

# Chancen und Herausforderungen von Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen und bürgerwissenschaftlichen Initiativen am Beispiel des Forschungsprojekts „CitizenSensor“

*Urban Kaiser<sup>1</sup>, Katrin Tina Möbius<sup>2</sup>, Dr. Tina Klages<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW, Neumarkt 9-19, 04109 Leipzig, Deutschland*

<sup>2</sup>*Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT  
Hansastr. 27d, 80686 München, Deutschland*

<sup>3</sup>*Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Deutschland*

## Zusammenfassung

Aktuelle Erkenntnisse der Innovationsforschung zeigen, dass eine offene, lernorientierte und kooperative Innovationskultur in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird. Dahinter steht auch das Bestreben, nicht nur für die Gesellschaft, sondern auch mit der Gesellschaft zu forschen und damit Forschungs- und Innovationsprozesse weiter zu demokratisieren. Die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern in den Forschungs- und Innovationsprozess wird daher auch für etablierte Forschungsorganisationen wie die Fraunhofer-Gesellschaft wichtiger werden. Der vorliegende Beitrag ordnet zunächst den Begriff und die Stellung von Citizen Science in den größeren Kontext Open Science ein, bevor ein Überblick über aktuelle Kooperationsformen der Fraunhofer-Gesellschaft mit bürgerwissenschaftlichen Initiativen folgt. Hierbei wird insbesondere das aktuelle BMBF-Förderprojekt „CitizenSensor – Umweltanalytik für jedermann“ näher vorgestellt. In diesem Projekt arbeitet die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT zusammen mit BürgerwissenschaftlerInnen des FabLab München e.V. an einem einfachen Messverfahren für Nitrat. Hobbygärtnerinnen und -gärtner sollen damit schnell und unkompliziert den Düngestatus in ihren Beeten oder die Wasserqualität im Gartenteich messen können. Valide Messungen dieser Art konnten bisher nur in Fachlaboren vorgenommen werden. Das Team arbeitet gemeinsam daran, ein elektrochemisches Messverfahren für Nitrat im Boden aufzubauen und zu testen. Im Laufe des Jahres 2019 sollen interessierte Hobbygärtnerinnen, Landwirte oder Urban Gardening Initiativen das neue Messverfahren testen und dem Entwicklerteam ihr Feedback geben. Neben den vielseitigen technischen Herausforderungen präsentiert der Beitrag Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen einer heute noch eher außergewöhnlichen Zusammenarbeit, die zum einen auf Ergebnissen von semi-strukturierten Interviews mit Erfahrungsträgern der Fraunhofer-Gesellschaft und bürgerwissenschaftlichen Initiativen und zum anderen auf der intensiven Begleitung des Projekts „CitizenSensor“ beruhen.

**Keywords:** Elektrochemische Messverfahren, Nitrat, Urban Gardening, Verwertung, Citizen Science

## Begriffliche und historische Einordnung von Open Science und Citizen Science

Die Digitalisierung als Megatrend verändert nicht nur die Wirtschaft, sondern hat einen ebenso weitreichenden Effekt auf die Wissenschaft, der direkt zu dem Konzept Open Science führt. Open Science beschreibt einen Paradigmenwechsel von geschlossener zu offener Forschung. Diese Entwicklung wurde innerhalb der letzten Jahre von weiteren sozioökonomischen Trends begleitet, die sich mit den Themen Öffnung, Sharing und Nachhaltigkeit befassen. Letztlich hat Open Science auch im forschungspolitischen Kontext eine steigende Bedeutung zu verzeichnen. Auf europäischer

Ebene ist Open Science eng verknüpft mit dem Konzept der Responsible Research and Innovation (RRI), die zentraler Bestandteil der Forschungsprogramme ist [1].

