

Ökomodernismus ist verantwortungsethisch nicht haltbar

Wirtschaften im Einklang mit der Natur gilt als Königsweg für eine nachhaltige Entwicklung. Eine Gegenposition vertreten US-amerikanische Wissenschaftler(innen) in ihrem Ökomodernen Manifest: Nicht die Versöhnung zwischen Mensch und Umwelt sei geboten, sondern deren räumliche Trennung. Technischer Fortschritt ermögliche, die Menschen auf einer immer kleineren Fläche zu versorgen. Die frei werdenden Gebiete könnten der Natur zurückgegeben werden. Damit setzt der Ökomodernismus alles auf eine Karte: den technischen Fortschritt. Das birgt Gefahren.

Armin Grunwald

Ethical Principles of Responsibility Are Untenable under Ecomodernism | GAIA 24/4 (2015): 249–253
Keywords: anthropocene, environmental governance, ethics, human-environment relations, sustainable development

Ausgangsfrage

Die ökologische Krise ist eine Krise gesellschaftlicher Naturverhältnisse und der Mensch-Natur-Beziehung (Becker und Jahn 2006). Das traditionelle Ausbeutungsverhältnis, in dem der natürlichen Umwelt nur die Rolle als Ressource für die Steigerung des Wohlstands und als Senke für dessen Abfälle zugeschrieben wurde, ist nicht mehr fortführbar. Vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeit und Umweltethik sind in den letzten Jahrzehnten Ansätze entwickelt und teils erprobt und umgesetzt worden, Mensch und natürliche Umwelt zu versöhnen. So hat zum Beispiel Klaus Meyer-Abich (1984) in seinem gleichnamigen Buch *Wege zum Frieden mit der Natur* aufgezeigt. Umweltverträgliches Wirtschaften, naturnahe Technologien, ökologischer Landbau, Erhöhung der Ressourceneffizienz und Kreislaufdenken sind zentrale konzeptionelle Merkmale dieser Versöhnung.

Mit dem kürzlich veröffentlichten *Ökomodernen Manifest* einer Gruppe US-amerikanischer Wissenschaftler(innen) wird jedoch, mit deutlichen Seitenhieben auf oben skizzierten europäischen Weg, ein Gegenmodell vorgelegt (Asafu-Adjaye et al. 2015). Die Lösung der ökologischen Probleme liege in der möglichst weitgehenden Trennung von Mensch und Umwelt. Der technische Fortschritt ermögliche es, die wachsende Zahl von Menschen mit weiter wachsendem Wohlstand auf einer immer kleineren Fläche zu ernähren und mit Rohstoffen zu versorgen. Die frei werdende Fläche könne der Natur zurückgegeben werden. Eine zweigeteilte Welt wäre die Folge: hier eine hochkonzentrierte und hocheffiziente Hightech-Welt der Menschen, dort weitgehend unberührte Naturflächen und Ökosysteme. Das Ideal des nachhaltig gestalteten Anthropozän wäre dann nicht die Versöhnung von Mensch und Natur durch umsichtige, verantwortungsvolle Bewirtschaftung des Planeten Erde, sondern ihre Scheidung.

Dieser Diskussionsbeitrag will 1. die genannte ökomodernistische Alternative auf den Punkt bringen, 2. ihre Prämissen offenlegen und 3. mit verantwortungsethischen Maßstäben Ansatzpunkte für eine konzeptionelle Orientierung entwickeln.

Ideale Zweiteilung der Welt im Ökomodernismus

Das *Ökomoderne Manifest* nimmt die ökologischen Probleme der Gegenwart in ihrer Dramatik ernst. Dies wird durch die Vorsilbe „öko“ ausgedrückt und betrifft zum Beispiel den Klimawandel, den Biodiversitätsverlust und die Zurückdrängung naturbelassener Flächen aufgrund zunehmender Landnutzung. Sind sich also die Autor(inn)en in der Diagnose einer schweren ökologischen Krise mit dem Mainstream der weltweiten Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewegung einig, gehen ihre Vorstellungen über die Therapie dieser Krise in eine ganz andere Richtung, gemessen an den verbreiteten europäischen Vorstellungen einer „Versöhnung“ von Mensch und Natur (vergleiche Meyer-Abich 1984).

