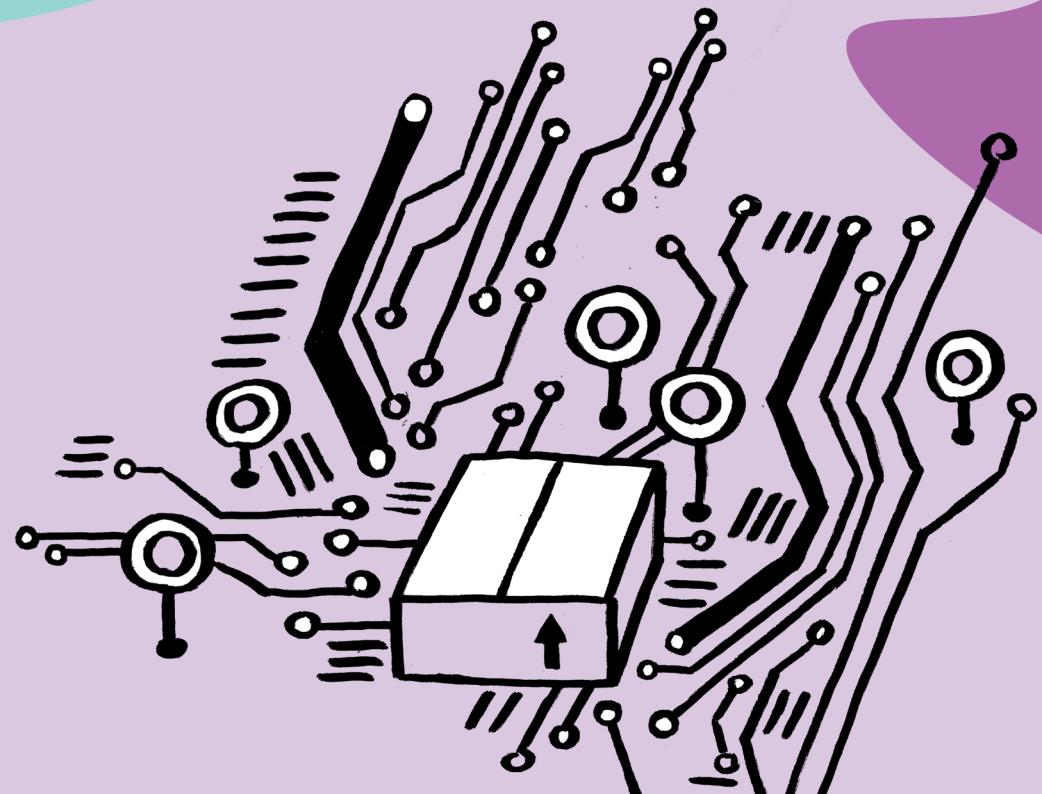


# Unboxing Black- → boxes

Mit Open Hardware & Zivilgesellschaft  
in eine nachhaltige Zukunft



Unboxing ↪ Blackboxes



ISBN 978-3-00-074917-9



9 783000 749179



# Unboxing Black- → boxes

Mit Open Hardware & Zivilgesellschaft  
in eine nachhaltige Zukunft



20  
23



## INHALT

- 7 Einleitung
- 10 Open Source: Selbstverständnis und Weg einer zirkulären Wirtschaft
- 14 Hardware für eine zukunftsfähige Gesellschaft *Interviewreihe*
  - 17 — Garnproduktion von unten
  - 23 — Mit Wind Strom selbst erzeugen
  - 29 — Offene Werkstätten als Platinenhersteller
  - 33 — Heißdampf für mobile Küchen
  - 37 — Pilzlabore für Stadt und Land
  - 43 — Solares Trinkwasser von vielen für alle
- 53 Open Hardware fördern
- 56 Impressum



# EINLEITUNG

Wir sind schon länger nicht mehr in der Lage, die Technik, die wir täglich nutzen, nachzuvollziehen. Das liegt an immer höherer Integration elektronischer Schaltungen, aber auch an geschlossenen Designs und mangelnder Dokumentation. Daraus ergeben sich viele Probleme. Entfremdung und Desinteresse gegenüber dem, was im Gerät passiert und der aktuelle Fachkräftemangel gehören vermutlich ebenso dazu wie ökologische Auswirkungen, weil Reparatur, Anschlussfähigkeit und Weiterverwertung oft kaum möglich sind. Die Bewegung „Recht auf Reparatur“ versucht dem entgegenzuwirken und z.B. die flächendeckende Bereitstellung von Ersatzteilen zu erwirken. Damit greift sie eine Praxis auf, die noch in der Mitte des 20. Jahrhunderts als normal galt. Eine pragmatische Lösung oder ein verzweifelter Kampf in einem kaputten System?

Open Hardware geht weiter und verändert die Rolle technischen Wissens grundsätzlich. Dabei geht es nicht nur um kommerzielle Produkte des Alltags. In der Corona-Pandemie zeigte sich, welche Potenziale in zivilgesellschaftlich entwickelten Technologien liegen. Als die etablierten Infrastrukturen zusammenbrachen, sprangen dezentral organisierte Gruppen ein. In Offenen Werkstätten, mit 3D-Druckern entwickelten und produzierten sie wichtige Hilfsmittel für Krankenhäuser, Ärzte und Seniorenheime. Andere Beispiele sind Initiativen wie „Match my Maker“<sup>1</sup>, die geistig oder körperlich diverse Menschen mit Hardwareentwickler:innen zusammenbrachten. Daraus sind zahlreiche Objekte entstanden, die den Alltag von behinderten Menschen erleichtern. Die weltweit vertretene Precious Plastic<sup>2</sup> Initiative hat einen Open-Source-Hardware-Maschinenpark für die Rückführung von Plastikmüll in lokale Kreisläufe entwickelt. Engagierte Menschen betreiben damit Bildungsarbeit vor Ort. Einige konnten einen enormen Erfahrungsschatz aufbauen und beraten inzwischen Unternehmen beim Aufbau von Kreislaufstrukturen. Im Kapitel „Hardware für eine zukunftsfähige

1 <https://matchmymaker.de/>

2 <https://preciousplastic.com/>

Gesellschaft“ zeigen wir sechs weitere Beispiele, die durch den Prototype Fund Hardware gefördert wurden. Ist also die Zeit für Open-Source-Hardware gekommen? Die EU-Studie „The impact of open source software and hardware on technological independence, competitiveness and innovation in the EU economy“ aus dem Jahr 2021 setzt ein Zeichen in diese Richtung. Dort wird das Thema mit „The next revolution“ betitelt. Doch treten wir etwas aus dieser kleinen Szene heraus, sieht das Bild anders aus. Open-Source-Hardware sei etwas für Nerds und Idealisten, heißt es. Für die Realwirtschaft gäbe es keine realistische Anwendung. Mit dieser Publikation möchten wir das ändern und zeigen, warum Open-Source-Hardware Lösungen für zahlreiche Probleme bietet, die durch nicht nachhaltige und intransparente Produkte entstanden sind. Wir möchten dazu beitragen, einen anderen Blick auf die Art und Weise zu entwickeln, wie Wertschöpfung stattfinden kann und wie zukünftig Produkte geschaffen werden (Beitrag „Open Source: Selbstverständnis und Weg einer zirkulären Wirtschaft“). Außerdem möchten wir die Rolle der Zivilgesellschaft hervorheben. Ohne Menschen, die sich für ihre Objekte interessieren, die sich für die Reparatur und Rückführung in Kreisläufe einsetzen, gelingt es nicht. Die Industrie ist nicht in der Lage, solche Prozesse zentral zu steuern. Es braucht Beteiligungsmöglichkeiten an unseren Objekten.

Das mag aktuell als nebensächlich erscheinen. Doch trotz multipler Krisen darf die Gestaltung der Zukunft nicht aus den Augen geraten. Mit Blick auf die EU-Kommission sind es Kreisläufe, in denen wir in Zukunft Produkte entwickeln, nutzen und verwerten. Der „Circular Economy Action Plan“ vereint sämtliche Maßnahmen, die die EU zur Erreichung dieses Ziels verfolgen möchte. Eine ist die „Sustainable Products Initiative“. Mit ihr soll ein EU-weiter Produktpass eingeführt werden, der Informationen über die Nachhaltigkeit von Produkten zur Verfügung stellt. Allerdings setzt

dieser aktuell auf Marktmechanismen, nicht auf konkrete Designvorgaben. Gleichzeitig arbeitet ebendieser Markt an eigenen Ansätzen. Unternehmen wie Apple versuchen sich an zirkulären Geschäftsmodellen. Doch die sind oft auf den eigenen Firmenkosmos beschränkt, führen zu Doppelstrukturen und noch weniger Kontrolle über unsere Produkte. In Zukunft wird das nicht zu mehr, sondern zu weniger Nachhaltigkeit führen – so die These. Hier braucht es klare Maßgaben, denn ohne eine ressourcenleichte Wirtschaft geht es nicht.

Beispiele dafür sind das „Recht auf Reparatur“ sowie offene Kreisläufe, in denen möglichst viele Akteure miteinander kooperieren und in denen die Zivilgesellschaft nicht reiner Konsument, sondern einer dieser Akteure ist. Warum nicht Technologien offen gestalten, damit sie leichter repariert und in Kreisläufe integriert werden können? Mit offenen Designs und 3D-Druckern lassen sich viele Ersatzteile lokal leicht herstellen. Studien zeigen<sup>3</sup>, dass die sofortige Verfügbarkeit von Ersatzteilen dazu führt, dass mehr repariert wird. Wir brauchen Mut, mehr miteinander zu kooperieren und wirklich neue Geschäftsmodelle zu erproben, die auf Open Source setzen. Open Hardware wandelt die Rolle von technischem Wissen und wie wir „Innovation“ im wirtschaftlichen Kontext denken grundsätzlich. Und das brauchen wir, um wirklich etwas zu verändern. Dabei geht es insbesondere darum, Pionier:innen zu unterstützen, die mit guten Ideen und Beispielen vorangehen.

