

# FabLabs – High-Tech- Werkstätten für jedermann

CEDIFA Arbeitsbericht 4

21.05.2013

Niklas Meier, Marco Wirth

## Zusammenfassung

FabLabs sind öffentlich zugängliche High-Tech-Werkstätten, die digitale Produktionsanlagen wie 3D-Drucker, Lasercutter, Plotter, computergesteuerte Fräsen und Elektronikbausätze bereitstellen. Interessierte Privatpersonen können die industriellen Anlagen dort für individuelle, kreative Projekte zu geringen Kosten oder kostenlos nutzen. Anhand von Literaturrecherchen, einer Einschätzung vor Ort im FabLab Region Nürnberg und einem Experteninterview werden FabLabs und ihre Bedeutung für Gesellschaft und Wirtschaft detailliert vorgestellt.

## Inhaltsverzeichnis

1	Überblick über die FabLab- Bewegung .....	3
2	Einordnung des FabLab- Konzepts.....	4
2.1	Open Innovation .....	4
2.2	Personal Fabrication .....	5
2.3	Gershenfelds Vision zukünftiger Industriegesellschaften .....	6
3	Das FabLab- Konzept nach Gershenfeld .....	8
3.1	Motivation des CBA und Entstehung der ersten FabLabs.....	8
3.2	Zentrale Vorgaben für FabLabs .....	9
3.3	Internationale Unterstützung für FabLabs .....	10
4	Organisation und Nutzung eines FabLabs .....	12
4.1	Ziele der FabLabs .....	12
4.2	Gründung und Management eines FabLabs .....	13
4.3	Geschäftsmodelle und Erlösquellen für FabLabs .....	14
4.4	Die „Maker“-Bewegung.....	15
4.5	Lösungsentwicklungen in FabLabs .....	16
5	Regionales FabLab- Umfeld in Nordbayern .....	18
5.1	Operative und geplante FabLabs.....	18
5.2	Eigene Erfahrungen aus dem FabLab Region Nürnberg.....	18
6	Bewertung und Ausblick .....	22
	Literaturverzeichnis.....	23
	Über die Autoren.....	27
	Kontakt .....	28

# 1 Überblick über die FabLab- Bewegung

Ein FabLab ist eine Werkstatt mit digitalen Produktionsgeräten, in der Dinge individuell gefertigt werden können. In Ihnen werden Werkzeuge und Verfahrensweisen, die bisher nur in der Industrie eingesetzt wurden, der Öffentlichkeit vermittelt. Durch sie wird die aktuell ablaufende Revolution der Personal Fabrication veranschaulicht (Gershenfeld 2012, 46-48).

Das Konzept und das erste FabLab sind 1998 aus dem Kurs „How to make almost Anything“ von Professor Neil Gershenfeld am Massachusetts Institute of Technology (MIT) entstanden (Borchers et al. 2012, 306f.). Die Studenten nutzten die Fertigungsanlagen des dortigen Center for Bits and Atoms (CBA) für individuelle, kreative Studienprojekte. In Folge des großen Erfolgs sollten die Möglichkeiten der Fertigungstechnologien einem weitaus größeren Publikum vorgestellt werden. Daraufhin wurde eine Zusammenstellung kostengünstiger computer-gesteuerter Fertigungsanlagen entworfen, die u. a. einen Laserschneider, einen 3D- Drucker, computergesteuerte Fräsen und Elektronikbausätze enthält, die in FabLabs (alternativ auch „Fabulous Lab“ genannt) für die Öffentlichkeit betrieben und zugänglich gemacht werden. Das erste FabLab außerhalb des MIT wurde 2003 in Boston eröffnet; anschließend erfolgten weltweit Neugründungen. Die Gesamtanzahl verdoppelte sich seitdem alle 18 Monate. Heute gibt es über 100 FabLabs und viele weitere sind geplant (Gershenfeld 2012, 46-48). FabLabs gehören einem internationalen Netzwerk an und verfügen über eine weltweit einheitliche Grundausstattung (Borchers et al. 2012, 306f.). Im Umfeld der FabLabs hat sich eine kreative Community gebildet (Menichinelli 2013).

Interessierten Privatpersonen einen kostenfreien bzw. kostengünstigen Zugang zu industriellen Fertigungsmaschinen zu gewähren, stellt ein sehr ungewöhnliches Konzept dar. Die erfolgreiche Führung eines FabLab erfordert damit ein Geschäftsmodell, das sich fundamental von den Geschäftsmodellen der Unternehmen unterscheidet, die diese Fertigungstechnologien bisher einsetzen. Individuelle Nutzer könnten auf diese Weise in der Lage sein, Produkte und Maschinen für ihren Bedarf selbst zu entwerfen und herzustellen, anstatt als Konsumenten vorgefertigte Lösungen von Industrieunternehmen zu beziehen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, FabLabs und ihre Bedeutung für das gesellschaftliche und wirtschaftliche Umfeld zu erklären. Dazu erfolgt zunächst eine thematische Einordnung der FabLabs in den übergeordneten Themenfeldern Open Innovation und Personal Fabrication. Anschließend wird das von Gershenfeld entworfene Konzept detailliert vorgestellt. Weiterhin wird auf die Organisation und Geschäftsmodelle der FabLabs in der Realität eingegangen. Es wird gezeigt, welche Nutzergruppen durch FabLabs angesprochen werden und erfolgreiche Entwicklungen aus FabLabs weltweit vorgestellt. Danach wird das regionale Umfeld in Nordbayern beschrieben und es werden eigene Erfahrungen aus dem FabLab Region Nürnberg eingebracht. Abschließend erfolgen eine Beurteilung der FabLabs und ein Ausblick auf die weitere Entwicklung.

## 2 Einordnung des FabLab- Konzepts

FabLabs ermöglichen einen offenen, kreativen Schaffensprozess mit digitalen Produktionsanlagen. Der Entwicklungsprozess kann der Kategorie Open Innovation zugeordnet werden, und die dafür eingesetzten Instrumente sind der Personal Fabrication zuzuordnen. FabLabs sind zudem Teil einer von Gershenfeld skizzierten Vision einer zukünftigen Industriegesellschaft.

### 2.1 Open Innovation

Das traditionelle, geschlossene Innovationsmodell beschreibt einen unternehmenszentrierten Ansatz: Ein Unternehmen entwickelt mit internen Forschungs- und Produktentwicklungsabteilungen marktfähige Produkte vertreibt diese anschließend auf dem Markt. Demgegenüber bezieht das Open Innovation- Modell explizit externe, sinnvolle Innovationsquellen in den Entwicklungsprozess im Unternehmen mit ein (Outside-In). Gleichermassen können im Unternehmen entwickelte Ideen auch extern als Spin-Offs, d. h. mit einem anderen Geschäftsmodell vermarktet werden (Inside-Out). Open Innovation beruht zudem auf der Annahme, dass Werte eher geschaffen werden, indem eine technologieübergreifende, integrierte Systemarchitektur zur Lösung realer Probleme entwickelt wird, anstatt dass noch ein einzelner, zusätzlicher Technologiebaustein entwickelt wird (Chesbrough 2012, 20-27).

Ein zweites Open Innovation- Konzept beschreibt den Innovationsprozess sogar komplett vom Unternehmenskontext losgelöst. Nutzer eines Produkts (User) können selbst zu innovativen Produktentwicklern werden, wenn auf dem Markt erhältliche, standardisierte Lösungen nicht ihren individuellen Anforderungen entsprechen. Aufgrund von Agency-Kosten und besserer lokaler Information kann die Eigenentwicklung von Produkten vorteilhafter sein als die Vergabe eines Entwicklungsauftrags an Dritte. Eine Eigenentwicklung zur Problemlösung kann zudem persönliche Befriedigung und Lerneffekte generieren. Eigene Innovationen werden zudem gerne einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt und Innovatoren koordinieren ihre Aktivitäten dabei in ein Netzwerk bzw. einer Community. Diese „User Innovation“ unterscheidet sich fundamental von der unternehmenszentrierten „Manufacturer Innovation“ und wird durch die ständig fortschreitende Technologieentwicklung bei Computerhardware und -software, einfach bedienbarer Werkzeuge und Komponenten und soziale Vernetzungsmöglichkeiten unterstützt. Open Source Software hat gezeigt, dass Unternehmen für eine Entwicklung nur eine geringe oder überhaupt keine Rolle spielen müssen (von Hippel 2005, 4-14).

FabLabs können in beide Open Innovation- Konzepte integriert werden: Einerseits können sie als Kreativwerkstätten und Zentren lokaler Innovation eine wichtige Rolle spielen, um die Innovation in Unternehmen voranzutreiben (Open Innovation nach Chesbrough).

Andererseits können sie dezentral zur Entwicklung individueller Problemlösungen von Nutzern auch ohne Unternehmensbezug dienen (Open Innovation nach von Hippel).

In FabLabs werden bevorzugt Open Source- Software und Open Source- Maschinen mit frei verfügbaren Bauplänen entwickelt und eingesetzt. Die Entwicklungsprojekte können dabei aufgrund der Vernetzung weltweit räumlich verteilt durchgeführt werden (Gershenfeld 2011, 75f.; Zijp 2011)

## 2.2 Personal Fabrication

Personal Fabrication bezeichnet digitale Produktionswerkzeuge wie 3D-Drucker, Laserschneider und CNC-Fräse. Sie verarbeiten Rohmaterial gemäß digitaler Daten aus dem Computer und ermöglichen damit eine schnelle, präzise und günstige Produktion. Unterstützend werden 3D-Scanner eingesetzt. Diese Technologien wurden erst in den letzten Jahren günstig genug für Kleinbetriebe und Heimanwender. Damit kündigt sich derzeit eine industrielle Revolution an, vergleichbar mit dem Aufkommen der Heimcomputer (Borchers et al. 2012, 304f.).

