

Leseprobe

Ursula Heim

Die Experimentalisierung  
der angewandten Wissenschaften

–

Medizinische Forschung auf dem  
Weg zur Technowissenschaft?

AISTHESIS VERLAG

---

Bielefeld 2022

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Aisthesis Verlag Bielefeld 2022

Postfach 10 04 27, D-33504 Bielefeld

Lektorat: Hanns-Martin Rüter, Aisthesis Verlag

Satz: Germano Wallmann, [www.geisterwort.de](http://www.geisterwort.de)

Druck: docupoint GmbH, Magdeburg

Alle Rechte vorbehalten

Print ISBN 978-3-8498-1790-9

E-Book ISBN 978-3-8498-1656-8

[www.aisthesis.de](http://www.aisthesis.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	9
Gegenstand und Zielsetzungen der Arbeit .....	9
Aufbau der Arbeit .....	18
<b>1. Der Weg zur Technowissenschaft: Der Vorrang der Experimentiertätigkeit</b> .....	23
1.1 Von der Philosophie des Experiments zur Wissenskultur der Technowissenschaft .....	23
Die Philosophie des Experiments .....	23
<i>Mechanistisch-reduktionistisches Paradigma in der Medizin</i> .....	26
<i>Wissenschaftstheoretischer Status der Medizin</i> .....	33
<i>Kybernetik und Biomedizin – Technowissenschaftliche Wissenskulturen</i> .....	38
1.2 Epochale Wandlungsprozesse: Das ‚Regime der Technowissenschaften‘ .....	44
Die Erkenntnismethode der Technowissenschaft .....	47
Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik: Objektivitätskonzepte .....	58
Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte .....	68
Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft und Anwendungsforschung: Der Fokus Innovation .....	77
Die biomedikalisierte Wissensgesellschaft .....	83
<b>2. Gentechnische Anwendungsmöglichkeiten in der Onkologie: Eine theoretische Entität wird zu einem potenten Forschungsobjekt</b> .....	92
2.1 Translationale Medizinforschung als technowissenschaftliche Transformation .....	93
Die Institutionalisierung der Klinik: Der Patient als Forschungsobjekt .....	94

Die Laborrevolution in der Medizin: Vom Symptom zum Mikroorganismus .....	96
Translationale Medizinforschung .....	103
2.2 Das Konzept des Gens: Von einer theoretischen Entität zu einem potenten Objekt der Biomedizin .....	119
Die Entwicklung des Genkonzepts .....	120
<i>Exkurs: Metaphern in der Genforschung</i> .....	125
Die Entwicklung biomedizinischer Krebsforschung .....	127
<i>Die Erkenntnismethode der Technowissenschaft</i> .....	129
<i>Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik: Objektivitätskonzepte</i> .....	134
<i>Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte</i> .....	139
<i>Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft und Anwendungsforschung</i> .....	144
<i>Die biomedikalisierte Wissenschaftsgesellschaft</i> .....	146
2.3 CRISPR/Cas9 als technowissenschaftlicher Hybrid .....	147
<i>Die Veränderung des Genbegriffs – vom monokausalen Gendeterminismus zur epigenetischen Regulation</i> .....	148
CRISPR/Cas9 als revolutionäre Technik .....	152
<i>Die Veränderung der Experimentiertätigkeit</i> .....	154
<i>Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik: Objektivitätskonzepte</i> .....	158
<i>Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte</i> .....	162
<i>Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft und Anwendungsforschung</i> .....	166
<i>Die biomedikalisierte Wissenschaftsgesellschaft</i> .....	168
3. <b>Nanomedizinische Möglichkeiten in der Krebsbehandlung: Die Untrennbarkeit von wissenschaftlicher Erkenntnis und technologischen Errungenschaften</b> .....	171
3.1 Nanomedizin als technowissenschaftliche Disziplin .....	172

Technologie und Theorie der Nanotechnowissenschaften .....	177
<i>Die Erkenntnismethode der Technowissenschaften</i> .....	181
<i>Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik:</i>	
<i>Objektivitätskonzepte</i> .....	186
<i>Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte</i> .....	193
<i>Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft</i>	
<i>und Anwendungsforschung</i> .....	196
<i>Die biomedikalisierte Wissenschaftsgesellschaft</i> .....	198
3.2 Nanotheranostik – Translationale Medizinforschung 2.0 .....	202
<i>Die Erkenntnismethode der Technowissenschaften</i> .....	206
<i>Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik:</i>	
<i>Objektivitätskonzepte</i> .....	209
<i>Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte</i> .....	212
<i>Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft</i>	
<i>und Anwendungsforschung</i> .....	215
<i>Die biomedikalisierte Wissenschaftsgesellschaft</i> .....	217
3.3 Nanoroboter als technowissenschaftliche Hybride:	
von der literarischen Fiktion zur experimentellen Wirklichkeit	219
<i>Die Erkenntnismethode der Technowissenschaften</i> .....	228
<i>Die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik:</i>	
<i>Objektivitätskonzepte</i> .....	230
<i>Die ontologische Veränderung der Forschungsobjekte</i> .....	232
<i>Die Symbiose von Grundlagenwissenschaft</i>	
<i>und Anwendungsforschung</i> .....	233
<i>Die biomedikalisierte Wissenschaftsgesellschaft</i> .....	235
<b>4. Technowissenschaftliche Transformationsprozesse</b>	
<b>in der gesellschaftlichen Sphäre</b> .....	237
4.1 Das Konzept der Wissenschaftsgesellschaft .....	238
<i>Die Kommodifizierung der medizinischen Forschung:</i>	
<i>Lebewesen als Produkte</i> .....	246
<i>Vom gemeinsamen Eigentum zur Kreation</i>	
<i>potenter Forschungsobjekte</i> .....	249

