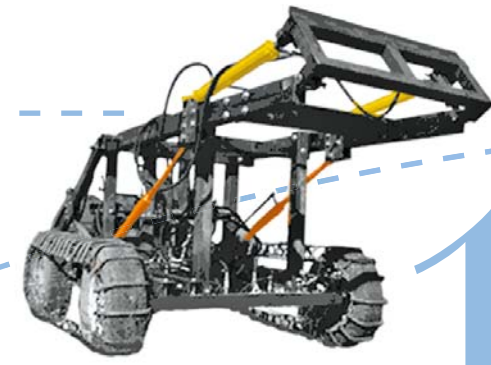


Die Top Ten der Open-Source-Maschinen



1 Der Traktor hat Allradantrieb und bis zu 200 PS. Er ist robust und leicht zu reparieren

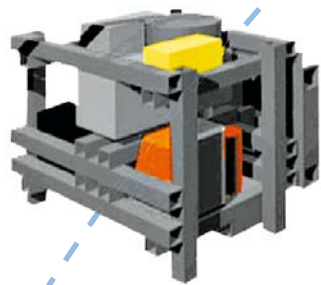
2



Die Ziegelpresse verarbeitet Lehm zu Mauersteinen. Sie schafft 16 pro Minute

3

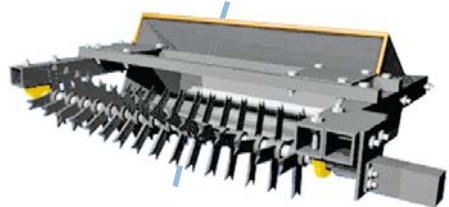
Der Generator mit Motor und hydraulischer Pumpe ist vielseitig einsetzbar



Offene Baustelle

Die Open-Source-Kultur im Internet und billige 3-D-Drucker revolutionieren die Art, wie Ingenieure neue Produkte entwickeln VON MALTE BUHSE

4



Die Ackerfräse ergänzt den Traktor. Sie pflügt und lockert den Boden

Manchmal gerät die Revolution ganz plötzlich ins Stocken. »Irgendwie ist hier ein Schalter kaputt«, sagt Alexander Speckmann, Maschinenbau-Student an der Fachhochschule Köln. »Dann geht die Düse zu weit runter oder bleibt stehen. Aber an guten Tagen stellt er sehr filigrane Teile her.« Das unscheinbare Gerät mit dem defekten Schalter ist ein 3-D-Drucker. Er schmilzt Plastik und modelliert daraus Schicht für Schicht kleine Skulpturen. So werden aus Grafiken am Bildschirm dreidimensionale Objekte. Unter Ingenieuren haben solche Drucker eine Revolution ausgelöst, die die Art, wie Entwickler forschen und arbeiten, grundlegend verändern könnte.

Alexander Speckmann hat sich seinen 3-D-Drucker auf einem Workshop selbst zusammengebaut. Auch wenn das Gerät manchmal noch etwas störrisch ist, stellt er das Herzstück der »Dingfabrik« in Köln dar. In einem alten Industriegebäude, zwischen Werbeagenturen und Designerbüros, haben der 28 Jahre alte Speckmann und seine Mitstreiter einen kleinen Maschinenpark zusammengetragen: Klassische Werkzeuge wie Sägen und Hämmer hängen neben einem computergesteuerten Lasercutter, einer CNC-Fräse und dem 3-D-Drucker – einem Gerät, das sich früher nur die Entwicklungsabteilungen großer Konzerne leisten konnten. Heute kosten Einsteigergeräte wie das Modell Reprap, das in der Dingfabrik läuft, nur rund 500 Euro und lassen sich einfach im Internet bestellen. Außerdem kann der Reprap sich zum Teil selbst reproduzieren, indem er seine eigenen Bauteile einfach ausdruckt.

All das ermutigt Erfinder, viel auszuprobieren. Wer eine gute Idee hat, setzt sich an einen Computer, schnappt sich einen Lötkolben und baut los. »Alle helfen sich gegenseitig, das ist die Grundidee«, sagt Speckmann. Will jemand zum Beispiel eine computergesteuerte Lampe bauen, die sich nach einiger Zeit selbst abschaltet, hat aber keine Ahnung vom Programmieren, findet er in der Dingfabrik schnell einen Informatiker, der ihm hilft.