In Unternehmen werden diese digitalen Produktionswerkzeuge heute vor allem für die Produktentwicklung im Vorserienprozess eingesetzt. Aufgrund der Fähigkeit zur schnellen und exakten Abbilderstellung wird dafür häufig die Bezeichnung „Rapid Prototyping“ verwendet. Digitale Modelle, die als Computer-Aided Design (CAD)- Daten vorliegen, werden dabei ohne manuellen Umweg oder teure Formen direkt in fertige Muster oder Werkstücke umgesetzt (Fastermann 2012, 5f.). Bereits heute bietet CAD- Software die Möglichkeit, fertigestellte Modelle auf einer lokalen Fertigungseinrichtung zu produzieren oder diese bei externen Dienstleistern für eine Fertigung in großer Stückzahl in Auftrag zu geben (Anderson 2013, 38). Aus den digitalen Vorlagen können beliebig viele fehlerfreie Kopien erstellt werden, die zum Original identisch sind. Mit den digitalen Produktionsanlagen können Designer auch außerhalb großer Industrieunternehmen Prototypen mit einer hohen Geschwindigkeit, in hoher Qualität und zu geringen Kosten fertigen (Borchers et al. 2012, 303-306).

Ermöglicht man Privatpersonen die Nutzung der digitalen Produktionsanlagen, können Produktentwicklungen direkt durch die Endanwender erfolgen (User Innovation). Personal Fabrication- Anlagen können bei standardisierten Massenfertigungen jedoch aufgrund von Skaleneffekten nicht in Konkurrenz zu spezialisierten, kapitalintensiven und leistungsfähigen Fertigeinrichtungen in Industriebetrieben treten. Etablieren sich User Innovation und Personal Fabrication- Anlagen zukünftig, gibt es für Industrieunternehmen drei strategische Handlungsoptionen (von Hippel 2005, 14f. und 124-131):

- Unternehmen können nutzerentwickelte Innovationen für den Massenmarkt produzieren und/oder eine Kundenauftragsfertigung für bestimmte Nutzer anbieten
- Unternehmen können Werkzeuge für das Design von Produkten und/oder Produktplattformen verkaufen, um den nutzerindividuellen Innovationsprozess zu unterstützen

- Unternehmen können Komplementärgüter (Produkte oder Dienstleistungen) zu nutzerentwickelten Innovationen anbieten

Personal Fabrication- Technologien (auch als „Fabber“ bezeichnet) weisen dennoch einige Beschränkungen auf. Die Werkzeuggenauigkeit bei additiven Fertigungsverfahren ist begrenzt und komplexere Fertigungen können einige Zeit in Anspruch nehmen. Die maximale Größe der Produkte und die Materialauswahl sind ebenfalls eingeschränkt (Ennex 2013).

Einer aktuellen repräsentativen Umfrage in der deutschen Informations- und Kommunikationsbranche zufolge bestätigen 81% aller Unternehmen, dass 3D-Drucker einzelne Branchen stark verändern werden und 3% sind der Ansicht, dass die Wirtschaft dadurch insgesamt revolutioniert wird. 8% sind der Meinung, dass 3D-Drucker generell keine große Bedeutung entwickeln und 6% der Unternehmen sehen nur ein Potential für Privatanutzer (BITKOM 2013).

Die Preisentwicklung der 3D-Drucker ist bemerkenswert. 2001 betragen die Anschaffungskosten mindestens \$ 45.000 US-Dollar. In 2005 betragen sie \$ 22.900, und \$ 10.000 in 2011. Open Source- Versionen sind heute für \$ 4.000 und Bausätze bereits für \$ 1.500 erhältlich (Igoe et al. 2011, 4). Diese Entwicklung zeichnet eine Technologiediffusion ab, die einen Einsatz im privaten Umfeld und in nicht gewinnorientierten Einrichtungen wie FabLabs überhaupt erst ermöglicht. Mittlerweile gibt es eine große Anzahl digitaler Produktionsanlagen, deren Baupläne frei verfügbar sind. Geräte wie RepRap, MakerBot, Ultimaker, PopFab und MTM Snap sind als Bausatz oder Fertigprodukt bereits für einige Hundert bis einige Tausend US-Dollar erhältlich (Gershenfeld 2012, 45). Gefahren dieser Technologie bestehen jedoch darin, dass damit auch Schusswaffen hergestellt und behördliche Kontrollmechanismen für Waffen unterlaufen werden können (Gershenfeld 2012, 53).

## 2.3 Gershenfelds Vision zukünftiger Industriegesellschaften

Gershenfeld formuliert eine Roadmap der weiteren Entwicklung der Personal Fabrication (Borchers et al. 2012, 308f.):

- Fab 1.0: Digitale Produktion im FabLab: Aktuelle Phase
- Fab 2.0: Fab@Home – Machines that make machines: Personal Fabrication erfolgt direkt bei den Anwendern zu Hause und FabLabs übernehmen Unterstützung
- Fab 3.0: Intelligente Materialien: Fabrikation mit Materialien, die encodierte Informationen enthalten und diese dadurch „intelligent“ machen
- Fab 4.0: Intelligente Materialien ohne Maschinen: Selbstständiges Wachstum und Steuerung durch ein Material ohne Maschineneinsatz (vergleichbar mit der Desoxyribonukleinsäure (DNA) einer Zelle)

In dieser Roadmap sind FabLabs der Ausgangspunkt für eine neue Industriegesellschaft mit einer neuen Open Source- Maschineninfrastruktur. Der Übergang zu digitalen, FabLabs – High-Tech- Werkstätten für jedermann

wiederverwertbaren Materialien soll bereits 2020 vollzogen sein. Aufgrund der Recyclingfähigkeit der digitalen Materialien soll es keine Müllprobleme mehr geben. Große Industriemaschinen werden eine immer geringere Rolle spielen und es wird neue Organisationsformen für die Produktion mit verteilten Geschäftsplattformen geben (s. o.). Neben der Massenproduktion wird es FabLabs geben, die neue und interessante Märkte erschließen (Gershenfeld 2011, 75f.)

Die Technologieentwicklung der Personal Fabrication soll dabei analog zur historischen Entwicklung der Personalcomputer und Drucker erfolgen: Ausgehend von reinen Industrieanwendungen, werden die Technologien künftig für zahlreiche, allgegenwärtige Privatanwendungen eingesetzt und werden in den Alltag vordringen (Gershenfeld 2007, 10-17). Die Revolution der Personal Fabrication mit digitalen Fertigungsanlagen soll den jahrhundertalten Fehler der Trennung von künstlerischen, kreativen Schaffensprozessen durch individuelle, lokal orientierte Erfinder und Entwickler und der handwerklich orientierten Gestaltung von Massenproduktionsprozessen der fertigen Produkte korrigieren, indem beide Prozesse in lokalen Entwicklungs- und Produktionsorten wieder zusammengeführt werden (Gershenfeld 2007, 31-42).

Gershenfeld zeichnet damit ein Weltbild, in dem die Kreativität wieder bei den Privathaushalten liegt und Industriebetriebe die verbleibende Massenfertigung und –versorgung übernehmen oder die Personal Fabrication unterstützen (s. o.). Der produzierende Sektor wird als eine Art demokratische Kreislaufwirtschaft dargestellt. Ein vollständiges Recycling aller eingesetzten Materialien ist jedoch grundsätzlich unmöglich (Günther 2008, 183-189). Es muss folglich auch weiterhin Unternehmen geben, die Rohstoffe fördern und im erheblichen Umfang Wirtschaftsgüter herstellen, die sich nicht sinnvoll mit Personal Fabrication- Anlagen herstellen lassen. Eine Deckung des fast vollständigen persönlichen Lebensbedarfs der weltweiten Bevölkerung mit Personal Fabrication erscheint illusorisch. Der noch ausstehende Wandel der Industriestrukturen wird von Gershenfeld bislang nur anhand von Analogien zu bestehenden Technologieentwicklungen nachgezeichnet, aber bereits jetzt schon als großer Erfolg gewertet. Für die nähere Zukunft ist daher eher eine Begrenzung der Erwartungshaltung auf ein realistisches Maß nötig. Personal Fabrication wird sich weiter verbreiten; es muss jedoch erst noch zeigen, dass die Technologie leistungsfähig genug ist, um den beschriebenen Wandel in der Industriegesellschaft tatsächlich anzustoßen.

In den nächsten 20 Jahren wird sich eine Weiterentwicklung der Consumer-Geräte der digitalen Fertigung abzeichnen. Copyshops könnten dabei digitale Fabrikationsmöglichkeiten für eine große Nutzeranzahl vor Ort anbieten, und Mass Customization, FabLabs und offene Technologielabore werden an Bedeutung gewinnen. Personal Fabrication- Anlagen sind für einen Heimeinsatz jedoch zu aufwändig (Herrmann 2013).

## 3 Das FabLab- Konzept nach Gershenfeld

Das Konzept der FabLab entstand aus der Forschungsarbeit des MIT im Bereich der Informatik. Es wurden klare Vorgaben entwickelt, wie FabLabs weltweit gestaltet werden sollen. Darüber hinaus gibt es Netzwerke, die FabLabs weltweit unterstützen und koordinieren.

