



Flächennutzungsmonitoring XI Flächenmanagement – Bodenversiegelung – Stadtgrün

IÖR Schriften Band 77 · 2019

ISBN: 978-3-944101-77-4

SmartRain – Aufbau eines Bürgermessnetzes zur Bestimmung und Analyse lokaler Nieder- schlagsverteilungen

*Pierre Karrasch, Robert Krüger, Matthias Müller,
Jacob Mendt, Stefan Hennig*

Karrasch, P.; Krüger, R.; Müller, M.; Mendt, J.; Hennig, S. (2019): SmartRain – Aufbau eines Bürgermessnetzes zur Bestimmung und Analyse lokaler Niederschlagsverteilungen. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XI. Flächenmanagement – Bodenversiegelung – Stadtgrün. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 77, S. 323-330.

SmartRain – Aufbau eines Bürgermessnetzes zur Bestimmung und Analyse lokaler Niederschlagsverteilungen

Pierre Karrasch, Robert Krüger, Matthias Müller, Jacob Mendt, Stefan Hennig

Zusammenfassung

Das Projekt SmartRain (<https://smart-rain.de/>) widmet sich dem Aufbau eines bürgerschaftlichen Messnetzes zur Bestimmung von Niederschlagsverteilungen in der Landeshauptstadt Dresden. Es wird dargelegt, welchen Wert eine smarte Datenerhebung im Bereich der Umweltsensorik haben kann, aber auch, mit welchen Herausforderungen bei der organisatorischen Umsetzung eines solchen Projektes gerechnet werden muss.

1 Motivation und Anforderungen

Smart Cities nutzen digitale Technologien um mit wirtschaftlichen, sozialen und politischen Herausforderungen besser umzugehen. Viele Szenarien gehen davon aus, dass die Smart Cities der Zukunft flächendeckend mit Sensoren versehen sind, die vielfältigste Daten erfassen und über Cloud-Dienste bereitstellen (McLaren, Agyeman 2015; Hamblen 2015). Die Auswertung dieser Daten führt nach Einschätzung von Experten künftig zu besseren Einsichten und Entscheidungen sowie zu mehr Ressourceneffizienz in allen städtischen Aufgabenfeldern. Darüber hinaus pflegen Smart Cities enge Interaktionen mit ihren Bürgern, sodass beide Seiten beobachten können, was in der Stadt geschieht, wie sie sich verändert und weiterentwickelt.

Das Projekt SmartRain widmet sich dem Aufbau und der Erprobung eines verdichteten Messnetzes zur Bestimmung und Auswertung lokaler Niederschläge in der Landeshauptstadt Dresden. Das Projekt bewegt sich in den Themenfeldern Umweltmonitoring, Resilienz und Gesundheit, die im Kontext von Smart Cities häufig diskutiert werden. Lokale Niederschlagsereignisse haben in der Vergangenheit immer wieder große Schäden im öffentlichen und privaten Bereich verursacht.

Derzeit stehen in der Landeshauptstadt Dresden Niederschlagsschreiber unterschiedlicher öffentlicher Akteure (z. B. Stadtentwässerung, Stadtreinigung) und privater Betreiber zur Verfügung. Liegen im ersten Fall qualitativ hochwertige Daten vor, kann davon im zweiten Fall nicht immer ausgegangen werden. Häufig fehlen bei privat betriebenen Messstationen für meteorologische Parameter (Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit) Informationen über die Aufstellbedingungen und die Genauigkeit der verwendeten Messtechnik.

Aus diesen Notwendigkeiten lässt sich eine Reihe von Anforderungen an die verwendete Messtechnik ableiten. Bedingt durch das Ziel eines bürgerschaftlichen Netzwerks mit einer großen Anzahl an Stationen, sollten die Einzelkosten etwa im Bereich von 200 € liegen und eine Niederschlagsauflösung von 0,2 mm erreichen. Der Betrieb der Stationen sollte weitgehend autark erfolgen und keine externe Stromversorgung erforderlich machen (Akku, Solarzelle). Die Übertragung der minütlich aufgezeichneten Daten sollte ereignisabhängig, aber spätestens nach einer Stunde über GSM erfolgen.

