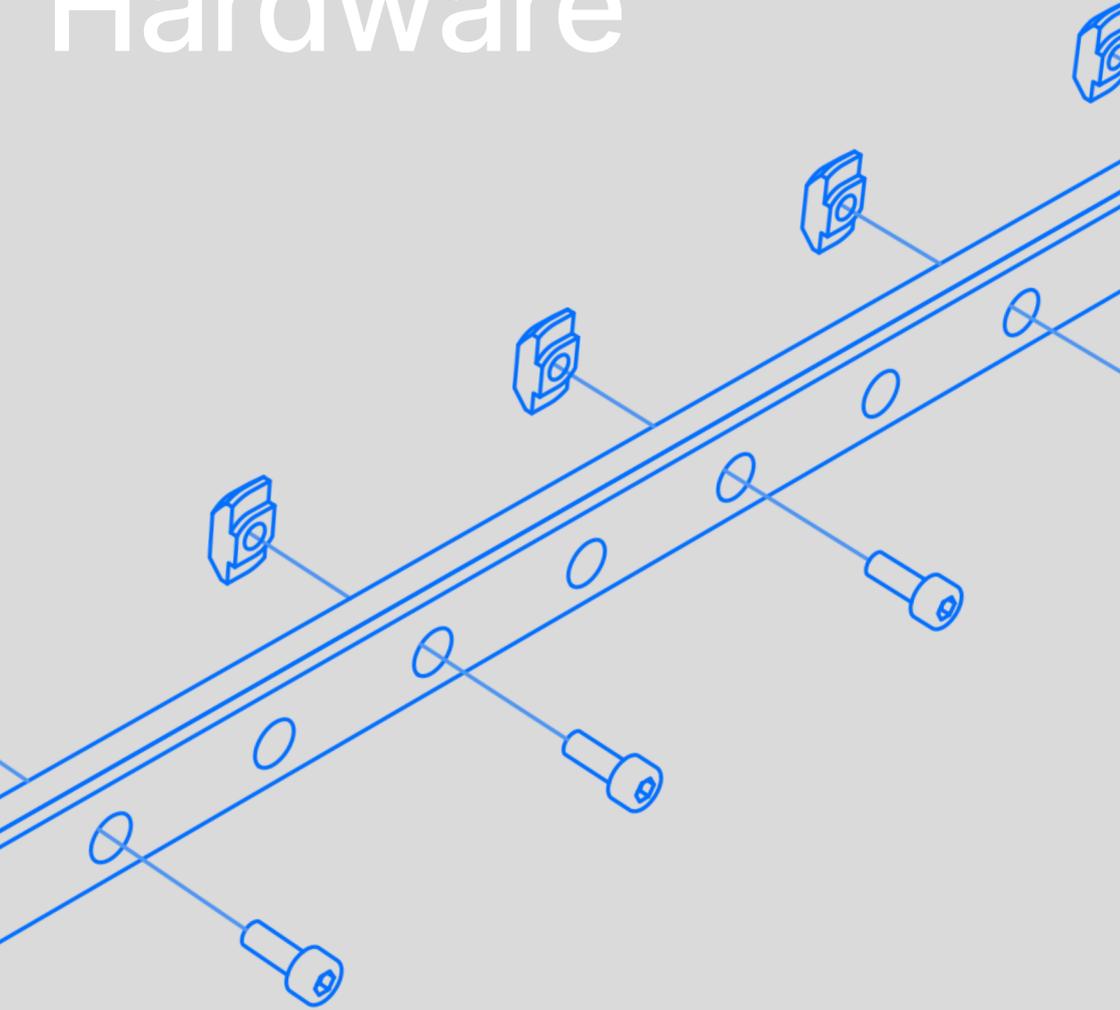
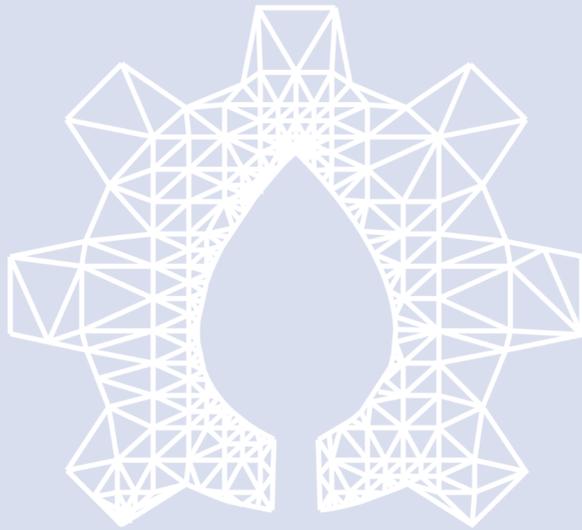


Open Source Hardware



Werkzeugkoffer und Lebensphilosophie



Vorwort

Heutzutage baut jede Innovation auf unzähligen früheren Entwicklungen auf. Mit dem Buchdruck allein würde es noch keine Bücher geben. Materialien und Prozesse, wie Papier, Tinte und das Binden sind eigene Disziplinen, die über Jahrhunderte hinweg optimiert wurden. Das Buch, wie wir es heute kennen, wäre ohne Zusammenarbeit und dem Teilen von Wissen nicht denkbar.

Obwohl durch den Buchdruck und das Internet unsere Möglichkeiten zum Teilen von Wissen so groß sind wie nie zuvor, gehen Unternehmen, Politik und leider auch die Forschung oft einen anderen Weg. Wissen und technischen Lösungen zu patentieren und als besitzbare Güter zu sehen ist in der Menschheitsgeschichte eine vergleichsweise junge Idee. Sie führt dazu, dass technisches Wissen von einzelnen Unternehmen gesammelt und privatisiert wird. Sie bestimmen, welche Ideen weiterverfolgt werden und welche nicht. Meist wird diese Entscheidung aufgrund von ökonomischen Faktoren getroffen. Ökologische und soziale Argumente sind oft zweitrangig.

Die Idee hinter Open-Source-Hardware besteht darin, die Ressourcennutzung zu optimieren und globale Herausforderungen gemeinsam anzugehen. Eine offene Erfindung kann Wissen demokratisieren und die Innovationskraft der Gemeinschaft aktivieren.

OSH Idee
Interviews
Dokumentation

Inhalt

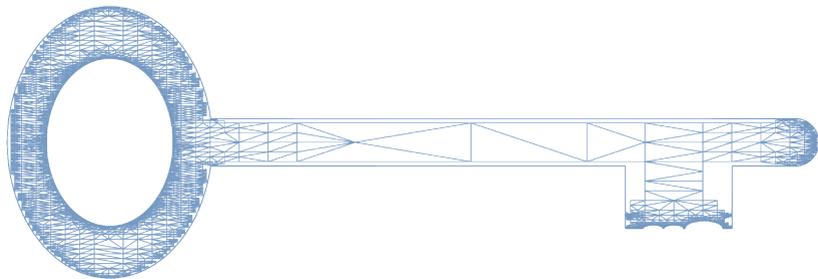
Was ist Open-Source-Hardware?	4
Häufige Fragen	6
Beispiele	10
Interview Moe – OSEG e. V.	12
DIN-Standard & Attestierungsprozess	18
Interview Paul Anca und Ken Rostand – Open Funk	22
Review & Rebuild	26
Review & Rebuild Beispiele	28
Dokumentation	36
Interview Ingeborg Beckers und Sven Klinkow – BHT	42
Geistiges Eigentum und Lizenzen	44
Open-Source Hardware Lizenzen	46
Open-Source-Business-Modelle und Ökosysteme	48
OSEG-Vereinsarbeit	52
OSH-Bewegung	56
Ausblick	58

Was ist Open-Source-Hardware?

Unter **Hardware** werden greifbare Objekte verstanden, wie z. B. Möbel, Textilien, Maschinen oder elektronische Geräte. Bei **Open-Source-Hardware** geht es darum, das Wissen zum Nachbau und zur Weiterentwicklung dieser Produkte frei zugänglich zu machen. Das beinhaltet alle relevanten Informationen, wie Design, Konstruktion, Bauteile, Anleitungen, was zusammen als Dokumentation bezeichnet wird. Dies ermöglicht es Menschen weltweit, von den Erfahrungen und Innovationen anderer zu lernen und auf dieser Grundlage neue Ideen zu entwickeln.

Durch den offenen Zugang zu diesem Wissen können Nutzer/innen verstehen, wie ein Produkt funktioniert und wie es hergestellt wurde bzw. repliziert werden kann. Dies schafft Vertrauen und Transparenz in Bezug auf Qualität, Sicherheit und Nachhaltigkeit. Zudem können so verschiedene Ansätze parallel in ko-kreativen Prozessen entwickelt und ausprobiert werden.

Die Community bildet die Basis der Open-Source-Hardware-Bewegung. Einzelne Menschen und unterschiedliche Gruppen, wie NGOs, Unternehmen und Forschungsinstitute, teilen gemeinsame Erfindungen und bilden so eine Interessengemeinschaft. Die Motivationen sind unterschiedlich. Diese können Fortschritt, Gemeinschaft, globale Gerechtigkeit und ideelle Werte sein.

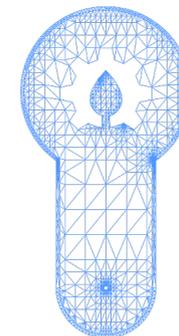


Ziele und Chancen

Die Vision von Open-Source-Hardware (OSH) ist es, Technologie für die gesamte Menschheit zugänglich zu machen und so das Gemeinwohl aller zu fördern. Open-Source-Hardware strebt nach einem kollektiven Wissensschatz und dient der Freiheit zu lernen. Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, die zu den grundlegenden Werten der Open-Source-Hardware gehören, drehen sich um nachhaltige Ressourcennutzung. Dies führt zur Entwicklung umweltfreundlicher Innovationen und Technologien, die Ressourcen schonen und Abfall minimieren.

Der Open-Source-Ansatz gewährleistet Reparierbarkeit, Verfügbarkeit von Ersatzteilen und minimiert Abfall. In diesem Sinne werden lokale, anpassungsfähige Produktionen gefördert, um gemeinschaftliche und individuelle Bedürfnisse zu erfüllen. Die Transparenz und die Zugänglichkeit des Wissens motivieren zur Zusammenarbeit an kollektiven Projekten zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen. Zugleich unterstützt OSH die Langlebigkeit von Technologien sowie ihre schnelle, gezielte Skalierbarkeit und Reproduzierbarkeit durch innovative dezentrale Produktionsmethoden. Die Diversität der Fähigkeiten fördert eine ganzheitliche Entwicklung. Die Community motiviert alle, sich zu beteiligen und zu lernen, was zu vielfältigen Projekten führt, bei denen Wissen gemeinsam aufgebaut wird.

Menschen können sich aktiv beteiligen, um ihre Selbstverwirklichung zu fördern und kreativ sowie schaffend zu sein. Dies ermöglicht sie, etwas zu bewegen und gleichzeitig persönliche Fähigkeiten und Interessen einzubringen. Die offene Natur von OSH ermutigt dazu, gemeinsam an Herausforderungen zu arbeiten und innovative Lösungen zu schaffen, was eine bedeutende Quelle für individuelle Erfüllung und gemeinsamen Fortschritt darstellt.



Häufige Fragen

Wie finanziert sich Open-Source-Hardware?

Es gibt viele Möglichkeiten für OSH-Business-Modelle, wobei die benötigten Ressourcen auf unterschiedlichen Wegen erschlossen werden. Immer mehr OSH-Projekte erhalten Förderungen von Ländern, Bund, oder der EU. Große Konzerne erkennen die Chancen und investieren in die Bewegung sowie in spezifische Projektentwicklungen.

Doch die wichtigste Förderung erhält OSH durch die Menschen, die eine Community bilden. Sie engagiert sich direkt am Entwicklungsprozess, verbessert und erweitert ihn mit vielfältigem Wissen. Verschiedene Aufgabenbereiche werden durch individuelle Kompetenzen bewältigt. Zudem beteiligt sich die Community auch in finanzieller Hinsicht. Neben den Spenden wird das Produkt im Ganzen, als Bausatz oder in spezifischen Einzelstücken erworben. Die finanzielle Unterstützung der Entwicklung erfolgt aus individuellen Motivationen heraus, indem Menschen aktiv am Fortschritt teilhaben und die OSH-Bewegung unterstützen.

Wem gehört das Wissen?

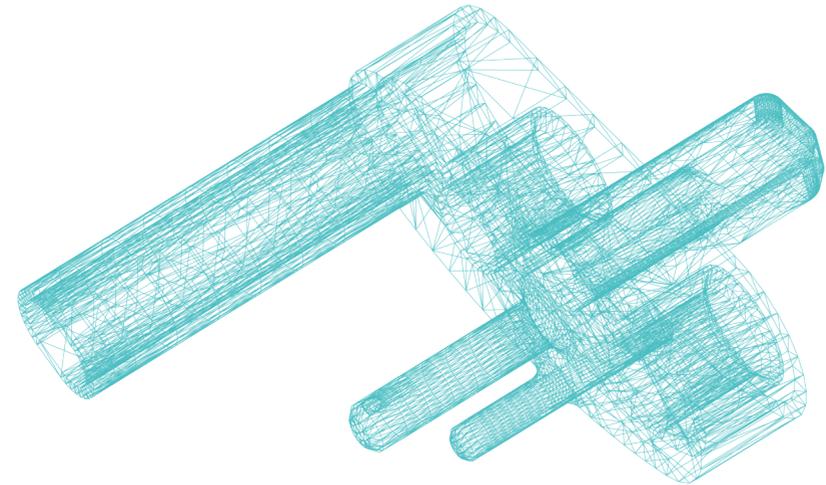
Die gesamte Dokumentation ist ab dem Moment der Erstellung urheberrechtlich geschützt, also proprietär. Durch eine Open-Source-Lizenz wird sie wieder frei zugänglich. Oft genutzte Lizenzen sind zum Beispiel CERN OHL, TAPR OHL, Creative Commons und GNU GPL.

Die Wahl der Lizenz bestimmt, wie das geistige Eigentum geschützt und geteilt wird. Diese ermöglichen die Verwendung, Anpassung und Weitergabe von Wissen, wobei bestimmte Bedingungen eingehalten werden müssen.

Mehr Informationen zum Thema Lizenzen für euer Projekt findet ihr im Kapitel „Geistiges Eigentum und Lizenzen“.

Wo befindet sich bei OSH die Trennlinie zwischen Konsumenten und Entwickelnden?

Im Gegensatz zu proprietären Projekten, bei denen eine deutliche Trennung zwischen Produzenten und Konsumenten besteht, überwindet OSH diese Abgrenzung und ermöglicht den Nutzern, zu



Bauteil des re:Mix Küchenmixers

Prosumenten zu werden. Diese Rolle bedeutet mehr als nur Konsumieren – Prosumenten können Teil der Entwicklungsprozesse sein. Sie haben die Option, aktiv am Produktentwurf teilzunehmen, ohne notwendigerweise dem Kernteam anzugehören. So entsteht eine kooperative Vernetzung zwischen denjenigen, die Produkte nutzen, und denen, die sie gestalten.

