

Wolfgang Liebert

Zur beratenden Rolle von Wissenschaft im Verhältnis zur Politik – Heutige Anforderungen

Die verantwortliche Rolle von Wissenschaft beziehungsweise von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen in der Gesellschaft und im Verhältnis zur Politik wurde und wird recht unterschiedlich eingeschätzt. Daher erfolgt zunächst im ersten Teil meines Beitrags eine knappe Darstellung von einigen klassischen Positionen zum Thema. Im zweiten Teil werde ich dann der Frage nachgehen, ob diese klassischen Positionen, so wie ich sie sehe, noch zeitgemäß, noch tragfähig sind. Danach leite ich prototypische Leitlinien ab für eine zeitgemäße Arbeit in der Wissenschaft und insbesondere der Technikfolgenforschung angesichts der krisenhaften Gegenwart. Abschließend werde ich einige illustrierende Beispiele andeuten.

1. Vier klassische Positionen

Ich habe vier Positionierungen beziehungsweise Konzeptionen zum Verhältnis Wissenschaft und Politik ausgewählt. Diese werde ich aus meiner Wahrnehmung (in historischer Reihenfolge) kurz skizzieren und ein wenig kommentieren.

Max Weber (1917/1919)

Wenn es um „wirtschafts- und sozialpolitische“ Handlungen geht, könne die empirische Wissenschaft¹ insbesondere „unvermeidliche Mittel“ für Zielsetzungen benennen und „unvermeidliche Nebenfolgen“ aufzeigen. (Weber 1917/1988, S. 508) Allerdings müsse dabei die Wissenschaft von fest vorgegebenen Zielen ausgehen und dann strikt wissenschaftlich-empirische (rationale) Abwägungen hinsichtlich der möglichen Zielerreichung (für die Politik) liefern. (vgl. ebd., S. 501 und 508; Weber 1919/1988, S. 603) Wenn man die mehr als hundert Jahre alten Überlegungen Max Webers ein wenig weitet und die Sprache ein klein

1 Mit „empirische Wissenschaft“ sind natürlich nicht nur Beiträge aus der Wirtschafts- und Sozialwissenschaft, sondern ebenso und insbesondere die Naturwissenschaften gemeint, denn: „Alle Naturwissenschaften geben uns Antwort auf die Frage: Was sollen wir tun, wenn wir das Leben technisch beherrschen wollen?“ (Weber 1919/1988, S. 599f.)

wenig anpasst an die heutigen Sprechweisen der Technikfolgenabschätzung (TA), dann kann man in Webers Texten ein rudimentäres, rekursives und durchrationalisiertes, mehrschrittiges TA-artiges Konzept erkennen (vgl. Weber 1917/1988, S. 510–511):

1. Herausarbeiten der Wertaxiome (gemeint sind Werthaltungen), die den verschiedenen Meinungen und Positionen hinsichtlich Zielsetzungen und eventuell bereits hinsichtlich Handlungsmöglichkeiten zugrunde liegen.
2. Analyse der empirischen Sachverhalte, die für eine Bewertung von Handlungen in Frage kommen können, so dass ggf. unterschiedliche Bewertungen – je nach den vorausgesetzten oder vorauszusetzenden Werthaltungen – abgeleitet werden können.
3. „Feststellung der faktischen Folgen“, die entstehen
 - a) durch die Gebundenheit an bestimmte „unvermeidliche Mittel“
 - b) durch die Unvermeidbarkeit bestimmter nicht direkt gewollter Folgen.
4. Neue bzw. andere Wertaxiome werden zugrunde gelegt.

Dieses vierschrüttige Schema kann dann rekursiv erneut durchdekliniert werden, wobei insbesondere veränderte Werthaltungen vorausgesetzt werden.