	<i>Vom Universalismus zur Stratifizierung</i> .....	252
	<i>Von der Uneigennützigkeit der Forschenden</i> <i>zur Interessenvertretung</i> .....	254
	<i>Von der organisierten Skepsis zum Machbarkeitsideal</i> .....	259
4.2	Die (Bio-)Medikalisierung und deren Implikationen für Forschung und Gesellschaft .....	261
	Die Medikalisierungsthese .....	262
	Die Transformation zur Biomedikalisierung .....	275
4.3	Die Experimentalisierung des Lebendigen in der biomedizinischen Forschung .....	291
	Die Instrumentalisierung des Lebendigen: Tierversuche in der biomedizinischen Onkologie .....	292
	Die Experimentalisierung des Menschen: Klinische Studien als Hybrid .....	304
5.	<b>Schluss: Technowissenschaften als Form neuen Erkenntnisstrebens – die Verbindung von Innovation und Erkenntnisgewinn</b> .....	318
	Literaturverzeichnis .....	328

# Einleitung

## Gegenstand und Zielsetzungen der Arbeit

Wissenschaftliche Erkenntnisse und technologische Errungenschaften haben die gesellschaftliche Sphäre seit dem 18. Jahrhundert entscheidend umgestaltet. Doch welche Veränderungen haben in der Wissenschaft selbst stattgefunden und wie hat die enge Verbindung von wissenschaftlichem Erkenntnisinteresse und technologischen Innovationen, mit einer zunehmenden Ausrichtung auf ökonomischen Anwendungserfolg und gesellschaftliche Relevanz, die Wissensproduktion grundlegend transformiert? In dieser Arbeit wird die These vertreten, dass ein Wandel von dem *Projekt Wissenschaft* zu einem *Regime der Technowissenschaften* stattgefunden hat, in der die Suche bzw. Annäherung an die Wahrheit durch eine Forschungskultur der Innovation und Manipulation ersetzt wird. Das primäre Forschungsinteresse besteht darin, anhand der Medizinforschung, der Frage nachzugehen, ob ein grundlegender Wandel innerhalb der Wissenschaften stattgefunden hat, der sowohl die wissenschaftliche Methodik als auch den epistemischen Status wissenschaftlicher Erkenntnisse entscheidend verändert hat. Die Medizinforschung steht deshalb als anwendungsorientierter Sektor im Fokus, da diese erstens auf Erkenntnisse aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen, wie Biologie und Chemie, zur Entwicklung neuer Behandlungsmethoden zurückgreift, sowie zweitens die experimentelle Methode zentraler Gegenstand der medizinischen Forschungstätigkeit ist. Der Bedeutungszuwachs der Experimentiertätigkeit ist nicht nur in den naturwissenschaftlichen Disziplinen klar zu erkennen, sondern nimmt auch in der Medizinforschung eine herausgehobene Stellung für die Generierung neuer Erkenntnisse und Interventionsmöglichkeiten ein. Bezugnehmend auf die Forschungsrichtung des ‚Neuen Experimentalismus‘<sup>1</sup>, in der eine neue Sichtweise auf die Bedeutung experimenteller Praktiken gegenüber klassischen Positionen der Wissenschaftstheorie zur Funktion und Relevanz dieser Vorgehensweise vertreten wird, ist das Experiment als grundlegendes Erkenntnisinstrument in der modernen Forschung herauszustellen, das im Rahmen einer technowissenschaftlichen Transformation entscheidende Veränderungen erfährt. Die Auseinandersetzung mit den maßgeblichen Forschungspositionen zur Wissenschaftstheorie des Experiments sowie zum

---

1 Vgl. Hacking 1996.

Konzept der Technowissenschaften ist daher in Verbindung mit der Disziplin der Medizin als anwendungsorientiertem Forschungsbereich der Ausgangspunkt dieser Dissertation. Das komplexe Zusammenspiel zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und technologischen Errungenschaften kommt in dem Begriff ‚Technowissenschaft‘ prägnant zum Ausdruck. Kriterien dieses Konzepts, wie der Bedeutungszuwachs und die Veränderung experimenteller Verfahren sowie die Symbiose von Grundlagenwissenschaft und Anwendungsforschung, werden anhand wissenschaftstheoretischer Positionen erörtert und im Rahmen zweier Fallstudien aus dem Bereich der innovativen Medizinforschung diskutiert. Die Auseinandersetzung mit den Konzepten der *Wissenschaftsgesellschaft* und der *Biomedikalisierung* berücksichtigt neben wissenschaftssoziologischen Perspektiven die enorme gesellschaftliche Relevanz innovativer Forschungsprojekte und stellt die Wechselbeziehung zwischen Forschung, Wirtschaft und gesellschaftlicher Sphäre als charakteristisch für die Etablierung einer neuen Form der Forschungstätigkeit heraus, die sich entscheidend auf die Wissensproduktion auswirkt.

Der Begriff der Technowissenschaften ist ein ebenso zentrales wie umstrittenes Konzept in der modernen Wissenschaftstheorie. Daher wird hier zuerst ein kurzer Überblick zum gegenwärtigen Forschungsstand gegeben: Bisherige Versuche, die Kennzeichen dieses Konzepts klar zu benennen, haben in der wissenschaftstheoretischen Forschung zur Unterscheidung von vier Typen der *Technowissenschaften* geführt<sup>2</sup>, die jeweils *ein* spezifisches Element der technowissenschaftlichen Transformation in den Mittelpunkt stellen, jedoch meines Erachtens keine vollumfängliche Bestimmung einer technowissenschaftlichen Transformation darzulegen vermögen, da die jeweiligen Bereiche sich überschneiden, wie im Verlaufe dieser Arbeit herausgestellt werden soll: Die *zweckgebundene Technowissenschaft* zielt auf die Untersuchung der Veränderung der Wissensproduktion ab, wobei der Schwerpunkt auf der Herausstellung der Einflussnahme wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Einflüsse auf die Wissensproduktion liegt.<sup>3</sup> Die Betonung der Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik ist das wesentliche Element der *methodologischen Technowissenschaft*, die für die Forschungspraxis aufzeigt, dass die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Eingriff im Experiment durch die technologische Basis der gegenwärtigen Experimentierfähigkeit aufgehoben ist.<sup>4</sup> In der *epistemologischen Technowissenschaft* steht die