Open Science bezeichnet verschiedene Strategien und Verfahren, die die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen, um wissenschaftliche Prozesse und Ergebnisse zu öffnen. Diese Öffnung bietet die Möglichkeit, Forschungsergebnisse (Daten, Software und Publikationen) interdisziplinär nachnutzbar zu machen und schafft Nachvollziehbarkeit und Transparenz im Forschungsprozess. Es lassen sich grundsätzlich zwei Dimensionen von Open Science unterscheiden: Der Forschungsprozess an sich und

dessen Ergebnisse. In Bezug auf die Öffnung von Forschungsergebnissen sind drei Formen zu nennen: Open Access (kostenfreier Zugang zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen aller Art – meist vereinfacht Publikationen genannt), Open Data (offener Zugang zu Forschungsdaten – hier sind im engeren Sinne meist die den veröffentlichten Publikationen zugrundeliegenden konkreten Datensätze gemeint) und Open Source (offener Zugang zu Software, die im Forschungsprozess entsteht und genutzt wird). Im Kontext der möglichen Öffnung des Forschungsprozesses sind zu nennen: Open Peer Review (offene Qualitätsbegutachtung von Publikationen), Open Notebooks (offene Laborbücher), Open Methodology (offene Diskussion von Forschungsmethoden vor Projektstart), Open Educational Resources (offen zugängliche Lehrmaterialien) und schließlich Citizen Science (Integration von Bürgerwissenschaftlerinnen und Bürgerwissenschaftlern in Forschungsprozesse).

Das grundlegende Konzept von Citizen Science ist allerdings keine Entwicklung der letzten Jahre. Interessierte und motivierte Bürgerinnen und Bürger haben bereits vor Jahrhunderten signifikant zu wissenschaftlichen Erkenntnissen beigetragen, beispielsweise in der Botanik oder der Astronomie [2]. Auch findet bereits seit dem Jahr 1900 jährlich eine von der *National Audubon Society* in Zusammenarbeit mit Bürgerinnen und Bürgern organisierte Vogelzählaktion statt. Jedoch hat das Aufkommen von digitalen Technologien das Spektrum und das Potenzial von bürgerwissenschaftlichen Aktivitäten im aktuellen Jahrzehnt deutlich erweitert, auch ortsunabhängig an Forschungsprozessen aktiv mitzuwirken.

Zugleich ist der aktuelle wissenschaftliche Diskurs zum Themenfeld Citizen Science noch stark von unterschiedlichen disziplinären Zugängen, Ansätzen und Begrifflichkeiten geprägt. Citizen Science wird folglich als *umbrella term*, also als Sammelbegriff für eine große Bandbreite von Aktivitäten verwendet [3]. Verschiedene Initiativen haben in den vergangenen Jahren gemeinsame Arbeitsdefinitionen entwickelt. Während die *League of European Research Universities (LERU)* – ein Zusammenschluss von 23 forschungsstarken europäischen Universitäten – Citizen Science in einem Diskussionspapier recht allgemein als „Aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern in der Forschung“ definiert [3], verwenden die Autoren des Grünbuchs „Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland“ eine weitergehende Arbeitsdefinition. Zentrale Eckpunkte hierbei sind: 1) Die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern erfolgt in verschiedenen Phasen des Forschungs-

prozesses -von der Entwicklung von Fragestellungen über die Sammlung und wissenschaftliche Auswertung von Daten bis hin zur Kommunikation von Ergebnissen, 2) Die Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und institutionell ungebundenen Personen kann sich sehr unterschiedlich gestalten, findet aber immer auf Augenhöhe statt, in dem hauptamtliche und ehrenamtliche Expertinnen und Experten voneinander und miteinander lernen können, 3) Gemeinsames Ziel aller Citizen Science-Projekte ist ein Erkenntnisgewinn für die Wissenschaft und möglichst auch für Praxis und Politik [4].

Diese zwei Arbeitsdefinitionen lassen verschiedene Lesarten von Citizen Science vermuten: Während die LERU-Definition eher einem „Top-Down-Ansatz“ folgt, in dem interessierte Laien die Forschenden bei ihrer Arbeit unterstützen, folgt die Arbeitsdefinition der Autoren des Grünbuchs einem Idealbild der „Demokratisierung von Wissenschaft“ im Sinne Irwins [5][2]. Dieser Ansatz wurde im nachfolgend beschriebenen Forschungsprojekt zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und dem FabLab München gelebt.