Die in einer ersten Phase erfassten meteorologischen Parameter sind die Lufttemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie der Niederschlag. Das System sollte derart gestaltet sein, dass es bei Bedarf schnell durch weitere Sensoren ergänzt werden kann.

Die Einbindung der Dresdner Bevölkerung in das Projekt (Citizen Science) ermöglicht eine deutliche Verbesserung der Netzabdeckung im Stadtgebiet und sensibilisiert gleichzeitig für das Thema Stadtklima.

2 Projektorganisation und Ziele

Die Organisation eines im Wesentlichen durch die Bürgerschaft der Landeshauptstadt Dresden getragenen Messnetzes zur Erhebung meteorologischer Parameter erfordert ein abgestimmtes Vorgehen unterschiedlicher Akteure in der Wissenschaft und der Wirtschaft in Zusammenarbeit mit der Bürgerschaft. Abbildung 2 zeigt die strukturelle Organisation des Projektes SmartRain.

Die Projektleitung und Organisation erfolgt durch die Professur für Geoinformatik der TU Dresden. Diese organisiert die gesamte Citizen Science Kampagne (Kapitel 3), identifiziert lokale Akteure in der Landeshauptstadt Dresden, zu denen städtische Einrichtungen wie die Stadtentwässerung, die Versorgungsbetriebe oder die Stadtreinigung gehören. Darüber hinaus erfolgen auch die Ansprache der Bürger sowie die Messnetzplanung, die Kalibrierung der Geräte und der Aufbau des Messnetzes. Insbesondere die Kalibrierung der verwendeten Sensoren stellt einen wesentlichen Arbeitsschritt zur Sicherung der Datenqualität dar.



Abb. 1: SmartRain Messstation, Dresden Coschütz (Bild: Pierre Karrasch)

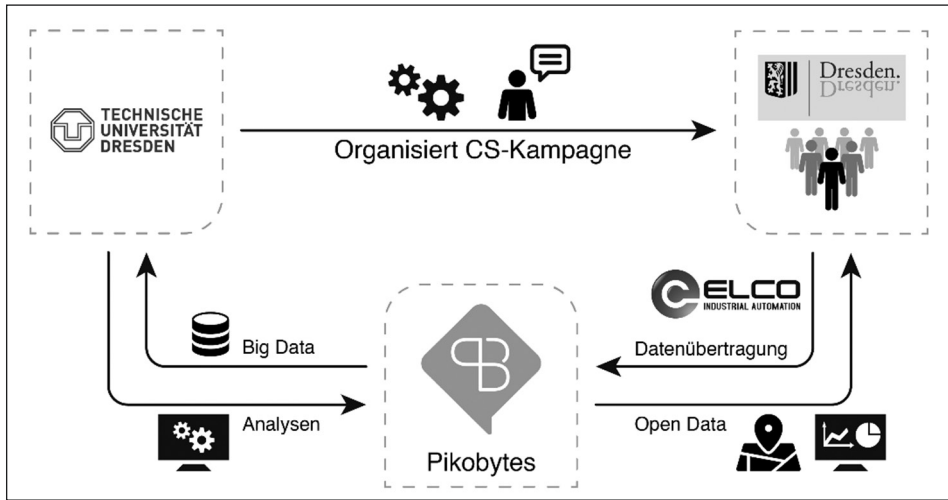





Abb. 2: Struktureller Aufbau des Projektes SmartRain (Quelle: eigene Darstellung)

Die Übermittlung der bei den Bürgern erhobenen Daten erfolgt über Hardware des Projektpartners ELCO Industrie Automation GmbH an den Projektpartner Pikobytes GmbH in Echtzeit und mit voller Historie. Die Bereitstellung und Darstellung der Daten erfolgt im OpenSensorWeb (Kapitel 4). Hier stehen sie den Projektpartner aber auch weiteren Akteuren in Wissenschaft, Wirtschaft und der interessierten Öffentlichkeit als Open Data zur Verfügung.

