

Armin Grunwald

# Technikfolgen- abschätzung

Einführung

3. Auflage



**Nomos**  
Bibliothek

## NomosBibliothek

Die Lehrbuchreihe bietet Studierenden der Sozial- und Geisteswissenschaften ausgezeichnete Einführungen in die jeweilige Fachdisziplin. Klar strukturiert und in verständlicher Sprache vermitteln die Bände grundlegende Fachinhalte und fundiertes Expertenwissen. Sie sind ideal geeignet zum Einstieg in das Studium und zur sicheren Prüfungsvorbereitung – ein unentbehrliches Handwerkszeug für alle angehenden Sozial- und Geisteswissenschaftler:innen.

Armin Grunwald

# Technikfolgen- abschätzung

Einführung

3., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage



**Nomos**  
Bibliothek



Onlineversion  
Nomos eLibrary

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

ISBN 978-3-8487-8498-1 (Print)

ISBN 978-3-7489-2877-5 (ePDF)

3., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage 2022

© Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2022. Gesamtverantwortung für Druck und Herstellung bei der Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier.

## Vorwort zur dritten Auflage

Es ist nunmehr 20 Jahre her, dass die Einführung in die Technikfolgenabschätzung in der ersten Auflage erschienen ist, auch die zweite Auflage ist gut zehn Jahre alt. Diese Auflagen sind vergriffen, und es ist Zeit für den nächsten Schritt. Für den Autor ist das Freude wie Verpflichtung zugleich: Freude über das bleibende und wachsende Interesse an der Technikfolgenabschätzung, Verpflichtung zur Modernisierung dieser Einführung.

Das Ziel des Buches ist gleichgeblieben, einen allgemeinen Überblick über die Technikfolgenabschätzung zu geben und Lesern zu erlauben, sich in ihrer Vielfalt zurechtzufinden. Allerdings hat sich in diesem Feld in den 2010er Jahren sehr vieles ereignet, gesellschaftlich und technisch, theoretisch und praktisch. Daher darf die dritte Auflage nicht in einem einfachen Wiederabdruck oder einer bloßen Aktualisierung der Erst- oder Zweitauflage bestehen. Vielmehr mussten weite Teile des Buches neu konzipiert und der Text weitgehend neu geschrieben werden. Zu nennen sind hier beispielsweise neue Entwicklungen zum Umgang mit Zukunftsbildern angesichts visionärer Technikdebatten, erhöhte Mitwirkungsansprüche seitens zivilgesellschaftlicher Bewegungen, neue theoretische Ansätze zum Verständnis der Technikfolgenabschätzung, neue Entwicklungen ihrer Methodik, die wachsende Bedeutung der Technikfolgenabschätzung in der Lehre an Hochschulen, die Krise vieler Demokratien sowie neue, technikübergreifende Praxisfelder wie Digitalisierung oder genetisches Editieren. Die Technikfolgenabschätzung ist auch gut 50 Jahre nach ihrer Entstehung immer noch eine recht junge Forschungs- und Beratungskonzeption, in der sich in wenigen Jahren viel tun kann. Mit der dritten Auflage liegt eine neu konzipierte Version vor, die hoffentlich den wissenschaftlichen wie praktischen Anforderungen der nächsten Jahre auf der Basis des heutigen Standes der Technikfolgenabschätzung gerecht werden kann.

Verändert hat sich auch das publikatorische Umfeld. War die erste Auflage noch relativ alleinstehend, so sind in der Zwischenzeit, auch dank der größeren Bekanntheit der Technikfolgenabschätzung und ihres erweiterten Aktionsradius, eine ganze Reihe von Publikationen erschienen, auf die in dieser Einführung zurückgegriffen werden kann. Hervorzuheben ist das Handbuch Technikfolgenabschätzung (*Technikfolgenabschätzung. Handbuch für Wissenschaft und Praxis*), das vertiefte Einblicke in Geschichte, Konzeptionen, Methoden und Praxisfelder der TA bietet. Dadurch wurde es möglich, die vorliegende Einführung trotz der Themenfülle schlanker zu gestalten. Für weiter- und tiefgehend Interessierte wird immer wieder auf die mittlerweile in gutem Umfang verfügbare Fachliteratur verwiesen.

In der Darstellung der Themen habe ich mich selbstverständlich um ein hohes Maß an Ausgewogenheit bemüht. Trotzdem bleibt vieles zwangsläufig

## Vorwort zur dritten Auflage

---

subjektiv. Auch meine nun gut 30 Jahre dauernde Tätigkeit in der Technikfolgenabschätzung ändert nichts daran, dass Methoden, Beispiele, Themenfelder und Institutionen mir unterschiedlich gut vertraut sind und dass sich diese persönlichen Wahrnehmungen in der vorliegenden Einführung sicher nicht komplett vermeiden ließen. Auch mein disziplinärer Platz in der Philosophie hat sicher Folgen – eine Ingenieurin oder ein Psychologe würden sicher vieles in anderer Akzentuierung darstellen.

Dank zu sagen ist vielen Kolleginnen und Kollegen aus der Technikfolgenabschätzung selbst, aus ihrem wissenschaftlichen Umfeld wie vor allem der Angewandten Ethik und den *Science and Technology Studies* (STS), aber auch aus ihren Adressatenkreisen und Nutzern vom Deutschen Bundestag über viele Kolleginnen und Kollegen in den Technikwissenschaften bis zu Bürgerinnen und Bürgern, die direkt oder indirekt durch Feedback, Fragen und Anregungen zur Technikfolgenabschätzung beigetragen haben. Dies ist in vielfältiger Weise geschehen, auf wissenschaftlichen Konferenzen, in Publikationen, auf Workshops, in kooperativen Projekten, auf Bürgerveranstaltungen, im Netzwerk Technikfolgenabschätzung oder auch in persönlichen Gesprächen einfach so zwischendurch.

Ein besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen im Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und im Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). An dieser Stelle fällt mir nur ein zu wiederholen, was ich in „*Technology Assessment in Practice and Theory*“ geschrieben habe: „It was and still is a pleasure and privilege to chair both these institutions. Maybe this is the best place worldwide to do TA not only in practice but also in theory.“

Weiterhin sei Dank gesagt Frau Sylke Wintzer für die sorgfältige Durchsicht des Manuskripts und für Erstellung und Prüfung des umfangreichen Literaturverzeichnisses sowie dem Nomos Verlag für die kooperative und sorgsame Umsetzung dieses Buchprojekts.

*Armin Grunwald*  
Karlsruhe, im März 2022

# Inhalt

<b>Tabellen- und Abbildungsverzeichnis</b>	11
<b>Verzeichnis der Fokusbeispiele</b>	13
<b>1. Wegweiser durch das Buch</b>	17
1.1 Warum ist Technikfolgenabschätzung entstanden?	17
1.2 Warum und wozu dieses Buch?	19
1.3 Worum geht es? Charakteristika der Technikfolgenabschätzung	21
1.4 Voraussetzungen und Prämissen	24
1.5 Praktische Hinweise	26
<b>2. Erwartungen an die Technikfolgenabschätzung</b>	29
2.1 Technik, Fortschritt und Folgen	29
2.1.1 Technik als erwünschter Fortschritt	29
2.1.2 Nicht intendierte Folgen: Risiken und Nebenwirkungen	33
2.1.3 Anpassungszwänge an Technik	40
2.1.4 Eröffnen versus Verschließen von Optionen	42
2.1.5 Von der Ambivalenz der Technik	45
2.2 Technikkonflikte	46
2.3 Nachhaltige Entwicklung als Verpflichtung	50
2.3.1 Technikgestaltung für nachhaltige Entwicklung	50
2.3.2 Ambivalenzen im Anthropozän	53
2.4 Demokratie und Technokratie	54
2.5 Erwartungen an Technikfolgenabschätzung	57
<b>3. Die Praxis der Technikfolgenabschätzung</b>	61
3.1 Geschichte der Technikfolgenabschätzung	61
3.1.1 Vorläufer und Wegbereiter	61
3.1.2 Die Entstehung der TA am US-amerikanischen Kongress	64
3.1.3 Diversifizierung und Verbreitung	67
3.1.4 Die TA heute: Organisationsformen und Praxisfelder	70
3.2 Technikfolgenabschätzung als Politikberatung:	72
3.2.1 Parlamentarische Technikfolgenabschätzung	72
3.2.2 Beratung von Ministerien und Behörden	75
3.2.3 TA im Gesundheitssystem: <i>Health Technology Assessment</i>	78
3.2.4 Internationale Assessment-Verfahren	80
3.2.5 Wissenschaftliche Herausforderung als zentrale Anforderung	82
3.3 Partizipative Technikfolgenabschätzung	83
3.3.1 Das Entstehen partizipativer TA	83
3.3.2 Demokratietheoretische und praktische Erwartungen	85
3.3.3 Anforderungen und Umsetzung	88
3.3.4 Bilanz und Herausforderungen partizipativer TA	91