Dies verrät der Wortanteil „modern“. Ganz im Rahmen klassisch-moderner Fortschrittsvorstellungen, die letztlich auf David Hume und Francis Bacon zurückgehen, soll eine möglichst vollständige Emanzipation der menschlichen Zivilisation von der Natur erreicht werden. Überlegungen zu anderen Formen der

>

Kontakt: Prof. Dr. Armin Grunwald | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) | Karlstr. 11 | 76133 Karlsruhe | Deutschland | Tel.: +49 721 60822500 | E-Mail: armin.grunwald@kit.edu

© 2015 A. Grunwald; licensee oekom verlag. This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Moderne (zum Beispiel Beck 1992, Feenberg 1995) werden nicht aufgegriffen. Statt aus der Umweltkrise den Schluss auf die Notwendigkeit einer Umkehr vom Weg der klassischen Moderne zu ziehen, sprechen die Ökomodernist(inn)en vom „guten Anthropozän“: Die Menschheit soll nicht auf halbem Wege stehen bleiben oder gar umkehren, sondern konsequent und beschleunigt voranschreiten. Als zentralen Beleg verweisen sie immer wieder darauf, dass bereits der bisherige technische Fortschritt zu einer ganz erheblichen Reduktion des Naturverbrauchs pro Kopf (etwa der Fläche, die benötigt wird, um einen Menschen zu ernähren) geführt habe (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 29).

Daher sei es ein Irrweg, diesen Trend umzukehren; vielmehr müsse er beschleunigt werden, um eine nachhaltigere Entwicklung einzuleiten. Am deutlichsten zeigt sich die Differenz zum Modell der Versöhnung vielleicht in der Frage der Ernährung: Während der ökologische Landbau auf eine Extensivierung der Landwirtschaft zielt und letztlich auf einen höheren Flächenbedarf angewiesen ist, würden die Ökomodernist(inn)en eine hochkonzentrierte und damit zwangsweise industriell organisierte Lebensmittelindustrie bevorzugen, die mit wenig Fläche auskommt und den Nahrungsmittelbedarf möglichst vollständig auf technischen Wegen befriedigt. Dementsprechend ist das Ideal des Manifests eine menschliche Gesellschaft, die sich weitgehend unabhängig von natürlichen Ressourcen organisiert. Eine wachsende Weltbevölkerung mit weiter wachsendem Wohlstand soll auf immer weniger Fläche und unter Nutzung von immer weniger Rohstoffen ermöglicht werden (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 18).

Statt Grenzen des Wachstums: Wachstum der Grenzen

Konsequent zu Ende gedacht bedeutet dies die Zweiteilung des Planeten Erde: Ein möglichst kleiner Teil der Erdoberfläche würde vom Menschen genutzt, in hoch verdichteten Siedlungen mit hoch intensiver Landwirtschaft, synthetischer Nahrungsmittelproduktion und hocheffizienter Warenproduktion – ein anderer und möglichst großer Teil wäre der von menschlicher Nutzung freigestellten und sich weitgehend selbst überlassenen Natur vorbehalten. Der Rückzug des Menschen aus der Natur in eine synthetische und hoch technisierte Gesellschaft würde die Wiederinbesitznahme von großen Flächen durch die Wildnis erlauben. Diese wäre – ein wesentliches Argument der Autor(inn)en – ästhetischer menschlicher Erfahrung zugänglich, aber nicht mehr Objekt ökonomischer Ausbeutung (siehe Abbildung).

Interessanterweise gibt es auch in Europa eine ökomodernistische Bewegung, wenngleich sie zu teils konträren Ergebnissen im Detail (beispielsweise in der Haltung zu erneuerbaren Energien) kommt. Aus der Partei BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN heraus wurden Gedanken an eine ökologisch ausgerichtete Moderne entwickelt (Fücks 2011), in denen nicht mehr von den Grenzen des Wachstums (Meadows et al. 1972), sondern von einem Wachstum der Grenzen, also von einem Hinausschieben vermeintlicher Grenzen des Wachstums die Rede ist. Dieses Hinausschie-

ABBILDUNG:

Mit technischem Fortschritt will der Ökomodernismus einer wachsenden Weltbevölkerung mit weiter steigendem Wohlstand das Leben auf der Erde ermöglichen. Doch was, wenn die planetaren Grenzen erreicht und die Beiträge der Technik zur Nachhaltigkeit ausgereizt sind? Dann hätte die Menschheit auf die falsche Karte gesetzt. Das Bild zeigt die Arbeit *From the New World* des Fotokünstlers Yang Yongliang aus der Serie *Artificial Wonderland*.



ben wird – und hier stimmen die Ideen mit dem *Ökomodernen Manifest* überein – vom technischen Fortschritt erwartet. Die im Folgenden vorgetragene Analyse der Prämissen beider Ansätze zeigt deutlich das gemeinsame konzeptionelle Fundament.