Tabelle 1 zeigt anschaulich das Zusammenspiel zwischen Aufgaben und Zielen der beteiligten Projektpartner.

Tab. 1: Zusammenfassung der Aufgaben im Projekt SmartRain (Quelle: eigene Darstellung)

	 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN	 PIKOBAYTES <small>DATA-DRIVEN SOFTWARE AND CONSULTING</small>	 ELCO <small>INDUSTRIAL AUTOMATION</small>
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau Bürgermessnetz • Datenauswertung • Konzeption der Stationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau Datenplattform • Kontextdaten (DWD, LfJULG) • Konzeption der Stationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hardwarefertigung • Firmware • Datenübertragung
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Datengewinnung • Wissenschaftliche Fragestellungen • Erprobung v. Bürgermessnetzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erprobung von SensorHub • Showcase Umweltsensork 	<ul style="list-style-type: none"> • Erprobung IoT-Hub • Übertragungstechnologien
Skalierung			

Die Umsetzung des Projektes in die Praxis erfolgt im Wesentlichen über zwei der vorgestellten Komponenten. Zum einen handelt es sich dabei um die durchgeführte Citizen Science Kampagne (Kapitel 3), zum anderen um das Datenportal *OpenSensorWeb.de*, das neben dem Projektblog das wichtigste Werkzeug der Kommunikation des Projektfortschrittes und der erhobenen Daten dargestellt (Kapitel 4).

3 Citizen Science Kampagne

Bürgerwissenschaftliche Tätigkeit (Citizen Science) kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden. So unterscheidet man Kooperationen, Kollaborationen, Ko-Produktionen und Co-Design Prozesse (Pettibone et al. 2016). Die Idee der Unterstützung der Wissenschaft durch Bereitstellung von Standorten und dem verantwortlichen Messen der genannten meteorologischen Parameter ist den Bereichen Kollaboration und Ko-Produktion zuzuordnen. Allen Formen der Citizen Science gemein ist jedoch, dass die Bürger auf ein wissenschaftliches Anliegen aufmerksam gemacht werden müssen und es ein gewisses Maß an Motivation erfordert, sich an diesen zu beteiligen. Neben ohnehin an meteorologischen Themen interessierten Bürgern, sind es vor allem auch solche, die in gewisser Weise Betroffene sind. Es zeigte sich, dass von den mehr als 100 vorliegenden Angeboten, Sensorstationen in Obhut zu nehmen, etwa jedes vierte aus dem Umfeld der Kleingartenvereine stammt. Jedes zweite Angebot kommt von Bürgern mit Privatgrundstücken. Die Kommunikation mit beiden Gruppen zeigt, dass ein wesentlicher Anteil dieser, die zunehmende Trockenheit und die damit einhergehende Notwendigkeit der Bewässerung der eigenen Gärten, als Motivation benennt, einen Beitrag für das Projekt SmartRain zu leisten. In diesem Sinne sind sie Betroffene der jeweils aktuellen Wetterbedingungen. Darüber hinaus zeigt sich auch das große Interesse öffentlicher Einrichtungen (ca. 25 %) an den Daten, durch die Bereitschaft ebenfalls Standorte zur Verfügung zu stellen. Neben den bereits genannten Akteuren auf der kommunalen Ebene gehören dazu auch Landesbehörden (z. B. LfULG Sachsen).