### 3.1 Motivation des CBA und Entstehung der ersten FabLabs

In der Vergangenheit wurden am MIT zahlreiche, richtungsweisende Forschungsergebnisse erzielt: Shannon beschrieb eine digitale, fehlerfreie Kommunikation, die analogen Kommunikationsformen überlegen ist, und von Neumann zeigte, dass fehlerbehaftete Computer perfekte logische Operationen durchführen können (Gershenfeld 2007, 229-249). 1952 wurde am MIT die weltweit erste computergesteuerte Fräse entwickelt (Gershenfeld 2012, 50).

Neil Gershenfeld leitet das CBA, das sich aus mehreren Fakultäten des MIT zusammensetzt. Es erforscht mit diesem Hintergrund die Zusammenhänge zwischen digitaler Produktionsmöglichkeiten und intelligenten Materialien (Gershenfeld 2007, 4 und 229-249). Die Motivation besteht darin, die Grenzen der Naturwissenschaft und der Informatik zu erforschen. Das CBA ist daher mit vielfältigen digitalen Fertigungsanlagen ausgestattet (CBA 2013c).

Programme sollen nicht nur Bits, sondern auch Atome verarbeiten können, um eine Digitalisierung der Produktion zu ermöglichen. Der Kurs „How To Make (Almost) Anything“ gab Studenten ab 1998 eine Einführung in die Nutzung mehrerer digitaler Fabrikationsanlagen. Die Studenten konnten eigene Erfindungen und Projekte verwirklichen. Die Zusammenstellung der verwendeten digitalen Produktionsgeräte wurde im Rahmen des „Field Fab Lab“-Projekts auch für andere Orte angeboten. Es umfasste am Markt erhältliche Produktionsmaschinen sowie Software und Verfahrensweisen des MIT. Die ersten FabLabs waren mit Laserschneider, Plotter, Fräse und Bausätzen für integrierte Elektronikschaltungen und Mikrocontroller ausgestattet. Sie wurden von der National Science Foundation (NSF) finanziell unterstützt. FabLabs verbreiteten sich ab 2002 in Indien, Costa Rica, Norwegen, Boston und Ghana. Die Nachfrage nach FabLabs entwickelte sich weltweit und für stark unterschiedliche Anwendungszwecke. Die Ausstattung der FabLabs wurde dabei stetig weiterentwickeln, um perspektivisch kostendeckende FabLabs zu ermöglichen, die ihre Geräte in der Zukunft auch selbst herstellen können sollen (Gershenfeld 2007, 4-15).

Bereits in den ersten FabLabs konnte durch die weltweite Vernetzung an gemeinsamen Projekten gearbeitet werden, die an einzelnen Standorten aufgrund ihrer Komplexität nicht durchführbar gewesen wären (Gershenfeld 2012, 48). Die wahre Stärke der FabLabs liegt daher nicht in der Bereitstellung der Technologie, sondern in der sozialen Unterstützung. Sie sollen ein öffentlich zugängliches Umfeld für persönliche Innovationen bereitstellen und dabei die Begrenzungen des klassischen Bildungssystems überwinden (Gershenfeld 2012, 57).



FabLabs werden in der Realität jedoch insbesondere in entwickelten Industrienationen eingerichtet (FabWiki 2013). Das steht entgegen der Intention, dass FabLabs vor allem in den am wenigsten entwickelten Ländern der Erde eingesetzt werden sollen, um die Entwicklung dort mit Hochtechnologie effektiv fördern zu können (Gershenfeld 2007, 13f.).

FabLabs sollten zunächst nur einen demokratischen Zugang zu digitalen Fabrikationsanlagen ermöglichen. Als das erste FabLab gegründet wurde, war keine Planung eines weltweiten FabLab- Netzwerks vorgesehen. Viele Detailspekte der gesamten FabLab- Bewegung und des Konzepts entwickelten sich daher evolutorisch. Geschäftsmodelle, verbesserte Verfahrensweisen und Werkzeuge befanden sich in einer Entwicklungsphase und sind heute noch starken Veränderungen unterworfen. FabLabs stellen kein abgeschlossenes Konzept dar, sondern unterliegen einer stetigen Veränderung und müssen vielfältige lokale Gegebenheiten und Details berücksichtigen (Menichinelli 2013).

### 3.2 Zentrale Vorgaben für FabLabs

Aus den Erfahrungen der ersten FabLabs wurden konkretisierte Vorgaben und Gestaltungsgrundlagen für FabLabs weltweit entwickelt. Dieses „FabLab Pattern“ dient zur organisatorischen Unterstützung bei Aufbau und Betrieb (Herrmann 2013). Die Zugehörigkeit wird zunächst durch das einheitliche Logo ausgedrückt (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: FabLab Logo (CBA 2013).

Die Fab Charter des CBA formuliert wichtige konstituierende Vorgaben, die für alle FabLabs weltweit Gültigkeit besitzen (CBA 2013a):

- FabLabs sind ein globales Netzwerk lokaler Werkstätten. Sie ermöglichen Erfindungen, indem sie den Zugang zu digitalen Fabrikationsanlagen bereitstellen.
- FabLabs verfügen über eine standardisierte Kernausrüstung, um (fast) alles herzustellen und sich mit Gleichgesinnten und über Projekte auszutauschen.
- Das FabLab- Netzwerk leistet dabei operative, wissensvermittelnde, technische, finanzielle und logistische Unterstützung.
- FabLabs sind öffentliche Einrichtungen, die sowohl einen freien Zugang für die Öffentlichkeit, als auch die Nutzung im Rahmen festgelegter Zeitpläne ermöglichen.
- Die Community soll sicher mit den Anlagen umgehen und Sach- und Gesundheitsschäden vermeiden. Weiterhin soll sie bei Reinigungen, Wartungen und Verbesserungen des FabLabs helfen und den Wissenstransfer unterstützen.

- Designs und Verfahrensweisen, die in den FabLabs erfunden bzw. entwickelt wurden, können vom Erfinder nach Belieben geschützt und verkauft werden. Sie sollten jedoch für Nutzungs- und Ausbildungszwecke verfügbar bleiben.
- FabLabs stehen auch für kommerzielle Anwendungen offen, solange diese nicht mit den Interessen anderer Nutzer kollidieren. Ein Unternehmenswachstum sollte eher aus dem Lab heraus erfolgen, anstatt innerhalb des Labs. Unternehmen sollten sich positiv für Erfinder, Labs und Netzwerke engagieren, die ihren Erfolg mit begründen.

Das CBA veröffentlicht eine standardisierte Liste, die die Ausstattung der FabLabs mit Fabrikationsanlagen und Material definiert (CBA 2013b). Sie umfasst aktuell einen Lasercutter, eine große CNC-Fräse, einen Plotter, eine CNC-Fräse für Detailarbeiten und Programmierertools für integrierte Elektronikcontroller (CBA 2013d). 3D-Drucker wurden erst später der offiziellen Geräteauswahl hinzugefügt (Gershenfeld 2012,44). Jedes FabLab kann darüber hinaus jederzeit weitere Werkzeuge bereitstellen. Die bereitgestellten Maschinen sind trotz ihrer Eignung für professionelle Anwendungen relativ kostengünstig und einfach gehalten. Die Entwicklung der Prototypen erfolgt mit CAD- und Computer-Aided Manufacturing (CAM)-Software. Die anschließende Produktion wird mit den lokalen, computergesteuerten Fertigungsanlagen durchgeführt (Eychehenne 2012, 5-7).

FabLabs sind Teil eines internationalen Netzwerks. Dieser Aspekt wird gegenüber anderen Nutzungsplattformen der Maker-Bewegung wie Hackerspaces, Makerspaces und TechShops stark betont (vgl. Kapitel 4). Damit weltweit verteilte Projekte durchgeführt werden können, weisen sie eine vergleichbare Ausstattung und Verfahrensweisen auf (Menichinelli 2013). In FabLabs wird bevorzugt Open Source- Software und Open Hardware eingesetzt. Damit können einerseits Anschaffungs- und Betriebskosten gering gehalten werden, und es kann an der weltweiten Weiterentwicklung der Hard- und Software partizipiert werden (Gershenfeld 2011, 75f.; Zijp 2011).

### 3.3 Internationale Unterstützung für FabLabs

FabLabs erhalten weltweit Unterstützung durch das MIT und das FabLab- Netzwerk. Für ausgewählte Standorte bedeutet das auch eine direkte finanzielle Unterstützung durch die Fab Foundation und den Fab Fund (Menichinelli 2011). Üblicherweise werden FabLabs jedoch nicht durch das MIT direkt finanziert, sondern entwickeln eigenständige Finanzierungsquellen und Geschäftsmodelle. Die wichtigste Unterstützung des MIT besteht folglich in der Organisation und den Gestaltungsgrundlagen für den Aufbau und Betrieb einer FabLab („Patterns“), Projektanregungen, Open Source- Software und Open Hardware (Herrmann 2013).

Die Fabfolk- Plattform stellt eine vom MIT anerkannte, gemeinnützige Organisation dar. Sie ermöglicht die Durchführung von Projekten, die Individuen und lokale Gemeinschaften beim Technikeinsatz in FabLabs unterstützen. Forschungsdaten, Projektpläne und Wissen, das mit Unterstützung der Fabfolk-Plattform entwickelt wurden, müssen öffentlich dokumentiert

werden. Die Organisation hat es sich zum Ziel gesetzt, den Zugang zu den Werkzeugen, Materialien und Technologien zu vereinfachen, um die Innovation zu unterstützen (Eycheenne 2012, 18f.)

Fab(X) Conventions sind jährlich stattfindende Treffen der FabLab- Netzwerkmitglieder. Im Zeitraum von einer Woche werden Treffen abgehalten, Verfahrensweisen und Projekte vorgestellt und das Gemeinschaftsgefüge gestärkt. In Workshops können neue Techniken aus anderen FabLabs vor Ort nachvollzogen werden. An diesen Treffen nimmt ein Großteil der weltweiten FabLab- Führungsriege teil. Sie sind daher sehr gut für wertvolle Diskussionen und die Projektzusammenarbeit geeignet (Eycheenne 2012, 18f.)

