



INSTITUT FÜR  
TECHNIKFOLGEN  
ABSCHÄTZUNG

# Ökonomik in der Technikfolgenabschätzung – eine Bestandsaufnahme



MANU:SCRIPTS

[www.oeaw.at/ita](http://www.oeaw.at/ita)

Wien, Dezember/2014  
ITA-14-03  
ISSN: 1681-9187



# Ökonomik in der Technikfolgenabschätzung – eine Bestandsaufnahme

Petra Wächter

## *Keywords*

Technikfolgenabschätzung, Wirtschaftswissenschaften, technischer Fortschritt, ökonomische Methoden, Innovations- und Technikanalyse, Informations- und Kommunikationstechnik, Technik und Nachhaltigkeit, Bioökonomie

## *Abstract*

Ökonomische Analysen und Bewertungen sind als Teil einer gesamtgesellschaftlichen Betrachtungsweise aus der Technikfolgenabschätzung nicht wegzudenken. Insbesondere in den ökonomischen Modellen der Neoklassik kommt dem technischen Fortschritt eine bedeutende Rolle zu, da durch diesen wirtschaftliches Wachstum erklärt wird. Nach der Darstellung der wichtigsten ökonomischen Methoden in der Technikfolgenabschätzung wird in den Forschungsgebieten Informations- und Kommunikationstechnologien, Nachhaltigkeit und Biotechnologie zum einen gezeigt, welchen theoretischen Hintergrund es dazu gibt und zum anderen werden exemplarisch empirische Forschungsarbeiten mit ökonomischem Fokus innerhalb der Technikfolgenabschätzung sowie TA-relevante Ergebnisse aus anderen Bereichen dargestellt. Die Ergebnisse zeigen die methodische und thematische Vielfalt ökonomischer Fragestellungen in der Technikfolgenabschätzung auf.

# Inhalt

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Einleitung.....   | 3  |
| 2     | Ökonomische Methoden und Verfahren in der Technikfolgenabschätzung.....                                     | 5  |
| 2.1   | Ökonomische Modellbildung.....  | 6  |
| 2.1.1 | Neoklassische Modelle der Produktionstheorie.....   | 7  |
| 2.1.2 | Modelle der Wachstumstheorie.....   | 8  |
| 2.2   | Kosten-Nutzen-Analyse (KNA).....  | 9  |
| 2.3   | Input/Output-Analyse (I/O-Analyse).....   | 11 |
| 2.4   | Zeitreihenanalysen, Marktanalysen und Trendextrapolation.....   | 12 |
| 2.5   | Nutzwertanalyse (NWA).....  | 13 |
| 2.6   | Szenarien.....  | 14 |
| 2.7   | Multi-Kriterien-Analyse (MCA).....  | 16 |
| 3     | Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)..... | 17 |
| 3.1   | Netzwerkeffekte.....  | 18 |
| 3.2   | Ökonomische Effekte im frühen Multimedia-Bereich.....   | 19 |
| 3.3   | Das Internet als neuer Marktplatz.....  | 20 |
| 3.4   | Virtuelle Netzwerke.....  | 22 |
| 3.5   | Sensible Daten.....   | 24 |
| 3.6   | Neue Arbeitsformen durch neue Technik.....  | 25 |
| 4     | Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich der Nachhaltigkeit.....                                     | 26 |
| 4.1   | Rahmenbedingungen von Technik und Nachhaltigkeit.....   | 26 |
| 4.2   | Sichtweise von Ecological Economics auf Technik.....  | 27 |
| 4.3   | Empirische Studien aus TA und Nachhaltigkeit.....   | 29 |
| 4.4   | Lebenszyklusanalysen.....   | 33 |
| 5     | Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich Biotechnologie und Bioökonomie.....                         | 34 |
| 6     | Ökonomische Technikfolgenabschätzung in, für und mit Betrieben: Innovations- und Technikanalyse (ITA).....  | 37 |
| 7     | Schlussfolgerungen und Ausblick.....  | 40 |
| 8     | Quellenverzeichnis.....   | 44 |

## IMPRESSUM

### Medieninhaber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003)  
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

### Herausgeber:

Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)  
Strohgasse 45/5, A-1030 Wien  
[www.oeaw.ac.at/ita](http://www.oeaw.ac.at/ita)

Die ITA-manu:scripts erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung von Arbeitspapieren und Vorträgen von Institutsangehörigen und Gästen.

Die manu:scripts werden ausschließlich über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:

<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript>

ITA-manu:script Nr.: ITA-14-03 (Dezember/2014)  
ISSN-online: 1818-6556  
[http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_14\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_14_03.pdf)

© 2014 ITA – Alle Rechte vorbehalten

# 1 Einleitung

Obwohl die Technikfolgenabschätzung (TA) ihre Wurzeln in der wissenschaftsbasierten Politikberatung hat (Bechmann/Frederichs 1996; Grunwald 2002; Grunwald 2010), wird von Anfang an auch die Frage thematisiert, ob TA nicht ebenfalls für die oder in der Wirtschaft betrieben werden soll. Schon in dem gemeinhin als erste TA-Institution bezeichneten Office of Technology Assessment (OTA), das beim US-amerikanischen Kongress angesiedelt war, wurden Themen wie technischer Fortschritt und die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in der Forschungsagenda verankert (Büllingen 1999). Auch das 1995 entstandene Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) in Karlsruhe sieht in der TA ein Konzept, das neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen verbunden mit gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Chancen erforscht (Coenen 1999). Das Institut für Technikfolgenabschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften beispielsweise definiert sein Forschungsgebiet als Beschäftigung mit den Auswirkungen neuer Technologien auf Gesellschaft, Umwelt, Gesundheit, Politik und Wirtschaft. Die explizite Benennung wirtschaftlicher Belange als Auswirkung von Technik ist auch in den meisten anderen europäischen Institutionen der Technikfolgenabschätzung zu beobachten.

Technikfolgenabschätzung hat also unter anderem zur wesentlichen Aufgabe, sich mit den ökonomischen Folgen von technischem Fortschritt und technischen Neuerungen auseinanderzusetzen. Dabei ist die zumeist als besonders wichtig erachtete Frage, welche fördernde oder hemmende Faktoren für den wirtschaftlichen Erfolg einer neuen Technologie verantwortlich sind (Grunwald 2010) insofern zu kurz gegriffen, als sich Technikfolgenabschätzung auch mit den weiterreichenden gesellschaftlichen Konsequenzen abseits von Absatzmärkten und Wirtschaftswachstum beschäftigt. Um den Ansprüchen der TA gerecht werden zu können, reicht eine gesamtwirtschaftliche Betrachtungsweise neuer Technologien von Themen wie Arbeitsmarkt und Arbeitsbedingungen bis hin zu Umweltauswirkungen und dem Ressourcenverbrauch, den eine neue Technologie verursacht.

Ausgehend von der Unterscheidung in probleminduzierte und technikinduzierte TA bedeutet dies auch für ökonomische Fragestellungen einen differenzierten Fokus. Bei probleminduzierter TA wird nach technischen bzw. organisatorischen Lösungen bereits vorhandener Probleme gesucht, was bedeutet, dass Innovation und Innovationsprozessen eine wesentliche Rolle zukommt. Bei technikinduzierter TA hingegen stehen die Folgen und Gestaltungsmöglichkeiten, die mit dem Einsatz einer Technologie verbunden sind, im Fokus der Betrachtungen. Somit sind die ökonomischen Auswirkungen durch Einführung der Technologie und auch ökonomische Bewertungen wichtiger Teil von technikinduzierter TA.

Technik und Ökonomik sind seit jeher untrennbar miteinander verbunden, denn ohne technischen Fortschritt wäre die Entwicklung des heutigen Wirtschaftssystems niemals möglich gewesen. Es lässt sich kaum ein ökonomisches Modell finden, in das Technik nicht explizit oder auch implizit in die Analyse von wirtschaftlichen Zusammenhängen miteinbezogen wird. Typische wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen betreffen beispielsweise die Auswirkungen des Technikeinsatzes auf das Einkommen und deren Verteilung, auf die Verwendung von Produktionseinsatzfaktoren, auf Wirtschaftsstrukturen, auf Wirtschaftswachstum, auf Innovationen oder auf Produktivität. Im Feld der Informations- und Kommunikationstechnologien sind speziell Fragen zu Netzwerken und deren Effekte oder Fragen zu Regulierungen in monopolisierten Wirtschaftssektoren oder bei monopolisierter Infrastruktur im Fokus. Im Bereich von Umwelt, Ressourcen und Nachhaltigkeit stehen beispielsweise Fragen im Mittelpunkt, welche Erfordernisse Technologien erfüllen müssen, damit sie zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise beitra-

gen, aber auch z. B. Fragen wie externe Kosten von Technologien internalisiert werden können. Wichtige Analysen betreffen auch Problemstellungen wie beispielsweise nachhaltige Innovationen und Innovationsprozesse sich auf ein Wirtschaftsgefüge auswirken. Gerade bei der Transformation des heutigen Energiesystems in Richtung Nachhaltigkeit stellen sich viele Fragen, etwa bezüglich des Energieverbrauchs und seinen Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum oder zum Zusammenhang mit alternativen Wirtschaftsformen. Im Fokus stehen aber auch spezifische Fragestellungen wie die Auswirkungen von industrialisierten Produktionsprozessen in der Landwirtschaft auf das Ökosystem und das Nahrungsmittelangebot oder die ökonomischen Auswirkungen von Einspeisevergütungen bei Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Im Bereich der Biotechnologie stehen Themen aus dem Bereich der Bioökonomie im Mittelpunkt, beispielsweise welche ökonomischen Auswirkungen und Effekte durch den Anbau von GMO-Saatgut zu erwarten sind.

Das Ziel der Arbeit ist einerseits eine Bestandsaufnahme der wichtigsten ökonomischen Methoden, die in der TA hauptsächlich zur Anwendung kommen, und andererseits ein Blick auf exemplarische, bisher durchgeführte TA-Projekte, deren verwendete Methoden und Ergebnisse kurz dargestellt werden. Das Hauptaugenmerk bei der Recherche lag auf Projekten von TA-Institutionen im deutschsprachigen Raum und der entsprechenden TA-Literatur. Als Ergänzung werden in fast allen betrachteten Themenbereichen auch TA-relevante Arbeiten und Forschungsergebnisse anderer Fachrichtungen außerhalb der TA erwähnt, und an geeigneten Stellen wird auch auf ökonomische Theorien als Hintergrundwissen und zur besseren Einbettung eingegangen. Die Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Aktualität der erfassten Projekte, sondern vielmehr ist deren Auswahl als eine exemplarische Darstellung der Fragestellungen und verwendeten Methoden zu sehen, die die Vielfalt und Breite des Themas – TA und Ökonomik – aufzeigen soll.

Nach der Einleitung werden in Kapitel 2 die gebräuchlichsten ökonomischen TA-Methoden wie ökonomische Modellbildung, Kosten-Nutzen-Analyse, Input/Output-Analyse, Zeitreihen- und Marktanalysen, Nutzwertanalyse, Szenarien und Multi-Kriterien-Analyse beschrieben. Kapitel 3 widmet sich der ökonomischen TA-Analyse der Informations- und Kommunikationstechnologien. In Kapitel 4 werden die Rahmenbedingungen von Nachhaltigkeit und Ökonomik dargestellt, in Grundzügen das Verhältnis von *Ecological Economics* und Technik erörtert und empirische Forschungsergebnisse dieses Bereichs beschrieben. Die Rolle von Biotechnologie und Bioökonomie wird in Kapitel 5 dargestellt und Kapitel 6 geht auf die Innovations- und Technikanalyse ein. Daran schließen die Schlussfolgerungen und der Ausblick auf Ökonomik in der TA.

## 2 Ökonomische Methoden und Verfahren in der Technikfolgenabschätzung

Aus der Vielzahl an ökonomischen Methoden eine Auswahl zu treffen, die in der Technikfolgenabschätzung von Relevanz sind und in konkreten Projekten auch zur Anwendung kommen, ist kein leichtes Unterfangen. Schon alleine der Umstand, dass in der Ökonomik vorwiegend quantitative Methoden verwendet werden und in der TA größtenteils auf qualitative und deskriptive Methoden zurückgegriffen wird, führt dazu, dass das Methodenspektrum weit über ein rein ökonomisches hinausreicht. Bei der Analyse von TA-Projekten fällt auf, dass wirtschaftswissenschaftliche Methoden vielfach durch weitere sozialwissenschaftliche Methoden ergänzt oder ersetzt wurden. In TA-Projekten kommen somit sowohl quantitative wie auch qualitative Methoden zur Anwendung.

Darüber hinaus gilt es im Kontext von TA zu beachten, dass die angeführten Methoden zielgerichtet und kontextabhängig angewendet und häufig im Rahmen komplexerer Prozesse in TA-Projekten eingesetzt werden (Grunwald 2010). Weniger als die Ergebnisse selbst stehen so die Bedingungen, unter denen sie erzeugt wurden, im Mittelpunkt (ebd.). Die einzelnen Methoden sind als ein Element im Prozess der Technikfolgenabschätzung zu sehen, die in das entsprechende Entscheidungsfeld eingebettet werden (ebd., S. 180). Im Allgemeinen wird in der TA auf Methoden der Sozial-, Wirtschafts-, Technik- und Naturwissenschaften zurückgegriffen, wobei sich die Auswahl an der jeweiligen Aufgabenstellung und Thematik orientiert (Steinmüller 1999a). Dabei wird es als besonders wichtig erachtet, die verwendeten Methoden in einen interdisziplinären Gesamtrahmen zu integrieren und Bottom-up mit Top-down Ansätzen zu verknüpfen (Renn 1999, S.611). Als grundlegendes gemeinsames methodisches Paradigma gilt das Denken in komplexen ganzheitlichen Zusammenhängen (Steinmüller 1999a). Mit den unterschiedlichen Ablaufschemata in TA-Studien soll ein gewisser Rahmen abgesteckt werden, wobei aber ein TA-Projekt immer als ein offener, iterativer Prozess verstanden wird (Steinmüller 1999a, S.657).

Steinmüller (1999a, S.657f.) nimmt eine Einteilung der Methoden nach ihrem Komplexitätsniveau vor, jedoch merkt er an, dass eine Methode in einem Projekt das gesamte Forschungsdesign bestimmen kann, im nächsten Projekt die gleiche Methode aber nur innerhalb eines Teilschritts eingesetzt wird. Somit scheint eine allgemeingültige Einteilung der Methoden schwierig, weil ihre Einsetzbarkeit zu divers ist, um auf alle TA-Projekte zuzutreffen. Beispielsweise werden Methoden bestimmten Stufen in einem TA-Prozess zugeordnet wie Methoden zur Aufgabendefinition, Prognosemethoden und Bewertungsmethoden, wobei Mehrfachzuordnungen eher die Regel als die Ausnahme sind. Ökonomische Methoden der Technikfolgenabschätzung werden explizit nur in Ludwig (1995) ausgewiesen, der eine Einteilung der Methoden zur Technikbewertung nach ihrer disziplinären Herkunft vornimmt. Da eine konsistente Klassifizierung für die Praxis als nicht unbedingt notwendig gesehen wird, scheint es zweckmäßiger, Kriterien dafür zu finden, welche Methoden in einem TA-Prozess unter Berücksichtigung von Qualitätskriterien integriert werden sollen (Steinmüller 1999a, S.662). Eine Einteilung bezüglich des Einflusses von TA auf die Wirkungsdimensionen Wissen für die Politik, Meinungsbildung und Handlungsanstöße geht zwar weniger auf die tatsächlich verwendeten Methoden ein (Ladikas/Decker 2004), betont aber explizit die Aufgabe der TA, Informationen über technische und wissenschaftliche Aspekte im betrachteten Themenfeld bereitzustellen und dabei auch ökonomische Methoden einzusetzen (Bütschi et al. 2010, S.32). Eine Auflistung aller für die TA relevanten Foresight-Methoden wurde in Klüver et al. (2007) unternommen, wobei auch ökonomische Methoden wie Modellierungs- und Simulationstechniken, Multi-Krite-

rien-Analyse und Trendextrapolation Erwähnung fanden. Diese Methoden wurden zum Teil in Workshops weiterentwickelt und exemplarisch angewendet. Bei all den erwähnten Klassifizierungen kommen zwar überall ökonomische Methoden vor, sie werden aber nur selten explizit als solche benannt.

Die Auswahl der beschriebenen ökonomischen Methoden orientierte sich einerseits an jenen, die auch in der dementsprechenden TA-Basisliteratur als die relevantesten erachtet werden (Grunwald 2010; Bröchler et al. 1999; Ludwig 1995) und andererseits an der Häufigkeit ihrer Anwendung in TA-Projekten.

## 2.1 Ökonomische Modellbildung

Gerade in der ökonomischen Theorie und Praxis ist es wohl unvorstellbar, ohne Modelle zu arbeiten. Ein Modell per se stellt zwar keine Methode dar, wird aber dennoch im Kontext von TA als eine der Methoden aufgelistet, die in der Analyse und Prognose zur Anwendung kommt (Ludwig 1995, S.57). Unter einem Modell wird die Formalisierung einer Vorstellung verstanden: Modelle beschäftigen sich mit einem ganz bestimmten, spezifischen Teilausschnitt der Wirklichkeit und dienen dazu, die Gesamtwirkung zahlreicher interdependenter Faktoren zu analysieren. Mit mathematischen Modellen werden Berechnungsexperimente durchgeführt, die komplexe Wirkungszusammenhänge unter verschiedenen Annahmen analysieren und ökonomische Strukturen und Prozesse untersuchen. Die Variablen, die dafür in den Modellen verwendet werden, repräsentieren entweder eine Art ökonomischer Aktivität wie z. B. Angebot oder Nachfrage oder liefern Informationen z. B. durch Daten wie fixer Zinssatz. Variablen sind entweder exogen oder endogen. Exogen bedeutet, dass der Wert der Variablen außerhalb des Modells bestimmt bzw. festgesetzt wurde, z. B. bei makroökonomischen Modellen die Einkommenssteuerrate. Eine endogene Variable ist innerhalb des Modells bestimmt, das heißt, der Wert wird erst durch eine Lösung innerhalb des Modells bekannt, z. B. wird der Marktpreis durch Angebot und Nachfrage bestimmt.

Eine grobe Unterscheidung kann zwischen statischen und dynamischen Modellen getroffen werden. Statische Modelle berücksichtigen keine zeitliche Komponente, sondern das Modell befindet sich im Gleichgewicht. Wenn ein sogenannter „Schock“ auftritt, das heißt, dass sich der Wert einer oder mehrerer Variablen sprunghaft ändert, entsteht somit ein neues Gleichgewicht. Der genaue Pfad, wie es zu diesem neuen Gleichgewicht kommt und wie lange dies dauert, bleibt unbekannt. Statische Modelle werden oft mit einem Schnappschuss aus einer Fotokamera verglichen, bei dem ein statisches Abbild während eines dynamischen Prozesses festgehalten wird. Da dynamische Modelle zeitliche Komponenten berücksichtigen, ist auch die Entwicklung der Werte der Variablen von diesen zeitlichen Komponenten abhängig. Dynamiken und Verläufe von Entwicklungen können auf diese Weise modellhaft dargestellt werden.

Da sich zahlreiche Schlussfolgerungen nur formal-mathematisch ableiten lassen, können gesellschaftliche Technikfolgen kaum direkt aus den Modellen abgelesen werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse darf außerdem nicht außer Acht gelassen werden, dass eine Variable meist von einer Vielzahl von Faktoren abhängt. Wenn eine bestimmte kausale Wirkung einer Variablen auf eine andere analysiert werden soll, muss sie dazu von allen anderen abstrahiert werden. Derart lineare Kausalzusammenhänge sind allerdings in der Technikfolgenabschätzung kaum zu finden. Dennoch liefern ökonomische Modelle einen wertvollen Beitrag, wenn es darum geht, wirtschaftliche und gesellschaftliche Dynamiken und Tendenzen aufzuzeigen,



die für die TA von Bedeutung sind und die wiederum als Ausgangspunkt für weitere Abschätzungen dienen können. Da ein Modell ja nur einen Teilausschnitt der Realität abbildet, ist es Aufgabe der Technikfolgenabschätzung, die Ergebnisse in die Analyse gesellschaftlicher Prozesse einzubetten und entsprechend zu interpretieren sowie Handlungsoptionen abzuleiten.

So wie die TA auf Modelle der technischen Entwicklung angewiesen ist (Grunwald 2007, S. 79), spielen Modelle also auch in der Ökonomie eine unersetzliche Rolle, um technischen Fortschritt zu erklären. Die Rolle von Technik und Technikentwicklung wird dabei zumeist unter der Bezeichnung *technischer Fortschritt* verwendet. In der neoklassischen Theorie stellt der technische Fortschritt dabei neben Arbeit und Kapital einen der Inputfaktoren dar, durch den der Output bestimmt wird. Technischer Fortschritt hat in diesen Modellen ein Alleinstellungsmerkmal, weil er als erklärende Variable mit Multiplikatoreffekten für wirtschaftliches Wachstum herangezogen wird. Im Mittelpunkt steht also die Frage, in welchem Ausmaß sich durch technischen Fortschritt die wirtschaftliche Leistung erhöht und inwiefern sich das Verhältnis der Inputfaktoren durch technischen Fortschritt verändert, um etwa einen bestimmten Output zu erreichen. Technischer Fortschritt bzw. technischer Wandel wird als Veränderung der eingesetzten Produktionstechnologien im Zeitverlauf gesehen. In der Geschichte der ökonomischen Theorie findet technischer Fortschritt erstmals Eingang in Modelle der Produktionstheorie und später in Modellen der neueren Wachstumstheorie.

### 2.1.1 Neoklassische Modelle der Produktionstheorie

Eines der ersten Modelle, in denen technischer Fortschritt als Einflussfaktor und auf die wirtschaftliche Produktion explizit gemacht wird, ist das Hicks'sche<sup>1</sup> Modell zur Produktionstheorie, das gleich zwei Beiträge zur Weiterentwicklung der Produktionstheorie geleistet hat. Erstens ist Hicks das Konzept der Substitutionselastizität zu verdanken, welches die relative Änderung der Faktoreinsatzverhältnisse der Inputfaktoren zur relativen Änderung des Faktorpreisverhältnisses in Beziehung setzt. Diese Größe beschreibt den Einfluss von Faktorpreisänderungen auf die funktionale Einkommensverteilung, d. h. auf die Anteile der verschiedenen Produktionsfaktoren am Gegenwartswert des Outputs. Zweitens erklärt Hicks den Einfluss des technischen Fortschritts auf die funktionale Einkommensverteilung. Durch technischen Fortschritt lässt sich demnach der Output mit geringerem Faktoreinsatz erstellen. Der Begriff „neutraler“ technischer Fortschritt beschreibt, dass sich bei gegebenen Faktorpreisen nichts am Faktoreinsatzverhältnis ändert, sich der Output aber vergrößert. Dies bedeutet, dass technischer Fortschritt die Grenzproduktivität der Inputfaktoren erhöht.

Auf Hicks (1932) geht auch eine der Definitionen zu Nachhaltigkeit eines Wirtschaftssystems zurück, in der er festlegt, dass langfristig alle BürgerInnen eines Staates mit einem konstanten oder zunehmenden Fluss an Gütern und Dienstleistungen versorgt werden müssen, um es als nachhaltig bezeichnen zu können. Demnach ist ein wachsendes Nettoinlandsprodukt als Indikator einer nachhaltigen Volkswirtschaft zu sehen. Dieses Konzept wird schon seit den 1970er Jahren grundlegend kritisiert. Da nur das Nettoinlandsprodukt als Wohlfahrtsindikator betrachtet wird, wird auch die unzureichende Definition der Produktionsfaktoren zur Erreichung von Wohlstand kritisiert (Klepper 2002). Denn die Herstellung von Gütern und Dienstleistungen wird nicht nur mit dem Einsatz von Kapital, sondern erst durch den Einsatz von natürlichen Ressourcen möglich gemacht, was hier nicht berücksichtigt wird. Der Verbrauch von Umweltressourcen, die nicht gezielt über Marktprozesse im Produktionsbereich eingesetzt werden, be-

---

<sup>1</sup> John R. Hicks erhielt zusammen mit Kenneth J. Arrow im Jahre 1972 den Nobelpreis für Ökonomie für die Arbeiten zur allgemeinen Theorie des ökonomischen Gleichgewichts und zur Wohlfahrts Theorie.

stimmt aber trotzdem die Produktivität einer Volkswirtschaft mit. Ein weiteres Argument lautet (ebd.), dass die Ausweitung der Produktion nicht nur durch zusätzliches Kapital oder eine vermehrte Ressourcennutzung möglich ist, sondern auch durch technischen Fortschritt hervorgerufen werden kann.

Wie eingangs erwähnt dient in diesen Modellen der technische Fortschritt dazu, den wirtschaftlichen Output zu erhöhen oder den gleichen Output mit weniger Inputs zu erreichen. Somit stehen bei den neoklassischen Modellen der Produktionstheorie die Effizienzsteigerungen der eingesetzten Produktionsmittel durch technischen Fortschritt im Mittelpunkt. Die Bedeutung für die TA zeigt sich somit im Erklären von Wirtschaftswachstum durch Technik und auch im effizienteren Einsatz der Inputfaktoren durch Technik. Da allerdings sowohl Umweltaspekte – aufgrund der Vernachlässigung von natürlichen Ressourcen im Produktionsprozess – wie auch gesellschaftliche Aspekte nicht im Fokus stehen, beschränkt sich die Aussagekraft für TA auf die Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum.