Beim Forum Open Hardware, in dessen Rahmen diese Publikation erschienen ist, wurde sich zu solchen Forderungen ausgetauscht. Im Beitrag „Open Hardware fördern“ wird auf die Ergebnisse verwiesen. —

<sup>3</sup> <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2017.08.009>

VON MAXIMILIAN VOIGT



# OPEN SOURCE: SELBSTVERSTÄNDNIS UND WEG EINER ZIRKULÄREN WIRTSCHAFT

*Das Prinzip Open Source ist ein Schlüsselement für die Verbreitung von Technologie, das sich bei Software bereits als erfolgreich erwiesen hat. Ein Prinzip, das in den letzten zwei Jahrzehnten auch im Bereich der Hardware vorangeschritten ist. Doch die Entwicklung erscheint langsam. Nicht nur die Werkzeuge, auch Rohstoffe, Standardteile und das Fertigungs-Know-how variieren stark zwischen verschiedenen geografischen Standorten. Open-Source-Projekte neigen eher dazu, sich zu verzweigen als zu konvergieren, was zu partieller und lokaler Optimierung führt. Jüngste Forschungsarbeiten mit Fab Labs und Herstellern untersuchen daher nicht nur die Technologie, sondern auch soziale Gemeinschaften, Geschäftsmodelle und Geschäftslebenszyklen von Open Source. Ein solcher Ansatz erhöht den Nutzen von Open-Source-Hardware als intermediare Technologie.*

In der Vergangenheit stand die Zusammenarbeit im Mittelpunkt technologischer Entwicklungen, bevor die aggressive Anwendung von Patent- und Urheberrechtsregelungen die gemeinsame Nutzung technischer Konzepte zu verhindern begann. Beispiele sind die frühe Stahlherstellung, die ersten Flugzeuge oder Computerprogramme. Auf dem Gebiet von Software haben Programmierer:innen begonnen, diesem Effekt entgegenzuwirken, indem sie Open-Source-Lizenzen eingeführt haben, um die gemeinsame Nutzung von Code wieder zu ermöglichen. Tatsächlich sind heutzutage einige der wichtigsten Softwareprogramme, die das Internet antreiben, Open Source, wie z. B. das Betriebssystem Linux oder der Apache-Webserver, der im Hintergrund vieler Alltagstechnologien läuft.

Während die geteilte Nutzung von Designs im Do-it-yourself-Bereich schon lange üblich ist, wurden die Open-Source-Prinzipien erst in den ersten Jahrzehnten des einundzwanzigsten Jahrhunderts auf Hardware und Design angewandt. Open-Source-Hardware-Projekte begannen in der Mikroelektronik und der Computerhardware häufig in Wissenschaft und Bildung. Andere praktische Anwendungsbereiche folgten – wie zum Beispiel Autos, Lastenfahrräder und Büromöbel. In jüngster Zeit hat das Deutsche Institut für Normung (DIN) mit der DIN SPEC 3105 eine formale Definition von „Open-Source-Hardware“ veröffentlicht. Eine DIN SPEC – kurz für DIN SPECification – ist ein einheitlicher Leitfaden und Orientierungshilfe für Unternehmen, Organisationen und Interessengruppen. Dass nun eine solche Definition für Hardware vorhanden ist, ist ein großer Schritt. In ihr wird Open-Source-Hardware bezeichnet als „Hardware, deren Baupläne öffentlich zugänglich gemacht wurden, so dass alle sie studieren, verändern, weiterverbreiten sowie darauf basierende Hardware herstellen und verkaufen können“. Open-Source-Hardware trage wesentlich dazu bei, eine funktionierende Circular Economy, also ein

nachhaltiges, zirkuläres Wirtschaftsmodell, aufzubauen, so heißt es in der Norm.

Doch trotz dieser Erfolge scheint die Entwicklung von Open-Source-Hardware eher langsam voranzuschreiten, insbesondere im Vergleich zu Open-Source-Software. Es gibt viele Gründe, die dies erklären könnten. Nicht überall sind gleichermaßen vertiefende Erfahrungen mit Werkzeugen und Fertigungsmethoden vorhanden. Rohstoffe wie Stahl oder Standardteile wie Muttern, Schrauben und Bleche unterscheiden sich von Land zu Land. Metrische und imperiale Maße müssen umgerechnet werden, und die Teile lassen sich nicht ohne weiteres miteinander kombinieren. Darüber hinaus sind sich Ingenieur:innen und Designende bei der Wahl technischer Lösungen selten einig. So verzweigen sich Open-Source-Hardwareprojekte eher, als dass sie sich weiterentwickeln und ergänzen. Die Vielzahl der 3D-Drucker, die auf der Grundlage des ursprünglichen Open-Source-Hardware-Projektes Rep Rap entwickelt wurden, ist ein gutes Beispiel dafür. Partielle und lokale Optimierungen sind die Folge, die einen globalen Standard zunehmend unmöglich machen.

Offensichtlich ist es mehr als nur die technische Seite der Open-Source-Technologien, die zu ihrer globalen Relevanz und ihrem sinnvollen Beitrag verhilft. Darum haben Wissenschaftler:innen, die Open-Source-Hardware erforschen, auch Unternehmer:innen, Firmen und Projektinitiativen untersucht, insbesondere in Bezug auf die Frage, wie sie sich organisieren. Diese Studien lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen. Die erste Gruppe hebt hervor, dass der Wertschöpfungszyklus bei Open-Source-Projekten insbesondere auf dem Bewahren von Werten basiert und nicht auf deren Abschöpfung. In dieser Hinsicht können Open-Source-Technologien wie ein (digitales) Gemeingut behandelt und verwaltet werden. Die zweite Gruppe betont, wie wichtig es

ist, bei der Gestaltung des Geschäftsmodells über das eigene Unternehmen hinauszublicken. Viele Projekte beziehen sowohl vorgelagerte (Lieferanten) als auch nachgelagerte (Kunden) in ihre Wertschöpfungsaktivitäten ein und verbinden diese Aktivitäten von der mittleren Ebene eines Open-Source-Projekts mit der höheren Ebene der Institutionen und ihren jeweiligen individuellen Tätigkeiten. Einige Autoren bezeichnen diese Geschäftsmodelle als „gemeinschaftsbasiert“. Die dritte Gruppe betont, dass Open-Source-Projekte häufig verschiedene Geschäftsmodellmuster gleichzeitig anwenden und dass die Komplexität der Kombination von Geschäftsmodellmustern mit zunehmender Projektreihe zunimmt.

Als (digitales) Gemeingut ist Open-Source-Hardware in Kombination mit lokalen Fertigungskapazitäten – in die Module von Open-Source-Hardware-Designs übernommen werden können – das Herzstück globaler Lieferkettensysteme, die dem Modell „designe global, fabriziere lokal“ folgen. Ein solches Modell stützt sich auf gemeinsam genutzte Ressourcen, sowohl in Bezug auf das Technologiedesign als auch auf die Fertigungskapazitäten, wie z.B. Fab Labs, Maker Spaces und ähnliche gemeinsam genutzte Werkstätten. In der Anfangsphase der globalen Covid-Pandemie, als große Teile der Gesellschaft von den Regierungen in aller Welt in den Lockdown versetzt wurden und die globalen Versorgungsketten zusammenbrachen, entstand ein – wenn auch lediglich vorübergehend funktionierendes – globales System zur Herstellung persönlicher Schutzausrüstung. Dies demonstrierte den Nutzen von Open-Source-Hardware in einer neuartigen soziotechnischen Konfiguration, die die Verbindung und Herstellung auf technische und zutiefst soziale Weise als neues Modell der internationalen Zusammenarbeit und Aneignung förderte. Es bleibt zu spekulieren, warum dieses System die ersten Lockdowns nicht überlebte, wo es doch so viele Aspekte erfüllte, die zirkuläre Wirtschaftsmodelle erfordern.

Gemeinschaftsbasierte Geschäftsmodelle bauen auf einer kollektiven Verpflichtung zur Sorgfaltspflicht für ein Gemeingut auf, es zu schaffen, zu bewahren, und davon in Maßen zu profitieren. Damit umreißen diese Geschäftsmodelle ein fundamentales Gegenprinzip zu den ökologischen, sozialen und monetären extraktiven Geschäftsprinzipien multinationaler Unternehmen und der etablierten Betriebswirtschaftslehre. Sie positionieren Werterhalt als Gegenpol zu konventioneller „Wertschöpfung“ (mit der damit notgedrungen verbundenen Externalisierung und Sozialisierung von negativen Effekten und Kosten). Damit verzichten gemeinschaftsbasierte Geschäftsmodelle auf die neoliberalen Illusion des Individuums als Motor des Wohlstands. Die Offenheit von Open Source verbindet diese Modelle mit einer Verpflichtung des Individuums zum Beitrag am Kollektiv – beispielhaft manifestiert in der „Share-alike-Klausel“ (Weitergabe unter gleichen Bedingungen) der Creative-Commons-Lizenzen.

Die ökonomische und technologische Komplexität heutiger industrieller Wertschöpfungsketten stützt sich auf die Konzepte „freier“ Markt und Patente – die weder frei noch offen sind. Die Vision von Open-Source-Technologie ist nicht rückwärtsgewandt oder traditionell, sondern die einer „Intermediary technology“ (intermediären Technologie), ursprünglich gefordert für Entwicklungsländer – in unserer bekannten Global-North-Überheblichkeit. Intermediäre Technologien, auch als angepasste Technologien oder Zwischentechnologien bekannt, sind einfacher, billiger und freier als die Hochtechnologie der heutigen Industrie. Open-Source-Hardware als Zwischentechnologie verspricht, Technologieentwicklung als nachhaltige, offene Produktion zu betrachten. —

VON PROF. PETER TROXLER

#### Ausgewählte Literatur

- Bessen, J., & Nuvolari, A. (2011). Knowledge Sharing among Inventors: Some Historical Perspectives. In *LEM Papers Series* (Nr. 2011/21; LEM Papers Series). Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.  
<https://ideas.repec.org/p/ssa/lemwps/2011-21.html>
- Smith, A., Fressoli, M., Abrol, D., Arond, E., & Ely, A. (2017). Grassroots Innovation Movements. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315697888>
- Thomas, L., Evrard Samuel, K., & Troxler, P. (2023). Building an Open Source Hardware Business Model. In F. J. Monaco (Hrsg.), *Business Models and Strategies for Open Source Projects*. IGI Global.
- Troxler, P., & Wolf, P. (2017). Digital maker-entrepreneurs in open design: What activities make up their business model? *Business Horizons*, 60(6), 807–817. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.07.006>