FabLabs sind zudem weltweit mit einem Videokonferenzsystem des MIT vernetzt und können darüber kommunizieren und Projekte koordinieren (CBA 2013e).

FabLab-Netzwerke sind auch oft auf Landesebene organisiert, um vor Ort Unterstützung bei dem Aufbau neuer FabLabs leisten zu können (Gershenfeld 2012, 55f.). In Deutschland gibt es dafür z. B. die Fab Lab 4 Germany- Plattform, die Förderung der Kultur- und Kreativwirtschaft und den Verbund Offener Werkstätten (Fab Lab 4 Germany 2013; Herrmann 2013; Verbund Offener Werkstätten 2013).

Die International Fab Lab Association wurde 2010 zur Selbstverwaltung des internationalen FabLab- Netzwerks gegründet. Sie stellt eine formale Struktur innerhalb der FabLab- Community zur Verfügung, um u. a. die öffentliche Sichtbarkeit, die Entwicklung, Forschung und Open Design zu unterstützen (International Fab Lab Association 2013a). Konkrete Aufgaben der Organisation sind z. B. die Pflege der Liste aller weltweiten FabLab- Standorte, die Unterstützung der Mitglieder bei der Arbeitsgruppenbildung, die Festlegung des Leistungsumfangs für die Mitglieder, und die Verwirklichung einer Selbstorganisation der Community, um damit eine Entlastung des MIT zu erzielen (International Fab Lab Association 2013b).

Fab Academy bezeichnet ein weltweites Lehrangebot in digitaler Fertigung, das vom CBA organisiert wird. Das 5-monatige Programm wird von den Kursteilnehmern in lokalen FabLabs absolviert und beinhaltet Onlinevorlesungen vom MIT. Der Inhalt des Programms ist vergleichbar mit dem MIT-Kurs „How To Make Almost Anything“ (Fab Academy 2013). Die Studiengebühren betragen \$ 5.000 US-Dollar für den gesamten Kurs (Fab Academy 2013a). Mit diesen Gebühren erfolgt eine Finanzierung der FabLabs und der Kursorganisatoren. Aktuell kann das Lehrangebot jedoch nur in 13 ausgewählten FabLabs genutzt werden (Fab Academy 2013b).

## 4 Organisation und Nutzung eines FabLabs

Weltweit sind mittlerweile über 200 FabLabs in Betrieb oder in Planung (FabWiki 2013). Das Gestaltungskonzept Gershenfelds musste dabei vielfältig auf lokale Gegebenheiten angepasst werden. Das Management jeder FabLab sollte dabei sowohl eine bestmögliche Nutzbarkeit der Werkstatt ermöglichen, als auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung integrieren. Individuen und Unternehmen können das Angebot der lokalen FabLab auf vielfältige Weise nutzen.

### 4.1 Ziele der FabLabs

Die ersten FabLabs waren als Universitätslabor, Versuchsanlagen und Konzepttest geplant. In diesem frühen Stadium mussten sich Nutzungsmöglichkeiten erst noch entwickeln und ein kostendeckender Betrieb war nur perspektivisch vorgesehen (Gershenfeld 2007, 12f.). Mit der weltweiten Verbreitung und den gesammelten Erfahrungen wurde das Konzept und die Rolle einzelner FabLabs konkretisiert: Einerseits sollen FabLabs effektiv durch die Community nutzbar sein, andererseits sind sie als Institutionen auf langfristig tragfähige Geschäftsmodelle angewiesen, um dieses Angebot kostendeckend bereitstellen zu können. FabLabs müssen nachhaltig geführt werden. Das bedeutet einen langfristig kostendeckenden Betrieb mit einem steigenden Anteil eigener Erlösquellen, eine effektive Unterstützung des FabLab-Netzwerks und die Erfüllung der Ziele und Werte der Fab Charter (Boeck et al. 2011, 1-8).

Das FabLab Conformity Rating der International Fab Lab Association stellt das zentrale Zielsystem für jedes FabLab dar. Betrachtet werden vier Leistungsdimensionen:

- Das FabLab sollte kostenlos durch die Öffentlichkeit nutzbar sein. Für die Nutzung sollten nur direkte entstehende Kosten (z. B. verwendetes Material) erlost werden.
- Das FabLab sollte sich zur Fab Charter bekennen und diese vor Ort und im Internetauftritt veröffentlichen
- Das FabLab sollte mindestens Anlagenausstattung und Kernprozesse bereitstellen, die mit den Anforderungen des MIT übereinstimmen.
- Das FabLab sollte mit anderen FabLabs kooperieren und sich in das Netzwerk einbringen.

Erfüllt ein FabLab diese Anforderungen vollständig, erhält es die qualitative Gesamtwertung „AAAA“. Abstufungen in den einzelnen Kategorien erfolgen mit den Buchstaben B oder C. Die Betreiber der FabLabs können damit zielgerichtet Maßnahmen ergreifen, diese Leistungsanforderungen zu erfüllen (International Fab Lab Association 2013). Vernetzung hat für FabLabs zwei Bedeutungen: Einerseits umfasst es das Einbringen in die lokale (Maker-) Community und auch die Nutzung persönlicher Kontakte der FabLab-Betreiber. Andererseits sind sie Teil des weltweiten FabLab- Netzwerks (Menichinelli 2013).

Gegenüber kommerziellen Personal Fabrication- Dienstleistern wie TechShops, Shapeways, 100k Garages und Ponoko, die ebenfalls digitale Fertigungsanlagen für den Endnutzer vor Ort

bereitstellen, liegt die Hauptbedeutung der FabLabs (und weiterer Kreativwerkstätten wie Hackerspaces) in der Nutzbarkeit durch die Community. An FabLab- Projekten sind nicht nur einzelne Nutzer beteiligt, sondern die gesamte Gemeinschaft. Bildung, Beratung und weitere Dienstleistungen sind daher integraler Bestandteil des Geschäftsmodells jeder FabLab (Menichinelli 2011). FabLabs können als eigene Bildungseinrichtung für Kinder, Jugendliche und interessierte Erwachsene genutzt werden und werten bestehende lokale Einrichtungen wie z.B. Schulen und Universitäten auf (Borchers et al. 2012, 307; Herrmann 2013)

## 4.2 Gründung und Management eines FabLabs

Es gibt keine formal festgelegte Vorgehensweise, ein FabLab zu gründen, jedoch sollte eine Orientierung an den Fab Lab Design Patterns erfolgen (FabWiki 2013a). FabLabs sind kein Franchisesystem und es müssen keine Zahlungen bzw. Lizenzgebühren an das MIT geleistet werden (Mechinelli 2013).

FabLabs in Deutschland sind entweder als Universitätseinrichtung oder eingetragener Verein organisiert (FabWiki 2013). Gemäß der Fab Charter (s. o.) sind FabLabs öffentliche Einrichtungen. Sie setzen damit entweder einen Schwerpunkt auf die Interessen der betreibenden Universität, oder des betreibenden Vereins, verfolgen jedoch selbst keine Gewinnabsicht. Ein FabLab als eingetragener Verein formuliert z. B. „Zweck des Vereins ist die Förderung der Erziehung, Volks- und Berufsbildung, Forschung und Wissenschaft sowie von Kunst und Kultur. Verwirklicht wird der Vereinszweck durch den Aufbau einer Fab Lab genannten nicht-kommerziellen Quartierswerkstatt für eine lokale Eigenproduktion“ (Fabulous St. Pauli 2013). Ein universitäres FabLab wird hingegen von engagierten Studenten aufgebaut und betrieben und ist rechtlich dem Lehrstuhl einer Universität unterstellt. Es setzt einen eher technischen als künstlerischen Schwerpunkt und ist stark in universitäre Projekte eingebunden (FAU FabLab 2013).

Innerhalb eines FabLabs gibt es eine Führungshierarchie, die Direktor, Fab Manager und Praktikanten umfasst. Direktoren übernehmen Führungsrollen (Gesamtstrategie des FabLab, Finanzierung und Beziehungspflege), wohingegen Fab Manager vor allem operative Aufgaben übernehmen (Öffnung des FabLab, Ansprechpartner für Besucher, Projektsupport, Maschineninstandhaltung, Workshop-Organisation, etc.). Praktikanten leisten eine befristete Unterstützung und sind im Gegenzug meistens berechtigt, die Anlagen kostenlos zu nutzen. Außerdem erfolgt oft eine Unterstützung durch Freiwillige (Eychenne 2012,16).

Für den Betrieb eines FabLabs wird typischerweise von einem Flächenbedarf von 100 bis 200 m<sup>2</sup> ausgegangen. Der Raum wird von den Fertigungsanlagen, Geräten, Computern, Werkbänken, Arbeitsflächen und Tischen eingenommen und umfasst außerdem einen Pausenbereich mit Sofas und einfacher Verpflegung (Eychenne 2012, 9). FabLabs werden zumeist in Gebäuden eingerichtet, es gibt jedoch mittlerweile auch mobile FabLabs in Kleintransportern. Auf diese Weise kann das Konzept flexibel der Öffentlichkeit vorgestellt werden, ohne dass ein fester FabLab- Standort vor Ort aufgebaut werden müsste (MIT 2013).