## 2.1.2 Modelle der Wachstumstheorie

Das in den 1950er Jahren entwickelte Modell von Solow (1956) beschreibt den Zusammenhang von Produktion, Sparen, Investitionen und Wirtschaftswachstum. Ein langfristiges Wachstumsgleichgewicht besteht dann, wenn der Pro-Kopf-Konsum, der Pro-Kopf-Kapitalstock und die Pro-Kopf-Investitionen konstant sind, was insofern als eine nachhaltige Wirtschaft betrachtet werden kann, da heutige Generationen genauso viel wie zukünftige Generationen konsumieren können. Empirische Daten zeigen hingegen, dass dieser Zustand in der Realität nicht erreicht wird, da das Pro-Kopf-Einkommen bei gleich bleibenden Kapitalstöcken steigt, was durch technischen Fortschritt erklärbar ist. Somit können also Wachstumsprozesse nur durch technischen Fortschritt hervorgerufen werden, da ansonsten auch keine Anreize vorhanden sind, den Kapitalstock über das optimale Niveau anwachsen zu lassen. Einer der Kritikpunkte an diesem Modell ist, dass technischer Fortschritt mit einer konstanten Rate angenommen und außerhalb des Systems (exogen) vorgegeben wird. Die Weiterentwicklung erfolgt durch Arrow (1962), der Erfahrungs- und Lerneffekte in die Analyse miteinbezieht, dennoch wird technischer Fortschritt weiterhin als exogene Größe angenommen.

In neueren neoklassischen Wachstumsmodellen wird versucht, den Rückgriff auf exogenen technischen Fortschritt dadurch überflüssig zu machen, indem externe Effekte von Investitionen eingeführt werden. Im Modell von Romer (1986) sind jene Investitionen, die den technischen Fortschritt beeinflussen, Investitionen in Wissen bzw. in Humankapital und somit auch jene, die die Produktivität des Kapitalstocks erhöhen. In der Weiterentwicklung des Modells durch Lucas (1988) wird Wissen in Form von Humankapital produziert. Investitionen in eine Arbeitskraft steigern deren Produktivität. Da die Produktivität einer Arbeitskraft nicht nur von den eigenen Fähigkeiten, sondern auch von denen der KollegInnen abhängt, wird alleine durch die Erhöhung des Humankapitals einer Arbeitskraft die Produktivität aller gesteigert. Somit bleiben Investitionen in Humankapital auf Dauer lohnend.

Ein weiterentwickelter Ansatz innerhalb der neueren neoklassischen Wachstumstheorie berücksichtigt explizit technologische Innovationen und Investitionen in Forschung und Entwicklung (F&E). Diese Modelle gehen davon aus, dass Unternehmen aktiv F&E betreiben, um sich durch Innovationen einen Wettbewerbsvorsprung zu sichern, d. h. um zumindest temporär eine Monopolposition zu erreichen, was unvollkommenen Wettbewerb impliziert. Da das Innovationspotenzial unbeschränkt ist, gibt es keine Wachstumsobergrenze, sodass sich mit diesen Modellen das in der Realität beobachtete dauerhafte Wachstum erklären lässt. Somit wurden den

Unternehmen und auch dem Staat aufgrund der Abkehr vom Leitbild eines vollkommenen Wettbewerbs und aufgrund institutioneller Faktoren (wie z. B. dem Ausmaß eines Patentschutzes) Rollen zugewiesen, deren Bedeutung weit eher der Realität entspricht.

Ein wesentliches Kennzeichen eines Innovationsprozesses wird aber auch hier vernachlässigt: die Verdrängung alter Produkte, wodurch die Produktvielfalt in diesen Modellen stetig zunimmt. Der von Schumpeter als Prozess der kreativen Zerstörung bezeichnete Innovationswettbewerb zerstört alte Produkte in dem Maße, in dem er neue Produkte kreiert. Dies wird erst in jenen Modellen berücksichtigt, die sich auf Produktqualität beziehen, wie z. B. bei Grossmann und Helpman (1991) oder Aghion und Howitt (1992).

Aus diesen neoklassischen Ansätzen und der Kritik daran haben sich Gegenentwürfe entwickelt, die besonders die Heterogenität der Akteure hervorheben. Ein Beispiel dafür ist der Paradigmen-Trajektorien-Ansatz von Dosi (1982), in dessen Rahmen technische Innovationen das Ergebnis von Prozessen darstellen, die der Lösung von Problemen auf der Basis von firmenspezifischem Wissen dienen. Dieses Firmenwissen wird einerseits durch eigene Erfahrungen und andererseits durch allgemein zugängliches Wissen erlangt. Firmenspezifisches Wissen spielt demnach eine wichtige Rolle für das Erkennen und Lösen technischer Probleme, aus denen heraus die Vorstellung von sogenannten technologischen Paradigmen entsteht. Diese Paradigmen sorgen dafür, dass technischer Wandel im Rahmen des spezifischen Firmenwissens stattfindet. Im Lauf der Zeit lässt sich eine Entwicklung des technischen Fortschritts innerhalb einzelner Paradigmen auf bestimmten technologischen Pfaden beobachten, deren Entwicklungslinien dann als technologische Trajektorien bezeichnet werden (Dosi 1982). Dieser Ansatz fokussiert also darauf, dass sich aufgrund unterschiedlichen Firmenwissens die Lösungswege von Problemen durch technischen Fortschritt von Unternehmen zu Unternehmen und auch von Branche zu Branche unterscheiden.

Besonders die Modelle der Wachstumstheorie wie jene von Solow oder Arrow, die technischen Fortschritt als exogene Größe mit konstanter Wachstumsrate annehmen, bieten zwar keine Erklärung, wie es zu technischem Fortschritt kommt, zeigen aber die Auswirkungen, die technischer Fortschritt auf Faktoren wie Pro-Kopf-Einkommen oder Wirtschaftswachstum hat. Kritisiert wird an den Modellen zur modernen Wachstumstheorie, dass sie keine Informationen über Externalitäten anbieten (Legler 1993, S.292), wodurch beispielsweise Eingriffe des Staates wie Regulierungen nicht abgebildet werden können.

Weiters wird kritisch angemerkt, dass in neoklassischen Modellen der Technik nur die Rolle einer „Blackbox“ zukommt, weil sich die neoklassische Wirtschaftsforschung in ihrer Praxis nicht genügend mit den Anforderungen einer dynamischen Wirtschaft auseinandersetzt (Zimmermann 1993, S. 279). Dennoch sollte klar sein, dass ein Modell nur einen Teilausschnitt der Realität abbildet und lediglich dazu dienen kann, gewisse Dynamiken und Tendenzen aufzuzeigen, aber niemals zu einer allumfassenden Erklärung zu Technik und Wirtschaft führen kann.

## 2.2 Kosten-Nutzen-Analyse [KNA]

Die Idee, die Kosten einer Alternative deren Nutzen gegenüberzustellen, ist wohl eine der grundlegendsten in vielen Entscheidungsfindungsprozessen. Ausgehend vom Nutzenkonzept der Wohlfahrtsökonomie steht das Gemeinwohl im Mittelpunkt der Betrachtungen. Eine KNA betrachtet das Wohlergehen aller Individuen, die von der Alternative betroffen sind. Was eigentlich gemessen werden soll, ist die Veränderung des Wohlergehens, was gleichzeitig aber

auch die größte Herausforderung bedeutet, da genau dieses Wohlergehen nicht direkt messbar ist (Rus 2010). Um die Wohlfahrt messbar zu machen, die erst durch den Nutzen der konsumierten Güter und Dienstleistungen entstehen kann, wird dieser Nutzen in monetären Einheiten angegeben. Wenn beispielsweise eine Strecke von A nach B mit dem Auto zurückgelegt wird, ist nicht bestimmbar, wie hoch der Nutzen für die Fahrerin war, wenn aber die monetären Kosten dieser Fahrt bestimmt werden können, kann zumindest eine Aussage darüber getroffen werden, ob die Fahrerin indifferent zwischen Auto oder einem anderen Verkehrsmittel ist. Eine KNA rechnet also nicht immer mit Geldeinheiten, aber dennoch helfen sie bei der Analyse. Eine KNA soll zeigen, wer und zu welchem Ausmaß von einer Alternative profitiert oder verliert. Üblicherweise besteht eine Kosten-Nutzen-Analyse aus folgenden Schritten (Zerbe/Bellas 2006):

1. *Identifizierung des Ziels und der involvierten Stakeholder*: Zuerst muss festgelegt werden, welche Stakeholder betrachtet werden und wessen Kosten und Nutzen überhaupt analysiert werden sollen. Diese Festlegungen müssen eindeutig und konsistent sein. Von Vorteil ist es, wenn die Alternative nicht zu breit angelegt ist, da sonst die Gefahr besteht, dass entscheidende Faktoren durch Aggregation zu wenig Beachtung finden.
2. *Identifizierung von Alternativen*: Die Analyse soll auch verschiedene Alternativen miteinbeziehen, die zur Erreichung desselben Ziels führen. Dabei wird die Alternative „Nichtstun“ oftmals als Benchmark herangezogen. Die entscheidende Frage ist in diesem Zusammenhang, welche Alternative die geeignetste ist, um das entsprechende Problem zu lösen.
3. *Darlegung der Annahmen*: Bei einer Kosten-Nutzen-Analyse werden eine Vielzahl von Annahmen getroffen, die explizit angeführt werden. Annahmen werden meist über die Quantität der Güter, die Abschätzung der Kosten, Bedingungen des Marktes, die Dauer der Maßnahme oder auch über Zinsen getroffen.
4. *Liste der Auswirkungen jeder Alternative*: Die potentiellen Auswirkungen der einzelnen Alternativen inklusive dem Status quo und auch der Alternative „Nichtstun“ sollen so vollständig wie möglich aufgelistet werden. Die Auswirkungen sollen möglichst quantifiziert werden, was bedeutet, dass auch die Inputs und Outputs der Alternative quantifiziert werden müssen.
5. *Bewertung der Auswirkungen*: Als wichtiger Schritt werden alle Auswirkungen monetär bewertet, soweit dies möglich ist.
6. *Umgang mit nicht-quantifizierbaren Auswirkungen*: Auch alle nicht-quantifizierbaren Auswirkungen sollen aufgelistet werden, sodass sie auch den expliziten, monetären Kosten und Nutzen gegenübergestellt werden können. Ein Ansatz zu den nicht-quantifizierbaren Nutzen wäre beispielsweise die Überlegung, wie bedeutsam diese sein müssten, um das Ergebnis der quantifizierten Kosten und Nutzen umzukehren. Durch diese Abschätzung kann es gelingen zu beurteilen, wie wahrscheinlich dieser Fall ist.
7. *Diskontierung zukünftiger Werte*: Für die meisten Alternativen ist es unerlässlich, die Nutzen und Kosten, die zu verschiedenen Zeitpunkten auftreten, auf den heutigen Wert zu diskontieren. Die Auswahl der geeigneten Diskontrate ist ausschlaggebend für das endgültige Ergebnis, sodass diese mit großem Bedacht zu wählen ist.
8. *Identifizierung von unsicheren Faktoren*: Viele Faktoren der betrachteten Alternative(n) sind mit Unsicherheit oder Risiko behaftet, die so umfassend wie möglich erfasst werden sollen. Zu diesem Zweck wird oftmals eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, bei der unter verschiedenen Annahmen das mögliche Resultat bestimmt wird. Dadurch wird die Bandbreite der möglichen Ergebnisse sichtbar gemacht, was ihre Robustheit erhöht.
9. *Vergleich von Kosten und Nutzen*: Nachdem die monetären Kosten und Nutzen kalkuliert worden sind, wird bestimmt, ob die betrachtete Alternative einen positiven Netto-Kapitalwert hat. Bei mehreren Alternativen wird jene mit dem höchsten Kapitalwert gewählt.

10. *Durchführung einer Post-Analyse*: Nachdem eine Alternative verwirklicht worden ist, wird im Idealfall eine Analyse nach der Beendigung durchgeführt. Diese dient letztendlich dazu, die Qualität der vorangegangenen Analyse zu bewerten und fungiert als Hilfe, zukünftige Analysen und Projekte zu verbessern.

Kernstück einer Kosten-Nutzen-Analyse ist es also einerseits Gütern und Dienstleistungen und andererseits dem daraus gewonnenen Nutzen einen monetären Wert zuzuschreiben. Große Vorteile der KNA bestehen in der klaren Aussage der Ergebnisse und in der stringenten Betrachtung aller Kosten und Nutzen (Boardman et al. 2011). Nachteilig wirken sich die Probleme bei der Monetarisierung und Bewertung von z. B. nicht am Markt gehandelten Gütern (z. B. Menschenleben, Zeit, Wert sauberen Wassers) oder schwierig zu quantifizierendem qualitativem Nutzen (z. B. Klimaschutz, Image, MitarbeiterInnenzufriedenheit) aus (Ludwig 1995, S.62). Die KNA wird aber auch grundlegend kritisiert, dass sie bei Themen wie Klimaveränderungen wegen prinzipieller Informationsmängel und Problemen bei der Monetarisierung gar nicht angewendet werden kann (Bogai 1989).

Die KNA zeigt in TA-Projekten eine weite Verbreitung. Das Prinzip, die Kosten einer Maßnahme, einer bestimmten Technik oder Verfahren dem Nutzen gegenüberzustellen, ist häufig ein Element eines TA-Prozesses. Die Abschätzung von Kosten und Nutzen erfolgt dabei nicht immer in monetären Einheiten, sondern wird oftmals auf qualitative Weise durchgeführt. Das derart generierte Wissen wird abschließend einem reflexiven und interpretierenden Prozess unterzogen, wobei dieses Wissen in den Kontext der Aufgabenstellung eingebettet wird.

## 2.3 Input/Output-Analyse [I/O-Analyse]

Die Input/Output-Analyse wurde in den 1930er Jahren von Wassily Leontief entwickelt, der dafür 1973 mit dem Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften ausgezeichnet wurde. Die I/O-Analyse hat sich seither als eines der wichtigsten und ausbaufähigsten Werkzeuge der ökonomischen Theoriebildung erwiesen. Um es in den Worten von Leontief auszudrücken, geht es bei der I/O-Analyse um Fragestellungen wie „eine Steigerung der Automobilverkäufe in New York hat die Lebensmittelnachfrage in Detroit erhöht“ (Leontief 1941). Ausgangspunkt war die Überlegung, dass in einer arbeitsteiligen Wirtschaft die einzelnen Wirtschaftsbereiche für ihre Produktion Güter aus anderen Wirtschaftsbereichen als Inputs zur weiteren Verarbeitung benötigen, die ihrerseits wieder Inputs aus anderen Wirtschaftsbereichen benötigen. Aus diesen Verflechtungen ergeben sich neben den direkten auch über die Vorleistungskette wirkende indirekte Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Wirtschaftsbereichen. Die I/O ist eine Ex-ante-Analyse, die sich auf verhältnismäßig einfache Weise ohne größeren theoretischen Aufwand entwickeln lässt (Haslinger 1990). Konkret gibt eine I/O-Analyse beispielsweise über folgende Zusammenhänge Auskunft:

- Wie verteilt sich das Gesamtaufkommen an Gütern (Waren und Dienstleistungen) aus der inländischen Produktion und der Einfuhr auf einzelne Gütergruppen?
- Wie werden die Güter in der Volkswirtschaft verwendet, wobei zwischen Vorleistungen der einzelnen Produktionsbereiche, privatem Konsum, Staatsverbrauch, Bruttoanlageninvestitionen, Lagerbestandsveränderungen und Export unterschieden wird?
- Welche Beschäftigung und Einkommen entstehen im Zuge der Produktion in den einzelnen Produktionsbereichen?

Ausgehend von der jeweiligen Datenlage lässt sich ein I/O-Modell formulieren, das es ermöglicht, neben den direkten Effekten auch die über die Vorleistungen wirkenden Effekte sichtbar zu machen. In Österreich erstellt die Statistik Austria fünfjährlich Tabellen der In- und Output-Ströme zwischen den klassifizierten Wirtschaftsbereichen (reine Aufkommens- und Verwendungstabellen werden jährlich erstellt), die in weiterer Folge zur I/O-Analyse dienen.

Für die Technikfolgenabschätzung ist die I/O-Analyse von Bedeutung, da so in relevanten Wirtschaftsbereichen genaue Analysen zu Beschäftigungs- und Einkommenseffekten durchgeführt werden können. Weiters eignet sie sich als Prognoseinstrument für wirtschaftspolitische Entscheidungen, da so beispielsweise ein zusätzlicher Produktionsbedarf angegeben werden kann. Da die Erstellung von I/O-Tabellen mit enormem zeitlichen Aufwand verbunden ist, sind die Tabellen bei ihrer Veröffentlichung meist schon für bereits länger zurückliegende Perioden errechnet worden. Dies stellt solange kein Problem dar, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich die Technologien und die gesamte Produktionsstruktur nur geringfügig verändert haben, was jedoch in manchen Branchen wie der IT-Branche nicht der Fall ist. Weiteres Anwendungsgebiet ist in der Darstellung von bestimmten Beziehungen zwischen Technologien, dem ökonomischen Geschehen und ökologischen Indikatoren zu finden (Grunwald 2010, S.175). Matrixtechniken kommt in der Entscheidungstheorie eine große Bedeutung zu, da sie das Ziel verfolgen, Handlungsstrategien zu entwickeln (Ludwig 1995, S.60), was auch eines der Ziele der Technikfolgenabschätzung darstellt.

## 2.4 Zeitreihenanalysen, Marktanalysen und Trendextrapolation

Mittels einer Zeitreihenanalyse werden kurz- und/oder langfristige Trends sichtbar gemacht, wobei für kurzfristige prognostische Aussagen die statistische Methode der Trendextrapolation eingesetzt werden kann (Ludwig 1995, S.59). Neben der Funktion der Prognose steht die Analyse im Mittelpunkt, die dem Erkennen von Ursachen und der Beschreibung der bisherigen Entwicklung dienen soll. Mittels einer Zeitreihenanalyse können Trends sichtbar gemacht werden, die in der Trendextrapolation der Prognose dienen (ebd.). Bei der Zeitreihenanalyse geht es jedoch nicht um den Vergleich von Zuständen zu unterschiedlichen Zeitpunkten oder -intervallen, sondern um die Darstellung von Abläufen (Prozessen) zwischen diesen Zuständen. Bei der Zeitreihenanalyse werden also Abläufe beschrieben, die zur Prognose, zur Analyse im Sinne von Erkennen von Ursachen und zur Kontrolle von Prozessen dienen.

Gerade bei der Etablierung neuer Technologien ist es notwendig, diese auch im Hinblick auf wirtschaftliche Aspekte zu analysieren. Untersuchungen einzelner Produkte, Branchensegmente oder ganzer Wirtschaftsbereiche werden im Hinblick auf deren Auswirkungen und Entwicklungen durchgeführt. Gegenstand der Marktcharakterisierung sind grob die Beschreibung des betrachteten Ausschnitts und der Marktstruktur, die Analyse von Angebot und Nachfrage und von Investitionen, Beschäftigung, Firmenstruktur, Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E), Innovationsaktivitäten, Export inkl. Absatzmärkte und Import, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Verfügbarkeit der notwendigen Technologien und auch rechtliche und politische Rahmenbedingungen. Datengrundlage dafür bilden einerseits statistische Erhebungen, andererseits aber auch Interviews mit ExpertInnen und Stakeholdern aus den entsprechenden Bereichen. Für zukünftige Einschätzungen wird oftmals eine Trendextrapolation herangezogen, bei der mittels Zeitreihenanalysen Trends sichtbar gemacht werden können. Schwierigkeiten ergeben sich aufgrund der Fehlerhaftigkeit der erhobenen bzw. gemessenen Daten und auch durch das Fehlen von Daten, durch Unsicherheiten bezüglich der Konstanz der Rahmenbedingungen und der vollständigen Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse.



Bei der Trendextrapolation wird von der Annahme ausgegangen, dass die Entwicklung bzw. der Trend der Vergangenheit in der Zukunft fortgesetzt wird. Dabei wird mittels quantitativer Daten wie beispielsweise Statistiken, die die Vergangenheit und die Zukunft beschreiben, versucht, eine zeitliche Entwicklung für die Zukunft zu bestimmen. Vielfach werden einerseits Hilfsmittel wie mathematische Funktionen eingesetzt und andererseits kommen statistische Methoden wie Regressionsanalysen und Korrelationsuntersuchungen zum Einsatz. Durch den konservativen Ansatz des Fortschreibens der Vergangenheit in die Zukunft ist die Gefahr groß, dass neue Einflussfaktoren zu wenig Beachtung finden. So kam es beispielsweise durch die Fortschreibung des Energiebedarfs der 1960er und 70er Jahren zu überhöhten Kraftwerksplanungen in Deutschland (Grunwald 2010, S.179).

Besonders Marktanalysen kommt in der TA eine große Bedeutung zu. Gerade bei der Einführung neuer Technologien wird der Teilbereich der wirtschaftlichen Technikfolgenabschätzung vielfach durch Marktanalysen abgedeckt. Dabei stehen insbesondere Aussagen über die erwarteten Folgen wie die Marktchancen der neuen Technologie und Analysen über die auftretenden Unsicherheiten im Mittelpunkt. Da es keine genauen methodischen Vorgaben gibt, was eine Marktanalyse zu inkludieren hat, ist der Prozess sehr divers und die Tiefe der Analyse sehr unterschiedlich. Für die Beschreibung eines Umfeldes einer neuen Technologie und zur Generierung von Annahmen über die wirtschaftliche Situation sind Marktanalysen eine geeignete Methode, die sich in der TA zunehmender Beliebtheit erfreut.

## 2.5 Nutzwertanalyse [NWA]

Die *Nutzwertanalyse* ist ein Verfahren zur Bewertung von Handlungsalternativen, wobei nicht auf monetärer Basis entschieden wird, sondern Kriterien vorliegen, die weder in Geldeinheiten noch in Zahlenwerten ausgedrückt werden können (Hoffmeister 2008). Eine NWA wird angewandt, wenn unter mehreren, miteinander schwer vergleichbaren Alternativen ausgewählt und die Beurteilung einer Handlungsalternative anhand mehrerer Zielkriterien ermöglicht werden soll. Unter Nutzen wird bei der NWA verstanden, was das Ausmaß der Eignung eines Gutes zur Befriedigung eines Bedürfnisses – oder eines anderen Kriteriums – von EntscheidungsträgerInnen ist (Hoffmeister 2008). Die NWA hat den Vorteil, dass die Bestimmungsgründe einer Entscheidung in eine übersichtliche, nachvollziehbare Form gebracht werden können, so dass Argumente und deren Gewicht diskutiert werden können. Anhand der NWA wird also versucht, die qualitativen Eigenschaften der Handlungsalternativen zu untersuchen. Den Handlungsalternativen werden dimensionslose Nutzenwerte derart zugeordnet, dass ein Teilnutzen je Handlungsalternative und Ziel definiert wird. Die gewichteten Teilnutzen können zu einem Gesamtnutzen zusammengefasst werden, wobei aber zu beachten ist, dass der Gesamtnutzenwert immer das Ergebnis einer subjektiven Beurteilung ist (Lillich 1992).

Als Vorteile der NWA werden die Flexibilität des Zielsystems, die Möglichkeit der Anpassung an eine große Zahl spezieller Erfordernisse und die direkte Vergleichbarkeit einzelner Alternativen gesehen sowie dass zunächst Unvergleichbares durch die geeignete Auswahl gemeinsamer Kriterien vergleichbar gemacht werden kann (Lillich 1992). Komplexe Bewertungsprobleme können übersichtlich strukturiert werden, wodurch intuitive Präferenzen offengelegt werden (Ludwig 1995, S.62). Dies ist auch gleichzeitig einer der Schwachpunkte der NWA, da nicht immer gewährleistet sein kann, dass zwei Alternativen in derselben Hinsicht miteinander verglichen werden. Probleme können sich ergeben, wenn Uneinigkeit bei der Auswahl der Kriterien bzw. deren Gewichtung vorherrscht und mehrere EntscheidungsträgerInnen mit unter-

schiedlichen Präferenzen vorhanden sind. Neuere Entwicklungen beinhalten partizipative NWA (Simmen/Walter 2007, S.87) und experimentelle Untersuchungen multivariater Aktionen sowie die Anwendung als Entscheidungshilfe bei Umweltschutzinvestitionen (Streit/Schiele 2000, S.50).

Eine Nutzwertanalyse bietet für die TA den großen Vorteil, dass vorhandenes Wissen auch durch die Einbindung von Stakeholdern einer Bewertung unterzogen werden kann. Diese auf Partizipation ausgerichtete Methode kann die Meinungen von Stakeholdern mit unterschiedlichem Wissensstand einbinden und kann auch gut zur Auslotung der Präferenzen von unterschiedlichen Interessensgruppen eingesetzt werden. Je nach TA-Forschungsdesign wird eine NWA zur generellen Eruierung von Interessen oder auch als Vervollständigung einer Auswirkungsanalyse eingesetzt.

