresden.de](mailto:sven.froehlich@tu-dresden.de)

**Dipl.-Ing. Sebastian Pape**

TU Dresden

E: [sebastian.pape@tu-dresden.de](mailto:sebastian.pape@tu-dresden.de)

## Interview: Georeferenzierte Sensordaten in naher Echtzeit

Ass.-Prof. Dr. Bernd Resch von der Universität Salzburg und Dr. Peter Zeile vom Karlsruher Institut für Technologie beschäftigen sich im interdisziplinären DFG-FWF-Projekt „Urban Emotions“ mit der Echtzeit-Humansensorik in der räumlichen Planung (siehe *gis.Business* 2/2017, S. 49) und der Erfassung von kontextuellen Emotionsinformationen.

**H**err Dr. Resch, Herr Dr. Zeile, wo liegen aus Ihrer Sicht in den nächsten Jahren die Entwicklungsschwerpunkte im Bereich georeferenzierter Echtzeitsensorik?

Der Trend, Daten vor Ort in Echtzeit zu erheben und auch auszuwerten, wird alle Lebensbereiche erfassen. Die derzeit vielversprechendsten Bereiche sind Mobilität, der Gesundheitsbereich (inklusive „Self-

tracking“ in der „Quantified Self“-Bewegung) bis hin zu Speziallösungen der Umwelt-Sensorik bei Immissionsbelastungen. In den meisten skizzierten Anwendungsbereichen wird tendenziell eher von „echt-

zeitnahen“ Sensorsystemen (und nicht „Echtzeitsystemen“) gesprochen.

Im Bereich der technischen Entwicklungen werden wir das Aufkommen einer großen Zahl an elektronisch und medizinisch zertifizierten Sensoren erleben. Der Markt wächst seit ca. zwei bis drei Jahren enorm schnell, was zu einer Reihe von unzureichend funktionierenden Produkten geführt hat, die keine validen Daten liefern. Insofern wird in den nächsten Jahren auch eine Marktbereinigung stattfinden, hin zu verlässlichen Sensoren, die aber möglicherweise nicht im Billigsegment zu finden sein werden.

### Welche Anforderungen sollten Echtzeitdaten aus Sensoren hinsichtlich Verarbeitung und Visualisierung im GIS-Kontext erfüllen?

Wie bei allen Sensordaten haben wir es auch im Bereich der Humansensorik mit sehr großen Datenmengen zu tun, die richtig organisiert, gefiltert und dementsprechend anschaulich auch für die Adressaten wie Bürger und Entscheidungsträger visualisiert werden müssen. Dabei orientieren wir uns an Technologien sowohl des Interaktionsdesigns und der Visual Analytics als auch an Kommunikationsmethoden des Datenjournalismus. Im Endeffekt besteht die Herausforderung darin, die aus Sensordaten generierte Information zielgruppengerecht zu abstrahieren, die Informationsdichte zu reduzieren und die Visualisierung auf den jeweiligen Kommunikationszweck zu optimieren.

### Wie können Daten aus Echtzeitsensoren konkret zur Entscheidungsunterstützung im urbanen Kontext beitragen?

Allgemein sind Echtzeitsensoren Bestandteil von Raumbeobachtungs- und Monitoringsystemen, die einen bestimmten Umweltfaktor als Untersuchungsgegenstand haben. Neben der Aufnahme von zum Beispiel Schadstoffbelastungen, Verkehrsströmen oder der Konzentration von Radfahrern ist es immer notwendig, dass die Daten auch in Echtzeit als Entscheidungshilfe analysiert werden. Ziel ist zudem, dass Sensoren Partizipationsprozesse unterstützen, indem sie unabhängige, verlässliche und relevante Informationen liefern, die ein Abwägungsprozess benötigt.

Dafür gibt es heute schon Anwendungsbeispiele aus dem Verkehrsbereich, wie



Bild: Universität Salzburg

Dr. Bernd Resch ist Assistenzprofessor am Fachbereich Geoinformatik – Z-GIS der Universität Salzburg und Mitgründer der Spatial Services GmbH

personalisierte Echtzeitnavigation, kontextabhängiges Routing (zum Beispiel die aktuell am wenigsten verschmutzte Radroute zur Arbeit) oder dynamische Umleitungen, basierend auf Echtzeitmessungen verschiedenster Umwelt- und Verkehrsparameter.

### Tragbare Sensoren gewinnen unter dem Begriff Humansensorik immer stärker an Relevanz. Welche Bedeutung haben mobile Echtzeitmessungen aus Ihrer Sicht im Zusammenspiel mit stationären Sensoren?

Humansensorik ist im Grunde nichts Neues: Menschen analysieren schon immer den sie umgebenden Raum und reagieren bewusst oder unbewusst darauf. Neu ist aber, dass es nun technisch möglich ist, diese Aspekte mit Sensoren zu messen.



Bild: KIT | STQP

Dr. Peter Zeile ist Senior Researcher im Fachgebiet Stadtquartiersplanung des Karlsruher Instituts für Technologie

Mobile Sensoren bieten dabei zwei entscheidende Vorteile: Erstens können verschiedenste Messgrößen wie physiologische Parameter oder Luftqualitätsindikatoren unabhängig von einer stationären Position gemessen werden, wodurch die Datenbestände verbessert werden und genauere Aussagen über größere geografische Untersuchungsgebiete möglich sind. Zweitens können stationäre Sensoren mit mobilen ergänzt werden, um Analyseergebnisse zu verbessern, indem Schätzungen über die Bereiche zwischen stationären Sensoren getroffen werden können. Allerdings gibt es eine Reihe von Einschränkungen von mobilen Sensoren, die vor allem die oft ungenügende Messgenauigkeit und die drastische Verfälschung von Messdaten bei nur leicht unsachgemäßer Anwendung betreffen. Darüber hinaus bieten menschliche mobile Sensoren die Möglichkeit, subjektive Empfindungen und Meinungen mithilfe von E-Diaries zu erfassen und mit physiologischen Parametern zu kombinieren. Diese Entwicklung ist vor allem auch für umfragegetriebene Wissenschaftszweige revolutionär und möglicherweise bahnbrechend.

### Was sind – basierend auf Ihren Projekterfahrungen – noch zentrale Herausforderungen in der Echtzeiterfassung mit Sensoren?

Eine ständige Herausforderung ist, wie man die Daten nach der Erfassung schnellstmöglich, also echtzeitnah, auswerten und mittels ansprechender Visualisierungen interpretieren kann.

Ein weiteres Problem besteht im technischen Bereich, nämlich der mangelnden Verfügbarkeit von hochwertigen tragbaren Sensoren, die hochgenau physiologische Parameter messen. Das betrifft vor allem günstige Geräte, die durch eine Menge von Störeinflüssen die Messung von Körperparametern erschweren.

Größtenteils unbeantwortet ist in diesem Zusammenhang die medizinische Eignung von verschiedensten Körperparametern für die mobile Messung von Stress und Emotionen. Hier liegt in Zukunft noch ein großes Forschungsfeld.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

.....  
Das Interview führte Maximilian Ueberham