Offene Hightech-Werkstätten wie die Dingfabrik, in denen Ingenieure, Techniker und Hobbybastler gemeinsam an Entwicklungen arbeiten, könnten zu neuen kreativen Zentren werden. Was dort passiert, könnte sogar die traditionellen Strukturen der Industrie mächtig ins Wanken bringen. Das britische Wirtschaftsmagazin *Economist* sieht bereits die dritte industrielle Revolution heraufziehen, die das Ende der Massenpro-

duktion einläutet. Für Ingenieure verspricht der Umbruch goldene Zeiten. »Man braucht inzwischen kein ganzes Unternehmen mehr, um seine Ideen zu verwirklichen«, sagt Holm Friebe, Trendforscher am Zukunftsinstitut in Kelkheim, einem Thinktank. »Es reichen zwei Freunde und ein Laptop.«

An der RWTH Aachen hat man diese Entwicklung früh erkannt: Schon 2009 gründete Informatikprofessor Jan Borchers in Aachen das erste Fablab Deutschlands. Die Abkürzung steht für *fabrication laboratory*, ein Fertigungslabor. »Unsere Ingenieurstudenten entwickeln hier ihre Prototypen«, sagt René Bohne, der das Fab-lab organisiert. »Jedes Objekt, das man sich vorstellen kann, kann man jetzt auch bauen.« Statt wie früher einen Prototypen mühsam aus Holz und Leim zu fertigen, können Ingenieure ihre Erfindungen nun mal eben ausdrucken. Das geht schneller und ist billiger.

Die Entwicklungsarbeit findet ausschließlich am Computer mit sogenannten CAD-Programmen statt, einer speziellen Designsoftware. Auch gute CAD-Programme kosteten vor ein paar Jahren noch mehrere hundert Euro, inzwischen gibt es brauchbare Programme gratis im Internet.

Der große Vorteil des digitalen Erfindens: Auf Internetseiten wie Thingiverse.com, einer Art kostenlosem iTunes-Store für 3-D-Drucker, sind tausende CAD-Dateien archiviert, mit denen man den eigenen 3-D-Drucker füttern kann. »So kann ich Standardbauteile, die andere entwickelt haben, einfach herunterladen und ausdrucken«, sagt Maschinenbaustudent Alexander Speckmann. »Das beschleunigt den Entwicklungsprozess enorm, weil ich nicht jeden Schritt noch einmal selbst machen muss.«

Außerdem kann man seine CAD-Datei schnell per E-Mail an Forscherkollegen senden, damit die einen Blick darauf werfen. Oder man lädt die Datei gleich in ein Technikforum hoch, wo Ingenieure, Elektrotechniker und Informatiker aus der ganzen Welt die neuen Ideen kritisch begutachten und diskutieren.

Ähnlich wie im Online-Lexikon Wikipedia, bei dem die Nutzer ihre Artikel gegenseitig korrigieren, werden die technischen Entwürfe in den Foren immer weiter verbessert. Der Reprap-Drucker in der Dingfabrik ist selbst so ein Open-Source-Projekt, das von Hobbybastlern immer weiter entwickelt wird.

In der Software-Entwicklung heißt dieses Prinzip Open Source, weil dabei der Quellcode eines Programms ins Internet gestellt wird und von jedem mit Programmierkenntnissen gelesen, verändert und ergänzt werden kann. Open-Source-Programme wie der Internetbrowser Firefox, das Bürosoftware-Paket Open Office oder das Betriebssystem Linux sind inzwischen weit verbreitet und können es mit den teuren Varianten aus den Programmierabteilungen etablierter Hersteller wie Microsoft aufnehmen.

Aus Open Source wurde bei Ingenieuren Open Design, offenes Entwerfen. Und das ist längst über Hobbykeller-Niveau hinaus, wie die amerikanische Firma Local Motors beweist. Sie hat das erste Open-Source-Auto der Welt gebaut: Mehr als 2000 Entwickler aus der ganzen Welt arbeiteten mehrere Jahre an dem Modell Rally Fighter. Die Designentwürfe standen die ganze Zeit frei im Internet, jeder konnte Verbesserungsvorschläge machen. Als ein fahrtüchtiges Konzept stand, bauten professionelle Autobauer das Fahrzeug zusammen. Sogar das US-Militär glaubt an die schöpferische Kraft der Masse und gab bei der Local-Motors-Community einen Prototypen für ein Wüstenfahrzeug in Auftrag, der nun von den Armee-Ingenieuren weiterentwickelt wird. Als Nächstes will Local Motors ein spezielles Auto für Pizzerien bauen. Wer eine gute Idee hat, kann mitmachen und auf der Internetseite der Firma Vorschläge einreichen.

Damit wird die Denkweise der Ingenieure revolutioniert. Statt auf Geheimhaltung und Patente setzen sie auf Offenheit und Zusammenarbeit. Doch je erfolgreicher die Erfindungen der Open-Design-Ingenieure werden, desto schwieriger wird es, den idealistischen Grundgedanken von der freien Forschung beizubehalten. Wenn Produkte sich plötzlich gut verkaufen, stellt sich die Frage, wem das verdiente Geld gehört. Bei Tausenden Ko-Entwicklern, die über das Internet an den Entwürfen mitgearbeitet haben, ist es unmöglich, faire Anteile zu berechnen. Meistens kassiert daher derjenige, der die Chance am Schopf packt und das Produkt auf den Markt bringt.