Warum ist Open-Source-Hardware nicht schon weiter verbreitet?

Trotz der vielen Vorteile steht die OSH-Idee erst am Beginn ihr Potenzial zu entfalten. Mögliche Herausforderungen sind traditionelle Geschäftsmodelle, geistiges Eigentum und Marktstrukturen, in denen kommerzielle Interessen priorisiert werden. Um die Verbreitung zu fördern, müssen sie überdacht werden. Die Wissensübertragung und das aktive Engagement erfordern Zeit und Ressourcen. Auch das Bewusstsein für OSH muss wachsen, um eine breitere Anerkennung zu unterstützen. Insbesondere sollte Open-Source-Hardware in Bildungseinrichtungen stärker verankert werden, um zukünftigen Generationen den Zugang zur kollaborativen Denkweise zu ermöglichen.

Wie funktionieren die Zusammenarbeit und der Wissensaustausch in der Community?

Die Zusammenarbeit erstreckt sich über persönliche Interaktionen im echten Leben und Online-Plattformen. Die Entwicklung beginnt mit

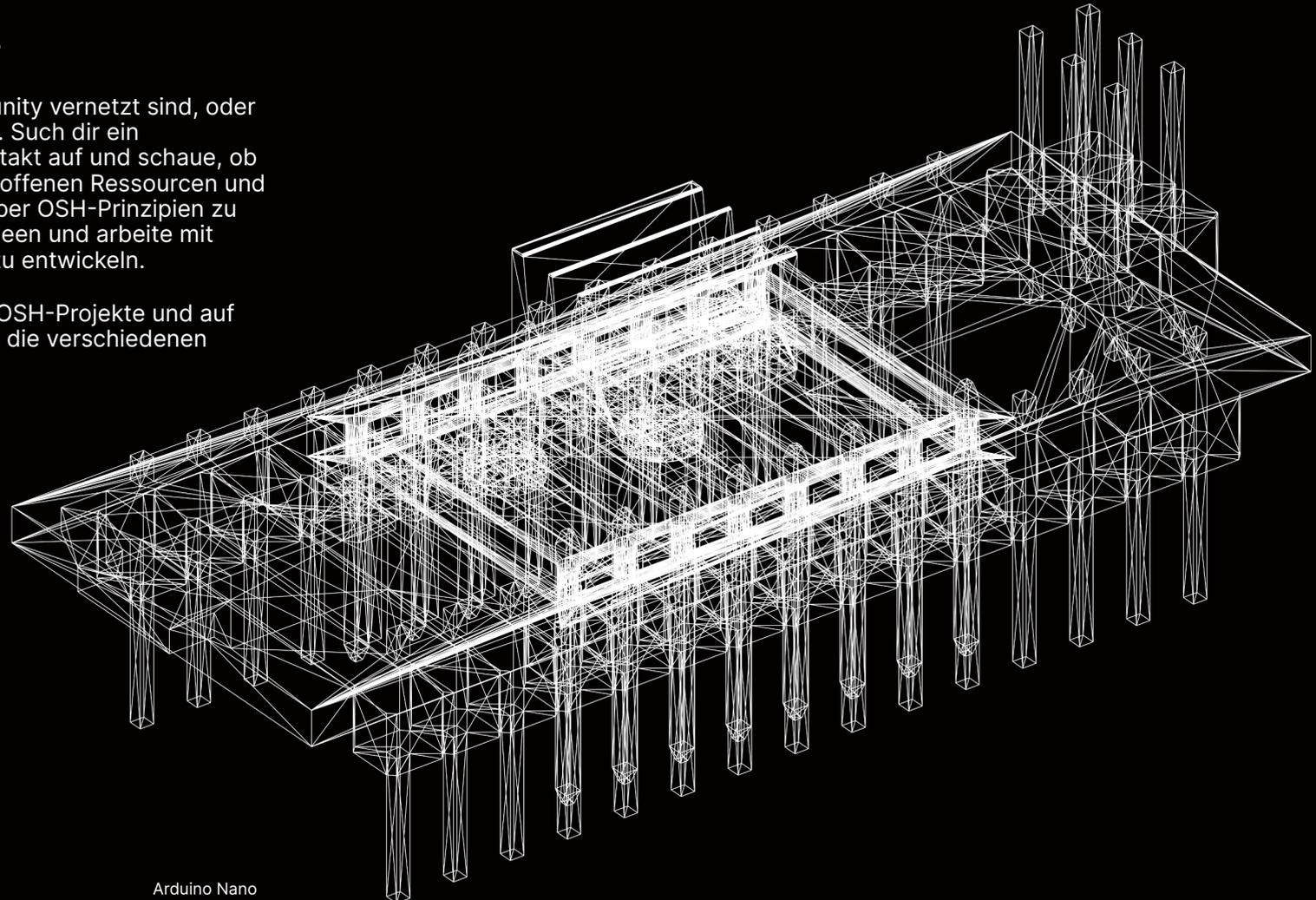
Projektvorschlägen und Ideen. Durch Versionskontrollsysteme, wie z. B. Git, werden Änderungen koordiniert. Dies erfolgt oft durch das Erstellen von Forks (Kopien) des Projekts, bevor sie in das Hauptprojekt übernommen werden. Über Kommentieren und Diskutieren findet ein offener Austausch statt.

In der Welt der Open-Source-Software gibt es bemerkenswerte Beispiele. Linux, ein Open-Source-Betriebssystem, wird von einer internationalen Gemeinschaft entwickelt und von breiter Masse angewendet. Auch Blender, eine populäre Open-Source-3D-Grafiksoftware, profitiert von kollaborativer Entwicklung. Diese Projekte nutzen erfolgreich ähnliche Prinzipien, um hochwertige und zugängliche Software für alle zu schaffen.

Wie kann ich in die OSH-Welt einsteigen?

Sprich mit Menschen, die schon in der Community vernetzt sind, oder schreib einer Organisation, aus der Bewegung. Such dir ein OSH-Projekt, das dich interessiert, nimm Kontakt auf und schau, ob du dich dort einbringen kannst. Du kannst mit offenen Ressourcen und Community-Plattformen beginnen, um mehr über OSH-Prinzipien zu erfahren. Experimentiere mit Projekten, teile Ideen und arbeite mit anderen zusammen, um eigene Innovationen zu entwickeln.

Auf der folgenden Seite siehst du Beispiele für OSH-Projekte und auf Seite 56 geben wir dir einen breiten Einblick in die verschiedenen Organisationen in der OSH-Bewegung.



Arduino Nano

Beispiele für OSH-Projekte

MNT Reform Laptop - Ein Open-Hardware Laptop, der auf Transparenz und Open-Source-Software setzt und Wert auf Modifikationsmöglichkeiten und Reparierbarkeit legt.



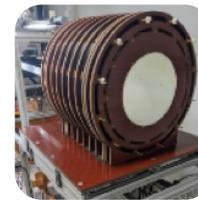
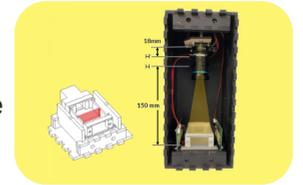
Arduino - Open-Source Elektronikplattform, die auf einfach zu bedienender Hardware und Software basiert. Sie ist für alle gedacht, die interaktive Projekte entwickeln.

#ASKotec - Ein umfangreicher Werkzeugkoffer, konzipiert für den mobilen Einsatz ohne Strom oder Internet. Entwickelt mit dem Ziel, Schulungen und Friedensförderung zu verbinden.



OpenFlexure Microscope - Ein preisgünstiges und hochauflösendes Open-Source-Mikroskop, das für Forschungszwecke und Medizin/Diagnostik entwickelt wurde und auf leicht zugängliche Hardware setzt.

Kinsecta erfasst die heimische Insektenvielfalt digital und automatisiert. Mittels Bilderkennung, das auf maschinellen Lernens basiert, können die verschiedenen Insekten-Arten bestimmt werden.



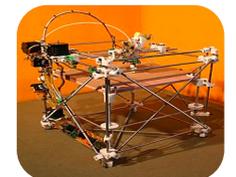
OSI² ONE ist der erste Open-Source-MRI-Scanner, der überwiegend aus Open-Source-Hardware- und Softwareteilen besteht. Der Scanner ist nicht nur ein Meilenstein für die Wissenschaft, sondern auch ein Beispiel für nachhaltige globale Zusammenarbeit bei der Entwicklung medizinischer Geräte.

Metabraille - Mobile Braille-Tastatur. Eine Tastatur für das Smartphone, die das Braille-Alphabet verwendet und so blinde Menschen unterstützt.



LibreSolar liefert einen offenen Laderegler sowie ein Akku-Management-System für Sonnenenergie und ermöglicht es so, den Zugang zu Strom zu erleichtern.

RepRap - Selbstreplizierende 3D-Drucker, die eine nachhaltige und kostengünstige Fertigung ermöglichen.



Kennt ihr weitere Projekte? Meldet euch bei uns! verein@ose-germany.de

Interview - OSEG e.V.



Martin Häuer, auch Moe genannt, ist Projektkoordinator, Aktivist, Forscher und Entwickler im Open-Source-Hardware-Bereich. Bei OSEG e. V. ist er seit 2018 und ist auch kurze Zeit nach seinem Beitritt in den Vorstand gewachsen. Er interessiert sich vor allem für die Meta-Themen: Community-basierte Organisationsführung, Standardisierung und der sozioökonomische und -ökologische Impact von Open-Source-Hardware. Aktuell arbeitet er bei der Open Source Imaging Initiative an der Weiterentwicklung eines Open-Source-MRT und dessen organisatorische Infrastruktur.

Wie ist der Verein „Open Source Ecology Germany e. V.“ entstanden?

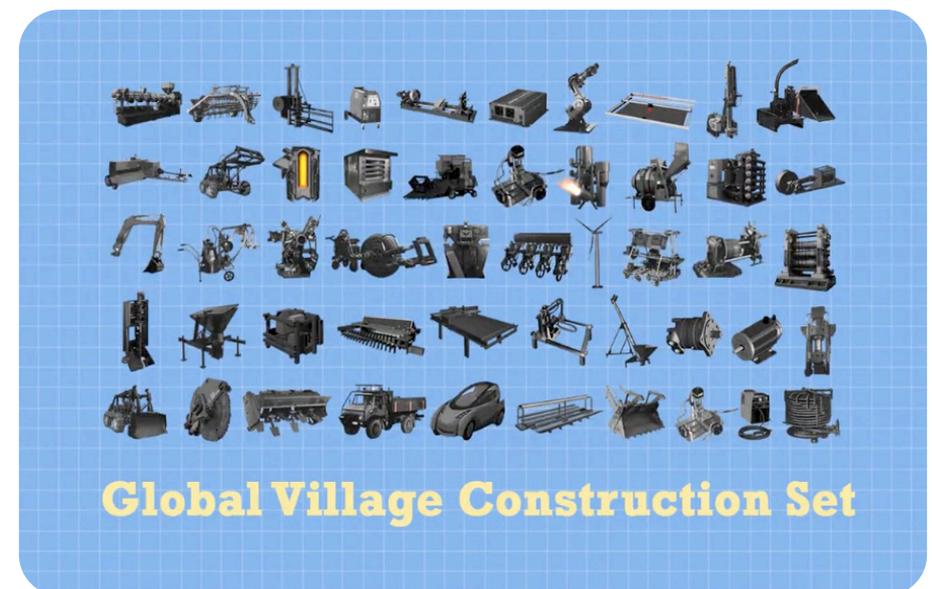
Moe: Die Open-Source-Hardware Bewegung hat Anfang der 2000er in den USA viel Auftrieb gewonnen. Marcin Jakubowski gründete das Netzwerk „Open Source Ecology“ und das zentrale Projekt „Global Village Construction Set“. Im Jahr 2011 hielt er dann seinen viel referenzierten TED-Talk – und das sorgte global für ganz schöne Wellen. In Deutschland war die Resonanz dazu besonders nachhaltig und so formte sich eine einigermaßen stabile Community dazu unter dem Label „Open Source Ecology Germany“. Anfangs lief die Entwicklung von Open-Source-Hardware mehr oder weniger ausschließlich auf „Selbstausbauungsbasis“ – Menschen investierten ihre Freizeit oder spendeten Geld direkt an Einzelpersonen innerhalb der Community. Dass das kein nachhaltiges Geschäftsmodell ist, war vielen recht schnell klar. Auch, dass es einen Rechtskörper geben sollte, der gemeinschaftliches Eigentum verwalten kann (eine Solaranlage etwa) und PR zu politischen Forderungen betreiben kann. Es dauerte jedoch bis 2016, bis der gemeinnützige Verein „Open Source Ecology Germany e. V.“ tatsächlich gegründet wurde.

Welche Funktion hat der Verein für die Community?

Moe: Der Verein wurde von vornherein als reines Werkzeug für die Community verstanden – quasi ein rechtliches Vehikel, mit dem wir allerlei Dinge tun können. Er bildet in erster Linie eine Schnittstelle zur „alten Welt“. Oder anders gesagt: Für konventionelle Organisationen ist es sehr schwer Verträge mit einer Community zu schließen. Der Verein

bildet dafür die rechtliche Brücke. So können wir als gemeinnütziger Verein mit Forschungszweck bspw. öffentliche Fördermittel für Open-Source-Hardware-Entwicklung akquirieren und abwickeln – was auch mit Abstand unsere Haupteinnahmequelle geworden ist. Wir können mit ihm weitaus effektiver Öffentlichkeitsarbeit, vor allem politische, betreiben. Man kann gemeinsam unter dem Label eines gemeinnützigen Rechtskörpers auf großen Konferenzen auftreten, in Gremien und Ausschüssen sitzen und Stellungnahmen zu Gesetzesentwürfen des Thüringer Landtags verfassen. Das alles gemeinschaftlich verwaltet und ohne irgendeine Form von Befehlsketten oder klassischen Hierarchie-Mustern. Denn wenn wir das täten, würde der Verein den Bezug zur Community und damit seinen Gründungszweck verlieren. Am Ende ist der Verein für die Community eine Art Schweizer Taschenmesser.