Dies klingt doch wohl ganz interessant, wenn auch ein gewisses positivistisches Bild der empirischen Wissenschaften durchscheint. Kann man denn alles für das Schema Notwendige wissenschaftlich überhaupt genügend genau wissen, angesichts von Komplexität, Nichtlinearität relevanter systemischer Zusammenhänge und zumindest partiellem Nichtwissen, das oftmals zu konstatieren ist? Kann die Rolle der Wissenschaft wirklich auf die Lieferung von wissenschaftlicher Evidenz für die Beurteilung von Wegen zu vorgegebenen Zielsetzungen reduziert werden? Es gibt aber auch zwei wichtige und bemerkenswerte Zugeständnisse in den zu Rate gezogenen Weberschen Aufsätzen: Der Begriff des Fortschritts ist mit Wertfragen verquickt. (vgl. Weber 1917/1988, S. 518) Wertbeziehungen weisen der empirisch-wissenschaftlichen Arbeit die Richtung. Einer naiven Wertfreiheit der Wissenschaft wird also nicht das Wort geredet, so wie es manchmal auch heute noch Max Weber zugeschrieben wird.²

Günther Anders (1963)

Unsere wissenschaftlichen Arbeiten stehen gemäß Günther Anders unter dem „Fluch der Janusköpfigkeit“, der durch nichts zum Verschwinden gebracht werden kann. (Anders 1963/1972, S. 151 und 157) Daher wird Verantwortungsübernahme

2 Vergleiche hierzu beispielsweise (Liebert 2003).

gefordert im Feld der Wissenschaft und der Politik, allerdings bei postulierter bzw. angenommener weitgehender Neutralität des wissenschaftlichen Arbeitens. (ebd., S. 154) So sah Anders „[k]eine Rettungsmaßnahme, die wir im Raume der Naturwissenschaft selber treffen könnten“. (ebd., S. 160f.) Und erschwerend und ernüchternd zugleich setzte Anders hinzu, dass mahnende Wissenschaftler von der Politik nicht ernst genommen würden. Ein recht pessimistisches Bild. Aber als Gegenmittel empfiehlt Anders: Die Wissenschaftler hätten „unverblümt (...) politisch aufzutreten“. (ebd., S. 163) Man solle herausspringen (aus der Wissenschaft) und „hineinspringen in die politische Realität. Als Oppositionelle.“ (ebd., S. 166)

Und in einer Nachbemerkung aus dem Jahr 1971 ergänzt Anders, vielleicht sei uns dann „eine Frist vergönnt, (...) die uns die Chance bietet, (...) die Katastrophe zu vermeiden.“ (ebd., S. 166f.)

Sechs Jahrzehnte nach diesen Überlegungen von Anders ist dies angesichts der bedrohlichen multiplen Krisen auf unserem Planeten – ausgelöst durch menschliches Handeln – für einige Wissenschaftler*innen wieder hoch relevant geworden: Herausspringen und Hineinspringen. Aber würden damit gut begründete Einschätzungen von der Innenseite der Wissenschaft her weniger wichtig?

Hans Jonas (1979)

Auch Hans Jonas sah, dass wir in einem Zeitalter drohender menschengemachter Katastrophen leben. (vgl. Jonas 1979, S. 251) Er betonte unter anderem die beispielelose raum-zeitliche Reichweite unseres wissenschaftlich-technologisch-ökonomischen kollektiven Tuns, seine Ambivalenz und seine möglichen bedrohlichen Folgen. Frühzeitige Verantwortungsübernahme wird gefordert, die dafür sorgen soll, dass die technologisch bedingte Veränderungsmacht mitsamt ihren zerstörerischen Potentialen gezügelt werden kann. Wir sollen die Emotion der Furcht vor dem, was kommen kann durch das kollektive Tun, in den Erkenntnisprozess einbeziehen. Diese „aufspürende Heuristik der Furcht“ aber müsse schließlich zu einer „begründeten Furcht“ führen können. (ebd., S. 63ff., S. 392)

Reine Zukunftsversprechungen, was neue technologische Möglichkeiten angeht, werden von Jonas kritisch gesehen, daher: „der Unheilsprophezeiung mehr Gehör geben als der Heilsprophezeiung“. (ebd., S. 70) Das ist letztlich die Quelle des Vorsorgeprinzips, das dann später etabliert wurde – gültig für Wissenschaft und Politik gleichermaßen.³

