
Comics als visueller Zugang zum transdisziplinären Diskurs über Technikzukünfte

Eine Praxisperspektive

Philipp Schrögel und Marc-Denis Weitze

Zusammenfassung

Die partizipative Gestaltung von Wissenschaft und Technik wird in Gesellschaft und Politik zunehmend eingefordert. Die Wissenschaft öffnet sich der transdisziplinären Produktion und Reflexion von Wissen. Eine Methode zu einem frühzeitigen Technikdiskurs mit der Öffentlichkeit, sind Technikzukünfte – das sind z. B. Szenarien, die neben technischen Aspekten auch die gesellschaftliche und ethische Dimension enthalten. Für eine transdisziplinäre Technikgestaltung stellt sich die Herausforderung, einen Diskussionszugang zu den im frühen Stadium noch sehr abstrakten Themen für fachliche Laien zu finden. Insbesondere Kinder und Jugendliche, die als künftige Generation von den möglichen Entwicklungen betroffen sein werden, sind oft schwer erreichbar. Als ein möglicher Ansatz dazu wird hier die Nutzung von Comics als visuelles und intuitives Kommunikationsmittel vorgestellt. Es existieren bereits vielfältige Erfahrungen in der Nutzung von Comics zur Wissensvermittlung, insbesondere im schulischen Kontext. Aber Comics können genauso

P. Schrögel (✉)

Institut für Germanistik: Literatur, Sprache, Medien, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Abt. Wissenschaftskommunikation, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, Deutschland
E-Mail: philipp.schroegel@kit.edu

M.-D. Weitze

Leiter Technikkommunikation, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Karolinenplatz 4, 80333 München, Deutschland
E-Mail: weitze@acatech.de

als Werkzeug zur Formulierung lebensweltlicher Ansichten und Bewertungen von Technologien genutzt werden. In einem Projekt der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) wurde dies für das Thema „Künstliche Fotosynthese“ im Rahmen eines Comic-Workshops umgesetzt. Dieser Beitrag präsentiert die Erfahrung damit aus einer praktischen Perspektive.

Schlüsselwörter

Bürgerbeteiligung · Comic · Gesellschaftsberatung · Künstliche Fotosynthese · Partizipation · Technikfolgenabschätzung · Technikkommunikation · Technikzukünfte · Visuelle Kommunikation · Wissenschaftskommunikation

1 Partizipation und Transdisziplinäre Technikgestaltung¹

1.1 Technikgestaltung unter frühzeitiger Einbindung der Öffentlichkeit

In einer demokratischen Gesellschaft sollen die Bürgerinnen und Bürger die Politik im Großen und Ganzen verstehen und an wichtigen politischen Auseinandersetzungen teilhaben. Darüber hinaus lassen sich heute – bei Bürgerinitiativen wie den sogenannten „Wutbürgern“, befördert durch die technischen Möglichkeiten des Internet und die dadurch veränderten Kommunikationslogiken der Medien – veränderte Ansprüche an die Kommunikation und Mitbestimmung feststellen. Diese sind eine Herausforderung für die Gestaltung gesellschaftlich-politischer Diskurse (Bussemer 2011) und reichen über den bisherigen gesetzlichen Rahmen der repräsentativen Demokratie hinaus (acatech 2011, S. 12).

Für die sozialwissenschaftliche Technikforschung steht fest, dass Nutzer bei der Entwicklung und Verbreitung von Technologien, nicht nur im Rahmen der (passiven) Akzeptanz von Produkten, als Nachfrager nach Produkten oder Betroffene der Auswirkungen eine Funktion übernehmen können (Durant 1999). So ist eine aktive Aneignung (etwa die Integration in die Alltagspraxis) wichtig für den Erfolg von Innovationen. Die Einbeziehung der Öffentlichkeit bereits in einem frühen Stadium technischer Projekte oder wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse markiert ein neues Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit (Wilsdon und Willis 2004). Nutzer können – zumal bei Technologien, die in ihrem Alltag

¹Dieser Abschnitt ist angelehnt an den Projektbericht (acatech 2016), Kap. 2.

wirken – bei der Gestaltung und Verbesserung neuer Technologien mitwirken. Standen bei der Forschung zu und Gestaltung von zukünftigen Technologien bislang die (angewandte) Wissenschaft mit ihrer Orientierung auf technische Neuerungen und die Wirtschaft mit ihrer Orientierung an dem Markt im Mittelpunkt, rücken nun also die Bürgerinnen und Bürger bzw. die Zivilgesellschaft als Mit-Gestalter einer transdisziplinären Forschungspraxis ins Blickfeld: „Fragen der Zukunftsforschung sind in der Regel so komplex, dass sie sich nur durch Integration von sowohl wissenschaftlichen als auch lebenspraktischen Perspektiven verstehen, bearbeiten und lösen lassen, kurz: durch transdisziplinäre Arbeit“ (Dienel 2014, S. 71). Die transdisziplinäre Arbeitsweise gewinnt zunehmend an Bedeutung im Forschungsalltag, auch wenn Möglichkeiten, Grenzen und Ausgestaltung intensiv diskutiert werden (Hanschitz et al. 2009).

Auch die Wissenschafts- und Technologiepolitik hat erkannt, dass Antworten auf zentrale Herausforderungen der Gegenwart so zu gestalten sind, dass sie Bedürfnisse, Bedenken und Erwartungen der Bürgerinnen und Bürger berücksichtigen. Die neue Hightech-Strategie der Bundesregierung betont, dass Innovationen „[...] aus dem Wechselspiel von gesellschaftlicher Nachfrage, wissenschaftlichen Entwicklungen und technologischen Möglichkeiten [entstehen und es dabei] noch konsequenter als bisher gilt [...], die Gesellschaft einzubeziehen“ (BMBF 2014, S. 44). Mit dieser Partizipation beabsichtigt die Bundesregierung, gewünschte und akzeptierte Technologien in den Alltag zu integrieren und aus Ideen schneller Innovationen zu machen (ebd., S. 44 f., siehe dazu auch das aktuelle Grundsatzpapier Partizipation des BMBF 2016). Partizipation ist ebenfalls ein zentrales Thema im Rahmenprogramm „Horizon 2020“ der Europäischen Kommission. Den Rahmen bilden die gesellschaftlichen Herausforderungen wie Gesundheit, Ernährungssicherheit und Energieversorgung. „Responsible research and innovation“ (RRI) wird dabei wie folgt verstanden: „[It] anticipates and assesses potential implications and societal expectations with regard to research and innovation, with the aim to foster the design of inclusive and sustainable research and innovation“ (European Commission 2015).

Der Wissenschaftsrat erkennt die Beteiligung von Akteuren außerhalb der Wissenschaft als Chance: „Die Berücksichtigung spezifischer Wissensbestände, Interessen und Wertvorstellungen verschiedener gesellschaftlicher Akteursgruppen erhöht die Perspektivenvielfalt und verbreitert die Wissensbasis hinsichtlich der Entwicklung von Forschungsagenden und Förderprogrammen“ (Wissenschaftsrat 2015, S. 26). Der Beitrag der Wissenschaft besteht einerseits in erkenntnis- und lösungsorientierter Forschung und andererseits darin, „Grenzen wissenschaftlichen Wissens und die Unsicherheit bei dessen Anwendung [anzusprechen]“ (ebd., S. 22), „[...] die Bedingungen und Möglichkeiten unterschiedlicher Beteiligungsformen zu untersuchen und dafür Experimentierräume zu schaffen“ (ebd., S. 27).

Der Bundesverband der deutschen Industrie (BDI) beschreibt in seinem Papier „Zukunft durch Industrie“ kontrastierende Bilder der Gesellschaft, unter anderem das Gegenbild zu einer technikoffenen Gesellschaft: „Wenn die Beteiligten in Politik und in Unternehmen die Bürger künftig kaum oder gar nicht mehr an wichtigen Zukunftsfragen beteiligen, wird das Interesse der Gesellschaft an neuen Technologien und innovativen Produkten in den nächsten Jahrzehnten deutlich zurückgehen“ (BDI 2015, S. 44). „[Deshalb wird es] immer wichtiger, die Menschen in Veränderungsprozesse einzubeziehen, um die notwendige gesellschaftliche Unterstützung für neue Technologien und künftige Entwicklungen der Industrie zu erhalten“ (ebd., S. 42).

Nichtregierungsorganisationen (NGOs) wie der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) fordern, nach Jahren einer staats- bzw. industriegetriebenen Wissenschaftspolitik einen Weg hin zu einer gesellschaftlich ausgewogenen Wissenschaftspolitik einzuschlagen, so im vom BUND (2012) herausgegebenen „Plädoyer für eine Wissenschaft für und mit der Gesellschaft“: „Mit welchen Fragestellungen sich Wissenschaft beschäftigt, darf [...] nicht alleine durch einzelne gesellschaftliche Gruppen und durch ökonomische Interessen bestimmt sein. Forschungsfelder und -themen müssen möglichst pluralistisch mit der Wissenschaft festgelegt werden. Es muss insbesondere transparent sein, wer auf die Definition von Forschungsthemen Einfluss nimmt“ (ebd., S. 5) und: „Gesellschaftliche Gruppen sind [...] schon viel früher in die Prozesse zur Definition von Forschungsprogrammen einzubeziehen“ (ebd., S. 11).

