

# Inhalt

Kapitel 1	
Wandel durch Technik: Eine Einführung .....	9
Kapitel 2	
Technik und Sektor .....	17
2.1 Wirtschaftssektoren als soziotechnische Felder .....	17
2.2 Feldvermessung: Sektorale Funktionselemente .....	20
2.3 Das Feld als Ganzes: Sektorale Regulationsmuster .....	33
Kapitel 3	
Typen von Innovationen und soziotechnischer Wandel .....	35
3.1 Ausgangspunkte: Typen und Wirkungen von Innovationen .....	36
3.2 Annäherungen: <i>Periods of mismatch</i> und <i>transition pathways</i> .....	38
3.3 Präzisierungen: Eingriffstiefe, Adaptionfähigkeit, graduelle Transformation .....	40
Kapitel 4	
Neue Technologien und ihre sektorale Eingriffstiefe .....	45
4.1 Strukturierungsleistungen von und Transformationsimpulse durch Technik .....	45
4.2 Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge: Endogene und exogene Technologien .....	55

---

4.3 Variante I: Geringe Eingriffstiefe neuer Technologien .....	58
4.4 Variante II: Große Eingriffstiefe neuer Technologien .....	61
4.5 Technologische Eingriffstiefe als forschungspragmatisches Konzept .....	68
 Kapitel 5	
Neue Technologien und sektorale Adaptionenfähigkeit .....	75
5.1 Brückenschlag: Technologische Transformationsimpulse und ihre sektorale Verarbeitung .....	75
5.2 Variante I: Adaptionenunfähigkeit .....	79
5.3 Variante II: Proaktive Adaptionenfähigkeit .....	94
5.4 Variante III: Machtbasierte Adaption .....	111
5.5 Adaptionenfähigkeit als forschungspragmatisches Konzept .....	117
 Kapitel 6	
Neue Technologien und sektorale Transformation .....	123
6.1 Brückenschlag: Eingriffstiefe, Adaptionenfähigkeit, Transformation .....	123
6.2 Sukzessive Veränderungen und substanzieller Wandel: Empirische Hinführungen .....	125
6.3 Zwischen Kontinuität und Bruch: Institutionalistische Angebote zur Beseitigung eines blinden Flecks .....	131
6.4 Radikaler Wandel als graduelle Transformation: Eigenheiten und Varianten soziotechnischer Umbrüche .....	134
6.5 Graduelle Transformation als forschungspragmatisches Konzept .....	150
 Abbildungen .....	 155
Literatur .....	157

# Kapitel 1

## Wandel durch Technik: Eine Einführung

### I.

Technik ist ein konstitutiver Bestandteil jeder modernen Gesellschaft. Als Artefakte, Großanlagen oder technische Infrastrukturen, als Programme, Methoden oder Verfahren ermöglicht und prägt sie soziale Zusammenhänge der unterschiedlichsten Art. Kein Industriezweig, kein Produktionsprozess oder Dienstleistungsangebot, keine Finanztransaktion, kein Verwaltungsablauf, kein Verkehr, kein Kommunikationsprozess, kein Krieg, kaum ein alltäglicher Vorgang wäre ohne Technik überhaupt oder auch nur annähernd in der gewohnten Form möglich. Technik greift tief in soziale Gegebenheiten der unterschiedlichsten Art ein, strukturiert und regelt sie. Das reicht von privat genutzten GPS-Systemen, deren Anordnungen sich die Autofahrerinnen und Autofahrer fasziniert ausliefern, über industrielle Produktions- oder Logistikprozesse, die maßgeblich um die eingesetzten Technologien herum organisiert werden, bis zu computergesteuertem Aktien- und Devisenhandel, der mittlerweile die Bewegung auf den weltweiten Finanzmärkten entscheidend mitprägt. Technik ist fraglos ein zentrales Struktur- und Regelungselement moderner, insbesondere der hoch entwickelten kapitalistischen Gesellschaften.