3.4	TA in der Technikgestaltung	93
3.4.1	Systemanalytische Technikfolgenabschätzung	93
3.4.2	Wertorientierte Technikgestaltung	95
3.4.3	Constructive Technology Assessment (CTA)	97
3.4.4	Technikgestaltung über Leitbilder und Visionen:	99
3.4.5	Herausforderung: TA zwischen Nähe und Distanz	101
3.5	Nachbarn und Verwandte der TA	102
3.5.1	Technologiefrüherkennung und Vorausschau	103
3.5.2	Innovationsanalysen	105
3.5.3	Produktgestaltung und Produktfolgen	107
3.5.4	Responsible Research and Innovation (RRI)	109
<b>4.</b>	<b>Auf dem Weg zu einer Theorie</b>	<b>113</b>
4.1	Theoriebedarf und Theoriendebatten der TA	113
4.1.1	Von der Praxis zur Theorie	113
4.1.2	Erwartungen an eine Theorie der TA	115
4.1.3	TA-Kontroversen mit Theoriebezügen	116
4.2	Ein theoretischer Rahmen für die TA	119
4.2.1	Das erkenntnisleitende Interesse der TA	119
4.2.2	Konzeptionelle Dimensionen der TA	122
4.2.3	Definition der Technikfolgenabschätzung	126
4.3	Die Objekte der TA – eine kleine Ontologie	128
4.3.1	Technik als Objekt der TA	128
4.3.2	Technikfolgen als Objekte der TA	129
4.3.3	Gesellschaftliche Bedeutung neuer Technik	131
4.4	Erkenntnistheorie der Technikfolgenabschätzung	135
4.4.1	Wissenstypen in der TA	136
4.4.2	Zukunftswissen	138
4.4.3	Hermeneutisches Wissen	144
4.4.4	Soziale Epistemologie	147
4.4.5	Qualitäts- und Erfolgskriterien der TA	150
4.5	Die Normativität der Technikfolgenabschätzung	152
4.5.1	Demokratie	152
4.5.2	Bewertungen	154
4.5.3	Nachhaltige Entwicklung	158
4.6	Die Technikfolgenabschätzung im Wissenschaftssystem	162
<b>5.</b>	<b>Aus der Werkstatt der Technikfolgenabschätzung</b>	<b>167</b>
5.1	TA als Projektforschung	167
5.2	Projektdesign und Assessment	170
5.2.1	Festlegung der Fragestellung	171
5.2.2	Systemgrenzen und Relevanzentscheidungen	172
5.2.3	Pragmatische Methodenwahl	174
5.2.4	Wissensintegration	175



---

5.2.5 Handlungsoptionen	178
5.2.6 Wissenstransfer	180
5.3 Methodenüberblick	182
5.3.1 Antizipation: Zukunftswissen	182
5.3.2 Inklusion: Legitimation	190
5.3.3 Systemwissen: systemanalytische Verfahren	196
5.3.4 Kontextwissen: hermeneutische Verfahren	201
5.4 Methodologische Spannungsfelder	206
5.4.1 Quantitative und qualitative Verfahren	207
5.4.2 Zwischen Kontext und Verallgemeinerung	209
5.4.3 Das <i>Collingridge-Dilemma</i>	211
<b>6. Rückblick auf 50 Jahre Technikfolgenabschätzung</b>	<b>215</b>
6.1 Folgen der Folgenabschätzung	215
6.2 Innovation, Risiko und Vorsorge	219
6.3 Zwischen Technikkritik und Akzeptanzbeschaffung	224
6.4 Zwischen Beobachtung und Intervention	227
6.5 Die TA als Element der reflexiven Modernisierung	230
<b>7. Perspektiven und Ausblick</b>	<b>235</b>
7.1 Adverse Entwicklungen	235
7.2 Die Pandemie-Erfahrung: Vulnerabilität und Resilienz	238
7.3 Individualität und Freiheit	242
7.4 Die TA auf dem Weg zum Hochschulfach	245
7.5 Auf dem Weg zu einer globalen TA	247
7.6 Das visionäre Potenzial der TA	250
<b>Literatur</b>	<b>253</b>
<b>Register</b>	<b>281</b>

## 1. Wegweiser durch das Buch

### Zusammenfassung

Als Einführung in die Technikfolgenabschätzung (TA) beginnt dieses Buch bei der grundlegenden Frage, warum die TA überhaupt entstanden ist (Kap. 1.1). Daraus ergeben sich die wesentlichen Ziele und Motivationen für dieses Buch (Kap. 1.2). Sodann wird auf zumindest vorläufige Weise beschrieben, was unter Technikfolgenabschätzung verstanden wird (Kap. 1.3) und werden grundlegende Voraussetzungen benannt, auf denen die Darstellung der TA in diesem Buch basiert (Kap. 1.4). Die weiteren Kapitel in diesem Buch, in denen sodann dieses Programm entfaltet wird, sind problemorientiert angeordnet: Ausgehend von den Erwartungen an die TA angesichts der Ambivalenzen der Technik und des technischen Fortschritts (Kap. 2) wird die historisch entstandene Beratungspraxis der TA skizziert (Kap. 3). Durch deren Analyse und Reflexion wird induktiv ein übergreifender theoretischer Rahmen erschlossen (Kap. 4), gefolgt von der Beschreibung des dazu passenden Handwerkszeugs und der Methoden (Kap. 5). Im Schlussteil stehen sowohl Reflexionen auf 50 Jahre TA (Kap. 6) wie auch Perspektiven für ihre weitere Entwicklung (Kap. 7) an.

### 1.1 Warum ist Technikfolgenabschätzung entstanden?

Die Technikfolgenabschätzung ist weder eine Erfindung der Wissenschaft noch der Ingenieure.<sup>1</sup> Vielmehr ist sie in Form der parlamentarischen TA von Politikern ins Leben gerufen worden. Einer ihrer Väter war in den 1970er Jahren der legendäre US-amerikanische Senator Edward Kennedy (Kap. 3.1.2). Wenn sich auch in der Zwischenzeit die TA wissenschaftlich ausgerichtet hat, so ist es bei einer engen Orientierung an Bedarf und Nachfrage aus Gesellschaft und Politik geblieben. Wie ist es dazu gekommen?

Kurz gesagt: In der Moderne, verstärkt seit dem Zweiten Weltkrieg und in den letzten Jahrzehnten mit der globalen Umweltkrise und dem ebenso globalen ökonomischen Wettbewerb, ist technischer Fortschritt genauso unausweichlich wie problematisch geworden. *Unausweichlich*, weil Innovation und Wettbewerbsfähigkeit neue Technologien benötigen, so etwa in der Digitalisierung oder in den Biotechnologien, aber auch weil die Wende zu einer nachhaltigeren und klimafreundlichen Gesellschaft mit den heutigen Technologien nicht vorstellbar ist. Technischer Fortschritt ist nötig, um die negativen Folgen der älteren Technik zu überwinden. *Problematisch* ist der ruhelose technische Fortschritt, weil dieser zumeist, wie die Erfahrung zeigt, nicht nur erwünschte, sondern auch nicht intendierte, teils überraschende und oft uner-

1 In diesem Buch wird der generische Plural als genderneutrale Bezeichnung verstanden, also alle Geschlechter einschließlich. Ingenieure beispielsweise sind in diesem Sinne Menschen mit Ingenieurberuf.

### 3. Die Praxis der Technikfolgenabschätzung

---

zur Nanotechnologie (Paschen et al. 2004), zur Veränderung politischer Kommunikation durch das Internet (Grunwald et al. 2006), zum Gendoping (Gerlinger et al. 2008), zu den Folgen eines längerfristigen Blackouts der Stromversorgung (Petermann et al. 2011), zu Medikamenten für Afrika und Maßnahmen zur Verbesserung der gesundheitlichen Situation (Gerlinger 2013), zum *Climate Engineering* (Caviezel/Revermann 2014), zu elektronischen Medien und Suchtverhalten (Gerlinger 2015), zur Synthetischen Biologie (Sauter et al. 2015), zur Pflegerobotik (Kehl 2018), zur Bilanz der Sommerzeit (Caviezel/Revermann 2020), zur Zukunft der Arbeitswelt in der Digitalisierung (Börner et al. 2018), zum genetischen Editieren (Albrecht et al. 2021), zur Digitalisierung der Landwirtschaft (Meyer et al. 2021) und zur Resilienzsteigerung von Entscheidungsstrukturen anlässlich der Corona-Pandemie (laufend). Sämtliche abgeschlossenen Berichte sind über die Webseite des TAB im Volltext abrufbar.

Das niederländische *Rathenau Institut* wurde 1986 als *The Netherlands Office of Technology Assessment* (NOTA) gegründet (vgl. van Est/van Eijndhoven 1999). Es war von Anfang an nicht nur von Frühwarnung und Früherkennung zum Zwecke der Entscheidungsvorbereitung, sondern ebenfalls vom Ziel einer breiten gesellschaftlichen Diskussion über Technik und ihre Folgen getragen. Dabei wird TA nicht als einzelnes Ereignis im Sinne einer Studie mit definierter Problematik und bestimmter Methodik verstanden, sondern als ein andauernder Prozess (vgl. van Eijndhoven 1997), der in seinen verschiedenen Phasen sowohl wissenschaftlich-analytische als auch kommunikative Elemente beinhaltet. Dementsprechend bereitet das Rathenau-Institut seine Erkenntnisse für Parlamentarier, Interessenvertreter und die Öffentlichkeit auf. Es versteht sich als „an integral part of the wider process of social negotiation around science and technology“ (van Est/van Eijndhoven 1999: 428). Dazu greift das Rathenau-Institut auf Methoden der Partizipation (Kap. 3.3) zurück, um die Öffentlichkeit mit neuen Herausforderungen aus Wissenschaft und Technik zu konfrontieren, Bewusstsein für neue Probleme zu schaffen und den Dialog mit Bürgern zu suchen. Die verwendeten Methoden umfassen auch die künstlerische Verarbeitung von Technikfolgenproblemen und den Einsatz massenmedialer Techniken.