Die Fragestellung, wo gemessen werden könnte (Standortangebot), behandelt aber nur einen Aspekt der Standortwahl. Ein weiterer Aspekt, der eng mit der zu erwartenden Datenqualität zusammenhängt, ist jener der an den angebotenen Aufstellorten anzutreffenden Standortbedingungen. Das betrifft insbesondere die Abschattung der Niederschlagsmesser. Hierbei sollte ein Mindestabstand der doppelten Objekthöhe (z. B. Gebäudehöhe, Baumhöhe) eingehalten werden (WMO 2017). Abbildung 3 zeigt Ausschnitte der Analyse digitaler Oberflächenmodelle und die Bewertung der Flächen entsprechend der genannten Mindestanforderungen. In eher ländlich geprägten Teilen der Landeshauptstadt Dresden (Abb. 3, rechts) sind potentielle Aufstellorte vielfach und flächendeckend zu finden (grün). In Bereichen dichter Bebauung (Abb. 3, links) stellt sich die Lage durchaus schwieriger dar. Aber auch hier finden sich vereinzelt Bereiche, in denen eine Aufstellung möglich wäre. Es zeigt sich, dass auch in solchen innerstädtischen Lagen dem Projekt SmartRain Flächen als Aufstellstandorte zur Verfügung gestellt wurden (Abb. 3, schwarze Kreise).

Die Initialisierung der Citizen Science Kampagne erfolgte durch die Einbindung lokaler Medien in den Prozess der Projektkommunikation. Zwar sind Projektwebseiten obligatorisch und für den interessierten Bürger informativ, die Kenntnis über die

Informationswege gelingt aber nur durch die Einbindung der Medien. Im Falle von SmartRain handelte es sich dabei in erster Linie um Berichte im Radio sowie einer ganzen Reihe von Printmedien.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass bürgerwissenschaftliche Projekte so aufgebaut sein sollten, dass die teilnehmenden Bürger nicht nur über Forschungsergebnisse informiert werden, vielmehr sollten sie die Möglichkeit haben, am gesamten Forschungs- und Entwicklungsprozess teilzuhaben. Im Blog des SmartRain-Projektes (<https://smart-rain.de/blogs.html>) werden die Öffentlichkeit und die teilnehmenden Bürger regelmäßig über den Projektfortschritt und die aktuellen Tätigkeiten im Projekt informiert. Darüber hinaus ist es natürlich die Datenplattform OpenSensorWeb.de, die die Schnittstelle zum Bürger bilden soll, um ihm Zugang zu seinen und den Daten Anderer zu gewährleisten.



Abb. 3: Abschätzung der Standortqualität durch Analyse Digitaler Oberflächenmodelle und der Berechnung von Abschattungen durch Objekte wie Bäume oder Gebäude (Quelle: eigene Darstellung)

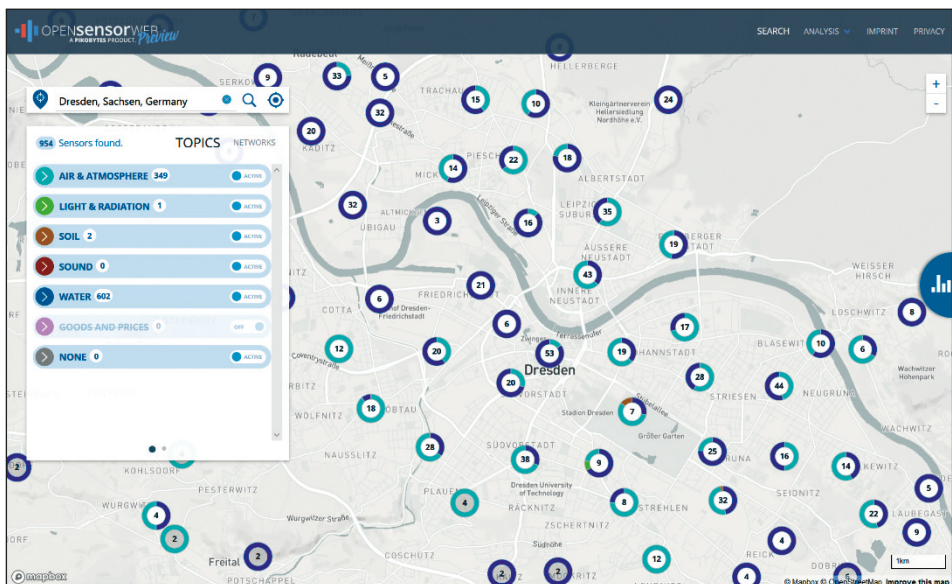


Abb. 4: OpenSensorWeb.de (Quelle: eigene Darstellung)