---

2 Vgl. Schmidt 2011, S. 113.

3 Vgl. Schmidt 2011, S. 108f.

4 Vgl. Schmidt 2011, S. 109f.

Etablierung eines neuen Typus von Objektivität im Mittelpunkt, der darin besteht, dass die Erschaffung von Objekten zentral ist, nicht mehr die Kohärenz von Theorien. Der Theorienrealismus des *Projekts Wissenschaft* wird durch einen Entitätenrealismus abgelöst, insofern Objektivität auf der Ebene der Forschungsobjekte verortet wird und nicht mehr anhand von Theoriensystemen.<sup>5</sup> Der vierte Typus, die *ontologische Technowissenschaft*, zielt ebenfalls auf die Forschungsobjekte an: Technowissenschaftlichen Objekten wird hier ein besonderer ontologischer Status attestiert, insofern sie weder dem Bereich der Natur noch dem Bereich der Technik vollständig zuzuordnen sind, sondern Hybride zwischen beiden Bereichen darstellen.<sup>6</sup> In diesem Zusammenhang wird die kybernetische Wendung in der Auffassung von Natur und Organismen relevant, die ich als grundlegende epistemische Änderung für die technowissenschaftliche Transformation einstupe. Die vier Typen von Technowissenschaften ordne ich als den Versuch ein, dieses heterogene Forschungsfeld, das seit den 1980er Jahren in der Wissenschaftstheorie diskutiert wird, einer Systematisierung zu unterziehen, die allerdings der Komplexität der medizinischen Forschung nicht gerecht wird.

Das Konzept der Technowissenschaft wurde 1987 von Bruno Latour<sup>7</sup> in die wissenschaftstheoretische Forschung eingebracht und u. a. von Donna Haraway<sup>8</sup>, Alfred Nordmann<sup>9</sup> und Astrid Schwarz<sup>10</sup> entscheidend weiterentwickelt. Die genannten Autorinnen und Autoren stellen eine Auswahl der entscheidenden wissenschaftstheoretischen Forschungsliteratur dar, deren Positionen im Folgenden kurz rekapituliert werden, um eine Strukturierung des heterogenen Feldes durchzuführen, bevor eine eigene Begriffsbestimmung in Auseinandersetzung mit den relevanten Forschungspositionen ausgearbeitet wird. Gemeinsam ist den vorgenannten Forschungspositionen, dass sie jeweils eigene Kriterien einer technowissenschaftlichen Transformation entwickelt haben, die unterschiedliche Schwerpunkte in der Annahme

---

5 Vgl. Schmidt 2011, S. 110f.

6 Vgl. Schmidt 2011, S. 111f.

7 „To remind us of this important distinction, I will use the word technoscience from now on, to describe all the elements tied to the scientific contents no matter how dirty, unexpected or foreign they seem, and the expression ‚science and technology‘, in quotation marks, to designate what is kept of technoscience once all the trails of responsibility have been settled.“ Latour 1987, S. 174.

8 Vgl. Haraway 1997.

9 Vgl. Nordmann 2014, u. a.

10 Vgl. Schwarz 2014

eines Transformationsprozesses hin zu einer völlig neuen Forschungskultur setzen:

Latour lieferte in seiner wissenschaftssoziologischen Studie der Labor-tätigkeit *„Science in Action“*<sup>11</sup> eine erste Diskussionsgrundlage und Definitionsmöglichkeit des Begriffs *Technowissenschaft*, der verwendet wird, um den komplexen und wechselseitigen Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technik zu beschreiben. Latour betont in diesem Zusammenhang, dass in den Technowissenschaften durch die Verzahnung von Wissenschaft und Technik eine neue Form der Experimentiertätigkeit etabliert wird, da nach Durchführung von Laborexperimenten die Trennungs- und Reinigungsarbeit wegfällt, sodass die klassische wissenschaftstheoretische Unterscheidung zwischen Beobachtung und Intervention in der modernen Laborforschung nicht mehr aufrechterhalten werden kann.<sup>12</sup> Das Postulat der Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik wird als *ein* elementares Kennzeichen eines Wandels in der Forschungstätigkeit in dieser Arbeit als Ausgangspunkt berücksichtigt. Doch möchte ich bereits hier kritisch anmerken, dass die beiden Bereiche der Wissenschaft und Technik seit dem 17. Jahrhundert in enger sowie wechselseitiger Verbindung stehen. Die Verzahnung von wissenschaftlichen Errungenschaften und technischen Innovationen stellt also kein hinreichendes Unterscheidungsmerkmal für die Argumentation im Rahmen der Etablierung einer neuen Forschungskultur dar, sondern ist erstens lediglich als eines unter mehreren Element aufzufassen und zweitens ist herauszustellen, inwiefern eine Veränderung dieser Verbindung stattgefunden hat und wie sich dies auf die Wissensproduktion auswirkt. Die Verbindung von Technologie und Forschung ist einem technowissenschaftlichen Setting von einer anderen *Qualität*, wie im Verlaufe dieser Arbeit gezeigt wird, da technische Instrumente nicht mehr allein Hilfsmittel im Forschungsprozess darstellen, sondern vielmehr konstitutive Elemente einer neuen Forschungspraxis sind, die es ermöglichen, eine Ersatzwirklichkeit im Labor zu erschaffen. Nicht mehr die Natur wird mit technischen Instrumenten in Experimenten befragt, sondern menschliche Schöpfungen und theoretische Entitäten, die zu potenten Forschungsobjekten konstruiert werden, sind das Hauptinteresse der technowissenschaftlichen Projekte. Hier zeigt sich bereits die grundlegende epistemologische Veränderung einer technowissenschaftlichen Epoche, da es nicht mehr um die Entschlüsselung von Naturphänomenen und die Aufstellung von Naturgesetzen geht, sondern um die Erschaffung neuer