„Citizen Science“ schließlich ist der Name einer aktuellen Bewegung, in der Laien eine zentrale Rolle spielen: „Laien“ haben definitionsgemäß keine formale Ausbildung in dem betreffenden Wissenschaftsgebiet und beschäftigen sich üblicherweise nicht institutionell und in einem Professionskontext mit den wissenschaftsbezogenen Themen. Aber sie beschäftigen sich in irgendeiner Weise mit derartigen Themen und/oder sind davon betroffen, zum Beispiel als Konsumenten oder als Patienten. Deshalb haben sie auch Wissen zu diesen Themen. Wenn Beobachten, Beschreiben und Erklären, Anwendungs- und Nutzenabsichten Basisfunktionen jeder Art von Wissenschaft sind, kann sich Citizen Science durch folgende Merkmale auszeichnen (Finke 2014, S. 89 ff.):

- **Ergänzungs- und Kompensationsfunktion:** Citizen Science ist oft im Lokalen stark, zum Beispiel im Rahmen der Regionalforschung in der Geschichtswissenschaft
- **Übersetzungsfunktion:** Übertragung von Wissensinhalten in die Allgemesinsprache und Einbettung in die Erfahrungswelt des Alltags

- Orientierungs- und Zusammenhangsfunktion: Verbindungen und Querbezüge herstellen, auch indem „disziplinäre Schubladen“ gar nicht erst aufgebaut werden
- Kontrollfunktion, etwa im Bereich des Umweltschutzes

1.2 Praktische Herausforderungen bei Partizipativen Prozessen

In der praktischen Umsetzung von Dialog- und Partizipationsformaten (WID 2011) haben sich verschiedene kritische Punkte gezeigt, die bei den jeweiligen Aktivitäten zu bedenken sind:

- Wann sollen die Folgen einer einzusetzenden Technik diskutiert werden? Hier ergibt sich ein Dilemma, das nach dem britischen Technikforscher David Collingridge benannt ist: Während sich Technologie über die Zeit entwickelt, wächst auch das Wissen über ihre Wirkungen (Chancen, Risiken) (siehe Abb. 1). Ist die Technologie jedoch weit entwickelt, sind etwa die Produktionsbedingungen, Nutzungskontexte und Entsorgungsverfahren bekannt, besteht nur noch wenig Möglichkeit, diese gestaltend zu beeinflussen, denn dann ist die Entwicklung bereits abgeschlossen oder wenigstens so weit fortgeschritten, dass aus ökonomischen Gründen ein Umsteuern kaum noch oder nicht mehr möglich ist – die Technologie ist „verhärtet“ durch die Pfadabhängigkeit der getroffenen Entscheidungen. Sehr früh mit der Gestaltung anzusetzen ist jedoch praktisch unmöglich, weil man ja über mögliche Produkte, Anwendungen und Folgen noch nichts Genaues weiß, also nicht weiß, in welche Richtung man eingreifen soll, um zu besserer Technik zu kommen (Grunwald 2012, S. 165).

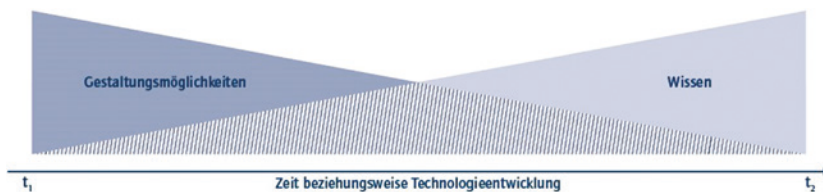


Abb. 1 Das Dilemma der gegenläufigen Entwicklung von Gestaltungsmöglichkeiten und Kontrolle und Wissen zu einer Technologie in deren Entwicklungsprozess. (Nach Collingridge 1980, S. 19)

- Wie interessiert man bei einem Thema wie „Künstliche Fotosynthese“ die Menschen, die sich (noch) nicht betroffen fühlen und zunächst wenig Interesse daran haben? Wie „mobilisiert“ man Laien für solch eine Diskussion? Welche Teilöffentlichkeiten lassen sich überhaupt erreichen? Jeder Ansatz, mit dem man Interesse weckt, beeinflusst freilich auch die Wahrnehmung des Themas (Anderson et al. 2013).
- Was kommt heraus? Welche Wirkungen werden erzielt? Bei Dialogveranstaltungen zur Synthetischen Biologie und zu anderen neuen Technologien zeigt sich mitunter, dass es zwar Lerneffekte aufseiten der Bürgerinnen und Bürger gab, aber meist keine darüber hinausgehende Wirkung in Richtung der Wissenschaft (z. B. Torgersen und Schmidt 2012; Bogner et al. 2010). Robert Jungk hatte bereits vor einem halben Jahrhundert das Problem erkannt:

Meine ersten Versuche Mitte der sechziger Jahre, junge Arbeiter und Angestellte in Wien zu Äußerungen über ihre Wünsche für die Welt von morgen zu veranlassen, scheiterten ziemlich kläglich. Entweder schwiegen sie, oder sie plapperten einfach nach, was ihnen Propaganda und Konsumwerbung eingetrichtert hatten. [...] Das eigene Denken, das eigene Phantasieren, die eigenen Wünsche hatte man ihnen gründlich ausgetrieben (Jungk und Müllert 1989, S. 24).

Bei „Dialogen“ zur Nanotechnologie wurde mitunter eine Reproduktion des Expertendiskurses beobachtet, in dem also keine neuen Aspekte sichtbar wurden. Konsens zu kontroversen Punkten wurde allenfalls künstlich hergestellt (Bogner et al. 2010).

- Generell ist der Aufwand recht hoch. Es werden – bezogen auf den hohen Aufwand – nur „Wenige“ erreicht. Allerdings ist hier die Qualität der Interaktion zu berücksichtigen: Bei Umfragen der Meinungsforscher werden mehrstellige Personenanzahlen erreicht, über Massenmedien noch viel mehr – jedoch ist die Art der Interaktion sehr beschränkt (Rowe und Frewer 2005).

2 Technikzukünfte als Medium der Technikgestaltung²

Wie kann man ein Thema in einem frühen Forschungsstadium relevant und interessant machen für Bürgerinnen und Bürger, die sich einerseits in den Dialog einbringen sollen, andererseits aber nur über beschränkte zeitliche Kapazitäten

²Dieser Abschnitt ist angelehnt an den Projektbericht (acatech 2016), Kap. 3.

verfügen? Eine bewährte Methode in der partizipativen Technikfolgenabschätzung ist es, anhand verschiedener Forschungsansätze „Technikzukünfte“ zu entwickeln. Dies sind dabei keine Prognosen, sondern Szenarien, die – auf Grundlage transparenter Voraussetzungen und Annahmen – eine Basis für die Diskussion darstellen sollen, in welche Richtung die (Forschungs-)Reise gehen soll und was letztlich das Ziel der Forschung sein sollte (Grunwald 2012, 2016).

Technikzukünfte sind Vorstellungen zukünftiger gesellschaftlicher Wirklichkeiten in Kombination mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt. Diese Kombination ist die besondere Stärke der Methode, denn für praxisbezogene Zukunftsforschung (partizipativ oder nicht) gilt es also, sowohl wissenschaftlich fundiertes Wissen über mögliche Zukünfte bereitzustellen als auch handlungstheoretisch begründete Umsetzungsstrategien im Spannungsfeld zwischen IST- und SOLL-Stand zu entwerfen (Popp 2009, S. 133). Auch wenn es in der Zukunft nur eine Gegenwart geben wird, verweist der Plural auf die zahlreichen sowie unterschiedlichen Bilder und Vorstellungen über Zukunft. Technikzukünfte sind offen, zumal sie wiederum von den nicht vorhersehbaren Entscheidungen der Menschen abhängen. So werden mit dem Begriff Zukünfte ganz allgemein Beschreibungen zukünftiger Sachverhalte oder Entwicklungen bezeichnet.

Sich mit den Folgen erst dann zu befassen, wenn sie auftreten, ist ethisch problematisch, politisch unverantwortbar und ökonomisch abträglich – dies ist ein Ausgangspunkt der hier skizzierten Überlegungen. So lassen sich verschiedene Zwecke von Technikzukünften identifizieren.

Ein Blick auf die zukünftige Entwicklung einer Techniklinie erlaubt es [...], neue Möglichkeiten von Produkten, technischen Funktionen und Organisationsformen zu imaginieren (Früherkennung von Chancen), aber auch mögliche Risiken und Nebenfolgen vorzustellen (Frühwarnung). Sie bieten auch eine, wenngleich vorsichtig zu handhabende Entscheidungshilfe bei Problemen der Planung, Förderung, Steuerung und Kontrolle von Entwicklungsprozessen. Sie helfen zu bewerten, welche Entwicklung gewünscht oder unerwünscht ist und tragen damit zur Explikation der Präferenzen sowie zum Öffnen und Schließen von Möglichkeitsräumen bei (acatech 2012b, S. 22).

Technikzukünfte können als Zukunftsaussagen „benutzt werden, um ein Versprechen über eine künftige Entwicklung zu untermauern, zu einer Entscheidung zu ermuntern, für bestimmte Chancen oder auch Risiken zu sensibilisieren oder auch vor absehbaren, aber unerwünschten Folgen bestimmter Entwicklungen frühzeitig zu warnen“ (ebd., S. 22). Kurz: Sie sind Medium des technischen Fortschritts, sie motivieren Forscher und sind zentraler Bestandteil von Entscheidungen über Technik. Insbesondere sind sie Grundlage und Medium der gesellschaftlichen Debatte um Chancen und Risiken von Technik.

Technikzukunftse sind selbst Interventionen und verändern die Welt, wenn sie kommuniziert werden – womit der Kommunikation mit und über Technikzukunftse eine besondere Verantwortung zukommt. Eines muss man bei der Diskussion um Technikzukunftse stets im Blick behalten: Technikzukunftse sind keine Prognosen auf „objektiver“ Basis. Vielmehr hängen sie von gegenwärtig gemachten Voraussetzungen und von normativen Einstellungen ab. Sie mischen Wissen, Nichtwissen und Werte. Technikzukunftse können auch ein geeignetes Einfallstor für Interessen sein. Die Kraft narrativer Technikzukunftse wurde im Fall der Kernenergie (1950er-Jahre) und der Nanotechnologie (Ende des 20. Jahrhunderts) besonders deutlich. Solche Geschichten können uns beeinflussen – ob sie realistisch oder spekulativ sind (Grunwald 2012).