Seit der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre verändern sich die technologischen (und wissenschaftlichen) Grundlagen dieser Gesellschaften rasant. Das liegt in erster Linie an all jenen digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien, die seit der Einführung der ersten, aus heutiger Sicht extrem funktionschwachen und störanfälligen *Personal Computer* in schneller Folge das Licht der Welt erblicken, dabei immer leistungsstärker, multifunktionaler und vernetzter werden und sich mit außerordentlicher Dynamik in alle Bereiche der Gesellschaft verbreiten. Das Internet ist nur das prominenteste Beispiel einer Vielzahl radikaler Innovationen, die in diesem weit gefassten Technologiecluster in den vergangenen drei Jahrzehnten hervorgebracht worden sind und die neben unserem alltäglichen Leben weite Teile der industriellen Produktion und den Dienstleistungssektor, die Banken, Versicherungen und Finanzmärkte, die staatliche Verwaltung und das Wissenschaftssystem nachhaltig verändert haben. Daneben

hat sich im selben Zeitraum mit den neuen Biotechnologien ein zweites größeres Technologiefeld etabliert, mit deren Methoden und Verfahren gezielte Rekombinationen biologischen Materials möglich geworden sind. Die Radikalität dieser neuen Möglichkeit, in die menschliche und außermenschliche Natur einzugreifen, steht der Digitalisierung nicht nach. Ihr Verwendungsbereich ist allerdings erheblich enger: Neue Biotechnologien haben sich seit Mitte der 1970er-Jahre vor allem in der Medizin, als neue Werkzeuge der Pharmaforschung und in Gestalt neuer gentechnisch hergestellter Therapeutika, Impfstoffe und Diagnostika etabliert. Daneben haben sie auch in der Agrochemie, Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion größere Bedeutung erlangt. Beides – die Digitalisierung der Gesellschaft durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien und die gezielte Rekombination der Natur mithilfe neuer Biotechnologien – sind die wesentlichen Signaturen eines einschneidenden wissenschaftlichen und technologischen Umbruchs, der vor gut drei Jahrzehnten begonnen hat und dessen Ende noch immer nicht absehbar ist.

Entwicklungen aus diesen beiden wichtigen Technologiefeldern werden im Laufe dieses Buches daher vor allem dann vorgebracht, wenn anhand von Beispielen konkretisiert werden soll, wie man sich gesellschaftlichen Wandel durch Technik, konkreter: substanzielle organisationale, strukturelle und institutionelle Veränderungen vorzustellen hat, die durch neue Technologien angestoßen, zum Teil auch erforderlich werden. Denn auch dies lässt sich kaum übersehen: Technik ist nicht bloß ein wichtiges Strukturmerkmal moderner Gesellschaften. Grundlegend neue Technologien sind auch ein wesentlicher Einflussfaktor ihres Wandels und können einen beträchtlichen Veränderungsdruck auf ihre Akteure, Strukturen und Institutionen entfalten.

Neue Technologien spielen nicht nur bei der Neustrukturierung bestehender oder der Entstehung neuer Märkte eine entscheidende Rolle, die sie mit ihren Eigenheiten oft maßgeblich prägen – man denke nur an die Wirkungen von Digitalisierung, Datenkomprimierung und Internet auf die Musikindustrie oder auf andere Mediensektoren. Sie sind auch unabdingbare Grundlage und Auslöser größerer Umbrüche in der Struktur und Organisation von Produktionsprozessen, von Dienstleistungen oder von ganzen Wirtschaftssektoren (in den vergangenen Jahrzehnten zum Beispiel des Telekommunikations-, des Pharma- oder des Musiksektors). Häufig müssen bestehende rechtlich-regulative Rahmenbedingungen an den Eigenheiten der neuen Technologien grundsätzlich neu ausgerichtet oder gänzlich neu formuliert werden (wie zum Beispiel das Urheberrecht an die Digitalisierung und das Internet oder die Entwicklung eines eigenständigen Gentechnikrechts für die biotechnologische Forschung und Produktion). Darüber hinaus kommen mit ihrer Entwicklung und Nutzung regelmäßig auch die involvierten Akteure und deren Beziehungen zueinander in