---

11 Latour 1987.

12 Vgl. Latour 1987.

ökonomisch sowie gesellschaftlich relevanter Innovationen im Laborkontext. Meine These zu dem komplexen Wechselspiel zwischen wissenschaftlichem Erkenntnisinteresse und technologischen Innovationen lautet, dass sich in den *Technowissenschaften* eine qualitative Veränderung dieses Zusammenspiels auf epistemischer Ebene nachweisen lässt, insofern der Fokus der Forschungstätigkeit in der technisch-experimentellen Erschaffung von potenten Forschungsobjekten liegt, die aus dem Labor in die gesellschaftliche Sphäre gelangen und dort maßgebliche Veränderungen nach sich ziehen.

Ein weiteres Element des technowissenschaftlichen Transformationsprozesses, das in der relevanten wissenschaftstheoretischen Literatur als kennzeichnend für eine neue Forschungskultur herausgestellt wurde, ist die Verzahnung von Forschung und industriellen Interessen.<sup>13</sup> Kennzeichnend für technowissenschaftliche Forschungsprojekte ist, dass sie dem Primat der Ökonomie unterliegen. Dies bedeutet, dass das Ideal des reinen Wissensgewinns, das charakteristisch für das *Projekt Wissenschaft* war, sowohl in der Grundlagenwissenschaft als auch in der Anwendungsforschung, durch ein wirtschaftliches Verwertungsinteresse ersetzt bzw. überlagert wird. In diesem Kontext möchte ich darauf hinweisen, dass ökonomische Interessen die Forschung auf allen Ebenen beeinflusst, ausgehend von der Themenauswahl bis zur Publikation der Ergebnisse in der scientific community, was sich an dem Sektor der biomedizinischen Forschung besonders deutlich zeigen wird.

Sowohl Bruno Latour als auch Donna Haraway betonen außerdem, dass technowissenschaftliche Projekte eine neue Art von Forschungsobjekten hervorbringen. Diese werden als Hybride zwischen Natur und Kultur im Labor erschaffen und entfalten nicht allein forschungsinterne Relevanz, sondern gerade an diesen Objekten lässt sich die neuartige Verschränkung von Forschung, Industrie und Gesellschaft in einem *Regime der Technowissenschaften* deutlich aufzeigen.<sup>14</sup> Die *ontologische Veränderung der Forschungsobjekte* werde ich im Verlaufe der Arbeit als eines von fünf ausschlaggebenden Kennzeichen technowissenschaftlicher Projekte. Für die frühen Positionen im Rahmen einer technowissenschaftlichen Transformation sind also drei Prozesse als relevant herauszustellen: die Untrennbarkeit von Wissenschaft und Technik im Experiment, die Verzahnung von Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft sowie die Erschaffung hybrider Forschungsobjekte, die einen besonderen ontologischen Status haben.

---

13 Vgl. Latour 1987, S. 171f.; Haraway 1985.

14 Vgl. Latour 2006, Haraway 1997.

Der Frage nach einem sichtbaren Wandel in der Wissenschaft wird seit den 1980er Jahren verstärkt nachgegangen und in der aktuellen Forschungsliteratur als sogenannte ‚Epochenbruchthese‘ kontrovers diskutiert.<sup>15</sup> Während von Alfred Nordmann sieben Kennzeichen einer Gegenüberstellung des *Projekts Wissenschaft* zu einem *Regime der Technowissenschaften* präsentiert werden<sup>16</sup>, weist Gregor Schiemann darauf hin, dass die Kriterien nicht hinreichend für die Annahme eines Epochenbruchs sind, da diese erstens einen normativen Charakter hätten, sich zweitens seiner Ansicht nach keine qualitative Änderung des generierten Wissens nachweisen lässt und drittens der Wissenschaft im Kontext der Epochenbruchthese eine zu hohe gesellschaftliche Bedeutung beigemessen wird.<sup>17</sup> Diesen Aussagen von Schiemann widerspreche ich im Verlaufe der vorliegenden Arbeit: Die Kennzeichen, die Nordmann in Abgrenzung zu dem *Projekt Wissenschaft* aufführt, sind keineswegs als Ideale einer neuen technowissenschaftlichen Epoche zu verstehen, sondern betonen den Unterschied in der Zielsetzung und der Forschungspraxis. Für eine qualitative Veränderung des generierten Wissens, die meines Erachtens die Grundlage der technowissenschaftlichen Transformation ist, argumentiere ich nachfolgend auf mehreren Ebenen: Erstens ist, wie bereits oben angemerkt, eine grundlegende Änderung des Forschungsinteresses zu verzeichnen, insofern die Aufstellung letztgültiger Theoriesysteme als Leitziel durch die Generierung gesellschaftlich und ökonomisch relevanter Innovationen ersetzt wird, die die Gesellschaft zu einem Ort der Experimentiertätigkeit machen. Zweitens ist auf einer grundlegenden Ebene der Wandel von einem mechanistisch-reduktionistischen Paradigma zu einem kybernetisch-systemischen Denken aufzuzeigen, das grundlegende Konzepte innerhalb der Forschung, wie beispielsweise Natur und Organismus, neu definiert. Im Rahmen der wissenschaftssoziologischen Analyse widerspreche ich Schiemann dahingehend, dass die enorme Bedeutung der wissenschaftlichen Methode für gesellschaftliche Prozesse eindeutig herausgestellt werden kann; die moderne Forschung stuft ich als leitenden Agenten des Wandels in der Gesellschaft ein, der sowohl auf kollektiver als auch auf individueller Ebene das Leben der Menschen entscheidend umgestaltet. Die Experimentalisierung der Gesellschaft, die als Hauptcharakteristikum für die Epochenbruchthese von Astrid Schwarz aufgeführt wird<sup>18</sup>, analysiere ich im