3 Zum Vorsorgeprinzip vergleiche den Grundsatz 15 der Erklärung der Rio-Konferenz der Vereinten Nationen über „Umwelt und Entwicklung“ von 1992 [<https://www.un.org/dept>

Was würden meines Erachtens Jonas' Überlegungen für die Wissenschaft und die Technikfolgenforschung⁴ bedeuten? Ich sehe drei wesentliche Punkte:

1. Wissenschaft und TA sind gefordert, um in konkreten Zusammenhängen – wo nötig – die jeweilige Basis einer „begründeten Furcht“ zu schaffen, so dass das Vorsorgeprinzip kraftvoll eingesetzt werden kann – auch ohne letzte wissenschaftliche Evidenzen zu liefern, wo dies (noch oder grundsätzlich) nicht möglich ist.
2. Es geht darum, wertbewusst, willentlich und verantwortlich Wissen zu generieren, und dies auch in Hinblick auf eine verantwortbare Politik.
3. Von naiver Neutralität gegenüber der Politik oder gar einer Wertfreiheit der Wissenschaft kann dann keine Rede mehr sein. Im Gegenteil: das „Seinsollen“ unserer Lebenswelt, einer lebenswerten Lebenswelt, wäre dann eine zentrale Leitlinie für verantwortliche Wissenschaft und Politik.⁵

Roger Pielke (2007)

Pielke will offenbar einen Weg finden, der hindurchsteuert zwischen den von ihm unerwünschten Alternativen „Verwissenschaftlichung der politischen Debatte“ und „pathologische Politisierung der Wissenschaft“. (Pielke 2007, S. 136) Dazu empfiehlt er den Wissenschaftler*innen die Rolle eines „Honest Broker of Policy Alternatives“. (ebd., S. 7, 17, 154ff.) Sein stetes Lob des (leider bereits 1995 wieder eingestellten) OTA, des Office of Technology Assessment des U.S. Congress, legt nahe, dass er diese Grundhaltung auch der TA empfiehlt. (vgl. ebd., S. 17, 146, 156)

„Advocacy“ (aus) der Wissenschaft ist kaum sinnstiftend für ihn, denn Wissenschaft könne uns nicht sagen, was zu tun ist. Entscheidungsmacht darüber obliege dem politischen Prozess, der letztlich auf der Basis von Bargaining, Verhandlungen und Kompromissbildung beruhe. (ebd., S. 137) Auch wenn die Wissenschaft nicht völlig unparteiisch und objektiv sein könne, bestehe aber doch die Notwendigkeit wissenschaftlichen Rats, der mit den Bedürfnissen der Politik zu verbinden sei. (ebd., S. 162)

s/german/conf/agenda21/rio.pdf] und die Mitteilung der Europäischen Kommission zur „Anwendbarkeit der Vorsorgeprinzips“ vom 2.2.2000 [Europäische Kommission KOM (2000) 1]).

- 4 Die Technikfolgenabschätzung, die sich erst ab den späten 1970er Jahren langsam etablierte, hatte Jonas überhaupt noch nicht im Blick.
- 5 Jonas versuchte mit der Begrifflichkeit des „Seinsollens“ das Dogma, dass kein Weg vom Sein zum Sollen führe, zu brechen. Er machte deutlich, dass das Zusammenziehen eines wertbehafteten Begriffs des Seins mit dem Sollen zum Seinsollen mehr bedeutet als ein sprachlicher Trick. (vgl. Jonas 1979)

Was Wissenschaft laut Pielke liefern könne, wäre (lediglich) die „Erweiterung (oder wenigstens Klärung) der Möglichkeiten für die Wahl von politischen Entscheidungsmöglichkeiten“. (ebd., S. 2f., 141f., 154) Dies sei insbesondere dann die beste Option, wenn der Entscheidungskontext charakterisiert ist

1. durch keinen Konsens über zugrunde liegende Werte
2. durch Unsicherheiten (insbesondere in der Wissenschaft). (ebd., S. 18, 149)

Diese beiden Bedingungen scheint Pielke überwiegend erfüllt zu sehen in heute typischen Entscheidungssituationen. (vgl. ebd., S. 137f.) Teilweise könnte man sich hier erinnert fühlen an das, was ich hinsichtlich der Ideen von Max Weber kurz vorgestellt habe.