Bewegung. Oft werden neue technologische Möglichkeiten zunächst von Newcomern oder Quereinsteigern (wie Microsoft und Intel oder in jüngerer Zeit Amazon und Apple) aufgegriffen, die damit bestehende Konkurrenzverhältnisse aufmischen und etablierte Akteure unter einen erheblichen Druck setzen können, sich rund um die neuen Technologien strategisch und organisational neu zu positionieren. Gleichzeitig sind neue Technologien häufig derart komplex, dass sich ihre Entwicklung, Produktion und Nutzung nicht mehr von einzelnen Organisationen allein bewältigen lässt, sondern die Etablierung und systematische Nutzung neuer Formen von Kooperation nicht einfach nur ermöglicht, sondern regelrecht erzwingt (wie zum Beispiel die Biotechnologie im Pharmasektor). Schließlich verändern neue Technologien auch das alltägliche Leben: Das waren früher zum Beispiel Haushaltsgeräte (Waschmaschine, Kühlschrank usw.) und sind heute vor allem informations- und kommunikationstechnische Angebote (wie Smartphones, Netbooks, Internet), durch die sich neue Kommunikations-, Lebens- und auch Konsumstile ausprägen.

Man muss also nicht bis zur industriellen Revolution des 18. und 19. Jahrhunderts zurückgehen, die im Kern eine soziotechnische Revolution war, um zu sehen, dass einschneidende technologische Umbrüche ein entscheidender Einflussfaktor und Impulsgeber gesellschaftlicher Transformation sind. Das bedeutet keinesfalls, dass neue Technologien zunächst sozial konstruiert, geformt und gehärtet werden und erst dann, wenn sie fertig sind, in einer dann eindeutigen, alternativlosen Weise verändernd in soziale (ökonomische, politische, zivilgesellschaftliche) Zusammenhänge eingreifen. Wandel durch Technik ist alles andere als deterministisch: Er ist weder ein linearer, in eine Richtung verlaufender Prozess, noch ein Vorgang mit einem vorab bestimmbar Ergebnis.

Am Beginn einer größeren *soziotechnischen* Umbruchperiode stehen in aller Regel kaum mehr als unfertige Skizzen: grundlegende, mit großen Erwartungen und Visionen belegte, aber noch vergleichsweise vage neue technologische Möglichkeiten und große Unklarheiten darüber, welche sozialen Konsequenzen sie haben könnten. Entsprechend tastend und erratisch verläuft die Suche sowohl nach geeigneten Anwendungen und Weiterentwicklungen eines neuen Technologiefeldes selbst als auch nach dazu passenden Organisationsmustern, Strukturen und Institutionen. Im Verlauf einer solchen Umbruchperiode gibt es keine einseitige Anpassung sozialer Verhältnisse an eindeutig bestimmbar technologische Erfordernisse. Auch die Technologien, um die es geht, werden weiterentwickelt, verfeinert, bisweilen auch revidiert oder grundlegend modifiziert. Am Ende eines solchen nicht selten ein, zwei oder drei Jahrzehnte dauernden soziotechnischen Such- und Selektionsprozesses können die organisationalen, sozioökonomischen und institutionellen Transformationen außerordentlich sein – die Technologien, die diese Veränderungen angestoßen beziehungsweise

erforderlich gemacht haben, haben sich in dieser Zeit ähnlich gravierend verändert und ähneln schließlich kaum noch jenen Skizzen, mit denen lange vorher alles begonnen hatte.

## II.

Dieser allgemeine Zusammenhang von technischem und sozioökonomischem Wandel ist in den verschiedenen Konzepten, die sich mit der Ko-Evolution oder Ko-Konstruktion von Technik und irgendetwas Sozialem (Gesellschaft, Industrie, Nutzer, Markt usw.) befassen, sowie in neueren soziotechnischen System- und Transformationsansätzen durchaus präsent. Sie werfen in der einen oder anderen Weise die Frage auf, »how technology is shaped by social, economic, and political forces alike; and how, in the same process, technologies and technology systems shape human relations and societies« (Rip/Kemp 1998: 328; auch Geels 2004, 2005). Obgleich damit die wechselseitige Beeinflussung von Technik und Gesellschaft in den Blick genommen wird, zielen diese Ansätze und die ihnen verbundenen Arbeiten, wenn sie sich nicht in allgemeinen programmatischen Aussagen zur Ko-Evolution bereits erschöpfen, doch vornehmlich auf die Untersuchung und Erklärung *technologischer Wandels*. Wenn soziale Transformationen ins Spiel kommen, dann im Wesentlichen als ökonomisch oder politisch gewollte Veränderung von Rahmenbedingungen mit dem Ziel, wiederum technologische Innovationsprozesse effizienter zu machen oder neue Technologien nachhaltiger zu gestalten (Werle 2005; Dolata/Werle 2007).