### **Citizen Science in der wissenschaftlichen Praxis**

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung von Citizen Science stellt sich für Forschungsorganisationen die Frage, wie die aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern in die verschiedenen Phasen des Forschungs- und Innovationsprozesses im Sinne der Arbeitsdefinition des oben genannten Grünbuchs organisiert werden kann. Dieser Herausforderung stellt sich auch die Fraunhofer-Gesellschaft.

Dieser Beitrag präsentiert am Beispiel eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten gemeinsamen Forschungsprojektes der Fraunhofer-Gesellschaft mit dem FabLab München e.V. Erkenntnisse sowohl über die vielseitigen technischen und nichttechnischen Herausforderungen in der wissenschaftlichen Praxis als auch die damit verbundenen Chancen. Das Team aus hauptamtlichen und ehrenamtlichen Expertinnen und Experten arbeitet im Projekt „CitizenSensor – Umweltanalytik für jedermann“ (FKZ BF1711A-C) gemeinsam daran, ein elektrochemisches Messverfahren für Nitrat im Boden aufzubauen und zu testen.

Zwar sind elektrochemische Messmethoden nicht ganz trivial, sie haben jedoch die Vorteile, einen direkten digitalen Wert der Nitratkonzentration im Boden zu liefern und nur sehr wenig Strom zu benötigen. Damit eignet sich das Messverfahren prinzipiell gut für Vor-Ort-Messungen, die tatsächlich valide Messwerte produzieren, was bisher so nur in Fachlaboren möglich war. Hobbygärtnerinnen und -gärtner

sollen damit in Zukunft schnell und unkompliziert den Düngestatus ihrer Beete oder die Wasserqualität ihres Gartenteichs messen können.

### Aufbau und Funktionsweise des Citizen-Sensors

Das Messkit für Nitrat des Projekts Citizen-Sensor basiert auf einem Aufsteckmodul für den Raspberry Pi („Hat“), der mit seiner Firmware die Signale chemischer Sensoren aufnehmen kann. Herzstück dieses Raspberry Pi-Hats ist ein Meter-on-a-chip Mikrocontroller mit hochauflösendem 16-bit Analog-Digital-Converter (ADC) und Frequenzgenerator bis 75 kHz (Analog Devices ADuCM350).

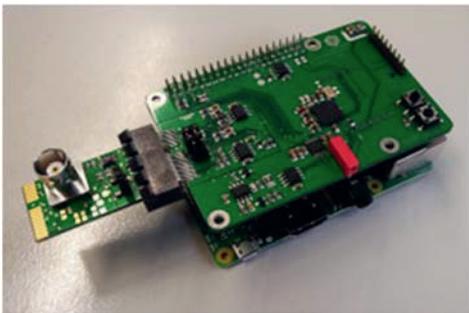


Abb. 1: Der Raspberry Pi-Aufsatz. Foto: Fraunhofer EMFT.

Ein eigenentwickelter Transimpedanzverstärker (Elektrometerverstärker mit Ladungspumpe) erlaubt auch hochohmige Spannungssignale von pH- und ionenselektiven Elektroden aufzunehmen.

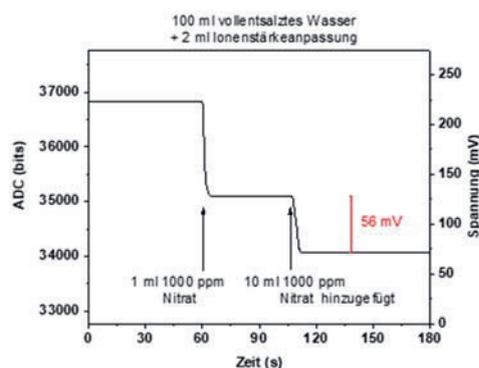


Abb. 2: Die Kurve zeigt den Verlauf einer Messung, in der zuerst 1 ml und anschließend 10 ml einer Nitratlösung zugefügt wurden. Die 56 mV Spannungsänderung, die sich aufgrund der 10-fachen Konzentrationsänderung ergeben (Nernstgleichung), werden von der Elektronik sehr schnell aufgezeichnet.