Wie auch immer die Technikzukunftse dargestellt werden: Aus Sicht von acatech sollten große Versprechen (zum Beispiel die „Lösung unserer Energieprobleme“) vermieden werden, weil sie nie einlösbar sind (acatech 2016, S. 21 f.). Die „hinter der Formulierung von Technikzukunftsen stehenden Werte, Zwecke und Interessen sollten offengelegt werden, insofern es um öffentliche Belange und demokratische Debatten geht. Der Entstehungsprozess sollte transparent gemacht werden“ (acatech 2012b, S. 50). Das Gewährleisten von Transparenz kann auch dem Generalverdacht der Beliebigkeit, der Ideologie und Interessengetriebenheit von Technikzukunftsen entgegenwirken (ebd., S. 24) und ist mithin eine Voraussetzung für eine Diskussion um Technikzukunftse, in der unterschiedliche Perspektiven mit je eigenen blinden Flecken zusammengebracht werden.

Technikzukunftse werden in unterschiedlichen Formen, etwa als Vorhersagen, Szenarien oder Visionen, zum Ausdruck gebracht. „Teils werden sie von Wissenschaftlern entworfen, etwa als modellbasierte Szenarien, teils handelt es sich um künstlerische Entwürfe, wie literarische oder filmische Produkte der Science-Fiction, teils sind es Erwartungen oder Befürchtungen, die über Massenmedien Teil der öffentlichen Kommunikation werden“ (ebd., S. 6). „Sie können diffus und implizit auftreten oder auch als konkrete und explizite Aussagen formuliert werden – wobei es gerade die impliziten Zukünftse zu sein scheinen, die eine besondere Wirkmächtigkeit besitzen“ (ebd., S. 12). „Aber auch Wünsche, Hoffnungen, Erwartungen und Befürchtungen, normative Setzungen und Interessen, Werte oder schlichte Annahmen können Teile von Zukünftsen sein“ (ebd., S. 11).

Technikzukunftse können mit quantitativen Methoden (z. B. statistischen Methoden, Simulation) und qualitativen Methoden (z. B. Delphi-Befragung) erstellt werden. Darüber hinaus werden – so auch in diesem Projekt – „intuitive Verfahren“ eingesetzt: „Mit ihnen können qualitative Szenarien erstellt werden, sei es durch Theaterimprovisation, Erzählungen, Fantasie, durch Kreativitätstechniken wie Synektik, Brainstorming [...] und ähnliches sowie technologische

Visionen in Literatur, Prospekten und Medien. Man kann dieses Vorgehen auch partizipativ arrangieren; sie sind für Überraschungen offen, explorativ und können auch langfristige Entwicklungen zum Gegenstand haben“ (ebd., S. 23 f.).

3 Comics und visuelle Kommunikation

3.1 Wissenskommunikation und „Visual Turn“

Die Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft über neue Technologien verdeutlicht ein zentrales Element der heutigen Wissensgesellschaft: das Verständnis von Wissen als „soziales Wissen“, das zu einer kommunikativen Konstruktion der Wirklichkeit führt. Diese zentrale Rolle von Kommunikation für das Verständnis von Wissen wird auch als „kommunikative Wende“ bezeichnet (Knoblauch 2014).

Für die aktuelle Wissens- und insbesondere auch Wissenschaftskommunikation ist eine zweite Wende von großer Bedeutung: die visuelle Wende als „iconic turn“ (Boehm 1994) oder „pictorial turn“ (Mitchell 1994). Auch wenn beide Theorien sich in einigen Sichtweisen unterscheiden (Boehm und Mitchell 2009), ist die zentrale Aussage eine zunehmende Bedeutung des Visuellen gegenüber der klassischen verbalen (textlichen) Kommunikation zur Herstellung und Verbreitung von Wissen (Schnettler und Pötzsch 2007).

Auch wenn das Verständnis mittlerweile mehr zu einem kontinuierlichen Wandel als zu einem abrupten „turn“ tendiert, bleibt der grundlegende Bedeutungszuwachs visueller Kommunikation bestehen: „Vor diesem Hintergrund muss der Iconic Drift bis heute als ein kontinuierliches Projekt verstanden werden, Bilder nicht nur aus wissenschaftlicher Perspektive ernst zu nehmen, ihre originär bildlichen Qualitäten bei der Erkenntnisgenerierung sowie der Vermittlung, Strukturierung und Konstruktion von Wissen stärker in den Fokus zu rücken [...]“ (Geise et al. 2016).

Zur Rolle des Visuellen in der Wissensproduktion insbesondere in den Natur- und Technikwissenschaften (mit einer langen Tradition visuellen Arbeitens von Naturbeobachtungen bis zu Datenvisualisierungen) gibt es etliche Betrachtungen (z. B. Adelmann et al. 2008). Aber genauso rückt auch die Rolle von Visualisierungen für Gesellschafts- und Geisteswissenschaften in den Aufmerksamkeitsfokus der Forschung (Beck 2014). Die Vermittlung von Wissen, insbesondere auch wissenschaftlichen Wissens, verlässt sich zunehmend auf Visualisierungen und nutzt vermehrt Ansätze und Methoden aus anderen Kommunikationsfeldern, wie zum Beispiel der Werbung (Lester 2013). Jean Trumbo (1999) leitet daraus

die Forderung nach einer „visual literacy“ für die Wissenschaftskommunikation ab, die aus drei Komponenten besteht: „visual learning“, „visual thinking“ und „visual communication“. Auch für die Wissensvermittlung an Schulen und anderen Bildungseinrichtungen spielen Visualisierungen eine wichtige Rolle: „As an extraordinarily plastic medium, SciV [scientific visualization] affords the construction of provocative images that can resemble physical phenomena and serve as the basis for the construction, debate, and negotiation of meaning that stands at the heart of the process of education“ (Gordin und Pea 1995). Kurzum: die Untersuchung visuellen Wissens und seiner Rolle in der Kommunikation zur Produktion und Vermittlung von Wissen ist ein hochaktuelles Forschungsfeld mit einer Vielzahl an Aktivitäten (Lucht et al. 2012).

Es zeigt sich dabei auch, dass sich die Bereiche der Produktion und Vermittlung (visuellen) Wissens zunehmend schwerer trennen lassen. Die Gesellschaft und Kommunikation ist von einer Medialisierung geprägt, und „Bilder und visuelle Medien sind zentrale Elemente dieser medialen Durchdringung des Alltags“ (Lobinger und Geise 2015, S. 9). Dies führt zu einer zunehmenden Entgrenzung zwischen klassischen wissenschaftlichen Institutionen und der Öffentlichkeit. Innerwissenschaftliche Diskurse werden in der Öffentlichkeit geführt und kommentiert, öffentliche Diskurse prägen Wissenschaft. Eine mögliche Konsequenz dieser Entwicklung wäre, „[...] dass sich das Wissen von der Struktur der auf Sonderwissen spezialisierten Institutionen, den damit verbundenen Rollen (Spezialisierte, Experten, Professionelle) und der von ihnen getragenen Wissensordnung ablöst und zum *populären Wissen* wird“ (Knoblauch 2013, S. 16).

Die partizipative Erstellung und Kommentierung von Technikzukünften setzt an dieser Stelle an, in dem sie von vornherein zu einer offenen Verhandlung über die Wissensbestände einlädt. Visualisierungen können dabei ihre Stärke entfalten, als im Wortsinne anschaulicher Diskussionsanlass und intuitiver Vermittlungsweg für Wissen zu dienen.

3.2 Comics und Wissensvermittlung

Gerade für Jugendliche, die künftige (technischen) Entwicklungen in ihrem späteren Leben erfahren werden, sind andere Zugangswege für eine frühe Beteiligung und Diskussion zu Technikzukünften nötig als die herkömmlichen Diskussionsrunden oder Vortragsabende. Das Kommunikationsverhalten von Jugendlichen ist stark visuell geprägt (Richard et al. 2010), sei es die Kommunikation in Sozialen Netzwerken und Messengern mittels Fotos und „Selfies“ oder auch die Nutzung von ikonografischen Symbolen – „emoji“ – in Textnachrichten (Highfield und Leaver 2016).

Mit Blick auf diese Präferenzen und die zuvor erwähnte Entwicklung hin zu einer visuelleren Wissenskommunikation, können Comics ein effektiver Vermittlungsweg für Wissen zu Jugendlichen sein (Short und Reeves 2009). Comics sind nicht nur ein etabliertes Phänomen der Jugendkultur, sondern können darüber hinaus auch ein attraktiver Zugangsweg zu technischen und wissenschaftlichen Themen sein. Wissenschaft spielt schon in „normalen Unterhaltungcomics“ eine Rolle, wenn auch oft repräsentiert durch den stereotypen „verrückte[n] Wissenschaftler“ (Weingart 2008). Warum also nicht den Spieß umdrehen, und die erzählerischen und visuellen Stärken der Comics mit echter wissenschaftlicher Information verbinden?

Comics und wissenschaftliche Inhalte sind nur auf den ersten Blick ein Widerspruch. Während in Deutschland Comics noch häufig (und zu Unrecht) als Kindereien und „Schmuddelheftchen“ abgetan werden (Grünewald 2014), wurde in Ländern mit einer ausgeprägteren Comic-Kultur, wie beispielsweise den USA, schon vor über sechzig Jahren deren Verwendung im Unterricht erörtert (Hutchinson 1949) und die Vor- und Nachteile einer Wissensvermittlung durch Comics diskutiert (Frank 1949).

Die grundlegende Definition, was eigentlich ein Comic ist, ist nicht eindeutig entschieden. Es existieren viele verschiedene Comic-Kulturen mit entsprechenden Konventionen („Fumetti“ in Italien, „Manga“ in Japan usw.), unterschiedliche Zeichenstile sowie enge und weite Auslegungen des Begriffs (Grünewald 2000). Dem Konzept des Comic-Workshops und den weiteren Betrachtungen hier soll eine breit aufgestellte Definition zugrunde liegen. Diese basiert auf Will Eisners (1985) Verständnis von Comics als „sequentielle Kunst“. Darauf aufbauend und erweiternd formulierte Scott McCloud (1993) in „Understanding Comics“ eine Definition von Comics als Bild(er)geschichten: „[...] zu räumlichen Sequenzen angeordnete, bildliche oder andere Zeichen, die Informationen vermitteln und/oder eine ästhetische Wirkung beim Betrachter erzeugen“ (ebd., S. 9). Kernelement dieses Verständnisses ist die Sequenz mehrerer grafischer Bildelemente, nicht notwendigerweise (beispielsweise bei grafischen Bauanleitungen oder Notfallanweisungen im Flugzeug) in Kombination mit Textelementen. Dennoch ist die Text-Bild Kombination gerade in der Praxis narrativer Comics häufig ein zentraler Darstellungsmechanismus (Straßner 2002).