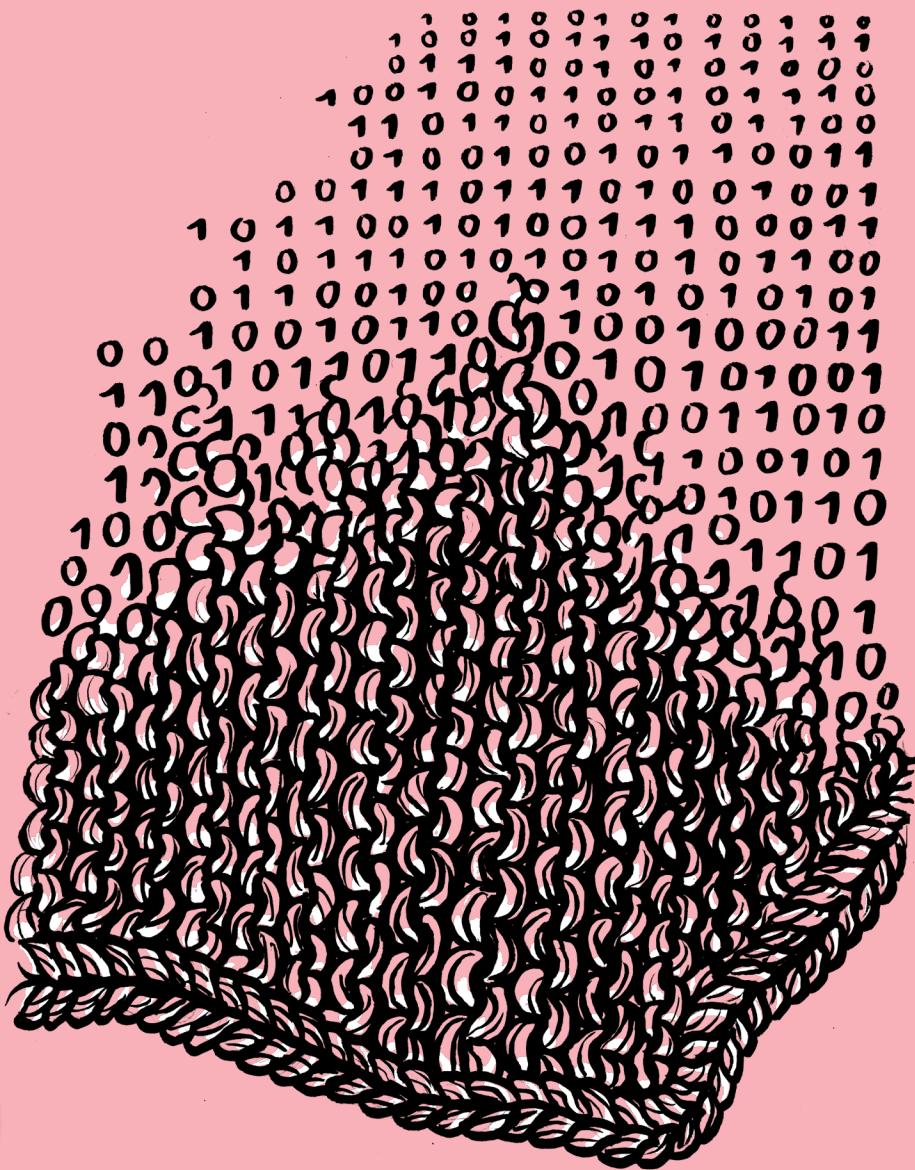
# HARDWARE FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE GESELLSCHAFT

Verklebte Gehäuse, keine Ersatzteile, geplante Obsoleszenz sowie eine ungerechte Verteilung von Wissen und Infrastruktur: Technik ist schon immer auch eine Frage der Macht und hat große Auswirkungen auf unsere Umwelt. In den letzten Jahrzehnten ist die Produktion immer globaler geworden. Verbraucher:innen bekommen kaum noch Informationen zu den Geräten, die sie erwerben und täglich nutzen. Daraus entstehen Abhängigkeiten und die Frage, wem das Smartphone oder Auto am Ende wirklich gehört. In der Einleitung war bereits die Rede von engagierten Pionier:innen und zivilgesellschaftlichen Communitys, die Gegenmodelle schaffen. Sie zu unterstützen sollte eine zentrale Aufgabe unserer Zeit sein. Denn an der Schnittstelle zur Hardware entstehen viele zentrale Fragen zur Neuausrichtung von Wertschöpfung, Geschäftsmodellen und internationaler Kooperation. Technische Entwicklung erscheint als eine Aktivität sozialer Netzwerke.

Das Pilotprojekt Prototype Fund Hardware hat sich dieser Aufgabe gestellt. Aus 50 Bewerbungen wurden sechs Projekte ausgewählt und acht Monate lang unterstützt. Der Pilot war Teil des Forschungsprojektes MoFab, das von der Open Knowledge Foundation Deutschland sowie der Universität Potsdam, dem Wissenschaftsladen Potsdam und der AWO Brandenburg Süd betreut wurde. Ein Ziel des Projektes war es, Rahmenbedingungen für ein Fundingprogramm zu entwickeln, welches Open Hardware langfristig fördert. Eine weitere Forschungsfrage war außerdem, welche Potenziale in durch und für die Zivilgesellschaft entwickelter Hardware liegen. Im Folgenden werden die sechs Projekte in Interviews exemplarisch vorgestellt. Bei der Auswahl lag der Fokus auf Ideen, die Probleme lösen, welche im öffentlichen Interesse liegen. Es ging also weniger um Konsumgegenstände, sondern um Hilfsmittel oder Basistechnologien, die uns bei individuellen und globalen Herausforderungen helfen.

Die Interviews führte Maximilian Voigt. —

## ↪ GARNPRODUKTION VON UNTERN



4 [https://gitlab.com/  
StudioHILO/hilo-spin  
ning-machine](https://gitlab.com/StudioHILO/hilo-spinning-machine)

Die Textildesignerin Sara Diaz Rodriguez und die Innovationsberaterin Natalija Krasnoperova bieten mit Studio HILO Bildungsangebote im Bereich der Textilproduktion an. Dafür haben sie eine Art 3D-Drucker für Garn gebaut und als Open Hardware veröffentlicht<sup>4</sup>. Durch den Prototype Fund Hardware entwickelten sie eine Textilrecyclingmaschine. Mit der ist es möglich, im kleinen Stil lokal ausgediente Kleidungsstücke wieder nutzbar zu machen und sozusagen dem Produktionskreislauf erneut zuzuführen – wie dem 3D-Drucker für Garn. Ziel ist es, einen kleinen Maschinenpark zu schaffen, der eine vollwertige lokale Textilproduktion ermöglicht.

Der Fokus von Studio HILO liegt darauf, Wissen über Textilien, das Experimentieren und ihre technischen Entwicklungen zu teilen. Das machen sie durch Workshopangebote und Trainings. Sie unterstützen zum Beispiel Menschen darin, eine Kleinstproduktion mit Hilfe ihrer Maschinen aufzubauen, erste Materialien zu produzieren und damit Textilprototypen zu entwickeln. Neben dem lokalen Recycling geht es ihnen also auch darum, dass Menschen niederschwellig Textilprototypen entwickeln können, um sie dann in die Produktion mit der Industrie zu bringen.

**Textilmaschinen haben Tradition. Welche Vision verfolgt ihr mit euren Geräten, für wen baut ihr sie?**

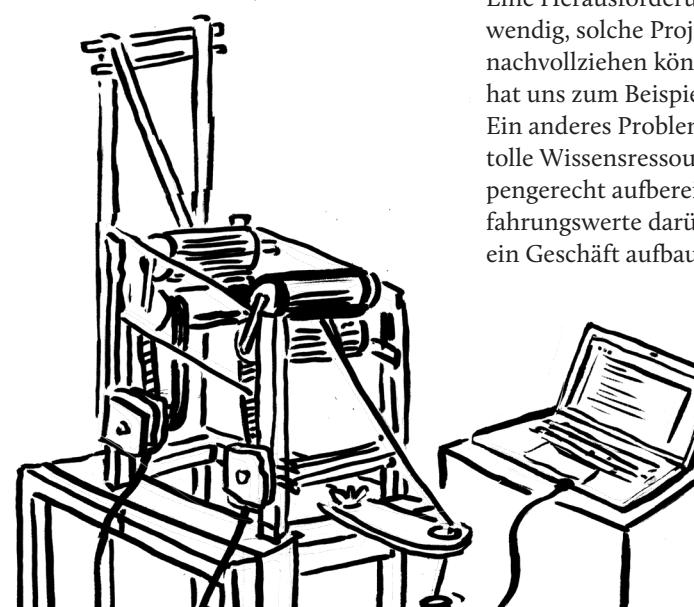
Wir arbeiten mit ganz unterschiedlichen Menschen zusammen. Es sind Einzelpersonen wie Textildesignende, aber auch Forschende oder ganze Forschungsinstitute, die an der Entwicklung von Textilien arbeiten. Denn wir haben immer eine Lücke zwischen dem Textilhandwerk und der Industrie gesehen. Zwischen dem heimischen Spinnrad oder

Webstuhl und der Großproduktion im industriellen Maßstab, wo Anlagen ganze Hallen füllen, gibt es wenig. Diese Lücke möchten wir mit unseren Maschinen schließen. Wir bilden die Anlagen der Großindustrie im kleinen Maßstab nach. So lässt sich lokal loslegen, ein Prototyp entwickeln oder im Kleinen produzieren. Der Sprung zur Großproduktion ist nicht so weit und es ist leichter, lokal zu experimentieren. Es geht also darum, die industrielle Produktion zu öffnen und einfacher zu gestalten. Ziel ist also, eine unabhängige Garnproduktion zu erreichen. Denn der Industriebereich ist sehr geschlossen und voraussetzungsreich.

Was dabei entstehen kann, hat sich zuletzt mit einer dänischen Designerin gezeigt. Mit ihr haben wir Garne überdreht, was bisher als ein Fehler angesehen wird. Wir haben festgestellt, dass solche Garne in Geweben verarbeitet elastischer werden. Jetzt ist die dänische Designerin an die Industrie herangetreten und hat sie beauftragt, diesen vermeintlichen Fehler zu begehen, weil sie eben zu dieser Erkenntnis im Rahmen der Kleinproduktion gekommen ist. Hier sehen wir ein großes Potenzial: Citizen Design – von den Menschen zur Industrie und nicht umgekehrt.

**Ihr arbeitet schon länger an Textilmaschinen, was habt ihr aus der Zeit gelernt?**

Anfangs hat niemand verstanden, wozu diese Maschinen wichtig sein könnten. Wir haben mit der Zeit gelernt, wie wir uns und die Idee besser erklären können – insbesondere gegenüber der Industrie. Bisher gibt es in diesem Bereich keinerlei Open-Source-Technologien. Gegenüber neuen Ideen zeigt man sich eher verschlossen. Die Textilbranche ist in der Krise und klammert sich an Altem fest. Wenn Neues entsteht, dann im Bereich der technischen Textilien, aber nicht in der klassischen Produktion von Naturfasern. Aktuell gibt es einen Generationswechsel. Hier möchten wir mitmachen.



**Ihr werdet sicher häufig gefragt, wieso ihr euer Design als Open Source zur Verfügung stellt, was antwortet ihr?**

Wir sind mit HILO gestartet, weil die Textilindustrie sehr geschlossen ist. Menschen verheimlichen, wo sie ihre Garne herbekommen. Es geht viel um Kampf und eine Ellenbogenmentalität, dabei ist es eine der ältesten Industrien. Wir wollten das ändern. Es geht also auch um ein neues Mindset im Textildesign. Wir haben festgestellt, dass es keinen Sinn macht, solche Maschinen geschlossen zu vermarkten. Dafür ist das Feld zu klein. Außerdem geht es ja um die Entwicklung von Ideen. Wie gestalten wir schöne, nachhaltige Kleidungsstücke? Für neue Ideen brauchen wir offene Räume. So kam unser Entschluss zustande, uns eher auf Wissensvermittlung und den Aufbau einer Community um unsere Maschinen zu konzentrieren. Durch diesen offenen, iterativen Ansatz entstehen am Ende Maschinen, die wirklich gebraucht werden, die reparierbar und an die Bedürfnisse der Designenden angepasst sind.