Demgegenüber gibt es nach wie vor wenig empirisch fundierte und analytisch überzeugende Antworten auf den in diesem Buch verhandelten zweiten Teil der aufgeworfenen Frage. Wie kann man sich sozialen Wandel durch Technik vorstellen und wie kann man ihn analysieren, ohne dabei technikdeterministisch zu argumentieren? Wann können neue Technologien etablierte Organisationsformen, Strukturen und Institutionen destabilisieren oder aus den Angeln heben und substantielle soziale Veränderungen anstoßen oder auch erforderlich machen? Wie vollzieht sich ein solcher an neuen Technologien und ihren Eigenheiten ausgerichteter Wandel sozioökonomischer Verhältnisse? Lassen sich typische Muster, Varianten und Verlaufsformen derartiger Transformationsprozesse identifizieren?

Darum wird es im Folgenden gehen: Nicht den technologischen Wandel selbst zu analysieren und zu erklären, sondern die mit ihm einhergehenden organisationalen, strukturellen und institutionellen Veränderungen. Wie sich durch neue Technologien angestoßene und maßgeblich durch sie geprägte Prozesse

*sozioökonomischer Transformation* vollziehen, das ist das Thema dieses Buches. Das heißt auch: Es wird nicht um geordnete Verhältnisse gehen. Im Fokus der Aufmerksamkeit werden nicht stabile und funktionierende soziotechnische Konstellationen stehen, sondern dysfunktionale, zum Teil erodierende und krisengeschüttelte, auf jeden Fall aber unter dem Druck neuer, nicht mehr zu ihnen passender Technologien stehende und in Bewegung geratene Organisationen, Strukturen und Institutionen, die sich substantiell zu verändern haben, wenn sie ihre Existenzberechtigung erhalten und nicht obsolet werden wollen. Hier interessiert also weniger, wie ein gegebener Zustand funktioniert. Hier interessiert, wie nicht gerade triviale Zustandsveränderungen zustande kommen und vonstattengehen, wie sich also außergewöhnliche, den normalen Gang der Dinge sprengende soziotechnische Dynamiken nachvollziehen und erklären lassen.

Wie kann das gehen? Ich werde in diesem Buch einen *theoretischen Rahmen* vorstellen, der sich sowohl zur Analyse als auch zur Erklärung sozioökonomischen Wandels durch Technik eignet und aus drei ineinander verschränkten Konzepten besteht, die ich in *Kapitel 3* ein- und in den anschließenden Kapiteln ausführe.

Mit dem *ersten Konzept* gebe ich Antworten auf die Frage, welche Rolle und Bedeutung neuen Technologien selbst als eigenständigen Einflussfaktoren sozioökonomischen Wandels zukommen kann. Die Kernüberlegung ist, dass sich grundlegend neue Technologien dort, wo sie entwickelt oder genutzt werden, meist nicht umstandslos in die bestehenden Verhältnisse einpassen lassen und mit mehr oder minder weitreichenden organisationalen, strukturellen und institutionellen Veränderungen einhergehen (müssen), wenn ihr innovatives Potenzial realisiert werden soll. Das nenne ich *technologische Eingriffstiefe*, die sich als spezifischer Veränderungsdruck konkretisiert, den neue Technologien auf bestehende sozioökonomische Konstellationen ausüben (Kapitel 4).