## 4.3 Geschäftsmodelle und Erlösquellen für FabLabs

Einrichtung und Betrieb eines FabLabs verursachen Kosten, die den Einnahmen und dem Nutzen gegenübergestellt werden müssen. Daher muss in jedem FabLab ein Geschäftsmodell entwickelt werden, das langfristig zumindest kostendeckend ist (Mechininelli 2013). Die vom MIT vorgegebene Maschinenausstattung verursacht Anschaffungskosten von USD \$ 94.000 (CBA 2013b). Die tatsächlichen Einrichtungskosten sollen jedoch durch verfügbare Fördermöglichkeiten eher bei USD \$ 20.000 bis \$ 55.000 liegen (Menchinelli 2011). Mit Freiwilligenarbeit, konsequenter Orientierung an den günstigsten Beschaffungsoptionen, Fokussierung auf die Kernfunktionen des FabLabs und dem ausschließlichen Einsatz von Open Source- Software ist es möglich, ein FabLab innerhalb von nur 7 Tagen mit einer Investitionssumme von USD \$ 5.000 zu eröffnen (Zijp 2011). Typischerweise betragen laufende Betriebskosten in FabLabs zwischen € 2.500 und € 10.000 monatlich (Boeck et al. 2011, 4). Im FabLab Region Nürnberg betragen sie monatlich ungefähr € 2.300. Diese werden durch die monatlichen Einnahmen vollständig gedeckt; darüber hinaus können sogar Reinvestitionen getätigt werden (Herrmann 2013).

FabLabs nutzen einen wöchentlichen Belegungsplan, der neben öffentlichen Open Lab Days auch geschlossene Workshops und Zeiträume mit kostenpflichtigen Gerätevermietungen umfasst (Eychenne 2012,12). Auf der Fab7-Konferenz der FabLab-Community wurden wichtige direkte Erlösquellen für FabLabs vorgestellt (Eychenne 2012, 12-15):

- Flächen- und Maschinenvermietung, On-Demand-Produktion
- Trainings, Workshops und Seminare
- Projektunterstützung, Machbarkeitsnachweise, Prototyping
- Unterstützung kleiner Unternehmen (Marketing, Recht, Kommunikation, etc.)
- Einsatz des FabLab- Netzwerks und der Kompetenzen für Angebotsanfragen von nationaler und internationaler Projektleitern
- Einsatz der FabLab- Mitarbeiter als Berater für den Wissenstransfer oder den unmittelbaren Produktiveinsatz

Die meisten FabLabs kombinieren mehrere dieser direkten Erlösquellen mit staatlichen, universitären, regionalen und europäischen Zuschüssen und privatwirtschaftlicher Finanzierung (Eychenne 2012, 12-15). Eine Unterstützung erfolgt auch durch Gerätespenden von lokal verbundenen Firmen, und Unternehmenspartnerschaften können für die gesamte Finanzierung eine große Rolle spielen (Herrmann 2013).

FabLabs werden häufig nicht als eigenständige Institutionen geführt, sondern haben starke Bindungen zu öffentlichen Einrichtungen, Bildungs- oder Verwaltungseinrichtungen oder einem Hauptunterstützer. Ein FabLab kann je nach Orientierung der Betreiber und der Bedeutung der Finanzierungsquellen tendenziell entweder drei aktuellen oder fünf vorgeschlagenen, nachhaltigen Geschäftsmodellen zugeordnet werden (Boeck et al. 2011, 1-8):

Aktuelle Geschäftsmodelle	Vorgeschlagene Geschäftsmodelle
Abhängig von (staatlicher) Förderung	Zugangspunkt für lokale Personal Fabrication
Integriert in eine Institution, die für die Finanzierung verantwortlich ist	Bildungseinrichtung mit Workshops, Ausbildungen und Zeugnisvergabe
Werkstatt für Prototypenentwicklung	Enabler für weitere FabLabs: Software, Aufbau und Support, Logistik, Kursprogramm
	Entwicklungsumgebung für Erfindungen, Unternehmensgründungen und Joint Ventures
	Netzwerkpartner: Bereitstellung des FabLab- Netzwerks für verteilte Erfindungen, Fertigung und Distribution

Tabelle 1: Geschäftsmodelle

## 4.4 Die „Maker“-Bewegung

FabLabs sind Teil der sogenannten „Maker“-Bewegung. Sie bezeichnet Hightech- Bastler, die neue Technologien für die persönliche Herstellung demokratisch nutzbar machen wollen (Gershenfeld 2012, 48). Sie umfasst viele verschiedene Tätigkeiten vom traditionellen Handwerk bis zur Hightech-Elektronik. Maker benutzen computergestützte Desktop-Werkzeuge für den Entwurf und die Fertigung neuer Produkte und Prototypen. Die Veröffentlichung der Entwürfe in Online-Communities zur gemeinsamen Weiterentwicklung gehört zu ihrer geteilten kulturellen Norm. Damit eigene Entwürfe auch durch kommerzielle Dienstleister in beliebiger Stückzahl gefertigt werden können, werden einheitliche Dateistandards verwendet. Die Entwicklung der Computertechnik, die freie Verfügbarkeit industrieller Technologie und Netzwerkeffekte im Internet schaffen hierbei entscheidende neue kreative Möglichkeiten.

Die Projekte der Maker werden häufig mit Crowdfunding finanziert, das mittlerweile ein Gesamtvolumen von jährlich USD \$ 2.700.000.000 umfasst (Anderson 2013, 32-34; Massolution 2013). Außerdem können Mikrokredit-Initiativen eingeleitet werden (Menichinelli 2011). Maker vertreiben ihre selbst gefertigten Produkte über eigene Websites oder Onlineplattformen wie Etsy oder eBay (Anderson 2013, 63). Dem Maker Magazine, das den Begriff „Maker“ geprägt hatte und Veranstaltungen (Maker Faires) abhält, wird jedoch ein technologischer Utopismus unterstellt (Sivek 2011, 178-208).

FabLabs bieten einen freien und kostengünstigen bzw. kostenlosen Zugang zu Personal Fabrication und einen Rahmen, in dem sich Maker sowohl vor Ort im persönlichen Kontakt, als auch im internationalen Netzwerk austauschen können (vgl. Abschnitt 3.3). Nutzergruppen sind vor allem Schüler, Studenten, Unternehmensgründer (Erfinder, Geschäftsleute und studentische Unternehmer), Künstler, Handwerker, Behörden (Bildungsprogramme), Unternehmen (konkrete Geschäftsprojekte) und die Allgemeinheit (Boeck 2011,7). Die „Maker“ (bzw. Bastler und Tüftler) können ihr individuelles kreatives Potential nicht nur in FabLabs einsetzen, sondern auch in Hackerspaces, Hinterhofwerkstätten und offenen Technologiellaboren (Gershenfeld 2007, 181-187; Herrmann 2013)

Hackerspaces sind ein Entwurf des Chaos Computer Club (CCC). Sie stellen einen Raum für Hacker bzw. Interessierte an Wissenschaft, Technologie und digitaler Kunst dar und sind zumeist als Verein organisiert. In Hackerspaces wird Software programmiert, aber auch mit Halbleiterchips und digitalen Produktionsanlagen wie Lasercuttern gearbeitet. Sie sind mittlerweile ebenfalls weltweit verbreitet (Richter 2009). Der CCC veröffentlicht eine Regelsammlung (Pattern) für den Aufbau von Hackerspaces. Der Betrieb und die Nutzung erfolgt

v. a. durch einen geschlossenen Personenkreis studentischer Vereinsmitglieder, die auch vollständig die Finanzierung sicherstellen. Für Hackerspaces gilt die Richtlinie „Never ever depend on external sponsors“ (CCC 2007, 42). Die angebotenen Geräte und Verfahrensweisen sind der Ausstattung in FabLabs ähnlich und der Übergang von einem Hackerspace zu einem FabLab kann fließend sein (Horchert 2013). Jedoch beziehen sich FabLabs stets auf die Fab Charter, stehen externen Finanzierungsquellen und kommerziellen Anwendungen offen, sind im FabLab- Netzwerk organisiert und sprechen die breite Öffentlichkeit an.

Die Hersteller von Personal Fabrication- Anlagen bringen sich ebenfalls in die Maker-Community ein. So betreibt der Anbieter MakerBot die Plattform Thingiverse, auf der 3D-Designs von Nutzern veröffentlicht und geteilt werden können (MakerBot 2013)

## 4.5 Lösungsentwicklungen in FabLabs

FabLabs können auf vielfältige Weise kreativ genutzt werden. Eine Typologie der durch FabLabs ermöglichten Entwicklungsprojekte („Fobjects“) beschreibt folgende Projekttypen (Eychenne 2012, 20-25):

- Produkt-Prototyping, Machbarkeitsnachweis, Vorserienentwicklung (funktionsfähiges Konzept)
- Produkt-Kleinserie (mehrere Prototypen, Markttest)
- Gruppenprojekte (Nutzung des verteilten Know-Hows im FabLab- Netzwerk)
- Einzelprojekte (Kunst, Designstudien)
- Nischenmarktprodukt (Kleinserien für Nischenmärkte, oft individualisierte Produkte)

Einsetzbare Lösungen, die in FabLabs entwickelt wurden sind z. B. integrierte Elektronikschaltungen zur Prüfung der Qualität von Lebensmitteln in einem FabLab in Indien und ein Trackingsystem für Vieh in Norwegen (Gershenfeld 2007, 173-189). Im FabLab Amsterdam wurden kostengünstige Beinprothesen entwickelt. Ein Student stellte im Rahmen des GreenFab- Programms der FabLab New York City eine selbstgefertigte Solarladestation vor. In Japan wurde der Roboter FabTurtle konstruiert (siehe Abbildung 2) (FabFolk 2011, 1-42).

