

Sensor-Probes zur partizipativen Entwicklung für das Internet der Dinge

Andreas Bischof, Albrecht Kurze, Michael Storz, Sören Totzauer, Kevin Lefeuvre, Sebastian Jakob, Arne Berger

Nachwuchsforschergruppe „Miteinander“, Professur Medieninformatik, Technische Universität Chemnitz

Zusammenfassung

Wie können vernetzte Produkte für das „Smart Home“ unter Einbeziehung von Verwenderinnen und Verwendern gestaltet werden? Der Beitrag diskutiert diese Frage unter Rückgriff auf das Konzept „situierter Daten“, das in einer methodischen Kombination von Sensordaten und den sozialen Praktiken der Akteure und Akteurinnen besteht. Zur Umsetzung dieser Methodik wird ein dreiteiliges System aus vernetzten Sensoren, Cultural Probe-Studie und (Gruppen-) Diskussionsformat präsentiert.

1 Einleitung

Die zunehmende Entwicklung von Internet of Things-Produkten (IoT) führt die Mensch-Computer-Interaktion (HCI) in Anwendungsbereiche, die eine besondere Nähe zu den Nutzern aufweisen. Einer dieser Anwendungsbereiche ist der unmittelbare Bereich des Wohnens, der insbesondere durch „Smart Home“-Produkte vernetzt wird.

Eine Strategie für die erfolgreiche Entwicklung vernetzter Produkte für das Heim ist die aktive Einbeziehung von Verwenderinnen und Verwendern. Im Kontext von kommerziellen IoT-Produkten geschieht die i.d.R. eher im Hinblick auf Akzeptanz vorgefertigter Funktionalitäten. Dabei ist das Potential vernetzter Sensoren und Aktuatoren in Wohnungen, in denen Menschen leben, noch gar nicht grundlegend exploriert. Soziale Praktiken, Konstellationen, Bedürfnisse und kritische Aspekte wie Datensensibilität, die im Kontext der ‚eigenen vier Wände‘ eine herausgehobene Bedeutung besitzen, werden bislang zu selten methodisch-systematisch Bestandteil der Entwicklung und Erforschung von IoT im „Smart Home“.

Interessanterweise ist das „Participatory Sensing“, also die Erfassung und Dokumentation von Umweltbedingungen durch interessierte Bürger auf Basis kostengünstiger IoT-Technologien,

bislang nicht auf die Domäne des Wohnens ausgedehnt worden, und konzentriert sich stattdessen bspw. auf Luftverschmutzung oder Strahlenbelastung in Städten. Die Übertragung solcher „Citizen Science“-Toolkits auf das „Smart Home“ ist allerdings nicht ohne weiteres möglich. Denn es ist wenig darüber bekannt, wie Menschen Sensordaten, die ihren intimen Wohnbereich abbilden, verstehen, interpretieren und anwenden können und wollen. Wir haben diesen Befund als Ausgangspunkt zur Entwicklung unseres Konzepts „Sensing Home“ genommen, das wir im Folgenden in drei Schritten präsentieren. Zunächst gehen wir auf das Problem „situierter“ Daten im Wohnkontext ein, bevor wir das Konzept in seiner Gestalt als System und Methode vorstellen. Abschließend diskutieren wir methodische Implikationen für das sozio-technische Design im IoT.

2 Situierte Sensordaten im „Smart Home“

Durch das Internet der Dinge (IoT) werden immer mehr Endgeräte mit unterschiedlichen Arten von Sensoren ausgestattet. Das betrifft vor allem sogenannte „Smart Home“-Applikationen, die zum Beispiel vernetzte Sensor-Aktuator-Kopplungen benutzen, um Heizungs- oder Klimasysteme automatisch zu regulieren. Dabei werden zunehmend vergleichsweise kleine und günstige Baugruppen verwendet, um andere Objekte und Geräte, wie Kühlschränke oder Briefkästen, ‚smarter‘ zu machen. Energieeffiziente, vernetzte Sensoren mit einer Größe von etwa 2 cm³ für einen Preis von weniger als 10 Euro sind bereits in Entwicklung (Lemme 2017). Durch die Fortschritte der Mikrotechnik ist auch die Vision von nur wenigen Millimeter großen Sensoren, dem „Smart Dust“ (Kahn, et al. 1999), nicht mehr utopisch.