**Fokus 3–10: TA in den USA nach dem Ende des OTA** In den USA fehlte nach der Schließung des OTA im Jahre 1995 eine unabhängige wissenschaftliche Beratungskapazität für den Kongress. Teile der Aufgaben des OTA werden seit etwa 2010, verstärkt seit 2019 vom *General Accountability Office* (GAO) des Kongresses übernommen, freilich mit gegenüber dem OTA verminderter Reichweite und Sichtbarkeit: „As part of GAO’s expanding capacity, we launched a Science, Technology Assessment, and Analytics team in January 2019. The team is focused on helping Congress understand and address several critical trends that will profoundly affect the nation“ ([www.gao.gov/science-technology](http://www.gao.gov/science-technology)). Inhaltliche Schwerpunkte dieser Einheit sind Digitaltechnologien, insbesondere künstliche Intelligenz und Gehirn-Computer-Schnittstellen, genetisches Editieren, Gesundheitstechnologien und Militärtechnik.

Traditionell ist parlamentarische TA an den nationalen Politiktraditionen und Kulturen orientiert, bis hin zur Verwendung der jeweiligen Landessprache, was die grenzüberschreitende Kooperation erschwert. Zur europäischen Vernetzung der parlamentarischen TA-Einrichtungen wurde 1990 das *European Parliamentary Technology Assessment Network* (EPTA, [www.eptanetwork.org](http://www.eptanetwork.org)) gegründet. Zu den Gründungsmitgliedern gehören das britische *Parliamentary Office of Science and Technology* (POST), das TAB, das Rathenau-Institut, das *Danish Board of Technology* (DBT) das französische *Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques* (OPECST) und das STOA (Fokus 3–8). Gegenwärtig umfasst das EPTA dreizehn Vollmitglieder und zwölf assoziierte Mitglieder. Letztere verfügen entweder über eine nur lockere Parlamentsanbindung oder stammen aus außereuropäischen Ländern. So ist z.B. das GAO (Fokus 3–10) assoziiertes EPTA-Mitglied wie auch parlamentarische Einrichtungen in Südkorea, Russland, Japan, Chile und Mexiko.

Das EPTA wird vom EPTA-Council geleitet, das von den Leitern der TA-Einrichtungen und den parlamentarischen Verantwortlichen gebildet wird. Die herausragende Aktivität ist eine jährliche Konferenz, die von der TA-Einrichtung im Sitzland der jeweiligen Präsidentschaft ausgerichtet wird. Sie dient dem europäischen und internationalen Austausch über aktuelle TA-Themen, insbesondere mit Parlamentariern aus unterschiedlichen Ländern. Über das Fachportal *openTA* ([www.openta.net/](http://www.openta.net/)) kann recherchiert werden, was zu einem bestimmten Thema von EPTA-Mitgliedern erarbeitet worden ist. Im Rahmen des Projekts PACITA (vgl. PACITA 2012) arbeiteten parlamentarische TA-Einrichtungen mit Instituten aus Nicht-EPTA-Ländern zusammen, um die Gründung weiterer parlamentarischer Einrichtungen der TA zu befördern. Seitdem sind Portugal, Spanien, Litauen und Wallonien EPTA-Mitglieder geworden.

### 3.2.2 Beratung von Ministerien und Behörden

Wissenschaftliche Beratung von Regierungen, Ministerien und nachgeordneten Behörden gehört zum Standard in modernen politischen Administrationen (vgl. Weingart/Lentsch 2008). Sie ist in vielfältigen Formen realisiert, von Beiräten über Expertengruppen und Aufträge an wissenschaftliche Akademien bis hin zu beratungsorientierten Forschungsprojekten. Die TA ist hier, anders als im parlamentarischen Bereich, nur eine Form unter vielen (vgl. Heyen/Lindner 2021). So haben die Bundesministerien vielfach eigene Forschungsprogramme, teils über die zugeordnete Ressortforschung wie etwa das Umweltbundesamt oder das Robert-Koch-Institut, und wissenschaftliche Beiräte für unterschiedliche Aufgaben. Die Bundesregierung wird beispielsweise vom Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) und dem Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) beraten. Technikfolgenfragen kommen hierbei immer wieder zur Sprache, vor allem im Kontext des

### 3. Die Praxis der Technikfolgenabschätzung

---

Klimawandels und seiner in Techniknutzung wurzelnden Ursachen und möglichen technisch basierten Gegenstrategien, jüngst auch zur Digitalisierung (vgl. WBGU 2019). Der Deutsche Ethikrat berät sowohl Bundesregierung als auch Bundestag zu übergreifenden ethischen Fragen (Fokus 3–11).

**Fokus 3–11: Der Deutsche Ethikrat als Beratungsgremium** Der Deutsche Ethikrat (DER) wurde 2008 als Nachfolger des im Jahr 2001 eingerichteten Nationalen Ethikrates gegründet. Sowohl Bundesregierung als auch Bundestag können den Ethikrat beauftragen, meist wählt er seine Themen jedoch selbst. In den letzten Jahren wurden u.a. die Themen Intersexualität, Präimplantationsdiagnostik, Gendiagnostik, Patientenwohl und Big Data bearbeitet. Zurzeit ist der Umgang mit der Corona-Pandemie ein Dauerthema in unterschiedlichen Ausprägungen, z.B. in Bezug auf eine Impfpflicht (vgl. Ethikrat 2021) und das Lernen aus dieser Pandemie für die Zukunft (vgl. Ethikrat 2022). Dadurch ist der Rat einer größeren Öffentlichkeit bekanntgeworden. Die Nähe seiner Themen zur TA ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Thematische Überschneidungen bestehen vor allem zu bio-, gen- und medizintechnischen Fragen sowie zum Umgang mit der Digitalisierung. Im Jahre 2022 soll eine Stellungnahme zur künstlichen Intelligenz veröffentlicht werden.

Wissenschafts- und Technikfolgen werden häufig in Form von Begleitforschung zu laufenden wissenschaftlich-technischen Forschungsprogrammen untersucht, um Bundesministerien oder Behörden über gesellschaftliche Folgen und Implikationen von Wissenschaft und Technik zu informieren. „Unter Begleitforschung sind alle gesellschaftlich geforderten Forschungsaktivitäten zu verstehen, die nicht der unmittelbaren Technologieentwicklung dienen sollen“ (Fiedeler/Nentwich 2009: 94). Damit ist sie nicht TA im engeren Sinne, zeigt aber deutliche Überschneidungen mit ihr. Üblicherweise werden unterschieden:

(1) Forschung zu EHS-Themen (*environment, health, safety*), also betreffend Umwelt, Gesundheit, Sicherheit, etwa durch human- und ökotoxikologische Studien und damit vorwiegend naturwissenschaftlich und medizinisch ausgerichtet. Ein Beispiel ist arbeitsmedizinische Forschung zu Nanopartikeln, sobald am Arbeitsplatz Nanomaterialien eingesetzt werden oder ihr Einsatz bevorsteht.

(2) Forschungen zu ELSI-Themen (*ethical, legal, social implications*), also zu ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Aspekten bzw. Folgen. Diese reichen von ethischen Reflexionen und Regulierungsfragen bis hin zu Marktpotenzialanalysen und Innovationsstrategien. Beispielsweise können ethische Fragestellungen individualisierter Medizin in Kooperation mit medizinischer Forschung in diesem Feld durchgeführt werden.

(3) Untersuchungen der Risikowahrnehmung und Risikokommunikation durch kommunikationswissenschaftliche, soziologische oder politikwissenschaftliche Forschung (vgl. Renn et al. 2008).

Begleitforschung findet in der Regel parallel bzw. zeitlich etwas nachgelagert zur Technikentwicklung statt, die sie begleiten soll und aus der sie ihren Gegenstand und die Fragestellung bezieht. Sie kann einerseits direkt mit einem konkreten naturwissenschaftlichen oder technologischen Projekt verknüpft sein bzw. sogar als ein Teilprojekt eines solchen stattfinden, oft dann in direkter Kooperation mit der technischen Entwicklung (Fokus 3–12). Sie kann aber auch unabhängig von konkreten Forschungs- und Entwicklungsprojekten sein und die Forschung eher indirekt begleiten.

**Fokus 3–12: Ethische Folgenbetrachtung im Laborkontext** Im Rahmen einiger EU-Projekte wurden enge Formen der Begleitforschung erprobt, in dem z.B. nanotechnologische Forschung mit ethischer Reflexion direkt als *ethical parallel research* verbunden wurde, wie es im *Real Time Technology Assessment* (Guston/Sarewitz 2002) als enge Verbindung von Technikentwicklung und Begleitforschung vorgesehen ist. Allerdings haben sich Hoffnungen, dass auf diese Weise Ergebnisse ethischer Reflexion direkt ihren Weg in die Labors und in die technischen Produkte finden und dort unmittelbar technikgestaltend wirken, nicht realisiert. Die ethischen Fragestellungen waren zu weit von den Interessen und Herausforderungen im Labor entfernt, sodass es kaum zu kooperativer Forschung kam. Diese Erfahrungen weisen auf das Problem hin, den richtigen Zeitpunkt für TA zwischen zu früh und zu spät zu finden (Collingridge-Dilemma, vgl. Kap. 5.4.3).