Ich habe den Eindruck, dass bei Pielke unausgesprochen ein Modell von Kosten-Nutzen-Analysen mitläuft, das eng mit utilitaristischen Moralkonzeptionen verbunden ist. (vgl. ebd., S. 140) Und mit Verweis auf die von David Hume angestoßene Sein-Sollens-Debatte besteht bei Pielke wohl ein grundsätzlicher Vorbehalt, normative Fragen oder gar Setzungen aus wissenschaftlichen Tatsachen und ihrer Interpretation für ableitbar zu halten. (vgl. ebd., S. 13) Beides erscheint mir heute problematisch zu sein.

2. Sind die vier klassischen Positionen noch tragfähig, noch zeitgemäß?

Die Frage nach der Tragfähigkeit der von mir skizzierten vier klassischen Positionen ist insbesondere zu stellen angesichts einer immer und immer weiter fortschreitenden Weltveränderung durch Wissenschaft, Technik und das globale Industriesystem. Ich sehe mindestens drei wesentliche Aspekte, die bei Antworten berücksichtigt werden müssten:

1. Einerseits sehen wir eine wissenschaftlich feststellbare Erhöhung von (insbesondere materiellen) Lebensstandards, andererseits sehen wir ebenso wissenschaftlich feststellbare Zerstörungen, Zerstörungspotentiale und überbordende Risiken sowie ein Zurückbleiben vieler und Verharren in dramatisch schlechten Lebensumständen auf Basis fortbestehender Ungleichheiten und Ungerechtigkeiten – gerade auch im globalen Maßstab.
2. Was im globalen Wissenschafts-, Technik- und Industriesystem möglich wurde und weiterhin möglich ist und was tatsächlich hinsichtlich der Folgen beobachtbar und beschreibbar wurde, ist nur möglich geworden durch gezielte Entwicklung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen. Heute geht es um eine wertbewusste Tatsachenproduktion, -interpretation und -bewertung, die im

Widerspruch steht zur klassisch angenommenen angeblichen Dichotomie von Tatsachen und Werten. (vgl. Liebert 2003)

3. Die Mahnung, einen „naturalistischen Fehlschluss“ bei moralischen Betrachtungen zu vermeiden, ist hier weitgehend überholt.⁶ Zumindest dann ist dieses Denk- und Argumentationsverbot hinfällig, wenn es um die Interpretation und Bewertung von solcherart Tatsachen (und schließlich um daraus abgeleitete Sollensforderungen) geht, die durch das kollektive menschliche Handeln die Welt massiv verändert haben bzw. im Begriff sind, dies zu tun. Da es zunehmend um neue Tatsachen in der Welt geht, die überhaupt erst durch menschliches Handeln entstanden sind, kann man den zuweisbaren Wertproblemen und normativen Konsequenzen, die uns in veränderter Weise handlungsfähig machen können und müssen, nicht mehr ausweichen.

Was müsste daraus aus meiner Sicht mindestens folgen? Bei Anerkenntnis dieser neuen Situation, die wohl Hans Jonas am Ehesten bereits voraussah, darf deliberative demokratische Politik mit Entscheidungsmacht nicht ausgehebelt werden durch eine Wissenschaft und Technikgenerierung, die weiterhin wertblind gemacht wird oder sich wertfrei geriert und die weiterhin ungezügelt voranstürmt. Das ist das eigentliche Problem und nicht, wie Pielke meinte, Positionierungen aus der Wissenschaft, die aus einer wertbewussten Gemeinwohlorientierung heraus konkret politisches Handeln anmahnen. Ebenso ist ein möglichst striktes Distanzhalten von Wissenschaft gegenüber Politik und Öffentlichkeit, das wohl Max Weber noch vorgeschwebt haben könnte, kein verantwortbares Verhalten mehr angesichts des wissenschaftlich-technisch-ökonomisch erzeugten Veränderungsdrucks. Die bislang dominierenden Heilsversprechungen von Akteuren interessierter Kreise aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik wären dringend zu konterkarieren, und zwar insbesondere aus der Wissenschaft selbst.