**Seid ihr auf besondere Probleme gestoßen, weil ihr euer Produkt Open Source gestaltet habt?**

Eine Herausforderung ist die Dokumentation. Es ist sehr aufwendig, solche Projekte so zu dokumentieren, dass Dritte sie nachvollziehen können. Es gibt wenige Vorlagen. Geholfen hat uns zum Beispiel die DIN Spec 3105<sup>5</sup>. Ein anderes Problem ist, dass es zwar viele gute Projekte und tolle Wissensressourcen gibt. Aber oft sind sie nicht zielgruppengerecht aufbereitet. Außerdem fehlen gut aufbereitete Erfahrungswerte darüber, wie ich aus meiner Open-Source-Idee ein Geschäft aufbaue. Darauf haben wir viel Zeit verwendet.

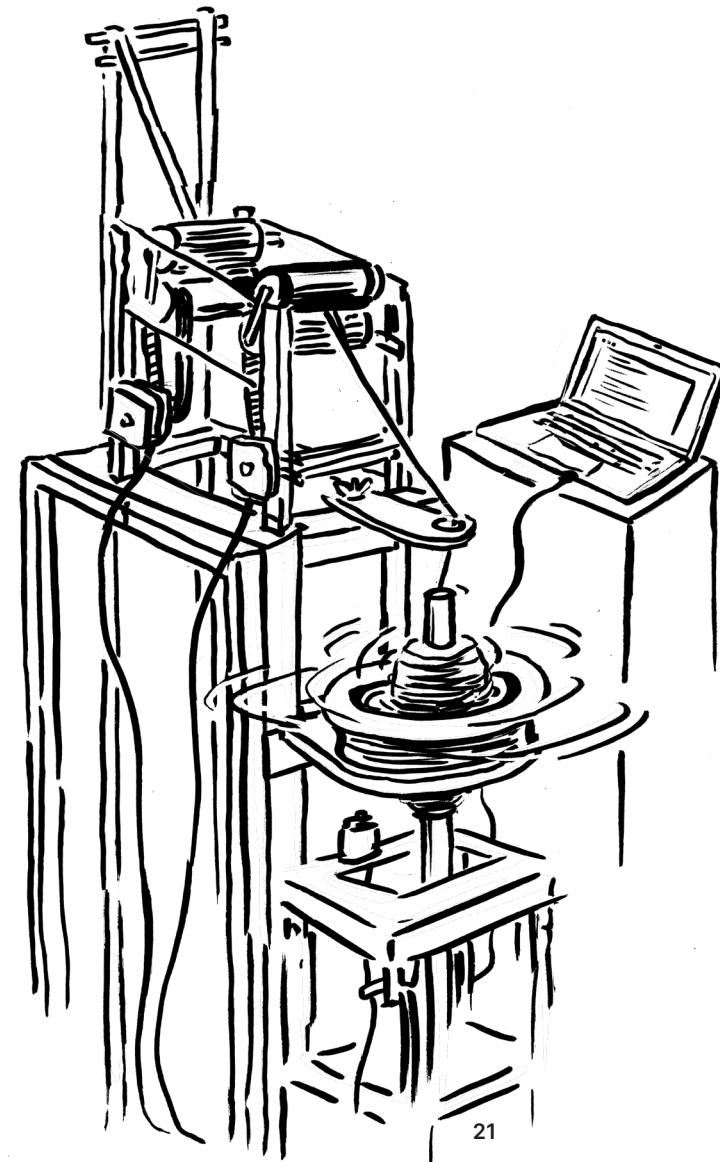
5 <https://hardware.prototypefund.de/gute-dokumentation-ose-entwickelt-community-review-prozess/>

Ihr habt ja inzwischen ein Geschäftsmodell. Wie sieht das aus?

Normalerweise werden im Open-Source-Hardware-Bereich Ansätze gewählt, bei denen es um den Verkauf von Bausätzen oder Starter-Kits geht. Wir kamen schnell zu dem Schluss, dass wir eigentlich keine Maschinen produzieren und verkaufen möchten. Das hat drei Jahre gedauert. Letztendlich haben wir unser Geschäftsmodell auf Beratungsleistungen und Bildungsangebote aufgebaut. Wir begleiten also andere dabei, z.B. eine Mikroproduktion für Garn aufzubauen oder bei der Ideenentwicklung für neue Materialien oder Garndesigns.

#### Gibt es Zukunftspläne?

Wir möchten einen vollständigen Open Source Maschinenpark für Textilien entwickeln, mit dem die unabhängige Herstellung vom Material bis zum Produkt möglich ist. Dazu gehört das Spinnen und Zwirnen – diese Maschinen haben wir schon –, das Kardieren (Fasern kämmen) – daran arbeiten wir gerade – und das Streckwerk (zur Faserbänderherstellung), diese Maschine fehlt uns noch. Damit möchten wir uns aktiv an der dezentralen Garnproduktion beteiligen. Perspektivisch können wir uns das auch selbst vorstellen und hier in Berlin z.B. aus Brandenburger Materialien Garne spinnen. Denn aktuell gibt es einen Garnmangel, dem wir mit solchen regionalen Produktionen begegnen können.





## ↪ MIT WIND STROM SELBST ERZEUGEN

Die Ingenieure Immanuel Dorn, Lukas Ferber, David Schnieders und Linus Unmüßig bilden zusammen das Windkit-Team. Sie bauen eine Kleinwindenergieanlage für die Versorgung von Inselsystemen. Das sind Netzwerke zur Versorgung mit Strom, die nicht an das allgemeine Stromnetz angeschlossen sind. Die Anlage lädt also z.B. Batterien auf, die dann durch einen Wechselrichter auch ganz normale Haushaltsgeräte versorgen können. Das Windrad hat eine Nennleistung von 400 W, durch die Batterien als Zwischenspeicher können kurzweilig aber auch höhere Leistungen über den Wechselrichter entnommen werden.

Anfangen haben sie mit Workshops zum Bau von Kleinwindenergieanlagen nach Plänen von Hugh Piggott<sup>6</sup>. Dabei haben sie praktisches und theoretisches Wissen über verschiedene Gewerke vermittelt, aber auch über Windkraftanlagen insgesamt. Mit dem Prototype Fund Hardware haben sie einen weiterentwickelten Prototypen dokumentiert<sup>7</sup>.

**Windkraftanlagen sind eine verbreitete Technologie. Welche Vision verfolgt ihr mit eurem Gerät, für wen baut ihr es?**

Die Firmen im Kleinwindbereich kommen und gehen, mit immer wieder ähnlichen Konzepten und Anlagen. Das hat zur Folge, dass immer wieder technische Lösungen verfallen, weil es z.B. keine Ersatzteile mehr gibt und keine Wartungsmöglichkeiten mehr bestehen. Deswegen heißt die Zukunft im Kleinwindbereich Open Source. Es wird nicht anders gehen, da es sich um eine Nischentechnologie handelt. Open-Source-Hardware ist ein guter Weg, um daran

<sup>6</sup> <https://scraigwind.co.uk/all-of-the-books-by-hugh-how-to-get-them/>

<sup>7</sup> <https://git.erni-kollektiv.org/erni/windkit>

kollaborativ zu arbeiten und eine langlebige Lösung für alle zu schaffen. Daran arbeiten wir.

Unsere Anlage ist insbesondere für Menschen, die sich selbst mit Energie versorgen wollen. Dabei sollte es den Nutzenden nicht darum gehen, Geld zu sparen. Denn eine solche Anlage zu betreiben ist aufwendig. Die Menschen, die sie betreiben, müssen Lust darauf haben. Außerdem sollten sie ein technisches Grundverständnis mitbringen, insbesondere, um die Anlage zu bauen und zu warten. Der richtige Platz und Wind sollten auch vorhanden sein. Das klingt erstmal profan, aber vielen ist nicht klar, dass eine solche Anlage nicht überall funktioniert.

**Ihr seid schon lange im Kleinwindbereich, was habt ihr aus der Zeit gelernt?**

Viele Menschen überschätzen das Windpotenzial, was sie bei sich meinen vorzufinden und damit den Strom, den sie von einer Kleinwindanlage erwarten können. Auch gehen viele davon aus, dass sie ihr Windrad einfach aufstellen und es dann 20 Jahre lang läuft und Strom erzeugt. Nachbarn und Bauämter werden ebenfalls häufig überschätzt, was ihre Toleranz für solche Anlagen angeht. Auch hier kann Open Source ansetzen und diese Erfahrungen ehrlich kommunizieren, die von vielen Startups immer wieder verzerrt dargestellt werden.

**Ihr werdet sicher häufig gefragt, wieso ihr euer Design als Open Source zur Verfügung stellt, was antwortet ihr?**

Wir haben viel gelernt aus Open-Source-Projekten. Daher sehen wir es auch in unserer Pflicht, Wissen wieder zurückzugeben. Es macht einfach Sinn, dass wir Erkenntnisse teilen und sie nicht immer wieder aufs Neue in der ganzen Welt gemacht werden müssen. Außerdem weiß ich auch aus eigenen Reparaturerfahrungen, dass es frustrierend ist,

nichts über das Gerät zu wissen, das vor mir liegt. Ich habe mich schon oft über verklebte Gehäuse geärgert. Daher ist es mir auch aus Ressourcengründen wichtig, dass es mehr offene Hardware gibt. Ein veränderbares und gut dokumentiertes Produkt lässt sich einfach leichter reparieren und recyceln.

**Eure Anlage bestand früher aus recycelten Teilen, der neue Prototyp ist anders, warum?**

Genau, bei den Workshops haben wir viel auf recycelte Bestandteile gesetzt. Allerdings war es oft anspruchsvoll, das Passende zu finden. Zum Beispiel kam das Lager immer aus alten Autos. Die müssen erstmal vor Ort sein und auseinandergenommen werden. Wenn eine Anlage überall gebaut und repariert werden können soll, ist es besser, auf Normteile zu setzen. Das sind Industrieteile, die an vielen Orten der Welt verfügbar sind. Daher sieht der neue Prototyp auch anders aus. Natürlich kann man noch immer auf vorhandene Ressourcen zurückgreifen. Aber so ist es erstmal niedrigschwelliger, die Windanlage nachzubauen und Ersatzteile zu finden.