Über die Jahre hat er aber auch immer mehr Plattform-Charakter angenommen. Der Verein unterhält für seine Mitglieder und die Community eine durchaus passable digitale und auch physische Infrastruktur: Nextcloud, GitLab, Hedgedoc, Forum, Wiki, E-Mail-Postfächer etc. auf der digitalen sowie OpenEcoLabs, Werkzeug, Maschinen, Büro- und Seminarräume auf der physischen Seite. Wir bieten im Grunde alles, was ein williger Entwickler oder eine willige Entwicklerin braucht, um eine Idee in gut dokumentierte Open-Source-Hardware umzusetzen oder auf die nächste Stufe zu heben. Dazu



Global Village Construction Set auf opensourceecology.org

bündeln wir in unserer Community auch einiges an Fachwissen, von Dokumentationsrichtlinien bis hin zu Rechtsfragen und Geschäftsmodellen. Über den Verein und dessen Infrastruktur wird viel von diesem Fachwissen vernetzt – und da hängen ja auch immer Menschen dran. Die werden dann gerne mal Mitglieder und bauen den Verein weiter aus – und so kommen neue Werkzeuge zum Schweizer Taschenmesser dazu, wenn man so will.

Kannst du ein Projekt innerhalb des Vereins kurz näher vorstellen?

Moe: Mein persönliches Lieblingsprojekt im Verein ist „ZAC+“, eine Zink-Luft-Brennstoffzelle. Der Maintainer dahinter ist Oliver Schlüter. Die Problemstellung war, dass Oli die Energie seiner Solaranlage mit Akku-Systemen zwar von den Tag in die Nacht, aber nicht sinnvoll vom Sommer in den Winter bringen kann. Gesucht war also ein Langzeitspeicher, der einigermaßen leicht herstellbar und wartbar ist und dabei ohne toxische oder extrem teure Materialien auskommt. Ein solches System könnte man im Prinzip fast überall auf der Welt herstellen und unabhängig vom Hersteller reparieren. Zink und Sauerstoff sind für diesen Zweck eine super Kombination für eine Brennstoffzelle. Industrielle Lösungen hierzu haben sich nie wirklich durchgesetzt, aber die zielten auch eher auf integrierte Akku-Systeme ab. Die Besonderheit bei ZAC+ ist, dass der „Verbrennungsprozess“ (die Stromgewinnung) und der „Recycling-Prozess“ (Stromspeicherung) in zwei unterschiedlichen stationären Apparaten abläuft. Dadurch ist das System weitaus einfacher, robuster und auch kostengünstiger. Oli begann mit kleinen Tischaufbauten, die er zum Großteil selbst finanziert hat und der Verein unterstützte ihn hin und wieder mit Spendengeldern. Später kamen zu angrenzenden Projekten (bspw. dem OpenNanoGrid) auch Fördergelder hinzu, die der Sache natürlich etwas Schub gegeben haben. Zudem konnten in der Kooperation mit Hochschulen mathematische und chemische Abschlussarbeiten verfasst werden. Wir hatten auch einige Jahre eine Kooperation mit einem Ingenieurbüro dazu, welches zu dieser Zeit selbst dann auch Fördermitglied des Vereins war. Ohne den Verein als Rechtskörper wäre vieles von dem schwierig bis unmöglich gewesen.

Was macht den Verein einzigartig? Und wie stellt der Verein sicher, dass die Stimmen der Community gehört werden?

Moe: Als gemeinnütziger Verein sind wir nicht einem Geschäftsmodell verpflichtet, sondern unserer Satzung, also unserem gemeinnützigen Zweck und damit auch unseren Werten. Als Community-basierter Verein haben wir ferner auch eine sehr andere Verwaltungsstruktur als konventionelle Vereine. Einseitige Kommunikation und Entscheidungen,

unnötige Bürokratie oder Befehlsketten funktionieren im Community-Kontext schlicht nicht. Und ohne die Community würde es den Verein gar nicht geben! Wir könnten keines unserer Projekte umsetzen und keinen unserer Satzungszwecke sinnvoll bedienen. Alle Vereinsmitglieder sind auch Teil der Community und ohne diese Verbindung könnten wir nicht arbeiten. Konsequenterweise ist daher auch alles, was im Verein entwickelt wird, Open-Source. All unsere Entwicklungen sind somit vereinsunabhängig und können an einem ganz anderen Weltwinkel weiterentwickelt werden. Schon allein dieses Modell schützt den Verein davor, sich korrumpieren zu lassen.

„Wenn wir Technologien gemeinschaftlich als Menschheit organisieren möchten – und das müssen wir, wenn wir’s ins nächste Jahrhundert schaffen wollen – dann muss es Open-Source-Hardware sein.“

Wie siehst du die Zukunft von OSH und welche Entwicklung würdest du dir wünschen?

Moe: In der Präambel der DIN SPEC 3105 steht bereits, dass wir einen technologischen Mainstream anstreben. Es ist wichtig, dass nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in allen mit öffentlichen Geldern finanzierten Bereichen Open-Source zur Standard-Lösung wird. Andernfalls würde die Forschung aus Ländern mit geringerer industrieller Infrastruktur ausgegrenzt werden. Die Vision ist, dass OSH auch ein industrieller Mainstream wird. Dies würde unsere Wirtschaft



**“Nothing is as powerful as
an idea whose time has come.”**

- Victor Hugo

Screenshot aus dem Ted Talk “Open-sourced blueprints for civilization”

und ihre ökologische Verträglichkeit grundlegend verändern – hin zu kooperativem Wirtschaften eben. Natürlich existieren auch bei Open-Source-Hardware gewisse Markteintrittsbarrieren. Dennoch wird die alte Eigentumsfrage sehr elegant gelöst, wie ich finde:

Es ist im Grunde egal, wem die einzelne Maschine gehört, ob einem Staat oder einer Firma – solange jeder das Recht und auch die Möglichkeiten dazu hat, sie herzustellen und weiterzuentwickeln. Als nächstes geht es aus meiner Sicht darum, gemeinschaftliche Technologieentwicklung immer weiter zu professionalisieren: Produktattestierung, klinische Zulassung von Medizintechnik, Community-interne Qualitätsstandards etc. Auch diese Vorgänge müssen offener gestaltet werden, um kooperatives Arbeiten zu erleichtern. Das hat viel mit Standardisierung, zu tun, aber auch mit skalierbaren Modellen für Community-basierte Organisationsführung. Da müssen wir als Bewegung noch hineinwachsen. Und das passiert gerade. Schon sehr geil.

Welche abschließenden Gedanken oder Botschaften möchtest du gerne teilen?

Moe: Ich bin hier [bei OSEG], weil ich mich als Ingenieur nicht einfach an die Industrie meine Lebenszeit verlieren wollte, sondern meine Fähigkeiten möglichst gesellschaftlich einsetzen möchte. Machen kann ich das aufgrund meiner Privilegien. Wir bauen hier Infrastruktur, um es Menschen niederschwellig zu ermöglichen, den sozioökonomischen und auch -ökologischen Wandel voranzutreiben. Kurz gesprochen, finde ich, war es noch nie so einfach, für gesellschaftliche Transformation zu arbeiten und davon leben zu können, wenn man das möchte. Man muss dafür weder seine Seele verkaufen noch seine Zukunft opfern. Nichts davon -man kann es einfach tun. Und das ist so ein riesiges Privileg, dass ich es für mich als weißen, cis-männlichen Mitteleuropäer mit akademischer Ausbildung schon fast als Pflicht sehe, das auch zu nutzen. Ich habe eigentlich immer auf den Tag gewartet, dass ich mit meinem Aktivismus an harte Grenzen stoße, Drohanrufe erhalte und dergleichen. Dass ich nicht mehr weitermachen darf oder nicht mehr kann, weil mir die Mittel dafür fehlen oder ich den Mut beim Kampf gegen die Windmühlen verloren hab. Nichts davon ist eingetreten. Man sagt, nichts ist stärker als eine Idee, deren Zeit gekommen ist. Und diese hier ist wirklich überfällig.



Bauteil aus dem [UniPro-Kit](#)

DIN SPEC 3105

Die DIN SPEC 3105 legt fest, was für die Dokumentation von Open-Source-Hardware benötigt wird, damit von „Open-Source“ gesprochen werden kann. Im Gegensatz zu Software kann die Dokumentation von Hardware je nach Projekt sehr unterschiedlich aussehen. Sie ist abhängig davon, welche Technologien (mechanisch, elektronisch, etc.) im Projekt verwendet werden und mit welchen Tools die Teile und Pläne erstellt werden.

Die DIN SPEC 3105 entstand im Zeitraum von Oktober 2018 bis Juli 2020. An ihrer Erstellung waren neben OSEG e. V. und dem Deutschen Institut für Normung e. V. (DIN) noch über 20 weitere Parteien, wie Community-Organisationen, Firmen und Universitäten beteiligt.



Offene Baupläne:
Gemeinsam Technologien entwickeln

Sie unterliegt fortlaufenden Tests und Weiterentwicklungen. Ziel der DIN SPEC 3105 ist es, Klarheit im Bereich der Open-Source-Hardware zu schaffen. Sie definiert Begriffe, Anforderungen und Prozesse. Dadurch sollen Missverständnisse vermieden und die Qualität sowie Interoperabilität von OSH-Projekten gefördert werden. Die Spezifikation hilft, gemeinsame Grundlagen für Entwickler, Hersteller und Nutzer zu schaffen, wodurch die Kommunikation, Kooperation und der Wissensaustausch erleichtert wird. Sie trägt zur Weiterentwicklung der OSH-Bewegung bei, indem sie Standards für Offenheit, Qualität und Zusammenarbeit etablieren möchte.

Die DIN SPEC 3105 ist immer noch sehr allgemein gefasst, gibt aber einige Eckpunkte vor, die zwingend in einer Open-Source-Hardware-Dokumentation enthalten sein müssen. Weitere Informationen hierzu findet ihr ab Seite 26-33.

Des Weiteren wird in der DIN SPEC 3105 ein Prozess skizziert, um die genannten Dokumentationskriterien zu überprüfen. Dieser Prozess wird als Review-Prozess bezeichnet.

Review von Open Source Hardware

Laut DIN SPEC 3105 wird der Review-Prozess von einem CAB („Conformity Assessment Body“, oder auf Deutsch „Konformitätsbewertungsstelle“) durchgeführt. Es handelt sich hierbei um eine unabhängige Stelle, die die Konformität von Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen mit bestimmten Standards und Anforderungen prüft und bestätigt. Im Kontext von Open-Source-Hardware führt ein CAB die Attestierung von OSH-Projekten durch, um sicherzustellen, dass die Dokumentation den Kriterien der DIN SPEC 3105, entspricht.

Nach Veröffentlichung der DIN SPEC 3105 hat OSEG e. V. begonnen, einen CAB aufzubauen, um Erfahrungen mit dem Review-Prozess und der DIN SPEC zu sammeln. Jede Organisation kann einen CAB einrichten, solange sie den Review-Prozess und die geprüfte Dokumentation speichert und öffentlich macht. Neben OSEG e. V. hat auch OHO e. V. einen CAB gebildet und bereits viele Projekte gereviewt. (<https://oho.wiki>)

Wir von Open Source Ecology Germany e. V. haben uns dazu entschlossen, den Review-Prozess mit Hilfe der Community durchzuführen. Dafür binden wir alle Interessierten ein, die Dokumentationen zu reviewen, die Produkte nachzubauen und den Prozess gemeinsam weiterzuentwickeln. Auf den Seiten 28-35 geben wir euch einen Einblick in die letzten Projekte, die den Review-Prozess durchlaufen haben.

CAB 2021

In der ersten Runde haben wir 15 Open-Source-Hardware-Dokumentationen gereviewt. Ohne auf die spezifischen Projekte im Detail einzugehen, möchten wir hier kurz erläutern, was wir über den Review-Prozess gelernt haben.

1. Nachbauen zusätzlich zum theoretischen Review

Während des Reviews des Open-Source-Laptops von MNT Reform fiel auf, dass das Projekt so komplex ist, dass es für die Reviewer sehr schwierig war festzustellen, ob alle Informationen vorhanden sind. Ein praktischer Nachbau anhand der Dokumentation hätte das gewährleistet. Bei komplexen Projekten ist neben dem theoretischen Review ein praktischer Nachbau hilfreich, da so mehr wertvolles Feedback entsteht

2. Open-Source-Hardware-Projekte bekommen Feedback

Die Dokumentation eines Open-Source-Hardware Projekts profitiert enorm von einem kritischen und unabhängigen Vier-Augen-Prinzip. Unverständliche Bauteilbeschreibungen werden ermittelt und vermieden, manchmal braucht es ein Bild, um den Nachbauenden klarer zu machen, um was es geht.

3. Community Aufbau

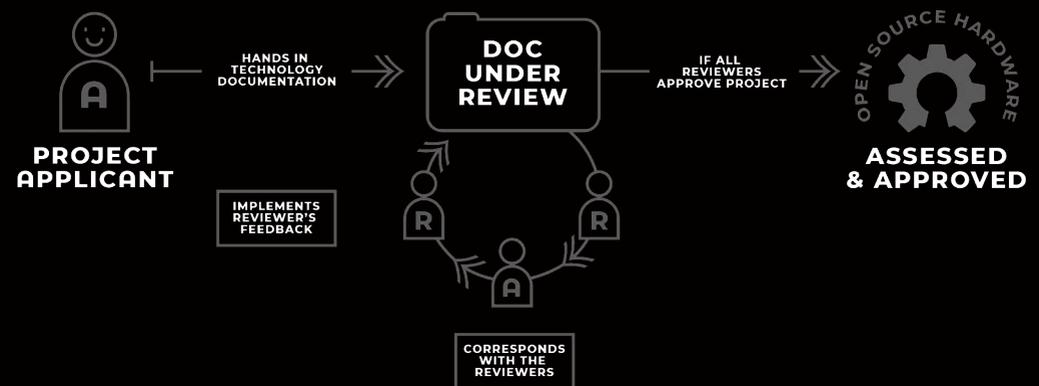
Der Review-Prozess unterstützt den Community-Aufbau. Durch das Review werden zwei Personen näher an das Projekt herangeführt, wodurch sie sich intensiv damit auseinandersetzen müssen.

4. Plattform-ungebundenes Reviewen

Ein Projekt profitiert von der Analyse der Dokumentation umso mehr, wenn die Reviewenden nicht nur Offline-Dateien oder unsere Plattformen, sondern die der Projekte nutzen. Sie testen so auch den Aufbau der Dokumentation über verschiedene Plattformen und Webseiten hinweg, und setzen sich in die Perspektive von Usern hinein, die im Internet auf das Projekt gestoßen sind.

Wird ein Rebuild, also der Nachbau, mit dem Reviewprozess verbunden, kann für ein Projekt anschließend sichergestellt sein, dass die Dokumentation vollständig ist, und das Projekt erhält ein detailliertes Feedback. Genau das ist das Ziel des Prozesses, den dieses Heft zeigt. In Folgeprojekten des Vereins werden Open-Source-Hardware-Projekte nicht nur theoretisch geprüft, sondern auch praktisch nachgebaut.

Review Lifecycle



Interview - Von der Idee zur Realität

Synergie für eine bessere Zukunft.