Ein wichtiger Akteur in der deutschen TA-Landschaft ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Es bedient sich seit den 1980er Jahren teils explizit, teils implizit, der TA zur Beratung seiner Forschungs- und Förderpolitik. Dies geschieht vor allem durch TA- oder ELSI-Fragestellungen in Ausschreibungen von Forschungsprogrammen, z.B. zur Nanotechnologie, zur Synthetischen Biologie oder zur künstlichen Intelligenz. In Bezug auf nachhaltige Entwicklung ist das FONA-Programm einschlägig (Fokus 3–13). Andere Themen haben einen eher lockeren TA-Bezug wie Untersuchungen zur Innovationsforschung, zur Gestaltung des Innovationsstandorts Deutschland oder zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Weitere Beratungsprojekte sind methodisch und von ihren Zielen her eher dem *Technology Foresight* zuzurechnen, dessen Abgrenzung zur TA freilich oft schwerfällt (Kap. 3.5.1).

Das BMBF hat sich weiterhin durch Anschubfinanzierungen neuer TA-Institutionen engagiert. So wurde 1996 die Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlicher Entwicklungen GmbH in Bad Neuenahr-Ahrweiler im Zusammenwirken mit dem Land Rheinland-Pfalz und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt gegründet. Die Akademie hat mit der Rationalen Technikfolgenbeurteilung ein eigenes TA-Konzept entwickelt und praktiziert (vgl. Grunwald 1999a). Ebenfalls vom BMBF wurde das *Institut for Advanced Sustainability Studies* (IASS) in Potsdam mit Klaus Töpfer, dem ersten Umweltminister in Deutschland und danach Leiter des UN-Umweltprogramms UNEP, als Gründungsdirektor ins Leben gerufen. Zurzeit ist die

## 4. Auf dem Weg zu einer Theorie

---

### 4.3 Die Objekte der TA – eine kleine Ontologie

Die TA benötigt wie andere Forschungsfelder auch Gegenstände zur Untersuchung und Bewertung. Ausgehend von dem aufgespannten theoretischen Rahmen lässt sich das Bild der TA weiter schärfen. Als mögliche Gegenstände der TA werden Technik (4.3.1), Technikfolgen (4.3.2) und die gesellschaftliche Bedeutung neuer Technologien (4.3.3) in den Blick genommen.

#### 4.3.1 Technik als Objekt der TA

Ausgehend vom ursprünglichen Begriff des *Technology Assessment* oder auch ihrer teils verwendeten Bezeichnung als Technikbewertung (Kap. 3.4.2) liegt es nahe, Technik selbst als Gegenstand der TA anzusehen. Denn Technikbewertung ist dem Wortsinn nach die Bewertung *von Technik*. Diese Deutung führt jedoch in die Irre.

Denn erstens, und dies ist das zentrale Argument, geht es in der TA nicht um fassbare Technik mit ihren Eigenschaften und Potenzialen, Nutzungs- und Missbrauchsmöglichkeiten, sondern um zukünftige, also *nichtexistierende* Technik mit ebenso zukünftigen und damit nichtexistierenden Anwendungen. Wenn die Technik bereits existieren würde, wäre der Beratungsauftrag der TA weitgehend obsolet und die Dimension der Antizipation weitgehend leer.<sup>2</sup> Üblicherweise betrachtet die TA Technik im Stadium des Entwurfs in Forschung und Entwicklung, teils gar in Form von Visionen: und Utopien, deren Realisierbarkeit meist völlig offen ist. Oft sind die technischen Eigenschaften dieser zukünftigen Technologien nicht oder nicht gut bekannt (Fokus 2–19), weniger noch darauf aufbauende Innovationen oder Produkte. Gegenstand der TA ist also nicht Technik, sondern sind Vorstellungen einer zukünftigen Technik mit Vorstellungen zukünftiger Anwendungen. Die Technik selbst ist ein *absent object* (Grunwald 2019a), das sich nur im Gewand von Zukunftserzählungen unterschiedlichster Art von konkreten Planungen bis zu teils spekulativen Visionen: zeigt.

Zweitens ist Technik *als solche*, d.h. mit ihren technischen Eigenschaften, noch kein Thema für die TA, sondern interessiert Ingenieure und Innovationsmanager, z.B. für neue Produktionsverfahren. Erwartungen an die TA und ihre Themen (Kap. 2) betreffen nicht diese technische oder betriebliche Ebene, sondern zukünftige Wechselwirkungen von Technik mit Menschen, Umwelt und Gesellschaft, etwa wenn es um Nachhaltigkeit oder Automatisierungsfolgen für den Arbeitsmarkt geht. Objekt der TA ist nicht also auch nicht einfach zukünftige Technik, sondern sind ihre zukünftig möglichen *Wechselwirkungen*

---

2 Sicher befasst sich TA auch mit existierender Technik und deren Folgen, so etwa im Umgang mit hoch radioaktiven Abfällen. Aber auch hier geht es um Zukünftiges, z.B. die sichere Endlagerung dieser Abfälle, wozu bislang nichtexistierende Technologien wie über Jahrhunderte unter schwierigen Bedingungen stabile Behälter benötigt werden.

mit gesellschaftlichen Bereichen, z.B. über Infrastrukturen der Energieversorgung oder in der Pflegerobotik.

Drittens greift die übliche Bestimmung von Technik als Objekt menschlicher Nutzung nicht mehr ohne Weiteres. Das Verhältnis von Subjekt und Objekt mit dem Verhältnis von Mensch und Technik gleichzusetzen, passt in der Moderne oft nicht mehr (vgl. Latour 1987; Hubig 2006). So steht das Internet den Menschen nicht in dem Sinne als Objekt gegenüber wie eine Waschmaschine oder ein Computer. Noch weitergehend, übernimmt autonome Technik zusehends Funktionen, die traditionell menschlichen Subjekten vorbehalten waren, z.B. als ADM-Systeme (*automated decision-making*), die Entscheidungen treffen, in denen die Menschen zu Objekten werden. Neue Konfigurationen zwischen Mensch und Technik entstehen (vgl. Heßler/Liggieri 2020). Daher darf die TA ihren Blick nicht auf Technik als Objekt beschränken.

Schließlich ist viertens zu beachten, dass Technik zusehends verwissenschaftlicht wird, womit also auch die Wissenschaft in den Gegenstandsbereich der TA gerät. Dies gilt insbesondere bei visionären Entwicklungen, beispielsweise der Robotik, der Synthetischen Biologie oder im *Human Enhancement*. Diese werden als *technosciences* bezeichnet (vgl. Asdal et al. 2007; Ihde 2003; Nordmann 2010), um der zunehmenden Auflösung der traditionellen Grenze zwischen erkenntnisorientierter Wissenschaft und anwendungsinteressierter Technik Rechnung zu tragen. In dieser Hinsicht ist Technik als Gegenstand der TA zu eng ge-griffen.

Diese vier Argumente zeigen auf unterschiedliche Weise, dass die Rede von Technik als Objekt der TA verkürzt ist und irreführend sein kann. Statt um Technik als solche geht es, abstrakt gesprochen, um Vorstellungen der Wechselwirkungen einer zukünftigen, häufig verwissenschaftlichten Technik mit einer zukünftigen Gesellschaft. Technik ist der Referenzrahmen für die TA, nicht aber ihr genuiner Gegenstandsbereich.

### 4.3.2 Technikfolgen als Objekte der TA

Der nächste Kandidat als Objekt der TA sind Technikfolgen. In der deutschen Fassung scheint dies evident: Technikfolgenabschätzung bedeutet doch offensichtlich, Technikfolgen abzuschätzen, so der übliche Sprachgebrauch. In den entsprechenden Debatten werden verschiedene Begriffspaare verwendet, teils synonym, teils in unklaren Abgrenzungen voneinander, obwohl ihnen unterschiedliche Unterscheidungsmerkmale zugrunde liegen (vgl. Gloede 2007):

- *Intendierte versus nicht intendierte Folgen*: Das Unterscheidungsmerkmal besteht darin, ob die Folgen der Technik die Intentionen von Handelnden und Entscheidern treffen oder nicht beabsichtigt sind (Kap. 2.1.2).



#### 4. Auf dem Weg zu einer Theorie

---

- *Erwünschte versus nicht erwünschte Folgen*: Die Unterscheidungsabsicht richtet sich auf die Bewertung der Folgen relativ zu Kriterien der Erwünschtheit.
- *Vorhersehbare versus unvorhersehbare Folgen*: Diese Unterscheidung zielt auf das Ausmaß der frühen Erkennbarkeit und Erkennung der Folgen.
- *Haupt- versus Nebenfolgen*: Das Unterscheidungsmerkmal ist hier die Bedeutung bzw. Gewichtung der Folgen für bestimmte Personen oder Gruppen.