**Seid ihr auf besondere Probleme gestoßen, weil ihr euer Produkt Open Source gestaltet habt?**

Ich würde weniger von Problemen, sondern eher über Herausforderungen sprechen. Zum Beispiel war es für uns recht aufwendig, erstmal die ganzen Normen und möglichen Teile zu recherchieren, die für unsere Anlage in Frage kommen. Wir haben ja den Anspruch, den Nachbau möglichst leicht zu machen. Dabei geholfen haben uns auch Vorarbeiten, wie die DIN 3105<sup>8</sup>, in der z.B. geregelt ist, wie eine Liste von Bestandteilen zu strukturieren ist und welche Mindestanforderungen an die Dokumentation der jeweiligen Komponenten gestellt wird.

<sup>8</sup> <https://hardware.prototypefund.de/gute-dokumentation-ose-entwickelt-commu-review-prozess/>

Insgesamt ist es anspruchsvoll, eine gute Dokumentation zu entwickeln. Wie strukturiere ich meine Entwicklung, dass sie durch meine Zielgruppe möglichst gut verstanden wird? Denn im Gegensatz zu Software, wo ich mir den Code herunterlade, den Compiler starte und der mir dann das Endprodukt, das Programm, zusammenbaut, **ist bei Hardware der Mensch der Compiler**. Was muss ich ihm vermitteln, dass er alle nötigen Informationen hat? Ich muss es für ihn verständlich aufschreiben. Das ist eine große Herausforderung. Normen helfen hier weiter, aber reichen nicht aus.

Außerdem ist es eine Herausforderung für Hardwareentwickler:innen, den Open-Source-Versionierungsprozess zu verstehen und auf Hardware zu übertragen. Das sind Tools, die aus der Softwareentwicklung kommen und oft ganz anders funktionieren, als Tools, die für die Hardwareentwicklung genutzt werden. Wenn wir diese Workflows nicht gut erklären, dann bleiben solche Dokumentationen einfach nur Nerds vorbehalten. Hier können wir sicher viel aus der Softwareentwicklung lernen, aber es braucht auch einige Anpassungen. Denn Kollaboration funktioniert im Bereich der Hardware einfach anders. Wir müssen viel mehr kommunizieren.

#### Gibt es Zukunftspläne?

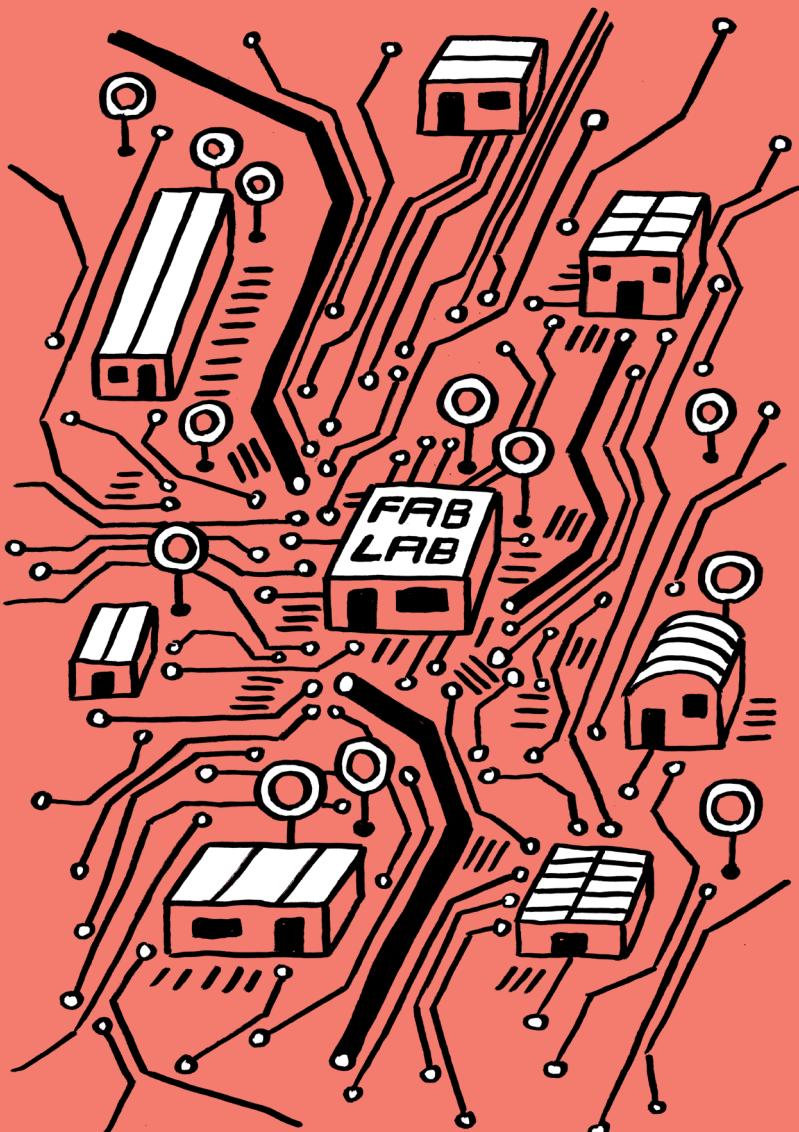
Wenn eine Testanlage über einen längeren Zeitraum gute Ergebnisse geliefert hat, können wir uns vorstellen, einen Bausatz anzubieten. Aber dafür gibt es noch keinen konkreten Zeitplan. Uns ist erstmal wichtig, dass die Qualität stimmt. Es gibt einfach zu viele schlechte DIY-Anlagen.



# ↪ OFFENE WERKSTÄTTEN ALS PLATINENHERSTELLER

FORUM OPEN: HARDWARE 2023

OFFENE WERKSTÄTTEN ALS PLATINENHERSTELLER



Die Physiker und Laserexperten Andreas Kahler, Andreas Welzmüller und Tobias Gutmann arbeiten zusammen an Laser4DIY<sup>9</sup>. Sie bauen ein Gerät, das mithilfe eines Lasers Elektronikplatten herstellen kann. Platten sind die Grundlage von allen elektronischen Geräten. Auf ihnen sind die Bauteile miteinander verbunden durch sogenannte Leiterbahnen. Die brennt ihr Laser in eine Kupferfläche nach dem Vorbild eines digitalen Designs. Ihr Gerät ist vor allem für Offene Werkstätten, also Kleinproduktionen gedacht.

## Woran arbeitet ihr genau?

Für die Herstellung von Platten gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bei dem Laser handelt sich um eine elegante Methode, weil es berührungslos funktioniert und sich damit sehr feine Details abbilden lassen. Etablierte Methoden, wie das Isolationsfräsen oder Ätzen funktionieren anders und haben Nachteile. Beim Ätzen muss man mit gefährlichen Chemikalien hantieren und man produziert Sondermüll. Beim Isolationsfräsen handelt es sich um ein ähnliches Verfahren wie bei der Laserstrukturierung. Statt einem Laser wird dort mit einer Fräse das Kupfermaterial abgetragen. Der Nachteil dieser Methode ist die erreichbare Auflösung, denn die Fräsbahn kann eine gewisse Breite nur schwer unterschreiten. Mit dem Laser lassen sich beide Nachteile überwinden, da keine ätzenden Chemikalien zum Einsatz kommen und sich sehr hochauflösend arbeiten lässt.

## Welche Vision verfolgt ihr damit, für wen baut ihr euer Gerät?

Andreas hat das FabLab in München mitgegründet und kommt aus dem Umfeld der Offenen Werkstätten<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> <https://hardware.prototypefund.de/project/laser4diy/>

<sup>10</sup> <https://www.offene-werkstaetten.org/seite/offene-werkstaetten>

An solchen Orten versuchen wir, anderen Werkzeuge, Maschinen und Methoden zur Verfügung zu stellen, um möglichst viele Dinge selbst machen zu können. Natürlich können wir auch Services nutzen, um beispielsweise Platinen herstellen zu lassen. Allerdings gibt es dabei zwei Probleme: Zum einen möchten unsere Nutzenden mit den Maschinen experimentieren und das Verfahren sozusagen in den eigenen Händen halten. Auch, um Dinge machen zu können, die nicht zum Standard eines Dienstleisters gehören. Zum anderen dauert es einfach länger, etwas in Auftrag zu geben, als es lokal schnell selbst zu fertigen. Vorausgesetzt, es gibt eine geeignete Maschine dafür. Es in Auftrag zu geben führt zu Verzögerungen in einem Projekt. Das passt nicht zum „Rapid Prototyping“ und kurzen Iterationszyklen. Durch das schnelle Testen werden Fehler sofort erkannt und der kreative Prozess bleibt lebendig.

**Das sind wichtige Anwendungsfelder. Ihr werdet sicher häufig gefragt, wieso ihr euer Design als Open Source zur Verfügung stellt, was antwortet ihr?**

Generell sind wir Open-Source-Fans. Das kommt daher, dass wir aus dem FabLab-Umfeld kommen. Ohne Open Source bzw. Open Hardware könnte unser Ort, wie er heute ist, wahrscheinlich nicht existieren. Zahlreiche Maschinen sind bei uns offen. Einerseits, weil sie oft sehr viel günstiger sind. Andererseits können wir sie selbst reparieren, warten und mit ihnen experimentieren, um sie z.B. an unsere Bedarfe anzupassen. Für uns ist es also selbstverständlich, dass wir Baupläne zur freien Verfügung stellen, wenn wir etwas entwickeln.

Im Falle von Laser4DIY, also im Bereich Laserstrukturierung, gibt es noch andere Gründe. Das, was wir entwickeln, ist kein neues Verfahren. Solche Maschinen gibt es im Industriebereich. Aber sie sind sehr teuer und daher uninteressant

für offene Werkstätten wie unsere. Unser Ziel war es also, das Ergebnis möglichst kostengünstig zu halten. Open Hardware kann dabei helfen und war daher das Mittel unserer Wahl.

**Seid ihr auf besondere Probleme gestoßen, weil ihr euer Produkt Open Source gestaltet habt?**

In unserem Fall gibt es hauptsächlich Vorteile, einen Open-Source-Ansatz zu verfolgen. Eine Herausforderung war es, den Aufbau günstig zu halten, insbesondere bei der Konstruktion der Laserquelle. Denn die muss genug Leistung haben, um das Kupfer abzutragen. Wir haben sie daher selbst entwickelt, weil konventionelle Laserquellen sehr teuer sind. Dazu mussten wir viel experimentieren. An dieser Stelle ist der Open-Source-Ansatz gut geeignet, da uns jetzt andere bei der Verbesserung niederschwellig helfen können, indem sie sich die Dokumentation anschauen und uns Feedback geben. Außerdem können sie die Laserquelle für andere Anwendungen nutzen. Darin liegen die Vorteile von Open Source. Das wäre mit einem geschlossenen Ansatz nicht möglich.

**Gibt es Zukunftspläne?**

Wir wollen das Gerät nicht selbst produzieren und vertreiben, werden aber wahrscheinlich einen Bausatz anbieten. Allerdings müssen wir vorher deutlich mehr Praxiserfahrung sammeln. Bisher haben wir uns hauptsächlich mit der Entwicklung beschäftigt und nicht so sehr mit der Anwendung.