Daraus lassen sich aber keine klaren und eindeutig bestimmbaren sozioökonomischen Veränderungen ableiten. Wie mit technologischem Veränderungsdruck umgegangen wird und in welchem Ausmaß er sich tatsächlich in Neuorientierungen niederschlägt: Das lässt sich nicht einfach aus der Technik herleiten, um die es geht. Das sind genuin soziale Prozesse, die im Zentrum des *zweiten Konzepts* stehen. Dort wird die Frage diskutiert, wie sowohl die zunächst noch unfertigen und anwendungsoffenen Technologien als auch deren mögliche oder notwendig erscheinenden organisationalen, strukturellen und institutionellen Effekte antizipiert, aufgegriffen und in konkrete soziotechnische Veränderungen umgesetzt werden (können). Das bezeichne ich als *soziale Adaptionsfähigkeit*, die maßgeblich darüber entscheidet, wie Wandel durch Technik konkret vonstattengeht (Kapitel 5).

So etwas geschieht nicht in kurzer Frist oder in einem einmaligen Akt. Was nach ein oder zwei Jahrzehnten als radikaler soziotechnischer Umbruch er-

scheint, ist im Regelfall das Ergebnis einer längeren Phase des Suchens, der Auseinandersetzung und der Diskontinuität, die durch eine Vielzahl relativ stark aufeinander bezogener Veränderungen geprägt wird. Im *dritten Konzept* werden der Gesamtprozess solcher Umbruchperioden und ihre typischen Verlaufsformen in den Blick genommen. Den vielschrittigen, oft erratischen und nicht linearen Prozess soziotechnischer Neuausrichtung, der sich erst über die Zeit zu substantziellen Veränderungen verdichtet, bezeichne ich als *graduelle Transformation* (Kapitel 6).

Wenn man also sozialen Wandel durch Technik so in den Blick nimmt, wie ich das tun werde, dann treffen mehr oder minder eingriffstiefe Technologien auf mehr oder minder adaptionsfähige gesellschaftliche Bereiche, die sich in längeren Phasen der Diskontinuität, des Umbruchs, der Restrukturierung über eine Vielzahl gradueller Transformationen neu justieren und zum Teil auch radikal verändern.

Wie sich die drei theoretischen Konzepte begründen, aufeinander beziehen und forschungspragmatisch wenden lassen, welche typischen Varianten beziehungsweise Kombinationen technologischer Eingriffstiefe, sozialer Adaptionsfähigkeit und gradueller Transformation es gibt, werde ich durchweg und nicht ohne Grund entlang des *Wandels von Wirtschaftssektoren* durch neue Technologien diskutieren. Die sozioökonomischen Wirkungen größerer technologischer Umbrüche lassen sich auf der Mesoebene von Wirtschaftssektoren erheblich differenzierter analysieren und begreifen als etwa auf der Metaebene ganzer Gesellschaften oder Wirtschaftssysteme. Wirtschaftssektoren – Auto, Pharma, Musik, Telekommunikation, Energie usw. – werden schon im normalen Gang der Dinge stark durch die Entwicklung, die Herstellung und oder den Einsatz von Technik mitgeprägt. Verändern sich ihre technologischen Grundlagen substantziell, dann bleibt das nicht ohne Konsequenz für ihre organisationale, strukturelle und institutionelle Konstitution. Über die Untersuchung des technikinduzierten Wandels von Wirtschaftssektoren lässt sich sehr konkret herausarbeiten, wie eingriffstief neue Technologien auf der sektoralen Ebene sind und wie deren Potenziale dort wahrgenommen und aufgegriffen werden. Der vergleichende Blick auf verschiedene Wirtschaftssektoren macht überdies schnell deutlich, dass die Eingriffstiefe einer neuen Technologie (wie zum Beispiel des Internets) zwischen verschiedenen Sektoren zum Teil stark variiert und sich ein jeweils spezifischer sektoraler Veränderungsdruck aufbaut, der dort zudem in unterschiedlicher Weise adaptiert, wahrgenommen und verarbeitet werden kann. Kurzum: Mit der Fokussierung auf sektorale Wandlungsprozesse geraten unterschiedliche Möglichkeiten, Varianten und Verlaufsformen soziotechnischer Transformation in den Blick. Daher beginne ich nach dieser Einführung mit einer Konzeptualisierung von Wirtschaftssektoren als soziotechnische Felder (Kapitel 2).