## 2.6 Szenarien

Die Szenarienmethode hat ihre Wurzeln in der militärischen Strategieentwicklung und ist eine Methode der strategischen Planung, die ihre Anwendung in Wissenschaft, Politik und auch der Wirtschaft findet. Ein Szenario wird meist als eine Darstellung einer möglichen zukünftigen Situation, also eines Zukunftsbilds, definiert. Um jedoch mehr als nur eine Beschreibung eines hypothetischen, zukünftigen Zustands zu erhalten, werden in einem Szenario auch die Entwicklungen, Dynamiken und Treiber dargestellt. Ziel bei der Generierung eines Szenarios ist es daher, über die Betrachtung bestimmter relevanter Schlüsselfaktoren eine gewisse Orientierung hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen zu erlangen. Ein Szenario ist keinesfalls als ein vollständiges Abbild der Zukunft zu verstehen, sondern präsentiert einen oder mehrere Abschnitte der Wirklichkeit. Dabei ist die Ausgestaltung eines Szenarios von der Auswahl und Kombination von Schlüsselfaktoren abhängig, da bestimmte Faktoren als relevant erachtet aber andere vernachlässigt werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Szenarien in sich konsistent sein müssen, um ein mögliches Bild der Zukunft zeigen zu können. Szenarien erheben keinen Anspruch auf Wahrheit und stellen auch kein Wissen über die Zukunft bereit, sondern sind eine hypothetische Konstruktion von möglichen Zukünften. Vorteil bei der Erstellung von Szenarien ist die Möglichkeit, mehrere, alternative Zukünfte zu generieren, womit es gelingen soll, Orientierungswissen zu erhalten, um das gegenwärtige Handeln danach auszurichten (z. B. bei Backcasting). Besonders in vier Richtungen wird die Bandbreite der Funktionen unterteilt (Greeuw et al. 2000):

1. *Explorative Funktion bzw. Wissensfunktion:* Szenarien dienen der Systematisierung und Vertiefung des bestehenden Verständnisses über heutige Entwicklungen, Zustände und Einflüsse. Da Szenarien auf der Einschätzung von zukünftig relevanten Faktoren aufbauen, müssen somit auch die Grundannahmen über zukünftige Entwicklungen explizit gemacht werden. Szenarien dienen ebenfalls dazu, die Grenzen des Wissens, also Unsicherheiten, Lücken, Dilemmata, Unklarheiten und Komplexitäten zu adressieren. Einen besonderen Beitrag können Szenarien leisten, indem sie qualitative und quantitative Wissensbestände zusammenbringen.
2. *Kommunikationsfunktion:* Diese Funktion wird insofern von Szenarien erfüllt, da sie oftmals erst selbst im Rahmen von kommunikativen Prozessen wie Workshops entwickelt werden und auch dazu dienen, ein gemeinsames Verständnis einer zukünftigen Entwicklung zu generieren. Zusätzlich kann auf diesem Weg ein Beitrag zur verstärkten Kooperation und Vernetzung unterschiedlicher Akteure geleistet werden. Außerdem werden Szenarien auch dafür eingesetzt, um mit der Öffentlichkeit über Themen zu kommunizieren und zu informieren und so öffentliche Debatten zu bereichern.



3. *Zielkonkretisierungs- und Zielbildungsfunktion*: Szenarien werden auch eingesetzt, um die Entwicklung oder Konkretisierung von Zielvorstellungen zu ermöglichen, womit normative, wünschenswerte Bilder der Zukunft entwickelt werden und auch die Wünschbarkeit zukünftiger Entwicklungen reflektiert wird.
4. *Entscheidungsfindung- und Strategiebildungsfunktion*: Szenarien können einerseits Orientierungspunkte vermitteln und andererseits können auch ausgehend von Szenarien Handlungsoptionen und Indikatoren entwickelt werden. Dabei werden üblicherweise mehrere, alternative Szenarien entwickelt, die miteinander verglichen werden, um die Auswirkungen unterschiedlicher Zukünfte zu illustrieren. So werden Szenarien auch als Test für die Tragfähigkeit, Robustheit und Effizienz von Politiken eingesetzt.

Obwohl Szenarien auch außerhalb spezifisch ökonomischer Betrachtungen eine Rolle spielen, sind sie auf vielfältige Weise in der Vermittlung von möglichen Zukünften ökonomischer Entwicklungen von Bedeutung. Kurzfristige Wirtschaftsszenarien werden oftmals in Betrieben (vorwiegend Großunternehmen) im Bereich Unternehmensplanung und -management sowie in der Personalentwicklung eingesetzt. Umfassendere Anwendungsgebiete betreffen längerfristige Entwicklungen von Zukünften: Die berühmtesten Beispiele aus dem Bereich der Umweltökonomik sind wohl der Report „Die Grenzen des Wachstums“ (Meadows et al. 1972), bei dem mittels der Entwicklung von Szenarien die Grenzen unseres heutigen Ressourcenverbrauchs aufgezeigt wurden, sowie die Klimaszenarien des *International Panel of Climate Change* (IPCC), die die möglichen (wirtschaftlichen) Auswirkungen des Klimawandels detailliert beschreiben. Mit der Erstellung der ersten Energieszenarien nach den beiden Ölpreisschocks in den 1970er Jahren fanden Szenarien explizit Eingang in die Politik (Steinmüller 1999b, S.670). Oftmals wird die Szenariotechnik auch in Verbindung mit Modellsimulationen angewandt, wobei die mögliche Zeitabhängigkeit von Parametern oder Randbedingungen das eigentliche Szenario bildet (Ludwig 1995, S.61). Dabei können auch die quantitativen Ergebnisse anderer Methoden integriert werden.

Szenarien können einerseits in Prozessen der strategischen und politischen Entscheidungsfindung die Bewertung von Handlungsoptionen ermöglichen und andererseits als Diskursinstrument in den verschiedensten TA-Verfahren eingesetzt werden. Zusätzlich können sie zur Kommunikation von Ergebnissen und Empfehlungen verwendet werden (Steinmüller 1999b, S.669), da sich auf diese Art die Ergebnisse auch transparent und anschaulich darstellen lassen. Für die TA stellen Szenarien eine vielfältig nutzbare Methode dar, was sich auch an der Fülle von Projekten zeigt, in denen Szenariotechniken angewendet werden. Szenarien leisten auch einen wertvollen Beitrag, wenn sie bei Beteiligungsprozessen mit BürgerInnen eingesetzt werden und sind somit unverzichtbar für den Bereich der partizipativen TA. Szenarien haben sich aufgrund ihrer integrativen Möglichkeiten und wegen ihrer Konzeptualisierung einer offenen Zukunft zu einem der wichtigsten Instrumente der Technikfolgenabschätzung im Umgang mit Zukünften entwickelt (Grunwald 2010, S.184). Durch den spezifischen Einsatz von Szenariotechniken wie dem Backcasting-Verfahren wird einerseits der normative Charakter einer wünschenswerten Zukunft hervorgehoben und andererseits können damit wünschenswerte Veränderungen von gesellschaftlichem (und auch ökonomischen) Verhalten adressiert werden (Wächter et al. 2012).

## 2.7 Multi-Kriterien-Analyse [MCA]

Die Multi-Kriterien-Analyse wird eingesetzt, wenn verschiedene oder auch gegensätzliche Interessen aufeinandertreffen und unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Kriterien eine Bewertung stattfinden oder eine Entscheidung getroffen werden soll (McArthur/Lewis 1998). MCA stellt eine Entscheidungshilfe dar, wenn komplexe Probleme unter großer Unsicherheit adressiert werden und verschiedene Arten von Daten und Informationen vorliegen. Besonders bei umweltrelevanten Entscheidungen, die auf das langfristige Ziel einer nachhaltigen Entwicklung abzielen, wird die Anwendung dieser Methode immer beliebter (Kowalski et al. 2009). MCA wird auch als ein Komplement zur klassischen Analyse von Szenarien gesehen, da systematisch multi-dimensionale Informationen aggregiert werden können und somit die Komplexität eines Szenarios auf transparentem Weg reduziert werden kann.

In der Theorie der Multi-Kriterien-Bewertung wird zwischen einem direkten und indirekten Zugang unterschieden (Munda et al. 1995): Bei einem direkten Zugang werden die qualitativen Informationen ohne Transformation in quantitative Einheiten bewertet; bei einem indirekten Zugang werden die qualitativen Informationen zuerst in sogenannte „kardinale“ Informationen umgewandelt, um im weiteren Bewertungsprozess quantitative Methoden anwenden zu können. Unter kardinalen Daten werden jene verstanden, die die Ausprägungen eines Merkmals nicht nur in eine Rangfolge bringen, sondern auch die Abstände zwischen diesen messen. Diese „Kardinalisierung“ ist besonders dann sinnvoll, wenn sowohl quantitative wie auch qualitative Informationen vorliegen und bewertet werden sollen. Probleme können entstehen, wenn die verfügbaren Informationen einen hohen Gehalt an Unsicherheit oder Widersprüchlichkeiten aufweisen und wenn das Problem durch Komplexität charakterisiert ist, wie beispielsweise bei Fragen der Nachhaltigkeit.

In der Sozialen Multi-Kriterien-Bewertung werden partizipative Ansätze mit der MCA kombiniert, sodass beispielsweise auch Bewertungskriterien durch die Partizipation von ExpertInnen und Stakeholdern im Bewertungsprozess definiert werden. Der Mehrwert der Sozialen Multi-Kriterien-Bewertung besteht im Potenzial, neue Ideen und zusätzliche Optionen im Laufe der Analyse zu generieren. Die Resultate jeder Art der MCA inkludieren sowohl Rankings der verschiedenen Handlungsalternativen wie auch eine Analyse der unterschiedlichen Handlungsperspektiven. Idealerweise wird auch bei der MCA eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um so den Einfluss der Gewichtung der Kriterien auf das Endergebnis ersichtlich zu machen.

Obwohl die Multi-Kriterien-Analyse eine oft verwendete Methode in Ecological Economics ist und in der TA nicht sehr häufig zum Einsatz kommt, stellt sie einen Ansatz dar, durch den systematisch komplexe Zusammenhänge dargestellt und analysiert werden können. Als prospektives Verfahren können Fragestellungen unter Unsicherheit adressiert und bewertet werden und dabei relevante Stakeholder in den Forschungsprozess eingebunden werden. Genau diese beiden wesentlichen Elemente der MCA sind in einem TA-Prozess von größter Bedeutung. Weiters dient eine Multi-Kriterien-Analyse dem besseren Verständnis von Zielen und Präferenzen der involvierten Stakeholder und schafft es zu zeigen, dass es verschiedene Wege und Optionen zur Erreichung von bestimmten Zielen gibt.

### 3 Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

Wohl in kaum einem anderen Bereich hat sich in den letzten Jahrzehnten das Entstehen beziehungsweise der Wandel einer Branche derart auf gesellschaftliche Entwicklungen und Neuorientierungen ausgewirkt wie in jenem der Informations- und Kommunikationstechnologien. Spätestens seit den 1990er Jahren zählt IKT zu jenen Wirtschaftsbereichen, die einen immer größer werdenden Teil des Bruttoinlandsprodukts ausmachen und als Mittel zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit gesehen werden. Eine der Besonderheiten von IKT liegt wohl darin, dass sie mit anderen Sektoren in sehr engen Wechselbeziehungen steht und es kaum einen Sektor gibt, der nicht von IKT beeinflusst wäre. Vielmehr wird von IKT erwartet, Prozessinnovationen hervorzurufen, die die Kosten senken und die Effizienz erhöhen sollen. Von Beginn an wurde zusätzlich die Erwartung gehegt, dass dem Einsatz von IKT eine bedeutsame Rolle im Übergang von quantitativem zu qualitativem Wirtschaftswachstum zukommt, weil es durch den verringerten Gebrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen zugunsten eines Wachstums des weniger ressourcenintensiven Dienstleistungssektors zu erhöhter Wertschöpfung kommt. Als Erfolgsfaktoren von IKT gelten ihre weiten Anwendungsmöglichkeiten, die exponentiell steigenden Kapazitäten und die gleichzeitig schnell sinkenden Kosten (Rai/Lal 2000). Wirtschaftliche TA-Fragen in diesem Bereich betreffen oftmals die Wirkungen auf Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit, Wirtschaftsstruktur und die Auswirkungen auf Arbeitsmarkt und Arbeitsbedingungen. Ein generelles Problem in diesem Sektor ist, dass Aussagen über zukünftige Entwicklungen oftmals aus Befragungen von großen Unternehmen herrühren, was die Tendenz zu subjektiven, unternehmensspezifischen Einschätzungen erhöht. Kritische Stimmen wie Tichy (2002) warnen auch davor, dass die sogenannte elektronische Revolution keineswegs so rasch verläuft wie oft propagiert, wenn beispielsweise das Tempo des technischen Fortschritts bei IKT gemessen wird.

Je nach Fokus kann auch bei der Analyse der Informations- und Kommunikationstechnologien zwischen problemorientierter und technikinduzierter TA unterschieden werden. Eine technikinduzierte TA geht also von den einzelnen IKT-Feldern aus, beginnt dort mit der Erfassung und Beschreibung der Technik und des Umfelds und wird je nach Fragestellung ökonomische Effekte und Entwicklungen herausarbeiten. Eine problemorientierte TA sieht IKT als Bündel gesellschaftlich produzierter Techniken und Dienstleistungen, die intendierte aber auch nicht intendierte gesellschaftliche Folgen entfalten (Garbe/Lange 1991, S.11). Dabei stehen die Folgen und die Wirkungen auf ökonomisches Handeln im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Um die politisch-ökonomischen Transformationen im IKT-Bereich ökonomisch analysieren zu können, wird vielfach auf Theorien der Neueren Politischen Ökonomie zurückgegriffen. Diese beschäftigen sich mit der Wirkungsweise von Regierungen, Verwaltungen und Interessensgruppen auf Institutionen im Bereich Wirtschaft und Politik, die für die Medienindustrie von Bedeutung sind (Latzer 2000, S.21). Konkret werden Analysen über den Zusammenhang von Marktstrukturen wie Monopol oder Oligopol und Unternehmensstrategien und Unternehmens-Performance aber auch über wirtschaftspolitische Ansätze, die auf Wettbewerbs- und Ordnungspolitik fokussieren, durchgeführt (Latzer 2000, S.21). Weiters rücken Fragen zu Deregulierung, Liberalisierung und internationaler Wettbewerbsfähigkeit verstärkt in den Mittelpunkt (Welfens/Graack 1996, S.6). Besonders der Fokus auf den institutionellen Wandel, der die Rolle des Staates im Informations- und Kommunikationssektor adressiert, beschreibt das sich ver-

ändernde Verhältnis von Markt und Staat. Der Begriff digitale Ökonomie stellt genau dieses Endergebnis des Transformationsprozesses dar, dem ein Großteil der gesamtwirtschaftlichen Aktivitäten ausgesetzt ist (Latzer/Schmitz 2000a, S.41). Dabei werden Netze und die im Zuge dessen auftretende Netzeffekte behandelt, was auch eine Erweiterung der traditionellen Ökonomik darstellt.

### 3.1 Netzwerkeffekte

Gerade bei der Betrachtung von IKT ist es unerlässlich, auch die ökonomische Theorie der Netzwerkeffekte zu berücksichtigen. Ganz allgemein werden unter Netzwerkeffekten Vorteile für die NutzerInnen einer bestimmten Technologie verstanden, wobei die Vorteile umso größer werden, desto mehr diese Technologie nutzen (Latzer et al. 2002, S.19). So ist beispielsweise der Anschluss an das Telefonnetz umso vorteilhafter, je mehr andere TeilnehmerInnen erreicht werden können, die Kosten des Anschlusses sind aber unabhängig von der Anzahl der TeilnehmerInnen (Latzer/Schmitz 2000a; Schmitz 2000, S.43). Dasselbe gilt auch für die Nutzung des Internets: Je mehr Haushalte, Unternehmen und andere Institutionen an das Netz angeschlossen sind, umso größer wird der Nutzen für alle. Dies wird auch als direkter Netzwerkeffekt bezeichnet, wobei der indirekte Netzwerkeffekt auf den darüber hinaus gehenden zusätzlichen Nutzen abzielt, wie zum Beispiel das Angebot an komplementären Produkten, das umso größer wird, je größer der Markt ist. Indirekte Netzwerkeffekte inkludieren auch Lernprozesse durch den Gebrauch neuer Technologien und Dienstleistungssicherheiten, z. B. bezüglich Ersatzteilen oder Reparaturen.

In der Literatur über Netzwerkeffekte werden zumeist zwei Anomalien beschrieben (Fleischmann 2001): Kontrovers wird diskutiert, ob sich eine „stärkere“ Technologie gegen eine „schwächere“ durchsetzen kann. Wenn die starke Technologie ihre hohe Anziehungskraft erst dann ausspielen kann, wenn sich viele dafür entschieden haben, kann es sein, dass die schwächere Technik sich durchsetzt, wenn schon eine kleinere Anzahl an TeilnehmerInnen genügt, um einen höheren Nutzen zu erzielen. Genau auf diese Problematik wird bei einer Untersuchung über den Nutzen von Neuen Medien bei gemeinnützigen Wohnbauträgern eingegangen (Peissl et al. 1998): Die notwendige Akzeptanz für neue Kommunikationsmedien hängt stark von ihrer Verbreitung und damit von der Erreichbarkeit potenzieller KommunikationspartnerInnen ab.

Eine zweite Anomalie beschreibt die Tatsache, dass sich nicht nur für einzelne neue NutzerInnen ein Vorteil ergibt, sondern auch für alle bisherigen NutzerInnen. Bei der Beitrittsentscheidung der neuen NutzerInnen spielt jedoch nur der eigene Nutzen und nicht der Nutzen der schon bisher im Netzwerk Beteiligten eine Rolle, sodass dieser sogenannte externe Effekt dazu führen kann, dass insgesamt von der betreffenden Technologie eine geringere Menge als das soziale Optimum nachgefragt wird (Fleischmann 2001). In diesem Zusammenhang ist auch die Unterscheidung zwischen Basisnutzen und Netzwerkeffekten wichtig: In der ökonomischen Theorie entscheidet der Nutzen eines Gutes darüber, ob es konsumiert wird oder nicht. Dieser Nutzen wird auch als Basisnutzen bezeichnet. So ist es beim Kauf eines Toasters unerheblich, wie viele ihn sonst noch nutzen. Ein Gegenbeispiel ist der Kauf eines Telefonapparates, der ohne Netzanschluss oder KommunikationspartnerInnen gänzlich ohne Nutzen ist. Diese Unterscheidung ist insofern wichtig, weil eine neue Technologie, bei der das Gewicht von Netzwerkeffekten im Verhältnis zum Basisnutzen groß ist, unter Umständen über ein Nischendasein nicht hinauskommt. Der Grund liegt darin, dass erst bei einer hohen Zahl von vorhandenen NutzerInnen weitere gewonnen werden und es möglicherweise nicht gelingt, diese

kritische Masse zu erreichen. Deswegen gilt: Je stärker die Netzwerkeffekte und je höher die Anschaffungskosten einer neuen Technologie sind, desto höher ist das Streben nach Kompatibilität zwischen verschiedenen Technologien. Dies wiederum begünstigt einheitliche Standards auf einem Markt mit unterschiedlichen Technologien.

## 3.2 Ökonomische Effekte im frühen Multimedia-Bereich

Ein wichtiger Beitrag, der sich mit den ökonomischen Effekten der Telekommunikation in Österreich auseinandersetzt, ist auch einer der wenigen, dessen Ergebnisse auf Basis einer Input/Output-Analyse durchgeführt wurden (Čas 1996). Beruhend auf einer Studie zur „strategischen Planung der Post und deren Auswirkungen auf die Arbeitswelt“ werden die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Auswirkungen der Fernmeldeinvestitionen der Post auf Produktion und Beschäftigung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass das Investitionsvolumen der Post einen um 50 % höheren Produktionseffekt erzielen kann, wodurch rund 13.400 Arbeitsplätze induziert werden können (ebd.). Unter Berücksichtigung der Einkommenskreislauf-Effekte, d. h. dass mehr Beschäftigte durch mehr Lohnvolumen auch die Nachfrage nach Konsumgütern erhöhen, kann von 17.200 Beschäftigten mehr gesprochen werden. Rund die Hälfte der Produktionseffekte verteilen sich dabei auf drei Branchen: auf Fernmeldegeräte fallen 25 %, auf Drähte und Kabel 10 % und auf die Bauwirtschaft 12 %. Ein Vergleich über die Zeit zeigt, dass die Produktionseffekte relativ konstant geblieben sind, aber die Beschäftigungseffekte pro investierter Milliarde (Schilling) stark abgenommen haben (ebd.). Negative Folgen werden mit steigenden Umweltbelastungen aufgrund tiefergehender Arbeitsteilung, sozialen Problemen durch veränderte Qualifikationsanforderungen und mit regionalen Ungleichgewichten aufgrund neuer Organisationsformen angegeben. Abschließend wird festgehalten, dass die Telekommunikation zwar ein zentraler, aber nicht einzig bestimmender Faktor in der Beziehung zwischen Technik, Innovation und Wirtschaft ist (ebd.).

Die Regulierungsökonomik hat als eines ihrer Beschäftigungsfelder die Analyse (staatlicher) Monopolsektoren, was insbesondere bei Netzwerken der Telekommunikation eine wichtige Rolle spielt. Ursprünglich gekennzeichnet durch hohe Fix- und Investitionskosten und fallende Kosten durch steigende Nachfrage bilden die Märkte im Sektor Telekommunikation ein natürliches staatliches Monopol gekennzeichnet durch Stabilität, geringe technische Innovationen und hohen politischen Einfluss (Pisjak 1994). Politisch argumentiert werden die Subvention für die NetzbetreiberInnen und die Limitierung des Zugangs mit positiven Netzwerkexternalitäten, da die Kosten für die KonsumentInnen den zusätzlichen Nutzen nicht widerspiegeln, den jedeR zusätzliche TeilnehmerIn des Netzwerks mit sich bringt. Mit den Liberalisierungstendenzen des Telekommunikationssektors in den frühen 1990er Jahren und der flächendeckenden Verbreitung des Internets werden die Weichen für grundlegende Veränderungen gestellt. Durch den aufkommenden Wettbewerb werden die Dienstleistungen kostenorientiert angeboten, und das Angebot neuer Services führt zu zusätzlicher privater und öffentlicher Nachfrage nach Netzwerkressourcen (Pisjak 1994). Weitere Effekte der digitalen Ökonomie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (Latzer et al. 2002, S.19): Marktstrukturen werden durch den raschen technologischen Wandel instabiler, durch vermehrte Unternehmenskooperationen werden die hohen Risiken der Produktentwicklung geteilt, durch die Verteilung von Gratisgütern wie Mobiltelefonen werden Netzeffekte genutzt und Lock-in-Strategien sollen die Bindungen von KundInnen erhöhen.

Eine der ersten Studien, in der Multimedia-Anwendungen in Betrieben untersucht werden, sieht darin noch keine standardmäßige Verwendung (Riehm/Wingert 1995). Am ehesten werden noch kommunikative Anwendungen wie Videokonferenzen, Tele-Kooperation und Tele-Heimarbeit verwendet und dies, obwohl in der Studie darauf hingewiesen wird, dass man in punkto Wirtschaftlichkeit im Großen und Ganzen auf Vermutungen angewiesen ist. Die Verbreitung in einzelnen Wirtschaftssektoren zeigt deutliche Unterschiede: Banken- und Versicherungsbranche, der Versandhandel, die Werbe- und Verlagswirtschaft und die Touristikbranche werden als jene Branchen mit der am weitest verbreiteten Nutzbarkeit gesehen (Riehm/Wingert 1995).

Im sehr spezifischen Feld gemeinnütziger Wohnbauvereinigungen werden die Einsatzmöglichkeiten neuer Medien analysiert (Peissl et al. 1998) indem die Kosten dem Nutzen gegenübergestellt werden. Eines der Ergebnisse ist, dass den hohen Investitionskosten zur Nutzung des Internets kaum quantifizierbare Einsparungen außer bei Papier- und Telefonkosten gegenüberstehen, sondern der Nutzen vielmehr im Bereich des Marketings und im Imagegewinn liegt. Zusätzlich werden noch beträchtliche Kosten für Beratungs- und Personalaufwand identifiziert. Somit zeigt sich auch in dieser Analyse, dass der Nutzen kaum bei den eingesparten Kosten zu finden ist, sondern vielmehr durch Netzwerkeffekte bei genügend großer Akzeptanz seitens der NutzerInnen.

Auch für die Verbreitung von wissenschaftlichen Publikationen bietet das Internet neue Möglichkeiten. Besonders die Kostenvorteile, die durch den Wegfall von Kosten für Druck und Bindung, Distribution und Lagerung entstehen, sprechen für e-Publikationen (Nentwich 2003, S.400). Dennoch lässt sich genau dadurch eine Besonderheit festmachen: Während im Fall von gedruckten Publikationen die Kosten für die Infrastruktur und Verbreitung auf der Angebotsseite liegt, finden sich bei e-Publikationen die Kosten für die notwendige Infrastruktur zur Bereitstellung der Publikationen auf der Nachfrageseite. Ob die Kostenvorteile bei e-Publikationen überwiegen, lässt sich dennoch nicht eindeutig feststellen, da jede Publikationsform spezifische Attribute aufweist, die sich nur schwer vergleichen lassen (Nentwich 2003, S.401).

### 3.3 Das Internet als neuer Marktplatz

Seit Mitte der 1990er Jahre ist das Internet mit seiner ständig wachsenden Anzahl an breiteren Anwendungsmöglichkeiten aus dem täglichen geschäftlichen Leben nicht mehr wegzu-denken. Durch die Etablierung des Internets nicht nur als Kommunikationsmedium sondern auch als Plattform zum Kauf und Verkauf aller Arten von Gütern und Dienstleistungen kommt es zu neuen Geschäftsmodellen, anstatt etablierter Wertschöpfungsketten treten neue Prozessketten (Petermann 2001), und neue Möglichkeiten der Vertriebsformen sind als Prozessinnovationen zu sehen (Schmitz 2000, S.191).

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte der neuen Marktformen umfassen hauptsächlich Wachstums- und Beschäftigungseffekte, die sich wiederum in direkte und indirekte unterscheiden lassen (Schmitz 2000, S.191). Direkte Effekte sind beispielsweise Prozessinnovationen wie das Anbieten von Produkten und Dienstleistungen via Internet und darauf aufbauend Produktinnovationen sowie auch Marktwachstum, das infolge von geringeren Preisen zustande kommt. Diese Prozessinnovationen sind zwar prinzipiell als kapitalintensiv einzustufen, dennoch können sie in einigen Bereichen des Handels zu Kosteneinsparungen führen. Die Wettbewerbsintensität wird im elektronischen Handel als nicht höher als im traditionellen Handel gesehen, weil die Transparenz des Marktes gering ist und weil Informationsasymmetrien und Lock-in-Effekte zu beobachten sind. Für Unternehmen ist es vor allem eine strategische Entscheidung,



sich am elektronischen Handel zu beteiligen, und nicht nur eine technologische Investitionsentscheidung. Unter indirekten Effekten sind vor allem die Auswirkungen von Infrastrukturinvestitionen und von der Nachfrage nach Infrastrukturdiensten auf die Beschäftigung zu verstehen (ebd.). Somit wird davon ausgegangen, dass der Rückgang an Arbeitsplätzen im traditionellen Handel durch die zusätzliche Beschäftigungsnachfrage im Bereich der Infrastrukturinvestitionen und durch wahrscheinliche gesamtwirtschaftliche Wachstumseffekte – auch wenn die Schätzungen nicht über 0,5 % des BIP hinausgehen – mehr als kompensiert werden kann. Zusätzliches Wirtschaftswachstum bewirkt generell, dass sich die Beschäftigungsrate in Relation zur Produktivität erhöht.