---

15 Vgl. Nordmann 2014.

16 Vgl. Nordmann 2014.

17 Vgl. Schiemann 2014.

18 Vgl. Schwarz 2014.

Kontext der Medizinforschung anhand des Einsatzes innovativer Verfahren aus der Genforschung und Nanomedizin an Patienten, die in der klinischen Forschung zu Teilen hybrider Experimentalsysteme werden. Ferner stelle ich die These auf, dass Gentherapie als kollektives Feldexperiment zu werten ist, dessen Folgen für einzelne Patienten und die gesamte Gesellschaft weder durch statistische Berechnungen noch durch risikoethische Überlegungen zum gegenwärtigen Zeitpunkt zur Gänze einschätzbar ist. Die Veränderung der Experimentiertätigkeit in einer technowissenschaftlichen Forschung bleibt somit nicht auf die methodische Ebene des Wandels zu hybriden Experimentalsystemen im Labor und in der Klinik beschränkt, sondern hat eine gesamtgesellschaftliche Reichweite.

In Anbetracht der kontroversen Positionen in der Forschungsliteratur zu einem grundlegenden Wandel in den Wissenschaften ist eine begriffsanalytische Auseinandersetzung mit dem Konzept der *Technowissenschaften* dringend erforderlich, die sowohl die einzelnen Forschungspositionen in der Diskussion kritisch aufgreift als auch, darauf aufbauend, eine eigene Begriffsbestimmung vornimmt. Meine These zu der Etablierung einer neuen Forschungskultur im fraglichen Bereich lautet, dass das Ziel moderner Forschung in der Erzeugung innovativer diagnostischer und therapeutischer Interventionen sowie potenter Forschungsobjekte liegt, die als solche das experimentelle Setting des Labors verlassen und die gesellschaftliche Sphäre entscheidend umgestalten.

Meine Analyse dieses Wandels verbleibt jedoch nicht auf der abstrakten Ebene, sondern wird anhand verschiedener Entwicklungen und Veränderungen in der Medizinforschung konkretisiert. Die Arbeit ist disziplinübergreifend angelegt, insofern Perspektiven aus den Teildisziplinen der allgemeinen Wissenschaftstheorie, Wissenschaftssoziologie, Theorie sowie Ethik der Medizin Berücksichtigung finden. Darüber hinaus werden aktuelle Ergebnisse der Medizinforschung sowohl aus den Grundlagenwissenschaften als auch aus der klinischen Forschung herangezogen, um den Wandlungsprozess zu einer Forschungskultur der Manipulation und Beherrschung der jeweiligen Forschungsfelder darzulegen. Eine Übersicht über die relevanten Forschungspositionen aus der Theorie, Geschichte und Ethik der Medizin sowie eine Auseinandersetzung mit den aktuellen Forschungsergebnissen zu den experimentellen Interventionsmöglichkeiten wird erst in den einzelnen Kapiteln gegeben. Die Betrachtung der Medizin im Ganzen ist ein Unterfangen, das in dieser Arbeit nicht geleistet werden kann, daher greife ich die entscheidenden historischen Entwicklungen im Rahmen der Etablierung der experimentellen Methode in der Medizin heraus, diskutiere den

wissenschaftstheoretischen Status der Medizin zwischen Handlungswissenschaft und angewandter Naturwissenschaft und betrachte die Herausbildung der Biomedizin mit dem Spezialbereich der translationalen Onkologie.

Die Medizinforschung wähle ich aus verschiedenen Gründen als Disziplin aus, um die entscheidenden Wandlungsprozesse hin zu einer allgemeiner anzutreffenden Forschungskultur der Manipulation und Beherrschung zu veranschaulichen: Bisherige Auseinandersetzungen mit dem Konzept der *Technowissenschaften* blieben fast vollständig auf die ‚klassischen‘ naturwissenschaftlichen Disziplinen beschränkt. Die Bezugnahme auf die Medizinforschung eröffnet daher neue Möglichkeiten für die wissenschaftstheoretische Auseinandersetzung mit einer technowissenschaftlichen Transformation, denn die Medizin ist genuin interdisziplinär ausgerichtet, da auf die Erkenntnisse diverser naturwissenschaftlicher Disziplinen zurückgegriffen wird. Ein weiteres Argument, die Medizinforschung als Sektor heranzuziehen, besteht darin, dass in der gegenwärtigen Forschungspraxis eine Symbiose von Grundlagenwissenschaft und Anwendungsforschung nicht nur aufzuzeigen ist, sondern diese sogar das Ziel des neuen biomedizinischen Forschungsbereichs ist: In der translationalen Medizinforschung wird der doppelte Anspruch vertreten, Erkenntnisse aus dem Labor schnellstmöglich in die Klinik zu überführen und die Erkenntnisse aus der klinischen Forschung und Praxis an das Labor zurückzumelden, sodass ein wechselseitiger Wissensaustausch stattfinden kann. Zudem ist die Medizin von unmittelbarer Relevanz für die Menschen und nimmt in der gesellschaftlichen Wahrnehmung eine gewisse Leitfunktion ein und ist daher besonders geeignet, um die vielschichtigen Transformationsprozesse, die durch eine neue Form der Forschungstätigkeit in der gesellschaftlichen Sphäre entstehen, darzulegen. Die Verbindung von wissenschaftstheoretischen und wissenschaftssoziologischen Forschungsperspektiven ist daher für die Untersuchung einer grundlegenden Veränderung der Forschung dringend erforderlich. Als einflussreiche Autorin aus der Wissenssoziologie ist hier Jutta Weber anzuführen, deren zentrales Argument für das Vorliegen eines Wandels zur Technowissenschaft die Veränderung des Naturbegriffs betrifft. Laut Weber ist ein konstruktivistisches Naturverständnis, das sich aus der Bezugnahme auf die Konzepte der Kybernetik und Systemtheorie speist, kennzeichnend für die Umgestaltung der Forschung: Natur wird in den Technowissenschaften nicht mehr als stabile Größe verstanden, sondern als veränderbarer Prozess, der im Sinne von Forschungsinteressen manipulierbar ist.<sup>19</sup> Diese neue Interpretation der

