

stützen. Umfangreiche forschungspolitische Initiativen, so der französische Sozialwissenschaftler Brice Laurent in seinem Buch zur Politik der Nanotechnologie, beginnen im Jahr 2003 (Laurent 2010: 25). Hier beschäftigt sich die parlamentarische Technikfolgenabschätzungsbehörde OPECST zum ersten Mal mit dem Thema, insbesondere mit der Mikro- und Nanoelektronik (OPECST 2003). Der OPECST empfiehlt u.a. eine stärkere Koordination der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie (ebd.: 40). Im selben Jahr wird durch den Forschungsminister der *Réseau National de Grandes Centrales Technologiques* – das Nationale Netzwerk der großen Technologiezentren im Bereich nanotechnologischer Grundlagenforschung initiiert, die sich in Lille, Grenoble, Toulouse, Besançon und Saclay befinden. Seit der Einrichtung der *Agence Nationale de la Recherche* – der Nationalen Forschungsagentur im Jahr 2005 erscheint Nanotechnologie als forschungspolitische Priorität, so Laurent. Die Agentur finanziert Projekte öffentlicher und privater Forschungsgruppen und wird von dem Premierminister Jean-Pierre Raffarin (2002–2005) ins Leben gerufen. Zu ihren größten Forschungsprogrammen zählte das Nanotechnologie-Programm PNANO (*Programme en Nanosciences et Nanotechnologies*) (Laurent 2010: 25).

3 DER NANOTECHNOLOGIEDISKURS: ETHIK UND »THE COMING ERA OF NANOTECHNOLOGY«²

Erste ethische Rahmungen im Diskurs um Nanotechnologie erscheinen im Kontext des populärwissenschaftlichen Bestsellers »Engines of creation. The Coming Era of Nanotechnology« des US-amerikanischen Physikers Eric Drexler aus dem Jahr 1986 (Drexler 2007). Drexler, der als Ideengeber der Nanotechnologie gilt, trägt mit seinen Publikationen, insbesondere seinem Bestseller, der in mehrere Sprachen übersetzt wird, zur Diskussion um Nanotechnologie bei, auch über die wissenschaftliche Community hinaus (Schaper-Rinkel 2006). Darüber hinaus werden Drexlers Vorstellungen über die Nanotechnologie dazu verwendet, den US-amerikanischen Kongress zu überzeugen, die NNI zu finanzieren (Berube/Shipman 2004: 23). Während seine Ideen 2001 noch zur forschungspolitischen Förderung der Nanotechnologie verwendet werden, führen sie kurze Zeit später zu einer Auseinandersetzung innerhalb der US-amerikanischen wissenschaftlichen Community darüber, was unter einer seriösen Nanotechnologie zu verstehen ist (vgl. Selin 2007; Berube/Shipman 2004).

2 Drexler 2007.

Die Ideen und Visionen, die Drexler in »Engines of creation« publik macht, beziehen sich insbesondere auf das »molecular manufacturing«, das es jedem Mensch ermöglichen soll, Atome nach Wunsch anzuordnen und somit Dinge selbst herzustellen, wie Häuser, Computer oder Zahnbürsten (Drexler 2007: o.S.). Drexler thematisiert in diesem Kontext das Problem der knappen Ressourcen, welches durch die Nanotechnologie gelöst werden könne und wodurch der »ultimate moral imperative«, so wenig Ressourcen wie möglich zu verschwenden, nichtig werde. Drexler stellt sich zudem vor, dass so genannte Assembler kranke menschliche Zellen reparieren könnten (ebd.). In der molekularen Nanotechnologie wird unter einem Assembler ein Roboter verstanden, welcher hypothetisch einzelne Atome und Moleküle manipuliert. Damit können, so die Annahme, molekulare Strukturen erstellt werden, die nicht in der Natur vorkommen. Ethische Fragen sieht Drexler insbesondere im Hinblick auf die Medizinethik. Durch die mögliche Anwendung von »cell repair machines« kämen Fragen auf, so Drexler, die über die Fragestellungen in der aktuellen Medizinethik hinausgehen, »which commonly involve dilemmas posed by scarce, costly, and half-effective treatments. They are instead questions involving the value of long, healthy lives achieved by inexpensive means« (ebd.). Unter »cell repair machines« werden im Sinne Drexlers Maschinen verstanden, die bspw. in menschliche Zellen eindringen können, um ein Enzymdefizit zu erkennen oder auch eine Beschädigung der DNA (ebd.).