4 Datenbereitstellung – OpenSensorWeb.de

OpenSensorWeb gibt Bürgern und Datenanalysten leistungsfähige Werkzeuge zur Darstellung, Verwaltung und Bewertung von Umweltsensordaten an die Hand. Es handelt sich um eine Plattform zur Datenerfassung und -exploration, die die Umweltsensordaten aus verschiedensten öffentlichen und unternehmensbezogenen Quellen zusammenführt, harmonisiert und somit für Datenanalysen in Echtzeit verfügbar macht. Sie ist für den Umgang mit räumlich verorteten Zeitreihen konzipiert und bietet für diese Datenstruktur ein BigData-fähiges Speichermodell (Abb. 4). Mit verzögerungsarmen Visualisierungs- und Generalisierungswerkzeugen, insbesondere zur Aggregation der hochaufgelösten Rohdaten auf Stunden und Tage sind auch besonders umfangreiche Messreihen mit mehreren Millionen Datenpunkten in einem „heißen Archiv“ ständig zugreifbar und können in Echtzeit analysiert und mit aktuellen Messdaten fortgeschrieben werden (Abb. 5). Für den maschinellen Zugriff auf die Daten steht eine REST-API zur Verfügung.

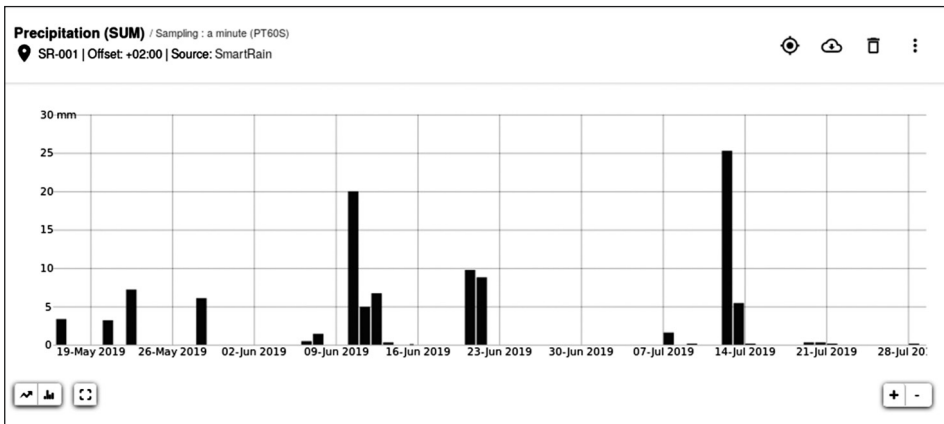


Abb. 5: Diagrammdarstellung der Niederschläge an der Sternwarte Gönnsdorf (Dresden) im OpenSensorWeb (Quelle: eigene Darstellung)

Die im Projekt SmartRain gewonnenen Daten werden in der Datenplattform mit weiteren externen Datenquellen, z. B. vom Deutschen Wetterdienst oder dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie (LfULG), angereichert und so in einen größeren Datenkontext eingebettet. Für den wissenschaftlichen Betrieb ist der Zugriff auf Kontextdaten insbesondere wichtig, um die Daten aus dem Bürgermessnetz zu überprüfen und in einen zeitlichen Kontext zu räumlich benachbarten Messreihen zu stellen.