Diese Unterscheidungen sind unabhängig voneinander. Erwünschte oder nicht erwünschte Folgen beispielsweise können vorhersehbar oder unvorhersehbar, intendiert oder nicht intendiert, Haupt- oder Nebenfolge sein (Fokus 4–3). Ihr Gesamtspektrum bildet ein pragmatisches Schema zur Kartierung von Technikfolgen und ihrer Wahrnehmung (vgl. Decker 2021), geeignet z.B. um in partizipativen TA-Verfahren unterschiedliche Perspektiven herauszuarbeiten. Und dennoch sind auch Technikfolgen nicht das unmittelbare Objekt der TA. Im Grundsatz treffen die beiden ersten für Technik als Objekt der TA genannten Argumente hier ebenfalls zu.

**Fokus 4–3: Haupt- und Nebenfolgen des Ozonlochs** In den 1980er Jahren wurde das Ozonloch vieldiskutiert, heute ist es weitgehend in Vergessenheit geraten (Fokus 2–4). Die Anreicherung von FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffen) in der oberen Atmosphäre hatte zur Folge, dass das dortige Ozon, der natürliche Schutzschild gegen ultraviolette Strahlung der Sonne, abgebaut wurde. Damit stiegen die Hautkrebsraten auf der südlichen Erdhalbkugel, besonders in Australien sichtlich an. Diese Folgen waren für alle Akteure unerwünscht und nicht intendiert. Allerdings war der Hautkrebs für Krebsserkrankte die klare Hauptfolge, für die Chemische Industrie als Erzeuger der FCKW, etwa für die Nutzung in Kühlschränken und Klimaanlage, dagegen Nebenfolge. Diese Folgen waren über Jahrzehnte unvorhergesehen und wären wahrscheinlich auch durch frühere Forschung unvorhersehbar gewesen. Im Montreal-Abkommen, einem der Meilensteine globaler Umweltpolitik, wurde 1982 beschlossen, die FCKW als Verursacher aus dem Verkehr zu ziehen.

Denn erstens existieren die in der TA betrachteten Technikfolgen genauso wenig wie die Technik selbst. Die TA befasst sich mit Technikfolgen, die es nicht gibt, anderenfalls käme sie mit Beratungs- und Gestaltungsauftrag zu spät. Es geht um *zukünftige* Technikfolgen in der Dimension der Antizipation. Zukünftige Folgen existieren jedoch nicht wie Objekte der Gegenwart, die man z.B. unter ein Mikroskop legen könnte (Fokus 4–4):

**Fokus 4–4: Die Zukunft existiert gar nicht** Der spätantike Philosoph und Kirchenlehrer Augustinus hat bemerkenswerte Einsichten über Zeitverhältnisse aufgeschrieben: „Das ist nun wohl klar und einleuchtend, daß weder das Zukünftige noch das Vergangene ist. Eigentlich kann man gar nicht sagen: Es gibt drei Zeiten, die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft [...]. Gegenwärtig ist hinsichtlich des Vergangenen die Erinnerung, gegenwärtig hinsichtlich der Gegenwart die Anschauung und gegenwärtig hinsichtlich der Zukunft die Erwartung“ (Augustinus

397; 1888, XI, 20). Danach kann nur in der Gegenwart etwas konkret beobachtet werden. Zukunftsaussagen sind nichts weiter als gegenwärtige *Erwartungen* an das in der Zukunft, was mit mehr oder weniger Evidenz kommen kann (vgl. Grunwald 2012). Auch zukünftige Technikfolgen existieren heute nur als unsere gegenwärtigen Erwartungen (vgl. van Lente 1993), ob sie nun das Ergebnis datenbasierter Modellsimulationen oder visionäre Narrative sind.

Es sind also nicht die Technikfolgen selbst die Objekte der TA, sondern die *Erwartungen* möglicher Technikfolgen.<sup>3</sup> Die in der TA, z.B. in einer Szenario-studie zur Energiewende für ein Ministerium, untersuchten Technikfolgen selbst sind genauso *absent objects* wie die zukünftige Technik. Das Wort Technikfolgen ist also metaphorisch zu verstehen: Es kürzt den dahinterstehenden, komplexeren Sachverhalt ab, ohne dass man sich dessen dauernd bewusst sein muss.

Zweitens sind Technikfolgen mehr als die Folgen von Technik, auch hier ist der Wortsinn irreführend. Vielmehr setzen sie sich, wie an vielen Beispielen in Kap. 3 zu entnehmen ist, aus technischen Anteilen, etwa dem Energieverbrauch und Emissionsspektrum von Maschinen, und sozialen Anteilen, vor allem der menschlichen Nutzungsweise und -intensität zusammen (Kap. 2.1.5). Besonders deutlich wird dies in den bekannten *Rebound*-Effekten: Während in vielen Technikfeldern durch den technischen Fortschritt erhebliche Effizienzgewinne für Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit erzielt wurden, schlagen diese sich oft nicht in verbesserten Umweltbilanzen nieder (Fokus 2–17). Oft werden technische Gewinne durch steigenden Konsum, höhere Komfortansprüche und mehr Luxus konterkariert (vgl. Sorrell 2007).

Technikfolgen wörtlich verstanden sind also nicht die Objekte der TA. Um Technikfolgen geht es in der TA im Sinne *gegenwärtiger Erwartungen* an bzw. *Befürchtungen von* Folgen im Zusammenhang mit Technik und ihren Wechselwirkungen mit der Gesellschaft.

### 4.3.3 Gesellschaftliche Bedeutung neuer Technik

Um den Blick auf TA in dieser Richtung weiter zu schärfen sei, motiviert durch das zweite Argument in 4.3.1, die Frage gestellt, wann und warum Technik zu einem Thema für die TA wird. Was am technischen Fortschritt motiviert TA und produziert damit Objekte für ihre Forschung und Bewertung? Ein großer Teil der technischen Entwicklung findet in den Entwicklungsabteilungen der Unternehmen statt und bezieht sich auf Verbesserungen von Materialien, Prozessen und Software etc., häufig für betriebliche Abläufe. Niemand käme auf die Idee, in diesem *business as usual* nach einer gesellschaftlichen Debatte und umfassender TA zu rufen, sondern diese vielen

3 Diese Sicht auf Zukunft hat weitreichende Implikationen für das Verständnis der Dimension der Antizipation und das Zukunftswissen der TA (vgl. Kap. 4.4.2 und 4.4.3).

## 6. Rückblick auf 50 Jahre Technikfolgenabschätzung

### Zusammenfassung

Die Technikfolgenabschätzung ist zwar jung im Verhältnis zu den klassischen wissenschaftlichen Disziplinen, aber nicht mehr neu. Im Laufe ihrer 50-jährigen Geschichte, seit Gründung des OTA gezählt, wurden vielfältige Ansätze erprobt und Erfahrungen gemacht, Methoden entwickelt und angewendet, Erfolge verbucht und Misserfolge erlebt. Rückblick und Bilanzierung zielen zunächst auf die Frage, ob TA überhaupt etwas bewirkt habe (6.1), sodann auf den Umgang der TA mit der latenten Spannung zwischen Innovation, Risiko und Vorsorge (6.2) und das damit verwandte, immer wieder gespannte Verhältnis von kritischem Denken und Akzeptanzbeschaffung (6.3). Weitere Themen sind die Spannung zwischen distanzierter Beobachtung und engagierter Intervention der TA (6.4) sowie die Einordnung der TA in die Theorie reflexiver Modernisierung (6.5).

### 6.1 Folgen der Folgenabschätzung

Die TA zielt als problemorientierte Forschung und *post-normal science* (Kap. 4.6) auf praktische Relevanz und *Impact*. Sie wird immer wieder mit hohen Erwartungen versehen, vielleicht geradezu überfrachtet (Kap. 2), so vor allem für einen reflektierten Umgang mit nicht intendierten Folgen, für demokratischere Technikgestaltung und für nachhaltige Entwicklung. Nach 50 Jahren Geschichte der TA liegt die Frage nahe: hat sie überhaupt etwas bewirkt, sind ihre Folgen relevant für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft und wie verhalten sich ihre *Impacts* zu den Erwartungen (Kap. 2)?

Die Grundsatzzweifel früherer Zeiten, dass die TA bloß folgenlose Folgenforschung sei (vgl. Klumpp 1996), sind wohl verstummt. Zu sehr ist die TA bzw. sind ihre Nachbarn wie das RRI (Kap. 3.5.4) in die *Technology Governance* eingezogen, jedenfalls im politischen und öffentlichen Bereich (vgl. Aichholzer et al. 2010). Das Folgendenken, der Blick auch auf nicht intendierte Folgen, die Präsenz ethischer Fragen in Technikkontroversen, die partizipative Ausrichtung, die Klima- und Klimafolgendebatte und vieles TA-ähnliche mehr gehört heute zu politischen und öffentlichen Technikdebatten. TA-artige Denkweisen sind in die Gesellschaft an vielen Stellen hineindiffundiert oder aus anderen Quellen dorthin gelangt. Dies ist üblicherweise nicht TA und erfüllt sicher nicht die Gesamtheit ihrer Qualitätsvorstellungen (Kap. 4.4.5). Aber es zeigt, dass die TA nicht nur durch die behandelten Themen, sondern in der Art und Weise ihrer Behandlung in Resonanz mit gesellschaftlichen Debatten steht.