Paul Anca und Ken Rostand sind die Co-Founder von Open Funk. re:Mix durchlief den Review Prozess, dessen Ablauf auf Seite 28 präsentiert wird. Das folgende Interview beleuchtet den Weg Richtung Open-Source-Hardware aus der Start-up-Sicht.

Was ist re:Mix?

re:Mix ist ein nachhaltiger Küchenmixer, der speziell für die Verwendung mit Einmachgläsern entwickelt wurde und besonders langlebig ist. re:Mix ist leicht reparierbar, modular und Open Source.

Was war eure Motivation, ein OSH-Startup zu gründen?

Von Elektroschrott und enormen CO₂-Emissionen bis hin zu schlechten Arbeitsbedingungen und langen Lieferketten – die Heimelektronik-Industrie trägt zu einigen der weltweit gravierendsten Umwelt- und Menschenrechtsproblemen unserer Zeit bei. Wir wollen die Art und Weise, wie Haushaltselektronik hergestellt und repariert wird, ändern. Wir betrachten die Kreislaufwirtschaft als einen der zentralen Ansätze zur Lösung dieser Probleme.

Akteure müssen entlang der Lieferkette Informationen miteinander teilen: Welche Materialien wurden verwendet, woher stammen diese, und wie können sie weiterverwertet werden? Gleichzeitig müssen Produkte von Anfang an für die Kreislaufwirtschaft konzipiert werden – reparabel und modular.

Patente machen diese Art der Zusammenarbeit unmöglich. Sie bereichern zwar eine kleine Gruppe von Menschen, jedoch profitiert die Gesellschaft nur minimal vom potenziellen Wert der Innovation. Open Source hingegen bietet die Möglichkeit, Informationen zu teilen und sie branchenübergreifend zu verbessern und zu standardisieren.





Welche Herausforderungen ergeben sich bei der Gründung eines OSH-Startups?

Bei der Gründung eines Startups erhält man eine Menge (unaufgeforderter) Ratschläge. Schon bevor man mit der Umsetzung einer Idee beginnt, wird man unter Druck gesetzt, diese zu patentieren. Viele Gründer und Gründerinnen gehen leider diesen Schritt, ohne mögliche Konsequenzen ausreichend zu bedenken. Die größte Herausforderung für uns bestand darin, eine Unique Selling Proposition (USP) zu finden, die nicht am Produkt selbst liegt (da diese theoretisch von anderen nachgeahmt werden kann). In unserem Fall fokussieren wir uns auf eine hohe Produktqualität und Transparenz rund um das Produkt selbst sowie auf eine lokale Wertschöpfungskette und eine „No-Bullshit-Marke“ zum Thema Nachhaltigkeit.

Weiterhin ist es wichtig zu berücksichtigen, wie wir die Open-Source-Community pflegen können, ohne dabei den Fokus auf unsere Hauptaktivitäten zu verlieren. Wir müssen es schaffen, genug Ressourcen dafür einzuplanen.

Was ist eure Open-Source Strategie?

Wir haben uns für eine 2-Schritt Strategie entschieden:

1. Gehäuse inkl. Elektronik, als Basis für Mixer, Kaffeemühlen, Küchenmaschinen, Zitronenpressen, etc. (veröffentlicht am 6.12.23)
2. Blenderaufsatz - Veröffentlichung geplant Sommer 2024

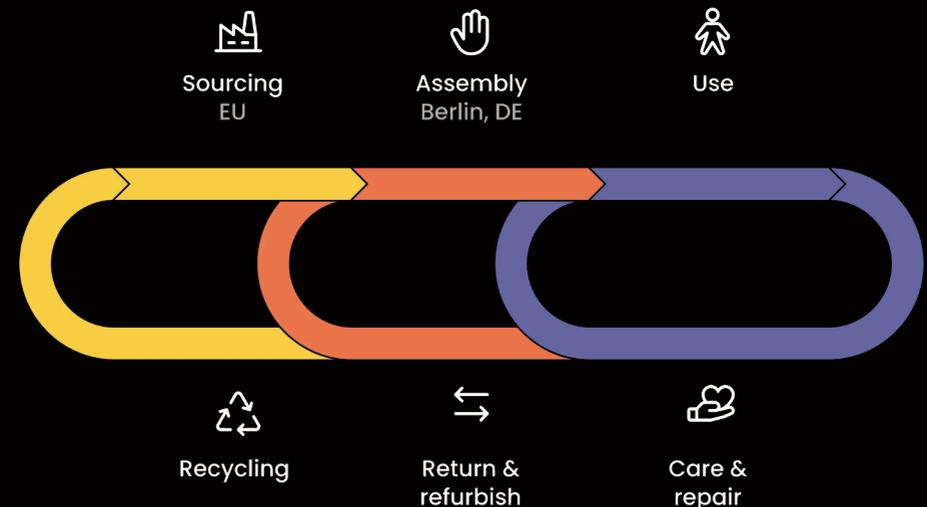
Das Gehäuse wurde zuerst veröffentlicht, um Reparaturen, Aufrüstung, Umrüstung und Diskussionen mit anderen zu fördern. Der Blenderaufsatz sorgt für ein sicheres Nutzen des Elektrogeräts, im Umgang mit scharfen Klingen und Lebensmitteln, und soll vor der Veröffentlichung weitere Iterationen durchlaufen.

Welches Feedback erhaltet ihr von der OSH-Community?

Wir haben bisher sehr positive Resonanz von der Open-Source-Community erhalten. Mehrere Makerspaces, Maker und Kunden haben uns angeschrieben, weil sie den re:Mix entweder selbst nachbauen oder anpassen möchten. Das Besondere daran ist, dass ein re:Mix, der bspw. in Kamerun gebaut wird, aus lokalen Materialien besteht und somit seinen eigenen Charakter erhält.

Welche Motivation und Vorteile seht ihr darin, Teil der OSH-Community zu sein?

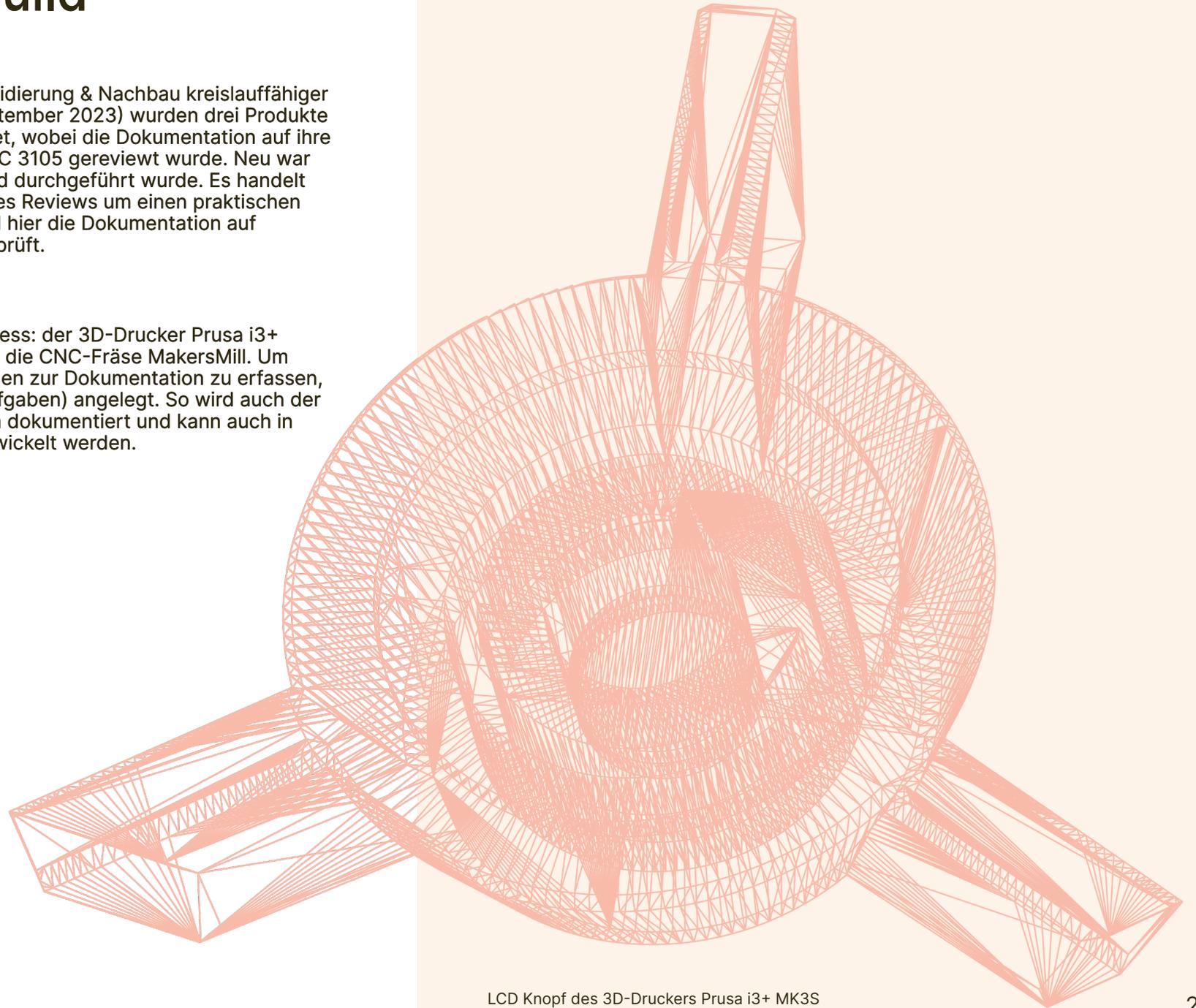
Wir sehen Open Source als ein Mittel, Menschen das Recht auf Reparatur zurückzugeben: Wenn man ein Produkt besitzt, sollte man auch das Recht haben, es zu reparieren. Gleichzeitig schaffen wir volle Transparenz darüber, was in unseren Produkten steckt, und verbreiten reparaturfreundliche Designs unter Maker und Industrieunternehmen. Als Vorteile sehen wir Verringerung negativer Auswirkungen auf den Planeten, dank dezentraler Produktion von reparierbaren Produkten; wir hoffen, einen schnelleren, besseren und inklusiveren Produktentwicklungsprozess aufzubauen; Menschen von Konsumenten zu Prosumern zu bewegen - als informierte, proaktive Gestalter der Gesellschaft; und letztlich unsere Marke zu stärken, indem wir transparent und offen sind.



Review & Rebuild

Im Rahmen des OSEG-Projekts „Validierung & Nachbau kreislauffähiger Maschinen“ (Oktober 2022 bis September 2023) wurden drei Produkte durch den Review-Prozess begleitet, wobei die Dokumentation auf ihre Vollständigkeit gemäß der DIN SPEC 3105 gereviewt wurde. Neu war bei diesem Projekt, dass ein Rebuild durchgeführt wurde. Es handelt sich hierbei um eine Erweiterung des Reviews um einen praktischen Teil. Neben der Vollständigkeit wird hier die Dokumentation auf Lesbarkeit und Verständlichkeit geprüft.

Drei Produkte unterliefen dem Prozess: der 3D-Drucker Prusa i3+ MK3S, der Küchenmixer re:Mix und die CNC-Fräse MakersMill. Um strukturiert Fragen und Anmerkungen zur Dokumentation zu erfassen, wurden im OSEG-Gitlab Issues (Aufgaben) angelegt. So wird auch der Review- und Rebuild-Prozess offen dokumentiert und kann auch in Zukunft eingesehen und weiterentwickelt werden.



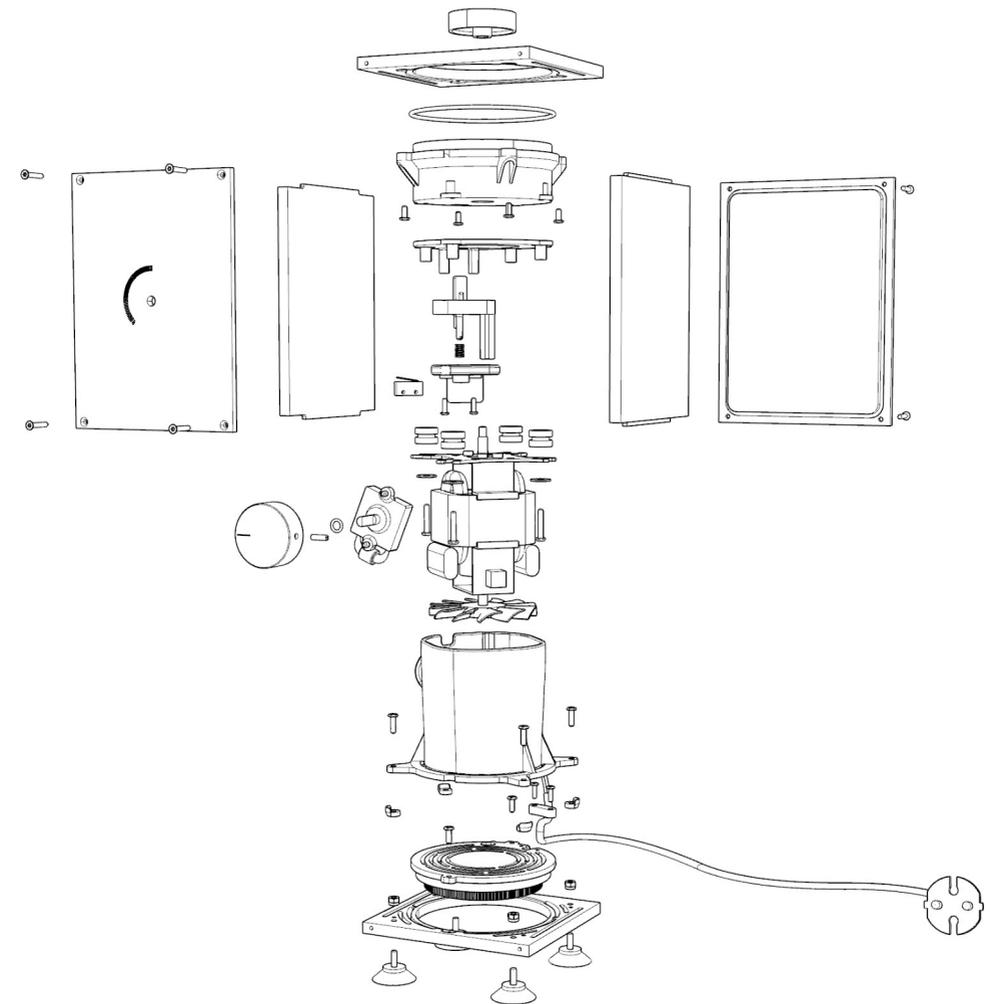
re:Mix

Das Berliner Startup Open Funk entwickelt den Küchenmixer re:Mix, mit dem es den Markteintritt auf dem OSH-Weg anvisiert. Die Bauteile des Geräts bestehen aus mehreren 3D-gedruckten Teilen und das Gehäuse wird gefräst aus recyceltem Plastik. Der Adapter zum Aufschrauben der Gläser entspricht einer Norm, was den Einsatz von handelsüblichen Gläsern ermöglicht. Für die Erstellung der 3D-Druckteile werden Prusa-3D-Drucker verwendet.