Gerade im Handel wird die klassische Trennung zwischen KäuferInnen und VerkäuferInnen insofern aufgehoben, da beide gleichzeitig ihre Waren anbieten und auch andere Waren nachfragen können (Petermann 2001). Diese veränderten Ansprüche des Internet-Handels zeigen sich in schwindender KundInnen-Loyalität, in täglichem 24h-online-Shopping und hoher Flexibilität. Ein besonderes Zeichen von E-Business stellt die Tatsache dar, dass auch kleinere Gruppen von KundInnen effizient erreicht werden und dadurch ökonomische Skaleneffekte besser genutzt werden können. Durch das Zusammenwachsen in einem virtuellen Marktplatz werden neue Chancen auch für die Logistik-Branche eröffnet: Die Nachfrage nach Paket-, Kurier- und Expressdiensten steigt und darüber hinaus entwickeln sich neue Formen logistischer Dienstleistungen. Ein weiteres Spezifikum ist, dass weltweit besonders kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) auf den Markt drängen und ihre Leistungen anbieten können, die zuvor höhere Hürden zu überwinden hatten (TA-Swiss 2011b). In etlichen Bereichen der Internet-Branche zeigt sich dennoch eine gewisse Monopolstellung einiger großer Firmen. So beherrscht beispielsweise im Bereich Netzwerkausrüstung die Firma *Cisco* den Markt, bei Suchmaschinen die Firma *Google* und bei sozialen Netzwerkseiten *Facebook*, was die TA-relevante Frage aufwirft, welche Probleme eine große Marktmacht weniger Firmen mit sich bringt.

In Riehm et al. (2002) wird einerseits eine Branchenanalyse zum Stand von E-Commerce in den Bereichen Lebensmittelhandel, Arzneimittelhandel, Medienprodukte (Bücher, Tonträger, Videos), Stromhandel, Wertpapierhandel, Handel mit Dienstleistungen (insbesondere juristische) und im Bereich der öffentlichen Beschaffung durchgeführt. Andererseits werden die ökonomischen Folgewirkungen durch den Einsatz des neuen elektronischen Mediums analysiert und in Verbindung mit den sozialen und ökologischen Folgen gebracht. Die Ergebnisse zeigen, dass es je nach Wirtschaftsbereich und Anwendungsfeld extreme Unterschiede gibt. Besonders zwischen Unternehmen bzw. zwischen HerstellerInnen und Großhandel hat sich E-Commerce in den Bereichen Lebensmittelhandel, Automobilhandel, Stromgroßhandel und Wertpapierhandel gut etabliert. Im Fall des Handels mit EndkonsumentInnen ist der Nachteil bei Lebensmitteln, dass diese empfindlich beim Transport und schnell verderblich sind und bei Arzneimitteln, dass diese zum Großteil verschreibungspflichtig sind. E-Commerce kann auch zu einer Erhöhung der Transparenz im Fall von einer Vielzahl zersplitterter AnbieterInnen und AbnehmerInnen beitragen und auch innerhalb kurzer Zeit die Nachfrage mit den vorhandenen Angeboten abgleichen. Rechtliche Rahmenbedingungen sorgen dafür, dass die Entfaltung von E-Commerce auch behindert werden kann, wie dies beispielsweise im Fall des Versands von Arzneimitteln geschieht. Eine Besonderheit stellt der E-Commerce im Dienstleistungsbereich dar: Da Dienstleistungen weder lager- noch transportfähig sind, können nur die Anrechte auf eine Dienstleistung gehandelt werden (Riehm et al. 2002). Aus Sicht der KonsumentInnen stellt sich in allen Bereichen die Frage, wie seriöse von unseriösen AnbieterInnen unterschieden werden können und nicht ein genereller Vertrauensverlust in E-Commerce entsteht (TA-Swiss 2011b). In Österreich gibt es beispielsweise aus diesem Grund das E-Commerce-Gütesymbol, das über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehend eine kundInnenfreundliche Geschäftsabwicklung konstatiert.

Für Österreich wird erstmals im Jahr 1999 erhoben, wer in welchem Ausmaß die Kaufmöglichkeiten via Internet nutzt (Lutzer/Schmitz 2000b, S.286). Auch wenn nur ein Fünftel der befragten NutzerInnen über zehnmal im Jahr Einkäufe tätigt, wird dem Internethandel ein großes zukünftiges Potenzial konstatiert. Hauptsächlich nachgefragte Güter waren Bücher und an zweiter Stelle PC-Software, die zu 61 % mit Kreditkarte gekauft wurde (ebd., S.291). Wenn der Jahresgesamtumsatz betrachtet wird, so beträgt dieser circa 0,76 % des traditionellen Einzelhandelsvolumens (ebd., S.293). Gründe der NutzerInnen für den Internethandel sind einerseits Bequemlichkeit aber andererseits auch die Möglichkeit Zugang zu Produkten zu erhalten, die über andere Vertriebswege nicht erworben werden könnten (ebd., S.301). Als Gründe dagegen sind Datenschutz und mangelnde Möglichkeiten der Produktprüfung genannt worden. Als Ausblick wurden nochmals die als sehr hoch eingeschätzten Wachstumsraten betont (ebd., S.306), die sich auch heute noch überdurchschnittlich verglichen mit den sonstigen Wachstumsraten im Handel entwickeln.

Vor allem im Bereich von Internet-Firmen scheinen herkömmliche Modelle der Produktion und des Konsums nicht mehr ganz zuzutreffen. Besonders deutlich zeigt sich dies beispielsweise darin, dass sich bei Firmenneugründungen staatliche Förderungsprogramme an den Erfahrungen aus der Industrie orientieren, die aber der Geschwindigkeit in der schnelllebigen virtuellen Welt hinterherhinken. So kann es passieren, dass Geschäftsideen daran scheitern, dass die Gründung einer Firma zu zeit- und kostspielig ist, um sie umsetzen zu können. Die mangelnde soziale Absicherung vieler Selbständiger in Ein-Personen Unternehmen stellt ein weiteres Hindernis dar. Andererseits bieten gerade solche Rahmenbedingungen auch Chancen: Innovative Ideen sind nicht an lange Ausbildungen gebunden (z. B. war „Facebook“ die Idee eines Zwanzigjährigen) und auch nicht reichen Industrienationen vorbehalten, sondern entstehen vielerorts in Asien und auch in Afrika. Heute zählen zu den großen Online-GewinnerInnen vor allem Unternehmen aus den Bereichen Glückspiel und Wetten, AnbieterInnen von Billigflügen und Preisvergleichsplattformen, die alle überhaupt erst durch das Internet entstehen konnten.

### 3.4 Virtuelle Netzwerke

Eine spezielle Weiterentwicklung auf IKT-Basis, die einerseits für privatwirtschaftliche Betriebe aber auch für öffentliche Institutionen immer wichtiger wird, sind virtuelle Netzwerke. Damit können Unternehmen auf einfache Art und Weise betriebliche Bereiche bzw. Abteilungen auslagern und sich auf ihre Kernkompetenzen oder auch andere Aufgaben konzentrieren. Die dabei entstehenden (virtuellen) Unternehmens-Netzwerke stützen sich zum Teil stark auf elektronische Kommunikations- und Vertriebsstrukturen („E-Business-Networks“). Fertigungs- und Vertriebssysteme der Beteiligten sind informativ eng miteinander verzahnt, um so die Voraussetzungen für flexibles Marktverhalten und Wettbewerbsvorteile zu schaffen (Petermann 2001).

Cloud Computing stellt eine Form der Weiterentwicklung eines Netzwerks dar, bei dem Dateien und Programme nicht auf einem lokalen Rechner sondern im virtuellen Netz gespeichert werden. Eine private Cloud ist auf interne Anwendungen beschränkt, d. h. sowohl die AnbieterInnen wie auch die NutzerInnen sind im selben Unternehmen zu finden, wohingegen eine öffentliche Cloud von beliebigen Personen und Unternehmen genutzt werden kann. Die einzelnen Rechner beschränken sich somit auf grundlegende Basisdaten, während der Großteil der Information auf externen Servern liegt. Durch das Verbinden der einzelnen Rechner gelingt es zudem, brachliegende Kapazitäten an einem Ort einzusetzen. Diese Netzwerke bzw. Cluster



können ihrerseits wieder zu einem „Supergrid“ verbunden werden, das in der Lage ist, noch größere Datenmengen zu verarbeiten. Vorteile bieten sich vor allem für KMUs, da sowohl Speicherplatz als auch Software in die „Cloud“ delegiert werden können (TA-Swiss 2011a) und gleichzeitig die Betreuung nicht mehr notwendigerweise intern sondern extern erfolgen kann. Durch die raschen Veränderungen in Technik und Anwendung ist es somit für KMUs eine Chance, ohne hohe Kosten allen Anforderungen der Aktualität z. B. bei der Datensicherheit zu entsprechen. Die erwarteten, durchschnittlichen Kosteneinsparungen durch die Nutzung einer Cloud werden zwischen 10-19 % geschätzt (Leimbach et al. 2013). Die hohen Erwartungen an Cloud Computing speisen sich auch aus der Annahme, dass auf diese Art die Bedingungen für neue innovative Geschäftsmodelle geschaffen werden können. Bezeichnenderweise sind es vor allem InformatikerInnen, die Cloud Computing skeptisch gegenüber stehen, da Unterhalt und Betreuung von Hard- und Software aus den Betrieben ausgelagert werden (TA-Swiss 2011a). Ein weiteres Risiko besteht darin, dass einE in technische Schwierigkeiten geratene AnbieterIn unter Umständen alle anderen Betriebe mitreißen könnte. Als negative Konsequenzen bei der Verwendung einer Cloud werden auch der Kontrollverlust über die Daten und die Missbrauchsgefahr durch die AnbieterInnen selbst oder Regierungen angeführt (Leimbach et al. 2013).

Ubiquitäres Computing (übersetzt: allgegenwärtige Datenverarbeitung) wird als Allgegenwärtigkeit von Sensoren, Prozessoren und Aktuatoren, die miteinander kommunizieren und Aktionen auslösen und steuern, definiert (Bizer et al. 2006, S.11). Schon seit Ende der 1980er Jahre wird die Grundidee des ubiquitären Computings diskutiert. Es wurde auch als eine neue technische Vision mit vielen Anwendungsbereichen gesehen, bei der kleine, miteinander drahtlos vernetzte Computer unsichtbar in beliebige Alltagsgegenstände eingebaut und mithilfe von Sensoren die Umwelt eines Gegenstands erfasst werden können (Friedewald et al. 2010). Das wichtigste Ziel ist der zeitnahe Austausch von Informationen innerhalb eines Unternehmens aber auch zwischen den einzelnen Akteuren entlang der logistischen Kette. Auch wenn in weiten Teilen noch unklar ist, welche wirtschaftliche Bedeutung die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten bieten, können dennoch etliche relevante Faktoren benannt werden (Bizer et al. 2006, S.88). Auf der Nachfrageseite bestimmen bei den EndverbraucherInnen der Systemnutzen, der Bedienkomfort und das generelle Vertrauen den Erfolg der neuen Technologie (Davis 1989). Bei einer Umfrage zur Akzeptanz von ubiquitärem Computing wurde herausgefunden, dass die Gestaltung der Kontrollmöglichkeiten der NutzerInnen entscheidend zur Akzeptanz beitragen wird (Spiekermann 2007). Risiken für die KonsumentInnen stellen Eingriffe in die Privatsphäre wie die Verarbeitung und weitere Vernetzung personenbezogener Daten sowie die Bildung von Bewegungsprofilen dar, was in die Forderung nach regulatorischen Maßnahmen mündet (Čas 2005).

Für die Unternehmen bieten ubiquitäre IT-Systeme Vorteile wie verbesserte Möglichkeiten zur Kommunikation und Kooperation oder bei der Produktion mit besonderen Dokumentationsanforderungen wie z. B. bei der Herstellung von Luftfahrzeugen. Der Einsatz von ubiquitärem Computing wird entscheidend beeinflusst von der Akzeptanz der MitarbeiterInnen, von dem Vertrauen zwischen den MarktteilnehmerInnen, von der Lösungskapazität technischer Probleme und vom Trade-off zwischen Sicherheit und Kosten sowie von den Möglichkeiten der Standardisierung (Bizer et al. 2006, S.93).

Auf der Angebotsseite des ubiquitären Computings fällt auf, dass kaum durchgängige Wertschöpfungsketten für Produkte und Dienstleistungen bestehen, sondern der Mehrwert erst durch das Zusammenspiel der einzelnen komplementären Wertschöpfungsebenen entsteht (ebd.). Da die meisten Unternehmen nur selten die gesamte Bandbreite an von den KundInnen nachgefragten Produkten abdecken, ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor, inwieweit die anbietenden Betriebe eine marktfähige Lösung für die KundInnen offerieren können (ebd.). Der höhere Au-

tomatisierungsgrad trägt zu Rationalisierung und Flexibilisierung bei, wodurch zwar einerseits Personalkosten eingespart aber andererseits auch mit steigenden IT-Kosten zu rechnen ist. Die hohen Kosten z. B. für langfristige Schutzrechte stellen auch die größte Barriere für einen breiteren Einsatz von ubiquitärem Computing dar, da gerade jungen und weniger kapitalintensiven Unternehmen dadurch der Zutritt zum Markt erschwert wird (Friedewald et al. 2010). Immer wieder werden auch die hohen Investitionsrisiken als eine der Barrieren genannt, da die Kosten und Nutzen kaum zuverlässig zu ermitteln sind (Remenyi et al. 2000, S.92).

### 3.5 Sensible Daten

Die notwendige Unterscheidung zwischen physischen und digitalen Gütern wird umso deutlicher, wenn auch auf Faktoren wie leichte Kopierbarkeit ohne Qualitätsverlust, günstige Online-Distribution, hohes Automatisierungs- und Rationalisierungspotenzial sowie Netzwerk- und positive Rückkoppelungseffekte geachtet wird. Diese spezifischen Eigenschaften der digitalen Informationsprodukte bergen einerseits wirtschaftliche Chancen, andererseits auch Probleme und Risiken (Orwat 2002). Auf dem Arbeitsmarkt können sich positive und negative Auswirkungen gegenüberstehen, d. h. mögliche Substitutionseffekte im Distributionsbereich können durch Arbeitsplatzgewinne aufgrund neuer Produkte und Märkte ausgeglichen werden.

Etlliche TA-Studien werden auf dem Gebiet der elektronischen Zahlungsmöglichkeiten durchgeführt (Böhle 2002), die das veränderte Umfeld von Banken und deren neue Positionierung untersuchen. DRM-(Digital Rights Management)Technologien sind weder in der Medienindustrie selbst noch in wissenschaftlichen Studien Gegenstand ökonomischer Bewertungen. Unternehmen in diesem Bereich waren und sind nur selten bereit, für die Einführung von DRM auch zu zahlen (Rosenblatt 2005). Dies ist umso erstaunlicher, als seitens der Medienindustrie ein Schaden in Milliardenhöhe durch unerwünschtes Downloaden, File-sharing und Internetpiraterie befürchtet wurde. Andererseits besteht die Gefahr, dass durch technische DRM-Systeme die Nutzungsrechte von Privatpersonen, Wissenschaft, Bibliotheken oder der Presse, die durch das bisherige Urheberrecht gewährleistet sind, eingeschränkt oder vollkommen entzogen werden. Helberger et al. (2004) kommen zu dem Schluss, dass aus Sicht der KonsumentInnen die Kosten bei weitem den eigentlichen Nutzen übersteigen. Die Möglichkeit von freien Downloads hat aber auch zur weiten Verbreitung von MP3-Playern beigetragen. Hemmnisse bei der Etablierung von MP3-Playern sind die maßgebliche Vorrangstellung früher Akteure in diesem Bereich, was sich in einer Lizenzierung ihrer Forschungsergebnisse äußert, wodurch es für nachkommende Akteure nur mit erheblichen Kosten verbunden ist, diese Forschungsergebnisse auch zu nutzen (Thielmann et al. 2009). Durch die Fokussierung auf Kerngeschäfte werden die in diesem Bereich so wichtigen branchenübergreifenden Geschäftsmodelle somit erheblich eingeschränkt.

Auch der fortschreitende Einsatz von e-Government gibt Anlass zu umfassenden Aufgaben für die Technikfolgenabschätzung. Diese Online-Dienste verwenden teils hochsensible Daten, die besonderem Schutz unterliegen, wie z. B. die Daten von BürgerInnen zur jährlichen Steuererklärung. Positive Effekte von e-Government betreffen arbeitsorganisatorische Veränderungen sowie eine verbesserte Dienstleistungsqualität durch deutliche kürzere Verfahrensdauer (Aichholzer/Spitzenberger 2005). Voraussetzung dafür ist ein verbessertes Zusammenspiel von technischen und organisatorischen Innovationen. Weitere positive Effekte sind in reduzierten Kosten und in einem verringerten Zeitaufwand für die MitarbeiterInnen in der Verwaltung sowie in produktivitätssteigernden Effekten in der Verwaltungsebene zu finden (Aichholzer 2007).

Ein weiteres Anwendungsfeld mit ökonomischen Implikationen stellen biometrische Identifikationssysteme dar, deren wirtschaftliche Bedeutsamkeit unzweifelhaft im Zunehmen begriffen ist. Genaue Daten und Einschätzungen über Marktvolumen, Beschäftigung oder sonstige Kennziffern sind kaum vorhanden bzw. nicht transparent, da Firmen relevante Daten unter Verschluss halten und amtliche Statistiken keine Datengrundlage zur weiteren Analyse zur Verfügung stellen, was somit zuverlässige Aussagen nur schwer zulässt (Petermann/Sauter 2002). Dies stellt auch die ökonomische TA vor das Problem, dass zu Zeiten der Markteinführung Daten aus Geheimhaltungsgründen nur sehr eingeschränkt verfügbar sind, denn als einzige Datenquellen bleiben häufig Marktanalysen von verschiedenen Beratungsunternehmen.

### 3.6 Neue Arbeitsformen durch neue Technik

Neue Formen der Arbeitsorganisation werden durch IKT besonders rasch eingeführt und etabliert. Zunehmende Dezentralisierung anstelle hierarchischer Strukturen, Flexibilisierung der Arbeitszeit und neue Möglichkeiten der Arbeitsteilung haben auch einen starken Einfluss auf betriebliche Produktionsprozesse. Für MitarbeiterInnen bedeutet dies veränderte technische Anforderungen kombiniert mit sozialer Kompetenz wie Teamarbeit und intrinsischer Motivation. Schon 1999 lag der Anteil jener, die zumindest einen Tag in der Woche Telearbeit betreiben, innerhalb der EU bei 6 % aller Erwerbstätigen (Winker 2001, S.7). Im Hinblick auf Arbeitszeitmodelle ist die somit viel größer gewordene Möglichkeit flexibler Arbeitszeiten als eine der wesentlichen Veränderungen zu nennen (Krings 2004). Die strikte Trennung in Arbeit und Freizeit wird zunehmend obsolet, da die Erwerbsarbeit nicht mehr an einen bestimmten Ort oder eine bestimmte Zeit gebunden ist. So wirken besonders die Formen selbstorganisierter Arbeit weit in persönliche Lebensbereiche hinein, wie dies eine 24h-Arbeitspräsenz in vielen Dienstleistungsbereichen wie Call-Centern oder Warenbestellungen zeigt. Beschleunigung, Intensivierung und Gleichzeitigkeit von Arbeitsprozessen wird durch den schnellen Transfer und Austausch von Texten, Sprache, Bildern und Video enorm begünstigt. Weitere analysierte Auswirkungen des Einsatzes von IKT sind, dass die Kontrolle in zunehmendem Ausmaß nicht mehr über die geleistete Arbeitszeit sondern über die erreichten Arbeitsziele erfolgt. Somit werden die Arbeitsinhalte und -zeiten viel stärker an die Wettbewerbsbedingungen des Marktes geknüpft. Da die Auswirkungen auf die Arbeitswelt sehr branchenspezifisch aber auch sehr individuell sind, lassen sich kaum generalisierbare Aussagen treffen.

## 4 Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich der Nachhaltigkeit

### 4.1 Rahmenbedingungen von Technik und Nachhaltigkeit

Gerade der Einsatz von Technik und Technikgestaltung in der Produktion, Nutzung und Entsorgung von Gütern und Dienstleistungen entscheidet in hohem Ausmaß darüber mit, wie nachhaltig die vorherrschende Wirtschaftsweise ist (Grunwald/Kopfmüller 2012, S.214). Besondere Aufmerksamkeit erhält dabei die Ambivalenz des Verhältnis von Technik und Nachhaltigkeit (Grunwald/Kopfmüller 2012, S.214; Grunwald 2010, S.220): Gerade durch die Nutzung von Technik entstehen zahlreiche ökologische Probleme wie schadstoffreiche Emissionen, die in Luft, Boden und Wasser abgegeben werden und als Ursache für klimatische Veränderungen gelten. Nicht-erneuerbare Ressourcen werden in viel zu großem Maße verbraucht und erneuerbare Ressourcen vielfach über ihrer Regenerationsrate genutzt. Doch nicht nur, dass Rohstoffe weit über nachhaltige Grenzen genutzt werden, die so verursachten Probleme werden auch an zukünftige Generationen weitergegeben. Einerseits übernehmen und bauen zukünftige Generationen auf die heutige Technik und andererseits sind sie mit den heute verursachten Umweltproblemen konfrontiert. Die Art und Weise des Technikeinsatzes verursacht also viele Nachhaltigkeitsprobleme und bestimmt über deren Ausmaß. Daher wird Technikentwicklung als Beitrag zu Nachhaltigkeit kritisch hinterfragt, was mitunter auch in der Forderung nach geringerem Technikeinsatz münden kann.

Oftmals wird in der Technik aber auch die Lösung zu Umweltproblemen gesucht wie beispielsweise im Einsatz von effizienten Energietechnologien und bei der Verbreitung von Technologien zur Nutzung von erneuerbaren, emissionsarmen Energieträgern (Grunwald/Kopfmüller 2012, S.215). Innovative technische Lösungen bieten die Chance, einen Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu leisten. Im Mittelpunkt des Interesses stehen die Fragen: Wie kann „Technik“ gestaltet werden, sodass mehr Nachhaltigkeit möglich ist? Welcher Beitrag kann überhaupt durch Erforschung, Entwicklung und Nutzung neuer Technologien geleistet werden? Von welcher Zeitspanne ist die Rede, bis die Auswirkungen nachhaltiger Technologien bemerkbar sind? Weiters spielen Fragen nach den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und politischen Instrumenten eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, durch innovative Technik einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit zu erreichen (ebd.). Und letztendlich geht es auch darum, wie Technik mit Hilfe von relevanten Nachhaltigkeitskriterien bewertet werden kann um abschätzen zu können, wie groß der Beitrag zur Erreichung des Ziels Nachhaltigkeit überhaupt sein kann (Fleischer/Grunwald 2002).

Gesellschaftliche Rahmenbedingungen stellen die Bedingungen erst her, unter denen Technikentwicklung und Innovation entsteht. Wenn das Ziel Nachhaltigkeit somit ein gesamtgesellschaftliches Anliegen ist, muss sich auch die Technikentwicklung in diesem Rahmen bewegen (Grunwald/Kopfmüller 2012). Letztlich entscheidet aber erst die gesellschaftliche Nutzung von Technik, ob und in welchem Umfang mehr Nachhaltigkeit durch Technik erreicht wird, denn reale Nachhaltigkeitsfolgen ergeben sich erst aus dem Zusammenspiel von technischen und sozialen Faktoren (Grunwald/Kopfmüller 2012, S.216). Zu den notwendigen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Entwicklung zählen sozioökonomische Entwicklungen und Zusammenhänge, systemanalytische Betrachtungen, die naturwissenschaftliches Wissen einbeziehen und auch geeignete Verfahren der Nachhaltigkeitsbewertung (Kopfmüller et al. 2000). Ökonomische Modelle werden dafür eingesetzt abzuschätzen, wie groß die Tragweite des technischen Fort-

schritts und auch technischer Entwicklungen für Wirtschaftsprozesse ist; damit können auch Aussagen darüber getroffen werden, wie das Ausmaß der Nachhaltigkeit der neuen Technologie zu beurteilen ist. Im Anschluss daran kann gefragt werden, wie überhaupt Nachhaltigkeit in einer Volkswirtschaft gemessen werden kann, was auf die Forderung zu eindeutigen und einheitlichen Kriterien der Nachhaltigkeit hinzielt. Immer wieder wird angemerkt, dass die komplexen sozialen und technischen Prozesse im Nachhaltigkeitskontext weder theoretisch noch empirisch soweit erforscht sind, dass eindeutige Aussagen über Erfolgsfaktoren und -bedingungen gemacht werden können (Decker et al. 2009). Besonders die Transformation von technikbasierten (Groß-)Infrastrukturen in Richtung Nachhaltigkeit stellt die Forschung vor große Herausforderungen, weil Infrastrukturen nicht nur technische Gebilde, sondern eben ganzheitliche, sozio-technische Systeme darstellen, die das tägliche gesellschaftliche Leben in hohem Maße beeinflussen.

## 4.2 Sichtweise von Ecological Economics auf Technik

Das Weltbild der neoklassischen Ökonomik beruft sich auf die unbegrenzten Bedürfnisse und den Wissensdrang der Menschen, auf ProduzentInnen, die nach Gewinnmaximierung streben, auf KonsumentInnen, die ihren Nutzen maximieren, auf die Prinzipien wirtschaftlicher und vertraglicher Rechte und auf Privateigentum, ohne das wirtschaftliches Handeln in der heutigen Form nicht möglich wäre. Immer wiederkehrende Gründe und Argumente für wirtschaftliches Wachstum beinhalten u. a. Sicherung und Steigerung des Lebensstandards, Bevölkerungswachstum, Schaffung von Arbeitsplätzen und Finanzierung von Investitionen in Umwelt und Bildung. Somit gilt Wirtschaftswachstum als eines der meistakzeptierten Ziele weltweit, weil es für alle die Aussicht auf mehr und Opfer für niemanden verspricht (Daly 1991).