Freilich bedeutet das nicht, dass jedes TA-Projekt reale Folgen hat und dass jede TA-Institution den Erwartungen gerecht wird (s.u.). Zweifelnde Stimmen sind nicht verstummt. Sie richten sich allerdings weniger auf die Wirkungen

## 6. Rückblick auf 50 Jahre Technikfolgenabschätzung

---

konkreter TA, sondern betreffen meist die großen Fragen der Gestaltung und Gestaltbarkeit des wissenschaftlich-technischen Fortschritts:

- Der Technikdeterminismus, *das* Gegenbild zum Gestaltungsideal der TA, sei nach wie vor faktisch weithin anerkannt, häufig verbunden mit einem Fatalismus hinsichtlich der Anpassungsnotwendigkeit an Technik. Das emanzipatorische, abwägende und gestaltende Denken in Alternativen habe es in einer zusehends komplexen Welt (vgl. Bechmann et al. 2007), in der der Wunsch nach einfachen Lösungen immer stärker wird, zusehends schwer.
- Die Fokussierung auf Technik, bei auftretenden Problemen reflexartig nach technischen Lösungen zu suchen und zu diesem Zweck nicht intendierte Folgen auszublenden, sei nach wie vor stark verbreitet. Gelegentlich werde zwar über soziale Innovation gesprochen, sie friste jedoch ein bloßes Nischendasein. Nicht einmal eine stärkere Bedarfsorientierung der Technik, von der TA seit Jahrzehnten in Absetzung vom verbreiteten *technology push* gefordert, habe sich in größerem Umfang durchsetzen können.
- Angesichts der Dynamik der technischen Entwicklung, zurzeit vor allem der Digitalisierung und der Macht z.B. der Datenkonzerne des *Silicon Valley* (vgl. Rolf 2014), sei die TA zahnlos, letztlich ohne Einfluss (vgl. Ropohl 1995). Gegenbewegungen zu dieser Dynamik wie Forderungen nach Entschleunigung und Resonanz (vgl. Rosa 2016) seien romantische Begleitmusik und änderten nichts an der Wucht der techno-ökonomischen Prozesse.
- Die TA sei, wenn sie sehr früh aus Sorge einsetzt, zu spät zu kommen, in Gefahr, zu *mere conversation* (vgl. Macnaghten et al. 2010; Fokus 5–19), zum Begleitgeräusch der realen Entwicklungen zu degenerieren. Hier winkt das Collingridge-Dilemma (Kap. 5.4.3).
- Die Demokratisierung der Technik sei zwar nicht gescheitert, aber ständig von neuer Technokratie bedroht, z.B. durch Verlagerung von Entscheidungskompetenz in Expertenkommissionen (vgl. Radtke/Drewing 2020) oder in Modelle, Daten und Algorithmen.
- Beiträge der TA zur Nachhaltigkeit würden bestenfalls die Symptome nicht intendierter Umweltfolgen lindern, statt die Ursachen anzupacken.
- Die TA als Politik- und Gesellschaftsberatung richte sich an den falschen Adressaten (Ropohl 1996). Da Technik in der Wirtschaft gestaltet wird, müsse diese ihr primärer Adressat sein (vgl. Malanowski et al. 2003).

Hinter diesen Zweifeln verbergen sich teils große gesellschaftliche Fragen, deren Bewältigung von der TA alleine nicht zu leisten ist. Beispielsweise kann und soll die TA ihre Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung leisten (Kap. 4.5.3), kann aber nicht die erforderliche gesellschaftliche Transformation im Großen (vgl. WBGU 2011) betreiben. Ebenso kann sie weder reale Macht-

verhältnisse außer Kraft setzen, die einer demokratischen Technikgestaltung entgegenstehen, noch verbreitete Überzeugungen wie Technikdeterminismus oder Technikgläubigkeit einfach umkehren. Die TA kann und soll zur Demokratisierung von Technikentscheidungen beitragen und sie tut dies auch. Sie schafft mehr Transparenz, macht auf mögliche Demokratiedefizite aufmerksam, setzt auf Inklusion und Partizipation und fördert die Einbettung von Technik in eine demokratische Gesellschaft. Sie kann aber nicht grundsätzliche Demokratiedefizite der Gesellschaft beheben. Dennoch muss sich die TA kritische Fragen stellen, ob sie zu diesen Herausforderungen gut genug aufgestellt ist, methodisch wie konzeptionell.

Dies betrifft auch ihre zentrale Ausgangserkenntnis: die Ambivalenz der Technik (Kap. 2.1.5). Sicher ist diese Erkenntnis in vielen Bereichen angekommen, so etwa in Bezug auf Umweltfragen, den Klimawandel und in vielen Technikdiskussionen in Medien, Politik und Öffentlichkeit, in denen die Rede von pro und kontra recht gut etabliert ist. Dennoch ist die Technikgläubigkeit weiterhin mächtig. Ihre Extreme sind quasi-religiöse Erlösungsfantasien im Zusammenhang mit *Human Enhancement* und digitalen Technologien (vgl. Coenen/Grunwald 2022), die zwar in eher kleinen aber einflussreichen und insbesondere in den USA auch prominenten trans- und posthumanistischen Kreisen verbreitet sind. Aber auch im alltäglichen Denken ist die Technikfixierung weiterhin mächtig. Das Denken in Alternativen beschränkt sich meist auf *technische* Alternativen, oft auch innerhalb der TA, also unter der impliziten Vormeinung, dass die Problemlösung eine technische sein solle. Es bleibt vermutlich eine Daueraufgabe der TA, die Diagnose der Ambivalenz der Technik weiter zu entfalten und zu kommunizieren.

In den Praxisfeldern der TA sind die Wirkungen unterschiedlich und lassen sich unterschiedlich gut erkennen. Im politikberatenden Bereich (Kap. 3.2), so etwa am Deutschen Bundestag oder für Ministerien, kann die Wirkungsgeschichte von Projekten und Studien Fall für Fall nachverfolgt werden. Die Ergebnisse sind unterschiedlich (Fokus 6–1), zeigen jedoch durch anekdotische Evidenz, dass zwar nicht immer, aber immer wieder beachtenswerte Wirkungen hervorgerufen werden.

**Fokus 6–1: Die Wirkung der TA am Deutschen Bundestag** Im Rahmen zweier Evaluierungen durch den Forschungsausschuss des Deutschen Bundestages wurde die Wirkung des TAB im Parlament untersucht (Ausschuss 2002; Ausschuss 2010). Danach ergibt sich ein differenziertes Bild. Die Ergebnisse von TAB-Studien führen teils zu direkten Bundestagsbeschlüssen, teils finden sie Eingang in parlamentarische Beschlussvorlagen, teils bilden sie die thematische Grundlage für Plenardebatten, und teils wirken sie sich eher indirekt auf parlamentarische Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse aus. Es kommt auch immer wieder vor, dass bestimmte Studien fort keine weiteren Wirkungen haben, wenn z.B. nach einer Bundestagswahl andere Themen auf der Tagesordnung stehen. Über das Parlament hinaus werden die Berichte in der Exekutive (Ministerien), der

## 6. Rückblick auf 50 Jahre Technikfolgenabschätzung

---

Wissenschaft und in der Öffentlichkeit rezipiert. Einige haben hohe öffentliche Sichtbarkeit gewonnen, so die Gendoping-Studie (Gerlinger et al. 2008), die Black-out-Studie (Petermann et al. 2011) und das Projekt zur Pflegerobotik (Kehl 2018). Manche Umsetzung erfolgt überraschend. So hatte die TAB-Studie zur Bilanz der Sommerzeit (Caviezel/Revermann 2020) ihre hauptsächliche Wirkung nicht im Bundestag, sondern im Europäischen Parlament, das sich auf dieser Basis für eine Abschaffung der Sommerzeit ausgesprochen hat.

Systematische Untersuchungen zur praktischen Relevanz und zur Umsetzung der TA gibt es allerdings kaum (vgl. Decker/Ladikas 2004). Einige Untersuchungen wurden von TA-Institutionen selbst durchgeführt, um ein besseres Gefühl für ihre eigene Arbeit zu bekommen. Sie sind allerdings meist nicht oder nur in Teilen öffentlich zugänglich und daher nur begrenzt nutzbar. Quantitativ ist der *Impact* der TA daher schwierig zu beurteilen. Vermutlich ist das aber die falsche Frage. Es ist wohl in Kauf zu nehmen, dass *Impact* nicht immer erzielt wird. Für eine Folgenlosigkeit der TA ergibt sich daraus jedenfalls kein Argument.

Umsetzungen partizipativer TA (Kap. 3.3) sind in vielen meist regionalen oder lokalen Fällen erfolgt, häufig für Standortentscheidungen (Fokus 2–13) oder als Element im Agenda-Setting (Fokus 3–24). Die bisherigen Erfahrungen sind nicht einheitlich. Sicher sind partizipative Verfahren weitergekommen als von Kritikern befürchtet (vgl. Gethmann 2001). Insbesondere hat die TA zur Einsicht in die Notwendigkeit möglichst früher Beteiligung von Stakeholdern und Bürgern an Beratungs- und Entscheidungsprozessen beigetragen statt spät mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen (vgl. Fraune et al. 2019). Ebenfalls hat sie gezeigt, wie dies durch inklusive Verfahren zu Konflikteskalation und zum Identifizieren guter Lösungen gehen kann. Dagegen haben sich hohe demokratietheoretische Erwartungen eher wenig erfüllt (Kap. 3.3.4).