Dieser Hat erlaubt, angesteuert über eine serielle Schnittstelle, alle für die chemische Sensorik nötigen Messmethoden durchzuführen: Potentiometrie, Amperometrie, Zyklovoltammetrie und Impedanzspektroskopie. Ein Umweltsensor (Bosch BME680) auf dem Hat misst die Laborbedingungen (Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchte) während einer Messung automatisch. Weiteres zentrales Element für die chemische Analytik ist ein am Raspberry Pi angeschlossenes digitales Wägemodul (Sparkfun Loadcell mit HX711 AD-Wandler). Damit ist die elektronische Basis für eine valide Analytik vorhanden.

Zur Detektion unterschiedlicher Nitratkonzentrationen in wässriger Lösung wird eine ionenselektive Elektrode (Halbzelle) mit austauschbaren Ionophor-Membran für Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) zusammen mit einer AgCl-Referenzelektrode (World Precision Instruments DRIF-2SH) angeschlossen, deren Detektionsgrenze derzeit bei etwa 4 mg/l liegt. Alternativ kann mit einer pH-Elektrode am selben Anschluss auch der pH-Wert der Flüssigkeit aufgenommen werden.

Da nahezu alle kommerziellen ionensensitiven Elektroden (Halbzellen bzw. Kombielektroden) zum Hat kompatibel sind, ist mit geringem Aufwand die Umrüstung auf andere Ionen möglich. Wesentliches Element der chemischen Messung ist die regelmäßige Kalibrierung der Sensoren und die genaue Einwaage aller verwendeten Stoffe. Die integrierte Waage erlaubt die einfache Herstellung der für die Kalibrierung notwendigen Lösungen von Nitratsalz in destilliertem Wasser. Mit Hilfe des integrierten Temperatursensors oder eines zusätzlichen Flüssigkeitsthermometers kann der Einfluss der Temperatur auf die Messergebnisse kompensiert werden. Die integrierte Datenbank zur Rückverfolgung und Qualitätskontrolle für alle Messungen und Kalibrierungen ist der letzte Baustein für eine valide Messung.



Abb. 3: Gehäuse-Prototyp mit integrierter Waage, Display und Raspberry Pi. Foto: Fraunhofer EMFT.

Als Benutzerinterface dient ein Farbbildschirm. Ein Drehencoder und eine zusätzliche Tastatur

ermöglichen eine schnelle Bedienung der Software, die den ganzen analytischen Prozess steuert. Der Raspberry Pi kann über den Bildschirm bei Bedarf auch kleine Erklärfilme abspielen, über einen Internetanschluss können zusätzliche Informationen und Vergleichswerte bereitgestellt werden.

Sowohl bei der Hard- wie auch Software wurde von Anfang an Wert auf große Benutzerfreundlichkeit gelegt. Zu diesem Zweck wurde ein Gehäuse entworfen, das sowohl die Waage, den Raspberry Pi und das Hat für die elektrochemischen Messungen integriert, als auch ein Display und einen Drehgeber zur Steuerung. Das Gehäuse aus dem 3D-Drucker ist spezifisch auf die Erfordernisse der Messung zugeschnitten und kann unkompliziert an neue Methoden angepasst werden.

Die elektrochemische Messung des Nitratgehalts ist mit diesem energiesparenden Device vor Ort besonders einfach möglich, da die Ergebnisse bereits in digitaler Form vorliegen, direkt angezeigt werden und digital verbreitet werden können. Der Messablauf wird nicht von einem Automaten durchgeführt. Stattdessen legen die Nutzenden selbst Hand an, was diese Methode insbesondere für den Privatgebrauch sowie kleinere Betriebe prädestiniert.