---

19 Vgl. Weber 2001.

Natur hat, wie in dieser Arbeit gezeigt wird, entscheidenden Einfluss auf die Medizinforschung, insofern erstens eine Veränderung des Verständnisses von Organismen und Krankheit stattfindet. Zweitens werden für die Forschungsbereiche der Gentechnologie und der Nanowissenschaften die Kernkonzepte der Kybernetik im Rahmen der Etablierung einer neuen Sprache der Forschung relevant.

Im Kontext der Untersuchung der Veränderung der gesellschaftlichen Sphäre durch eine technisierte und ökonomisierte Medizin wurde unter dem Konzept der *Biomedikalisierung* eine Technoszientierung der Medizin konstatiert.<sup>20</sup> Die Herausarbeitung der historischen Entwicklungspunkte sowie die wissenschaftstheoretischen Elemente einer derartigen Veränderung der Forschungstätigkeit sind jedoch in dem wissenschaftssoziologischen Diskurs bisher nur am Rande thematisiert worden. Die Auseinandersetzung mit einer neuen epistemischen Grundlage, dem kybernetisch-systemischen Paradigma, findet ebenfalls nicht ausreichend Berücksichtigung. Daher sehe ich hier eine Forschungslücke in der Integration wissenschaftstheoretischer und wissenschaftssoziologischer Forschung. Die Auswirkungen einer technowissenschaftlichen Transformation auf die gesellschaftliche Sphäre sind erst in ihrer Gesamtheit zu verstehen, wenn die epistemischen Voraussetzungen der Etablierung einer neuen Forschungskultur und die verschiedenen Elemente dieses Transformationsprozesses klar dargelegt wurden. Diese Lücke in der wissenschaftstheoretischen und wissenschaftssoziologischen Forschung zu schließen, ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit.

Die Medizinforschung ist darüber hinaus aufgrund ihres gesellschaftlichen Auftrags einerseits besonders geeignet, die elementaren Komponenten des gesellschaftlichen Wandlungsprozesses im Kontext der wissenschaftlichen Transformation zu untersuchen. Andererseits ist kritisch zu hinterfragen, inwiefern dieser gesellschaftliche Auftrag durch den Transformationsprozess hin zu einer technowissenschaftlichen Forschungspraxis gefährdet ist, da die Produktion von ökonomisch relevanten Innovationen einer Forschung zum Wohle des Patienten zuwiderlaufen kann.

Die dargestellte Gesamtthematik eines technowissenschaftlichen Transformationsprozesses, der anhand von fünf Kriterien nachvollzogen wird, kann natürlich in dieser Arbeit nicht in voller Allgemeinheit untersucht werden. Vielmehr soll anhand des Sektors *Medizin* im Allgemeinen und zweier Fallstudien im Besonderen die These eines behaupteten Wandels zu einer Forschungskultur der Manipulation und Beherrschung anhand aktueller

---

20 Vgl. Clarke et al. 2003 und 2010.

Experimentalsysteme der translationalen Medizinforschung konkretisiert werden.

## Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in vier Kapitel unterteilt, die jeweils unterschiedliche Aspekte einer technowissenschaftlichen Transformation der medizinischen Forschung thematisieren. Nachfolgend werden die Hauptaspekte der einzelnen Kapitel aufgeführt, mit dem Ziel, einen thematischen Überblick über diese Arbeit zu geben.

### 1. Der Weg zur Technowissenschaft: Der Vorrang der Experimentiertätigkeit

Der Hauptfokus des ersten Kapitels liegt auf der Erarbeitung der fünf relevanten Kennzeichen einer technowissenschaftlichen Transformation der medizinischen Forschung und bildet die Grundlage für die zwei Fallstudien aus den Bereichen Genforschung und Nanomedizin, die mithilfe der erarbeiteten Kriterien einer Analyse unterzogen werden. Dieses Kapitel stellt sowohl den wissenschaftshistorischen als auch wissenschaftstheoretischen Rahmen der Debatte um einen grundlegenden Wandel in den Wissenschaften anhand entscheidender Entwicklungen in der Medizin dar: Der wissenschaftsphilosophische Anschluss an die induktive Methode Francis Bacons markiert den Beginn der historischen Experimentalwissenschaften und ist gleichzeitig der Anknüpfungspunkt an die Auseinandersetzung mit dem Transformationsprozess zu einer technowissenschaftlichen Forschungskultur. In der Diskussion um einen Epochenbruch wird Bacon einerseits als ‚Gründungsvater der Technowissenschaften‘ angesehen, da in der Philosophie Bacons bereits die Vorrangstellung der experimentellen Methode sowie die Verzahnung von Wissenschaft und Technik angelegt sei.<sup>21</sup> Andererseits wird Bacon auch herangezogen, um gegen eine technowissenschaftliche Transformation zu argumentieren, da die Verzahnung von Wissenschaft und Technik sowie das Ziel der Wissenschaft, gesellschaftlich relevante Innovationen hervorzubringen, bereits in der Bacon’schen Philosophie angelegt sei.<sup>22</sup> Des Weiteren wird die Wissenskultur der Kybernetik als epistemische Grundlage technowissenschaftlicher Forschungsvorhaben in der Medizin herausgestellt, wobei insbesondere der Wandel des