Comics ermöglichen durch ihre Gestaltung einen intuitiven Einstieg und eine spielerische Auseinandersetzung mit Themen und sie kommen nicht im Gewand vermeintlich langweiliger Schultexte daher (Diamond et al. 2015). Die visuelle Sprache von Comics (Cohn 2013) ermöglicht eine niedrige Zugangshürde zum Thema bzw. zur Geschichte. Somit eignen sich Comics gut dazu, fachliche/technische Themen zugänglich zu machen: „Das Erscheinen des Educational Comic

markiert die Rückkehr zu einer Bildersprache, die gegenüber dem abstrakteren Code des Wortes die Vorzüge der Unmittelbarkeit und der Konkrektion aufzuweisen scheint“ (Blank 2010, S. 230). Dies ist insbesondere relevant, wenn die sonst zum Thema verwendeten textlichen Codes Fachbegriffe fern des Lebensalltages enthalten.

Ein Informationsverlust ist dabei nicht zwingend gegeben, vielmehr können Informationen auf verschiedensten Ebenen (Visualisierungen, zeitlicher Verlauf durch die Geschichte, durch Beschreibungen oder Handlungen von Figuren im Comic und vieles mehr) dargestellt werden (Leinfelder et al. 2015). Darüber hinaus regt der Zugang über Comics zur Auseinandersetzung mit einem Thema an: „Our results suggest that, with regard to student learning, comic book stories lose nothing to traditional textbooks while having the added potential benefit of improving attitudes about biology“ (Hosler und Boomer 2011, S. 316). Comics wurden daher in unterschiedlichen Kontexten und Themen zur Wissensvermittlung im Unterricht eingesetzt (Lin et al. 2015; Olson 2008; Rota und Izquierdo 2003; Spiegel et al. 2013; Tatalovic 2009).

Der Einsatz von Comics zur Wissensvermittlung bezieht sich bisher häufig auf den schulischen Kontext, wie die oben zitierten Beispiele zeigen. Comics zur Wissenskommunikation werden aber auch zunehmend über das Klassenzimmer hinaus eingesetzt (Plank 2013a), ob in der Form des Comic-Journalismus (Plank 2013b) oder als dezidiert gestaltete Sachcomics mit einem breiten Einsatzgebiet (Hangartner et al. 2013; Jüngst 2010).

Aktuelle Beispiele für Sachcomics in Deutschland sind die Comic-Version des WBGU Gutachtens zur großen Transformation (Hamann et al. 2013), der Comic „Die Anthropozän-Küche“ (Leinfelder et al. 2016) oder die Online-Wissenschaftscomics „Klar Soweit?“ der Helmholtz Gemeinschaft (Mischitz o. J.). Insbesondere der Wissenschaftscomic zum WBGU Gutachten wurde nicht nur als reines Kommunikationsprojekt konzipiert, sondern in enger Abstimmung mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern umgesetzt und auch forschend begleitet (Leinfelder 2014). In der Evaluation bestätigten sich die Stärken des Comic-Formates, insbesondere die „Abholung der Leser aus dem ‚richtigem‘ Leben, also in der leicht nachvollziehbaren Kontextualisierung wissenschaftlicher Themen im persönlichen Umfeld“ (ebd., S. 4).

Auch im Umfeld klassischer akademischer Publikationen sind Comics angekommen. Als eine der Vorreiter haben Carles Sanchis-Segura und Rainer Spanagel (2006) vom Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim einen Übersichtsartikel zur Suchtforschung mit Comic-Strips illustriert. Die Taylor & Francis Group hat eine Pressemitteilung zu einem wissenschaftlichen Fachartikel über die öffentliche Wahrnehmung von Synthetischer Biologie

rein als Comic gestaltet (Taylor & Francis Group 2015). Richard Monastersky und Nick Sousanis (2015) haben einen Comic über die Klimaverhandlungen in Paris in *Nature* veröffentlicht. Auch über den in diesem Beitrag beschriebenen Comic-Workshop erschien ein Comic als Fachartikel in „Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis“ (Schrögel 2016).

3.3 Comics als Dialogwerkzeug

Comics eignen sich aber nicht nur dazu, als einseitiges Lehrmedium wissenschaftliche Information zu vermitteln. Die Stärken der intuitiv zugänglichen visuell geprägten Kommunikation und des jugendaffinen Comic-Formates können genauso für die Wissenskommunikation in die andere Richtung genutzt werden. Jugendlichen (aber auch Erwachsenen) kann durch das eigenständige Entwerfen und Zeichnen von Comics eine Möglichkeit gegeben werden, sich selbst zu einem Thema zu äußern. Die Comic-Methoden bieten ihnen einen Werkzeugkasten, ihre Ansichten und Ideen auszudrücken, ohne in der abstrakten Formulierung von Texten zu sozio-technischen Systemen erfahren zu sein und das entsprechende Vokabular aufzuweisen.

Nick Sousanis (2015a), der seine Dissertation „Unflattening“ als Comic eingereicht und veröffentlicht hat, sieht Comics nicht nur als Methode, sondern als „Art zu denken“, die es „ermöglicht, eine tiefere Ebene im Diskurs zu ergründen“. Dies ermöglicht es, durch Comic-Rezeption, aber insbesondere auch durch die Denkprozesse bei der aktiven Erstellung von Comics, Wissen auf eine neue Art zu erschließen: „In exploring through the visual and the verbal, in ways comics make possible, we open ourselves to discoveries and expand our capacity to make meaning beyond what we could have while remaining solely tied to a single mode“ (Sousanis 2015b, S. 11).

An verschiedener Stelle wird dieser Ansatz bereits verfolgt. Ein Beispiel ist der Einsatz vom Comic-Zeichnen im naturwissenschaftlichen Unterricht, um mit den Schülerinnen und Schülern durch das Zeichnen eines Phänomens (beispielsweise die Entwicklung einer Kerzenflamme) den wissenschaftlichen Prozess von Beobachtung – Beschreibung – Reduktion – Modellbildung nachzuvollziehen und ein tieferes Verständnis der Konzepte zu ermöglichen (Prechtel und Sieve 2013). Auch in anderen Projekten wurden ähnliche Erfahrungen mit dem Einsatz von Comics als Erschließungswerkzeug für wissenschaftliche Phänomene gemacht (z. B. González-Espada 2003; Morrison et al. 2002).

Die Eigenschaften als kreative Methode, die zu einem intuitiven und breiten Blick auf ein Thema einlädt, machen Comics zu einem guten Werkzeug für den

Diskurs über Technikzukünfte. Aber auf der anderen Seite bieten Technikzukünfte auch eine ideale Ausgangsbasis für die Verarbeitung in einem Comic: auch Science-Fiction Geschichten stellen Technikzukünfte dar, wenn auch fiktive. Science-Fiction ist – neben dem Unterhaltungswert, von dem das breite und aktive Segment von Science-Fiction Comics zeugt – auch eine etablierte Foresight Methode (Steinmüller 2010) zur Exploration möglicher Zukunftsszenarien.

Damit sind Comics und Technikzukünfte über die Science-Fiction Verbindung eine ideale Brücke zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Die Umsetzung als Workshop zum Comic Zeichnen nutzt die Freiräume der Methode: „[...] science fiction is much less a normative exercise than a scenario, leaving room to explore the effects of the broad spectrum of human nature“ (Idier 2000, S. 255). So können die Technikzukünfte von Jugendlichen erschlossen, diskutiert und um Ihre Perspektive erweitert werden.

Der zuvor erwähnte Comic zur Anthropozän-Küche, der im Jahr 2015 am Exzellenzcluster Bild Wissen Gestaltung der TU Berlin entstanden ist, hat ebenfalls Sachcomics als Ansatz gewählt, um „[...] die Trennung zwischen wissenschaftlicher Wissensproduktion und Wissenschaftskommunikation aufzuheben. [...] [In einem] sachcomicbasierte[n] Co-Design sowie eine[r] daraus resultierende[n] Forschungs-Co-Production mit der Zivilgesellschaft [...]“ (Leinfelder et al. 2015, S. 3) wurden Geschichten zum Thema Ernährung mit Comic-Zeichnerinnen und gesellschaftlichen Vertretern entwickelt, die anschließend forschend weiter ergründet wurden.

4 Fallstudie: Technikzukünfte zu Künstlicher Fotosynthese als Comic erschließen³

4.1 Das acatech-Projekt „Künstliche Fotosynthese – Entwicklung von Technikzukünften“

Wie kann die Einbindung der Öffentlichkeit in die Technikgestaltung konkret bewerkstelligt werden? Mit Dialogformaten zur Entwicklung von Technikzukünften betritt man unweigerlich ein Experimentierfeld der Wissenschafts- und Technikkommunikation (Kaiser et al. 2014; Kolbert 2012). In einem Projekt der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften wurden – ausgehend von

³Abschn. 4.1 und 4.2 sind angelehnt an den Projektbericht (acatech 2016), Kap. 5 und 6.

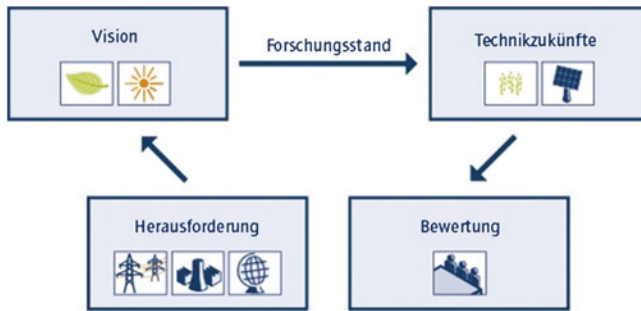


Abb. 2 Frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit: Von der Formulierung einer Herausforderung zur Bewertung von Technikzukünften

einer ausführlichen Befassung mit Fragen der Biotechnologie-Kommunikation (acatech 2012a; Weitze et al. 2016) – im Juni 2015 anhand des Themas „Künstliche Fotosynthese Comics“ (neben Science Cafés und einem Debating-Workshop) als Zugang zu einem Diskurs über Technikzukünfte getestet. Der methodische Ansatz zur frühzeitigen Einbindung der Öffentlichkeit wird anhand der in Abb. 2 dargestellten Prozessphasen erläutert.