Obwohl sich Fragen nach Privatsphäre, Sicherheit, Vertrauen, Selbstbestimmung und Kontrolle im Design und der Nutzung ‚smarter‘ Geräte im Kontext von Wohnen in besonderer Weise stellen, sind bislang nur wenige Unternehmungen bekannt, die diese Fragen gemeinsam mit den potentiellen Verwenderinnen und Verwendern erforschen. Zwar gibt es einen Diskurs um Aspekte von Nutzerintegration und Usability [(Jakobi, et al. 2016), oder gesellschaftliche Implikationen des IoT, wie Energieeffizienz oder Sicherheit (Hargreaves, et al. 2017), auch wird die Datenaggregation und mögliche Überwachung durch Geräte wie „Smart TVs“ oder Amazon Echo (Rozenfeld 2017) kritisch diskutiert. Aber nur wenige Projekte zielen darauf, Verwenderinnen und Verwender von IoT-Produkten zu einem kundigen und selbstbestimmten Umgang mit solcher Technik und ihren Daten zu ermächtigen.

Diese Ermächtigung ist unseres Erachtens Voraussetzung dafür, dass die ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen (ELSA) von IoT-Produkten im „Smart Home“ bspw. durch Co-Design-Aktivitäten gemeinsam mit Verwenderinnen und Verwendern erforscht werden können. Damit potentielle Verwenderinnen und Verwender überhaupt zu Co-Designern solcher Produkte werden können, muss ihr Verständnis (data literacy) und ihre Verwendungssicherheit (data fluency) von vernetzten Sensoren also erhöht werden. Dabei ist es vor allem wichtig, nachvollziehen zu können, wie Daten in IoT-Produkten gesammelt, prozessiert und analysiert werden – insbesondere im Hinblick auf die Frage, welche Informationen und welches Kontextwissen über ihr alltägliches Leben dazu gesammelt bzw. korreliert werden können.

Nur wenige, dafür umso ambitionierte Projekte wie Databox [Mo16], designen und erforschen Vorschläge, die die Kontrolle und Einsehbarkeit dieser Daten von proprietären Cloud Services weg zurück zu den Verwenderinnen und Verwendern verschieben. Es besteht allerdings eine Forschungslücke in der Frage, wie die Kompetenzen zu einem selbstbestimmten Umgang mit Daten aus IoT-Produkten im „Smart Home“ erworben und vermittelt werden können.

(Fischer, et al. 2016) haben untersucht, wie vergleichsweise simple Sensordaten aus Wohnungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) genutzt werden können, um Bewohner von Mietwohnungen über ihren Energieverbrauch und dessen Optimierung zu informieren. Die Studie illustriert beispielhaft, wie solche Daten zwangsläufig „situiert“ (Suchman 2007), also unter Hinzuziehung des Alltagswissens der Verwenderinnen und Verwender, sowie der sozialen und moralischen Ordnungen vor Ort (Tolmie, et al. 2016) interpretiert werden müssen, um verstanden zu werden. Daran zeigt sich sowohl das kritische Potential solcher Sensoren, wie auch der methodische Schlüssel zur partizipativen Erforschung und Ermächtigung der Verwendung: Einerseits zeigen diese Studien, wie scheinbar wenig intrusiven Sensordaten, wie klassische Umweltdaten, im Kontext des „Smart Home“ ein überwachungskritisches Potential besitzen: an ihnen lassen sich die sozialen Situationen des häuslichen (Zusammen-) Lebens und deren mitunter intimen Implikationen ablesen. Andererseits ergibt sich dieser Kontext nur durch aktive Deutungen und Zuschreibungen der Verwenderinnen und Verwender, im Dialog mit den Forschenden über die Daten. Genau an diesem Zusammenhang knüpft unser Konzept „Sensing Home“ an.

3 Konzept „Sensing Home“

Das Design-Konzept „Sensing Home“ ist ein methodischer und technischer Vorschlag, um den Umgang von Verwenderinnen und Verwendern mit IoT-Sensoren im Kontext des „Smart Home“ zu erforschen und selbstbestimmt zu ermächtigen. Das Designkonzept basiert auf einem modularen IoT-System, einer Tagebuchmethode zur Erhebung und einem Diskussionsformat zur Auswertung und Diskussion der Daten.

3.1 System

Die technische Grundlage bildet eine Sensorkapsel, die ein modifiziertes TI SensorTag (Texas Instruments 2017) beinhaltet. Formgebung, Preis und Bauweise der Kapsel entsprechen dem oben dargelegten IoT-Paradigma: klein, günstig und flexibel einsetzbar. Insbesondere die auf der Platine eingelassenen Sensoren (Thermometer, Luxmeter, Hygrometer, Barometer, Accelerometer, Gyroskop, und Magnetometer) repräsentieren die verbreitetsten Sensorfunktionen von IoT-Produkten. Im Gegensatz zu den meisten „Smart Home“-Produkten erlaubt das SensorTag allerdings eine vollständige Kontrolle über die Datenflüsse. Mehrere dieser Sensorkapseln werden über einen Raspberry Pi 3 (als Edge Gateway) mit dem Internet verbunden und ihre Sensordaten an einen Server unserer Forschungsgruppe übermittelt. Die Sensorkapseln und der Gateway können auch mit einem pre-konfigurierten WiFi-Hotspot

ausgeliefert werden, um eine sofortige Verwendung ohne weitere Konfiguration zu ermöglichen.