Besonders seit den 1970er Jahren werden vermehrt Stimmen laut, die das unumstößliche Paradigma eines grenzenlosen Wirtschaftswachstums kritisieren. Steigende Ressourcen(über-)nutzung und Zerstörung von Ökosystemen sind direkte Folgen von wirtschaftlichem Wachstum. Ausgangspunkt wachstumskritischer Strömungen wie *Ecological Economics* ist somit, dass unendliches Wirtschaftswachstum auf Basis einer begrenzten Menge natürlicher Ressourcen langfristig unmöglich ist. Weiters wird auch darauf hingewiesen, dass sich die Versprechungen der Problemlösungskapazität von Wirtschaftswachstum nur selten erfüllen (Seidl/Zahrnt 2010), wie deutlich an der in verschiedenen Bereichen rasant zunehmenden Verschlechterung der globalen Umweltsituation oder der immer größer werdenden Einkommensdisparität einerseits zwischen entwickelten und sich in Entwicklung befindlichen Staaten andererseits aber auch innerhalb von entwickelten Staaten zu sehen ist.

Die Disziplin der Ecological Economics nimmt auch eine kritischere Perspektive bezüglich des technischen Fortschritts ein. Während in neoklassischen Wachstumsmodellen von uneingeschränkter Substituierbarkeit der Inputfaktoren ausgegangen wird, ist genau dies einer der Hauptkritikpunkte innerhalb von Ecological Economics. Die für die Herstellung von Gütern benötigten Rohstoffe können auch durch einen noch so hohen Kapital- oder Arbeitseinsatz bei der Produktion nicht substituiert werden. Weiterer Kritikpunkt an neoklassischen Modellen betrifft die „Auslagerung“ von Umweltproblemen, wenn etwa die Produktionsstätten von einem zum anderen Ort verlagert werden. Technikbedingte Effizienzsteigerungen sind zwar eine wünschenswerte Entwicklung auf dem Weg zur Nachhaltigkeit, doch wird klar hervorgehoben, dass auch die beste Technik nicht ausreicht, um die aktuellen Umweltprobleme zu lösen. Die notwendigen Effizienzsteigerungen, die bei andauerndem Wachstum zu einer Reduzierung des

Ressourcendurchsatzes erforderlich wären, werden weder technisch, politisch noch ökonomisch als dauerhaft realisierbar eingeschätzt (Jackson 2009; Victor 2008). Da neue Technologien keine neuen, natürlichen Ressourcen schaffen, sondern lediglich häufig dazu führen, die Energie, die stoffliche Ordnung und den biologischen Reichtum schneller zu degradieren (Costanza et al. 1997), werden sie oftmals mit großer Skepsis betrachtet.

Konkret werden drei Gründe angeführt, warum technische Lösungen nicht effektiv im Hinblick auf Nachhaltigkeit sein können (Huesemann 2001): Die reduktionistische wissenschaftliche Herangehensweise kann keine ganzheitlichen Informationen geben, was aber für ein erfolgreiches Adressieren von Umweltproblemen essentiell wäre. Zweitens wird aufgrund des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik argumentiert, dass beispielsweise Sanierungstechnologien zwar einen erfolgreichen Beitrag zur Lösung von spezifischen Umweltverschmutzungen leisten, aber auch unvermeidbare negative Umweltauswirkungen an anderen Orten und zu anderen Zeitpunkten haben. Und drittens scheint es überhaupt unmöglich, industrielle Prozesse zu entwickeln, die keine negativen Umweltauswirkungen haben. Technik wird nur ein sehr eingeschränktes Potential zugeschrieben, die so dringenden Umweltprobleme der heutigen Zeit zu lösen. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass gerade technologische Innovationen dazu beitragen, dass einerseits natürliche Ressourcen noch mehr ausgebeutet werden, wie beispielsweise im Fall von Seltenen Erden für Mobiltelefone, und dass andererseits Ressourcen zu strategischen (militärischen) Zwecken eingesetzt werden, wie beispielsweise Uran für Nuklearenergie und Nuklearwaffen (Weiss 2005).

In einer etwas optimistischeren Sichtweise werden in technischen Innovationen bei der Verfolgung des Ziels nachhaltiger Entwicklung dann als nützlich und produktiv angesehen, wenn Technik und Nachhaltigkeit durch Einbettung miteinander verknüpft sind (Majer 2002). Damit ist aus Sicht von Ecological Economics gemeint, dass sich Technik als Subsystem in das gesamte Ökosystem Erde einfügt, wobei diese Einbettung natürlich auch stetigen Veränderungen unterworfen ist. Genauso umfasst auch das Gesamtziel Nachhaltigkeit ökonomische, soziale, politische, institutionelle und kulturelle Aspekte, die unweigerlich mit Technik verbunden sind. Die Einbettung von Technik kann vielfältig durch Rahmenbedingungen, Netzwerke oder Lernprozesse und Wissen erfolgen (Majer 2002). Weiters sind gerade Technik und Innovation entscheidend in der Produktion, Nutzung und Entsorgung von Gütern und beeinflussen maßgeblich den Grad nachhaltiger Entwicklung bei wirtschaftlichem Handeln (Grunwald/Kopfmüller 2012). In diesem Zusammenhang ist es erforderlich zu beachten, dass nicht die Frage wichtig ist, ob sich technischer Fortschritt positiv oder negativ auf Nachhaltigkeit auswirkt, sondern vielmehr ist entscheidend, wie die Gestaltung von Technik aussieht, damit die Folgen positive sind.

Eine insbesondere für die TA wichtige neue Strömung ist *Degrowth*, die versucht, die vielfältigen Wege, die zu Nachhaltigkeit führen, durch verschiedene Ansatzpunkte zu thematisieren. Degrowth adressiert einen freiwilligen Übergang zu einem niedrigeren Niveau von Materialdurchsatz und zu weniger materialistischem Reichtum (Martínez-Alier 2009; Schneider et al. 2010; Kallis 2011). Die wissenschaftliche Community setzt sich mit den sozialen, ökonomischen und ökologischen Folgen des Wirtschaftswachstums auseinander und sucht gleichzeitig nach anderen Wegen zu Wohlstand abseits des Paradigmas Wirtschaftswachstum. Der politische Anspruch verfolgt Werte und Ziele wie Selbstbestimmtheit, Demokratie oder Gleichheit, was sich auch in einer Vielzahl von Gruppen und Initiativen weltweit widerspiegelt. Der sehr stark verankerte inter- und transdisziplinäre Anspruch macht Degrowth zu mehr als nur einer Wissenschaftsdisziplin, vielmehr kann Degrowth eher als eine gesellschaftliche Strömung, in der wissenschaftliche Forschung auch explizit normativ vorgeht, bezeichnet werden. Die Debatten um Wirtschaftswachstum und Konsum und den damit einhergehenden zu hohen Ressourcenverbrauch sind allerdings nicht erst seit heute aktuell. Schon in den 1970er Jahren war im Zu-



ge der Diskussionen um die Erdölkrise und um den Bau von neuen Kernkraftwerken das Paradigma einer wachsenden Wirtschaft unter starker Kritik (Zweck 1993, S.185), wobei die Kernenergie oftmals als Symbol für die zerstörerische Wirkung moderner technischer Entwicklung stand (ebd., S.193).

Die Wichtigkeit dieses Ansatzes für die Technikfolgenabschätzung zeigt sich einerseits im normativen Anspruch der Nachhaltigkeit und andererseits in überlappenden, grundlegenden Fragestellungen: Welche Technologien braucht es für eine nachhaltige Degrowth-Gesellschaft und wer bestimmt das? Wer soll und kann von diesen Technologien Gebrauch machen? Wie sehen nachhaltige Degrowth-Innovationen überhaupt aus? Weitere TA-relevante Aspekte finden sich in Themen wie Arbeitsformen und deren gesellschaftliche Anerkennung (Nierling 2012) oder Einflussmöglichkeiten der Energie- und Raumplanung auf Degrowth (Wächter 2013b). Diese und viele weitere Diskussionen fanden Raum beispielsweise in den Degrowth-Konferenzen 2010, 2012 und insbesondere 2014, in denen auch eine wachsende Anzahl von TeilnehmerInnen aus der TA-Community die Konferenz mitgestaltet hat.

### 4.3 Empirische Studien aus TA und Nachhaltigkeit

Ein TA-Projekt im Bereich der Nachhaltigkeit mit volkswirtschaftlichem Fokus setzt sich beispielsweise mit Abfallwirtschaft und nachhaltiger Entwicklung auseinander. Mithilfe einer Input/Output-Analyse werden Wirtschaftszweige bzw. deren Aktivitätsfelder mit den entsprechenden Abfallarten und Mengen verknüpft. Durch Szenarienrechnungen werden die Auswirkungen der Handlungsempfehlungen auf die Volkswirtschaft analysiert und unter Nachhaltigkeitsaspekten bewertet (Kopfmüller et al. 2005). Der Einsatz preispolitischer Instrumente für den Personen- und Güterverkehr wird in Eisenkopf (2006) untersucht und analysiert. Dabei werden die externen Kosten des Verkehrsmittelbetriebes internalisiert, in dem die VerursacherInnen der Externalität besteuert werden, und im Anschluss wird das ideale Niveau der Besteuerung ermittelt. Aus der weiteren Diskussion ausgeklammert werden allerdings die externen Kosten der Verkehrsinfrastruktur, eventuelle Unfallfolgekosten und Stauungskosten. Überraschenderweise ist eines der Ergebnisse, dass eine zusätzliche Abgabe zur Anlastung externer Kosten des PKW-Verkehrs nicht erforderlich ist; und für den Güterverkehr wird empfohlen, dass dieser in den europäischen Emissionshandelsmechanismus einbezogen werden soll.

Der Zusammenhang von Klimawandel, landwirtschaftlicher Produktion und Nahrungsmittelpreisen ist ein Beispiel für probleminduzierte TA in dem weiten Feld von Ökonomie und Nachhaltigkeit. Ausgelöst durch klimatische Veränderungen verschieben sich Faktoren wie Temperatur und Niederschlag und in weiterer Folge dadurch auch die Vegetationsperioden und der Ernteertrag, was somit zu finanziellen Einbußen führt (Rudloff 2009). Zusätzlich werden die Ernten durch das vermehrte Auftreten von Naturkatastrophen beeinträchtigt, was auch einen Einfluss auf das Versicherungswesen hat, und weiters können sich Lager und Absatzwege ändern oder Pflanzen von Krankheiten befallen werden. Global gesehen gelten neben den klimatischen Veränderungen eine steigende Weltbevölkerung, zunehmende Flächen- und Wasserbegrenztheit, Wirtschaftswachstum und Konsummuster als wichtigste Treiber eines geringeren Nahrungsmittelangebots, was in Folge zu einem massiven Preisanstieg führt. Ein möglicher technischer Lösungsansatz wird mit gentechnisch-manipulierten Samen (GM-Samen) angegeben, die resistent gegenüber klimatischen Veränderungen und Krankheitserregern sind (Rudloff 2009). Es ist jedoch umstritten, ob die negativen ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen von der Aussaat von GM-Samen noch mit dem Ziel Nachhaltigkeit in Einklang stehen.

Erst durch die Implementierung verbindlicher Klimaschutzziele werden durch erhöhte Ausgaben im Bereich Forschung und Entwicklung die Vermeidungskosten erheblich gesenkt werden können. So kann durch Modellsimulationen gezeigt werden (Kemfert 2005), dass Innovationsprojekte, die auf erhöhte Energieeffizienz abzielen, zu einem Anstieg der ökonomischen Wohlfahrt beitragen. Zudem wird nachgewiesen, dass ohne endogene technische Veränderungen die Emissionsziele nur durch einen generellen Produktionsrückgang erreicht werden können (ebd.). Daraus kann geschlossen werden, dass erhöhte Forschungsausgaben in verbesserten technologischen Optionen resultieren, die erheblich zu einem geringeren Schadstoffausstoß beitragen. Der Beitrag der Klimaschutzpolitik besteht auch darin, die Entwicklung und Verbreitung von Klimaschutztechnologien durch Marktintervention positiv zu fördern, wobei jedoch die Auswirkungen nur schwer direkt messbar sind (Jaffe et al. 2005; Bretschger 2005). Somit hängt Technologie sehr stark von Umweltpolitik einerseits ab, andererseits ist eine optimale Umweltpolitik aber auch durch die vorhandenen technischen Möglichkeiten determiniert (Bretschger 2005). Interessanterweise verändert sich das Bild bei subventionierten, schon etablierten Klimaschutztechnologien: Förderungen wie Einspeisetarife bei Strom aus erneuerbaren Energieträgern verursachen hohe Kosten, ohne dass positive Auswirkungen auf Emissionsreduktionen, Beschäftigung, Energiesicherheit oder technologische Innovationen feststellbar wären (Frondel et al. 2010). Beispielsweise kann auch durch die Implementierung des EU-Emissionszertifikatehandels kein weiterer Rückgang von Schadstoffen beobachtet werden, und die positiven Auswirkungen auf die Beschäftigung verschwinden, sobald die Subventionen eingestellt werden. Es wird weiters festgestellt, dass die Auswirkungen besonders in Hinblick auf die Energiesicherheit negativ sind, da durch den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energieträger die Notwendigkeit von fossilen Energieträgern als Backup größer geworden ist und somit die Abhängigkeit von diesen steigt (Frondel et al. 2010).

Innovationen, die zur Erreichung des Ziels Nachhaltigkeit notwendig sind, haben typischerweise einen systemischen Charakter (Boons/Wagner 2009). Mithilfe von multinominalen, diskreten Choice-Models (diese arbeiten mit einer diskreten Anzahl von mehr als zwei Alternativen, die sich gegenseitig ausschließen) fand Wagner (2008) heraus, dass Umweltmanagement-Systeme zwar mit umweltfreundlichen *Prozessinnovationen* aber nicht mit *Produktinnovationen* assoziiert werden, sondern letztere eine positive Korrelation mit KonsumentInneninformation, Lebenszyklus-Analysen und Öko-Kennzeichnungen aufweisen. Systemanalytische Betrachtungen inkludieren vielfach auch Kostenabschätzungen neuer Verfahren und Techniken, wie beispielsweise die Erzeugung und energetische Nutzung von biogenen Gasen als Erdgassubstitut (ITAS 2012). Bei der Analyse von Diffusionsprozessen im Markt der nachhaltigen Technologien wird auf die unterschiedliche Analyseebene bei ProduzentInnen und KonsumentInnen hingewiesen (Decker et al. 2009, S.36): Während bei Untersuchungen im produzierenden Sektor Investitionen in Prozesstechnologien im Vordergrund stehen, sind es auf Seite der KonsumentInnen Verbrauchsgüter, bei denen sich die Kaufentscheidungen in kurzen Abständen wiederholen und jederzeit eine Änderung des Kaufverhaltens eintreten kann. Allerdings wird bemängelt, dass in der untersuchten Literatur zum Thema Diffusion von nachhaltigen Technologien kaum untersucht wird, warum sich Akteure für oder gegen die Anschaffung einer bestimmten Technik oder den Erwerb eines bestimmten Produktes entscheiden, da schon länger bekannt ist, dass vor allem die impliziten Kalküle für oder gegen die Adoption bzw. Anschaffung einer Technik entscheidend sind. Entscheidend für den Diffusionsprozess sind aber auch Umwelt- und Technikkonflikte wie beispielsweise bei der Standortsuche für Windparks oder der „*food vs. fuel*“-Debatte (Ueberhorst 2010).

Eines der ersten TA-Projekte in diesem Bereich mit österreichischem Fokus setzt sich mit Biomasse-Nahwärmenetzen auseinander und untersucht sie auf ihre Wirtschaftlichkeit (Rakos 1995). Durch eine betriebswirtschaftlich angelegte Analyse werden sowohl auf Anlagen- wie



auch auf KundInnen-Seite die Kosten untersucht. Eines der Hauptergebnisse ist, dass die Wirtschaftlichkeit der Anlagen in höchstem Maße vom Wärmepreis abhängt (ebd., S.29). Regulative Eingriffe wie eine Energiebesteuerung durch eine generelle Erhöhung der Wärmepreise würden zur längerfristigen Stabilität der Wirtschaftlichkeit beitragen. Der Wärmeabsatz ist ebenfalls ein entscheidendes Element für die Wirtschaftlichkeit, wobei interessanterweise weniger der Wärmepreis, sondern die Akzeptanz und die Beteiligung der lokalen Bevölkerung an einem Nahwärmeprojekt sich maßgeblich auf den Absatz auswirkt (ebd., S.32). Eine weniger große Rolle spielen der Biomassepreis selbst und die Förderhöhe für Anlagen, und Biomasseanlagen bieten auch ein nur geringes Potenzial, bäuerliche Zusatzeinkommen durch Hackgutverkauf zu erwirtschaften (ebd., S.35). Auch wenn die laufenden Heizkosten für die KonsumentInnen insgesamt etwas teurer sind, bringt besonders der Wechsel von Einzelöfen zu Zentralheizungssysteme einen enormen Komfortzuwachs (ebd., S.39). Aufgrund der Tatsache, dass die subjektive Wahrnehmung der Wirtschaftlichkeit nicht mit den objektiven Kosten übereinstimmt, kann die TA-relevante Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Diffusion von erneuerbaren Energietechniken nicht (nur) eine Frage der Wirtschaftlichkeit ist.

Seit Anfang der 1990er Jahre stellt eine Saubere bzw. Umweltgerechte Produktion (*Cleaner Production*) eines der zukunftsweisenden Felder dar. Unter dem Überbegriff *Cleaner Production* wird die Entwicklung, die Verbreitung und die Verwendung von technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Prävention von Umweltbelastungen verstanden (Ornetzeder/Schramm 1997, S.5). Ziel der Studie zur Diffusion von *Cleaner Production* in Österreich ist es, die Möglichkeiten zu deren weiteren Forcierung zu identifizieren (ebd., S.3). Hauptaugenmerk der Untersuchung liegt dabei auf der Innovationsbereitschaft österreichischer Firmen und deren unterschiedlicher Herangehensweise bezüglich ihrer Umweltstrategie. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass *Cleaner Production* bisher nur eingeschränkt genutzt wird, obwohl sie wirtschaftlich effizient und ökologisch verträglich ist (Burtscher/Pohoryles 1994). Aufbauend auf *Cleaner Production*-Studien über Österreich werden sechs Fallstudien in Betrieben durchgeführt, die in einem Maßnahmenkatalog zur weiteren Forcierung von *Cleaner Production*-Technologien münden. Besonders wichtig ist die aktive Bereitstellung konkreter Informationen über potenzielle Maßnahmen im jeweiligen Produktionsbereich und die Förderung von *Cleaner Production* Maßnahmen, die betriebswirtschaftlich nicht gewinnbringend sind (Ornetzeder/Schramm 1997, S.85).

Bioraffinerien stellen eine der Alternativen zur Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen dar. Für Österreich wird 2003 erstmals eine Bewertung grüner Bioraffinerien auf Technologieebene durchgeführt (Schidler et al. 2003), bei der sowohl betriebswirtschaftliche wie auch volkswirtschaftliche Aspekte in die Analyse miteinbezogen werden. Besonders die regionalwirtschaftlichen Effekte werden anhand regionaler Potenziale der Wertschöpfung hervorgehoben, wobei der Schaffung von Arbeitsplätzen in der Region eine besondere Bedeutung beigemessen wird (ebd., S.85). Weitere positive indirekte Effekte sind die Verbesserung der Infrastruktur, positive Impulse für den Tourismus und verminderte Abwanderungstendenzen (ebd., S.86). Unsicherheiten bestehen über das Ausmaß der Wertschöpfungseffekte, da die Wertschöpfung von der konkreten Einbettung in der Region und auch vom Diskurs mit den Betroffenen abhängt (ebd., S.86). Weiters werden den grünen Bioraffinerien vielversprechende Marktchancen eingeräumt, obwohl gleichzeitig angeführt wird, dass die Rentabilität sehr stark vom Bundesländer-abhängigen Einspeisetarif für Strom aus Biogas abhängt (ebd., S.93).

Für Österreich wird auf nationalem Niveau untersucht, wie viele Emissionen durch den Einsatz von Umwelttechnologien mit welchen Kosten vermieden werden können (Wächter 2013a). Die Ergebnisse zeigen, dass es theoretisch sogar heute möglich wäre, die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich zu vermeiden, wenn die betrachteten Einzelmaßnahmen sofort eingeführt werden würden. Die Hälfte dieser Maßnahmen hat sogar negative Vermeidungskos-

ten, was bedeutet, dass durch die verminderte benötigte Energie die Kosten der Maßnahme derart gesenkt werden können, dass die eingesparten Energiekosten höher als die nach Lebensdauer abdiskontierten Investitionskosten sind und somit eine Win-win Situation entsteht: Durch den Einsatz der Maßnahme werden einerseits Energiekosten unter das Niveau der Investitionskosten gesenkt und andererseits Schadstoffemissionen vermieden (Wächter 2013a). Somit lautet eine der Empfehlungen an die Politik, dass Vermeidungskostenkurven einen wichtigen Beitrag dazu leisten, um eine der Barrieren – imperfekte und asymmetrische Information – bei der Einführung energieeffizienter Maßnahmen zu verringern. Das TA-Projekt *E-Trans 2050* beschäftigt sich unter anderem mit intelligenten Stromnetzen und raumrelevanten Aspekten eines nachhaltigen Energiesystems. Der Fokus ökonomischer Fragestellungen ist die Preisentwicklung und deren Einflussfaktoren für Strom und für Applikationen wie intelligente Stromzähler. Im Bereich Raum und Energie stehen unvorteilhafte steuerliche Anreize und Subventionen im Mittelpunkt, die in Folge eine energie- und ressourcenintensive Raumnutzung begünstigen (Wächter et al. 2012). Eine der politischen Empfehlungen lautet deswegen die Wohnbauförderung nach nachhaltigen Kriterien zu gestalten (ebd.).

In der „Roadmap Umwelttechnologien 2020“ (Jörissen et al. 2010) wird für Deutschland anhand von sieben Umwelthandlungsfeldern gezeigt, welche technischen Lösungen, strategische Optionen, politische Handlungsspielräume und dementsprechende Forschungsförderung zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Unter den 22 identifizierten Prioritätsfeldern findet sich keines mit ökonomischem Fokus, was umso mehr erstaunt, da gerade Innovationen in der Umwelttechnik heute als eine der größten Hoffnungen für sogenanntes grünes Wirtschaftswachstum gelten.

In Greisberger et al. (2002) findet sich ein Überblick, inwiefern sich durch den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern und den jeweiligen Technologien positive Beschäftigungseffekte in nationalem und internationalem Kontext ergeben. Die Analyse zeigt, dass meist mit Hilfe von Input/Output-Modellen bzw. mit makroökonomischen Modellen ein positiver Beschäftigungseffekt nachgewiesen werden kann. Für Österreich wird beispielsweise errechnet, dass 62.000 neue Arbeitsplätze durch vermehrte Investitionen in erneuerbare Energieträger bis 2020 geschaffen werden können. Die Bedeutung der österreichischen Umwelttechnikindustrie zeichnet sich durch eine kontinuierlich steigende Wirtschaftsleistung aus (Kletzan-Slamanig/Köppl 2009), wenngleich es auch innerhalb der Branche in den letzten Jahrzehnten zu strukturellen Veränderungen gekommen ist. Besonders die Teilbranche der sauberen Energietechnologien ist durch schnell steigende Umsatzvolumina gekennzeichnet. Der Beitrag der gesamten Branche zum Umsatz der Sachgüterproduktion stieg im Zeitraum 1993-2007 von 2,1 auf 4,2 % und zum nominalen Bruttoinlandsprodukt von 1 auf 2,2 % (ebd.), was erheblich höhere Wachstumsraten als in anderen Branchen darstellt. Die Studie endet mit der Empfehlung an die Politik, durch entsprechende ökonomische Anreize und regulative Bestimmungen ein Umfeld zu schaffen, das die inländische Nachfrage nach Umwelttechnologien steigert. Dabei darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass neue Technologien und Technologiesprünge mitunter Jahrzehnte benötigen, um eine bemerkbare Wirkung auf die Umwelt hervorzurufen (Tichy 2008).

## 4.4 Lebenszyklusanalysen

Bei der Beurteilung von technischen Produkten im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit hat sich gezeigt, dass eine ausschließliche Berücksichtigung der Nutzungsphase nicht ausreicht. In der Produktion ist sowohl ein entsprechender Energie- und Materialaufwand erforderlich aber auch Menschen, die die notwendigen Produktionsanlagen bedienen können. Die Aufgabe der Technik ist es, Rohstoffe so bereitzustellen, dass diese im Produktionsprozess auch verwendet werden können (Lindorfer 2011). In der Analyse des Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung werden alle ökologischen Belastungen berücksichtigt, die bei der gesamten Herstellung, in der Nutzungsdauer und auch bei der Entsorgung anfallen. In der Lebenszyklusanalyse können auch die wirtschaftlichen Belastungen (Lebenszyklus-Kostenanalyse) und soziale Aspekte (soziale Lebenszyklusanalyse), wie beispielsweise Kinderarbeit, berücksichtigt werden (Tillman 1999). Die Lebenszyklusanalyse wird als ein analytisches Tool bezeichnet, das sowohl als deskriptives Werkzeug wie auch als veränderungsorientiertes Instrument eingesetzt wird (Lindorfer 2011).