Ingenieure finden im Internet nicht nur digitale Baupläne und Gleichgesinnte mit spannenden Ideen, sondern auch zahlreiche Möglichkeiten, wie sie ihre Entwürfe zur Marktreife bringen können. Auf Crowdfunding-Seiten wie kickstarter.com können sie um Investoren wer-

ben, die für Produktion und Vertrieb Geld geben. Über Portale wie alibaba.com lassen sich günstig Fabrikkapazitäten in Asien anmieten, wenn das Produkt reif für die Serienproduktion ist. Oder man versucht es bei Unternehmen wie dem amerikanischen Quirky: Auf der Website können Entwickler ihre Ideen hochladen und andere Nutzer darüber abstimmen lassen. Die beliebtesten Entwürfe bringen die Quirky-Mitarbeiter in den Laden, die Erfinder bekommen 30 Prozent des Verkaufserlöses.

So haben auch Ideen eine Chance, die sich unter den Regeln der klassischen Massenproduktion nicht durchsetzen würden. »Innovationen hängen nicht mehr von der Entscheidung des CEOs ab«, sagt Zukunftsforscher Holm Friebe. Stattdessen entscheiden nun die Verbraucher selbst, was sie haben wollen. »Dabei entstehen Produkte mit mehr Gesellschaftsrelevanz«, glaubt Alexander Speckmann. »Dinge, die nicht unbedingt große Gewinne abwerfen müssen.« Auf der Quirky-Website sind das bislang vor allem kleine praktische Helfer für den Alltag wie Clips, die den Kabelsalat am Rechner beseitigen, oder Kleiderbügel, die verhindern, dass das Lieblingsstück im Schrank verkittert.

Doch auch individuell angefertigte Einzelteile für einen exklusiven Kundenkreis können per 3-D-Drucker rentabel produziert werden. Denn hochwertige Geräte produzieren nicht nur Prototypen, sondern lassen sich auch als Fertigungsmaschine einsetzen. Weil sie deutlich billiger sind als komplette Maschinenstraßen mit Industrierobotern, wie sie in klassischen Fabriken stehen, und auch das Material oft günstig ist, lohnen sich beim 3-D-Druck auch kleine Stückzahlen.

Deshalb kommen in die Dingfabrik nicht nur Ingenieure und Techniker. Eine Modedesignerin hat die Maschinen benutzt, um ein Kleid zu entwerfen, Künstler arbeiten dort an Skulpturen. Eine kreative Spielweise will Alexander Speckmann aber vor allem den Ingenieurstudenten bieten. Denn zum ungezwungenen Rumprobieren komme man im Studium viel zu selten, sagt er. »Viele Studenten nehmen sich im vollgepackten Stundenplan nicht mehr die Zeit, nach rechts und links zu schauen.« Das können sie in der Dingfabrik und in anderen Fablabs, die es inzwischen in einigen größeren Städten gibt.

In Zukunft könnten 3-D-Drucker sogar zu Hause am Schreibtisch stehen, zusammen mit 3-D-Scannern, die wie ein Replikatorkontrollieren: Stellt man etwa eine Tasse in den Scanner, erstellt der Drucker ein perfektes Abbild aus Plastik. Irgendwann, vermuten Ingenieure, wird man einen Lichtschalter einfach zu Hause ausdrucken können, wenn der alte kaputtgeht.

Baukasten für Aussteiger

Die Maschinen auf dieser Seite sind Teil des zurzeit wohl ehrgeizigsten **Projekts der kollaborativen, offenen Hardwareentwicklung**. In den USA hat der junge Physiker Marcin Jakubowski dazu aufgerufen, gemeinsam ein Global Village Construction Set zu entwickeln – einen **Do-it-yourself-Maschinenpark aus 50 Geräten**, die man braucht, um in einer kleinen Gemeinschaft nachhaltig, aber mit modernem Komfort zu leben. Traktor, Generator, Ziegelpresse und Ackerfräse sind bereits fertig, von weiteren Maschinen gibt es Prototypen. Die Idee dahinter: **Viele Industriemaschinen sind inzwischen zu kompliziert** und deshalb gerade für Menschen in armen Ländern zu teuer. Das von Jakubowski schon 2003 gegründete Netzwerk Open Source Ecology (OSE) hat deshalb durchaus auch einen politischen Anspruch. Jakubowski lebt auf einer Farm in Missouri, wo Interessierte an der Entwicklung der Maschinen mitwirken können. Mitarbeit ist auch in Deutschland möglich, www.opensourceecology.de AW

5



Ein 3-D-Drucker druckt Prototypen und Ersatzteile

6



Ein Windrad sichert die Energieversorgung vor Ort

7



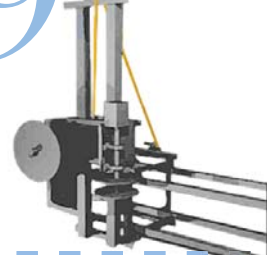
Ein Brennschneidstisch hilft bei der Metallverarbeitung

8



Eine Baggerschaufel passt als Zubehör auf den Traktor

9



Eine Sägemühle mit zwei Sägeblättern liefert Bauholz

10



Ein Backofen und 40 weitere Maschinen sind noch geplant