3.2 Probe-Studie

Gemeinsam mit einem iPad werden die Sensorkapseln samt Gateway als so genannte „Probe Pack“ an Verwenderinnen und Verwender in Wohnungen gegeben. Die Software Grafana (Grafana 2017) erlaubt dabei, die Daten sowohl live als auch rückwirkend in Graphen in einer Web-Anwendung darzustellen. Dieses „Probe Pack“ ist im Sinne der „Cultural Probes“ (Gaver, et al. 1999) konzipiert. Es stellt ebenso alle technischen Komponenten verwendungsfertig bereit, wie auch eine Darstellungsmöglichkeit der Daten und einen Dokumentationsvorschlag, um diese zu analysieren und den Sensoreinsatz zu reflektieren.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer fungieren selbst als Forschende. Sie dokumentieren die Verwendung der Sensoren mit Fotografien (mitgelieferte Kamera), Screenshots, sowie Kommentaren an den Graphen in einem beigelegten Tagebuch. Ziel dieser Form der Erhebung ist die Erzeugung situierter Daten (s.o.), die die technischen Sensordaten kontextualisieren. Wie bereits erwähnt ist es ohne die Perspektive und Einordnungen der Verwenderinnen und Verwender schwer, Sensordaten im Kontext Wohnen zu verstehen (Fischer, et al. 2016). Die Teilnehmer wurden deshalb nicht nur gebeten, für sie sinnvolle Gebrauchsweisen der Sensoren zu explorieren, sondern vor allem die in den Graphen dargestellten Daten auf Basis ihrer Aktivitäten zu analysieren, zu interpretieren und zu annotieren.

3.3 „Daten Raten“

Die Erfahrungen mit den „Probe Packs“ werden über die Tagebuchstudie hinaus durch zwei Methoden gemeinsam mit den Verwenderinnen und Verwendern reflektiert: Zum einen führen wir individuelle Interviews durch, in denen die Verwendung der „Probe Packs“ im Mittelpunkt stehen. Zum anderen werden die gesammelten Daten in (anonymisierten) Graphen mehreren Verwendern in einem Gruppendiskussionsformat zur Diskussion vorgelegt. Bei diesem „Daten Raten“ stehen die Sinnmachungspraktiken und das situierte Wissen der Verwenderinnen im Vordergrund: Wie interpretieren sie Sensordaten aus dem Wohnkontext? Welche Kriterien werden von ihnen zur Interpretation herangezogen? Insbesondere letztere Methode dient nicht nur der Kontextualisierung der Sensordaten für uns als Forschende, sondern zur Ermächtigung der Verwenderinnen und Verwender, im Umgang mit IoT-Sensoren im „Smart Home“. Bitte benutzen Sie diese Formatvorlage zum Formatieren Ihres Dokuments und ersetzen diesen Text durch Ihren eigenen.

4 Implikationen für sozio-technisches Design

Wir führen derzeit unterschiedlich strukturierte Feldphasen von „Sensing Home“ durch, um das Konzept zu erproben und weiterzuentwickeln. Daher können wir noch keine systematisch ausgewerteten Daten zum Zusammenhang von situiertem Wissen, Verwendungsweisen und

daraus folgenden Designimplikationen präsentieren. Abschließend wollen wir jedoch die methodischen Implikationen des Konzepts für sozio-technisches Design des Internets der Dinge diskutieren.

Das Design-Konzept „Sensing Home“ kann unterschiedliche Funktionen für die Absicht der Berücksichtigung ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte erfüllen: Es kann als Erhebungsmethode für Nutzerstudien zur Exploration von Verhalten, oder zur Evaluation von Designvorschlägen ebenso eingesetzt werden, wie als Design-Prototyp, um die Entwicklung von IoT-Produkten partizipativ zu informieren. Für den Rahmen dieses Workshop-Bandes wollen wir die methodische Verquickung von Interesse der Forschenden und Ermächtigung potentieller Verwenderinnen und Verwender zur Diskussion stellen. Wir verstehen „Sensing Home“ als methodisches und technisches Werkzeug zur Ermöglichung einer informierten Diskussion von Forschenden und potentiellen Verwenderinnen und Verwendern. Die drängenden Fragen, welche Daten im Kontext Wohnen wie gesammelt und ausgewertet werden sollten, lassen sich durch das vorgeschlagene Konzept partizipativ bearbeiten. Anders als bspw. in Expertenworkshops lassen sich ELSA-Fragestellungen zu IoT-Produkten somit ‚bottom up‘ beantworten, indem potentielle Verwenderinnen und Verwender das Potential von Sensordaten im „Smart Home“ selbst explorieren und diese Erfahrung explizit reflektieren. Auf dieser Basis lassen sich unterschiedliche Dimensionen des Umgangs mit solchen Sensordaten untersuchen: angemessene, oder ungewünschte Sensoren im Kontext wohnen ebenso wie intendierte oder unintendierte (Nicht-) Nutzungsweisen. Insbesondere die Möglichkeit, durch „Sensing Home“ kritische und zuvor nicht intendierte Verwendungsweisen von IoT-Produkten – z.B. die Rekonstruktion typischer Verhaltensmuster anhand der Raumtemperatur – für Verwendende und Forschende erlebbar zu machen, ist in unseren Augen ein zentraler Vorteil des Konzepts.