Da die Lebenszyklusanalyse zwar eine Methode darstellt, diese aber ohnehin nur für Technikbewertung im Hinblick auf Nachhaltigkeit eingesetzt wird, sei sie an dieser Stelle erwähnt. Die Lebenszyklusanalyse nimmt bei TA-Prozessen einen großen Stellenwert ein, da auf diese Weise die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen neuer Technologien analysiert werden können. Für eine nachhaltigkeitsorientierte Technikgestaltung ist es notwendig, alle Effekte auf die Nachhaltigkeit von der Entwicklung bis zur Entsorgung von Gütern zu erfassen (Grunwald/Kopfmüller 2012, S.216). Als Beispiel für jüngere Lebenszyklusanalysen neuer Technologien und Produktionssysteme gelten biomassegefeuerte Organic-Rankine-Cycle-Anlagen, die Produktion verschiedener Energieträger aus Mikroalgen inklusive einer zusätzlichen Kostenanalyse verschiedener Systeme zur Algenproduktion, Mikroreaktoren zur Produktion von synthetischem Kraftstoff für Offshore-Anwendungen, die energetische Nutzung von Biomasse für die Mobilität im PKW-Bereich unter technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Gesichtspunkten, Kraftwerkskonzepte mit schwierigen Brennstoffen, alternative Technologien im Bereich der Wasserversorgung, -aufbereitung und Abwasserentsorgung, Holz/Kunststoff-Verbundwerkstoffe und Abfallwirtschaft (ITAS 2012). Die Lebenszyklusanalyse erfreut sich auch deswegen großer Beliebtheit, da auf diese Weise die umweltrelevanten Auswirkungen industrieller Aktivitäten analysiert werden und verschiedene Produkte, die die gleiche Dienstleistung anbieten, vergleichbar gemacht werden können (Boons/Wagner 2009). Weiters wird betont, dass die Lebenszyklusanalyse einen wichtigen Beitrag bei der Ausgestaltung konkreter Handlungsoptionen liefern kann (Krewitt 2007).

## 5 Ökonomische Technikfolgenabschätzung im Bereich Biotechnologie und Bioökonomie

Unter dem Begriff Biotechnologie wird die integrierte Verwendung von Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften mit dem Ziel der technischen Anwendung von Organismen, Zellen, Teilen davon oder molekularen Analogen für Produkte und Dienstleistungen verstanden (Ulber/Soyez 2004). Die rote Biotechnologie bezeichnet dabei medizinische Anwendungen, die grüne Biotechnologie umfasst jenen Teil, der sich mit Pflanzen inklusive Landwirtschaft befasst und die weiße Biotechnologie steht für die industriellen Anwendungen inklusive Bioraffinerien.

In den letzten Jahren wird die Biotechnologie – besonders die weiße – als eine technologische Schlüsselvoraussetzung und als ein Motor für eine entstehende Bioökonomie gesehen (Cichocka et al. 2011). Die meisten der Anwendungen, Produkte und Prozesse aus anderen Branchen der Biotechnologie müssen auf irgendeine Art und Weise Formen von industrieller Biotechnologie oder Bioraffinerien durchlaufen, um als endgültiges Produkt auf den Markt zu kommen. Konkret werden unter anderem Mikroorganismen wie Hefe, Schimmelpilze oder Bakterien als „Zellfabriken“ gemeinsam mit den daraus gewonnen Enzymen verwendet, um Produkte zu synthetisieren, die leichter abbaubar sind, weniger Energieverbrauch erfordern und weniger Abfall während des Produktionsprozesses generieren (Frazzetto 2003). Industrielle Biotechnologie ermöglicht es somit der Industrie neue Bioprodukte herzustellen, die durch konventionelle Methoden nicht in dieser Form oder Menge produziert werden könnten. Als einer der größten Vorteile wird vielfach das Ersetzen chemischer Prozesse durch ressourcen-effizientere biotechnologische Methoden, die nicht auf fossilen Ressourcen beruhen, mit geringeren umweltschädlichen Auswirkungen gesehen. In diesem Zusammenhang wird auch von dem enormen Potenzial der Biotechnologie gesprochen, zur Bildung einer nachhaltigen Ökonomie beizutragen (Inzé 2005), insbesondere durch die Produktion von Energie aus erneuerbaren Ressourcen wie Biomasse. Da besonders in Europa führende Firmen im Bereich der industriellen Biotechnologie zu finden sind, wird dies auch als eine Chance zu Innovationen und grünem Wachstum bezeichnet (Cichocka et al. 2011). Es wird geschätzt, dass bei 10-20 % aller verkauften Chemikalien in Europa biotechnologische Verfahren angewendet werden (McKinsey 2010). Damit einhergehend wird auch vom Potenzial neuer, hochqualifizierter Arbeitsplätze gesprochen.

Wohl kaum ein Thema ist in den letzten Jahren so kontrovers diskutiert worden wie der Einsatz der Gentechnik in vielen Bereichen der Biotechnologie. Besonders in Österreich ist die Skepsis gegenüber gentechnisch veränderten Pflanzen hoch, und es hat sich gezeigt, dass vor allem Unsicherheiten bezüglich der gesundheitlichen oder Umwelt-Auswirkungen zu starker Ablehnung führen. Aus ökonomischer Sicht werden als erstes meist die Kosten- und auch Produktivitätsvorteile genannt, die durch den Einsatz von gentechnisch modifizierten Organismen (GMO) entstehen. Für seriöse ökonomische Einschätzungen ist es aber unerlässlich, spezifische Untersuchungen für jede Pflanzensorte und Art der gentechnischen Veränderung durchzuführen und dabei auch Standortbestimmungen, das Klima und den landwirtschaftlichen Kontext miteinzubeziehen. Doch auch Wirtschaftsakteure wie Chemiefirmen, Nahrungsmittelfirmen oder Zulieferungsketten sind aus einer Vielzahl von Gründen in Opposition zu grüner Biotechnologie (Apel 2010). Besonders die Umsätze der Firmen der Chemieindustrie sind insofern betroffen, als gentechnisch veränderte Pflanzen vielfach gegen Unkraut und Schädlinge resistent sind und somit der Einsatz von Herbiziden und Pestiziden verringert werden könnte. Allerdings werden herbizidresistente Pflanzen stets zusammen mit dem passenden Herbizid verkauft. Aus einer Nachhaltigkeitsperspektive wird oftmals auch der Vorteil eines geringeren Einsatzes von Pestiziden hervorgehoben. Biotechnologie spielt dennoch nur eine kleine Rolle in

der chemischen Industrie, da der Anteil nur zwischen 9 und 13 % liegt, doch wird ein Anstieg von 22-25 % bis 2025 erwartet (Kircher 2012). Die Erklärung dieser doch recht erheblichen Zunahme liegt in der zunehmenden Nachfrage nach bio-basierten Produkten wie im Falle von Coca-Cola, wo die HerstellerInnen vermehrt bio-basierte Plastikflaschen verwenden. Weltweite Regulierungen zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes veranlassen Firmen noch zusätzlich auf die Herkunft der verwendeten Chemikalien zu achten.

In der Nahrungsmittelindustrie sind es nicht nur die AnbieterInnen biologischer Produkte, die gegen die Verwendung von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln eintreten, sondern auch viele Supermarktketten, die konventionelle Nahrungsmittel anbieten, werben damit, dass sie keine gentechnisch veränderten Lebensmittel im Sortiment besitzen. Seit Juni 2014 darf EU-weit jedes Mitgliedsland selbst bestimmen, ob es den Anbau und die weitere Verwendung von GMOs zulässt. Die Opportunitätskosten, die durch die Nichtverwendung von GMO entstehen, werden beispielsweise bei Reis auf 4,3 Mrd. US\$ weltweit geschätzt (Apel 2010). Darin inkludiert sind beispielsweise aber nicht „die Kosten vom Ableben von Menschen“, die unter anderem als Folge von Vitamin-A-Mangel auftreten. Um Vitamin-A-Mangel auszugleichen, werden beispielsweise in Entwicklungsländern versuchsweise GM-Pflanzen eingesetzt, die Vitamin A produzieren, um somit die Sterberate zu verringern. Aus TA-Perspektive wird auf den systemischen Charakter von Pflanzenbiotechnologie hingewiesen, was insbesondere für die Analyse von Technikkonflikten in diesem Bereich bedeutsam ist (Albrecht 2012).

Die Biotechnologie soll technische Lösungen für gesundheits- und ressourcen-basierte Probleme liefern. Der ökonomische Output der Anwendung von Biotechnologie in Primärproduktion, Industrie und Gesundheitswesen wird unter dem Begriff Bioökonomie subsumiert. Bioökonomie beschreibt somit all jene ökonomischen Aktivitäten, die sich auf die Erfindung, Entwicklung und Produktion von hauptsächlich Nicht-Nahrungsmittelprodukten und -prozessen beziehen, die auf biologischen Ressourcen basieren (Sheppard et al. 2011b). Der Begriff Bioökonomie hat seinen Ursprung aber auch in anderen Disziplinen, so bezeichnet beispielsweise Georgescu-Roegen, einer der Vorreiter von *Ecological Economics*, diese Disziplin als Bioökonomie (Bonaiuti 2011, S.172), um so zu betonen, dass die Ökonomie als ein Subsystem des Ökosystems gesehen werden soll. Besonders in drei Bereichen werden biotechnologische Innovationen gesehen: im verbesserten Wissen über Gene und komplexe Zellprozesse, bei erneuerbarer Biomasse und bei der Integration von biotechnologischen Anwendungen in vielen ökonomischen Sektoren. Bei ersterem geht es vor allem darum, biotechnologisches Wissen zu nutzen, um neue Prozesse in der Produktion von Pharmazeutika und Impfstoffen, pflanzlichen und tierischen Varietäten und industriellen Enzymen zu entwickeln. Angesprochen sind somit jene Bereiche, die Wissen um DNA, Proteine und Enzyme auf molekularer Ebene benötigen. Für die Produktion von Biomasse werden einerseits primäre Quellen wie Lebensmittelpflanzen, Gräser und Bäume und andererseits Algen und Mikroorganismen verwendet, wodurch mithilfe biotechnologischer Prozesse Produkte wie Papier, Biotreibstoffe, Plastik und industrielle Chemikalien hergestellt werden können.

Als Treiber der Bioökonomie gelten die großen, globalen Herausforderungen der heutigen Zeit: ansteigendes Bevölkerungswachstum, Klimawandel und zunehmende Schädigung des Ökosystems, vermehrte Nachfrage nach erneuerbaren Energieressourcen insbesondere Biomasse, globales Ansteigen der Erwerbsbevölkerung, Wasser- und Nahrungsmittelpreise und steigende Kosten im Gesundheitswesen (OECD 2009). Als besonders attraktiv wird der Bioökonomie zugeschrieben, dass sie die Möglichkeit bietet, durch nachhaltigere Produktionsmethoden Wirtschaftswachstum von Umweltzerstörungen zu entkoppeln (Sheppard et al. 2011a). Weiters sollen durch die Entstehung von öko-industriellen Clusters und Technologieparks einerseits die Herstellung von nachhaltigeren Produkten und andererseits die Schaffung neuer Arbeitsplätze forciert werden. Die Investitionen in F&E gehen zu 87 % auf den Gesundheitssektor

und nur zu 6 % auf die Primärproduktion und Industrie zurück, dennoch wird prognostiziert, dass bis 2030 der ökonomische Mehrwert zu 36 % aus der Landwirtschaft, zu 39 % aus der Industrie und zu 25 % aus dem Gesundheitssektor stammen werden (OECD 2009). Diese eigentlich widersprüchlichen Schätzungen lassen den Schluss zu, dass die privaten Investitionen in F&E nicht mit den potentiellen Marktchancen einhergehen und möglicherweise auch, dass die F&E-Produktivität in Primärproduktion und Industrie höher als im Gesundheitswesen sind (ebd.).

Besonders die Produktion von Biotreibstoffen gibt Anlass für nähere Betrachtungen und anhaltende Diskussionen. Die Möglichkeit, aus nachwachsenden Rohstoffen Treibstoff zu produzieren, wurde anfänglich als Errungenschaft für ein nachhaltiges Verkehrswesen und als Absicherung für die zukünftige Energienachfrage betrachtet. Biotreibstoffe erlangten ihre Attraktivität letztendlich auch dadurch, dass sie anstelle von fossilem Treibstoff verwendet werden können, ohne dass die bisher verwendete Technologie ausgetauscht oder verändert werden muss. Ambitionierte politische Ziele, wie beispielsweise den Anteil der Biotreibstoffe bis 2020 auf 20 % innerhalb der EU zu erhöhen, setzen aber das Angebot unter Druck. Die dafür notwendigen Ackerbauflächen stehen in Konkurrenz zu Anbauflächen für Nahrungsmittel, was neben klimatischen Veränderungen, dem Anstieg des Ölpreises und Spekulationen zu einem sprunghaften Anstieg der Nahrungsmittelpreise führte: Im Jahr 2008 ist der Weltpreis für Getreide um 42,5 % gestiegen, was in Folge zu einer drastischen Verschlechterung der Nahrungsmittelversorgung für die Bevölkerung in weiten Teilen der Welt führte. Die vermehrte Nachfrage nach Land bewirkt, dass öffentliche und private InvestorInnen Land in Entwicklungsländern pachten bzw. kaufen („land grabbing“), welches somit der dortigen Bevölkerung nicht mehr zur Verfügung steht. Angesichts der prognostizierten steigenden Weltbevölkerung müsste sich die Nahrungsmittelproduktion verdoppeln, um Ernährungssicherheit zu ermöglichen. Zusätzliche negative ökologische Auswirkungen der Biotreibstoff-Produktion sind der hohe Verbrauch von Wasser, Pestiziden und Dünger und in weiterer Folge Biodiversitätsverluste. Sogar seitens der OECD (2009) wird empfohlen, Landnutzungseffekte in die Lebenszyklus-Analysen von Biotreibstoffen und anderen Agrarprodukten einzubeziehen, um eine nicht-nachhaltige Entwicklung zu vermeiden.



## 6 Ökonomische Technikfolgenabschätzung in, für und mit Betrieben: Innovations- und Technikanalyse [ITA]

Die Innovations- und Technikanalyse ist jenes Teilgebiet der TA, das sich im betrieblichen Kontext mit den gesellschaftlichen, technologischen und wirtschaftlichen Anforderungen von technischen Neuerungen beschäftigt. ITA<sup>2</sup> gilt als ein strategisches Konzept für die Analyse und Bewertung von Technologien (Baron et al. 2003, S.19), das sich an der gesellschaftlichen Integration von technologischen Innovationen orientiert, übergreifend ansetzt und Forschung und Praxis verbindet (BMBF 2001). Das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat sich insbesondere seit 2001 das Ziel gesetzt, durch das Konzept der ITA gesellschaftliche Diskurse in Innovationsprozesse einfließen zu lassen und fördert ITA-Aktivitäten, die sich an Fragen der gesellschaftlichen Integration von technologischen Innovationen orientieren. ITA bezieht technisch-wissenschaftliche, ethische, soziale, rechtliche, ökonomische, ökologische und politische Aspekte in ihre interdisziplinäre Analyse ein (Baron et al. 2003, S.20) und soll damit in betrieblichen Innovationsprozessen eine wesentliche Rolle spielen. Dabei wird der ITA das Potenzial zugeschrieben, unterschiedliche Forschungsansätze und Erfordernisse unternehmerischer Entscheidungen aus dem Blickwinkel der KundInnen zusammenzuführen, womit Partizipation auch für unternehmensrelevante Fragen nutzbar gemacht werden kann (ebd.). Weiters wird erwartet, dass Unternehmen durch die Nutzung von ITA-Instrumenten ein höheres Maß an Sicherheit in der strategischen Planung erhalten.

Die Etablierung der ITA in der TA-Szene geschah unter anderem als Antwort auf die Kritik an der TA, bei der die unzureichende Einbringung von und die fehlende Anerkennung durch Wirtschaftsakteure bemängelt wurde (Weber et al. 1999, S.108). In der Folge kam es zu einem Umbau der TA-Szene unter dem Stichwort ITA (Will/Gerstlberger 2012, S.214) durch das BMBF, das das neue Konzept der Innovations- und Technikanalyse erst hervorbrachte (Baron et al. 2003, S.19), ebenso wie die Institutionen ITA-Wirtschaftskreis bzw. ITA-Wirtschaftsservice. Dieser vom VDI-TZ angebotene Service bietet unter anderem Informationen zur Unterstützung von unternehmerischen Foresight- und Umfeldanalysen im strategischen Management (Will/Gerstlberger 2012, S.214). Die weitere Verbreitung und Etablierung der ITA liegt maßgeblich in den Händen des BMBF. Das BMBF forciert und fördert ITA-Aktivitäten mit dem Ziel, in einem übergreifenden Ansatz Forschung und Praxis zu verbinden (BMBF 2001).

Durch die Anwendung der ITA-Methoden kann also technologisches Wissen gemanagt werden, und so können auch an Leitbildern und Werten orientierte Innovationen hervorgebracht werden (Will et al. 2007, S.515). Die ITA berücksichtigt in besonderem Maße den iterativen und häufig konflikthafter Charakter von Innovationsprozessen (Steinmüller et al. 1999, S.219). Die Bereitschaft, sich mit den Folgen von technischen Innovationen auseinanderzusetzen, steigt in jenen Betrieben und Branchen, die im öffentlichen Bewusstsein ein hohes Maß an Risiko bergen (Baron et al. 2003, S.22). Immer mehr wird zudem die wachsende Bedeutung des betrieblichen Umfelds für die Produktion der Zukunft im Unternehmen und die Öffnung der Unternehmen in Richtung Gesellschaft und Öffentlichkeit hervorgehoben, womit ITA ein hohes Potenzial für konkrete Entscheidungen in Unternehmen hat (ebd., S.24).

---

<sup>2</sup> In diesem Abschnitt wird die Abkürzung „ITA“ für das Konzept „Innovations- und Technikanalyse“ verwendet, in allen anderen Abschnitten steht sie für „Institut für Technikfolgen-Abschätzung“, das TA-Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien.

Kern der ITA ist die Abschätzung von Innovationsfolgen, die auch als wesentliche Voraussetzung für eine rationale Gestaltung von Innovationsprozessen gilt und dementsprechend als standardisiertes und methodisch gesichertes Verfahren organisiert werden sollte (Steinmüller et al. 1999, S.131). Ausgangspunkt stellt also weniger eine bestimmte Technik sondern eine Problemlösungskonstellation dar, die hinsichtlich der angestrebten Innovation durch einen Innovationsprozess in eine anders organisierte Problemlösungssituation überführt werden soll. Diese wird dann zum neuen Ausgangspunkt für andere spezifische Innovationsfolgen (ebd., S.131). Zusätzlich sollen dabei Chancen und Hindernisse möglichst früh im Innovationsprozess aufgedeckt werden.

Die ITA stellt sich somit als Konzept für Unternehmen dar, durch das es gelingen soll, möglichst früh Chancen und Potenziale neuer, sich abzeichnender Technologien zu erkennen und in marktfähige Produkte umzusetzen. Dies bedeutet aber auch gleichzeitig, dass die Verantwortung der Betriebe zunimmt, indem Risiken auf der Ebene der strategischen Unternehmensführung wahrgenommen werden (Albertshäuser/Malanowski 2004, S.13). Als grundlegender Erfolg für die Etablierung von ITA gilt, dass sie systematisch in vorhandene Management-Konzepte integriert und in Management-Zyklen aufgenommen werden soll (Albertshäuser/Malanowski 2004, S.13; Baron et al. 2003, S.24). ITA in der Industrie war schon vor Etablierung des Begriffs ITA unter Berücksichtigung von Unternehmens- und Gesellschaftswerten nur dann anwendbar, wenn es in Handlungs- und Entscheidungsabläufe integriert werden konnte (Minx 1996, S.85). Traditionelle Management-Konzepte stoßen heute aufgrund immer kürzer werdender Innovationszyklen zunehmend an ihre Grenzen. Umso wichtiger ist der Bedarf an zukunftsorientiertem Orientierungswissen, um einen langfristigen Unternehmenserfolg sicherzustellen (Baron et al. 2003, S.301). Die Analyse zeigt, dass ITA-Projekte überwiegend von universitären und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt werden, während Unternehmen nur zu einem Fünftel aktiv an der Durchführung beteiligt sind (Baron et al. 2003, S.315).

In Großunternehmen findet die ITA – wenn auch meist unter anderer Bezeichnung – als Teil der internen strategischen Planung statt, besonders häufig in jenen Bereichen, in denen Technologiefolgen bestimmten Unternehmen zuzurechnen sind und es schon Regelungen gibt wie beispielsweise in der chemischen Industrie. Ein Beispiel dafür ist die weltweit anwendbare freiwillige Initiative *Responsible Care* der chemischen Industrie, bei der ein Selbstkontroll-Mechanismus eingesetzt wird, um die Leistung in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit zu verbessern (Peissl 2001, S.171). Verschiedenste Formen der Institutionalisierung sind in Großunternehmen zu finden: ITA-Arbeitsgruppen, die für bestimmte Geschäftsbereiche zuständig sind; ITA-Beauftragte wie Umweltschutzbeauftragte, die meist nur Teilaspekte der ITA abdecken; Integration und Standardisierung von ITA-Fragestellungen in bestehende Managementprozesse; und die Schaffung von innerbetrieblichen Qualifikations- und Anreizsystemen für die Durchführung von ITA-Maßnahmen (Baron et al. 2003, S.302). Im Mittelpunkt steht dabei der langfristige Planungshorizont unter anderem durch die Abschätzung der zukünftigen Rahmenbedingungen (Minx/Meyer 1999, S.351). Die Frage, inwieweit eine organisatorische Integration von Technik in betriebliche Strukturen und Prozesse erfolgt, ist bislang ein kaum erforschtes Gebiet (Staudt/Merker 2001, S.125).

Die ITA als Teil der Strategieentwicklung hat vor allem bei großen Unternehmen einen festen Platz, weil im Falle von Klein- und Mittelbetrieben (KMU) meist weniger finanzielle und personelle Ressourcen vorhanden sind und der unternehmerische Alltag weniger durch systematisches Vorgehen gekennzeichnet ist (Will et al. 2007, S.515; Baron et al. 2003, S.254) sowie oft auch die Fachkenntnisse dazu fehlen. Um dennoch die ITA anwenden zu können, zeigen Fallstudien dazu in KMUs, dass diese Aufgaben entweder als externe Beratungsleistung vergeben oder gemeinsam mit anderen Betrieben durchgeführt werden, solange es nicht um die Erarbeitung von Konzepten geht, die meist unter Geheimhaltungsansprüchen liegen (Will et al.



2007, S.519). Andere Beispiele zeigen, dass es gerade für Nischenprodukte – eine Beispiel sind rein pflanzliche Arzneimittel – eine Chance bieten kann, eine ITA durchzuführen, wodurch das Nischenprodukt auf umweltfreundliche Art und Weise produziert werden konnte. Dennoch wird die Vermutung festgehalten, dass es eher weniger an der Größe der Unternehmen an sich sondern an Branchenspezifika liegt, ob ITA-Aktivitäten durchgeführt werden (Baron et al. 2003, S.254).

Eine aktuelle Bestandsaufnahme darüber, welche ITA-Aktivitäten in österreichischen Betrieben stattfinden, ist nicht verfügbar, doch kommt eine bereits weiter zurückliegende zu dem Schluss, dass dort kaum derartige Tätigkeiten zu finden sind (Peissl 2001, S.170). In einem ähnlichen Zeitraum wird dazu angemerkt, dass in Österreich der Sprung von Technologie-NehmerInnen zu Technologie-EntwicklerInnen noch nicht gelungen ist, weil es sich beim größeren Teil der Innovationen lediglich um eine schrittweise Weiterentwicklung schon bestehender Produkte handelt (ITA 1998, S.277). Demnach bestehen die Stärken eher in der Erzeugung von Produkten mittleren Technologiegrads, was auch dazu beitragen könnte, dass deswegen ITA-Aktivitäten eine nur untergeordnete Bedeutung zukommt. Es wird allerdings festgehalten, dass innovative Unternehmen ihre Produkte und Verfahren unter Berücksichtigung sozialer und ökologischer (wie beispielsweise durch die Öko-Audit-Verordnung der EU mit der Abkürzung EMAS) Folgen entwickeln, aber kaum die notwendige interdisziplinäre Arbeit in Unternehmen selbst stattfindet (ebd.). Auch wenn schon festgestellt wurde, dass die ITA unabhängig von der Größe des Unternehmens stattfindet, ist der mögliche Grund für mangelnde ITA-Aktivitäten in Betrieben, dass die österreichische Unternehmenslandschaft stark von Klein- und Mittelbetrieben geprägt ist, die ITA-Aktivitäten lieber einkaufen als selbst durchführen. Es ist nicht anzunehmen, dass sich dies in naher Zukunft wesentlich verändern wird.

## 7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Kontext interdisziplinärer Zusammenarbeit innerhalb der Technikfolgenabschätzung wird oftmals betont, wie wichtig die Einbindung der Wirtschaftswissenschaften als Beitrag zu einer komplementären Analyse ist. Damit einhergehend wird die Forderung nach mehr ökonomischen Schwerpunkten und Fragestellungen in Projekten in allen TA-relevanten Forschungsbereichen geäußert, um einer breiten gesellschaftsrelevanten Analyse gerecht werden zu können. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, sich damit auseinanderzusetzen, in welchen Bereichen und spezifischen Projekten und in welchem Ausmaß ökonomische Fragestellungen Eingang in TA-Prozesse deutschsprachiger TA-Institutionen finden. In mehreren großen Themengebieten der TA konnte einerseits gezeigt werden, welche theoretischen Zugänge es seitens der Wirtschaftswissenschaften gibt und andererseits beispielhaft, welche Projekte mit welchen ökonomischen Schwerpunkten und Aspekten konkret durchgeführt wurden.