---

21 Vgl. Schmidt 2011.

22 Vgl. Carrier 2014.

Krankheitsverständnisses eingehend erörtert wird. Das Aufkommen der Biomedizin ist als entscheidende Veränderung ebenfalls zu thematisieren, insofern sich durch die Verbindung von Biologie und Medizin eine neue Sichtweise von Leben, Organismus und Krankheit auf der Grundlage genetischer Informationsverarbeitung etabliert und sich im Rahmen der Evidenzbasierten Medizin (EBM) die Experimentalpraxis der Medizin entscheidend wandelt. (Kapitel 1.1) Im Anschluss an die Erörterung der Wissenskulturen Kybernetik und Biomedizin werden die fünf Kennzeichen einer technowissenschaftlichen Transformation in Auseinandersetzung mit der relevanten Forschungsliteratur diskutiert. (Kapitel 1.2)

## 2. Gentechnische Anwendungsmöglichkeiten der modernen Medizin: Eine theoretische Entität wird zu einem potenten Forschungsobjekt

In der ersten Fallstudie befaße ich mich zunächst mit der Herausbildung einer professionalisierten Laborforschung und Krankenhausmedizin, die einerseits als bedeutsame historische Entwicklungslinien für die gegenwärtige Biomedizin einzuordnen sind. Andererseits lassen sich durch die wissenschaftshistorische Reflexion die entscheidenden Transformationsprozesse zu einer technowissenschaftlichen Medizinforschung herausarbeiten, wie der Wandel zu einem systemisch-kybernetischen Paradigma und die Veränderung der Experimentiertätigkeit: Dazu wähle ich die translationale Onkologie aus, um deutlich aufzuzeigen, dass die Manipulation und Kreation potenter Forschungsobjekte sowie die Wandlung klinischer Experimente zu hybriden Experimentalsystemen charakteristisch für die technowissenschaftliche Transformation sind. (Kapitel 2.1) Die Entwicklung der Genforschung von 1909 bis in die gegenwärtige experimentelle Erforschung der sogenannten ‚Genschere‘ CRISPR/Cas wird im zweiten Teil der Fallstudie thematisiert. Der Fokus dieser Untersuchung liegt auf der Hervorhebung der Relevanz der Experimentiertätigkeit für den Bereich der Genforschung. Das Konzept des Gens, das innerhalb eines Jahrhunderts diverse Veränderungen erfahren hat und die Mannigfaltigkeit der gegenwärtigen Genkonzepte zeigt, dass in einer technowissenschaftlichen Forschungspraxis ein Pluralismus von Theorien vorliegt. Der Schwerpunkt neuer Forschungsvorhaben liegt nicht mehr in der Aufstellung abgeschlossener Theoriensysteme, sondern auf der Nutzbarmachung theoretischer Entitäten. Diese werden in der Experimentalpraxis zu potenten Forschungsobjekten und ermöglichen die Produktion gesellschaftlich relevanter sowie ökonomisch verwertbarer Innovationen. Die technowissenschaftliche Transformation besteht, wie sich anhand des Forschungsobjekts ‚Gen‘ eindrücklich zeigen lässt, in dem Wandel von

einem Theorienrealismus hin zu einem Entitätenrealismus.<sup>23</sup> Anhand der Genforschung ist eine weitere Dimension der technowissenschaftlichen Forschungspraxis aufzuzeigen, die elementar für die gesamte gegenwärtige Medizinforschung ist: Die Veränderung und Herstellung von Lebewesen zu Forschungszwecken. Diese Erschaffung genetisch veränderter Versuchstiere zeigt eine grundlegende Veränderung in der Konzeption und Durchführung von Experimenten, dahingehend, dass nicht mehr natürliche Vorgänge und Organismen untersucht werden, sondern von Menschen konzipierte und technisch manipulierte Forschungsobjekte. (Kapitel 2.2) Als Beispiel aus der aktuellen experimentellen Genforschung greife ich die Nutzbarmachung der ‚Genschere‘ CRISPR/Cas für die Medizin heraus. Anhand dieses hybriden Forschungsobjekts wird einerseits das gegenwärtige Verständnis des Gens als zeitlich begrenzter Prozesses im System molekularer Regulationsmechanismen verdeutlicht. Andererseits steht die Experimentalisierung des Lebendigen in der Medizinforschung im Fokus dieses Unterkapitels, die in der Grundlagenwissenschaft durch die Erzeugung transgener Versuchstiere stattfindet und in der klinischen Forschung anhand des Einsatzes des CRISPR/Cas-Systems an Patienten erörtert wird. (Kapitel 2.3)

3. Nanomedizinische Möglichkeiten in der Krebsbehandlung: Die Untrennbarkeit von wissenschaftlicher Erkenntnis und technologischen Errungenschaften

Die zweite Fallstudie untersucht die Übertragung nanowissenschaftlicher Verfahren in die Medizin. Nach einer kurzen technischen Einführung in den interdisziplinären Bereich der *Nanotechnowissenschaften* und der Erarbeitung einer Arbeitsdefinition dieses heterogenen Forschungsfeldes, wird die Relevanz nanoskaliger Systeme für die translationale Medizinforschung anhand der fünf Kriterien einer technowissenschaftlichen Transformation untersucht. Der Fokus dieses Kapitels liegt erstens auf der Herstellung und Manipulation nanoskaliger Forschungsobjekte, die in den Experimentalsystemen der Medizinforschung auf ihre Anwendbarkeit an Patienten erforscht werden. Zweitens wird anhand des Forschungsbereichs der Nanomedizin ein verändertes Naturverständnis relevant, dessen Grundlage das kybernetisch-systemische Paradigma ist. (Kapitel 3.1) Die Nanotheranostik greife ich als eigenes Fachgebiet heraus, um anhand der Konstruktion von nanoskaligen Systemen, die gleichzeitig zur Diagnostik und Therapie eingesetzt werden können, den Fokus technowissenschaftlicher Forschungsvorhaben