Am Beginn des Prozesses stand die Formulierung einer Herausforderung und dann einer Vision, die der Herausforderung begegnen kann. Unter Berücksichtigung des Forschungsstandes wurden drei Technikzukünfte erstellt und in einem transdisziplinären Prozess in verschiedenen Formaten bewertet.

4.2 Technikzukünfte zu Künstlicher Fotosynthese

Vor dem Hintergrund eines wachsenden globalen Energiebedarfs, schwindender fossiler Energieträger und dem Wunsch, die CO₂-Emissionen zu reduzieren, ist künstliche Fotosynthese eine visionäre Technologie, die zum Energiemix einen wichtigen Beitrag leisten könnte. Nach dem Vorbild der Pflanzen nutzt die künstliche Fotosynthese Sonnenlicht, um aus den Rohstoffen Wasser und CO₂ energiereiche Verbindungen herzustellen – oder elektrische Energie, die entsprechend weiter umgewandelt werden kann.

Tatsächlich ist Sonnenlicht die ultimative erneuerbare Ressource: überall auf der Welt ist es kostenlos verfügbar. Die Sonne strahlt vieltausendfach mehr Energie auf die Erde, als die gesamte Menschheit verbraucht (z. B. Lubitz und Cox 2013; Wohlgemuth und Antonietti 2013).

So groß das prinzipielle Potenzial der Nutzung der Sonnenenergie ist, so groß sind bis heute aber die damit verbundenen technisch-wissenschaftlichen Herausforderungen. Sowohl hinsichtlich der Fotovoltaik, die als besonders teure regenerative Energie gilt, als auch hinsichtlich der künstlichen Fotosynthese werden derzeit verschiedene biobasierte Ansätze verfolgt. So könnte der Wirkungsgrad des natürlichen fotosynthetischen Systems erhöht werden, etwa mittels Gentechnik oder Synthetischer Biologie. Als ergänzend können Ansätze der lichtabhängigen Metallkatalyse betrachtet werden, bei denen Kohlendioxid (CO_2) etwa durch Fotokatalyse zu Methanol reduziert wird. Das Sonnenlicht soll dabei von organischen Farbstoffen absorbiert und seine Energie zur Aktivierung von CO_2 verwendet werden. Hinsichtlich der technischen Nutzung der Fotosynthese liegt der Zeithorizont von marktfähigen Produkten bei 2050.

Künstliche Fotosynthese ist derzeit also noch kein „aktuelles“ Thema im Sinne von Medienpräsenz. Um darüber sprechen zu können, muss zunächst Interesse geweckt werden, um dann aus der Gesellschaft heraus Ideen und kritische Fragen aufnehmen zu können.

Im Unterschied etwa zu Gentechnik oder Nukleartechnik handelt es sich bei der künstlichen Fotosynthese um ein durch Kontroversen bzw. verfestigte Meinungsbilder noch kaum „vorbelastetes“ Feld. Im Unterschied zur Kernfusion, die in einer vergleichbaren Zeitperspektive verfolgt wird, handelt es sich voraussichtlich nicht um eine Großtechnologie, sondern möglicherweise um dezentrale, an der Biologie orientierte Formen der Energieerzeugung. So scheint das kontroverse Potenzial dieser Technologie auf den ersten Blick eher gering. Jedoch können hier durch den möglichen Einsatz von Gentechnik oder Schwermetall-Katalysatoren auch durchaus kontroverse umweltrelevante und ethische Fragen erwachsen.

Die wissenschaftlichen Ausgangspunkte und technischen Realisierungsmöglichkeiten sind bislang allenfalls in Ansätzen erkennbar. Dabei kann es zum jetzigen Zeitpunkt noch gar nicht darum gehen, Forschungsagenden zu entwerfen oder konkrete Technologien zu entwickeln, sondern zunächst Technikzukunft zu erstellen, die ihrerseits die Diskussion und den Prozess der Lösungsfindung in Wissenschaft und Gesellschaft anregen können.

Die drei im Rahmen des Projektes erstellten und diskutierten Technikzukunft werden im Folgenden skizziert (ausführlich siehe [acatech 2016](#), Kap. „[Wissenschaft@YouTube](#)“). Eine narrative Darstellung dieser Themen findet sich in filmischer Form auf der Projekthomepage ([acatech 2015](#)).

4.2.1 Technikzukunft „Algenbiotechnologie“

Fototrophe Mikroorganismen (Cyanobakterien und eukaryotische Mikroalgen) wandeln Sonnenlicht mit einer im Vergleich mit Nutzpflanzen höheren Effizienz

in Biomasse um. Neben ihrer Fähigkeit, auch vergleichsweise größere Mengen an CO_2 aufzunehmen (optimales Wachstum bei ca. 100facher atmosphärischer CO_2 -Konzentration) und zu verwenden, hat ihr Aufbau als einzellige Organismen den großen Vorteil, dass keine metabolische Energie aus der Verwertung des Sonnenlichtes in sogenannte nicht-fotosynthetische Komponenten wie Wurzel, Stängel oder Blüte investiert werden muss. Aus diesem Grund werden bestimmte Cyanobakterien- und Mikroalgenspezies vermehrt in offenen Becken oder geschlossenen Fotobioreaktoren gezüchtet und zur Produktion von Biotreibstoffen wie Ethanol oder Biodiesel auf Land- oder Meeresflächen eingesetzt. Das geschieht vorzugsweise auf Flächen, die nicht anderweitig (etwa landwirtschaftlich) genutzt werden können. Mit der Molekularbiologie und der Synthetischen Biologie eröffnen sich Möglichkeiten zur Erhöhung der Effizienz der Energieumwandlung in Biomasse von derzeit ca. zwei bis drei Prozent auf mehr als sechs Prozent über das Design effizienterer Fotosynthesemechanismen in diesen Organismen. Hilfreich ist hier auch die zunehmende Verfügbarkeit von immer mehr Algenspezies, für die die notwendigen gentechnologischen und molekularbiologischen Werkzeuge zur Verfügung stehen, und aus denen sich somit „grüne Zellfabriken“ herstellen lassen.

4.2.2 Technikzukunft „Fotoelektrochemie“

Durch elektrochemische Prozesse kann die elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen industriell und wirtschaftlich dazu genutzt werden, Wasser und CO_2 als Reaktionspartner elektrochemisch in neue, aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzte, Moleküle umzuwandeln. Wasser und CO_2 werden also mithilfe von Sonnenlicht über den „Umweg“ Elektrizität in Energieträger und in Rohstoffe für die Industrie umgewandelt. Das CO_2 als Ausgangsstoff entstammt Kraftwerks- und Industrieabgasen oder Biogasprozessen. Dort steht es in großen Mengen zur Verfügung und kann in Zeiten, in denen nicht ausreichend Sonnen- oder Windenergie vorhanden ist, auch in größeren Mengen so lange gespeichert werden, bis wieder ausreichend erneuerbar gewonnener Strom bereitsteht. Im Prinzip kann das CO_2 unmittelbar aus der Atmosphäre entnommen werden. Dies wird einen weiteren Entwicklungsschritt zu kleineren, verteilten, dezentralen Systemen erforderlich machen. Für diesen Schritt werden dann nicht mehr zentrale und mitunter weit entfernte Solar- oder Windkraftwerke zur Stromversorgung genutzt, sondern es werden Foto- und elektrochemisch aktive Katalysatormaterialien eingesetzt, die bei Bestrahlung mit Licht die benötigte elektrische Energie direkt dort erzeugen, wo sie gebraucht wird. Im Ergebnis liegen Paneele vor, vergleichbar den heutigen Solarmodulen, die mit Licht beschienen werden, um direkt atmosphärisches CO_2 in nutzbringende Ausgangsstoffe umzuwandeln.

4.2.3 Technikzukunft „Alternative Fotovoltaik“

Neben Silizium-basierten Zellen werden Solarzellen auch auf Basis anderer Materialien erforscht. So bezeichnet die „Organische Fotovoltaik“ Stromerzeugung durch Solarzellen mit organischen Molekülen oder Polymeren als Halbleiter. Lichtabsorption, Ladungstrennung und Ladungstransport sind hier – wie im Fall der natürlichen Fotosynthese – die Schritte zur Umsetzung von Licht in elektrischen Strom. Im Vergleich zu Silizium-Solarzellen lassen sich Solarzellen auf der Basis von organischen Molekülen, hoch- und niedermolekularen organischen Halbleitern, Polymeren oder Farbstoffen potenziell einfacher und kostengünstiger herstellen (wegen geringen Materialaufwands und kostengünstigerer Herstellungsprozesse). Neuartige Möglichkeiten ergeben sich auch in Anwendung und Design. Ein Hauptproblem der organischen Fotovoltaik ist die mangelnde Stabilität der eingesetzten Stoffe, zumal im Außenbereich. Ziel ist eine Steigerung der Effizienz (derzeit etwa zehn Prozent) durch neue, stabile Materialien und durch die Kombinationen mit anderen Fotovoltaiktechnologien.

4.3 Comic-Workshop: Ablauf und Methodik

Der Comic-Workshop fand als Satellitenprogramm zum Comic-Festival München 2015 statt. Durch die Einbindung in das Festival sollte ein breiterer Personenkreis für die Teilnahme angesprochen und die klare Bezugnahme des Workshops auf die Comic-Kultur unterstrichen werden.