Im Feld der Informations- und Kommunikationstechnologien ist aufgrund der umwälzenden Veränderungen der letzten Jahrzehnte eine relativ große Anzahl von TA-Studien mit ökonomischem Fokus zu finden. Insbesondere die Theorie der Netzwerkeffekte ist Ausgangspunkt etlicher Studien, die sich mit den ökonomischen Effekten der IKT auseinandersetzen. Somit finden auch ÖkonomInnen aus dem IKT-Bereich in der TA ein Beschäftigungsfeld, wenn es darum geht, die ökonomischen und auch gesellschaftlichen Auswirkungen dieser neuen Technologien abzuschätzen. Wichtige Ergebnisse über die Auswirkungen betreffen auch TA-relevante politische Empfehlungen zu regulierenden Maßnahmen, die aufgrund der veränderten Marktstruktur durch den Einsatz von IKT notwendig werden. So beschäftigt sich ein großer Teil der Medienökonomik damit, welche Auswirkungen der Wandel von monopolistischen NetzbetreiberInnen zu einer Liberalisierung der AnbieterInnen mit sich bringt. Studien mit ökonomischen Fragestellungen im Bereich von E-Business beschäftigen sich beispielsweise mit neuen Geschäftsmodellen, den veränderten Rollen von KäuferInnen und VerkäuferInnen, neuen Marktchancen für Klein- und Mittelbetriebe sowie für die Logistik-Branche, Fallstudien zu bestimmten Branchen-zweigen und E-Business-Netzwerken. Ein großer Bereich innerhalb der TA setzt sich mit neuen Formen der Arbeit auseinander, wobei insbesondere bei Themen wie Arbeitszeitmodellen, Telearbeit oder veränderten Arbeitsbedingungen im Dienstleistungsbereich wie Call-Centern die ökonomischen Auswirkungen analysiert werden. Obwohl gerade durch IKT nach wie vor umfangreiche ökonomische Veränderungen induziert werden, wird in jüngerer Zeit diese Thematik in TA-Projekten nicht bzw. kaum mehr aufgegriffen. Gerade die anhaltende Entwicklung des Rückgangs, ökonomische Fragestellungen als der Teil der Analyse in Projekten im IKT-Bereich zu integrieren, führt zu einer Lücke in TA-Prozessen.

Bislang nahezu ausgeklammert ist auch der relativ junge Forschungszweig der Sicherheitsökonomik, was insofern verwundert, als Themen wie Privatsphäre oder Überwachung in vielen TA-Projekten behandelt werden. Relevante Fragestellungen wie etwa, welche ökonomischen Effekte das hohe Wachstum dieser Branche impliziert, sind bislang noch keiner TA-Analyse unterzogen worden. Als weiteres Betätigungsfeld sind das Sammeln von und der Handel mit persönlichen und biometrischen Daten zu nennen. Besonders aktuell wäre eine tiefere Analyse virtueller Netzwerke um daraus ökonomische und politische Handlungsempfehlungen abzuleiten. Von Wichtigkeit für die TA sind auch die Effekte auf die Arbeitsbedingungen bei AnbieterInnen von Online-Diensten, wie jüngere Skandale des momentan größten Anbieters zeigen. Auch wenn nicht abzusehen ist, ob in diesem Bereich in naher Zukunft mit bahnbrechenden technischen Neuerungen zu rechnen ist, führt die weitere Diversifizierung und wachsende Verbreitung von IKT zur Notwendigkeit weiterer TA-Prozesse.

Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung sind seit Jahrzehnten auch unter den normativen Zielen der TA zu finden. Dies zeigt sich an der Fülle von TA-Projekten, die sich mit nachhaltiger Technikentwicklung und deren Diffusion auseinandersetzen. Besonders wenn es um die Diffusion von Umwelttechnologien geht, sind in deren Analyse wirtschaftliche Aspekte wie Kosten integriert, aber auch wirtschaftliche Effekte wie Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt oder auf die Abfallwirtschaft oder beim Einsatz erneuerbarer Ressourcen die Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Wenn es jedoch um systemanalytische Betrachtungen geht, wie beispielsweise um den Wandel des Energiesystems in Richtung Nachhaltigkeit, kommen ökonomische Aspekte meist zu kurz. Hier würde die intensivere Auseinandersetzung mit ökonomischen Rahmenbedingungen und Effekten besonders in Verbindung mit politischen Maßnahmen eine Lücke füllen.

Für Kontroversen sorgt ein Spannungsfeld, das Technikentwicklung impliziert: Einerseits haben viele technische Entwicklungen erst dazu geführt, dass die Umwelt massiv beeinträchtigt wurde, und andererseits soll heute durch technische Entwicklung der Ressourcenverbrauch verringert werden. Dieses Konfliktfeld sorgt in der TA dafür, dass nachhaltige Technikentwicklung als primäres Ziel gesehen wird, um so die Fehler der Vergangenheit bestmöglich zu kompensieren, aber in anderen Wissenschaftsdisziplinen wie *Ecological Economics* bewirkt es tendenziell eine eher skeptische Sichtweise auf Technik, auch wenn ressourcen-effiziente Technologien als ein Schritt in Richtung Nachhaltigkeit betrachtet werden.

Innovationen werden als notwendiger Motor für Wirtschaftswachstum gesehen, womit Innovationen eine Schlüsselfunktion bei wirtschaftlichem Handeln zukommt. Da aber Wirtschaftswachstum von immer mehr Seiten im ökologischen und sozialen Sinn als nicht mehr leistbar eingestuft wird, ist die Diskussion darüber für die TA höchst relevant. Besonders die Frage, welche Rolle Technik und Innovationen und damit einhergehend gesellschaftliche Akteure und Institutionen in alternativen Wirtschaftsmodellen abseits des Wachstumsparadigma einnehmen (können), ist bislang innerhalb der TA noch wenig thematisiert worden. Hervorzuheben sind hierbei die zahlreichen Schritte, die beiden Forschungsgebiete Degrowth und TA miteinander zu verknüpfen, um so dieser wichtigen Thematik die notwendige Aufmerksamkeit zu geben. Mit Sicherheit wird die Thematik um Wirtschaftswachstum und technische Innovationen in naher Zukunft noch tiefergehenden Eingang in TA-Prozesse finden und Anstoß für weitere Diskussionen geben.

Im Bereich der Biotechnologie sind TA-Studien mit ökonomischem Fokus oder gar nur ökonomischen Fragestellungen eine Rarität. Dies soll nicht heißen, dass dieses Forschungsfeld keine Beachtung in der TA erlangt, ganz im Gegenteil, jedoch gehen die ökonomischen Aspekte in ihrer Analyse kaum über eine Bezugnahme auf Abschätzungen neuer Technologien bezüglich ihres möglichen Marktpotenzials und Umsatzvolumens hinaus. Ein Problem in diesem Zusammenhang ist die Glaubwürdigkeit solcher Abschätzungen, da diese oft von Consulting-Firmen durchgeführt werden, deren Eigeninteresse bei der Interpretation der Zahlen nicht vergessen werden sollte. Die Bedeutung der Bioökonomie insbesondere auf globaler Ebene ist im Zunehmen begriffen, was auch in Verbindung mit dem Umgang mit globalen Ressourcen Thema weiterreichender Forschung innerhalb der TA ist. Wenn sozialer und monetärer Nutzen durch Einsatz dieser Technologie wie im Falle von personalisierter Medizin glaubhaft gemacht werden können, sind auch umfassende politische und gesamtwirtschaftliche Veränderungen abzusehen, wodurch sich der Fokus noch mehr als heute auf die Bioökonomie lenken wird.

Während Kostenanalysen, Kosten-Nutzen-Analysen auch mit qualitativem Fokus oder Marktabschätzungen häufig in TA-Prozesse inkludiert werden, sind Methoden wie die Multi-Kriterien-Analyse, die Input/Output-Analyse oder wirtschaftswissenschaftliche Aspekte in Szenarien eher selten vorzufinden. Da eine I/O-Analyse auf quantitative Daten angewiesen ist, aber in der

TA zumeist mit qualitativen gearbeitet wird, könnte die mangelnde Verfügbarkeit der notwendigen Daten eine mögliche Erklärung dafür sein. Eine verstärkte Einbindung ökonomischer Aspekte in Szenarien würde dazu beitragen, dass die Ergebnisse an Robustheit zunehmen und die Szenarien einer systemanalytischen Betrachtung besser gerecht werden. Insbesondere für die partizipative TA und im speziellen als Analyseinstrument für Umwelt- und Technikkonflikte wäre die Verwendung der Multi-Kriterien-Analyse eine wertvolle Ergänzung des Methodenspektrums.

Ein genereller Trend (zumindest was die Projekte des Wiener Instituts für Technikfolgen-Abschätzung betrifft) ist bei der Inkludierung von ökonomischen Fragestellungen zu verzeichnen: Während es noch in den Projekten des Instituts der 1990er Jahre tendenziell üblich war, ökonomische Fragestellungen zu bearbeiten und die ökonomischen Auswirkungen zu untersuchen und/oder zumindest auf Kostenabschätzungen der betrachteten Technologien hinzuweisen, scheint diese „Tradition“ in den letzten Jahren eher zurückgegangen zu sein, wie sich an der Anzahl der Projekte mit Ökonomie-Fokus leicht feststellen lässt. Die eher schwindende Integration ökonomischer Fragestellungen und Analysen mag auch mit einer veränderten Fokussierung von TA-Prozessen zu tun haben: Während in früheren Projekten eher alle als im TA-Prozess relevant erachteten Dimensionen in der Analyse Beachtung fanden (beispielsweise ökologische, ökonomische und politische Ebene), werden in jüngerer Zeit häufiger partizipative Verfahren eingesetzt, die keinen speziellen ökonomischen Fokus aufweisen bzw. in denen nicht bewusst danach gesucht wird. Die Wichtigkeit, wieder vermehrt ökonomische Perspektiven in TA-Prozesse zu integrieren, wäre jedenfalls gegeben.

Zur Anzahl der ÖkonomInnen in TA-Instituten sei angemerkt, dass am ITA in Wien zwar gleich drei MitarbeiterInnen mit wirtschaftswissenschaftlicher Ausbildung beschäftigt sind, zwei davon heute aber kaum mehr ökonomische Fragestellungen bearbeiten. Am TA-SWISS, dem Schweizer Institut für Technikfolgenabschätzung, arbeiten momentan keine ÖkonomInnen und am ITAS in Karlsruhe haben zwar etliche MitarbeiterInnen eine Ausbildung in Ökonomie, doch hat heute niemand einen ökonomischen Schwerpunkt in ihrem/seinem Forschungsprofil. Auch die Wiederbelebung der Arbeitsgruppe „TA und Wirtschaft“ innerhalb des deutschsprachigen Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA) hat lediglich eine sehr geringe Anzahl an Interessierten angezogen, wobei die Einzelinteressen zu heterogen waren, um eine nachhaltige weitere Zusammenarbeit anzustoßen. Erst durch die erfolgreichen ersten Schritte, TA und Technik im Kontext von Degrowth zu betrachten, ist gerade eine lose Arbeitsgruppe auf dem Weg, die Thematik beispielsweise durch ein geplantes Special Issue, etlichen Special Sessions bei verschiedenen Konferenzen und durch eine neue Mailingliste weiter zu forcieren.

Wenn ökonomische Themen oder Fragestellungen heute in TA-Projekte Eingang finden, haben diese meist einen betriebswirtschaftlichen Fokus und analysieren Kosten, Umsatz oder betriebliches bzw. produktbezogenes Innovationsmanagement. Volkswirtschaftliche Fragestellungen, die beispielsweise den Strukturwandel ganzer Branchen oder Wirtschaftszweige, Effekte auf Arbeitsmarkt- und Arbeitsbedingungen oder die sozialen Kosten neuer Technologien behandeln, sind in den Projekten der letzten Jahre kaum zu finden. Umso wichtiger ist es, die Zusammenarbeit mit jenen Bereichen gezielt zu fördern, die sich mit gesamtwirtschaftlichen, Technik-bezogenen Fragestellungen auseinandersetzen, wie dies im Bereich von Degrowth der Fall ist. Gerade hier spiegeln die Diskussionen um Innovation und Technikeinsatz jene wieder, die auch in der TA-Community im Fokus stehen. Außerdem ist Degrowth eines der wenigen Forschungsfelder, das sich ähnlich wie TA mit normativen Fragen bezüglich Technikentwicklung und -nutzung beschäftigt. Vor dem Hintergrund eines gesellschaftlichen Wandels weg vom Paradigma des uneingeschränkten Wirtschaftswachstums bietet Degrowth einerseits wichtige Erkenntnisse über das Verhältnis von Technik und wirtschaftlichem Handeln, und andererseits kann die TA beispielsweise das Wissen um normative, nachhaltige Technikgestaltung in De-

growth einbringen. Es bleibt zu hoffen, dass diese beiden Gebiete in Zukunft enger aneinander rücken werden, gerade in Zeiten, in denen wirtschaftliche Fragestellungen in der TA eine immer geringere Rolle spielen.

Wenn auch innerhalb der TA schon einiges an technikbezogenem, ökonomischem Wissen generiert wurde, ist das natürlich nicht das einzige Forschungsfeld, das dieses Wissen erzeugt. Abgesehen von Teildisziplinen der Wirtschaftswissenschaften wie der Technikökonomie, der Innovationsökonomie oder auch der Ökologischen Ökonomik sind es vor allem die Politikwissenschaften und andere Bereiche der Sozialwissenschaften, deren Forschungsergebnisse die ökonomische TA-Landschaft bereichern und wertvolle Ergänzungen liefern. Besonders wenn es um die Generierung und Analyse quantitativer Daten geht, sind diese weniger innerhalb der TA zu finden, liefern aber dennoch wichtige Ergebnisse. Unter den Schlagworten *Responsible Research and Innovation* wird neuerdings der politische Versuch unternommen, Innovationen nicht nur unter wirtschaftlichen, sondern auch unter sozialen und ethischen Gesichtspunkten zu betrachten und entsprechende Prioritäten zu setzen. Diese für die TA wichtige Entwicklung sollte für zukünftige ökonomische Fragestellungen unbedingt in Betracht gezogen werden, wie dies beispielsweise im noch laufenden Forschungsprojekt *Responsible Industry* des ITAS geschieht.

Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung in einer nachhaltigen Gesellschaft werden wohl in naher Zeit ein Thema sein, das nicht nur TA-PraktikerInnen beschäftigen wird. Grundlegende gesellschaftliche Herausforderungen wie die Transformation unseres Systems der Ressourcennutzung bedürfen natürlich einer systemischen Betrachtungsweise, die technologische, wirtschaftliche, soziale und politisch-institutionelle Aspekte berücksichtigt, ohne die es nicht gelingen kann, unsere Gesellschaft auf einen nachhaltigen Pfad zu bringen. Nachhaltigen Innovationen, womit neben technischen auch wirtschaftliche und soziale gemeint sind, wird dabei eine Schlüsselfunktion zukommen. Somit kann auch für die ökonomische Technikfolgenabschätzung mit Sicherheit gesagt werden, dass sie sich noch mit vielen zukunftsweisenden Forschungsthemen einbringen können wird.

## 8 Quellenverzeichnis

- Aghion, P. und Howitt, P., 1992, A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica* 60(2), 323-351.
- Aichholzer, G., 2007, Opening the Black Box: Economic and Organisational Effects of E-Government, in: Remenyi, D. (Hg.): *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on e-Government*, Dublin: Academic Conferences International, 1-10.
- Aichholzer, G. und Spitzenberger, M., 2005, *E-Government in Österreich: Entwicklungsstand, Nutzung und Modellprojekte. Bericht 3: Modellprojekte*, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Albertshausen, U. und Malanowski, N., 2004, *Innovations- und Technikanalyse im Management – Perspektiven für die strategische Unternehmensführung*, Frankfurt/Main: Campus.
- Albrecht, S., 2012, Systemfragen der Pflanzenbiotechnologie, in: Decker, M., Grunwald, A. und Knapp, M. (Hg.): *Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung*, Berlin: edition sigma, 221-232.
- Apel, A., 2010, The costly benefits of opposing agricultural biotechnology, *New Biotechnology* 27(5), 635-640.
- Arrow, K. J., 1962, The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies* 29(3), 155-173.
- Baron, W., Häußler, S., Luther, W. und Zweck, A., 2003, *Innovations- und Technikanalyse – Chancen und Barrieren betrieblicher Integration*, Frankfurt/Main: Campus Verlag.
- Bechmann, G. und Frederichs, G., 1996, Problemorientierte Forschung: Zwischen Politik und Wissenschaft, in: Bechmann, G. (Hg.): *Praxisfelder der Technikfolgenforschung – Konzepte, Methoden, Optionen*, Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag, 11-40.
- Bizer, J., Dingel, K., Fabian, B., Günther, O., Hansen, M., Klafft, M., Möller, J. und Spiekermann, S., 2006, *TAUCIS – Technikfolgenabschätzung: Ubiquitäres Computing und Informationelle Selbstbestimmung*, im Auftrag von: Bundesministerium für Bildung und Forschung; Kiel, Berlin: Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein; Institut für Wirtschaftsinformatik der Humboldt-Universität zu Berlin.
- BMBF, 2001, *Innovations- und Technikanalyse – Zukunftschancen erkennen und realisieren*, im Auftrag von: BMBF, Bonn: BMBF.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. und Weimer, D. L., 2011, *Cost-Benefit Analysis – Concepts and Practice*, 4. Aufl., Boston: Pearson.
- Bogai, D., 1989, *Technikfolgen, Ökonomie und Ethik*; in Reihe: Volkswirtschaftliche Forschung und Entwicklung, Bd. 54, hg. v. Böventer, E. v. und Kuhbier, P., München: Verlag V. Florentz GmbH.
- Böhle, K., 2002, The electronic Payment Systems Observatory – ePSO, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 11(2), 114-125.
- Bonaiuti, M., 2011, Preface, in: Bonaiuti, M. (Hg.): *From Bioeconomics to Degrowth*, Abingdon: Routledge.
- Boons, F. und Wagner, M., 2009, Assessing the relationship between economic and ecological performance: Distinguishing system levels and the role of innovation, *Ecological Economics* 68(7), 1908-1914.



- Bretschger, L., 2005, Economics of technological change and the natural environment: How effective are innovations as a remedy for resource scarcity?, *Ecological Economics* 54(2-3), 148-163.
- Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K., 1999, *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma.
- Büllingen, F., 1999, Das Office of Technology Assessment (OTA), in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 411-416.
- Burtscher, K. und Pohoryles, R., 1994, *Clean Technology Innovation und deren Verbreitung in Klein- und Mittelbetrieben*, im Auftrag von: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.
- Bütschi, D., Carius, R., Decker, M., Gram, S., Grunwald, A., Machleidt, P., Steyaert, S. und van Est, R., 2010, The Practice of TA; Science, Interaction, and Communication, in: Decker, M. und Ladikas, M. (Hg.): *Bridges between Science, Society and Policy – Technology Assessment- Methods and Impact*, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 12-56.
- Čas, J., 1996, Ökonomische Effekte der Telekommunikation: Auswirkungen auf Wachstum, Wirtschaftsstruktur und Wettbewerbsfähigkeit, in: Tichy, G. (Hg.): *Technikfolgen-Abschätzung in Österreich – Entscheidungshilfe in einer komplexen Welt: Beispiele aus der Praxis*, Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 106-134.
- Čas, J., 2005, Privacy in Pervasive Computing Environments – A Contradiction in Terms?, *IEEE Technology and Society Magazine* 24(1), 24-33.
- Cichocka, D., Claxton, J., Economidis, I., Högel, J., Venturi, P. und Aguilar, A., 2011, European Union research and innovation perspectives on biotechnology, *Journal of Biotechnology* 156(4), 382-391.
- Coenen, R., 1999, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 417-426.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R. und Norgaard, R., 1997, *An Introduction to Ecological Economics*, Boca Raton: St. Lucie Press.
- Daly, H., 1991, Elements of Environmental Macroeconomics, in: Costanza, R. (Hg.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York: Columbia University Press, 32-46.
- Davis, F. D., 1989, Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, *MIS Quarterly* 13(3), 319-340.
- Decker, M., Hauser, R., Reuß, M., Fleischer, T., Kopfmüller, J. und Schippl, J., 2009, *Studie zum Stand der Forschung zu spezifischen Nutzungs- und Verbreitungsmustern nachhaltiger Technologien*, im Auftrag von: BMBF, Karlsruhe: ITAS.
- Dosi, G., 1982, Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, *Research Policy* 11(3), 147-162.
- Eisenkopf, A., 2006, Ökonomische Instrumente für einen umweltverträglichen Verkehr – Machbarkeit und Wirksamkeit, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 15(3), 21-30.
- Fleischer, T. und Grunwald, A., 2002, Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit – Anforderungen an die Technikfolgenabschätzung, in: Grunwald, A. (Hg.): *Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung – Von der Konzeption zur Umsetzung*, Berlin: edition sigma, 95-146.
- Fleischmann, G., 2001, Volkswirtschaftslehre, in: Ropohl, G. (Hg.): *Erträge der Interdisziplinären Technikforschung – Eine Bilanz nach 20 Jahren*, Berlin: Erich Schmidt Verlag, 145-164.

- Frazzetto, G., 2003, White biotechnology, *EMBO Reports* 4(9), 835-837.
- Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J. und Neuhäusler, P., 2010, *Ubiquitäres Computing. Das „Internet der Dinge“ – Grundlagen, Anwendungen, Folgen*, Berlin: edition sigma.
- Frondele, M., Ritter, N., Schmidt, C. M. und Vance, C., 2010, Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience, *Energy Policy* 38(8), 4048-4056.
- Garbe, D. und Lange, K., 1991, Zum Stand der Technikfolgenabschätzung in der Telekommunikation, in: Garbe, D. und Lange, K. (Hg.): *Technikfolgenabschätzung in der Telekommunikation*, Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag, 3-20.
- Greeuw, S. C. H., van Asselt, M. B. A., Grosskurth, J., Storms, C. A. M. H., Rijkens-Klomp, N., Rothman, D. S. und Rotmans, J., 2000, *Cloudy crystal balls – An assessment of recent European and global scenario studies and models*, im Auftrag von: European Environment Agency, Environmental Issues Series No 17, Copenhagen: International Centre for Integrative Studies <[http://www.eea.europa.eu/publications/Environmental\\_issues\\_series\\_17](http://www.eea.europa.eu/publications/Environmental_issues_series_17)>.
- Greisberger, H., Hasenhüttl, S., Fussenegger, R. und Adensam, H., 2002, *Beschäftigung und Erneuerbare Energieträger*, Nachhaltig Wirtschaften – Schriftenreihe 03/2002, Wien: BMVIT.
- Grossmann, G. M. und Helpman, E., 1991, Quality Ladders in the Theory of Growth, *Review of Economic Studies* 58(1), 43-61.
- Grunwald, A., 2002, *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*, Berlin: edition sigma.
- Grunwald, A., 2007, Technikdeterminismus oder Sozialdeterminismus: Zeitbezüge und Kausalverhältnisse aus der Sicht des „Technology Assessment“, in: Dolata, U. und Werle, R. (Hg.): *Gesellschaft und die Macht der Technik – Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung*, Frankfurt/New York: Campus Verlag, 63-82.
- Grunwald, A., 2010, *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*, 2. Aufl., Berlin: edition sigma.
- Grunwald, A. und Kopfmüller, J., 2012, *Nachhaltigkeit*, 2. Aufl., Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Haslinger, F., 1990, *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung*, 5. Aufl., München: Oldenburg Verlag GmbH.
- Helberger, N., Dufft, N., van Gompel, S., Kerényi, K., Krings, B., Lambers, R., Orwat, C. und Riehm, U., 2004, *Digital Rights Management and Consumer Acceptability – A Multi-Disciplinary Discussion of Consumer Concerns and Expectations* <[http://www.indicare.org/tiki-download\\_file.php?fileId=60](http://www.indicare.org/tiki-download_file.php?fileId=60)>.
- Hicks, J. R., 1932, *The Theory of Wages*, London: Macmillan.
- Hoffmeister, W., 2008, *Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse*, Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Huesemann, M. H., 2001, Can pollution problems be effectively solved by environmental science and technology? An analysis of critical limitations, *Ecological Economics* 37(2), 271-287.
- Inzé, D., 2005, Plant biotechnology helps to build a sustainable economy, *Current Opinion in Biotechnology* 16(2), 109-111.
- ITA, 1998, *Technologie-Delphi II – Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge*, im Auftrag von: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- ITAS, 2012, *Projektübersicht*; [Aufgerufen am: 20-08-2012] <<http://www.itas.kit.edu/projekte.php>>.
- Jackson, T., 2009, *Prosperity without Growth – Economics for a Finite Planet*, 1. Aufl., London, Washington, DC: Earthscan.