Open Funk trat an OSEG e. V. heran, um gemeinsam an der Dokumentation zu arbeiten und diese mit der DIN SPEC 3105 zu attestieren. Hierfür wurde ein Budget aus der Projektförderung bereitgestellt. Im Frühjahr 2023 wurde die Dokumentation erstellt und ein Review durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit Open Funk geteilt, um dann mit der überarbeiteten Dokumentation in den Rebuild zu starten.

Für die Veröffentlichung des Blenderaufsatzes nimmt sich Open Funk, bis Sommer 2024 Zeit (siehe Interview Seite 22). Somit erfüllt der Küchenmixer aktuell nicht die Open Source Hardware Kriterien der DIN SPEC 3105. Die Dokumentation des Gehäuses ist unter der CERN Open Hardware Licence Version 2 veröffentlicht und ist auf <https://github.com/openfunkHQ/reMix> zu finden.

Auf Seite 44, wird das Thema Open-Source-Hardware Lizenzen vertieft.



Prusa i3+ MK3S

Der Prusa i3+ MK3S ist ein weit verbreiteter 3D-Drucker, der von der Firma Prusa Research entwickelt wurde. Er basiert auf dem RepRap, einem der ersten Open-Source-3D-Drucker. Der Prusa i3+ MK3S wird weltweit im Hobby- und kommerziellen Bereich genutzt und hat die OSH-Bewegung im 3D-Druckbereich maßgeblich beeinflusst.

Vom Oktober 2022 bis Juni 2023 durchlief der Originalbausatz des Prusa i3 MK3S+ den Review- und Rebuild-Prozess. Dies erfolgte in Kooperation mit der Berliner Hochschule für Technik. Im Studiengang Physikalische Technik – Medizinphysik (M.Eng.) haben zwei Studentinnen die Dokumentation gemäß DIN SPEC 3105 geprüft und im Anschluss den 3D-Drucker nachgebaut. Das Modul heißt Physikalische Messtechnik und wird geleitet von Prof. Dr. Ingeborg Beckers. Ein Interview mit Prof. Beckers ist auf Seite 42 zu finden.

Vom Oktober bis Dezember 2022 lief das theoretische Review, bei dem die Dokumentation geprüft wird. Die Idee dahinter ist, zu prüfen, ob die Dokumentation alle erforderlichen Informationen enthält. Vom Januar bis März 2023 erfolgte das Rebuild. Hierbei wurde das Kit aufgebaut und die Dokumentation dem Praxistest unterzogen.



Folgende Erkenntnisse konnten wir gewinnen:

Lizenz

Der Prusa i3 verfügt über die MK3S+ GNU General Public License v2.0. (Die GNU GPL ist sehr verbreitet und legt viel Wert auf die Copyleft-Anforderung. Das heißt, dass abgeleitete Werke Quellcode unter gleicher Lizenz bereitstellen müssen. Es gibt verschiedene Varianten der GNU GPL, die jeweils unterschiedliche Anforderungen haben.)

Firmware

Benötigte Software und Treiber wurden im GitHub Repo gefunden. Einige Abkürzungen und Tools waren für die Reviewer nicht selbsterklärend und mussten recherchiert werden.

Zusammenbauanleitung

Gemäß der DIN SPEC 3105 besteht ein Änderungsrecht. Da die Montageanleitung nur als Webseite und als PDF-Datei verfügbar ist, gibt es keine effektive Möglichkeit, sie zu ändern. Weitere Fragen und Beobachtungen wurden im Issue dokumentiert.

Bill of Materials (BOM)

Eine Stückliste ist nicht veröffentlicht.

Norm-, Zukauf- und einzigartige Teile

Diese müssen mit Namen und evtl. Hersteller korrekt benannt werden oder als Quelldateien und als Exportformat (wie z. B. .stl .step) vorhanden sein. Dies ist nicht der Fall.

Rebuild

Für den Zusammenbau waren alle Teile vorhanden. Einige mussten aus der Ersatztasche entnommen werden. Bei dem Bausatz ist eine gedruckte Zusammenbauanleitung vorhanden, die mit QR-Codes versehen ist. Diese führen zu den konkreten Schritten der Onlineanleitung, wo unter allen Bauschritten eine Kommentarfunktion zu finden ist, die von einigen Usern benutzt wird.

Ergebnis

Der Originalbausatz des Prusa i3 MK3S erfüllt nicht die Kriterien der DIN SPEC 3105. Eine Kontaktaufnahme mit Prusa Research war erfolglos.

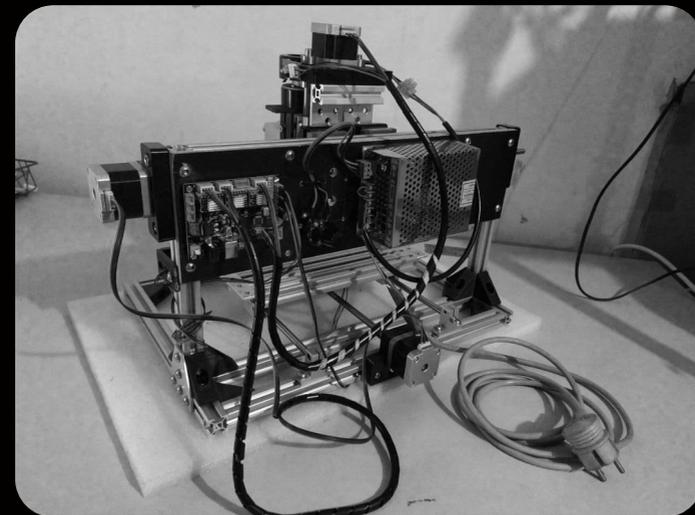
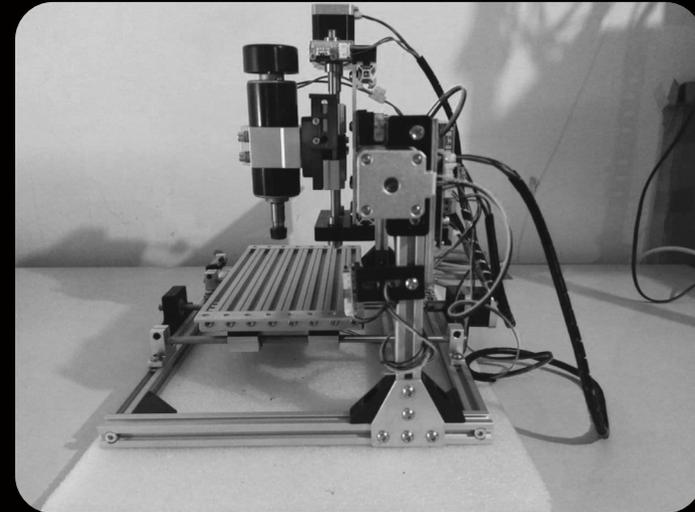
MakersMill

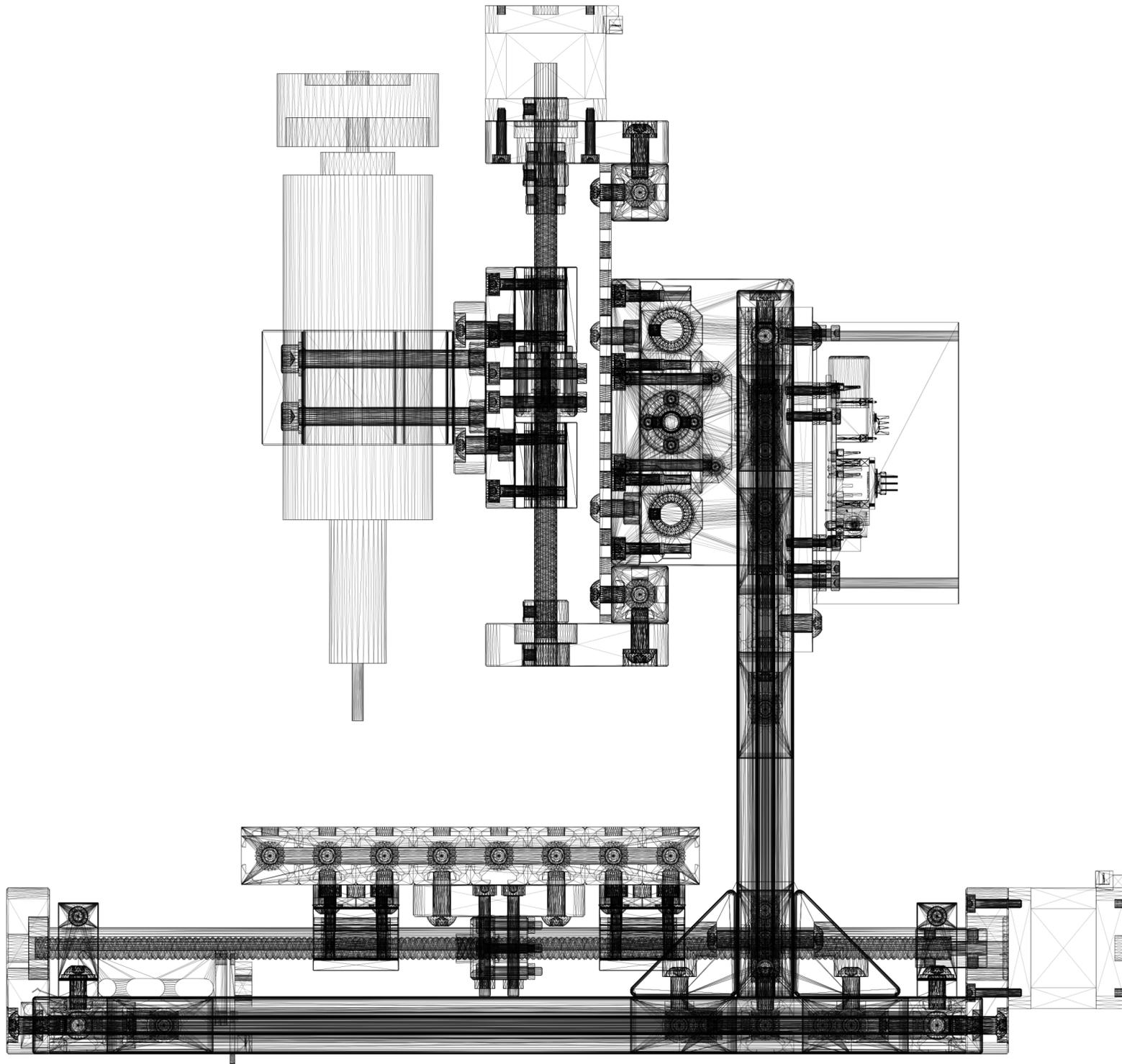
Die MakersMill ist eine CNC-Fräse, die von OSEG-Mitglied Oliver Schlüter entwickelt wurde und auf dem UniPro-Kit basiert. Das Universal-Prototyping-Kit bietet vielseitige Bauteile und Module, um Entwicklern das Erstellen von Prototypen durch modulare Flexibilität zu ermöglichen. So bietet die MakersMill eine solide Grundlage für vielfältige Fräsprojekte und ermöglicht Anpassungen und Erweiterungen an ihr selbst.

Im Januar 2021 durchlief die MakersMill den Review-Prozess und ist somit DIN SPEC 3105 attestiert. Sie wurde auch in das aktuelle Projekt aufgenommen, um mit ihr ebenfalls den Rebuild-Prozess zu durchlaufen. Es wurde entschieden, die Dokumentation neu aufzusetzen. Hierbei haben wir viel gelernt. Die Entwickler der Produkte unterliegen oft einer Expertenblindheit, d. h. sie haben Schwierigkeiten, sich in die Perspektive von Menschen ohne Vorkenntnisse zu versetzen und grundlegende Wissenslücken zu erkennen. Besonders bei den Open-Source-Hardware Dokumentationen ist genau diese Perspektive jedoch wichtig, denn die Produkte müssen grundlegend erklärt werden. Auf den folgenden Seiten wird die Erstellung einer Dokumentation tiefer beleuchtet.

Zwei Menschen aus der OSEG-Community haben diese Dokumentation daraufhin neu erstellt. Hierbei wurde mit dem Rollwerk, einem Makerspace in Berlin-Neukölln, kooperiert. Da die MakersMill aus sehr vielen Einzelteilen besteht, war das eine sehr komplexe Aufgabe. In den darauffolgenden Monaten durchlief die MakersMill erneut den Review und dann ein Rebuild.

Dies wurde an der Berliner Hochschule für Technik durchgeführt von Studierenden aus dem Bereich „Mechatronik (B.Eng.)“ im Kurs „Ausgewählte Produktionstechnologien“ unter der Leitung von Dr. Daniel Wessolek. Bei dem Rebuild wurde eine weitere Produktionstiefe gewählt: Alle benötigten 3D-Teile wurden von den Studierenden selbst gedruckt.





Dokumentation

Warum Dokumentation?

Erst wenn das OSH-Produkt nachgebaut und modifiziert werden kann, ist Zusammenarbeit überhaupt möglich. Die Dokumentation des OSH-Projekts ist deshalb das zentrale Medium der Zusammenarbeit. Sie sollte Interesse für das Projekt wecken und Lust machen, sich einzubringen.
Um eine Community aufzubauen, mit ihr zu kommunizieren und hilfreiche Beiträge zu bekommen ist, gute offene Dokumentation deshalb unverzichtbar.

Das Schreiben der Dokumentation an sich bringt einen weiteren Vorteil für das interne Projektteam. Das Ausformulieren von Gedanken und Begründen von Entscheidungen führt dazu, dass man sich selbst hinterfragt und eine andere Perspektive einnehmen muss.

Es gibt vielfältige Arten von Dokumentationen. Dieser Abschnitt sowie auch die DIN SPEC 3105 schreiben nicht vor, wie eine Dokumentation zu gestalten ist. Sie möchte eher dazu ermutigen, die Dokumentation des Projekts aktiv zu gestalten und als eigenständigen und wichtigen Teil des Projekts zu sehen.

Beispiele für gute Dokumentationen

OpenFlexure



FabuLaser



Hilfsmittel für die Dokumentationsarbeit



GitBuilding Hilft dabei, Schritt-für-Schritt-Anleitungen inkl. der jeweiligen Bauteile als Website oder PDF zu generieren. Basiert auf Markdown und Git



OSH Automated Documentation Erweiterung für das Open-Source CAD-Programm FreeCAD. Hilft, visuelle Schritt-für-Schritt Anleitungen im IKEA-Stil auf Basis der Original-CAD-Dateien zu generieren.