Auf Drexlers Publikation folgt im Jahr 1989 die erste so genannten Foresight-Konferenz, die namentlich auf das Institut, dem von Drexler in Palo Alto, Kalifornien, gegründeten *Foresight Institute* zurückgeht. Ziel des Institutes ist die Entwicklung von Richtlinien zum sicheren und verantwortungsvollen Umgang vor allem mit molekularer Nanotechnologie. Die Konferenz von 1989 verfolgt das Ziel, auf interdisziplinärer Ebene über die Herausforderungen und die sozialen Konsequenzen der Nanotechnologie zu sprechen (Crandall/Lewis 1992: vii). Die Ergebnisse dieser Konferenz, die in einem Tagungsband zusammengetragen wurden, präsentieren, so die Herausgeber, »technical as well as cultural and ethical considerations« (ebd.: viii). Auf der Konferenz wird ausgeführt, dass moderne Technologien und somit auch die Nanotechnologie zu dramatischen Veränderungen der Welt führen, insbesondere durch unkontrollierte, mutierte Selbstreplikationen von Assemblern. Es lägen potentielle Probleme in ihrem »mismanagement« oder Missbrauch. Als Beispiel hierfür dient die Chemiekatastrophe in Bhopal, Indien, eine Katastrophe bzw. ein »problem«, das in ähnlicher Qualität durch mutierte Assembler entstehen könnte (ebd.: 315). In Bhopal entweicht im Jahr 1984 aus dem Chemiewerk der Firma *Union Carbide* eine Giftgaswolke. 20.000 Menschen sterben bei der Katastrophe und an den Spätfolgen (Matern 2008). Auch von »mistakes« wie den Wasserstoffbomben, die am Grund des Ozeans lägen, wird ge-

sprochen (Crandall/Lewis 1992: 321). Wichtig sei eine Kontrolle der Nanotechnologie. In der Abschlussdiskussion der Konferenz heißt es: »Nanotechnology has got to be controlled, and if it is not controlled, it will be abused in some way and injure all of us« (Drexler 2007: 316). Um einen Missbrauch zu verhindern, wird in der Abschlussdiskussion die Entwicklung einer planetarischen Politik vorgeschlagen, der ein planetarischer Konsens über die Notwendigkeit der Sicherung planetarischer Systeme vorangeht (Crandall/Lewis 1992: 316).

Die Nanotechnologie à la Drexler ist innerhalb der US-amerikanischen wissenschaftlichen Community umstritten. Nicht Drexlers Vorstellung im Hinblick auf den moralischen Imperativ der Ressourcenschonung oder die Auswirkungen auf die Medizinethik werden zu Beginn der 2000er Jahre diskutiert. Ebenso wenig wird, wie auf der Foresight-Konferenz aufgeworfen, die Kontrolle nanotechnologischer Entwicklungen thematisiert, basierend auf einem planetarischen Konsens und vor dem Hintergrund möglicher Katastrophen. Vielmehr geht es um die Frage der Seriosität von Drexlers Vorstellung, die vor allem innerhalb der US-amerikanischen wissenschaftlichen Community diskutiert wird.

3.1 *Nano-boundary work*: von unrealistischen Fiktionen und realistischen Entwicklungen

Bekannt wird vor allem die Kontroverse zwischen Drexler und dem US-amerikanischen Chemiker und Physiker Richard Smalley. Smalley, später Nobelpreisträger im Bereich Nanotechnologie, ist hinsichtlich seiner Forschung ursprünglich durch die Lektüre von Drexlers »Engines of Creation« inspiriert (Berube/Shipman 2004: 24). In der Kontroverse mit Drexler geht es darum, ob und inwiefern selbst-replizierende Assembler realisierbar sind. Der Disput beginnt im Jahr 2001 mit einem Artikel Smalleys in der populärwissenschaftlichen Zeitschrift *Scientific American* und wird zum Schluss, im Jahr 2003, in dem Wissenschaftsmagazin *Chemical & Engineering News*, dem Magazin der *American Chemical Society* ausgetragen (Shew 2008: 395f; vgl. Baum 2003). Zuvor wird der Schriftwechsel zwischen den beiden Akteuren auf der Homepage des Foresight-Instituts veröffentlicht. Während Drexler selbst-replizierende Assembler für realisierbar hält, vor den Risiken in Anbetracht der globalen Sicherheit warnt und deshalb eine Diskussion vorschlägt, die über ein rein akademisches Interesse hinausgeht, stellt Smalley die Realisierbarkeit der Assembler in Frage. Zudem behauptet er, die Assembler wären Monster aus Drexlers Träumen, die nicht der Realität entsprächen und darum gefährlich seien. In den *Chemical & Engineering News* heißt es von Smalley:

»You and people around you have scared our children. I don't expect you to stop, but I hope others in the chemical community will join with me in turning on the light, and showing our children that, while our future in the real world will be challenging and there are real risks, there will be no such monster as the self-replicating mechanical nanobot of your dreams« (Smalley (2003) zit. nach Baum 2003).