Im selben Zeitraum war eine Anthropozän-Sonderausstellung im Deutschen Museum zu sehen. Teil davon war ein Comic-Projekt von Studierenden der Universität der Künste Berlin. Sie haben zu 30 Exponaten bzw. Themen der Dauerausstellung im Deutschen Museum (wichtige Meilensteine der technischen Entwicklung, von der Dampfmaschine über das Telefon bis zur Kernenergie) Comic-Interpretationen zur Technologie und den gesellschaftlichen Hintergründen erstellt (Hamann et al. 2014). Dies wurde für den Workshop genutzt, um mit einer Führung einen Einstieg in das Thema „Wissenschaft und Comics“ zu bieten. Nach einer anschließenden fachlichen Einführung in das Thema „Künstliche Fotosynthese“ und die drei Technikzukunftsfelder waren die Teilnehmenden aufgefordert ihre Zukunftsüberlegungen zu formulieren und in der Gruppe zu diskutieren. Dabei waren auch unrealistische Ideen und Science-Fiction Szenarien erwünscht. Die genannten Punkte waren vielfältig und griffen sowohl technische Optionen als auch gesellschaftliche Fragen auf (Beispiel: „pflanzlich gewachsene Baustoffe“, „künstlicher Wald“, „Haushalts-Autarkie“, „Dezentralisierung der Versorgung“, „Monopolbildung – wer profitiert?“ usw.).

Zur grafischen Umsetzung stellten die Comic-Künstler Markus Färber und Max Baitinger als Coaches einige Grundlagen zur Erstellung von Comics und zeichnerischen Grundtechniken vor und standen dann sowohl mit zeichnerischen Hilfestellungen als auch mit Beratung zur Themenfindung, Konzeption und Story-Entwicklung zur Verfügung. Die Teilnehmenden machten davon unterschiedlich Gebrauch – manche hatten bereits eine konkrete Idee und wenig Hilfebedarf, andere haben für den Prozess der Ideenfindung wesentlich länger gebraucht.

4.4 Ergebnisse aus dem Pilotprojekt: Comics und Beobachtungen

Aufgrund der knapp bemessenen Zeit und der eingeschränkten zeichnerischen Erfahrung der Teilnehmenden konnten im Rahmen des Workshops nur erste Skizzen erstellt werden. Dies wurde den Teilnehmenden während des Workshops auch kommuniziert, um keine falschen Erwartungen zu schüren. Entsprechend lagen die Skizzen in unterschiedlichen Stadien vor: vom fertig kolorierten Comic, über fertige Entwurfszeichnungen bis hin zu unfertigen Geschichten mit fehlenden Panels.

Inhaltlich lassen sich aus den produzierten Comics mehrere Erkenntnisse ableiten. Das gesteckte Ziel, die Teilnehmenden konkrete Technikzukünfte zu künstlicher Fotosynthese ausarbeiten zu lassen, und so mehr über die Interessen, Werte und Ansichten der Teilnehmenden konkret zum Thema zu erfahren, konnte nur zum Teil erreicht werden. Manche der Comics verlassen den Themenfokus der künstlichen Fotosynthese (z. B. andere fiktive Formen der Energiegewinnung und intelligente Textilien) oder bieten keine weiteren Erkenntnisse über den Input zum Workshop hinaus.

Einige der Comics greifen zusätzliche Themen von gesellschaftlicher oder wissenschaftlicher Relevanz auf und arbeiten sie in die Geschichte ein (z. B. Stadtentwicklung, 3-D-Druck oder Umweltfragen). Hieraus lässt sich schließen, dass Comic-Geschichten grundsätzlich dazu geeignet sind, zum Nachdenken über Zukunftsszenarien anzuregen und dabei eine große Bandbreite von Werten und Interessen der Beteiligten und deren kreativen Blickwinkeln auf Technologien abzubilden. Ein Beispiel aus dem Workshop ist das Comic-Szenario „Die Super Alge“, in dem die Verschmutzung der Meere durch Plastik thematisiert wird. Der eigentliche Fokus „Künstliche Fotosynthese“ wurde nicht aufgegriffen, aber die als Problemgrundlage präsentierte Frage der Energiegewinnung in Verbindung mit der Müllproblematik im Comic adressiert: durch eine Alge, die Müll zersetzt und daraus elektrische Energie erzeugt (siehe Abb. 3).

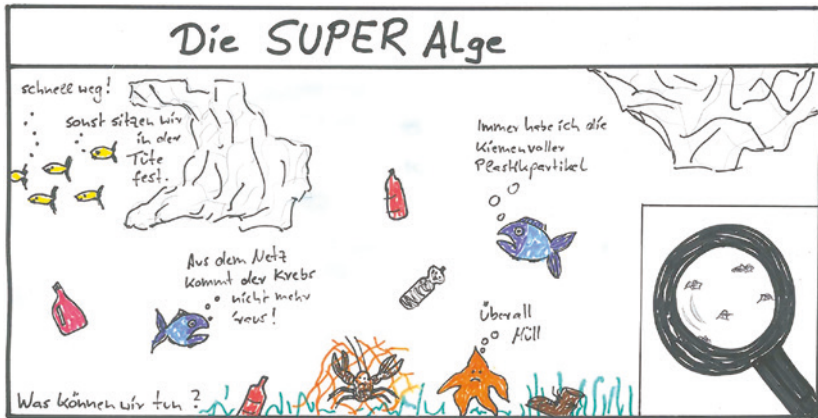


Abb. 3 Ausschnitt aus dem Comic „Die Super Alge“. (C. Strauß)

Der Comic „Die Nanokuppel“ zeigt die Reflexion über die gesellschaftlichen Auswirkungen und die Akzeptanz von Technologien. Dies ist besonders erwähnenswert, da der Autor ein Schüler der Mittelstufe ist. Beinahe exemplarisch wird im Lauf der Geschichte zu einer fiktiven „Nano-Kuppel“ über einer Stadt ein typischer Verlauf von Technikdiskursen zu Infrastrukturprojekten im wirklichen Alltag abgebildet: Zu Beginn optimistische Euphorie auf der einen Seite und prinzipielle Skepsis („Was interessiert mich das?“) auf der anderen Seite. Das finale Panel des Comics (siehe Abb. 4) zeigt zwar eine geglückte technische Umsetzung und eine überwiegend glückliche Menschenmenge. Aber die zwei Figuren auf der rechten Seite sind mit unglücklichen Gesichtern gezeichnet und ihre Äußerung gibt das NIMBY Phänomen (Dear 1992) wieder: „Eine Stütze direkt an unserem Haus“. Technologien werden primär nach der unmittelbaren Auswirkung auf die eigene lebensweltliche Umgebung bewertet, und nicht nach übergeordneten gesellschaftlichen Kriterien.

Sowohl die beiden Autoren des Artikels als auch weiterer acatech Mitarbeiterinnen haben aktiv am Workshop teilgenommen und sind selbst zeichnerisch tätig geworden (siehe Abb. 5). Aus dieser Erfahrung hat sich gezeigt, dass auch Personen mit fachlicher Erfahrung im Thema die Comics als neue Zugangswege nutzen können und so auch einmal kreative und vielleicht auf den ersten Blick abwegige Gedanken entwickeln.

Diese stark fiktionalen Technikzukunftsfelder stellen auf den ersten Blick keinen unmittelbaren inhaltlichen Mehrwert für den Diskurs zur Entwicklung künstlicher

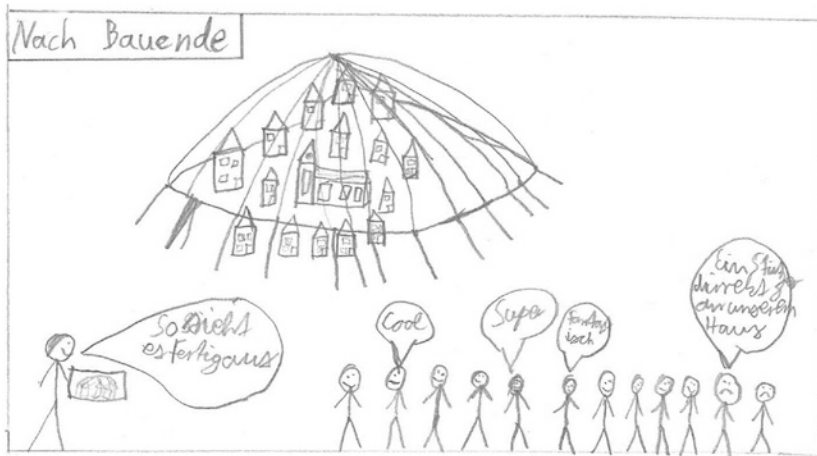


Abb. 4 Ausschnitt aus dem Comic „Die Nanokuppel“. (T. Jaud)



Abb. 5 Ausschnitt aus dem Comic „Schwarzwald“. (P. Schrögel)

Fotosynthese dar. Aber ähnlich wie bei anderen Konzepten wie zum Beispiel Design Thinking¹ (Brown 2008) oder anderen Kreativitätsmethoden (Bilton 2007) kann das Comic-Zeichnen als Katalysator für neue Ideen dienen und festgefahrene Denk- und Argumentationsstrukturen aufbrechen. So gibt es durchaus Forschung zu den Vor- und Nachteilen schwarzer Pflanzen (z. B. Hatier et al. 2013) und es finden sich neue Realitätsanknüpfungen für das fiktive Szenario.

5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projektes haben sich Technikzukunft als Ausgangsbasis und Leitlinien für einen transdisziplinären Diskurs über mögliche technologische Entwicklungen in ihrem gesellschaftlichen Kontext bewährt. Technikzukunft können Interesse wecken, gesellschaftlich relevante Aspekte eines Themas schon in frühen Forschungsstadien relevant machen und als konkreter Bezugspunkt, z. B. für eine Diskussion um Chancen und Risiken, dienen.

Es konnte gezeigt werden, dass Comics ein intuitiver Zugang zur Beschäftigung mit wissenschaftlich-technischen Themen sind und eine kreative Auseinandersetzung mit dem Thema anregen – sowohl bei Kindern und Jugendlichen als auch bei Experten und Expertinnen, die bereits mit den Inhalten vertraut sind. Die praktische Erfahrung im Projekt belegt, dass Comics nicht nur zur Wissensvermittlung und Visualisierung bestehender Wissensbestände genutzt werden können, sondern genauso als interaktives Diskurswerkzeug zur transdisziplinären Wissensgenerierung.