—



## → HEISSDAMPF FÜR MOBILE KÜCHEN

Das Kochkollektiv Solikante kocht auf Festivals, Demonstrationen und anderen zivilgesellschaftlichen Veranstaltungen. André Rießler ist Teil des Kollektivs und entwickelt zusammen mit dem Wissenschaftsladen Potsdam ein mobiles Heißdampfmodul für Geschirrspüler, um das hygienische Arbeiten solcher Kollektive zu gewährleisten. Das Modul soll Off-Grid einsetzbar sein, also in Gegenden ohne Stromversorgung und in eine Abwaschstraße von Kochkollektiven integriert werden. Solche Gruppen kochen mit 20 Personen für bis zu 1200 Menschen. Dafür braucht es viel Logistik. Heißdampf hilft Hygienestandards einzuhalten, die sonst schwer einzuhalten sind, wenn für mehr als 100 Menschen gekocht werden soll. Denn so viel Geschirr lässt sich kaum transportieren. Es muss abgespült werden und das geht bei solchen Mengen nicht mehr so leicht, wenn keine Infrastruktur wie Strom und fließendes Wasser vorhanden ist.

### Gibt es eine solche Maschine nicht schon?

Wir möchten verhindern, dass hunderte Papp- oder Plastikteller im Müll landen. Es geht also auch darum, Ressourcen zu schonen. Es gibt natürlich Heißdampfgeschirrspüler, aber nicht für den mobilen Einsatz. Außer, wir würden große Generatoren dazustellen, die starkstromfähig sind. Das wäre insgesamt sehr teuer. Unsere Idee ist daher, auf Gas zurückzugreifen. Denn mit Gas arbeiten Kochkollektive sowieso. Es ist einfach aktuell die effizienteste Energiequelle, um ohne Strom zu kochen. Wir entwickeln also einen durch Gas beheizten Dampferzeuger, der in herkömmliche gebrauchte oder defekte Industriespülmaschinen eingebaut werden kann. Wir arbeiten also an einem Heißdampfmodul. Das kann natürlich auch für andere Zwecke eingesetzt werden.

**Was ist eure Vision dahinter, für wen entwickelt ihr das Heißdampfmodul?**

Es gibt weltweit zahlreiche mobile Küchenkollektive. Diese arbeiten viel mit selbst entwickelten Modulen. Einerseits, weil die herkömmliche Gastroausstattung sehr teuer ist. Andererseits, weil es Off-Grid einfach andere Anforderungen gibt, als in einer Großküche. Zu dieser Community möchten wir beitragen. Unsere Zielgruppe sind also andere Küchenkollektive. Es geht uns aber auch darum, Infrastrukturen zu schaffen, die in Krisengebieten schnell zum Einsatz kommen können, mit Materialien, die vor Ort verfügbar sind. Denn eine voll ausgestattete mobile Küche, zum Beispiel vom Technischen Hilfswerk, ist nicht so schnell zu bekommen und kostet bis zu einer Million Euro. Die Vision ist, eine Art Datenbank zu schaffen, in der all diese selbst entwickelten Lösungen auffindbar sind, mit denen eine mobile Küche mit geringem Aufwand aufgebaut werden kann.

**Wieso Open-Source-Hardware?**

Küchenkollektive und Offene Werkstätten, aus denen wir kommen, haben eine starke Kultur, Wissen zu teilen. Das gehört also zu unserem Grundverständnis. Auf der anderen Seite geht es auch darum, dass die Lösungen, die wir schaffen, lokal anpassbar sind. Denn die Kollektive arbeiten zum Teil anders, unter unterschiedlichen Bedingungen. Das kann Veränderungen am Gerät erfordern. Das möchten wir ermöglichen. Außerdem lässt sich das Modul leichter verbessern, wenn es offen dokumentiert ist.

**Seid ihr auf besondere Probleme gestoßen?**

Wir bauen ja keine neuen Geschirrspüler, sondern nur ein Modul, um kaputte Altgeräte für den mobilen Einsatz mit Gas umzurüsten. Das wird den Herstellern sicherlich nicht

gefallen, dass in ihren Markengeräten ganz andere Technik verbaut ist. Aber darauf muss es eigentlich hinauslaufen können, wenn wir eine Kreislaufwirtschaft möchten. Hier brauchen wir also mehr Offenheit.

**Gibt es Zukunftspläne?**

Es geht erst einmal darum, den Prototypen im Feld zu erproben. Eine umgebaute Maschine wird also mit der Solikante auf Tour gehen. Wenn das Modul richtig gut funktioniert, dann setzen wir uns dafür ein, dass es in den breiteren Einsatz kommt. Außerdem möchten wir daran mitwirken, dass eine Sammlung einer Open-Hardware-Küchenausstattung entsteht. Dazu möchten wir mit internationalen Kochkollektiven zusammenarbeiten.

—



Das Team von OpenMycoLab baut ein mobiles Labor für die lokale Pilzzucht. Dahinter steckt der Schöner Land e.V., ein Permakulturverein. Dieser ist Teil einer Graswurzelbewegung, wobei Myzel, der sich netzwerkartig ausbreitende Pilz, in ihrem Fall besser passt. Es sind Menschen aus der alternativen, regenerativen Landwirtschaft. In der geht es insbesondere um Kreisläufe. Pilze stehen symbolisch dafür. Denn sie sind sehr wichtig für natürliche Kreisläufe, weil sie eigentlich alles zersetzen können.

#### An was arbeitet ihr genau?

Wir bauen ein Labor zur Selektierung und Anzucht von Pilzen und das in einem Container. Es geht also um eine Hightech-Zelle, mit der wir dann low-tech Pilze draußen anpflanzen.

In der Industrie wird ja schon länger mit der künstlichen Aufzucht von Pilzen gearbeitet – viele Speisepilze im Supermarkt kommen aus Kulturen. Doch diese Art der Produktion hat wenig mit Kreisläufen zu tun, sie ist sehr energieaufwendig. Wir spezialisieren uns darauf, das industrielle Verfahren in die Natur zu bringen. Und dabei müssen wir trotzdem unter Laborbedingungen arbeiten können. Daher der Container.

Dort sterilisieren wir einerseits Substrate oder auch Nährböden und beimpfen sie mit Pilzkulturen. Dadurch wachsen starke Pilze heran, eine Art kritische Masse, die in der Natur überlebt und weiteres Material bevölkert. Wie zum Beispiel einen Strohhaufen. Andererseits selektieren wir im Container Myzel. Es geht also auch um das Erforschen und Aufbewahren von verschiedenen Pilzen.

Der Container besteht insbesondere aus einer Schleuse, die einen dahinterliegenden Reinraum vor Partikeln, Keimen und fremden Pilzsporen schützt. Dabei arbeiten wir mit Filtern, die nahezu alles aus der Luft filtern. Im Container ist dann eine klassische Laborausstattung von Edelstahl-erzeugnissen, zum Beispiel eine sterile Arbeitsbank, ein Autoklav – mit dem sterilisieren wir das Substrat – sowie ein Klimaschrank. In dem erzeugen wir ein künstliches Klima. Das wird insbesondere für die Mykothek benötigt – eine Art Bibliothek für Pilze. Nur, dass es keine toten Bücher sind, sondern lebendes Myzel.

**Euer Projekt ist also der Bau eines Reinraums?**

Genau. Die Pilzzucht ist ein Anwendungsfall, für den eine solche Infrastruktur gebraucht wird. Es gibt aber auch viele andere Anwendungsfälle. Zum Beispiel, um in Katastrophen-gebieten oder abgeschiedenen Regionen medizinisch sterile Orte zu schaffen. Der Reinraumcontainer ist also eine Art Basistechnologie.

**Eure Community hat viel Erfahrung in der Pilzzucht.**

**Was macht ihr anders?**

Auf industrieller Ebene geht es ja darum, immer das gleiche Produkt zu liefern. Das bedeutet, dass auch nur eine Pilz-art angebaut wird. Die wächst aber normalerweise nur zu bestimmten Jahreszeiten. Daher müssen Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr genau gehalten werden. Außerdem wird viel mit Desinfektion und damit auch Chemikalien gearbeitet, um andere Pilze zu vermeiden. Wir pflanzen die Pilze draußen an und greifen dabei auf ganz unterschiedliche Arten zurück. So haben wir über das Jahr verteilt auch immer Pilze, aber eben verschiedene Arten, die mit dem aktuellen Klima klar-kommen. Dabei zersetzen wir gleichzeitig große Mengen von landwirtschaftlichen Abfällen wie Schnittgut oder Kompost.

**Was ist eure Vision dahinter, für wen entwickelt ihr Open-MycоЛab?**

Unsere Vision ist die der regenerativen, kleinteiligen Landwirtschaft. Uns geht es also um Menschen, die in der Permakultur aktiv sind. Aber auch um sozioökonomisch be-nachteigte Menschen oder Regionen in dieser Welt, die von Klimaveränderungen betroffen sind und auf lokaler Ebene Nahrungsmittel produzieren möchten. Denn unser Labor ist auch eine Forschungsstätte, mit der herausgefunden werden kann, was unter welchen Bedingungen wächst.

Es geht also um Hilfe zur Selbsthilfe. Wir stellen uns ein weltweites Netzwerk aus zivilgesellschaftlichen Pilzfarmen vor, die gemeinsam anbauen, forschen und dadurch eine offene Wissensbibliothek anlegen. Damit meinen wir eine Mykothek, die verschiedene Pilzarten und ihre Eigenschaften enthält. Denn Pilze sind nicht nur Nahrungsmittel, sondern können auch für die Zersetzung von Giftmüll eingesetzt werden.