5 Projektstatus und Ausblick

Das Amt für Wirtschaftsförderung der Landeshauptstadt Dresden fördert im Rahmen der Fachförderrichtlinie *Innovationsförderung* das Projekt SmartRain, auch als Teil der Smart-City-Initiative. Die Beteiligung der Stadtgesellschaft an diesen Transformationsprozessen ist ebenfalls ein Anliegen. SmartRain nutzt das große Interesse in der Bevölkerung an meteorologischen Informationen und bindet sie so in den Prozess des Projektes ein. Die zur Verfügung gestellte Sensorik misst bei den Bürgern und für die Bürger und soll in Zukunft, nach erfolgter Auswertung der Daten, auch einen Beitrag zum besseren Verständnis des lokalen Stadtklimas leisten. SmartRain soll einen Prozess initialisieren, der im besten Fall zu einem weiteren Ausbau des Sensornetzes der Landeshauptstadt Dresden führt. Das bezieht sich sowohl auf die Anzahl der Sensorstationen als auch die Art der datenerhebenden Sensoren. So sind in einer weiteren Ausbauphase Parameter wie die Bodenfeuchtigkeit oder die Luftschadstoffbelastung möglich. Darüber hinaus ist es natürlich auch ein Ziel des Projektes, die entwickelte Technik und den bürgerschaftlichen Ansatz in andere Regionen zu transferieren.

Die Nutzung der erhobenen Daten, aber auch die Sensorstationen selbst, können auch im Bereich der Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung eine Rolle spielen. Sie ermöglichen es Schülerinnen und Schülern, selbständig meteorologische Daten zu erheben und zum Gegenstand der durch curriculare Vorgaben gesetzten Themen, beispielsweise im Geographieunterricht, zu machen. Die Erweiterung des bürgerschaftlichen Ansatzes von SmartRain auf Bildungseinrichtungen wie Schulen ist vorgesehen, steht aber noch aus.

Der Mehrwert der smarten Datenerhebung wird wachsen, wenn gewährleistet werden kann, dass die Qualität der erhobenen Daten ein Niveau erreicht, um bestehende amtliche Messnetze sinnvoll zu erweitern. Dabei geht es ausdrücklich nicht um eine Ablösung dieser Netze, sondern um eine verdichtende Ergänzung.

Der Aufwand der Organisation solcher bürgerschaftlichen Netze ist dabei nicht zu unterschätzen. Es handelt sich nicht um ein sich selbst organisierendes System. Der Anspruch hoher Datenqualität verlangt eine professionelle Organisation und Koordinierung. Herausforderungen bestehen vor allem dann, wenn wissenschaftliche Prozesse, wie beispielsweise die Technologieentwicklung und der Wunsch der Bürger schnell auf Daten des Messnetzes zurückgreifen zu können, nicht synchron verlaufen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Einbindung lokaler Akteure und Bürger einer Stadt einen wesentlichen Beitrag zur smarten Umweltdatenerhebung leisten kann. SmartRain zeigt, dass das Interesse an Teilhabe ausgeprägt ist und in Zukunft stärker genutzt werden kann und sollte.

6 Literatur

- Hamblen, M. (2015): Just what IS a smart city?
<https://www.computerworld.com/article/2986403/just-what-is-a-smart-city.html>
(Zugriff: 30.08.2019).
- McLaren, D.; Agyeman, J. (2015): *Sharing Cities – A Case for Truly Smart and Sustainable Cities*. MIT Press.
- Pettibone, L.; Vohland, K.; Bonn, A.; Richter, A.; Bauhus, W.; Behrisch, B.; Borchering, R.; Brandt, M.; Bry, F.; Dörler, D.; Elbertse, I.; Glöckler, F.; Göbel, C.; Hecker, S.; Heigl, F.; Herdick, M.; Kiefer, S.; Kluttig, T.; Kühn, E.; Kühn, K.; Oswald, K.; Röller, O.; Schefels, C.; Schierenberg, A.; Scholz, W.; Schumann, A.; Sieber, A.; Smolarski, R.; Tochtermann, K.; Wende, W.; Ziegler, D. (2016): *Citizen Science für alle – eine Handreichung für Citizen Science Akteure. Bürger Schaffen Wissen (GEWISS)-Publikation*. Deutsches Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig; Berlin-Brandenburgisches Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB), Museum für Naturkunde (MfN) – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Berlin.
https://www.buergerschaffewissen.de/sites/default/files/grid/2017/11/20/gewiss_citscifueralle_handreichung_web_0.pdf (Zugriff: 30.08.2019).
- WMO – World Meteorological Organization (2017): *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, World Meteorological Organization (WMO).
<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>
(Zugriff: 30.08.2019).