Die Mitwirkung in der Technikgestaltung (Kap. 3.4) dürfte das Feld der TA mit dem stärksten Wachstum der letzten zehn Jahre sein, insbesondere zur nachhaltigen Entwicklung. Unzweifelhaft sind hier, wie in der transdisziplinären Forschung generell, viele Wirkungen im Detail erzielt worden, von der konkreten Auslegung von Technologien über geeignete Innovationsstrategien bis hin zur inklusiven Einbettung von Innovation und deren Governance (vgl. tdAcademy 2022). Im Feld der Nachhaltigkeit bleibt allerdings die Frage offen, ob TA nicht gerade im Erfolg unfreiwillig, sozusagen als nicht intendierte Folge, ein *Sustaining the Unsustainable* (Blühdorn 2007) fördern könnte. Gemeint ist das Risiko, durch Beiträge z.B. zur Emissionsminderung oder Ressourcenschonung ein in sich nicht nachhaltiges System zu stabilisieren und seine Lebensdauer nur zu verlängern. Daher darf die TA in der Bewältigung der Tagesarbeit nicht die großen Fragen aus dem Blick verlieren (vgl. z.B. Sand 2021; WBGU 2011).

Insgesamt zeigt das Wirkungsspektrum der TA eine große Bandbreite, die den pauschalen Vorwurf der folgenlosen Folgenforschung nicht erlaubt. Angesichts der Bandbreite der Folgen der TA von markant bis kaum vorhanden stellt sich die Frage nach Bedingungen und Voraussetzungen für eine gute Umsetzung. Im Rahmen des EU-Projekts TAMI (*Technology Assessment: Method and Impact*, vgl. Decker/Ladikas 2004) wurde ein differenziertes Bild der *Impacts* erarbeitet, die von der TA in unterschiedlichen Kontexten erbracht werden können. Diese Dimensionen von *Impacts* sind (die Ausdrücke in Klammern verdanken sich dem TAMI-Bericht):

- *Wissen generieren*: Die Resultate von TA-Projekten erweitern die vorhandene Wissensbasis von Gesellschaft und Entscheidungsträgern um neue Folgeperspektiven (*scientific assessment*), über Interessen und Perspektiven der betroffenen Akteure (*social mapping*) und über Optionen der politischen Entscheidung (*policy analysis*).
- *Meinungen und Verhaltensformen ändern*: TA kann im Prozess wie durch Ergebnisse Einschätzungen der Akteure verändern und damit die politische oder gesellschaftliche Meinungsbildung beeinflussen (*agenda setting*), auch die Art und Weise, wie Akteure einander wahrnehmen und miteinander umgehen (*mediation*). Neue Optionen können Eingang in die Diskussion finden und zur Neubewertung vorhandener Optionen führen (*restructuring the policy debate*).
- *Handlungen initiieren*: Vertiefte Untersuchungen zu Chancen und Risiken (*reframing the debate*), Vorschläge zu Regulierungen oder Anreizsystemen, die Anregung einer öffentlichen Debatte oder die Einbeziehung von gesellschaftlichen Gruppen (*new ways of decision making*) beeinflussen Entscheidungen (*decision taken*) und bilden *Impacts*.

Dieses differenzierte Spektrum unterschiedlicher *Impacts* gezielt zu adressieren, je nach Kontext mit unterschiedlichen Akzenten, gehört zu den Aufgaben der TA, um die Bedingungen für eine Umsetzung ihrer Ergebnisse möglichst günstig zu gestalten. In ihrer Verantwortung liegt es sicherzustellen, dass sie nicht Antworten auf nicht gestellte, sondern auf relevante Fragen gibt und alles dafür tut, dass ihre Antworten eine Chance auf Umsetzung haben (vgl. Kap. 5.2 für die Möglichkeiten im Assessment-Prozess). Die 50 Jahre ihrer Geschichte zeigen allein durch Verbreitung und Wachstum der TA-Community (Kap. 3.1.4), dass dies zumindest zum Teil gelungen ist.

## 6.2 Innovation, Risiko und Vorsorge

Die moderne Gesellschaft ist auf Innovation und weiteren wissenschaftlich-technischen Fortschritt angewiesen (Kap. 2.1.1). Neben den vielen substanziellen Herausforderungen, zu deren Bewältigung sie benötigt werden wie Nachhaltigkeit, Gesundheit, Überwindung von Armut und Hunger etc. be-

## 6. Rückblick auf 50 Jahre Technikfolgenabschätzung

---

darf der ökonomische Wettbewerb ständig neuer Produkte, Dienstleistungen und Systeme. Auch wenn Letzteres in vielen Hinsichten problematisch ist, vor allem für nachhaltige Entwicklung, funktioniert das gegenwärtige Wirtschaftssystem auf genau diese Weise.

Die zentrale Motivation der TA ist das Auftreten teils massiver nicht intendierter Folgen dieser Innovationsorientierung (Kap. 2.1.2). Sie sind nicht einfach Beiwerk, sondern können enorme Reichweite und Probleme mit sich bringen, so etwa Klimawandel, Biodiversitätsverlust und Rüstungswettlauf. Folgen dieser Art können, auch das ist ein Grundmotiv der TA, nicht mehr in einem *Wait-and-see*-Ansatz zunächst in der Annahme ignoriert werden, dass meistens alles gut ausgehe, um dann hinterher, falls das doch einmal nicht der Fall sein sollte, den Schaden zu reparieren. Stattdessen bedarf es der Ausbalancierung der Innovationsorientierung mit einem Vorsorgegedanken von Beginn an.

Diese Ausbalancierung bzw. die Frage nach der adäquaten Balance ist freilich Austragungsort von Kontroversen und Konflikten, auch für die TA. Ein Vorschein dieser grundsätzlichen und wohl nicht auflösbaren Spannung tauchte in den 1990er Jahren anhand der Frage auf, ob die TA eher ein Wachhund zur Warnung vor technikbedingten Risiken oder ein Spürhund zur frühzeitigen Entdeckung von Innovationschancen sei (vgl. Smits/Leyten 1991; vgl. Kap. 3.5.1). In den verschiedenen Technikdebatten hat die TA immer wieder durch vorausschauende Analysen dazu beigetragen, in diesem Ausbalancieren gangbare Wege zu identifizieren, so z.B. zur Nanotechnologie (vgl. Fleischer/Grunwald 2008) und zur Synthetischen Biologie (vgl. Sauter et al. 2015). Freilich ist sie dabei immer wieder auch in die Kritik geraten, vor allem dahingehend, dass sie den Vorsorgegedanken überstrapazierte.

In der Frühzeit der TA galt die Früherkennung nicht intendierter Technikfolgen als Hauptziel, um Politik und Gesellschaft durch Folgenprognosen die Möglichkeit der Anpassung bzw. frühzeitiger Reaktion oder Kompensation zu geben. Dieser Ansatz war ein Fortschritt gegenüber dem *Laissez-faire* einer *Wait-and-see*-Strategie und zeigt offenkundig Vorsorgeaspekte – allerdings hat er aufgrund mangelnder Vorhersagemöglichkeiten nicht funktioniert (Kap. 4.4.2).

Parallel zur stärkeren Orientierung der TA an der Mitgestaltung von Technik und ihren Rahmenbedingungen (z.B. im CTA, Kap. 3.4.3) wurde das *Vorsorgeprinzip* (Fokus 2–19) in den 1990er Jahren in der europäischen Umweltgesetzgebung verankert (vgl. von Schomberg 2005) und ist seitdem ein ständiger Begleiter auch für die TA (vgl. z.B. Paslack et al. 2012). Seine Funktion ist, einen verantwortlichen Umgang mit Risiken zu ermöglichen, bevor reale Schäden eingetreten sind (vgl. Calliess 2021). Es eröffnet einen Raum politischer Intervention bereits dann, wenn ein *reasonable concern* (Fokus 2–19) über das Auftreten von Schäden besteht, ohne dass sie bereits empirisch nachgewiesen