Zentrale Prämissen des Ökomodernismus

Alternativlosigkeit des Wachstumsparadigmas

Das Wachstumsparadigma wird nicht infrage gestellt. Im *Ökomodernen Manifest* wird dies als so evident vorausgesetzt, dass es scheinbar keiner Erwähnung bedarf – und schon gar keiner Begründung. Angesichts einer wachstumskritischen grünen Bewegung in Europa hat der Philosoph Peter Sloterdijk den Versuch unternommen, die anthropologische Notwendigkeit des Wachstums nachzuweisen: „In der Verbindung von Selbsterhaltung und Selbststeigerung ist die Vorentscheidung zugunsten einer Kultur enthalten, in welcher Überfluss, Verschwendung und Luxus das Bürgerrecht erhalten“ (Sloterdijk 2011, S. 15 f.).

Wirtschaftswachstum gehöre damit zur Bestimmung des Menschen und sei letztlich nicht verhandelbar. Wachstum sei ein



Prinzip des Menschseins, an dem nicht zu rütteln sei, ohne das Menschsein selbst infrage zu stellen. Da das permanente Wachstum in der Entwicklung der Menschheit erst seit kurzem – 200 Jahre sind menscheitsgeschichtlich keine lange Zeit – handlungsleitendes Prinzip politischen und ökonomischen Handelns ist, mag dieses Argument schwach und überzogen erscheinen. Immerhin hat Sloterdijk eine *explizite* Begründung des Wachstumsparadigmas versucht, während ansonsten häufig dessen vermeintliche „Alternativlosigkeit“ einfach vorausgesetzt wird.

Möglichkeit grenzenlosen Wachstums

Einer der zentralen Ausgangspunkte der Nachhaltigkeitsdebatte ist die Endlichkeit der Ressourcen und die Begrenzung der Aufnahmefähigkeit der Umwelt für Emissionen. Diese müssten zwangsläufig mit grenzenlosem Wachstum kollidieren (Meadows et al. 1972), was jedoch im *Ökomodernen Manifest* in Zweifel gezogen wird: „Despite frequent assertions starting in the 1970s of fundamental ‚limits to growth‘, there is still remarkably little evidence that human population and economic expansion will outstrip the capacity to grow food or procure critical material resources in the foreseeable future. To the degree to which there are fixed

physical boundaries to human consumption, they are so theoretical as to be functionally irrelevant“ (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 9f.).

Die Existenz objektiver Grenzen des Wachstums wird bestritten, vor allem, weil das Wissen über die wirklichen Ressourcen der Erde unsicher sei: „Wir wissen noch nicht, welche Entwicklungen möglich werden, wenn Geosphäre und Biosphäre durch Technosphäre und Noosphäre weiterentwickelt werden. Es ist nicht a priori ausgeschlossen, dass hierdurch Effekte auftreten, die einer Multiplikation der Erde gleichkommen“ (Sloterdijk 2011, S. 16).

Daher solle man nicht über Grenzen des Wachstums, sondern das Wachstum der Grenzen sprechen (Fücks 2011). Solange die Endlichkeit der Ressourcen nicht bewiesen sei und ihre Menge nicht zweifelsfrei angegeben werden könne, dürfe die Endlichkeit nicht als Argument für Selbstbescheidung genutzt werden.

Technischer Fortschritt als zentraler Problemlöser

Die zentrale Rolle zur Lösung der Umweltprobleme wird im Ökomodernismus dem technischen Fortschritt und einem guten Management zugeschrieben: „With proper management, humans are at no risk of lacking sufficient agricultural land for food“ (Asa-