Ein Herausspringen von Wissenschaftler*innen in die Politik ist in Einzelfällen wohl nachvollziehbar – beispielsweise aus Frust über eine als unzureichend wahrgenommene politische Praxis oder aus Hoffnung auf mehr persönliche Veränderungsmacht. So werden heute ab und an Klimaforschende zu Klimaaktivist*innen oder Politiker*innen. Aber anempfehlen würde ich eher eine „teilnehmende Forschung“, die politische, gesellschaftliche, globale Prozesse und Prozeduren wahr- und ernstnimmt und sich in entsprechende Prozesse, wo nötig, gezielt und selbstbewusst einbringt. (vgl. Liebert/Schmidt 2021) Dann

6 Mit naturalistischen Fehlschluss ist gemeint: aus natürlichen oder naturalistischen Annahmen oder insbesondere aus naturwissenschaftlichen Weltbeschreibungen kann nicht direkt auf Normatives geschlossen werden.

kann es angesichts der menschengemachten massiven Krisenphänomene kaum nur darum gehen, als Honest Broker, als ehrlicher Makler, der Politik lediglich mehr Wahlmöglichkeiten für Entscheidungen anzubieten. Man muss sich dann schon bekennen, was als wissenschaftlich begründete und als notwendig erkannte politische Maßnahme(n) angesehen wird.

Das sind gewiss keine vollständigen oder besonders tiefgründigen Antworten auf meine Ausgangsfrage, aber wenigstens Hinweise für mögliche Antworten. Und wenn die entscheidende Frage ist, wie es weitergehen soll mit Orientierungen für und durch gemeinwohlorientierte Wissenschaft und Technikentwicklung, die sich gegen die Krisenphänomene stemmt, dann sind aus meiner Sicht ein paar Eckpunkte benennbar.

3. Drei prototypische Arbeitslinien für die Wissenschafts- und Technikfolgenforschung angesichts der Herausforderungen der Gegenwart

Spezieller für die Wissenschafts- und Technikfolgenforschung, die Relevantes für Politik, Öffentlichkeit und für Orientierung in der Wissenschaft selbst liefern will, sehe ich drei prototypische Arbeitslinien:

1. Aufklärung über Ambivalenzen von wissenschaftlich-technologischen Entwicklungen und über bereits erkennbare Risiken. Und damit ebenfalls Aufklärung über realistische Potentiale solcher Entwicklungen im Kontrast zu nicht gedeckten großen Versprechungen. Damit sollte auch ein Gegengewicht geschaffen werden zu Versprechungen einfordernder, oftmals unreflektierter, aber entscheidungsfreudiger Innovationspolitik. Entwicklungsrisiken, die oftmals ganz erheblich sein können und damit den vollmundigen Versprechungen (vorgebracht von einem Spektrum von wissenschaftlichen bis zu politischen Akteuren) entgegenstehen, müssen dringlich wissenschaftlich benennbar werden. Die wissenschaftlich-technische Unterfütterung von angebotenen sozio-technischen Lösungen für drängende Problemlagen sollte frühzeitig, vorausschauend und kritisch hinterfragbar gemacht werden. Es geht also im Kern darum, Tauglichkeiten für benötigte Lösungen früh- und rechtzeitig auf den Prüfstand zu stellen. (vgl. Liebert/Schmidt 2010 sowie Liebert/Schmidt 2018)
2. Multiperspektivische wissenschaftliche Analysen, die verbunden werden mit dem Anstreben von transformativen Lösungsmöglichkeiten – jenseits technologischer Sackgassen. Es geht dann zunächst um die Unterstützung bzw. Generierung und Einschätzung wissenschaftlicher Projektansätze, die bereits

wahrnehmbare Ambivalenzen nicht missachten oder unkritisch Wachstumsideologien perpetuieren, so dass Hoffnung besteht, anstehende große gesellschaftliche und globale Herausforderungen und Aufgabenstellungen tatsächlich anzugehen. Schließlich sind Gestaltungsmöglichkeiten auszuloten, ohne explizit zu machende normative Prämissen und Perspektiven auszuklammern oder auszuschweigen. (vgl. Liebert/Schmidt 2015) Analysen, die die Politik fordern und herausfordern, erscheinen nötig. Dazu gehört auch die Erarbeitung von Vorschlägen zu politischem Regelungsbedarf.