## Register

- Akzeptanzbeschaffung 88, 215, 224, 225, 227
- Ambivalenz der Technik 29, 45, 46, 69, 217, 233, 242, 246
- Anthropozän 18, 26, 31, 50, 53, 54, 80, 197, 233
- Antizipation 61, 110, 113, 122–128, 130, 131, 137, 138, 163, 167, 174, 175, 182, 188, 206, 232, 233, 240, 242, 250, 251
- Asbest 36, 37, 106
- Begleitforschung 76, 77
- Citizen Science 91, 181, 230
- Climate Engineering 31, 71, 74, 81, 143, 202, 204
- Collingridge-Dilemma 77, 99, 167, 207, 211, 213, 216, 223
- Constructive Technology Assessment 93, 97, 116
- Delphi 175, 182, 189
- Demokratie, repräsentative 89
- Demokratisierung 57, 58, 83, 91, 100, 117, 176, 216, 217
- Digitalisierung 17, 26, 31, 32, 37–39, 42, 55, 56, 62, 74, 76, 81, 94, 103, 132, 134, 153, 185, 188, 189, 199, 200, 208, 209, 216, 221, 238, 247
- Diskursanalyse 144, 202
- Endlager 47, 83, 87, 148, 195
- Energieszenarien 123, 149
- Energieversorgung 38, 43, 66, 95, 129, 149, 184
- Energiewende 25, 42, 46, 71, 78, 84, 90, 131, 181, 229
- Epistemologie 113, 127, 135, 147, 148, 150, 232
- Erkenntnisinteresse 119, 121, 122, 126, 163, 172, 222, 226, 228, 230–233, 245
- Erkenntnistheorie 113, 127, 135, 138, 147, 232
- Ethikrat 48, 76, 157, 236
- Fokusgruppe 191, 194
- Folgenforschung 46, 49, 109, 215, 219, 237
- Fortschritt 17, 18, 26, 29, 30, 32–35, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 50, 53, 56, 57, 61–63, 68, 70, 102–104, 115, 131, 146, 161, 219, 220, 224, 230, 231, 238, 242
- Fortschrittsoptimismus 18, 29, 30, 34, 45, 64, 231, 232
- Gentechnik 48, 82, 157
- Gesellschaftsberatung 58, 63, 71, 72, 117, 149, 216
- Gesundheitssystem 72, 78, 222, 241, 250
- Global Technology Assessment 71, 249
- Handlungsoptionen 29, 40, 42, 73, 152, 167, 170, 172, 178, 179, 187, 192
- Handlungswissen 59, 136–138
- Health Technology Assessment 70, 71, 78, 79
- Hermeneutisches Wissen 144
- Honest Broker 228, 230
- Horizon Scanning 103, 104, 189, 207
- Human Enhancement 32, 129, 204, 205, 217
- Impact 23, 68, 117, 122, 180, 215, 218, 219, 228, 230
- Infrastruktur 171, 249
- Inklusion 58, 85, 86, 110, 113, 120, 122–127, 147, 150, 151, 155, 156, 158, 163, 167, 171, 172, 182, 190, 195, 201, 206, 217, 223, 232, 233, 237, 238, 242, 249, 250
- Innovation 17, 20, 42, 53, 63, 70, 78, 99, 104, 106, 107, 109, 110, 115, 134, 162, 164, 189, 215, 216, 218, 219, 222–225, 229, 232, 245–247, 250
- Innovationsanalyse 105
- Innovationsorientierung 220, 223
- Kernenergie 48, 49, 55, 81, 82, 134, 140, 155, 199, 228

## Register

---

- Klimawandel 18, 26, 31, 34, 36, 37, 45, 53, 80, 81, 134, 162, 188, 217, 220, 241, 248, 250
- Ko-Design 101, 181, 230
- Ko-Evolution 99, 157
- Komplexitätsmanagement 94, 113, 122, 124–127, 233, 251
- Konsum 45, 53, 54, 78, 131, 176
- Kontextualisierung 174
- Kritisierbarkeit 148–151, 226, 227, 230
- Legitimation 41, 48, 83, 89, 121, 127, 147, 148, 150, 151, 170, 190, 192, 224, 225
- Lehre 20, 61, 96, 144, 164, 245–247
- Leitbild 51, 83, 99, 108, 146, 152, 233, 241, 244
- Life Cycle Assessment 52, 196, 207
- Mediation 84
- Menschenbild 86
- Modellierung 175, 177, 185, 186, 207, 210
- Nachhaltige Entwicklung 50, 53, 58, 71, 77, 78, 80, 91, 100, 106, 108, 158, 160, 176, 215, 220, 222, 226
- Nachhaltigkeit 26, 27, 29, 50–54, 58, 69, 78, 94, 98, 108, 113, 115, 118, 123, 128, 131, 137, 143, 148, 152–154, 158, 159, 161, 176, 193, 194, 196, 200, 205, 216, 218, 219, 222, 237, 241, 242, 250
- Nachhaltigkeitsbewertung 51, 108, 161, 200
- Nachhaltigkeitsregeln 159–161
- Nanotechnologie 44, 49, 71, 74, 77, 100, 109, 132, 133, 143, 145, 204, 212, 220, 221, 247
- Nebenfolgen 29, 130, 233
- Neutralität 66, 82, 101, 225
- NIMBY-Phänomen 84, 87
- Normativität 113, 116, 117, 152, 155
- Objektivität 82, 185
- Office of Technology Assessment 61, 65, 74, 245
- Ökobilanzierung 173, 196
- Online-Partizipation 90, 194, 195
- Ontologie 128
- Orientierungswissen 81, 136
- Ozonloch 34, 37, 130
- Pandemie 33, 48, 56, 74, 76, 140, 141, 155, 156, 179, 183, 184, 187, 194, 195, 200, 221, 222, 236, 238–241, 247, 249
- Pflegerobotik 74, 129, 134, 218
- Planungsoptimismus 101, 110
- Politikberatung 23, 61, 64, 71–73, 80, 82, 101, 107, 110, 117, 119, 124, 126, 150, 153, 156, 210, 225, 226, 239, 248
- Postwachstum 233
- pragmatistisch 63
- Produktgestaltung 88, 102, 107
- Prognose 118, 141, 187, 224
- Projektdesign 170
- Projektforschung 167
- Qualitätskriterien 22, 113, 116, 136, 163, 228, 236, 239
- Qualitätssicherung 79, 148, 156, 167, 176, 227
- Quantifizierung 175
- Rationalität 92, 127, 149, 231
- Reallabor 193
- Rebound-Effekt 51, 52
- Reflexivität 106, 120, 121, 123–127, 133, 135, 152, 171, 174, 179, 222, 223, 230, 231, 233, 237–239, 251
- Relevanzentscheidung 173
- Resilienz 39, 200, 235, 238, 241
- Responsible Research and Innovation 20, 78, 99, 109
- Risiko 47, 54, 55, 58, 86, 115, 140, 147, 161, 171, 173, 198–200, 205, 215, 218, 219, 221, 223, 245, 250
- Risikoanalyse 175, 198–200
- Risikobewertung 155, 199
- Risikogesellschaft 45, 233
- Roboter 31, 32, 39, 40, 44
- Science and Technology Studies 20, 164
- Simulation 91, 141, 175, 184, 185

- Soziale Epistemologie 113, 127, 135, 147, 150
- Stakeholder 20, 24, 69, 81, 86, 88, 176, 191, 201, 202
- Stoffstromanalyse 246
- Systemgrenzen 125, 152, 155, 172, 173, 196
- Systemwissen 136–138, 182, 196, 210
- Szenariotechnik 141
- Technikbewertung 21, 23, 68, 95, 96, 107, 128, 154, 159, 201, 250
- Technikdeterminismus 42, 55, 63, 99, 118, 216, 217, 232, 242, 250
- Technikfolgen, intendierte 35, 37, 45, 96, 97, 107
- Technikgenese 99, 100
- Technikgestaltung 25, 26, 29, 50, 53, 57, 58, 61, 72, 78, 80, 87, 93–102, 105, 110, 118, 120, 126, 154, 158, 161, 215, 217, 218, 227
- Technikgläubigkeit 33, 217, 232
- Technikkonflikt 203
- Technikkritik 33, 118, 224
- Technokratie 29, 54, 56, 57, 216, 232, 237, 239
- Technologiefrüherkennung 102, 103, 106, 189
- Technology Governance 165, 215
- Transformation 42, 84, 91, 95, 162, 181, 184, 194, 216, 222, 223, 230, 243
- Transparenz 23, 69, 83, 94, 110, 125–127, 148, 149, 151, 156, 158, 162, 174, 194, 201, 203, 217, 226, 227, 230, 250
- Überwachungsstaat 38, 55
- Unabhängigkeit, wissenschaftliche 82, 101
- Unsicherheit 47, 52, 106, 157, 164, 186, 211
- Value Sensitive Design 96, 97, 246
- Verallgemeinerbarkeit 151, 156, 174, 207, 209, 210
- Verantwortung 18, 19, 26, 40, 44, 50, 53, 57, 95, 96, 107, 108, 110, 122, 194, 219, 222–224, 233, 242
- Verein Deutscher Ingenieure 95
- Vision Assessment 100, 101, 144, 201, 204, 205
- Visionen 26, 93, 99–101, 122, 128, 132–134, 141, 143–146, 172, 204–206, 209, 213
- Vorausschau 64, 69, 78, 84, 103–105, 126
- Vorsorge 36, 39, 61, 183, 215, 219, 222, 224, 240, 241
- Vorsorgeprinzip 57, 58, 157, 161, 220–222, 233
- Vulnerabilität 200, 235, 238, 240, 241
- Wertbaum 204
- Wertewandel 157, 176, 178
- Werturteilsfreiheit 82, 117
- Wissenschaftskommunikation 181, 182, 187
- Wissenschaftssystem 22, 113, 155, 162
- Wissensintegration 167, 175–177
- Wissenstransfer 23, 163, 164, 167, 170, 180–182, 187, 227
- Wissenstypen der TA 135, 137, 209
- Zivilgesellschaft 57, 58, 69, 100, 169, 170, 226
- Zukunftswissen 26, 27, 107, 113, 116, 131, 136–138, 141, 151, 182, 184, 210