fu-Adjaye et al. 2015, S. 10).¹ Von anderen Maßnahmen wie geeigneten politischen Rahmenbedingungen oder Verhaltensänderungen ist keine Rede. Stattdessen wird „accelerating technological innovation“ (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 30) zur zentralen Aufgabe. In aktuellen politisch grünen Positionen finden sich – im Gegensatz zu früheren technikskeptischen Stimmen – ähnliche Muster des Vertrauens auf den technischen Fortschritt: „Das alte, von fossilen Energien befeuerte Industriezeitalter wird abgelöst durch eine neue, ökologische Produktionsweise, die ihre Energie aus Sonnenlicht, Wind, Erdwärme und der Kraft des Meeres bezieht. Dazu kommt die künstliche Photosynthese, mit deren Hilfe sich Wasser und Kohlendioxid in Energie umwandeln lassen. Bioreaktoren verwandeln organisches Material in Kraftstoffe und Chemikalien. Photovoltaik, Wärmepumpen und intelligente Steuerungstechnik verwandeln Gebäude in Kraftwerke, die mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen. (...) Abfall war gestern, alle Reststoffe fließen in den biologischen oder technischen Kreislauf zurück“ (Fücks 2011).

Diese Vision, um nicht zu sagen Utopie, ist angewiesen auf so etwas wie das Cradle-to-cradle-Konzept (Braungart und McDonough 2002) und basiert offenkundig auf großem Vertrauen auf den technischen Fortschritt. Allerdings führt dieses zu sehr unterschiedlichen Empfehlungen. Während die ökomodernistische Position auf Kernenergie und intensiviert Landwirtschaft setzt und die deutsche Energiewende kritisiert (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 28), argumentieren die europäischen grün-modernen Vertreter(innen) in Richtung erneuerbare Energien, dezentrale Technologien und für eine extensivierte Landwirtschaft.

4 Abwesenheit von nicht intendierten Folgen

Der Ökomodernismus setzt voraus, dass mit den effizienzsteigernden Technologien und Maßnahmen keine relevanten nicht intendierten Nebenfolgen verbunden sein werden, die die erwarteten positiven Effekte des technischen Fortschritts konterkarieren und neue Umwelt- und Nachhaltigkeitsprobleme mit sich bringen würden. Das ist eine durchaus starke Prämisse, da das Auftreten nicht intendierter Folgen als Kennzeichen der modernen Gesellschaft gilt (zum Beispiel Bösch et al. 2006). So werden Rebound-Effekte, die die Nachhaltigkeitsgewinne durch technischen Fortschritt aufbrauchen können (Sorrell 2007), überhaupt nicht erwähnt; vielmehr erwartet man, dass sich die technisch ermöglichten Fortschritte der Effizienz (weitgehend) verlustfrei in die absolute Umweltbilanz übersetzen lassen.

Die herausgearbeiteten Prämissen sind nicht unabhängig voneinander, sondern hierarchisch: An der Basis steht der technische Fortschritt mit den Prämissen 3 und 4. Ohne ihn ist das Festhalten am Wachstumsparadigma und das Abstreiten von Grenzen des Wachstums nicht plausibel zu machen.

Glaubensbekenntnis zum technischen Fortschritt

Dass die technischen Möglichkeiten zur Lösung der Umweltprobleme im Rahmen einer verantwortlichen, die möglichen nicht intendierten Folgen antizipativ einbeziehenden Strategie genutzt werden sollen, ist nicht prinzipiell bestreitbar. Den technischen Fortschritt gerade auch im Sinne der Nachhaltigkeit einzusetzen ist ein ethischer Imperativ (Grunwald 2012). Verbleibende Kontroversen erstrecken sich darauf, was das im Detail bedeuten soll, mit welchen nicht intendierten Folgen in welchen Szenarien gerechnet werden muss, wie Abwägungsprozesse zwischen den anvisierten Umweltentlastungszielen und möglichen Nebenfolgen ablaufen sollen und welche Maßnahmen die besten Gesamtwirkungen versprechen. Dies sind die durchaus „normalen“ Herausforderungen an Technikfolgenabschätzung (Grunwald 2010). An dieser Stelle interessieren aber weiter gehende und über einzelne Technologien und Kontexte hinausgehende handlungsleitende Imperative, wie sie sich aus der ökomodernistischen Position ergeben. Diese sind nach der obigen Analyse:

- Der technische Fortschritt ist nicht nur *notwendige* Bedingung für eine nachhaltige Entwicklung, sondern auch *hinreichende* Bedingung und sollte daher beschleunigt werden.
- Andere Maßnahmen wie ein Abschied vom Wirtschaftswachstum, Verhaltensänderungen oder regulatorische Maßnahmen zur Verkleinerung der Umweltbelastungen müssen nicht, zumindest nicht dringlich verfolgt werden.