Die Kombination aus Technikzukunft als inhaltlicher Basis und Comics als Darstellungsmittel weist eine besondere Eignung auf. So können komplexe Szenarien und Technologien in ihrer gesellschaftlichen Einbettung und Bewertung erfasst und dargestellt werden.

Als ein exemplarisches Technikfeld, das mit großen Erwartungen verknüpft ist, sich aber noch weitgehend im Forschungsstadium befindet, wurde im Rahmen des Projektes die künstliche Fotosynthese behandelt. Die Ansätze einer frühzeitigen Einbindung der Öffentlichkeit, wie sie getestet wurden, können systematisch auf andere Technikfelder angewendet werden. Damit lassen sich dann spezifische „kritische Punkte“ und die jeweiligen Bedingungen der Akzeptanz ausloten.

Der Einsatz von Comics in der Wissenschafts- und Technikkommunikation kann ebenfalls in weiteren Themenfelder und Anwendungssituationen erprobt werden. Aus der Erfahrung im Projekt heraus ist davon auszugehen, dass die Möglichkeiten der Methode noch nicht erschöpft sind.

Literatur

- acatech (Hrsg.). 2011. *Akzeptanz von Technik und Infrastrukturen. Anmerkungen zu einem aktuellen Gesellschaftlichen Problem (acatech POSITION)*. Heidelberg u. a.: Springer-Verlag.
- acatech (Hrsg.). 2012a. *Perspektiven der Biotechnologie-Kommunikation. Kontroversen Randbedingungen – Formate (acatech POSITION)*. Wiesbaden: Springer Vieweg.

- acatech (Hrsg.). 2012b. *Technikzukunft. Vorausdenken – Erstellen – Bewerten (acatech IMPULS)*. Heidelberg u. a.: Springer-Verlag.
- acatech (Hrsg.). 2015. Künstliche Fotosynthese: Drei Technikzukunft in Form von Geschichten. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. <http://www.acatech.de/fotosynthese-geschichten>. Zugriffen: 15. Oktober 2016.
- acatech (Hrsg.). 2016. *Technik gemeinsam gestalten. Frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit am Beispiel der Künstlichen Fotosynthese (acatech IMPULS)*. Heidelberg u. a.: Springer-Verlag.
- Adelmann, R., J. Hennig, und M. Hessler. 2008. Visuelle Wissenskommunikation in Astronomie und Nanotechnologie. Zur epistemischen Produktivität und den Grenzen von Bildern. In *Wissensproduktion und Wissenstransfer. Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit*, hrsg. Renate Mayntz et al., 41–74. Bielefeld: transcript Verlag.
- Anderson, A. A., J. Kim, D. A. Scheufele, D. Brossard, und M. A. Xenos 2013. What's in a name? How we define nanotech shapes public reactions. *Journal of Nanoparticle Research* 15(2): 1–5.
- BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.) (Hrsg.). 2015. Zukunft durch Industrie. Den Wandel als Chance begreifen – Herausforderungen und Implikationen. http://www.bdi.eu/download_content/ForschungTechnikUndInnovation/Zukunft_durch_Industrie.pdf. Zugriffen: 24. August 2016.
- Beck, G. 2014. *Sichtbare Soziologie: Visualisierung und soziologische Wissenschaftskommunikation in der zweiten Moderne*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Bilton, C. 2007. *Management and creativity: From creative industries to creative management*. New Jersey: Blackwell Publishing.
- Blank, J. 2010. Alles ist zeigbar? Der Comic als Medium der Wissensvermittlung. *Kultur-Poetik* 10(2): 214–233.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hrsg.). 2014. Die neue Hightech-Strategie. Innovationen für Deutschland. http://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschüre_Web.pdf. Zugriffen: 24. August 2015.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hrsg.). 2016. Grundsatzpapier des BMBF zur Partizipation. https://www.zukunft-verstehen.de/application/files/8614/7325/3984/BMBF_grundsatzpapier_partizipation_barrierefrei.pdf. Zugriffen: 19. Oktober 2016.
- Boehm, G. 1994. Die Wiederkehr der Bilder. In *Was ist ein Bild?* hrsg. Boehm, G., 11–38. München: Fink.
- Boehm, G., W.T. Mitchell. 2009. Pictorial versus iconic turn: two letters. *Culture, Theory and Critique* 50 (2–3): 103–121.
- Bogner, A., K. Kastenhofer, und H. Torgersen. 2010. *Inter-und Transdisziplinarität – Zur Einleitung in eine anhaltend aktuelle Debatte*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Brown, T. 2008. Design thinking. *Harvard business review* 86(6): 84–92.
- BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.) (Hrsg.). 2012. Nachhaltige Wissenschaft. Plädoyer für eine Wissenschaft für und mit der Gesellschaft. (Diskussionspapier). http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/nachhaltigkeit/20110202_nachhaltigkeit_wissenschaft_diskussion.pdf. Zugriffen: 24. August 2016.

- Bussemer, T. 2011. *Die erregte Republik: Wutbürger und die Macht der Medien*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Cohn, N. 2013. *The Visual Language of Comics: Introduction to the Structure and Cognition of Sequential Images*. London: Bloomsbury.
- Collingridge, D. 1980. *The social control of technology*. London: Pinter.
- Dear, M. 1992. Understanding and overcoming the NIMBY syndrome. *Journal of the American Planning Association* 58(3): 288–300.
- Diamond, J. et al. 2015. Engaging Teenagers with Science through Comics. *Research in science education* 43(6): 2309–2326.
- Dienel, H.-L. 2014. Transdisziplinarität. In *Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung: Ein Handbuch für Wissenschaft und Praxis (Vol. 4)* hrsg. Gerhold, L. et al., 71–82. Wiesbaden: Springer VS.
- Durant, J. 1999. Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. *Science and Public Policy* 26(5): 313–319.
- Eisner, W. 1985. *Comics & sequential art*. Tamarac, FL: Poorhouse Press.
- European Commission (Hrsg.). 2015. European Commission: Responsible research & innovation. <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>. Zugriffen: 24. August 2016.
- Finke, S. 2014. *Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien*. München: oekom verlag.
- Frank, J. 1949. Some questions and answers for teachers and parents. *The Journal of Educational Sociology* 23(4): 206–214.
- Geise, S., T. Birkner, K. Arnold, M. Löblich, und K. Lobinger (Hrsg.). 2016. *Historische Perspektiven auf den Iconic Turn – Die Entwicklung der öffentlichen visuellen Kommunikation*. Köln: Herbert Von Halem Verlag.
- González-Espada, W. J. 2003. Integrating physical science and the graphic arts with scientifically accurate comic strips: rationale, description, and implementation. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2(1): 58–66.
- Gordin, D. N., und R.D. Pea. 1995. Prospects for Scientific Visualization as an Educational Technology. *The Journal of the Learning Sciences* 4(3): 249–279.
- Grünewald, D. 2000. *Comics (Vol. 8)*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Grünewald, D. 2014: Zur Comicrezeption in Deutschland. *APuZ Aus Politik und Zeitgeschichte* 64, 33–34/2014: 42–47.
- Grunwald, A. 2012. *Technikzukunft als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung (Vol. 6)*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Grunwald, A. 2016. Synthetic Biology: Seeking for Orientation in the Absence of Valid Prospective Knowledge and of Common Values. In *The Argumentative Turn in Policy Analysis. Reasoning about Uncertainty*, hrsg. Hansson, S. O., und G. Hirsch-Hadorn, 325–344. Cham: Springer International Publishing.
- Hamann, A., C. Zea-Schmidt, und R. Leinfelder (Hrsg.). 2013. *Die Große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve?* (Graphik Hartmann, J. et al.; in Kooperation mit dem WBGU). Berlin: Jacoby & Stuart.
- Hamann, A., R. Leinfelder, H. Trischler, und H. Wagenbreth (Hrsg.). 2014. *Anthropozän. 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter. Eine Comic-Anthologie*. München: Deutsches Museum.
- Hangartner, U., F. Keller, und D. Oechslin. 2013. *Wissen durch Bilder. Sachcomics als Medien von Bildung und Information*. Bielefeld: transcript Verlag.