Nach der Entnahme der Bodenprobe, die im Projekt von der Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern (LfL) angeleitet wurde, wird die Probe zunächst kräftig durchmischt und auf die korrekte Feuchte überprüft. Damit vermeidet man Fehler, die die Bodenwerte nicht ausreichend gut wiedergeben. Anschließend wird die Probe zerkleinert und mit dem wässrigen Lösungsmittel vermischt. Während sich das Nitrat langsam im Lösungsmittel löst, kann die ionensensitive Elektrode kalibriert werden, um Fehler durch schlechte Kalibrierungen zu vermeiden. Dazu wird die Kalibrierlösung mit Hilfe der Waage in einigen Stufen verdünnt. Da auch gleichzeitig die Temperatur gemessen wird, vermeidet man Verfälschungen durch den Einfluss der Proben temperatur. In einem letzten Schritt wird dann die Probenlösung abfiltriert und durch das Eintauchen der Elektrode der Nitratgehalt bestimmt. Wird die Probe ständig gerührt, stellt sich der Gleichgewichtswert in der von der Elektrode abgegebenen Spannung schnell ein, die Nitratwerte können sofort vom Display abgelesen werden.

Auf längere Sicht sollen die Projektergebnisse auch die Grundlage für die Entwicklung elektrochemischer Nitratsensoren auf Basis von Transducern dienen. Ziel ist es, eine ionenselektive Membran sowie einen geeigneten Transducer für eine Do-It-Yourself (DIY) ionenselektive Elektrode zu finden, um einen selek-

tiven, sensitiven, wiederverwendbaren und kostengünstigen High-Speed-Sensor zu entwickeln.

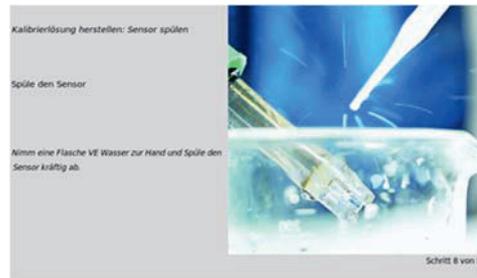


Abb. 4: Die Software führt den Benutzer Schritt für Schritt durch den Prozess einer elektrochemischen Messung. Foto: Fraunhofer EMFT.

Was das Messkit noch besonders macht, ist sein ganzheitlicher Ansatz: Im Gegensatz zu bisher am Markt erhältlichem Messequipment und den in der Literatur beschriebenen Schnelltests [7], bietet das integrierte System des CitizenSensor-Teams eine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung für den analytischen Prozess. Diese Software führt in Einzelschritten von der korrekten Probenahme bis hin zur Dokumentation der Messergebnisse, erläutert die einzelnen Schritte bei Bedarf, führt die elektrischen Messungen und weitere Messungen zur Kompensation von Störgrößen durch, prüft die einzelnen Schritte auf Plausibilität und dokumentiert den analytischen Prozess.

Eine eigens entwickelte Python-Software erstellt für einen ausgewählten Prozess (z.B. die Herstellung der Kalibrierlösungen) die nötigen Einzelschritte, zeigt diese auf dem Display an und erledigt für die Benutzerinnen und Benutzer sämtliche Rechenaufgaben und Korrekturen, falls diesen eventuell ein Bedienungsfehler unterläuft. Letztlich ist diese Methodik der Schlüssel zu validen, qualitätsgesicherten Messungen, die auch einer externen Überprüfung standhalten können. Letztlich ist diese Methodik der Schlüssel zu validen, qualitätsgesicherten Messungen, die auch einer externen Überprüfung standhalten können.

Die Thematik der Messvalidität von der Probenahme bis hin zur Ermittlung der Endergebnisse wird in Kooperation mit der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft angegangen. Als Ergebnis eines gemeinsamen Workshops wurden viele Anregungen für das Messkit entwickelt, z.B. die Aufnahme der Wägezelle und die Methodik der Probenahme, die Basis für die Vergleichbarkeit von Messergebnissen ist.

Der einfache DIY-Analyseprozess mit seiner detaillierten Schritt-für-Schritt-Anleitung, dem

synergetischen Zusammenwirken verschiedener elektrischer Komponenten, der integrierten Dokumentation in einer Datenbank und der Plausibilitätskontrolle ist im Vergleich zu kommerziellen Einzelmessgeräten oder automatischen Laboreinheiten ein entscheidender Mehrwert für die Nutzer, um auch als Laien aussagekräftige und korrekte Messungen durchführen zu können.