---

23 Vgl. Hacking 1996.

auf Manipulation und Beherrschung von Forschungsobjekten zu verdeutlichen. Ferner wird in diesem Unterkapitel ausführlich auf die Veränderung des Krankheitsverständnisses auf der Grundlage experimenteller Ergebnisse aus der Medizinforschung eingegangen. (Kapitel 3.2) Das Forschungsfeld der Nanorobotik wird als dritter Bereich der Übertragung nanotechnowissenschaftlicher Verfahren in die Medizinforschung thematisiert: An Nanorobotern als technowissenschaftlichen Hybriden lässt sich die Entwicklung von theoretischen Entitäten, die zu Beginn dem Bereich der literarischen Fiktion zuzuordnen waren, zu potenten Forschungsobjekten durch experimentelle Verfahren deutlich machen. (Kapitel 3.3)

#### 4. Technowissenschaftliche Transformationsprozesse in der gesellschaftlichen Sphäre

Im vierten Kapitel werden wissenschaftssoziologische und forschungsethische Aspekte eines Wandlungsprozesses thematisiert. Das Konzept der *Wissenschaftsgesellschaft*<sup>24</sup> wird zuerst analysiert, wobei herauszustellen ist, dass die Vorrangstellung sowie Veränderung der empirisch-experimentellen Methode und der Wandel zu einem kybernetisch-systemischen Denken die Grundlage der enormen Relevanz der Forschung für die gesellschaftliche Entwicklung bildet. In diesem Zusammenhang wird die Etablierung eines neuen Forschungsethos relevant, den ich unter dem Oberbegriff der *Kommodifizierung der Medizinforschung* fasse: Die Generierung neuer Erkenntnisse und Anwendungen in der medizinischen Forschung ist dem Aspekt ökonomischer Verwertungsinteressen unterworfen, wodurch der Fokus neuer Projekte auf der Entwicklung marktrelevanter Innovationen liegt. Die Orientierung an dem Primat der Ökonomie, die in der Medizinforschung anhand der Praxis der Patentierung in Grundlagenwissenschaft und klinischer Forschung erörtert wird, stuft ich als kritikwürdig und veränderungsbedürftig ein. Eine kommodifizierte Forschungspraxis läuft dem gesellschaftlichen Auftrag der Medizinforschung, Erkenntnisse zum Wohle des Patienten zu generieren, zumindest in Teilen zuwider. (Kapitel 4.1) Die wissenschaftssoziologische Debatte um eine Veränderung der medizinischen Forschung, die sich entscheidend auf die gesellschaftliche Sphäre auswirkt, wird im zweiten Teil des vierten Kapitels thematisiert. Gesundheit und Krankheit sind relevante gesellschaftliche Konzepte, deren Verständnis innerhalb der Bevölkerung durch die moderne Medizinforschung entscheidende Veränderungen erfahren hat. Diese Wandlungen werden anhand der klärungsbedürftigen Konzepte *Medikalisierung*

---

24 Vgl. Kreibich 1986.

und *Biomedikalisierung* thematisiert: Diese aus der Medizinsoziologie stammenden Begriffe sind zuerst einer Analyse zu unterziehen, da eine heterogene Begriffsverwendung in der relevanten Forschungsliteratur vorliegt: Das Konzept der Medikalisierung wird von mir in Auseinandersetzung mit den entscheidenden Autoren als ein dynamischer Prozess der Erkenntniszirkulation zwischen Medizinforschung, ärztlicher Praxis und Gesellschaft bestimmt, wobei die Medizin als der Hauptrepräsentant der Wissenschaften in der gesellschaftlichen Sphäre herausgestellt wird, dessen sich Einfluss auf soziale Phänomene und ‚natürliche‘ Lebensabschnitte ausweitet. Anhand des Transformationsprozesses zur Biomedikalisierung wird aufgezeigt, dass durch die Innovationen in den Lebenswissenschaften eine neue Verfügungsmacht über Lebensprozesse entstanden ist, die nicht innerhalb der experimentellen Medizinforschung verbleiben, sondern ausschlaggebend für das individuelle wie kollektive Verständnis von Gesundheit und Krankheit ist. (Kapitel 4.2)

Forschungsethische Aspekte einer Experimentalisierung und Instrumentalisierung von Lebewesen in den Experimentalsystemen der Medizinforschung werden abschließend thematisiert. Erstens wird die ethische Zulässigkeit der Verwendung transgener Versuchstiere in der translationalen Onkologie anhand von drei Grundpositionen im Bereich der Tierethik diskutiert. Die Experimentalisierung von Patienten in der klinischen Forschung erörtere ich vor dem Hintergrund prinzipienethischer Ansätze, wobei sowohl forschungsethische Kodizes (Belmont Report, Deklaration von Helsinki) als auch medizinethische Theorien berücksichtigt werden. Onkologische Studien ziehe ich als Sonderfall in der ethischen Debatte heran, um das Instrumentalisierungspotenzial von Patienten in den gegenwärtigen Experimentalsystemen klinischer Forschung kritisch zu hinterfragen. (Kapitel 4.3)

##### 5. Schluss: Technowissenschaften als Form neuen Erkenntnisstrebens – die Verbindung von Innovation und Erkenntnisgewinn

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit, wie der Wandel zu einem kybernetisch-systemischen Verständnis relevanter Konzepte der Medizinforschung und die diversen Veränderungen innerhalb der experimentellen Medizinforschung, werden in diesem Teil resümiert. Der Transformationsprozess zu einer technowissenschaftlichen Medizinforschung wird prägnant anhand der erarbeiteten Kennzeichen und in Auseinandersetzung mit den Ergebnissen der beiden Fallstudien dargestellt. Eine allgemeine Charakterisierung des Konzepts der *Technowissenschaften*, das weiterführende wissenschaftstheoretische Untersuchungen ermöglicht, bildet den Abschluss dieser Arbeit.