Drexler meint:

»You apparently fear that my warnings of long-term dangers will hinder funding of current research [...] your attempt to calm the public through false claims of impossibility will inevitably fail, placing your colleagues at risk of a destructive backlash. [...] Endorsing calls for an independent scientific review of molecular manufacturing concepts would be constructive« (Drexler (2003) zit. nach ebd.).

Auch in der Folgezeit findet eine weitere Abgrenzung von den als utopisch und unrealistisch betrachteten Vorstellungen Drexlers statt. Vormalis Hauptredner auf wissenschaftlichen Tagungen, wird seine Anwesenheit nun hinterfragt (Berube/Shipman 2004: 22). Von ihm geprägte Begriffe werden zum Teil in US-Forschungsprogrammen durch andere ausgewechselt (ebd.: 23); sein Ansatz wird marginalisiert (vgl. Selin 2007: 203). Von wissenschaftlicher Seite wird versucht, ihn als Schlüsselakteur für Nanotechnologie zu ersetzen, denn »serious scientists are simply *burdened* by his visions« (Berube/Shipman 2004: 23/Herv. i.O.). Um Investitionen wird gefürchtet, ebenso wie um Bedenken in der Öffentlichkeit.

Mit Thomas Gieryn und seinem Ansatz des *boundary work* gedacht, kann diese Auseinandersetzung als Abgrenzungstätigkeit verstanden werden (vgl. Gieryn 1983). Diese Abgrenzung findet gegenüber dem statt, was aus Perspektive der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen als nicht seriöse Wissenschaft betrachtet wird bzw. sich als solche durchsetzt, um ihre professionelle Autonomie zu schützen. Die Politikwissenschaftlerin Petra Schaper-Rinkel bezeichnet diesen Vorgang in ihrer Untersuchung zur *governance* von Zukunftsversprechen im Kontext der Nanotechnologie als *governance* der Wahrheit: Mit den Grenzziehungen sind erste Konturen einer »politischen Ökonomie des Versprechens« entstanden, und zwar indem zwischen unrealistischen Fiktionen einerseits und wahrscheinlichen und realistischen Entwicklungen andererseits unterschieden wird (Schaper-Rinkel 2006: 481). Die Durchsetzung der Nanotechnologie als seriöse Wissenschaft, als realistische Entwicklung zeigt sich auch in der Herausbildung ihrer Standardgeschichte.

3.2 Die »standard story«³ über die Nanotechnologie

Mittlerweile hat sich eine Standarderzählung der Nanotechnologie entwickelt, in der die Person Drexler zum Außenseiter wird und die Kontroverse um Drexlers Ansatz nicht thematisiert wird. Als Ursprungsfigur und Vater der Nanotechnologie gilt in der Standardgeschichte der US-amerikanische Physiker und Nobelpreisträger (1965) Richard Feynman (*1918–†1988) (Schaper-Rinkel 2006: 475f; vgl. Baird/Shew 2004; vgl. Fogelberg 2003: 30f; vgl. Woyke 2007: 333f; Shew 2008). Im Jahr 1959 hält Feynman auf dem Treffen der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft am *California Institute of Technology* den Vortrag »There's Plenty of Room at the Bottom« (Feynman 1959). Obwohl Feynman den Begriff Nanotechnologie nicht gebraucht – verwendet wird der Begriff erst 1974 von dem japanischen Wissenschaftler Norio Taniguchi – gilt er heute insofern als Vater der Nanotechnologie, als er in seinem Vortrag 1959 einen konzeptionellen Paradigmenwechsel der Miniaturisierung formuliert. Sein Gedanke ist, Dinge nicht nur zu miniaturisieren, sondern sie aus kleinsten Teilchen zu konstruieren (ebd.). Taniguchi kennzeichnet 1974 mit dem Begriff Nanotechnologie Produktionstechnologien im Nanometer-Bereich (Schaper-Rinkel 2006: 475). Zwar steht Drexlers Ansatz der Nanotechnologie insofern in einer Traditionslinie zu Feynmans Idee, da er sich auf sie bezieht und Feynmans Vortrag bekannt macht (Feynman verfolgte seine Ideen damals nicht weiter); jedoch findet ab den 1990er Jahren im technologiepolitischen Radius der führenden Industriestaaten durch Tagungen und Studien ein »diskursiver Selektionsprozess« statt, in welchem der Rekurs auf Feynman anwächst (ebd.: 476). Wie die Politikwissenschaftlerin Schaper-Rinkel meint,