Bis zum Sommer 2019 hofft das Projektteam, der Gardening-Community ein einfaches, aber funktionales Hilfsmittel für die Nitratmessung zur Verfügung stellen zu können. Gleichzeitig kann und soll der entwickelte Raspberry Pi-Aufsatz aber auch Ausgangspunkt für verschiedenste neue Maker-Projekte sein. Ob es darum geht, ein pH-Meter zu bauen, weitere chemische Analyten zu messen oder eine elektrochemische Gasmessstation zu errichten – der Raspberry Pi-Aufsatz liefert die nötige Hardware dafür. Die bewusste Fokussierung auf Bauteile und Materialien, die allgemein zugänglich sind und eine „hands-on“-Funktionalität aufweisen, sollen dabei die Hürden geringhalten, um innovative neue Ideen mit möglichst unkomplizierten Mitteln zu realisieren.

### Erwartungen und Motivation der Beteiligten

Die Erwartungen und die Motivation der Beteiligten an diese neue Form der Kooperation wurden zu Beginn des Projektes in zwei getrennten Workshops mit den Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und dem Projektteam des FabLab München durchgeführt.

Hierzu wurde jeweils mithilfe eines moderierten Kreativprozesses, intensiv an der Frage gearbeitet, was für den Einzelnen gute Zusammenarbeit ausmacht und was dabei mit Blick auf die eigene Motivation besonders wichtig ist. Die Teilnehmenden stellten dazu mit speziellen Bausteinen und weiteren Elementen wie Figuren oder Tieren ihre Vorstellung einer guten Zusammenarbeit dar. Zu den einzelnen Modellen wurde von jedem Beteiligten in einer kurzen Geschichte die Bedeutung der einzelnen Bauteile erläutert, so dass über das aktive Bauen und das anschließende Sprechen darüber viele Aspekte von Kooperation und der eigenen Motivation thematisiert werden konnten. Die Methodik wurde in beiden Teilgruppen sehr positiv aufgenommen.

Im nächsten Schritt wurde über die Dimensionen einer guten Kooperation in Bezug auf das Projekt CitizenSensor diskutiert und wesentlichen Aspekte und Themen durch Mindmapping festgehalten. Übereinstimmend wichtig war allen Beteiligten die Definition eines gemeinsamen Projektziels, wofür aber zunächst eine gemeinsame Sprache bzw. ein gemeinsames Verständnis notwendig sei. Ein hieraus entwickelter Leitgedanke für das gesamte Projekt war, dass

es für eine gute Kooperation wichtig ist (an-)zu erkennen, dass im Projektteam eine große Diversität vorhanden ist und dies gleichzeitig eine Chance und Herausforderung darstellt und in jedem Fall für jeden Beteiligten einen Perspektivwechsel notwendig macht.



Abb. 5: Beispiel-Modelle der guten Zusammenarbeit der Workshop-Teilnehmenden. Fotos: Fraunhofer IMW.

### 10 Leitsätze für die Kooperation

Aufbauend auf diesem Leitgedanken sowie unter Berücksichtigung der Arbeitsdefinition des Grünbuchs wurden gemeinsam folgende 10 Leitsätze formuliert, die den interessierten, wertschätzenden Umgang auf Augenhöhe in den Mittelpunkt der Kooperation stellten: 1) Wir forschen und entwickeln gemeinsam an innovativen Lösungen mit und für die Gesellschaft; 2) Dabei respektieren wir die Besonderheiten der Beteiligten und suchen bei unterschiedlichen Interessenslagen nach Lösungen im Konsens. Auch gehen wir bewusst mit unseren unterschiedlichen Wissensständen und Vorkenntnissen um. Bei großen Unterschieden stellen wir uns auf unser Gegenüber ein, und holen uns dort ab wo wir stehen. Verständnis-Schwierigkeiten sprechen wir offen an; 3) Das Erreichen der Ziele der Zusammenarbeit ist nur mit Hilfe aller Beteiligten möglich. Dabei streben wir an, dass für alle Beteiligten ein Mehrwert entsteht; 4) Bei der Generierung und Weitergabe von Wissen streben wir Lösungen im Sinne des Open-Science-Gedankens an; 5) Unser zentrales Kommunikations- und Dokumentations-Tool ist ein Wiki das den E-Mail-Verkehr weitgehend ersetzt. Hierzu haben alle Projektbeteiligten Zugang. Wir legen hier alle wesentlichen Informationen als Arbeitsversionen in transparenter Weise ab und halten diese jederzeit aktuell; 6) Alle Projektbeteiligten werden dazu ermutigt, sich aktiv an der Erstellung von Arbeitsdokumenten zu beteiligen; 7) Darüber hinaus sind wir uns einig, dass persönliche Treffen der Beteiligten ein wertvolles Instrument sind, um aktuelle Herausforderungen vertrauensvoll zu diskutieren und zu guten Lösungen zu kommen; 8)