3. Erarbeitung von fächerübergreifenden und transdisziplinären wissenschaftlichen Analysen mit informativem und beratendem Charakter für Politik und Medienöffentlichkeit. Dabei sollte keine Beschränkung auf technikinduzierte Überlegungen erfolgen, mindestens ebenso stark und gut wäre zu argumentieren hinsichtlich „echten“ Bedarfsnotwendigkeiten. Davon ausgehend wären Alternativen sozio-technischer Möglichkeiten zu analysieren und zu bewerten und gegebenenfalls zu propagieren – auch kritisch gegenüber der Begehrniserzeugung durch stets neue technische Gadgets und lediglich marktversprechende gewinnbringende Massenprodukte, deren Ambivalenzen aber ignoriert werden.

Weitere katalytische Effekte mit transformativer Kraft könnten sein: (i) Orientierung ermöglichende Rückwirkungen auf die Wissenschaft und Technikgenerierung selbst und die Handlungsmöglichkeiten und Vorgehensweisen ihrer Träger*innen, (ii) inhaltliche Impulse für eine Erneuerung der Hochschulbildung, die ihrer wachsenden Verschulungsverkrustungen und rückwärtsgewandten Fachbegrenzungen entgegensteuern muss, (iii) Impulse für eine besser reflektierte Forschungs- und Forschungsförderpolitik und (iv) die Bemühung um einen erweiterten Wissenstand der breiteren, interessierten Öffentlichkeit.

Bewusst prospektiv angelegte TA kann helfen, gescheite und gut informierte Diskurse über Zukunftsfähigkeit von Wissenschaft und Technik zu ermöglichen, über verantwortliches und vorsorgendes Handeln oder Unterlassen im Feld von Wissenschaft, Technikentwicklung und Politik. Warum? Sonst ist es aus! Freundlicher formuliert: Damit das mögliche kommende Negative nicht eintrifft – und Hoffnung auf das ansteuerbare Positive mehr Kraft bekommen kann.

4. Verdeutlichung anhand von Beispielen

Einige Beispiele für entsprechende Thematiken in aktuellen Forschungsfeldern können im Folgenden nur knapp angedeutet werden.

Fusionsreaktorforschung

Das seit mehr als einem halben Jahrhundert wiederholte große Versprechen der Fusionsreaktorforschung: eine neue, schier unerschöpfliche, saubere und sichere Nukleartechnologie. Die äußerst aufwändige Forschung hat aber bislang nicht zur physikalischen oder technischen Machbarkeit eines Reaktors geführt. Gleichwohl wird gegenwärtig von interessierten Kreisen aus Wissenschaft und Politik eine baldige Realisierung von Fusionsreaktoren verkündet.

Die Produktion des radiologisch bedeutsamen Tritiums innerhalb eines Fusionsreaktors als Brennstoff und seine Diffusionseigenschaften, die Tritium-Austritte innerhalb und außerhalb der Anlagen bedingen können, stellen aber das Versprechen der „Saubерkeit“ in Frage. Ebenso die anfallenden radiologisch aktivierten Strukturmaterialien, deren Mengen in der Größenordnung heutiger großer Kernkraftwerke liegen könnten. Ob das Versprechen einer weit gehenden Vermeidung von geologischen Tiefenlagern für die Abfälle eingehalten werden kann, ist ganz ungewiss, weil entsprechende Strukturmaterialien bislang nicht zur Verfügung stehen und nur in den erforderlichen Eigenschaften postuliert werden. Eine wesentliche Ambivalenz von Fusionsreaktoren besteht in der damit möglichen Weiterverbreitung und Weiterentwicklung (Proliferation) von Kernwaffen beziehungsweise in der Aufrechterhaltung von Kernwaffenprogrammen – bedingt durch Tritium-Umgang, massive hochenergetische Neutronenstrahlung oder teilweise Nähe zur Waffenphysik.