»bietet sich der Rekurs auf einen *Nobelpreisträger* als Geburtsdokument eines Technologiefeldes an. Zugleich wird damit der Beginn in den *USA*, dem technologisch führenden Nationalstaat in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts, lokalisiert. Und schließlich kommt der Autor aus der *Physik*, der seinerzeitigen Leitwissenschaft« (ebd./Herv. i.O.).

Einerseits ist die Physik seinerzeit unumstrittene Leitwissenschaft, andererseits manifestiert sie sich m.E. rückwirkend als eben solche. Denn nicht thematisiert wird im Rekurs auf Feynman in der Standardgeschichte der Nanotechnologie seine Beteiligung am Manhattan-Projekt im Zweiten Weltkrieg, das zur Entwicklung der Atombombe beiträgt (vgl. Feynman 1976). Im Kontext des Manhattan-Projektes, an dem Feynman als junger Wissenschaftler beteiligt war, kam eine Selbstkritik der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Hinblick auf die Verwendung wis-

3 Baird/Shew 2004: 151.

senschaftlich technologischer Entwicklungen für Kriegszwecke auf. Die Standardgeschichte der Nanotechnologie zeichnet sich also nicht durch die Darstellung von Kontroversen oder durch das Infragestellen einer Technologie aus.

Drexlers Ansatz bleibt im Diskurs um Nanotechnologie dennoch weiter präsent. Im wissenschaftlichen Kontext bspw. beschäftigte sich im Jahr 2006 die NNI in ihrem Bericht »A matter of size« mit der Frage der Realisierbarkeit der »molecular self-assembly for manufacturing« (National Research Council 2006: 1). Im Genre des Science-Fiction zeigt sich Drexlers Ansatz bspw. in dem Roman »Prey« von Michael Crichton aus dem Jahr 2002. Bekannt wird der US-amerikanische Bestseller-Autor u.a. durch den Roman »Jurassic Park« aus dem Jahr 1990, der später verfilmt wird. Ähnlich wie in seinem Roman »Jurassic Park«, in welchem Crichton anhand geklonter Dinosaurier auf die Gefahren der Gentechnologie hinweist, thematisiert er in dem Roman »Prey« die Unberechenbarkeit der Nanotechnologie. In dem Roman sind künstliche Maschinen-Organismen aus einem Unternehmen entwichen, das im Auftrag des US-Militärs Überwachungsanlagen auf Miniaturebene bauen soll. Diese sich selbstreplizierenden Organismen werden durch ihre unvorhersehbaren Anpassungsstrategien zur Gefahr für die Menschen – letztere werden selbst zur Beute (*Prey*) der Maschinen-Organismen. Der Science-Fiction popularisiert die Nanotechnologie über die wissenschaftliche Community hinaus.

Der Science-Fiction wird auch im Diskurs um Nanotechnologie in Frankreich thematisiert. Wie dies geschieht, wird im Folgenden aufgezeigt. Darüber hinaus liegt der Fokus darauf, wie sich der Diskurs entwickelt, und auf den Fragen, wann, wo und inwiefern die Sprache der Ethik in diesem Diskurs auftaucht.

4 DER NANOTECHNOLOGIEDISKURS IN FRANKREICH: VON RISIKO-PROBLEMEN UND ETHISCHEN IMPLIKATIONEN

Der Diskurs um Nanotechnologie in Frankreich beginnt kurz nach der Jahrtausendwende und ist geprägt von einer Melange aus der Sprache des Risikos und der Sprache der Ethik. Schlüsselereignisse, die den öffentlichen Diskurs um Nanotechnologie initiierten, so der Wissenschaftssoziologe Dominique Vinck und seine Kolleginnen und Kollegen, sind eine öffentliche Rede des Thronfolgers des Vereinigten Königreichs von Großbritannien, Prinz Charles, sowie Publikationen internationaler NGOs, wie von der *Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC Group)* und auch der Umweltorganisation *Greenpeace* (Vinck et al. 2009; Arnall 2003; ETC Group 2003). Prinz Charles warnt im Juli 2003 vor