**Wieso Open-Source-Hardware?**

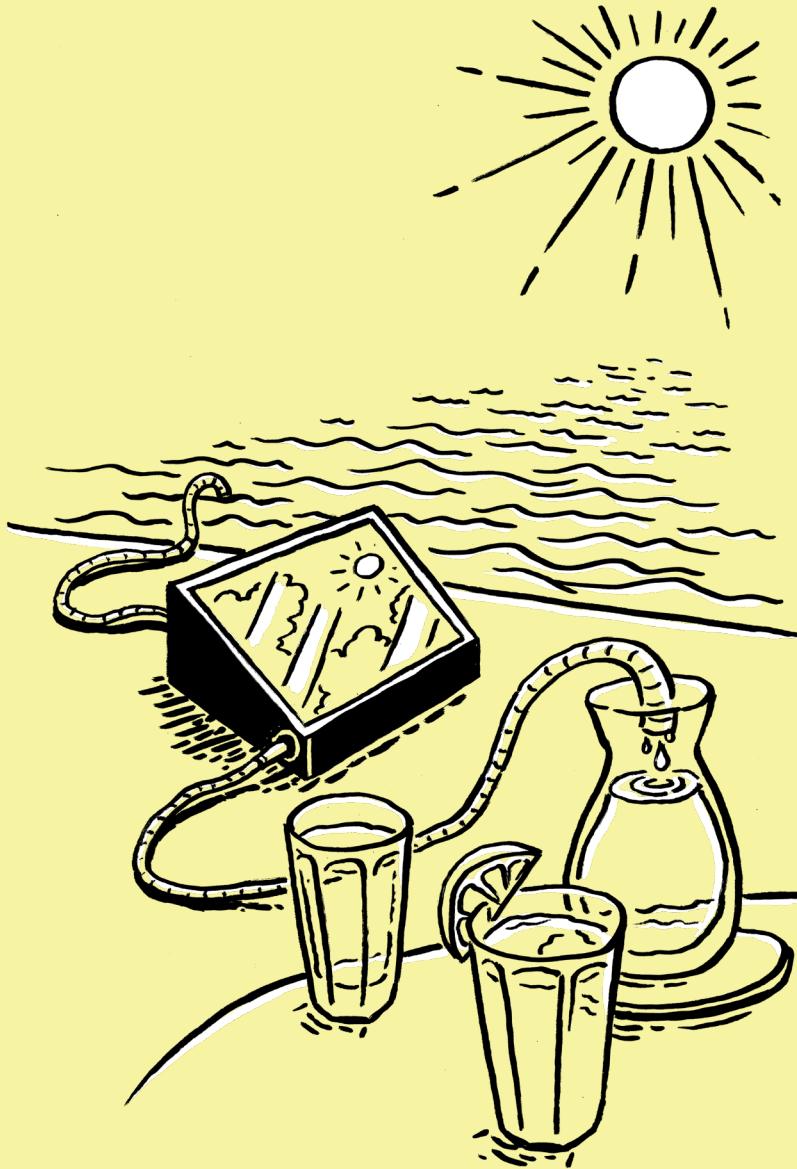
Wir sind in die Open-Source-Idee hineingerutscht. Zum ersten Mal haben wir davon durch eine mobile Offene Werk-statt erfahren, die zu uns in die Region gekommen war. Dort gab es einen Workshop zum Thema. Wir haben es als sehr angenehm empfunden, weil der Open-Source-Gedanke so sehr mit Kooperation verbunden ist. Ohne die würde unser Ansatz gar nicht funktionieren.

**Gibt es Zukunftspläne?**

Wir möchten mit dem Container einen Kreislauf etablieren und erforschen, wie wir unsere lokale Landwirtschaft damit verändern können. Gleichzeitig möchten wir dieses Wissen teilen und damit in die Entwicklungsarbeit gehen. Mit dem Container schaffen wir eine Basis, überall arbeiten zu können.

—





## → SOLARES TRINKWASSER VON VIELEN FÜR ALLE

Spyros Nompilakis (Patentingenieur und Maschinenbauer), Simon Meyer (Chemieingenieur und Social Entrepreneur) und Tom Dietel (Industriedesigner und Produktentwickler) arbeiten an Libre Water, einer Technologie zur Entsalzung und Aufbereitung von Wasser. Zusammen bilden sie ein deutsch-griechisches Open-Source-Hardware-Entwicklerkollektiv. Sie nutzen die Technologie der solaren Meerwasserentsalzung und entwickeln ein einfaches System, mit dem Menschen in ihrer Region mittels Sonnenenergie Wasser selbst entsalzen oder reinigen können. Das System ist kompakt und kann mit gängigen Werkzeugen und Maschinen nachgebaut oder angepasst werden, die auch in Makerspaces vorhanden sind.

### Wie funktioniert das Verfahren?

Es handelt sich um ein seit den 1960ern entwickeltes Verfahren<sup>11</sup>, das sich „Vertical Multiple-Effect Distillation“ nennt. Es basiert auf einer einfachen Beobachtung der Natur: Wenn Wasser erhitzt wird, verdampft es und kommt nach der Wolkenbildung wieder als Regen zurück. Wir machen das gleiche, nur in einer Box.

Dabei lassen wir Salzwasser über eine erhitze vertikale Platte laufen, dort verdampft es und schlägt sich auf einer direkt gegenüberliegenden zweiten Platte nieder, der Dampf kondensiert. Bei der Kondensation wird Wärme wieder freigesetzt und über die Metallplatte an einen nächsten Salzwasserfilm auf der Rückseite übertragen. Dieser verdampft erneut und kondensiert an der nächsten Platte und so weiter. Die einmal zugeführte Energie wird also über die Stufen immer wieder verwendet. Das ist elementar, um eine höhere Effizienz zu erhalten.

11 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001916422000273>

Die Rückgewinnung der Kondensationsenergie findet üblicherweise über bis zu zehn Stufen statt. Wasser verdampfen zu lassen kostet viel Energie. Etwa 2300 Kilojoule pro Liter – das ist etwa so viel Energie wie in einer 100 g Tafel Schokolade steckt. Deshalb ist ein Betrieb durch solar-thermische Energie kombiniert mit Energierückgewinnung sinnvoll.

Je nach Wärmeleistung, die in das System gebracht wird, dem Aufbau und den verwendeten Materialien, lassen sich damit unterschiedliche Mengen Wasser produzieren. Auf industrieller Ebene existieren ähnliche Systeme<sup>12</sup> schon lange. Die Herausforderung ist, eine kompakte Version zu bauen, die einfach reproduzierbar ist, aus Materialien besteht, die günstig und vor Ort leicht zu bekommen sind und die gleichzeitig einen annehmbaren Output an Süßwasser produzieren kann. Ein sinnvolles Ziel sind 100 l/Tag. Das würde den Bedarf an Trinkwasser einer Familie decken.

#### Welche Technologie gibt es sonst für solare Meerwasserentsalzung?

Filtern über Umkehrosmose in Kombination mit Photovoltaikpannels ist die gängige Technologie zur dezentralen solaren Entsalzung. Das Verfahren bietet eine deutlich höhere Wasserproduktion, aber auch andere Herausforderungen. Es herrschen extreme Drücke von 60 bar und die empfindlichen Filter können nur großindustriell produziert werden. Außerdem wird elektrischer Strom benötigt sowie Expertise für die Wartung.

Dennoch: Alle Technologien haben ihren Platz, wenn es um die Herausforderung geht, Wasserknappheit zu bekämpfen. Es gibt sie nicht, die eine Wundertechnologie, die uns erlöst – auch wenn das öfter so dargestellt wird. Hunderte von Millionen Menschen haben keinen Zugang zu Trinkwasser. Wir finden, da ist Konkurrenzkampf zwischen Technologien und Unternehmen fehl am Platz.

12 [https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-effect\\_distillation](https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-effect_distillation)

#### Was ist eure Vision, für wen entwickelt ihr Libre Water?

Wir wünschen uns ein Netzwerk, das überall aus lokalen Materialien, basierend auf einem freien, digitalen Design gemeinsam Anlagen baut und innoviert. Es geht also um globale, grenzenlose Innovation in Echtzeit, die von wissenschaftlicher Forschung bis zu den Nutzenden reicht. Ein Raum, in dem alle Menschen gleichberechtigt teilhaben. Ein Ökosystem, aus dem solide, ganzheitliche Lösungen erwachsen. Das alles können wir auf der Basis von Open-Source-Hardware und digitaler Produktion aufbauen.

Unsere Zielgruppe sind Menschen, die in sonnigen, aber wassergestressten Regionen leben. Wir möchten ihnen mit dem Netzwerk eine Lösung anbieten, die sie selbst in der Hand haben. Sie können das System in nahegelegenen Makerspaces selbst bauen, nutzen und mitentwickeln. Gleichzeitig möchten wir auch gemeinsam mit lokalen Makerspaces daran arbeiten, dass sie auf der Grundlage des Designs ein soziales Unternehmen aufbauen können.

Wir möchten dafür von Nutzenden oder Produzierenden keine Bezahlung, wünschen uns aber Beiträge zur Innovation, z.B. Designvorschläge und Problemstellungen aus der Anwendung am Einsatzort.

Wir sind zuversichtlich, dass das eine Symbiose ergeben wird. Das soziale Netzwerk steht für uns also im Mittelpunkt. Alle können das Design nutzen, es nachbauen, optimieren und – wenn sie möchten – sich der Community anschließen.

#### Wie gelingt es euch, dass euer Design auch Menschen erreicht, die es brauchen?

Wir fragten neulich einen Kollegen aus Ghana: „Was ist spannend an Open-Source-Hardware im afrikanischen Kontext?“ Er antwortete: „We can make it ours“. Entscheidend ist und

wird sein, einladend zu kommunizieren und klarzumachen, dass es nicht „unser Design“ ist. Das Verständnis von „meiner Idee“, „meinem Design“ ist in westlichen Gesellschaften das gängige Innovationsverständnis. Das sehen wir anders. Dafür sollten Design und Dokumentation über Kulturen und Bildungsgrad hinweg verständlich und mitgestaltbar sein. Dann öffnet sich die Chance für vielseitige Designperspektiven und tiefere Kollaboration. Der erste funktionierende Prototyp, den wir dank der Förderung des Prototype Fund Hardware voranbringen konnten, ist jetzt eine gute Basis, um die internationale Zusammenarbeit zu intensivieren. Denn er ist noch keine fertige Anlage. So können ihn andere ebenfalls zu ihrem Projekt machen.

Im Gegensatz zu Patenterfindungen, wo ein Design einen hohen Reifegrad haben muss, weil es zum Schutz „eingefroren“ wird, geht es bei Open-Source-Hardware um kontinuierliche, endlose Evolution. Um die Basis dafür zu legen, haben wir auf Zugänglichkeit, Kreislauftüchtigkeit und günstige Produktion geachtet, so dass das Kernmodul von fast jedem Makerspace der Welt vorangebracht werden kann und so gleichzeitig aus dem lokalen Kontext erwächst.

**Wieso stellt ihr euer Design als Open Source zur Verfügung?**

Open-Source-Hardware ermöglicht neue Freiräume in der Technologie- und Organisationsentwicklung. So können wir mit dem Fokus auf die beste Lösung grenzenlos zusammenarbeiten. Uns geht es darum, Menschen in Verbindung zu bringen, Netzwerke aufzubauen, die sich mittels einer Technologie, geteilten Werten und Fähigkeiten selbst helfen können. Uns allen gehört Libre Water. Und das ist das Schöne daran und hat viele Vorteile. Zum Beispiel macht es einen großen Unterschied, wenn wir als Open-Source-Projekt an die Tür von Forschungsinstituten oder bei Expert:innen klopfen und Hilfe suchen.

Durch Open-Source-Hardware streichen wir die Gewinne, die wir aus dem Verkauf der konventionell geheimen Lösung erhalten würden. Dadurch bekommen wir aber eine nie dagewesene Möglichkeit, die Frage von Wertschöpfung neu zu betrachten: Für wen oder welche Organisation können wir welche Werte schaffen? Wo können wir überall ankommen, ohne Kompromisse einzugehen?