Zwischen den Beteiligten findet mindestens monatlich ein Jour-Fixe statt, wenn möglich wöchentlich. Die wesentlichen Ergebnisse werden im Wiki dargestellt. Dazu gehört ebenso sich aktiv um Information zu bemühen und selbst als Informationsgeber daran zu denken, dass ich für andere Information bereitstelle; 9) In einem Glossar werden zentrale Begriffe definiert, damit alle „die gleiche Sprache“ sprechen; 10) In einem Arbeitsplan werden die einzelnen Aufgaben und Arbeitsschritte für alle transparent festgehalten. Dieser ist als lebendes Dokument zu verstehen, der mindestens einmal monatlich den aktuellen Entwicklungen angepasst wird. Im Folgenden wird nun näher auf die drei oben erwähnten zentralen Herausforderungen in der Projektkooperation eingegangen.

### **Kommunikation**

Transparenz und ein guter Informationsfluss über entsprechende Prozesse und Schnittstellen sind von essenzieller Bedeutung, um Missverständnisse und Unmut im Projektteam zu vermeiden und anhaltendes Vertrauen zwischen allen Beteiligten aufzubauen. Im Projekt CitizenSensor erwies sich vor allem die Einrichtung eines gemeinsamen Wikis als zentrale Kommunikationsplattform als äußerst hilfreich, um diesem Idealbild in der Praxis nahezukommen. Ein großer Vorteil für alle Projektbeteiligte ist insbesondere, dass durch das Forum-Format ersichtlich wird, wer wann was zu welchem Thema geschrieben hat. Für die konkrete Zusammenarbeit bedeutet dies aber auch, dass sich dieser Tatsache alle Beteiligten immer wieder vergegenwärtigt werden müssen, also die einen in der „Bringschuld“ sind und erklären müssen, die anderen in der „Holschuld“ sind und bei Unklarheiten aktiv nachfragen müssen.

### **Ressourcen**

Arbeitskultur und das jeweilige Hintergrundwissen beider Partner sind sehr unterschiedlich. Während die Fraunhofer-Forschenden in ihrer regulären, ergo bezahlten Arbeitszeit am Projekt mitarbeiten, engagieren sich die FabLab-Mitglieder in der Freizeit. Arbeitstreffen im Projekt finden daher oft am Freitag bzw. am Wochenende oder abends statt. Um die technologisch anspruchsvollen Arbeiten inhaltlich und zeitlich effektiv zu koordinieren, floss viel Zeit und Mühe in einen kleinteilig strukturierten Projektplan. In Form einer Mindmap unterstützt er das heterogene Team beim Schnittstellenmanagement, bei der Ablaufplanung und bei der Fortschrittskontrolle. Allerdings führte diese Vorgehensweise zwischenzeitlich durchaus zu kontroversen Debatten innerhalb des Projektteams. Dabei verlief die Konfliktlinie nicht an der Schnittstelle zwischen Fraunhofer-Forschenden und FabLab-Mitgliedern, sondern quer zu

diesen. Während einige bezweifelten, dass eine seriöse Zeitplanung überhaupt über einen langen Zeitraum möglich ist, da die FabLab-Mitglieder das Projekt in ihrer Freizeit bestreiten müssen, sahen andere den Vorteil, dass diese Art der Projektplanung in gewisser Weise notwendig sei, damit alle mitziehen können.