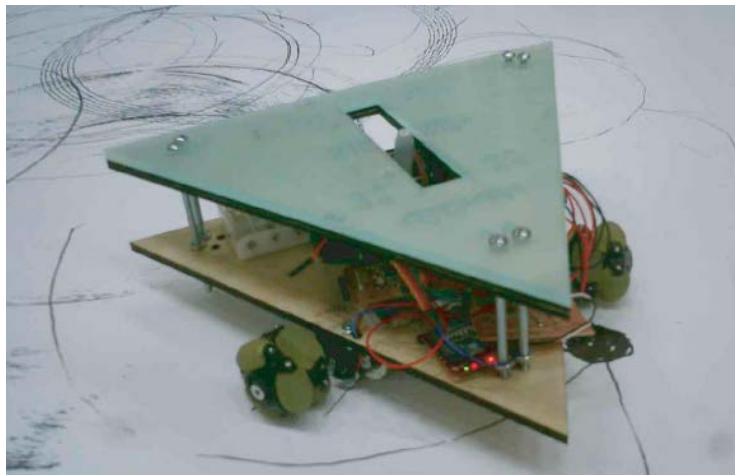
FabFi ist ein drahtloses Funknetzwerk, das ein beeindruckendes Kooperationsprojekt mehrerer FabLabs weltweit darstellt, bei der kostengünstige, lokal verfügbare Bauteile eingesetzt werden. Die Entwicklung begann in Norwegen und Dschalalabad (Afghanistan), es



wurde in Kenia getestet und fertiggestellt und das Projekt wird aktuell in Washington betreut. (Eychenne 2012,23f.).

Das Fab Lab House Barcelona ist ein Gemeinschaftsprojekt des CBA, des weltweiten FabLab-Netzwerks und des Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC). Das Niedrigenergiehaus wurde in FabLabs weltweit mit dem Ziel entwickelt, eingesetzte Energie und Material mit aktuellen Technologien möglichst effizient zu nutzen. Das Haus integriert selbst wiederum ein kleines FabLab (Fab Lab House 2013).

Aus FabLabs heraus sind bislang jedoch noch keine vielversprechenden Start-Up-Unternehmen entstanden. Der Schwerpunkt der Einrichtungen liegt eher auf der Freisetzung individueller Kreativität im Entwurfsprozess. Dagegen sind in kommerziellen TechShops vor allem junge Unternehmer mit konkreten Geschäftsideen tätig (Anderson 2013, 59).



*Abbildung 2: FabTurtle (FabFolk 2011, 42)*

## 5 Regionales FabLab- Umfeld in Nordbayern

In den letzten Jahren hat die Verbreitung der FabLabs weltweit stark zugenommen – auch in der Region Nordbayern. Das FabLab Region Nürnberg konnte einer Recherche vor Ort unterzogen werden.

### 5.1 Operative und geplante FabLabs

FabLabs konzentrieren sich weltweit auf größere Bevölkerungszentren in Industrienationen (FabWiki 2013). Dort sind sowohl die Infrastruktur, ein reger Zulauf, lokale Kooperationsmöglichkeiten und auch Einnahmequellen für das FabLab gesichert. Durch die rasch fortschreitende technologische Entwicklung sind die Einrichtungs- und Betriebskosten jedoch mittlerweile weit gefallen, sodass FabLabs auch in regionalen Zentren und im ländlichen Raum interessant werden. Deutschlands erstes Charter-konformes FabLab wurde 2009 in Aachen aufgebaut. In den letzten Jahren erfolgten jedoch zahlreiche Neugründungen, auch im nordbayerischen Raum (Borchers et al. 2012, 307). Aktuell gibt es damit neben den zwei etablierten FabLabs in Nürnberg und Erlangen auch Planungen und Vorbereitungen für Standorte in Bayreuth und Rothenburg ob der Tauber (Nordbayern 2013; FabLab Bayreuth 2013):

FabLab	Status	Trägerschaft	Stadtgröße
<b>Nürnberg</b>	In Betrieb seit 2011	Eingetrag. Verein	511.000 Einwohner
<b>Erlangen</b>	In Betrieb seit 2011	Universität	106.000 Einwohner
<b>Bayreuth</b>	In Planung	Eingetrag. Verein	73.000 Einwohner
<b>Rothenburg o.d.T.</b>	In Planung	Initiative	10.900 Einwohner

*Tabelle 2: FabLabs in Nordbayern*

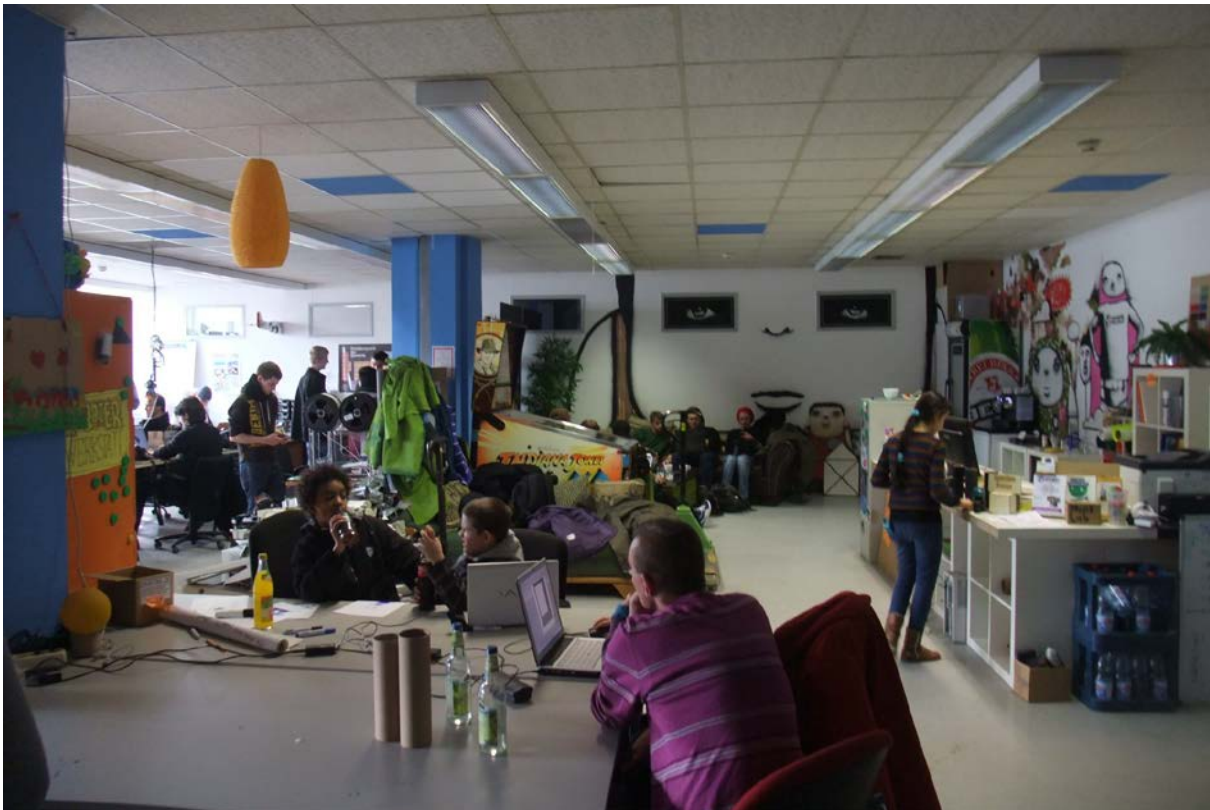
Aktive Hackerspaces gibt es in Nürnberg, Erlangen, Würzburg, Bamberg und Amberg (Hackerspaces 2013). Der Hackerspace labor23 ist seit 2009 in Würzburg geöffnet und plant auch, aus FabLabs bekannte digitale Fertigungsgeräte wie 3D-Drucker, CNC-Fräse und Lasercutter einzusetzen (Labor23 2013).

In der Region Nordbayern entwickelte sich damit innerhalb von nur wenigen Jahren ein vielfältiges, öffentlich zugängliches Personal Fabrication- Angebot für kreative Anwendungen, das sich aktuell in einer starken Expansionsphase befindet.

### 5.2 Eigene Erfahrungen aus dem FabLab Region Nürnberg

Das FabLab Region Nürnberg befindet sich auf dem ehemaligen Industriegelände der AEG. Freitags und samstags ist das FabLab öffentlich zugänglich und kann kostenlos genutzt werden (FabLab Region Nürnberg 2013). Es ist mit 3D-Drucker, Laserschneider, Folienschneider, Elektronikwerkbank, Steuerrechnern, Material, Software und einem Videokonferenzsystem zur Kommunikation mit anderen FabLabs ausgerüstet (FabLab Region Nürnberg 2013a).

Das Angebot der offenen Werkstatt konnte genutzt werden, um einen Gesamteindruck des FabLabs, einen im Aufbau befindlichen 3D-Drucker und einen Eindruck der Elektronikwerkstatt fotografisch festzuhalten (vgl. nachfolgende Abbildungen). Weiterhin war es an nur einem Nachmittag möglich, eigene, dreidimensionale Konstruktionen ohne Vorkenntnisse aus einer mitteldichten Holzfaserplatte (MDF) mit dem Laserschneider anzufertigen. Um einen tieferen Einblick in die regionale FabLab- Szene zu gewinnen, wurde ein Interview mit Chris Herrmann (Kommunikation/Förderung, FabLab Region Nürnberg e. V.) geführt. Das Gesprächsprotokoll ist im Anhang enthalten.



*Abbildung 3: Gesamtansicht auf das FabLab Region Nürnberg.*



Abbildung 4: Konstruktion eines 3D-Druckers im FabLab Region Nürnberg.