Gleichzeitig gehen damit hohe Anforderungen an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Probe-Studien einher, ebenso wie für die Forschenden. Das Erarbeiten einer Verwendungssicherheit erfordert auf Seiten der Verwenderinnen und Verwender intrinsische Motivation sowie einen gewissen „Forschergeist“, der mit Maßnahmen wie dem Dokumentationstagebuch und/oder Fragen und Aufgaben von uns als Forschenden zwar stimuliert aber nicht ersetzt werden kann. Forschende sollten sich zudem bewusst sein, dass diese Form der partizipativen Erarbeitung von situiertem Wissen eine hohe Involviertheit und Kontaktdichte mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern in deren Wohnumfeld erfordert. Das betrifft nicht nur die Einrichtung der Devices und die Auswertung durch Gesprächsmethoden, sondern auch Praktiken des Debuggens und zwischenzeitliche Nachfragen. Zudem impliziert das Konzept ein hohes Bewusstsein für Forschungsethik und methodische Kontrolle: Die Sensordaten aus den Wohnungen sind den Forschenden zu jedem Zeitpunkt zugänglich, was eine besonders hohe Datensicherheit und getrennte Speicherung von Sensordaten und kontextualisierenden, situierten Daten erfordert.

Danksagung

Wir danken Susanne Maaß und Juliane Jarke für die Organisation des Workshops. Des Weiteren gilt unser Dank Johanna Richter, die im Rahmen ihrer Masterarbeit wesentlich an der Umsetzung der ersten Iterationen des Konzepts beteiligt ist.

Literaturverzeichnis

- Fischer, J. E., Crabtree, A., Rodden, T., Colley, J. A., Costanza, E., Jewell, M. O., & Ramchurn, S. D. (2016). Just Whack It on Until It Gets Hot: Working with IoT Data in the Home. In: Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 5933–5944.
- Gaver, B., Dunne, T., and Pacenti, E. (1999). Design: cultural probes. *interactions* 6.1, 21-29.
- Grafana (2017). The open platform for beautiful analytics and monitoring. <https://grafana.com/> 14.05.2017.
- Hargreaves, T., Wilson, C., & Hauxwell-Baldwin, R. (2017). Learning to live in a smart home. *Building Research & Information*, 1-13.
- Jakobi, T., Ogonowski, C., Castelli, N., Stevens, G., & Wulf, V. (2016) Das Zuhause smart machen—Erfahrungen aus Nutzersicht. *Mensch und Computer 2016-Tagungsband*.
- Kahn, Joseph M., Katz, Randy H., and Pister, Kristofer S.J. (1999). Next century challenges: mobile networking for “Smart Dust.” In Proceedings of the 5th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, 271-278.
- Lemme, H. (2017). Energieautarke Sensoren: Einbruchsalarm mit Solarstrom. *Elektronik*, 4/2017, 26-27.
- Mortier, R., Lodge, T., Brown, T., McAuley, D., Greenhalgh, C., Zhao, J., Colley, J. (2016). Personal Data Management with the Databox: What’s Inside the Box? Proceedings of the 2016 ACM Workshop on Cloud-Assisted Networking, 49-54.
- Rozenfeld, M. (2017) Can Amazon’s Echo Device Help Solve Murders? Retrieved from <http://theinstitute.ieee.org/ieee-roundup/blogs/blog/can-amazons-echo-device-help-solve-murders> 31. Januar 2017.
- Suchman, L. (2007). *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*. Cambridge University Press.
- Tolmie, P., Crabtree, A., Rodden, T., Colley, J., & Luger, E. (2016) “This has to be the cats”: Personal Data Legibility in Networked Sensing Systems. In Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing, 491-502.
- Texas Instruments. (2017) IoT leicht gemacht. http://www.ti.com/ww/de/wireless_connectivity/sensortag/ 14.05.2017.