Befindet sich noch in der Entwicklung.



OSH-Tool Scant das Git-Repository eines OSH-Projektes und gibt Auskunft über Vollständigkeit der Dokumentation.

Was gehört in eine Dokumentation?

Damit ein Hardware-Projekt als „Open Source“, bezeichnet werden kann muss die Dokumentation deines Projekts gewisse Informationen zur Verfügung stellen, damit andere das Projekt nachbauen, verändern und ohne rechtliche Bedenken auch kommerziell nutzen können.

Was es alles dazu braucht, ist in der DIN SPEC 3105 aufgeführt. (<https://din.one/display/OSH/DIN+SPEC+3105+OSH>). Hier soll ausführlicher erklärt werden, was in der DIN SPEC 3105 im Detail festgehalten ist.

Lizenz

Hast du eine Lizenz ausgewählt, fügst du sie samt Lizenztext deiner Dokumentation hinzu. In der Beschreibung deines Projekts erwähnst du, welche Teile des Projekts unter diese Lizenz fallen. Damit zeigst du anderen, wie sie dein Projekt benutzen dürfen und bietest ihnen und dir rechtliche Sicherheit.

ReadMe / Übersicht

Eine kurze Projektübersicht ist hilfreich, aber nicht zwingend gefordert. Worum geht es in dem Projekt, aus welchen Teilen besteht die Dokumentation und wie ist sie aufgebaut? Wer ist der Autor? Wann gab es die letzte große Änderung oder um welche Version handelt es sich? Unter welcher Lizenz steht was in diesem Projekt?

Zusammenbauanleitung

Die Zusammenbauanleitung erklärt, wie man das Projekt aufbaut, eventuell Software installiert etc. Hier sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt. Die Anleitung kann sowohl als Video als auch als Text oder Kollage gestaltet werden.

Stückliste / Bill of Materials (BOM)

Die BOM ist eine Liste aller Bauteile, die im Projekt enthalten sind. Hierbei ist wichtig, dass unterschiedliche Arten von Teilen unterschiedliche Informationen benötigen.

Normteile

Normteile müssen korrekt benannt werden, denn so sind sie eindeutig beschrieben. „M6 Schraube“, ist nicht so aussagekräftig wie die etwas kryptisch erscheinende Bezeichnung: „EN ISO 4762 M6×40“. Somit ist

klar definiert, welche Form der Kopf hat, wie lang die Schraube ist und welchen Durchmesser sie hat. Insgesamt empfiehlt sich, möglichst viele Normteile zu verwenden, da diese meist leicht erhältlich sind.

Zukaufteile

Bei Zukaufteilen (wie zum Beispiel Elektromotoren) ist es wichtig, die genaue Produktbezeichnung, Hersteller und Leistungsbeschreibung anzugeben. Hier gilt: lieber mehr Informationen als zu wenige. Für den Nachbau ist es wichtig, genau den richtigen Motor schnell zu finden. Beim Modifizieren ist auch interessant, warum genau dieser Motor ausgewählt wurde.

Einzigartige Teile – Unique Parts

Alle Teile, die extra für das Projekt hergestellt werden, werden Unique Parts“ genannt. Sie sollten auch in der Stückliste aufgeführt sein, am besten mit einem Verweis auf die Source-Dateien! (Siehe nächste Seite)

Nachbauen vs. Modifizieren

Mit ausführlicher BOM und Zusammenbauanleitung ist das Recht des Nachbauens schon gesichert. Um zu verstehen, was eine Dokumentation alles enthalten muss, damit ein Projekt nicht nur nachbaubar, sondern auch modifizierbar ist, hilft es, sich erst einmal nur um die Zusammenbauanleitung selbst Gedanken zu machen. Höchstwahrscheinlich schleichen sich auch in die beste Anleitung einige Fehler ein, und es wäre doch großartig, wenn die Community diese leicht beheben könnte.

Source-Dateien

Wenn du deine Anleitung als PDF hochlädst, gibt es für Leute, die einen Fehler finden, nur eine Möglichkeit. Sie müssen alles fehlerfrei abschreiben und dir dann das PDF schicken. Das ist umständlich und lässt keine Modifizierungen zu. Wenn du zusätzlich zu der PDF-Datei auch die Dateien hochlädst, aus denen du das PDF erstellt hast, können andere diese Dateien öffnen (vorausgesetzt, sie verfügen über das richtige Programm), sie verändern und dann ein neues PDF erstellen. Diese Dateien werden als „Source-Dateien“ bezeichnet. Sie ersparen deiner Community viel Arbeit und erleichtern den Einstieg und die Zusammenarbeit erheblich. Es ist also wichtig, nicht nur das Endergebnis, sondern auch alle Source-Dateien bereitzustellen!

Bei selbstkonstruierten Teilen sind die Formate in der Regel programmabhängig, und das Bearbeiten dieser Dateien kann aufgrund von Lizenzkosten teuer sein. Deshalb ist es wichtig, neben den Source-Dateien auch eine Export-Version in einem leicht zu öffnenden Format bereitzustellen.

Export Dateien

Die Anleitung im PDF-Format ist praktisch, da man sie ohne kostspielige Software öffnen kann. Im Fall von Maschinenteilen kann das Exportformat eine technische Zeichnung sein, eine .step-Datei für 3D-Druckteile oder auch eine Datei aus FreeCAD, weil FreeCAD freizugänglich ist. Das Exportformat ist nicht festgelegt, aber du solltest im Hinterkopf behalten, es deinen Lesern möglichst einfach zu machen, die Datei zu öffnen und zu nutzen.

Software

Software/Firmware sollte ebenfalls in der Dokumentation aufgeführt werden, mit einem Verweis, wo diese zu finden ist.

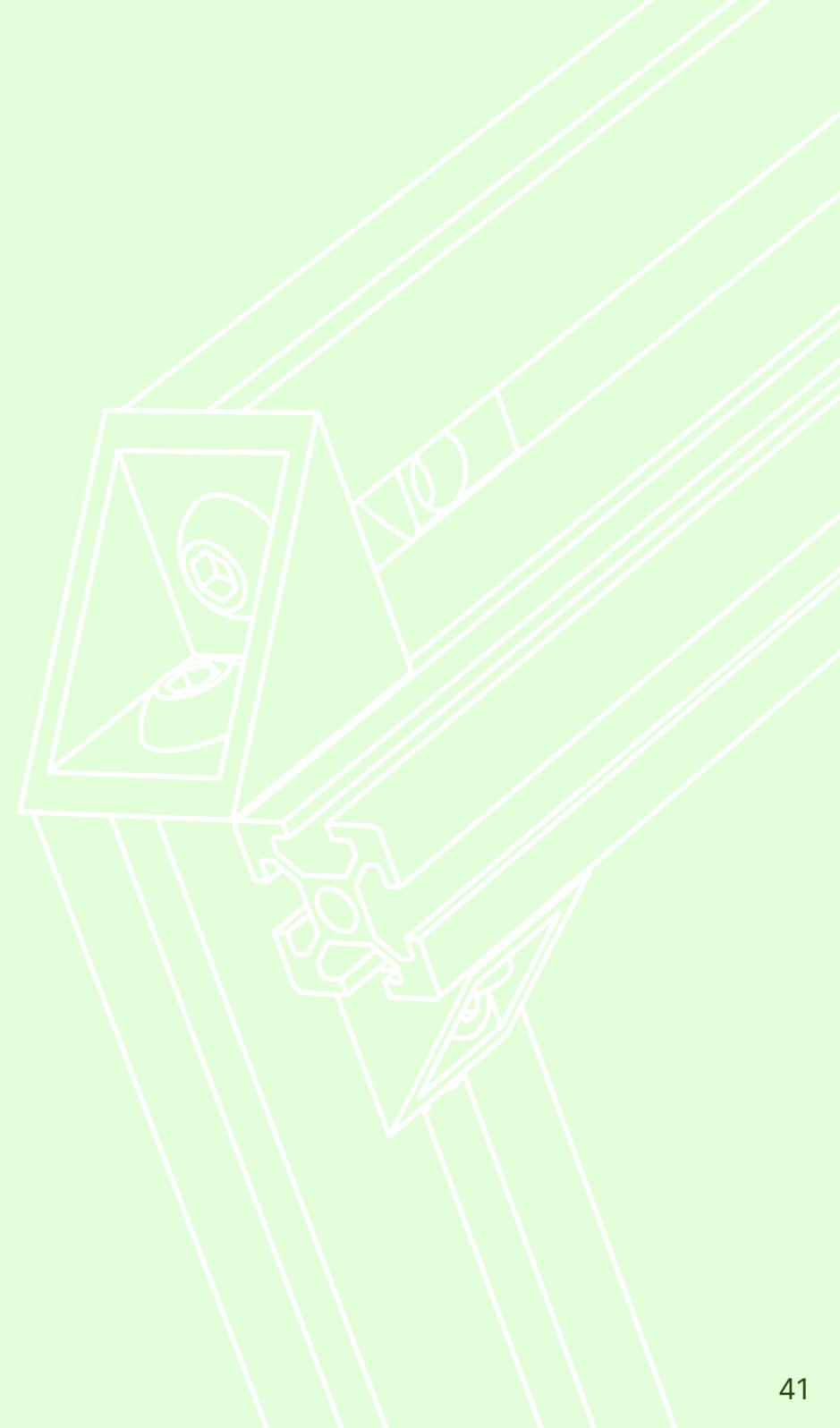
Programmempfehlungen

Es ist dir völlig freigestellt, mit welchem Programm du welche Dateien erstellst. Wir empfehlen im Folgenden einige Open-Source-Programme, da diese deiner Community wiederum den Einstieg erleichtern.

- 3D-Modelling (CAD) → FreeCAD
- Leiterplatten-Entwicklung / CB-Layout → KiCAD
- Kollaboration und Versionierung → Git (GitLab, Github etc.)
- Datenbank mit vielen Open-Source-Software-Tools für jegliche Anwendungsfälle in der Maschinen- und Softwareentwicklung:
<https://opentoolchain.org/tools/>

Feedback

Es ist gar nicht so leicht, andere in die Lage zu versetzen, dein Projekt nachzubauen und zu verändern. Schnell vergisst man Details oder setzt Dinge voraus, die für andere völlig unerklärlich sind. Deshalb ist Feedback von externen Personen sehr wichtig, um sicherzustellen, damit auch andere User deine eigenen Formulierungen verstehen.



Interview - Offen für Neues?

Wie Open-Source die Forschung an Hochschulen demokratisiert



Ingeborg Beckers ist Professorin für Medizinphysik an der Berliner Hochschule für Technik (BHT). Zudem leitet sie das Labor für Optik und Lasertechnik und konnte in der Vergangenheit bereits in zwei Projekten sowohl Open-Source-Hardware (OSH) als auch -Software veröffentlichen.



Sven Klinkow ist im Technologietransfer der BHT tätig, bearbeitet u. a. Erfindungen und verfolgt das Ziel, die Fachbereiche und Labore der Hochschule zu vernetzen und Ressourcen gemeinsam zu nutzen. Er unterstützt die Verbreitung von OSH an der Hochschule.

Was begeistert euch an Open-Source-Hardware und was seht ihr hinter der Open-Source-Bewegung?

Sven: Besonders in der akademischen Welt, in der der freie Austausch von Wissen und die Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen von zentraler Bedeutung sind, kann OSH einen großen Mehrwert bieten. Open Source begeistert mich, weil es aus Hochschulsicht eine enorme Bereicherung darstellen kann – eine Bereicherung in Form von Zusammenarbeit, Diskussionen und gemeinsamer Weiterentwicklung. Es ist eine aufregende Entwicklung, die wir als BHT viel stärker unterstützen und fördern sollten.

Inge: Insgesamt fasziniert es mich, wenn Menschen im Internet gemeinsam an etwas arbeiten. Ein gutes Beispiel dafür ist Wikipedia, eine Webseite, die viele von uns häufig nutzen und bei der wir selbst Korrekturen vornehmen können, wenn etwas nicht richtig ist. Bei mir entstand das starke Bedürfnis, etwas zurückzugeben und nicht nur von der Bewegung zu profitieren und zu konsumieren. Aus diesem Grund möchte ich, dass auch wir die Sachen, die wir in Projekten entwickeln, für andere öffentlich zugänglich machen.

Was ist eurer Meinung nach bei der Veröffentlichung von OSH-Projekten zu beachten?

Inge: Die Planung von OSH-Projekten muss sehr gründlich umgesetzt

werden. Es ist wichtig, sorgfältige Tests durchzuführen, um sicherzustellen, dass alles funktioniert. Es besteht auch die Verantwortung, sicherzustellen, dass das Endprodukt wirklich den Erwartungen der Menschen entspricht. Zudem muss die Dokumentation von OSH sehr detailliert und klar formuliert sein. Es sollte deutlich gemacht werden, wozu das Projekt dient, welche Möglichkeiten es bietet, welche Vor- und Nachteile es hat und welche Forschungsfragen noch geklärt werden müssen.

Welchen Mehrwert bieten Open-Source-Projekte der Hochschule und deren Umfeld?

Sven: Open-Source-Projekte bieten aus Sicht des Technologietransfers einen entscheidenden Mehrwert. Die umfassende Dokumentation dieser Projekte ermöglicht es sowohl den Studierenden als auch den Menschen rund um den Kosmos Hochschule, eigene Ideen zu entwickeln und neue Denkweisen zu fördern. Die entstehende Dynamik, die sich daraus entwickeln kann, ist viel größer im Vergleich dazu, wenn bspw. lediglich das fertige Produkt oder ein Projektbericht veröffentlicht wird. Ich bin fest davon überzeugt, dass dies ein entscheidender Faktor ist.

Was braucht es eurer Meinung nach, damit mehr Projekte den OSH-Weg gehen?

Inge: Ich denke, ein Best-Practices-Leitfaden wäre sehr hilfreich. Denn ich glaube, dass noch nicht viele probiert haben, OSH zu veröffentlichen und es nicht notwendig ist, immer wieder die gleichen Fehler zu machen. Es muss klar sein, in welchem Entwicklungsstadium das Veröffentlichte ist, denn OSH ist immer auch mit Investition der User verbunden.

Welche Aspekte müssen neu bedacht werden, damit ein OSH-Projekt erfolgreich wird?

Inge: Man braucht zusätzliche Arbeitskraft! Entweder kann man Ressourcen aus der Forschung abzweigen oder man stellt gezielt jemanden für das Projekt ein. Denn es ist unerlässlich, die Community aktiv zu pflegen. Ich finde den Austausch auf einer gemeinsamen Plattform wichtig, sodass nicht isoliert an Projekten gearbeitet wird. Stattdessen sollte eine kontinuierliche Kommunikation stattfinden.