Die Liste der Ambivalenzen und der Entwicklungsrisiken ist lang. Die Notwendigkeit tiefer gehender Analysen und Einschätzungen dazu (und die Erwägung von Gestaltungsmöglichkeiten) kann innerhalb der TA-Forschung bislang nur immer wieder benannt werden, da keine sachkundige unabhängige Forschung von der Politik gefördert wird.

Alternative regenerative Energietechnologie

Energiewende-Technologien benötigen im Transformationsprozess viel mehr Massenrohstoffe als ein fossiler Kraftwerkspark (Vervielfachung für Eisen, Stahl, Beton, Aluminium, Kupfer) und ein Teil des noch zulässigen CO₂-Budgets geht in diese Materialien. Diese Schattenseite der Regenerativen kann Risiken für das Gelingen der globalen Energiewende generieren. Dies gilt in besonderem Maße, wenn es um speziellere Mineralien geht, deren ausreichende Verfügbarkeit (auch unter Einbeziehung ökologischer und sozialer Perspektiven) fraglich werden könnte. Ein Beispiel: Der Strombedarf – auch in Hinblick auf eine weitgehende Dekarbonisierung von Industrie, Mobilität und Wärmemarkt – wird voraussichtlich stark steigen. Wenn über Photovoltaik (PV) ein Drittel davon (oder

mehr?) gedeckt werden soll, ist grob absehbar, dass die jährlichen Zubauraten der PV-Kapazität alsbald auf 1 Terrawatt (1 TW = 1000 Gigawatt) steigen müssten und in den 2030er Jahren auf einige TW pro Jahr. Der Bedarf an Silber (Ag) pro Watt beträgt derzeit etwa 15 Milligramm und für (begehrte) effizientere PV etwa 20–37 mg/W. Demnach würden allein für eine PV-Jahresproduktion von 1 TW etwa 15.000 t Ag/a (bzw. sogar 20 – 37.000 t Ag/a) benötigt. Die weltweite Silberproduktion lag in den letzten Jahren bei jährlich etwa 26.500 bis 28.000 Tonnen und die heutigen Silberreserven werden mit 530.000 Tonnen abgeschätzt. Engpässe wären also offensichtlich zu erwarten.

Es droht die „Ambivalenz des Erfolgs“ bei der PV-Technologie, die prospektiv und präventiv zu vermeiden wäre. Einen Ausweg könnte eine bessere Gestaltung der PV-Technologie eröffnen. Allerdings kam die Reduzierung des Silberbedarfs für die PV-Module in den letzten zwei Jahrzehnten nicht ausreichend voran und die angekündigten (versprochenen) PV-Silber-Lernkurven der Industrie wurden stets massiv überschätzt. Daraus folgt die Notwendigkeit von Analysen und Arbeit am wissenschaftlich-technischen Kern! Auch das bislang stiefmütterlich behandelte Recycling von Ressourcen wäre von vorn herein vorzusehen und zu ermöglichen. Dazu besteht auch politischer Regelungsbedarf.

Genome Editing, Künstliche Intelligenz und so weiter

Die Liste der Beispiele lässt sich fortsetzen. Genome Editing ist nun seit mehr als einem Jahrzehnt als neue gentechnische Methode in der Forschung und Entwicklung im Einsatz. Ein Anwendungsfeld ist die Züchtung im Bereich der Nutzpflanzen. Neben den traditionellen Debatten über Risiken und unerwünschte Folgen oder den neueren Überlegungen zu nachhaltigen Landwirtschaftssystemen hätte TA hier weitere Aufgaben anzugehen. Massive Versprechungen aus der interessierten Wissenschaft, die letztlich behaupten, dass es mit wenigen Klicks im genetischen Material – anlog zur natürlichen Mutation – technisch einfach, billig und rasch möglich wäre, neue Sorten erzeugen zu können, die die dringend nötige Klimawandelanpassung der Landwirtschaft und notwendige Ertragssteigerungen zur Sicherung der Welternährung erreichen, wären kritisch auf den Prüfstand zu stellen. Dazu gehört die Frage: Was ist heute wirklich in der Pipeline der neuen Gentechnik-Projekte? Wie realistisch, sind die oftmals vollmundigen Versprechungen und welche Entwicklungsrisiken stehen dem im Wege?