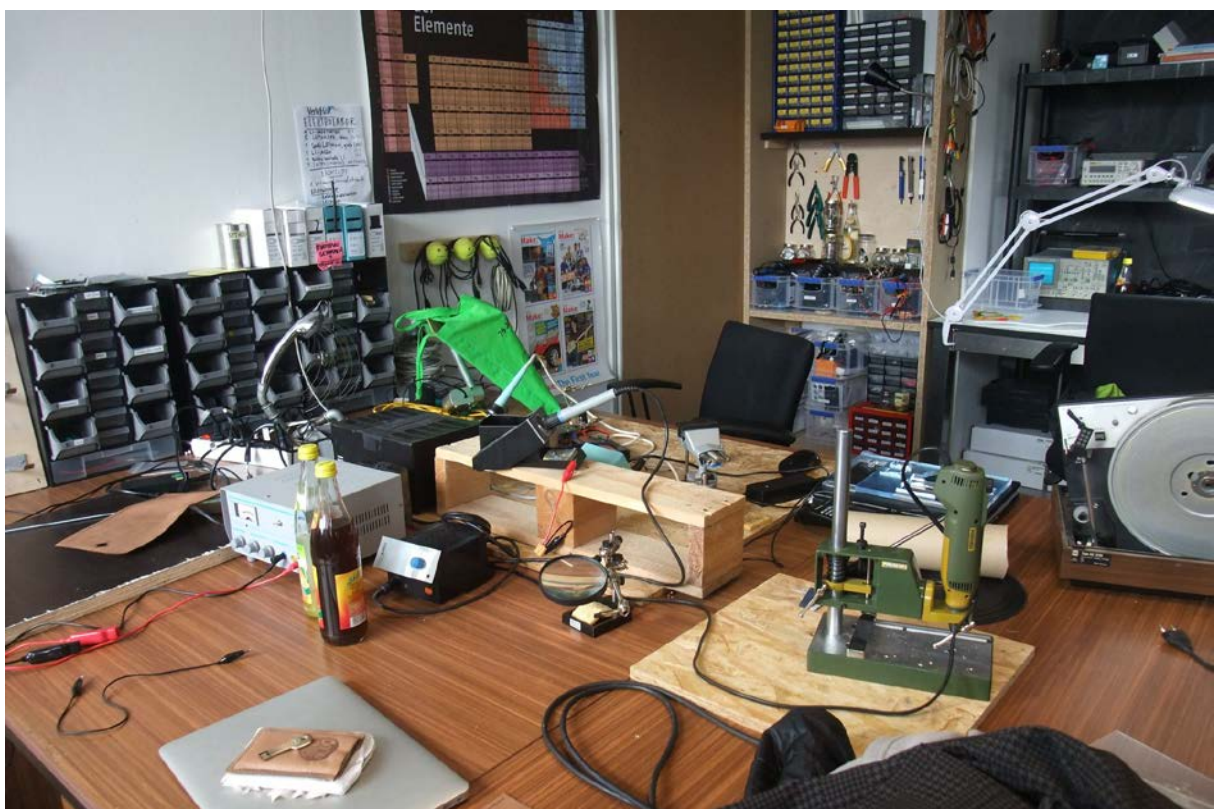


Abbildung 5: Elektronikwerkstatt der FabLab Region Nürnberg.

Wichtige lokale Kooperationspartner des FabLab Region Nürnberg stellen v.a. der Industriepartner evosoft, die Stadt Nürnberg, Siemens, Privatleute und die Open Source Business Foundation (OSBF) dar. Sie stellen Kontakte, Beratung, Förderung durch das Kultur- und Kreativwirtschaftsprogramm, Finanzierung, Maschinen, Werkzeuge, Gerätespenden und Projektfinanzierungen zur Verfügung und übernehmen Patenschaften. Nach absteigender Häufigkeit werden im FabLab vor allem Lasercutter, Plotter, 3D-Drucker, Elektronikwerkstatt, Rundstrickmaschine und Nähmaschine genutzt. Das FabLab leistete wichtige Unterstützung für die Planung bzw. den Aufbau von FabLabs in Ljubljana und Rothenburg. Wichtige Selbstbauprojekte stellen z. B. der Fabbster-Umbau und die Konstruktion eines CNC-Heißdrahtschneiders dar. Neben dem Angebot der offenen Werkstatt erfolgt hauptsächlich eine Nutzung als „Open Lab“ für den Industriepartner evosoft, eine private Maschinennutzung, und auch Unternehmens- und Schulworkshops. Weiterhin werden die Räume vermietet und für öffentliche Veranstaltungen bzw. interner Organisationsarbeit genutzt (Herrmann 2013).

## 6 Bewertung und Ausblick

Im Rahmen der Arbeit wurde die Bedeutung und das Potential der FabLabs erläutert und ihre Rolle in Gesellschaft und Wirtschaft aufgezeigt. Es wurden Literaturrecherchen, eine Einschätzung vor Ort im FabLab Region Nürnberg und einem Experteninterview durchgeführt. Die Abdeckung des Themas mit wissenschaftlichen Literaturquellen ist noch nicht zufriedenstellend. Daher musste oft auf populärwissenschaftliche Quellen zurückgegriffen werden. Durch die Einschätzung vor Ort und das Interview konnten jedoch wichtige Aussagen und Detailspekte ergänzt werden.

FabLabs ermöglichen zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten durch die öffentliche Bereitstellung industrieller Produktionsanlagen für kreative Privatanwender. Durch die Verknüpfung offener Innovationsprozesse mit Personal Fabrication- Technologien sind sie Teil einer langfristigen Vision zukünftiger Industriegesellschaften, die von individueller und dezentraler Produktentwicklung und -herstellung geprägt ist. Die Weiterentwicklung des FabLab-Konzepts erfolgt von den Anfängen am MIT ausgehend fortlaufend, evolutiv und weltweit vernetzt. Es werden stets Verbesserungen in den Verfahren, Anlagen und Werkzeugen, Geschäftsmodellen und Nutzungsmöglichkeiten entwickelt, eine größere Nutzeranzahl angesprochen und neue Standorte weltweit gegründet. Die voranschreitende Technologieentwicklung bei Produktions-, Kommunikations- und Informationstechnologien unterstützt den Erfolg der FabLabs mit einer immer leistungsfähigeren, günstigeren Hard- und Software und globalen Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten. FabLabs können damit mittlerweile auch in regionalen Zentren kostendeckend betrieben werden. In Nordbayern entsteht derzeit ein lebendiges FabLab-Umfeld, in dessen Rahmen auch ein Standort in Würzburg erfolgsversprechend ist.

FabLabs stellen eine soziale Plattform dar, die Personal Fabrication persönlich und individuell, aber gleichermaßen auch gemeinschaftlich nutzbar macht und die weitere Verbreitung fördert. Es werden vor allem persönliche, nichtkommerzielle Anwendungen und eine handwerkliche Bildung, auch in Zusammenarbeit mit lokalen Bildungsinstitutionen, geboten. FabLabs werden von der „Maker“-Bewegung neben anderen Kreativwerkstätten genutzt. Geschäftsanwendungen und der von Gershenfeld skizzierte Wandel der Industriegesellschaft stehen jedoch noch aus. Mit dem Kreativkonzept sind auch viele technologische Utopien verknüpft. Der Machbarkeits- und Erfolgsnachweis für eine gesellschaftliche Neuordnung durch eine verbreitete Personal Fabrication steht noch aus. Die Bewertung der FabLabs und der Personal Fabrication muss daher stets von einem realistischen Standpunkt aus erfolgen.

Da das FabLab- Umfeld sich stetig weiterentwickelt, muss es einer fortlaufenden wissenschaftlichen Beobachtung unterzogen werden, um festzuhalten, wie FabLabs und Personal Fabrication fortgeführt einige Wirtschaftszweige langfristig verändern werden. Für die Realisierung eines möglichen FabLab-Standorts in Würzburg sind eine detaillierte Konzeption, lokale Unterstützung und die Entwicklung eines tragfähigen Geschäftsmodells nötig.

## Literaturverzeichnis

- Anderson, C. (2013): Makers – Das Internet der Dinge: die nächste industrielle Revolution. Carl Hanser, München.
- BITKOM (2013): 3D-Drucker drängen in den Markt. In: [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM\\_Presseinfo\\_3D-Drucker\\_08\\_04\\_2013.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Presseinfo_3D-Drucker_08_04_2013.pdf), zugegriffen am 08.04.2013.
- Boeck, J.; Troxler, P. (2011): Sustainable Fab Labs. In: [http://wiki.fablab.is/images/e/ef/Factsheet\\_LabSustainability\\_Fab7.pdf](http://wiki.fablab.is/images/e/ef/Factsheet_LabSustainability_Fab7.pdf), zugegriffen am 01.04.2013.
- Borchers, J.; Bohne, R. (2012): Personal Design: Die Zukunft der Personal Fabrication. In: Schmitz, T.; Groninger, H. (Hrsg.): Werkzeug / Denkzeug – Manuelle Intelligenz und Transmedialität kreativer Prozesse. Bielefeld, S. 297 – 312.
- CBA (2013): Logos. In: <http://fab.cba.mit.edu/about/logos/index.html>, zugegriffen am 21.03.2013.
- CBA (2013a): The Fab Charter. In: <http://fab.cba.mit.edu/about/charter>, zugegriffen am 21.03.2013.
- CBA (2013b): Fab Lab Inventory. In: <http://fab.cba.mit.edu/about/fab/inv.html>, zugegriffen am 28.03.2013.
- CBA (2013c): Ohne Titel. In: <http://cba.mit.edu/about/index.html>, zugegriffen am 02.04.2013.
- CBA (2013d): FabLab FAQ. In: <http://fab.cba.mit.edu/about/faq/>, zugegriffen am 03.04.2013.
- CBA (2013e): Videoconferencing with the Center for Bits and Atoms. In: <http://fab.cba.mit.edu/about/video/>, zugegriffen am 03.04.2013.
- CCC (2007): Building a Hacker Space. In: [http://events.ccc.de/congress/2007/Fahrplan/attachments/1003\\_Building%20a%20Hacker%20Space.pdf](http://events.ccc.de/congress/2007/Fahrplan/attachments/1003_Building%20a%20Hacker%20Space.pdf), zugegriffen am 28.03.2013.
- Chesbrough, H. (2012): Open Innovation. In: Research Technology Management 55 (4), S. 20 – 27.
- Ennex (2013): What is a Fabber? In: <http://www.ennex.com/~fabbers/intro.asp>, zugegriffen am 04.04.2013.
- Eychenne, F. (2012): Fab Labs Overview. In: <http://www.slideshare.net/slidesharefining/fab-labs-overview>, zugegriffen am 29.03.2013.
- Fab Academy (2013): About / FabAcademy. In: <http://www.fabacademy.org/diploma/>, zugegriffen am 20.03.2013.
- Fab Academy (2013a): Tuition Fees / FabAcademy. In: <http://www.fabacademy.org/prices/>, zugegriffen am 20.03.2013.