Um nur ein Beispiel zu nennen: Studierende an Universitäten könnten in Übungen ein Arbeitspaket im Projekt Libre Water übernehmen und so motiviert im Team zu einem globalen, interkulturellen sowie interdisziplinären Projekt beitragen.

**Seid ihr auf besondere Probleme gestoßen, weil ihr euer Produkt Open Source gestaltet?**

Natürlich hatten wir Phasen, in denen es mal schlechter lief. Wären wir ein konventionelles Start-Up, an dem die Gründer Anteile halten und externe Investoren ihre Interessen einbringen, dann wären wir möglicherweise schon gescheitert. Dank Open Source können wir aber verständnisvoller sein und das Projekt flexibler in unsere Lebensrealität einbinden und so die Mission im Auge behalten.

Außerdem sind wir, wie viele Open-Source-Hardware-Projekte, unterfinanziert im Verhältnis zur Energie, die wir aufbringen. Wir gehören zu den wenigen Pionieren, die sich gerade in einem Bereich aufhalten, der von bisherigen Förder- und Finanzierungsmodellen kaum berücksichtigt wird. Es ist eine Herausforderung, Dinge anders zu machen. Doch sollte nicht genau das unterstützt werden?

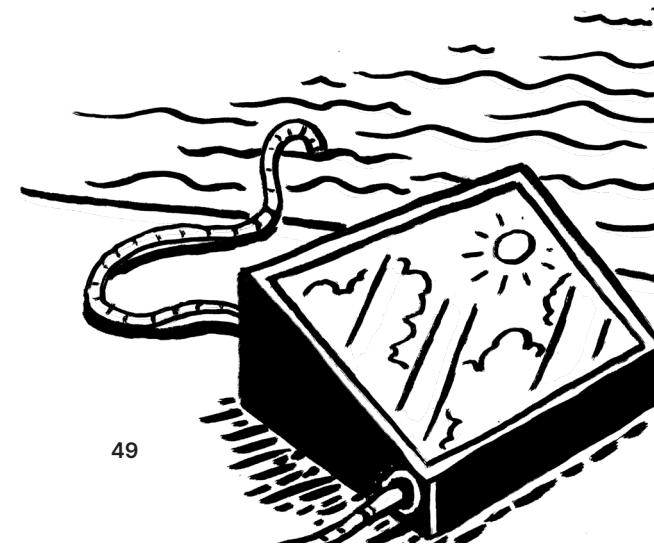
Im Großen und Ganzen überwiegen die Vorteile. Gerade im aktuellen, tendenziell dystopischen Kontext müssen wir den Mut haben, gemeinsam Innovation neu zu gestalten.

**Gibt es Zukunftspläne?**

Als nächstes kommt die Community-Phase. Mit der veröffentlichten Dokumentation möchten wir herausfinden, ob andere das Design leicht nachbauen und nutzen können. Vor allem freuen wir uns auch über Menschen, die aktiv mittel- oder langfristig Teil des Projekts werden wollen. Sei es für Technologie- oder Organisationsentwicklung. Denn auch das ist ein Teil von Nachhaltigkeit, der durch Open Source ermöglicht wird: Das Projekt kann sich unabhängiger von uns weiter entfalten.

Langfristig möchten wir uns neben Libre Water auch anderen Technologien widmen. Ziel ist es, weitere Samen zu pflanzen, um Open Hardware weiter wachsen zu lassen und in die Breite zu bringen. Zum Beispiel durch die Unterstützung existierender Open-Source-Hardware-Projekte oder durch die Aufarbeitung ausgelaufener Patente. Außerdem arbeiten wir daran, Schnittmengen zwischen ganzheitlicher Produktentwicklung, Circular Economy und Open-Source-Product-Development herauszuarbeiten und Designmethodiken zu teilen, die anderen Projekten die Arbeit erleichtern.

—





## OPEN HARDWARE FÖRDERN

In dieser Publikation haben wir Potenziale von Open Hardware für eine ressourcenleichte Gesellschaft gezeigt und welche Rolle die Zivilgesellschaft darin spielt. Dabei konnten wir nur einen Bruchteil der Möglichkeiten beleuchten. Neben reparierbaren Produkten und Produktkreisläufen gibt es zahlreiche weitere Felder, in denen das Open-Source-Hardware-Prinzip vielversprechende Auswirkungen haben kann. Dazu zählt der Bereich der Wissenschaft (Open-Science-Hardware), die Innovationsentwicklung sowie der internationale Wissenstransfer, insbesondere zu sozio-ökonomisch benachteiligten Menschen.

Während die Forderung nach einem „Recht auf Reparatur“ schon viele Menschen erreicht hat, ist die Forderung nach Open-Source-Hardware noch im Wachstum. Bei Open Hardware ist der Wissenstransfer nicht beschränkt auf Reparatur oder Instandhaltung, sondern allumfassender. Die Quelloffenheit schließt die Reparierbarkeit also mit ein. So wie technische Entwicklungen aufeinander aufbauen, ist es sinnvoll, Module zu rekombinieren und zu ergänzen, anstatt immer wieder von vorne anzufangen. Offene und freie Software hat gezeigt, wie viel mit diesem Modell erreichbar ist.

Aus der Bewegung für freie Software gibt es den Slogan „Public Money – Public Code“. Dieser steht für den Wunsch und das Ziel, öffentlich geförderte Projekte und Forschung auch wieder vollumfänglich der Gesellschaft zur Verfügung zu stellen. Warum sollte für dieselbe Leistung mehrfach bezahlt werden, erst für die Erstellung und dann weitere Male für das Recht der Nutzung? Es leuchtet nicht ein, dass öffentlich finanzierte Forschung der Gesellschaft entzogen und dann nur Einzelnen zur Nutzung zur Verfügung steht. Diese Ergebnisse können und sollten vielmehr Grundlage für Weiterentwicklungen und Adaptionen sein. Dieser Grundgedanke ist nicht nur für Programmcode relevant. Der Begriff Open Access steht dafür, Forschungspublikationen nicht

hinter Bezahlschranken zu verschließen. Um Forschungsergebnisse einordnen und reproduzieren zu können, ist auch eine offene Zugänglichkeit der dahinterliegenden Datenquellen notwendig. Diese Kette lässt sich auch auf den Bereich von Elektronik und Hardware ausweiten, denn wenn andere Forschende in der Lage sind, beispielsweise die verwendeten Laborgeräte nachzubauen, lassen sich die Versuchsaufbauten in Gänze reproduzieren und die Ergebnisse validieren. Gerade in der Forschung sind Einzelanfertigungen keine Seltenheit, weshalb die gezielte Beauftragung als Open Hardware Vorteile nicht nur für die eigene Forschungseinrichtung, sondern darüber hinaus bietet. Open Science ist daher eng mit Open Hardware verknüpft.

Für den Medienwissenschaftler Friedrich Kittler sollte Wissen per se frei und eben nicht proprietär sein. Ein Ideal, das einige zurückschrecken lässt, aber auch als ein Kern vieler moderner Probleme erscheint. Bei der Konferenz Wizards of OS 1999 im Haus der Kulturen der Welt Berlin prophezeite er: „Der einzige Weg, Wissen proprietär zu machen, wäre dann nur noch, das Wissen in Hardware zu gießen, also auf Englisch: to embed it. Was einmal in Chips versenkt ist, gehört bekanntlich der Firma, die die Millionen für das Chip-Design und die Milliarden für die Reinraumfertigung hat aufbringen können.“<sup>13</sup> Heute sind wir von diesen Technologien abhängig und leiden durch zentrale Produktionssysteme am Chipmangel. Doch offene Halbleiter sind mit aktuellen Entwicklungen wie RISC-V bereits möglich. Sollten wir uns nicht solchen kooperativen Ansätzen widmen, statt die Zentralisierung und das Gegeneinander zu verstärken?

Die Kombination aus freier Software und offener Hardware ist besonders nützlich. So können Schalt- und Baupläne, 3D-Druck-Vorlagen und Dokumentationen erstellt werden und andere Menschen können leichter daran partizipieren. Mit proprietärer Software ist das hingegen nur bedingt möglich.

13 <http://hydra.humanities.uci.edu/kittler/os.html>

Teure Lizenzen, für die Industrie spezialisierte Software und Inkompatibilitäten zwischen Softwarelösungen erschweren die Zusammenarbeit. Offene Software für das Design von Hardware ist insbesondere dort wichtig, wo Bildung stattfindet. Denn diese ermöglicht es auch nach einer Lehreinheit, weiterzuarbeiten. Gleichzeitig können Ergebnisse anderen niederschwelliger zur Verfügung gestellt werden. In Bildungseinrichtungen sollte eine Pluralität von Werkzeugen eingesetzt werden, nicht nur vom jeweiligen Marktführer.

Beim Forum Open Hardware am 13. März 2023 haben sich zahlreiche Expert:innen zu diesen Themen ausgetauscht. Im Zentrum stand die Frage, welche Maßnahmen es braucht, um Open Hardware in den jeweiligen Bereichen zu fördern. Denn in allen Feldern sind es einige Wenige, die mit viel Engagement Lösungen neu denken und sich den zentralen Fragen unserer Zeit stellen. Sie zu unterstützen, sollte eine Kernaufgabe werden. Denn in Hardware versammeln sich zahlreiche Herausforderungen, denen wir uns gerade gegenübersehen: Wie gestalten wir nachhaltige Produkte? Wie erhalten wir sie langfristig? Wie gelingt effektiver Wissenstransfer? Welche Möglichkeiten gibt es, Innovation zu fördern? Wie involvieren wir Verbraucher:innen und ermöglichen Transparenz? Und wie kann ein neues Wirtschaften aussehen? Die Ergebnisse dieser Arbeit sowie die digitale Form dieser Publikation sind über den QR-Code abrufbar. —

VON DR. DANIEL WESSOLEK &  
MAXIMILIAN VOIGT



Diese Publikation entstand im Rahmen des Forum Open: Hardware, am 13. März 2023 in Berlin. Eine Veranstaltung des Open Knowledge Foundation Deutschland e.V., die in Kooperation mit der Deutschen Stiftung für Engagement und Ehrenamt (DSEE) und der Open Hardware Allianz stattgefunden hat.

1. Auflage, März 2023

Herausgeber Maximilian Voigt, Daniel Wessolek  
Open Knowledge Foundation Deutschland e.V.  
Singerstr. 109, 10179 Berlin

Autoren Prof. Peter Troxler, Maximilian Voigt, Dr. Daniel Wessolek  
Gestaltung und Satz Annika Paetsch  
Illustrationen Leonard Ermel  
Lektorat Rita Werum-Wessolek

Druckerei Pinguin Druck GmbH  
Marienburger Straße 16, 10405 Berlin; Auflage 250  
ISBN 978-3-00-074917-9

Lizenz CC BY 4.0



Förderer Deutsche Stiftung für Engagement und Ehrenamt (DSEE)