- Jaffe, A. B., Newell, R. G. und Stavins, R. N., 2005, A tale of two market failures: Technology and environmental policy, *Ecological Economics* 54(2-3), 164-174.
- Jörissen, J., Parodi, O., Schippl, J. und Weinberger, N., 2010, Roadmap Umwelttechnologien 2020. Strategische Handlungsoptionen für die Prioritätensetzung in der künftigen Förderpolitik, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 19(1), 57-66.
- Kallis, G., 2011, In defence of degrowth, *Ecological Economics* 70(5), 873-880.
- Kemfert, C., 2005, Induced technological change in a multi-regional, multi-sectoral, integrated assessment model (WIAGEM): Impact assessment of climate policy strategies, *Ecological Economics* 54(2-3), 293-305.
- Kircher, M., 2012, How to turn industrial biotechnology into reality, *New Biotechnology* 29(2), 243-247.
- Klepper, G., 2002, Nachhaltigkeit und technischer Fortschritt – Die Perspektive der neoklassischen Ökonomie, in: Grunwald, A. (Hg.): *Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung – Von der Konzeption zur Umsetzung*, Berlin: edition sigma, 21-36.
- Kletzan-Slamani, D. und Köppl, A., 2009, *Österreichische Umwelttechnikindustrie: Entwicklung – Schwerpunkte – Innovation*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Schriftenreihe 08/2009, Wien: BMVIT.
- Klüver, L., Hoff, A., Anderson, I.-E., Dietz, J., Geray, H., Harper, J., Larsen, G. und Veie, E., 2007, „Evaluation of the Programmes” Report on the web-based tool for project evaluation in foresight – *Doing Foresight*, Copenhagen: Danish Board of Technology.
- Kopfmüller, J., Coenen, R., Jörissen, J., Langniß, O. und Nitsch, J., 2000, *Konkretisierung und Operationalisierung des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung für den Energiebereich*. Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6578, Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe.
- Kopfmüller, J., Sardemann, G., Achternbosch, M., Kupsch, C., Bräutigam, K. R. und Hartlieb, N., 2005, Ressourcen- und Abfallmanagement für eine nachhaltige Entwicklung dargestellt am Beispiel von Cadmium, *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 57(7-8), 119-128.
- Kowalski, K., Stagl, S., Madlener, R. und Omann, I., 2009, Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis, *European Journal of Operational Research* 197(3), 1063-1074.
- Krewitt, W., 2007, Energiesysteme im Wandel, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 16(3), 54-60.
- Krings, B.-J., 2004, Auswirkungen der Informationstechnologien auf die Arbeitswelt, *NACHRICHTEN – Forschungszentrum Karlsruhe* 36(4), 243-247.
- Ladikas, M. und Decker, M., 2004, Assessing the Impact of Future-Oriented Technology Assessment, *EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods*, Sevilla.
- Latzer, M., 2000, Die europäische Informationsgesellschaft als politisch-ökonomische Herausforderung, in: Latzer, M. (Hg.): *Mediamatikpolitik für die Digitale Ökonomie – eCommerce, Qualifikation und Marktmacht in der Informationsgesellschaft*, Innsbruck, Wien, München: StudienVerlag, 13-28.
- Latzer, M., Just, N., Saurwein, F. und Slominski, P., 2002, *Selbst- und Ko-Regulierung im Mediamatiksektor – Alternative Regulierungsformen zwischen Staat und Markt*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Latzer, M. und Schmitz, S. W., 2000a, Mediamatik und Digitale Ökonomie als zentrale Kennzeichen der Informationsgesellschaft, in: Latzer, M. (Hg.): *Mediamatikpolitik für die Digitale Ökonomie – eCommerce, Qualifikation und Marktmacht in der Informationsgesellschaft*, Innsbruck, Wien, München: StudienVerlag, 29-60.

- Latzer, M. und Schmitz, S. W., 2000b, Business-to-Consumer eCommerce in Österreich: Eine empirische Untersuchung, in: Latzer, M. (Hg.): *Mediamatikpolitik für die Digitale Ökonomie – eCommerce, Qualifikation und Marktmacht in der Informationsgesellschaft*, Innsbruck, Wien, München: StudienVerlag, 286-306.
- Legler, H., 1993, Internationalisierung von FuE: Nationale Innovationssysteme und strategische Sektoren, in: Meyer-Krahmer, F. (Hg.): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik – Forschungsansätze und politische Konsequenzen*, Heidelberg: Physica Verlag Heidelberg, 291-297.
- Leimbach, T., Hallinan, D., Weber, A., Jaglo, M., Nielsen, R. Ø., Lynn, T. und Hunt, G., 2013, *Potential and Impacts of Cloud Computing Services and Social Network Sites*, Deliverable No 3, Karlsruhe.
- Leontief, W., 1941, *The structure of American economy, 1919-1929 (an empirical application of equilibrium analysis)*, Cambridge: Harvard University Press.
- Lillich, L., 1992, *Nutzwertverfahren*, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Lindorfer, J., 2011, *Lebenszyklusanalyse als strategisches Entwicklungswerkzeug zur Beurteilung der Umweltperformance* Energy Infos, Vol. 04/2011, Linz: Energieinstitut der Johannes Kepler Universität Linz.
- Lucas, R. E., 1988, On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics* 22(1), 3-42.
- Ludwig, B., 1995, *Methoden zur Modellbildung in der Technikbewertung*; in Reihe: Cutec-Schriftenreihe, Bd. 18, Clausthal-Zellerfeld: Cutec Institut GmbH.
- Majer, H., 2002, Eingebettete Technik – Die Perspektive der ökologischen Ökonomik, in: Grunwald, A. (Hg.): *Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung – Von der Konzeption zur Umsetzung*, Berlin: edition sigma, 37-64.
- Martínez-Alier, J., 2009, Socially Sustainable Economic De-growth, *Development and Change* 40(6), 1099-1119.
- McArthur, D. J. und Lewis, M. W., 1998, *Untangling the Web*, Santa Monica: Rand Education.
- McKinsey, 2010, *White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future*; [Aufgerufen am: 27-11-2012] <[http://www.bioeconomy.net/reports/files/europabio\\_white\\_biotech\\_gateway\\_more\\_sustainable\\_future.pdf](http://www.bioeconomy.net/reports/files/europabio_white_biotech_gateway_more_sustainable_future.pdf)>.
- Meadows, D., Meadows, D. und Zahn, E., 1972, *Die Grenzen des Wachstums – Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Minx, E., 1996, TA-Projekte in der Industrie, in: Bechmann, G. (Hg.): *Praxisfelder der Technikfolgenforschung – Konzepte, Methoden, Optionen*, Frankfurt/NewYork: Campus Verlag, 79-92.
- Minx, E. und Meyer, H., 1999, Umsetzung von TA in die Wirtschaft, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 351-362.
- Munda, G., Nijkamp, P. und Rietveld, P., 1995, Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation, *European Journal of Operational Research* 82(1), 79-97.
- Nentwich, M., 2003, *Cyberscience – Research in the Age of the Internet*, Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

- Nierling, L., 2012, „This is a bit of the good life“: Recognition of unpaid work from the perspective of degrowth, *Ecological Economics* 84(2012), 240-246.
- OECD, 2009, *The Bioeconomy to 2030 – Designing a Policy Agenda*: OECD.
- Ornetzeder, M. und Schramm, W., 1997, *Die Diffusion von Cleaner Production in Österreich*, im Auftrag von: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Orwat, C., 2002, *Innovationsbedingungen des E-Commerce – der elektronische Handel mit digitalen Produkten*. TAB-Hintergrundpapier, Vol. 8, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Peissl, W., 2001, Österreich, in: Malanowski, N., Krück, C. P. und Zweck, A. (Hg.): *Technology Assessment und Wirtschaft – Eine Länderübersicht*, Frankfurt/Main: Campus Verlag, 157-180.
- Peissl, W., Nentwich, M., Belschan, A., Tellioglu, H., Tellioglu, H. und Schmutzer, R., 1998, *Wohnen und Neue Medien – Technikfolgenabschätzung des Einsatzes neuer Medien im Tätigkeitsbereich gemeinnütziger Wohnbauträger*, im Auftrag von: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, BUWOG, Neue Heimat/GEWOG und WAG Linz, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Petermann, T., 2001, *Innovationsbedingungen des E-Commerce – das Beispiel Produktion und Logistik*. TAB-Hintergrundpapier, Vol. 6, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Petermann, T. und Sauter, A., 2002, *Biometrische Identifikationssysteme – Sachstandsbericht*. TAB-Hintergrundpapier, Vol. 76, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Pisjak, P., 1994, Interdependence between Regulation and Technological Innovation in the Telecommunications Sector, *Technology Analysis and Strategic Management* 6(3), 289-303.
- Rai, L. P. und Lal, K., 2000, Indicators of the information revolution, *Technology in Society* 22(2), 221-235.
- Rakos, C., 1995, *15 Jahre Biomasse-Nahwärmenetze in Österreich: bisherige Entwicklung – neue Herausforderungen*, im Auftrag von: Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Remenyi, D., Money, A., Sherwood-Smith, M. und Irani, Z., 2000, *The effective measurement and management of IT costs and benefits*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Renn, O., 1999, Methodische Vorgehensweisen in der Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 609-616.
- Riehm, U., Petermann, T., Orwat, C., Coenen, C., Revermann, C., Scherz, C. und Wingert, B., 2002, *E-Commerce*. TAB-Arbeitsbericht, Vol. 78, Karlsruhe: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Riehm, U. und Wingert, B., 1995, *Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen*. TAB Arbeitsbericht, Vol. 33, Karlsruhe: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Romer, P. M., 1986, Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy* 94(5), 1002-1037.
- Rosenblatt, B., 2005, *Meltdown Continues over First4Internet's CD Copy Protection*; [Aufgerufen am: 23-06-2010] <<http://www.drmmwatch.com/drmtech/article.php/3565106>>.

- Rudloff, B., 2009, *Klimawandel und Ernährungssicherheit*, Nr. 2009/01, Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik.
- Rus, G. d., 2010, *Introduction to Cost-Benefit Analysis – Looking for reasonable shortcuts*, Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Schidler, S., Adensam, H., Hofmann, R., Kromus, S., Sotoudeh, M. und Will, M., 2003, *Technikfolgenabschätzung der grünen Bioraffinerie*, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Schmitz, S. W., 2000, Die Förderung des Business-to-Consumer eCommerce, in: Latzer, M. (Hg.): *Mediamatikpolitik für die Digitale Ökonomie – eCommerce, Qualifikation und Marktmacht in der Informationsgesellschaft*, Innsbruck, Wien, München: StudienVerlag, 62-219.
- Schneider, F., Kallis, G. und Martinez-Alier, J., 2010, Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue, *Journal of Cleaner Production* 18(6), 511-518.
- Seidl, I. und Zahrnt, A., 2010, *Postwachstumsgesellschaft – Konzepte für die Zukunft*, 1. Aufl., München: Metropolis.
- Sheppard, A. W., Gillespie, I., Hirsch, M. und Begley, C., 2011a, Biosecurity and sustainability within the growing global bioeconomy, *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(1-2), 4-10.
- Sheppard, A. W., Raghu, S., Begley, C., Genovesi, P., De Barro, P., Tasker, A. und Roberts, B., 2011b, Biosecurity as an integral part of the new bioeconomy: a path to a more sustainable future, *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(1-2), 105-111.
- Simmen, H. und Walter, F., 2007, *Landschaft gemeinsam gestalten: Möglichkeiten und Grenzen der Partizipation – Thematische Synthese zum Forschungsschwerpunkt III „Zielfindung und Gestaltung“*, Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Solow, R. M., 1956, A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics* 70(1), 65-94.
- Spiekermann, S., 2007, TA-Studie „Ubiquitäres Computing und informationelle Selbstbestimmung“ – Ein Bericht über die Sicht der Verbraucher, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 16(1), 74-78.
- Staudt, E. und Merker, R., 2001, Betriebswirtschaftliche Theoriebildung im Spannungsfeld von Organisation und Technik, in: Ropohl, G. (Hg.): *Erträge der Interdisziplinären Technikforschung – Eine Bilanz nach 20 Jahren*, Berlin: Erich Schmidt Verlag, 125-144.
- Steinmüller, K., 1999a, Methoden der TA – Ein Überblick, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 655-668.
- Steinmüller, K., 1999b, Szenarien in der Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma, 669-678.
- Steinmüller, K., Tacke, K. und Tschiedel, R., 1999, Innovationsorientierte Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: edition sigma rainer bohn verlag, 129-146.
- Streit, B. und Schiele, C., 2000, *Umweltorientierte Investitionsplanung*, Brandenburg: Hochschulverbund Distance Learning.
- TA-Swiss, 2011a, *Cloud Computing*; [Aufgerufen am: 03-08-2012]  
<<http://www.ta-swiss.ch/cloud-computing/>>.



- TA-Swiss, 2011b, *Internet der Zukunft*; [Aufgerufen am: 08-08-2012]  
<<http://www.ta-swiss.ch/internet-der-zukunft/>>.
- Thielmann, A., Zimmermann, A., Gauch, S., Nusser, M., Hartig, J., Wydra, S., Blümel, C. und Blind, K., 2009, *Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltechnologien*. TAB Arbeitsbericht, Vol. 133, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Tichy, G., 2002, *Informationsgesellschaft und flexiblere Arbeitsmärkte*. ITA manu:script, Vol. 02/2002, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Tichy, G., 2008, Politik, Organisation und Diffusion statt Illusionen – Technologiesprünge als Lösung des Energieproblems?, *Wissenschaft und Umwelt* 11, 22-29.
- Tillman, A.-M., 1999, Significance of decision-making for LCA methodology, *Environmental Impact Assessment Review* 20(1), 113-123.
- Ueberhorst, R., 2010, Wie beliebig ist der Umgang mit politischen Konflikten im Raum der strategischen Energie- und Umweltpolitik?, in: Feindt, P. H. und Saretzki, T. (Hg.): *Umwelt- und Technikkonflikte*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 54-75.
- Ulber, R. und Soyez, K., 2004, 5000 Jahre Biotechnologie: Vom Wein zum Penicillin, *Chemie in unserer Zeit* 38(3), 172-180.
- Victor, P. A., 2008, *Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster*, Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Wächter, P., 2013a, The usefulness of marginal CO2 abatement cost curves (MACCs) in Austria, *Energy Policy* 61, 1116-1126.
- Wächter, P., 2013b, The Impacts of Spatial Planning on Degrowth, *Sustainability* 5(3), 1067-1079  
<<http://www.mdpi.com/2071-1050/5/3/1067>>.
- Wächter, P., Ornetzeder, M., Rohracher, H., Schreuer, A. und Knoflacher, M., 2012, Towards a Sustainable Spatial Organization of the Energy System: Backcasting Experiences from Austria, *Sustainability* 4(2), 193-209 <<http://www.mdpi.com/2071-1050/4/2/193>>.
- Wagner, M., 2008, Empirical influence of environmental management on innovation: Evidence from Europe, *Ecological Economics* 66(2-3), 392-402.
- Weber, J., Schäffer, U., Hoffmann, D. und Kehrmann, T., 1999, TA – Eine Management-Perspektive: Ergebnisse einer Studie zur Bestandsaufnahme und Analyse technikreflektierender Forschung, *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 8(2), 107-109.
- Weiss, C., 2005, Science, technology and international relations, *Technology in Society* 27(3), 295-313.
- Welfens, P. J. J. und Graack, C., 1996, *Telekommunikationswirtschaft – Deregulierung, Privatisierung und Internationalisierung*, Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag.
- Will, M. und Gerstlberger, W., 2012, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Technikfolgenabschätzung und Innovationsmanagement – Was gibt es voneinander zu lernen?, in: Decker, M., Grunwald, A. und Knapp, M. (Hg.): *Der Systemblick auf Innovation – Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung*, Berlin: edition sigma.
- Will, M., Schubert, J. und Richter, M., 2007, Zur Anwendung von ITA in der Wirtschaft, in: Bora, A., Bröchlner, S. und Decker, M. (Hg.): *Technology Assessment in der Weltgesellschaft*, Berlin: edition sigma, 515-522.

- Winker, G., 2001, Einleitung, in: Winker, G. (Hg.): *Telearbeit und Lebensqualität – Zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie*, Frankfurt/Main: Campus Verlag, 7-16.
- Zerbe, R. O. und Bellas, A. S., 2006, *A Primer for Benefit-Cost Analysis*, Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Zimmermann, K. F., 1993, Berichterstattung zu Abschnitt I: Industrieökonomik und Innovationstheorie: Forschungsfragen, Defizite und neue Ansätze, in: Meyer-Krahmer, F. (Hg.): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik – Forschungsansätze und politische Konsequenzen*, Heidelberg: Physica Verlag Heidelberg, 277-284.
- Zweck, A., 1993, *Die Entwicklung der Technikfolgenabschätzung zum gesellschaftlichen Vermittlungsinstrument*, Opladen: Westdeutscher Verlag.

## Bisher erschienene manu:scripte

- ITA-01-01 Gunther Tichy, Walter Peissl (12/2001): Beeinträchtigung der Privatsphäre in der Informationsgesellschaft. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_01.pdf)>
- ITA-01-02 Georg Aichholzer (12/2001): Delphi Austria: An Example of Tailoring Foresight to the Needs of a Small Country. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_02.pdf)>
- ITA-01-03 Helge Torgersen, Jürgen Hampel (12/2001): The Gate-Resonance Model: The Interface of Policy, Media and the Public in Technology Conflicts. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_03.pdf)>
- ITA-02-01 Georg Aichholzer (1/2002): Das ExpertInnen-Delphi: Methodische Grundlagen und Anwendungsfeld „Technology Foresight“. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_01.pdf)>
- ITA-02-02 Walter Peissl (1/2002): Surveillance and Security – A Dodgy Relationship. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_02.pdf)>
- ITA-02-03 Gunther Tichy (2/2002): Informationsgesellschaft und flexiblere Arbeitsmärkte. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_03.pdf)>
- ITA-02-04 Andreas Diekmann (6/2002): Diagnose von Fehlerquellen und methodische Qualität in der sozialwissenschaftlichen Forschung. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_04.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_04.pdf)>
- ITA-02-05 Gunther Tichy (10/2002): Over-optimism Among Experts in Assessment and Foresight. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_05.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_05.pdf)>
- ITA-02-06 Hilmar Westholm (12/2002): Mit eDemocracy zu deliberativer Politik? Zur Praxis und Anschlussfähigkeit eines neuen Mediums. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_06.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_06.pdf)>
- ITA-03-01 Jörg Flecker und Sabine Kirschenhofer (01/2003): IT verleiht Flügel? Aktuelle Tendenzen der räumlichen Verlagerung von Arbeit. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_03\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_01.pdf)>
- ITA-03-02 Gunther Tichy (11/2003): Die Risikogesellschaft – Ein vernachlässigtes Konzept in der europäischen Stagnationsdiskussion. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_03\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_02.pdf)>
- ITA-03-03 Michael Nentwich (11/2003): Neue Kommunikationstechnologien und Wissenschaft – Veränderungspotentiale und Handlungsoptionen auf dem Weg zur Cyber-Wissenschaft. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_03\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_03_03.pdf)>
- ITA-04-01 Gerd Schienstock (1/2004): Finnland auf dem Weg zur Wissensökonomie – Von Pfadabhängigkeit zu Pfadentwicklung. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_04\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_01.pdf)>
- ITA-04-02 Gunther Tichy (6/2004): Technikfolgen-Abschätzung: Entscheidungshilfe in einer komplexen Welt. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_04\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_02.pdf)>
- ITA-04-03 Johannes M. Bauer (11/2004): Governing the Networks of the Information Society – Prospects and limits of policy in a complex technical system. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_04\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_03.pdf)>
- ITA-04-04 Ronald Leenes (12/2004): Local e-Government in the Netherlands: From Ambitious Policy Goals to Harsh Reality. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_04\\_04.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_04_04.pdf)>
- ITA-05-01 Andreas Krisch (1/2005): Die Veröffentlichung des Privaten – Mit intelligenten Etiketten vom grundsätzlichen Schutz der Privatsphäre zum Selbstschutz-Prinzip. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_05\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_05_01.pdf)>
- ITA-05-02 Petra Grabner (12/2005): Ein Subsidiaritätstest – Die Errichtung gentechnikfreier Regionen in Österreich zwischen Anspruch und Wirklichkeit. <[http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_05\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_05_02.pdf)>
- ITA-05-03 Eva Buchinger (12/2005): Innovationspolitik aus systemtheoretischer Sicht – Ein zyklisches Modell der politischen Steuerung technologischer Innovation. <[www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_05\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_05_03.pdf)>
- ITA-06-01 Michael Latzer (6/2006): Medien- und Telekommunikationspolitik: Unordnung durch Konvergenz – Ordnung durch Mediamatikpolitik. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_01.pdf)>
- ITA-06-02 Natascha Just, Michael Latzer, Florian Saurwein (9/2006): Communications Governance: Entscheidungshilfe für die Wahl des Regulierungsarrangements am Beispiel Spam. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_02.pdf)>
- ITA-06-03 Veronika Gaube, Helmut Haberl (10/2006): Sozial-ökologische Konzepte, Modelle und Indikatoren nachhaltiger Entwicklung: Trends im Ressourcenverbrauch in Österreich. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_03.pdf)>
- ITA-06-04 Maximilian Fochler, Annina Müller (11/2006): Vom Defizit zum Dialog? Zum Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit in der europäischen und österreichischen Forschungspolitik. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_04.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_04.pdf)>
- ITA-06-05 Holger Floeting (11/2006): Sicherheitstechnologien und neue urbane Sicherheitsregimes. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_05.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_05.pdf)>
- ITA-06-06 Armin Spök (12/2006): From Farming to „Pharming“ – Risks and Policy Challenges of Third Generation GM Crops. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_06\\_06.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_06_06.pdf)>
- ITA-07-01 Volker Stelzer, Christine Rösch, Konrad Raab (3/2007): Ein integratives Konzept zur Messung von Nachhaltigkeit – das Beispiel Energiegewinnung aus Grünland. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_01.pdf)>
- ITA-07-02 Elisabeth Katzlinger (3/2007): Big Brother beim Lernen: Privatsphäre und Datenschutz in Lernplattformen. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_02.pdf)>
- ITA-07-03 Astrid Engel, Martina Erlemann (4/2007): Kartierte Risikokonflikte als Instrument reflexiver Wissenspolitik. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_03.pdf)>
- ITA-07-04 Peter Parycek (5/2007): Gläserne Bürger – transparenter Staat? Risiken und Reformpotenziale des öffentlichen Sektors in der Wissensgesellschaft. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_04.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_04.pdf)>
- ITA-07-05 Helge Torgersen (7/2007): Sicherheitsansprüche an neue Technologien – das Beispiel Nanotechnologie. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_05.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_05.pdf)>
- ITA-07-06 Karen Kastenhofer (9/2007): Zwischen „schwacher“ und „starker“ Interdisziplinarität. Die Notwendigkeit der Balance epistemischer Kulturen in der Sicherheitsforschung zu neuen Technologien. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_06.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_06.pdf)>

- ITA-07-07 Ralf Lindner, Michael Friedewald (9/2007): Gesellschaftliche Herausforderungen durch „intelligente Umgebungen. Dunkle Szenarien als TA-Werkzeug. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_07.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_07.pdf)>
- ITA-07-08 Alfons Bora (11/2007): Die disziplinären Grundlagen der Wissenschaft. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_07\\_08.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_07_08.pdf)>
- ITA-08-01 Alexander Degelsegger (5/2008): „Frames“ in sozialwissenschaftlichen Theorieansätzen. Ein Vergleich aus der Perspektive der Technikforschung. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_08\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_08_01.pdf)>
- ITA-08-02 Jens Hoff (11/2008): Can The Internet Swing The Vote? Results from a study of the 2007 Danish parliamentary election. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_08\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_08_02.pdf)>
- ITA-09-01 Georg Aichholzer, Doris Allhutter (2/2009): e-Participation in Austria: Trends and Public Policies. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_09\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_09_01.pdf)>
- ITA-09-02 Michael Nentwich (11/2009): Cyberscience 2.0 oder 1.2? Das Web 2.0 und die Wissenschaft. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_09\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_09_02.pdf)>
- ITA-09-03 Hilmar Westholm (12/2009): Wandel der Formen politischer Partizipation und der Beitrag des Internet. Schlussfolgerungen aus Bevölkerungsbefragungen in Deutschland. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_09\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_09_03.pdf)>
- ITA-10-01 Iris Eisenberger (12/2010): Kleine Teile, große Wirkung? Nanotechnologieregulierung in der Europäischen Union. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_10\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_10_01.pdf)>
- ITA-10-02 Alexander Degelsegger and Helge Torgersen (12/2010): Instructions for being unhappy with PTA. The impact on PTA of Austrian technology policy experts' conceptualisation of the public. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_10\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_10_02.pdf)>
- ITA-10-03 Ernest Braun (12/2010): The Changing Role of Technology in Society. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_10\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_10_03.pdf)>
- ITA-10-04 Fritz Betz (12/2010): E-Partizipation und die Grenzen der Diskursethik. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_10\\_04.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_10_04.pdf)>
- ITA-11-01 Peter Parycek, Judith Schoßböck (1/2011): Transparency for Common Good. Offener Zugang zu Information im Kontext gesellschaftlicher und strategischer Spannungsfelder. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_11\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_11_01.pdf)>
- ITA-11-02 Georg Aichholzer und Doris Allhutter (6/2011): Online forms of political participation and their impact on democracy. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_11\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_11_02.pdf)>
- ITA-11-03 Mahshid Sotoudeh, Walter Peissl, Niklas Gudowsky, Anders Jacobi (12/2011): Long-term planning for sustainable development. CIVISTI method for futures studies with strong participative elements. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_11\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_11_03.pdf)>
- ITA-12-01 Xiao Ming (1/2012): e-Participation in Government Decision-Making in China. Reflections on the Experience of Guangdong Province. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_12\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_12_01.pdf)>
- ITA-12-02 Stephan Bröchler, Georg Aichholzer, Petra Schaper-Rinkel (Hrsg.) (9/2012): Theorie und Praxis von Technology Governance. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_12\\_02\\_Sondernummer.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_12_02_Sondernummer.pdf)>
- ITA-12-03 Iris Eisenberger (10/2012): EU-Verhaltenskodex Nanotechnologie: Rechtsstaatliche und demokratische Aspekte. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_12\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_12_03.pdf)>
- ITA-12-04 Julia Haslinger, Christiane Hauser, Peter Hocke, Ulrich Fiedeler (10/2012): Ein Teilerfolg der Nanowissenschaften? Eine Inhaltsanalyse zur Nanoberichterstattung in repräsentativen Medien Österreichs, Deutschlands und der Schweiz. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_12\\_04.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_12_04.pdf)>
- ITA-13-01 Helge Torgersen, Alexander Bogner, Karen Kastenhofer (10/2013): The Power of Framing in Technology Governance: The Case of Biotechnologies. <[http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_13\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_13_01.pdf)>
- ITA-13-02 Astrid Mager (11/2013): In search of ideology. Socio-cultural dimensions of Google and alternative search engines. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_13\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_13_02.pdf)>
- ITA-13-03 Petra Wächter (12/2013): Aspekte einer nachhaltigen Energiezukunft. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_13\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_13_03.pdf)>
- ITA-14-01 Renate Mayntz (8/2014): Technikfolgenabschätzung – Herausforderungen und Grenzen. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_14\\_01.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_14_01.pdf)>
- ITA-14-02 Michael Narodoslasky (11/2014): Utilising Bio-resources: Rational Strategies for a Sustainable Bio-economy. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_14\\_02.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_14_02.pdf)>
- ITA-14-03 Petra Wächter (12/2014): Ökonomik in der Technikfolgenabschätzung – eine Bestandsaufnahme. <[epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_14\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_14_03.pdf)>