Sven: Dies verlangt ein Umdenken in der Planung und Konzeption. Es kann notwendig sein, das „traditionelle“ Forschungsdesign zu verlassen und sich an „neuen“, OSH-orientierten Ansätzen auszurichten, einschließlich einer stärkeren Einbindung der Community in den Entwicklungsprozess.

Geistiges Eigentum und Lizenzen

Man kann zwischen drei Arten von geistigem Eigentum unterscheiden.

1. Das Markenzeichen des Projekts oder des Unternehmens
2. Dinge, die vom Urheberrecht geschützt werden
3. Neue technische Zusammenhänge und Ideen des Projekts

Markenschutz / „Trademark“

Die Marke ist der wichtigste Schutz für das Produkt. Es identifiziert den Hersteller. Auch wenn andere das Wissen nutzen und das gleiche Produkt herstellen können, dürfen sie nicht die gleichen Markenzeichen verwenden, solange es angemeldet ist!

Das können bspw. Namen, Logos, Grafiken, Farben und andererseits auch Verpackungs- und Produktdesigns sein. Diese machen das Projekt und die Produkte einzigartig und wiedererkennbar.

Urheberrecht

Standardmäßig sind alle kreativen Werke ab dem Moment der Erstellung urheberrechtlich geschützt. Darunter fällt die gesamte Dokumentation des Projekts, alle Bilder und der Programmiercode. Erst durch die Open-Source-Lizenz wird es wieder frei. Es muss also aktiv eine Open-Source-Lizenz gewählt werden, um das Wissen zu öffnen und der Community die Möglichkeit geben zu können, damit zu arbeiten.

Technische Zusammenhänge und Ideen Technische Zusammenhänge und Ideen sind das Produkt der Innovation und der Arbeit der Entwickler/innen. Man kann versuchen, diese mit einem Patent zu

schützen. Das Anmelden und das Verteidigen eines Patents sind aufwendige Prozesse, die viel Geld und Zeit kosten. Ein Patent soll die Idee für die nächsten 20 Jahre schützen und verspricht somit den Erfinder/innen einen Entwicklungsvorsprung. Ein Patent zu besitzen, um

das Wissen daraufhin wieder freizugeben, lohnt sich in den wenigsten Fällen.

Wenn man seine Pläne stattdessen veröffentlicht, ist die Erfindung damit „Stand der Technik“ und kann nicht mehr patentiert werden („defensive publishing“). Sonst wäre es möglich, dass große Firmen ein Patent auf ein OSH-Projekt anmelden und dann dürften die Erfinder/innen selbst nicht mehr weiterarbeiten. Damit dies funktioniert, braucht man einen resilienten Zeitstempel; weshalb sich bspw. git-basierte Versionierungssysteme gut dafür eignen. Ist die Idee bereits vorher patentiert, kann es leider dennoch zu Patentstreitigkeiten kommen.



Open-Source-Hardware Lizenzen

Durch die Lizenzierung der Dokumentation und der Hardware wird deutlich, unter welchen Bedingungen das Wissen weiterverwendet werden kann. Durch diese Rechtssicherheit schützt du Mitwirkende und Nutzer. Nur so kann eine Gruppe entstehen, die den Entwicklungsprozess fördert und gleichzeitig dem Projekt eine große und gezielte Reichweite verschafft.

Für Hardware empfehlen wir eine Variante der CERN OHL v2.0. Sie ist explizit für Hardware verfasst worden, wird weiterhin gepflegt und liegt wie viele Open-Source-Lizenzen in drei Varianten vor.

Permissive

Permissive-Lizenzen geben Menschen den größten Freiraum bei der Wiederverwendung des Projekts. Meist muss nur der Urheber genannt werden. Hier sind ein paar Beispiele:

MIT-Lizenz

CERN-OHL-P-2.0

Creative Commons International 4.0 - CC BY 4.0 hb

Copyleft

Copyleft-Lizenzen fordern von den Mitwirkenden, dass alle neue Versionen des Projekts wieder unter eine Copyleft-Lizenz gestellt werden. Es kann hierbei noch zwischen „Weak“ und „Strong“ Copyleft-Lizenzen unterschieden werden.

„Strong“ Copyleft-Lizenzen fordern, dass alles, was das Projekt betrifft, unter die gleiche Lizenz gestellt werden muss, während „Weak“ Copyleft-Lizenzen nur fordern, dass das Projekt selbst wieder unter die gleiche Open-Source-Lizenz gestellt werden muss.

Es folgen Beispiele für Copyleft-Lizenzen:

GNU General Public Licence Version 3.0 – GPL v3 (für Software)

CERN Open Hardware Licence Version 2 – Strongly Reciprocal – CERN-OHL-S-2.0

GNU Lesser General Public License Version 3 – LGPL v3 (für Software)

CERN Open Hardware Licence Version 2 – Weakly Reciprocal – CERN-OHL-W-2.0

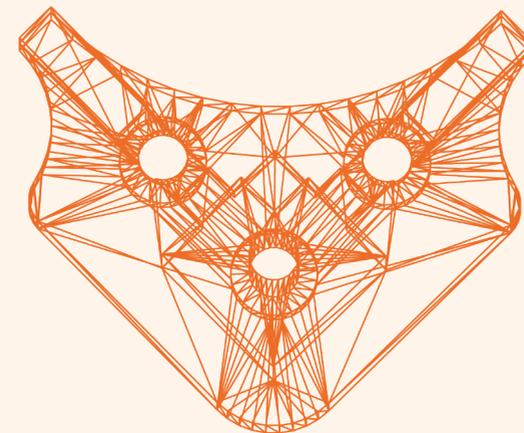
Creative Commons Share Alike International 4.0 – CC BY-SA 4.0 (universell einsetzbar, Bilder, Texte, Videos, etc.)

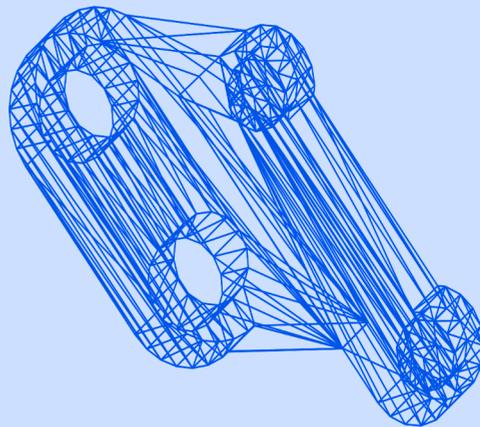
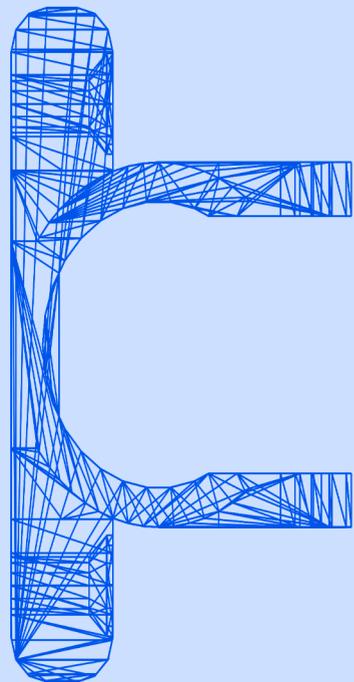
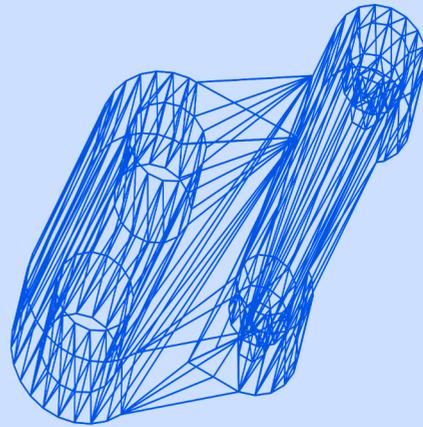
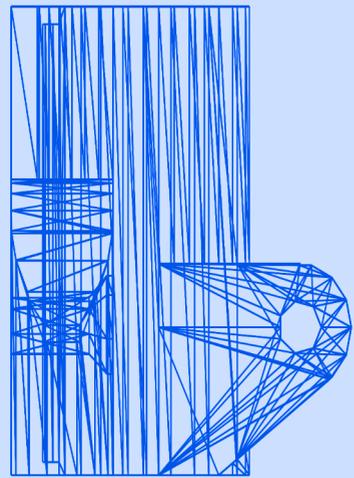
In diesen beiden Quellen sind weitere Informationen zu diesem Thema zu finden:

<https://choosealicense.com/>

Kapitel „Licensing of Open Source Hardware“ von Michael Weinberg aus dem Buch „Open Source Hardware“ von Alicia Gibb and others *Source Hardware: DIY Manufacturing for Hackers and Makers* von Alicia Gibb und weiteren.

Unter <https://spdx.org/licenses/> ist eine lange Liste von Open-Source Lizenzen zu finden. Alle Lizenzen, die dort FSI oder OSI „approved“ sind, entsprechen auch den Anforderungen der DIN SPEC 3105.





Bauteile des 3D-Druckers Prusa i3+ MK3S

Open-Source Business-Modelle und Ökosysteme

Open-Source-Hardware: Von der Produktentwicklung zum Geschäftsmodell zum Ökosystem

Ohne Open-Source-Software wären das Internet und viele digitale Innovationen nicht denkbar. In Zeiten, in denen dringend global einsetzbare Lösungen für Probleme gefunden werden müssen, scheint Open-Source-Hardware (OSH) eine ähnlich wichtige Rolle für die physische Welt übernehmen zu können. Bei OSH entsteht jedoch der Eindruck, dass zwischen der Produktentwicklung und dem Markteintritt ein Flaschenhals besteht. Was könnten einige Gründe dafür sein?

Bei Open-Source-Software war der Übergang von der Entwicklung zum Einsatz vergleichsweise einfach, da die Verteilung von Code fast kostenneutral, ohne Zeitverzug und global möglich ist. Es haben sich mit Support, Service, SaaS und Add-Ons auch Möglichkeiten der Monetarisierung etabliert. Diese sind so erfolgreich, dass einige Open-Source-Gründungen sich auf die proprietären Anteile fokussieren und geschlossener werden.

Bei OSH sind durch die physische Natur des Produktes die Herausforderungen komplexer und durch neue technische Verfahren wird Konkurrenz, die nicht an der Entwicklung beteiligt war, erleichtert. Dennoch kann man annehmen, dass Gründungen auf Basis von offener Hardware gegenüber geschlossenen, proprietären technischen Systemen wettbewerbsfähig sind.

Von der Idee zum Markteintritt werden mehrere Phasen durchlaufen, die jeweils andere Fähigkeiten, Prozesse und Aktivitäten erfordern. Zu Beginn muss die Community für ein Projekt aufgebaut werden, um Partner/innen für die Entwicklung zu gewinnen. Dann sollte geklärt werden, ob das Produkt einen Markt findet und welche Organisationsform dafür geeignet ist.

Für proprietäre technische Gründungen gibt es dafür relativ klar definierte Verfahren und die Empfehlung, die verschiedenen Bereiche durch ein Gründerteam abzudecken. Die Sicherung von Rechten wird dabei als wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit angesehen.

Bei OSH ist jedoch Offenheit das zugrunde liegende Prinzip, um durch oft dezentrale Zusammenarbeit und die Teilung von Wissen zu kollektiven Innovationen zu gelangen. Durch verschiedene Lizenzformen kann die Nutzung festgelegt werden.

Offenheit und die damit einhergehende Kollaboration und Dezentralität erlauben eine große Dynamik in den Innovationsprozessen, führen aber zu einer höheren Komplexität und damit einhergehend zu mehr Kommunikations- und Abstimmungsbedarf.

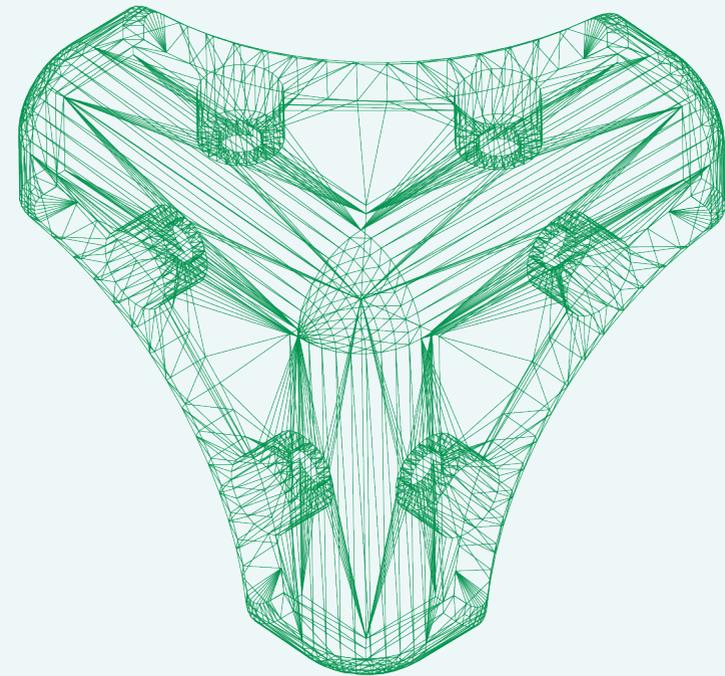
Das kann jedoch gerade in der Anfangsphase von Vorteil sein und durch Zugang zu den Ressourcen der Communities kompensiert werden. So können neben den monetären auch soziale und ökologische Werte geschaffen werden:

Die Community ist die erste Kundin im Sinne der Beteiligung am Projekt, über sie können dann schnell mögliche Nutzergruppen identifiziert werden. Der Wert muss an dieser Stelle bereits für beide sichtbar sein.

Die Entwicklung kann im sicheren Hafen der Community, und ohne sich bereits in einem frühen Stadium auf ein Geschäftsmodell zu einigen, vorgebracht werden. Risiken und Kosten werden reduziert, Qualität und Zuverlässigkeit werden erhöht, Änderungen sind auch noch in späten Phasen möglich.

Die Nutzung existierender Open-Source-Lösungen als Beitrag für die eigene Idee beschleunigt den Entwicklungsprozess und verringert bei Beachtung von verschiedenen Formen von OSH-Lizenzen die Gefahr von Verletzung nicht bekannter Patente.

Neben den monetären Werten beinhaltet der Open-Source-Gedanke auch soziale und ökologische Werte, die in klassischen Geschäftsmodellen bisher keinen dezidierten Platz zugewiesen bekommen. Dort sind sie vorwiegend als Kostenfaktoren erfasst, nicht aber als grundlegende Werte. Als solche müssen sie ins OSH-Geschäftsmodell integriert werden, wodurch sich ganz neue Formen von Organisationen entwickeln können. Anstelle des klassischen Geschäftsmodells entstehen Ökosysteme, die miteinander verbunden sind.