- Fab Academy (2013b): Fab Academy 2013 Sites / FabAcademy. In: <http://www.fabacademy.org/ab-academy-2013-sites/>, zugegriffen am 20.03.2013.
- FabFolk (2011): Fab Yearbook 2011. In: <http://www.fabfolk.com/docs/FabYearBookforFabFolk.zip>, zugegriffen am 04.04.2013.
- Fab Lab 4 Germany (2013): Startseite – Fab Lab 4 Germany. In: <http://fab.mixxt.de/>, zugegriffen am 03.04.2013.
- FabLab Bayreuth (2013): Satzung des Vereins FabLab-Bayreuth e. V. In: [http://www.fablab-bayreuth.de/pdf/FabLab-Bayreuth\\_Vereinsatzung.pdf](http://www.fablab-bayreuth.de/pdf/FabLab-Bayreuth_Vereinsatzung.pdf), zugegriffen am 30.03.2013.
- Fab Lab House (2013): Fab Lab House Brochure EN. In: [http://www.fablabhouse.com/beta/wp-content/uploads/2010/07/FabLabHouse\\_Brochure-EN.pdf](http://www.fablabhouse.com/beta/wp-content/uploads/2010/07/FabLabHouse_Brochure-EN.pdf), zugegriffen am 05.04.2013.
- FabLab Region Nürnberg (2013): Offene Werkstatt. In: <http://www.fablab-nuernberg.de/node/191>, zugegriffen am 28.03.2013.
- FabLab Region Nürnberg (2013): FabLab Nürnberg (beta). In: <http://www.fablab-nuernberg.de/content/fab-lab-nuernberg-beta>, zugegriffen am 28.03.2013.
- Fabulous St. Pauli (2013): Vereinssatzung. In: <http://www.fablab-hamburg.org/verein/vereinssatzung>, zugegriffen am 29.03.2013.
- FabWiki (2013): Portal: Labs. In: <http://wiki.fablab.is/wiki/Portal:Labs>, zugegriffen am 28.03.2013.
- FabWiki (2013a): Portal: SetUpRun. In: <http://wiki.fablab.is/wiki/Portal:SetUpRun>, zugegriffen am 29.03.2013.
- Fastermann (2012): 3D-Druck/Rapid Prototyping – Eine Zukunftstechnologie kompakt erklärt. Springer, Berlin.
- FAU FabLab (2013): Was ist ein FabLab? In: <http://fablab.fau.de/was-ist-ein-fablab>, zugegriffen am 29.03.2013.
- Gershenfeld, N. (2007): Fab – The Coming Revolution On Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication. Basic Books, New York.
- Gershenfeld, N. (2011): Eine Art Mikro-Lego (Interview). In: Technology Review 9 (4), S. 75 – 76.
- Gershenfeld, N. (2012): How To Make Almost Anything. In: Foreign Affairs 91 (6), S. 43 – 46.
- Günther, E. (2008): Ökologieorientiertes Management. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Hackerspaces (2013): List of Hacker Spaces. In: [http://hackerspaces.org/wiki/List\\_of\\_Hacker\\_Spaces](http://hackerspaces.org/wiki/List_of_Hacker_Spaces), zugegriffen am 28.03.2013.



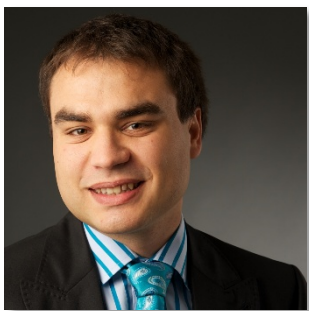
- Herrmann, C. (2013): FabLab Region Nürnberg – Fragebogen. Siehe Anhang. Interview vom 25.03.2013.
- Horchert, J. (2013): Kurz erklärt: Was ist eigentlich ein Fablab? In: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/kurz-erklart-was-ist-ein-fablab-a-891586.html>, zugegriffen am 01.04.2013.
- Igoe, T.; Mota, C. (2011): A Strategist’s Guide to Digital Fabrication. In: strategy+business, 17 (64), S. 55 – 54.
- International Fab Lab Association (2013): Fab Lab – What it is in essence. In: <http://www.fablabinternational.org/fab-lab/what-is-it-in-essence>, zugegriffen am 29.03.2013.
- International Fab Lab Association (2013a): Fab Association – Why we are here. In: <http://fablabinternational.org/fab-association/why-we-are-here>, zugegriffen am 03.04.2013.
- International Fab Lab Association (2013b): Fab Association – What we want. In: <http://fablabinternational.org/fab-association/what-we-want>, zugegriffen am 03.04.2013.
- Labor23 (2013): About us. In: [http://www.labor23.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=39&Itemid=59](http://www.labor23.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=39&Itemid=59), zugegriffen am 29.03.2013.
- MakerBot (2013): Terms of Use – Thingiverse. In: <http://www.thingiverse.com/legal>, zugegriffen am 09.04.2013.
- Massolution (2013): 2013CF – The Crowdfunding Industry Report. In: [http://www.crowdsourcing.org/editorial/2013cf-the-crowdfunding-industry-report/25107?utm\\_source=release&utm\\_medium=text&utm\\_content=top&utm\\_campaign=2013CF+Launch](http://www.crowdsourcing.org/editorial/2013cf-the-crowdfunding-industry-report/25107?utm_source=release&utm_medium=text&utm_content=top&utm_campaign=2013CF+Launch), zugegriffen am 10.04.2013.
- Menichinelli, M. (2011): Business Models for FabLabs. In: <http://www.openp2pdesign.org/2011/fabbing/business-models-for-fab-labs/>, Erstellungsdatum vom 23.03.2011, zugegriffen am 29.03.2013.
- Menichinelli, M. (2013): What is a FabLab? In: <http://www.openp2pdesign.org/2013/spaces/what-is-a-fablab/>, Erstellungsdatum vom 06.02.2013, zugegriffen am 03.04.2013
- MIT (2013): Mobile Fab Lab hits the Road. In: <http://web.mit.edu/spotlight/mobile-fablab/>, zugegriffen am 04.04.2013.
- Nordbayern (2013): Lerne, es selbst zu tun. In: <http://www.nordbayern.de/region/rothenburg-o-d-t/lerne-es-selbst-zu-tun-1.2725071>, zugegriffen am 30.03.2013.

- Richter (2009): Heime für Hacker. In: <http://www.zeit.de/online/2009/03/digital-hackerspaces/komplettansicht>. zugegriffen am 02.04.2013.
- Sivek, S. (2011): “We Need a Showing of All Hands”: Technological Utopianism in MAKE Magazine. In: *Journal of Communication Inquiry* 35 (3), S. 178 – 208.
- Verbund Offener Werkstätten (2013): Unsere Ziele. In: <http://www.offenewerkstaetten.org/seite/unsere-ziele>, zugegriffen am 03.04.2013.
- Von Hippel, E. (2005): *Democratizing Innovation*. MIT Press, Cambridge.
- Zijp, H. (2011): *The Grassroots Fablab Instructable*. In: <http://fablabamersfoort.nl/downloads/fablab-instructable.pdf>, zugegriffen am 29.03.2013. Nachname, N. (2013). Testtitel. *Zeitschriftentitel*, S. 42-52.

## Über die Autoren



**Niklas Meier** studierte Betriebswirtschaftslehre an der Universität Regensburg und der University of Dublin – Trinity College. Seit 2011 beschäftigt er sich im Rahmen des Masterstudiums Business Management an der Universität Würzburg mit den Schwerpunkten Logistik, Controlling und Informationsmanagement. Seine Abschlussarbeit thematisiert die Lieferantenbewertung unter Nachhaltigkeitsaspekten.



**Marco Wirth, M.Sc.** studierte Informatik mit Nebenfach Wirtschaftswissenschaften an den Universitäten Paderborn und Helsinki. Seit 2012 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung der Universität Würzburg tätig. Im Rahmen seines Engagements im Kompetenzzentrum CEDIFA beschäftigt er sich mit Fragestellungen rund um das Gebiet der additiven Fertigung.

## Kontakt

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Josef-Stangl-Platz 2  
D-97070 Würzburg

T +49 (0)931 3180242  
F +49 (0)931 3181268  
E [kontakt@cedifa.de](mailto:kontakt@cedifa.de)  
W <http://www.cedifa.de>