- Hanschitz, R. C., E. Schmidt, E., und G. Schwarz. 2009. *Transdisziplinarität in Forschung und Praxis: Chancen und Risiken partizipativer Prozesse* (Vol. 5). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hatier, J. H. B., M.J. Clearwater, und K. S. Gould. 2013. The functional significance of black-pigmented leaves: photosynthesis, photoprotection and productivity in *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'. *PLoS one* 8(6): e67850.
- Highfield, T., und T. Leaver. 2016. Instagrammatics and digital methods: studying visual social media, from selfies and GIFs to memes and emoji. *Communication Research and Practice* 2(1): 47–62.
- Hosler, J., und K.B. Boomer. 2011. Are Comic Books an Effective Way to Engage Non-majors in Learning and Appreciating Science? 1. *CBE-Life Sciences Education* 10(3): 309–317.
- Hutchinson, K. H. 1949. An experiment in the use of comics as instructional material. *The Journal of Educational Sociology* 23(4): 236–245.
- Idier, D. 2000. Science fiction and technology scenarios: comparing Asimov's robots and Gibson's cyberspace. *Technology in Society* 22(2): 255–272.
- Jungk, R., und N.R. Müllert. 1989. *Zukunftswerkstätten. Mit Phantasie gegen Routine und Resignation*. München: Heyne Verlag.
- Jüngst, H. E. 2010. *Information Comics*. Frankfurt/Main: Lang.
- Kaiser, S. M. Rehberg, und M. Schraudner. 2014. Nachhaltige Technologiegestaltung durch Partizipation. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 64, 31–32/2014: 28–34.
- Knoblauch, H. 2013. Wissenssoziologie, Wissensgesellschaft und Wissenskommunikation. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 63, 18–20/2013: 9–16.
- Knoblauch, H. 2014. *Wissenssoziologie*. Konstanz und München: UVK Verlagsgesellschaft.
- Kolbert, M. 2012. Wissenschaft debattieren! In: *Handbuch Wissenschaftskommunikation*, Dernbach, B., C. Kleinert und H. Mündler, 165–171. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Leinfelder, R. 2014. Das WBGU-Transformations-Gutachten als Wissenschaftscomic: Ein Kommunikationsprojekt zu alternativen Wissenstransferansätzen für komplexe Zukunftsthemen – Ergebnisübersicht. 8 S., SciLogs – Der Anthropozäniker (Spektrum der Wissenschaft). <http://www.scilogs.de/der-anthropozoeniker/trafocomicprojekt>. Zugriffen: 24. August 2016.
- Leinfelder, R., A. Hamann, und J. Kirstein. 2015. Wissenschaftliche Sachcomics: Multimodale Bildsprache, partizipative Wissensgenerierung und raumzeitliche Gestaltungsmöglichkeiten. In *Jahrestagung 2014 »Bild Wissen Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor« – Bilderwissen, Wissensstrukturen & Gestaltung als Synthese*, hrsg. Bild Wissen Gestaltung. doi: [10.13140/2.1.3808.0800](https://doi.org/10.13140/2.1.3808.0800).
- Leinfelder, R., Hamann, A., Kirstein, J. und M. A. Schleunitz (Hrsg.). 2016. *Die Anthropozän-Küche. Matooke, Bienenstich und eine Prise Phosphor – in zehn Speisen um die Welt*. Berlin: Springer Verlag.
- Lester, P. M. 2013. *Visual communication: Images with messages*. Boston: Cengage Learning.
- Lin, S. F., H. S. Lin, L. Lee, und L. D. Yore. 2015. Are Science Comics a Good Medium for Science Communication? The Case for Public Learning of Nanotechnology. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement* 5(3): 276–294.

- Lobinger, K., und S. Geise. 2015. Zur Einleitung: Visualisierung und Mediatisierung als Rahmenprozesse. In *Visualisierung und Mediatisierung*, hrsg. K. Lobinger und S. Geise, 9–17. Köln: Herbert von Halem Verlag.
- Lucht, P., L. M. Schmidt, und R. Tuma. (Hrsg.). 2012. *Visuelles Wissen und Bilder des Sozialen: Aktuelle Entwicklungen in der Soziologie des Visuellen*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Lubitz, W., und N. Cox. 2013. Wie Pflanzen Wasser spalten. *Spektrum Der Wissenschaft* 9: 34–43.
- McCloud, S. 1993. *Understanding comics: The invisible art*. Northampton, Mass: William Morrow Paperback.
- Mischitz, V. o. J. Augenspiegel Wissenschaftscomic. Helmholtz Gemeinschaft Blogs. <https://blogs.helmholtz.de/augenspiegel/category/wissenschaftscomic/>. Zugegriffen: 15. Oktober 2016.
- Mitchell, W. T. 1994. *Picture theory: Essays on verbal and visual representation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Monastersky, R., und N. Sousanis. 2015. The fragile framework. *Nature* 527: 427–435.
- Morrison, T. G., G. Bryan, und G. W. Chilcoat. 2002. Using student-generated comic books in the classroom. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* 45(8): 758–767.
- Olson, J. C. 2008. The comic strip as a medium for promoting science literacy. Northridge, CA: California State University. <https://www.csun.edu/~jco69120/coursework/697/projects/OlsonActionResearchFinal.pdf>. Zugegriffen: 24. August 2016.
- Plank, L. 2013a. Wissenschafts-Comics – Sprechblasenbildung. *profilwissen* 4: 84–88.
- Plank, L. 2013b. *Gezeichnete Wirklichkeit: Comic Journalismus und journalistische Qualität*. Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines Masters in Social Sciences. FH Wien.
- Popp, R. 2009. Partizipative Zukunftsforschung in der der Praxisfalle? In *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung: Beiträge aus Wissenschaft und Praxis*, hrsg. Popp, R. und E. Schüll, 131–144. Berlin und Heidelberg: Springer-Verlag.
- Precht, M., und B. Sieve. 2013. Comics, Cartoons & Co. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie* 24 (133). Seelze: Friedrich Verlag.
- Richard, B., J. G. Grünwald, N. Metz, und M. Recht. 2010. *Flickernde Jugend – rauschende Bilder: Netzkulturen im Web 2.0*. Frankfurt M: Campus Verlag.
- Rota, G., und J. Izquierdo. 2003. “Comics” as a tool for teaching biotechnology in primary schools. *Electronic Journal of Biotechnology* 6(2): 85–89.
- Rowe, G., und L.J. Frewer. 2005. A typology of public engagement mechanisms. *Science, technology & human values* 30(2): 251–290.
- Sanchis-Segura, C., und R. Spanagel. 2006. REVIEW: behavioural assessment of drug reinforcement and addictive features in rodents: an overview. *Addiction biology*, 11(1): 2–38.
- Schnettler, B., und F.S. Pötzsch. 2007. Visuelles Wissen. In *Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung*, hrsg. Schützeichel, R., 472–484. Konstanz: UVK.
- Schrögel, S. 2016. Comicworkshop: Technikzukünfte diskutieren. *Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 25 (1): 55–57.
- Short, J. C., und T.C. Reeves. 2009. The graphic novel: A “cool” format for communicating to generation Y. *Business Communication Quarterly* 72(4): 414–430.
- Sousanis, N. 2015a. *Unflattening*. Cambridge MA: Harvard University Press.

- Sousanis, N. 2015b. *Comics – Expanding Narrative Possibilities, integrating into the classroom*. Unveröffentlicht. <http://spinweaveandcut.com/wp-content/uploads/2015/03/Sousanis-SPI-presentation-w-PICS.pdf>. Zugegriffen: 24. August 2016.
- Spiegel, A. N., J. McQuillan, P. Halpin, C. Matuk, und J. Diamond. (2013). Engaging Teenagers with Science Through Comics. *Research in science education* 43(6): 2309–2326.
- Steinmüller, K. 2010. Science Fiction. Eine Quelle von Leitbildern für Innovationsprozesse und ein Impulsgeber für Foresight. In *Foresight. Between Science and Fiction. IFQ-Working Paper No. 7.*, hrsg. Hauss, K., S. Ulrich und S. Hornbostel, 19–31. Berlin: Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung.
- Straßner, E. 2002. *Text-Bild-Kommunikation-Bild-Text-Kommunikation* (Vol. 13). Berlin: Walter de Gruyter.
- Tatalovic, M. 2009. Science comics as tools for science education and communication: a brief, exploratory study. *Journal of Science Communication* 8(4): 1–17.
- Taylor & Francis Group. 2015. Imaginary public a threat to synthetic biology. Taylor & Francis Newsroom. <http://newsroom.taylorandfrancisgroup.com/news/press-release/imaginary-public-a-threat-to-synthetic-biology#.WAIYhWVOaAY>. Zugegriffen: 15. Oktober 2016.
- Torgersen, H., und M. Schmidt. 2012. Perspektiven der Kommunikation für die synthetische Biologie. In *Biotechnologie-Kommunikation. Kontroversen, Analysen, Aktivitäten (acatech DISKUSSION)*, hrsg. Weitze, M.-D. et al., 113–154. Heidelberg u. a.: Springer-Verlag.
- Trumbo, J. 1999. Visual literacy and science communication. *Science Communication*, 20(4): 409–425.
- Weingart, S. 2008. Dem Ingeniör ist nichts zu schwör. Wissenschaftler und Ingenieure in den ‚funny‘ Comics. *Gegenworte: Hefte für den Disput über Wissen* 20: 60–62.
- Weitze, M.-D., A. Grunwald, A. Pühler, und W.M. Heckl. 2016. Kommunikation Neuer Technologien. Das Beispiel Biotechnologie. *TATuP – Zeitschrift des ITAS zur Technikfolgenabschätzung* 25 (1): 48–57.
- WiD (Wissenschaft im Dialog). 2011. Forschungsprojekt „Wissenschaft debattieren!“ mitdenken. mitreden. mitgestalten. (Abschlussbericht). http://www.wissenschaft-debattieren.de/fileadmin/redakteure/dokumente/Wissenschaft_debattieren/Abschlussbericht-Finalweb.pdf. Zugegriffen: 24. August 2016.
- Wilsdon, J., und R. Willis. 2004. See-through science: Why public engagement needs to move upstream. London: Demos.
- Wissenschaftsrat. 2015. Zum wissenschaftspolitischen Diskurs über große gesellschaftliche Herausforderungen. Positionspapier. <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4594-15.pdf>. Zugegriffen: 24. August 2016.
- Wohlgemuth, S., und M. Antonietti. 2013. Künstliche Fotosynthese. *Spektrum der Wissenschaft* 9: 44–50.

Über die Autoren

Philipp Schrögel hat Physik an der Universität Erlangen-Nürnberg und Public Policy an der Harvard Kennedy School studiert. Er arbeitete über drei Jahre als Berater und Moderator in verschiedenen Dialogprozessen. Gegenwärtig ist er selbstständig mit einem Büro für

Wissenschafts- und Technikkommunikation tätig und forscht er an der Abteilung Wissenschaftskommunikation des Instituts für Germanistik am Karlsruher Institut für Technologie. Parallel dazu ist er Lehrbeauftragter an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Marc-Denis Weitze ist Leiter des Themenschwerpunkts Technikkommunikation in der Geschäftsstelle der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) in München. Studium der Chemie und Philosophie in Konstanz und München, Promotion in Chemie an der TU München, Tätigkeiten als Wissenschaftsjournalist, am Deutschen Museum in München und als Initiator und Leiter der Wissenschaftstage Tegernsee.

Knowledge in Action

Neue Formen der Kommunikation in der
Wissensgesellschaft

Lettkemann, E.; Wilke, R.; Knoblauch, H. (Hrsg.)

2018, XXI, 272 S. 16 Abb., 13 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-18336-3