Bauteile aus dem [UniPro-Kit](#)

Der neue Rahmen verändert den Blick, es werden Nischen für Erfindungen, Verbesserungen, neue Akteur/innen sichtbar. OSH-Entrepreneurship wird eine reale Möglichkeit, drängende Probleme gemeinschaftlich zu lösen und mit sinnvoller Arbeit den eigenen Lebensunterhalt zu verdienen. Möglicherweise in ganz neuen Formen von Zusammenarbeit bei der Entwicklung und neuen Wegen bei der Verwertung, die sich erst noch abzeichnen müssen. Damit mehr Möglichkeiten geschaffen werden für beschleunigte, umweltfreundliche und sozial akzeptierte Innovationen sowie ein nachhaltiges Wirtschaften.

OPEN SOURCE ECOLOGY GERMANY e.V.

Die Open-Source-Hardware-Idee stieß in Deutschland auf besonders nachhaltige Resonanz, was zur Bildung einer breiten Community führte. Diese Gemeinschaft hat den Verein OSEG e. V gegründet, um die Bewegung zu festigen und zu unterstützen.

Der Verein deckt verschiedene Bereiche ab, darunter konkrete Hardware-Projekte, globale Community-Bildung und Networking. Zudem ist er in der Öffentlichkeitsarbeit und politischen Arbeit aktiv und fungiert als Anlaufstelle und Initiator. Die Community des Vereins hat zur Entwicklung erster Standards und zu Publikationen beigetragen. Ein Schwerpunkt liegt auf Kreislaufwirtschaft, Gemeinwohlökonomie und Nachhaltigkeit, die in den Aktivitäten des Vereins verankert sind. Weitere Informationen zu den Satzungszwecken sind auf der Webseite von OSEG e. V. zu finden. Die OSH-Bewegung lebt durch ihre Community. Für OSEG e. V. ist es wichtig, dass die Community durch OSH leben kann.

Hast du noch Fragen? Siehst du mögliche Verbindungen zwischen deinen Interessen und OSEG e. V.? Vielleicht hast du sogar Lust, tiefer in die Welt der Open-Source-Hardware einzutauchen?

Wir würden uns freuen, von dir zu hören! Melde dich gerne bei uns und lass uns gemeinsam die Möglichkeiten erkunden. verein@ose-germany.de
telegram OSEG Welcome Group telegram.



OSEG-HUB ist ein soziales Netzwerk für Kommunikation zwischen Menschen und Projekten aus Open-Source-Hardware-Szene.



Oder trete unserer Telegram Gruppe bei :)

Einfach gesagt: *“OSEG e.V. ist ein Werkzeugset für die Community und hilft unterschiedlichen Menschen und Projekten, genau da wo es nötig ist.”*

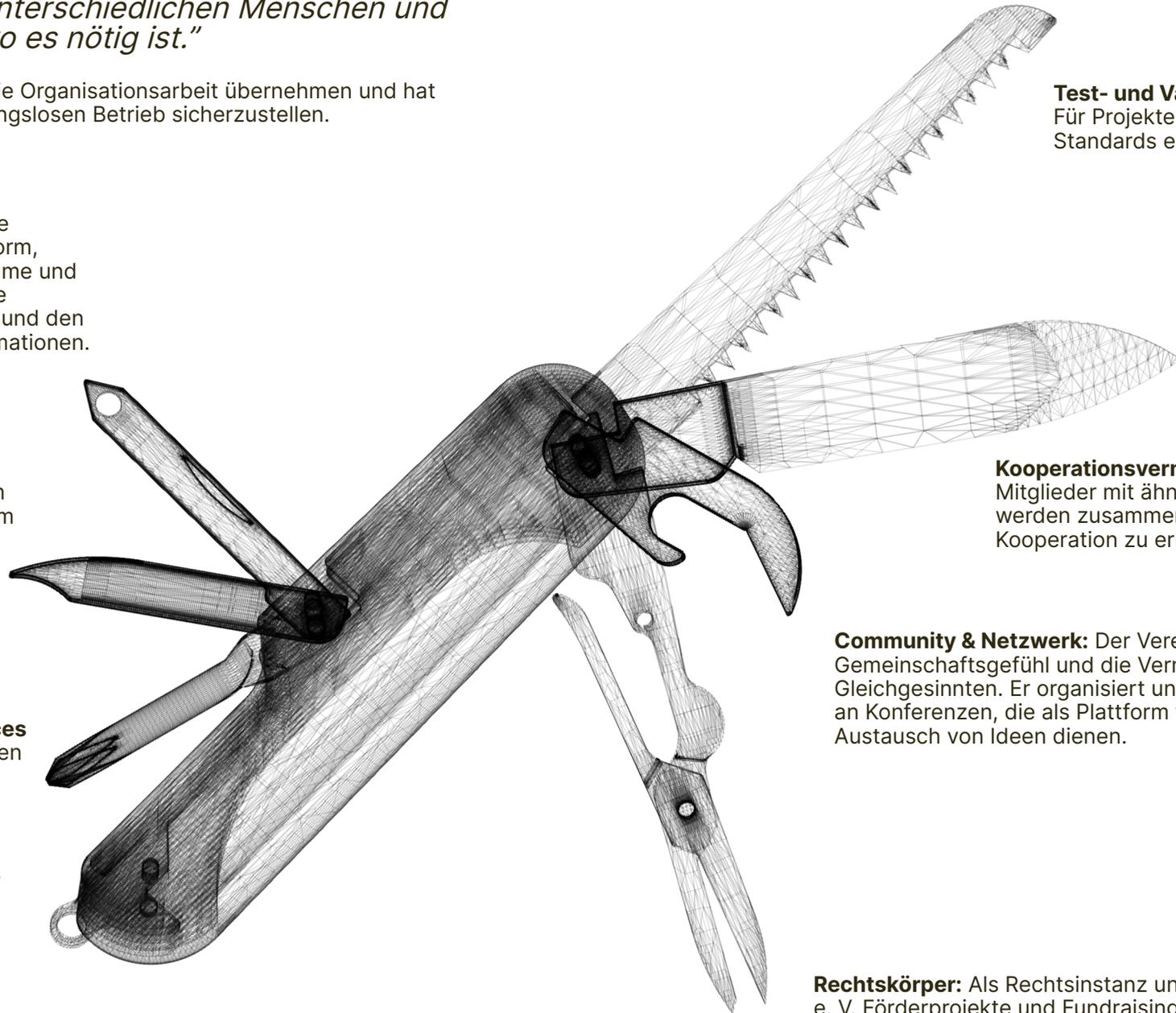
Verwaltung: OSEG e. V. kann die Organisationsarbeit übernehmen und hat einen Vorstand, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen.

IT Infrastruktur: Diverse weitere Softwaretools wie Cloud-Plattform, E-Mail-Dienste, Office-Programme und Kommunikationsplattformen wie HumHub für soziale Interaktion und den Austausch von Ideen und Informationen.

Bildungs-Workshops: Der Verein bietet Bildungs-Workshops an, um Menschen in verschiedenen Aspekten der Open-Source-Hardware zu schulen.

Werkstätten, Coworking Spaces und Ressourcenpool: Es werden unterschiedliche Räume ermöglicht, in denen Kreative zusammenarbeiten, Ideen umsetzen und Hardware-Prototypen entwickeln können.

Beratung: OSEG e. V. bietet Beratung zu Open-Source-Hardware für Entwickler, Unternehmen, Bildung und Forschung, sowie politische Entscheidungsträger und die breite Öffentlichkeit.



Test- und Validierungsdienste: Für Projekte, die bestimmte Standards erfüllen müssen.

Kooperationsvermittlung: Mitglieder mit ähnlichen Interessen werden zusammengebracht, um eine Kooperation zu ermöglichen.

Community & Netzwerk: Der Verein fördert das Gemeinschaftsgefühl und die Vernetzung unter Gleichgesinnten. Er organisiert und beteiligt sich an Konferenzen, die als Plattform für den Austausch von Ideen dienen.

Rechtskörper: Als Rechtsinstanz unterstützt OSEG e. V. Förderprojekte und Fundraising. Es fungiert als Dachorganisation für weitere Projekte, verwaltet Verträge und agiert als rechtlicher Rahmen für physische Räume und Gegenstände.

OSH Bewegung

Die Open-Source-Hardware Idee begeistert Menschen weltweit und führt zu Zusammenschlüssen, um Kompetenzen zu verbinden und zu verteilen.



Open Source Hardware Association

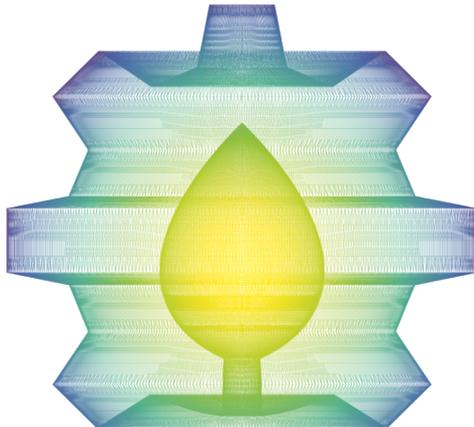


VOW, Cadus, r0g agency, Appropedia, Global Innovation Gathering, Internet of Production Alliance, Think Tank des Wilson Center, Open Source Seeds, safecast, Sensor.Community

FabLab Bewegung / FabCity, Open Source Software, Entwicklungszusammenarbeit & Katastrophenhilfe, Politischer Arm / Lobbying, Akademisch / Wissenschaft, PreciousPlastic, Citizen Science & Open Data

Ausblick

Open-Source-Hardware entwickelt sich von einem Nischen-Phänomen zu einem vielversprechenden Ansatz, um Technologie in verschiedener Form global, ökologisch nachhaltig und menschenwürdig zu organisieren. Die Menschheit sieht sich mit einer Reihe globaler Problemstellungen konfrontiert und der konventionelle Ansatz der Technologieentwicklung ist dem schlicht nicht mehr gewachsen. Damit Open-Source-Hardware hierfür eine echte Alternative bieten kann, muss sich die Infrastruktur dafür weiterentwickeln, sodass sich die Projekte weiter professionalisieren können. Folgend stellen wir eine Auswahl von Problemfeldern vor, derer wir uns in der OSEG-Community widmen, um diese Vision zu verwirklichen.



Prozess zur Entwicklung von **Open Standards** aufstellen, die auch in **ISO-Normen** portiert werden können

DIN SPEC 3105 nach diesem Prozess aktualisieren und in eine **ISO-Norm** überführen

Technology-specific Documentation Criteria für spezifischere Anwendungsfälle aufstellen (bspw. Medizinprodukte einer bestimmten Risikoklasse)

Unterstützung und offene **Standardprozesse** für die **Produktattestierung** von OSH-Produkten, um sie im **EU-Markt** verkaufen zu können

Breitere **öffentliche Förderung** von OSH-Entwicklung (bspw. über einen Standardprozess bei OSEG oder über den Prototype Fund Hardware)

Kostenfreie Beratung & Unterstützung, um Firmen dabei zu helfen, Ihre Produkte – oder zumindest Ersatzteile – offenzulegen

Unterstützung für **Universitäten und Forschungsanstalten**, Open Source als Standardmethode für effektiven **Technologietransfer** zu etablieren (Open Science)

OSH in der **Hochschulbildung** verankern

Danksagung

Gewidmet dem freien Wissen und allen die es teilen

Herausgeber

Open Source Ecology Germany e. V.

Lektorat

Isabel Roder

Idee & Koordination

Roman Süsin

Grafik & Layout

Louie Gavin

Verfassende

Roman Süsin

Josie (Lee) Stück

Lukas Schattenhofer

Martin Schott

Martin Häuer

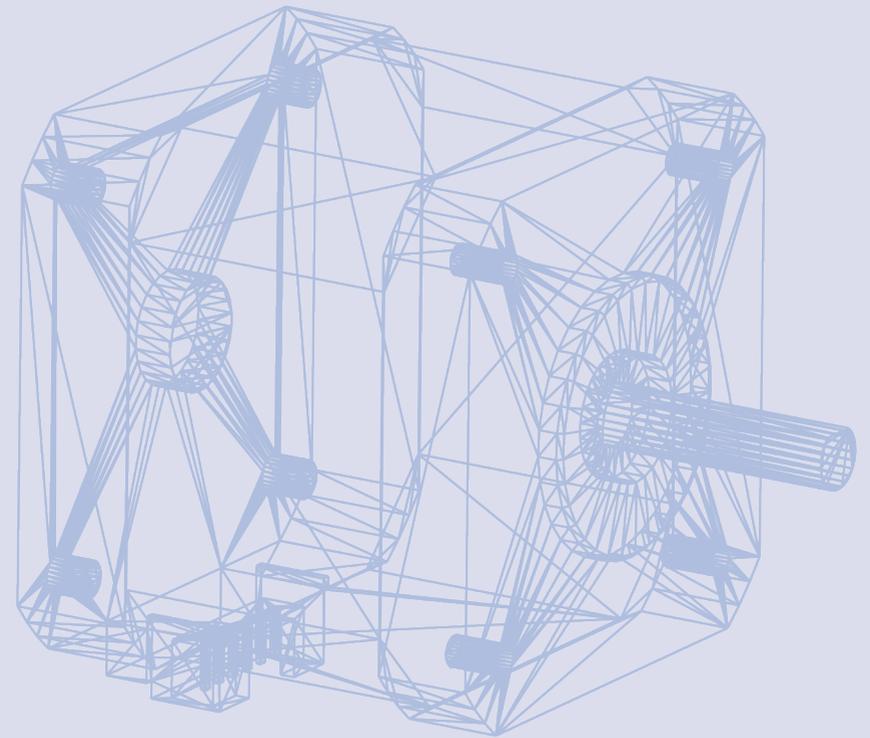
Sigrid Peuker

Förderträger



1. Auflage, Dezember 2023

Lizenz: CC-BY 4.0



Kleidung, Möbel, Computer, Magnetresonanztomographen – technische Erfindungen umgeben uns. Sie gestalten unsere Welt, erhöhen unsere Lebensqualität und erweitern unsere Möglichkeiten. Aber sie verbrauchen auch immer mehr Ressourcen und belasten unsere Ökosysteme. Deshalb stellt sich die Frage: Wie können wir möglichst schnell Ideen entwickeln und umsetzen, bei denen Ressourcen geschont oder wiederverwendet werden?

Open-Source-Hardware ist ein Ansatz, bei dem Wissen offen geteilt wird. Dies ermöglicht individuelle und kollaborative Innovationen in einem Ausmaß, wie wir es uns heute noch nicht einmal vorstellen können.

Dieses Heft vermittelt die Wichtigkeit und unterstützt bei der Erstellung einer OSH-Dokumentation. Es gibt einen Einblick in Open-Source-Hardware Bewegung aus der Perspektive von Makern, Start-Ups und Wissenschaft und stellt verschiedene Akteure der Bewegung vor.