Die empirische Grundlage des Textes bilden sowohl von mir selbst durchgeführte Fallrekonstruktionen – vor allem zum Wandel des Pharmasektors durch die Gentechnik und zur Transformation des Musiksektors durch das Internet – als auch die Sekundärauswertung der Literatur zu soziotechnischen Umbrüchen in anderen Wirtschaftssektoren. Theoretisch schließt die Arbeit vor allem an neuere Ansätze zum organisationalen, institutionellen und soziotechnischen Wandel sowie zur Pfadabhängigkeit und Pfadkreation an, die auf das hier verfolgte Thema bezogen, an konkreten Fällen diskutiert und im Sinne einer empirisch fundierten Theoriebildung zu einem eigenständigen Konzept soziotechnischer Transformation weiterentwickelt werden.

### III.

Dieses Buch lässt sich auch als Fortsetzung meiner Veröffentlichung »Unternehmen Technik« (2003) lesen. Während dort die Entwicklung eines Theorie Rahmens für Technikanalysen im Vordergrund stand, der die Akteure, Interaktionsmuster und strukturellen Kontexte, die für die Technikentwicklung von Bedeutung sind, in Bezug zueinander setzte, geht es hier darum, Zustände in Bewegung zu setzen, Prozesse und Wandel abzubilden sowie deren Mechanismen und Varianten zu erklären.

Meine Arbeiten zum (sektoralen) Wandel durch Technik gehen bis Mitte der 2000er-Jahre zurück. Am Anfang stand ein DFG-Projekt, das ich im Herbst 2005 noch am artec – Forschungszentrum Nachhaltigkeit der Universität Bremen begonnen hatte. Das Projekt befasste sich zwar schon mit dem Thema, trug aber noch den wenig konkreten Titel »Internet und Biotechnologie. Technologische Innovationen und ihre Auswirkungen auf Akteurfigurationen, Konkurrenzmuster und Kooperationsbeziehungen in vergleichender Perspektive«. Einige der empirischen Fälle, die in diesem Buch vorgebracht werden, sind in diesem Projekt entwickelt worden. Die ersten Vorträge zum Thema gab es Ende 2005, beginnend mit einem Referat auf der DGS/DVPW-Tagung »Evolution und Steuerung technischer Innovationen« am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung (MPIfG) in Köln, in dem übrigens »Adaptionsfähigkeit« noch »Governance-Flexibilität« hieß und so etwas wie »graduelle Transformation« noch kein Thema war.

In besonderer Weise vorangebracht worden sind meine Arbeiten zum Wandel durch Technik dann durch meine, man möchte sagen: graduelle Annäherung an das Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung. Im März 2006 haben Raymund Werle und ich dort einen Autorenworkshop zum Thema »Bringing

technology back in. Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels« ausgerichtet, dessen Ergebnisse sich in dem 2007 von uns herausgegebenen Sammelband »Gesellschaft und die Macht der Technik« nachlesen lassen. Seit Frühjahr 2006 war ich zunächst als *research affiliate* regelmäßig Gast am MPIfG und seit Anfang 2008 als Wissenschaftler dort tätig. In dieser Zeit habe ich eine Reihe von Aufsätzen rund um das Thema und die gute Hälfte dieses Buches geschrieben, bevor ich im Herbst 2009 an die Universität Stuttgart gewechselt bin. Die vielen Diskussionen am Kölner Institut und vor allem der ständige intensive Austausch mit Raymund Werle waren für mich immer wieder außerordentlich inspirierend – Vergleichbares hatte ich bis dahin nicht erlebt. Letztlich ist es dann aber natürlich doch so, wie es immer ist: Alles hier Geschriebene geht auf meine Kappe.

Ich habe das Buch kurz und bündig gehalten – kurz genug, um es ganz und in einem Rutsch lesen zu können. Das sollte auch jenen gelingen, die sonst nur Zeit für die Einleitungen finden – in der stillen Hoffnung, dass da bereits so gut wie alles gesagt worden ist. Das ist hier definitiv nicht der Fall.

Stuttgart/Bremen, im März 2011

*Ulrich Dolata*