Damit setzt der Ökomodernismus alles auf eine Karte: den technischen Fortschritt; und tut damit genau das, wovor Hans Jonas (1979) gewarnt hatte: „das Ganze“ zum Einsatz in einer Wette zu machen. Sie ignoriert komplett Erwartungsenttäuschungen, mit denen man nach Erfahrungen der Technikfolgenabschätzung rechnen muss, vor allem im Hinblick auf das Auftreten nicht intendierter Folgen (Grunwald 2010). Häufig sind diese alles andere als vernachlässigbar – man kann sogar sagen, dass die ökologische Krise zu einem guten Teil ein Ausdruck derartiger nicht intendierter Folgen ist. Klimawandel und Ozonloch sind eindrucksvolle Beispiele. Auch die Unsicherheit der Einlösung von Erwartungen an Technik (Grunwald 2007) stimmen nachdenklich. Da die Ökomodernist(inn)en kein Argument nennen, warum diese Unsicherheiten und Ambivalenzen im technischen Fortschritt in Zukunft nicht auftreten sollten oder wie sie vermieden werden können, wirkt das Vertrauen auf den Fortschritt nicht wie Ausdruck einer Erkenntnis, sondern wie ein Glaubensbekenntnis.

Eine offene Wette

Im Falle der Enttäuschung würde damit „das Ganze“ im Sinne von Hans Jonas gefährdet. Die ökomodernistische Position bringt durch ein naives und bisherigen Erfahrungen widersprechendes Vertrauen „das Ganze“ in Gefahr und ist verantwortungsethisch nicht haltbar. Letztlich ist es die Position eines moralischen Hasardeurs, eines Glücksspielers, der alles auf eine Karte setzt. Das

¹ Oder in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel: „Meaningful climate mitigation is fundamentally a technological challenge“ (Asafu-Adjaye et al. 2015, S. 21).

Eingeständnis, einen solchen Hasardeur zu spielen, findet sich unfreiwillig in einer Veröffentlichung der grün-ökologischen Variante des Ökomodernismus: „Ob der Übergang zum nachhaltigen Wachstum rechtzeitig gelingt, ist eine offene Wette. Wir können den Wettlauf mit der ökologischen Krise auch verlieren. Aber die Zukunft ist offen, und die Innovationsfähigkeit moderner Gesellschaften ist unbegrenzt. Darauf ist zu hoffen“ (Fücks 2011).

Allein auf Hoffnung zu setzen, wenn es um „das Ganze“ geht, ist nichts anderes als oben genannte Position eines moralischen Hasardeurs. Damit scheidet die ökomodernistische Position als ethisch rechtfertigbare Einstellung zur Frage der Nachhaltigkeit aus. Technikgläubigkeit und Fortschrittsoptimismus sind theoretisch wie auch in der Praxis zu oft widerlegt worden, als dass man ihnen verantwortlich folgen könnte. Vor diesem Hintergrund wirkt auch die Forderung nach weiterer Beschleunigung des technischen Fortschritts bedenklich. Jede Beschleunigung vermindert die Möglichkeiten, aus den Erfahrungen mit neuer Technik und ihren (auch nicht intendierten) Folgen, für das weitere Vorgehen noch lernen zu können, wie es ein reflektiertes Vorgehen erfordert (Voß et al. 2006). Wenn sich das blinde Vertrauen als ungegerechtfertigt herausstellen würde, könnte es für Gegenmaßnahmen oder Alternativen zu spät sein.

Das bedeutet nicht, den technischen Fortschritt für wenig relevant zur Lösung der Umweltprobleme zu halten – im Gegenteil. Das verantwortungsethische Argument warnt nur davor, sich auf den technischen Fortschritt allein zu verlassen wie ein Glücksspieler auf eine bestimmte Zahl beim Roulette. Das im *Ökomodernen Manifest* dominante „Prinzip Hoffnung“ (Ernst Bloch) mit Blick auf die Erwartungen an den technischen Fortschritt muss ergänzt werden durch das „Prinzip Verantwortung“ (Hans Jonas), das sich auch mit Szenarien befasst, in denen das blinde Vertrauen in den technischen Fortschritt enttäuscht wird. Verantwortungsethisch muss eben auch Vorsorge für den Fall getroffen werden, dass sich optimistische Annahmen nicht realisieren.