Die Künstliche Intelligenz (KI) löst seit der wachsenden Nutzung von Large-Language-Modellen wie ChatGPT vermehrt und zurecht sehr grundsätzliche Debatten aus. Was weit weniger bedacht und diskutiert wird, ist die materielle

Ambivalenz der KI und ihrer notwendigen Infrastruktur. Der Energie- und Ressourcenbedarf der KI ist enorm und im Wachsen begriffen. Hier schließt sich der Kreis zum erstgenannten Beispiel. Sam Altman (CEO von OpenAI) investiert wohl aus diesen Grund auch große Summen in die Fusionsreaktorforschung; über eine weniger energie- und materialintensive Technikgestaltung ist nichts zu hören.

Es zeigt sich, dass in vielen Bereichen wissenschaftliche Analysen dringend benötigt werden, die die vollmundigen Technologieversprechungen auf den Prüfstand stellen. Ambivalenzen und Entwicklungsrisiken müssen erkannt und bedacht werden, die die Wissenschaft und die Politik herausfordern. Politik sollte nicht mehr den teilweise haltlosen Versprechungen der Technologietreiber hinterherlaufen müssen beziehungsweise diese auch noch ermutigen. Prospektive TA ist hierzu erforderlich und die TA insgesamt ist gefordert.

Literatur

- Anders, G. (1963/1972): Der hippokratische Eid. Erwägungen zum Problem des „Produktstreiks“. In: Anders, G. (1972): *Endzeit und Zeitenende. Gedanken über die atomare Situation*. München, S. 136–167
- Jonas, H. (1979): *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt am Main
- Liebert, W. (2003): Wertfreiheit oder Wertbindung der Wissenschaft. Kritische Anmerkungen zum Wertfreiheitspostulat der Wissenschaft. In: Bender, W.; Schmidt, J.C. (Hg.) (2003): *Zukunftsorientierte Wissenschaft. Prospektive Wissenschafts- und Technikbewertung*. Münster, S. 39–61
- Liebert, W.; Schmidt, J.C. (2010): Towards a prospective technology assessment: challenges and requirements for technology assessment in the age of technoscience. In: *Poiesis & Praxis* 7, S. 99–116
- Liebert, W.; Schmidt, J.C. (2015): Fundierung von Responsible Research and Innovation (RRI) und normative Ansprüche prospektiver Technikfolgenabschätzung. In: Bogner, A.; Decker, M.; Sotoudeh, M. (Hg.) (2015): *Responsible Innovation. Neue Impulse für die Technikfolgenabschätzung?* Baden-Baden, S. 379–390
- Liebert, W.; Schmidt, J.C. (2018): Ambivalenzen im Kern der wissenschaftlich-technischen Dynamik. Ergänzende Anforderungen an eine Theorie der Technikfolgenabschätzung. In: *TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 27(1), S. 52–58
- Liebert, W.; Schmidt, J.C. (2021): Gestaltung sozio-technowissenschaftlicher Transformation bedarf der Technikfolgenabschätzung als teilnehmender Forschung! In: Lindner, R.; Decker, M.; Ehrensperger, E.; Heyen, N.; Lingner, S.; Scherz, C.; Sotoudeh, M. (Hg.) (2021): *Gesellschaftliche Transformation. Gegenstand oder Aufgabe der Technikfolgenabschätzung?* Baden-Baden, S. 81–97

- Pielke, R. (2007): *The Honest Broker. Making Sense of Science in Policy and Politics*. Cambridge UK
- Weber, M. (1917/1988): Der Sinn der „Wertfreiheit“ der soziologischen und ökonomischen Wissenschaften. In: Weber, M. (Hg.) (1988): *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*. Tübingen, S. 489–540
- Weber, M. (1919/1988): Wissenschaft als Beruf. In: Weber, M. (Hg.) (1988): *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*. Tübingen, S. 582–613