### **Verwertung**

Eine generelle Geheimhaltungsverpflichtung der beteiligten Projektmitarbeitenden, wie sie in Industriekooperationen der Fraunhofer-Gesellschaft in der Regel angewandt wird, ist im bürgerschaftlichen Kontext kaum umzusetzen ist. Dies ist zum einen operativ begründet, da das FabLab auch während der Projektarbeitstage seinen anderen Mitgliedern offensteht. Zum anderen widerspricht so ein Vorgehen auch der Kernphilosophie der Maker-Bewegung „Make, Work, Share“: Verfahren und Prozesse, die am FabLab entstehen, sollen prinzipiell geteilt werden. Eine entsprechende Haftungsklausel erscheint hier als nicht möglich. Eine „Klassifizierung“ in Projektmitarbeitende, die Zugang zu vertraulichen Informationen erhalten, aber eine Geheimhaltungserklärung unterzeichnen müssen und anderen Projektbeteiligten könnte wiederum als Ausgrenzung verstanden werden und sich demotivierend auswirken. Die Frage des Umgangs mit den Projektergebnissen erwies sich im Projekt CitizenSensor als größte zu überbrückende Differenz zwischen den Beteiligten. Während der Open-Source-Gedanke in der Maker-Szene fest verankert ist, ist das Fraunhofer-Modell dagegen im Kern darauf ausgelegt, neues Wissen über Patente oder Lizenzen zu verwerten, um so die eigene Forschungstätigkeit zu refinanzieren. Um für beide Seiten einen Mehrwert zu generieren, arbeiteten die Partner eine differenzierte Lizenzierung aus, die viele Open-Source-Elemente enthält, aber auch den Weg einer Kommerzialisierung durch Fraunhofer offenhält

### **Fazit**

Für das CitizenSensor Team steht fest: Der Blick über den Tellerrand lohnt sich. Die Kooperation hat beiden Seiten neue Blickwinkel eröffnet. Ein gutes Netzwerk zu Universitäten, Erfahrung in der Akquise und Durchführung von Forschungsprojekten, spezialisiertes Wissen zu komplexen, technologischen Themen und die dafür vorhandene Technologie und Labore sind der Mehrwert, den das Fraunhofer-Team in die gemeinsame Projektarbeit mit einbringen konnte. Das breit gefächerte Know-how der beteiligten FabLab-Mitglieder, eine nutzenorientierte Sichtweise und der Fokus auf praktikable und effiziente Lösungen verliehen der Projektarbeit eine große Dynamik und einen engen Anwendungsbezug.

**Danksagung:**

Das Projekt CitizenSensor wird unter dem Förderkennzeichen BF1711A-C vom BMBF gefördert. Die Autoren bedanken sich bei dem gesamten Projektteam: M. Steinmaßl, J. Boudaden, E. Karakoc, C. Hochreiter, H.-E. Endres – Fraunhofer EMFT München; A. Kahler, P. Weiß, H. Hottarek, R. Meisenecker, B. Kahler, N. Bobrich-Draxler – Fablab München; N. Pelke, L. Quiring – Fraunhofer IMW Leipzig und dem LfL Bayern, Dr. G. Strauß, G. Henkelmann.

**Literaturnachweis**

- [1] Europäische Kommission: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>, letzter Zugriff am 06.05.2019
- [2] R. Bonney et al., *Science* 343:6178, 1436–1437 (2014); doi: 10.1126/science.1251554
- [3] C. Arendes, *Heidelberger Jahrbücher Online* Band 2, 19-58 (2017), doi: 10.17885/heiup.hdjbo.2017.0.23691
- [4] League of European Research Universities (2016). Citizen science at universities: Trends, guidelines and recommendations. Leuven, Belgium: LERU Office.
- [5] A. Bonn et al., Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland, o.O. (2016), [http://www.buergerschaftenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss-gruenbuch\\_citizen\\_science\\_strategie.pdf](http://www.buergerschaftenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss-gruenbuch_citizen_science_strategie.pdf) (letzter Zugriff am 03.05.2019).
- [6] A. Irwin, *Citizen Science – A study of people, expertise, and sustainable development*, London, New York (1995, 2002 (e-book), doi: 10.4324/9780203202395
- [7] R. Shaw et al., *Agriculture* 3(3):327-341 (2013); doi:10.3390/agriculture3030327