Vier Thesen

Folgende Thesen sind zur weiteren Diskussion zu formulieren:

- Es ist ein ethisches Gebot, die Möglichkeiten des technischen Fortschritts verantwortlich (das heißt unter Beachtung möglicher nicht intendierter Folgen) für die Umsetzung nachhaltiger Entwicklung zu nutzen, zum Beispiel für Effizienzsteigerungen (siehe von Weizsäcker et al. 1995).
- Wie groß die Beiträge der Technik zur Nachhaltigkeit sein können oder sein werden und welche Beiträge durch andere Maßnahmen (etwa Verhaltensänderungen) erbracht werden müssen, entzieht sich heute einer abschließenden und auf Wissen basierenden Beurteilung.
- Der Ersatz einer solchen Beurteilung durch Glaubenssätze, sei es im Rahmen der hier analysierten ökomodernistischen und technikoptimistischen Position oder von Technikskeptiker(inne)n, riskiert Ideologie und Blindheit gegenüber den Möglichkeiten der jeweils anderen Option.

- Wo eine Lösung der Umweltprobleme durch „Versöhnung“ möglich ist und wo „Scheidung“ besser wäre, ist vermutlich nur themen- und kontextabhängig zu beantworten. Hierzu sind unterschiedliche Optionen auszuarbeiten und auszuprobieren (etwa für Ernährung, Tourismus, Siedlungsverhalten).

Der letzte Punkt erscheint mir am ehesten der weiteren Diskussion würdig. Dem Ökomodernismus gebührt, bei aller Kritik, der Verdienst, die vermeintliche Alternativlosigkeit des Gedankens der „Versöhnung“ zwischen Mensch und Natur hinterfragt und eine Alternative präsentiert zu haben. Ob, wo und inwieweit diese tragfähig ist, sollte die weitere Diskussion zeigen.

Ich danke *Rafaëla Hillerbrand* und *Linda Nierling* für wertvolle Anregungen.

Literatur

- Asafu-Adjaye, J. et al. 2015. *An ecomodernist manifesto*. www.ecomodernism.org (abgerufen 20.10.2015).
- Beck, U. 1992. *Risk society. Towards a new modernity*. New Delhi: Sage.
- Becker, E., T. Jahn (Hrsg.). 2006. *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main: Campus.
- Böschchen, S., N. Kratzer, S. May (Hrsg.). 2006. *Nebenfolgen. Analyse zur Konstruktion und Transformation moderner Gesellschaften*. Weilerswist: Velbrück.
- Braungart, M., W. McDonough. 2002. *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North Point.
- Feenberg, A. 1995. *Alternative modernity: The technical turn in philosophy and social theory*. Oakland, CA: University of California.
- Fücks, R. 2011. Das Wachstum der Grenzen. *böll thema* 2: 4–6.
- Grunwald, A. 2007. Working towards sustainable development in the face of uncertainty and incomplete knowledge. *Journal of Environmental Policy & Planning* 9/3: 245–262.
- Grunwald, A. 2010. *Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung*. Berlin: edition sigma.
- Grunwald, A. 2012. Sustainability assessment of technologies – An integrative approach. In: *Sustainable development. Energy, engineering and technologies – Manufacturing and environment*. Herausgegeben von C. Ghemai. InTech. doi: 10.5772/26623.
- Jonas, H. 1979. *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens III. 1972. *The limits to growth*. New York: Universe Books.
- Meyer-Abich, K. M. 1984. *Wege zum Frieden mit der Natur. Praktische Naturphilosophie für die Umweltpolitik*. München: C. H. Beck.
- Sloterdijk, P. 2011. Wie groß ist „groß“? Wirklich nur eine Erde? *böll thema* 2: 14–16.
- Sorrell, S. 2007. *The rebound effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*. London: UK Energy Research Centre.
- von Weizsäcker, E. U., A. Lovins, H. Lovins. 1995. *Faktor vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome*. München: Knauer.
- Voß, J. P., D. Bauknecht, R. Kemp. 2006. *Reflexive governance for sustainable development*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Armin Grunwald



Geboren 1960 in Soest, Nordrhein-Westfalen. Studium der Physik, Mathematik und Philosophie. Promotion in Physik an der Universität Köln. Habilitation in Philosophie an der Universität Marburg. Seit 1999 Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Seit 2002 Leiter des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. Seit 2007 Inhaber des Lehrstuhls für Technikphilosophie und Technikethik an der Universität Karlsruhe. Mitglied im Science Committee von *Future Earth*. Mitglied im wissenschaftlichen Beirat von *GAIA*.