

Integrated Assessment Models

Kompass in einem magnetisierten Umfeld?

Damit die interessierte Öffentlichkeit in der Lage ist, an einem komplexen und voraussetzungsreichen Diskurs wie der Klimapolitik vernünftig teilzunehmen, bedarf es einer vereinfachenden Übersetzung des natur- und sozialwissenschaftlichen Wissens. Welche Rolle können dabei Integrierte Bewertungsmodelle spielen?

Von Eugen Pissarskoi

1 Einleitung

Mit dem vielversprechenden Instrumentarium der Integrierten Bewertungsmodelle (Integrated Assessment Models, kurz IAMs) möchten Klimaökonom/innen bestimmen, welche gesamtgesellschaftlichen Kosten oder Nutzen, Ökonom/innen sprechen von „gesamtgesellschaftlicher Wohlfahrt“, einzelne klimapolitische Strategien mit sich bringen werden.

So scheint es, mittels eines IAMs ließen sich Kosten klimapolitischer Optionen beziffern. Beispielsweise suggerieren die Ergebnisse des vom Klimaökonom William Nordhaus entwickelten IAM „DICE/RICE“ die folgende Aussage: Die Stabilisierung von CO₂-Konzentrationen auf 420 ppm CO₂ wird gesamtgesellschaftliche Kosten in Höhe von 37 Billionen U.S.-Dollar mit sich bringen; eine Stabilisierung auf 700 ppm CO₂ wird hingegen gesamtgesellschaftlich 19,5 Billionen U.S.-Dollar kosten (Nordhaus 2008, Tabelle 5-1).

Der Stern-Bericht (Stern 2007) argumentiert mithilfe von Berechnungen von Integrated Assessment Models für die These, dass die Begrenzung der Konzentration von Treibhausgasen (THG) auf 450–550 ppm CO₂e bis zum Jahr 2050 die intertemporale gesellschaftliche Wohlfahrt maximiert, das heißt dass dieses Klimaziel die geringsten gesellschaftlichen Kosten mit sich bringen wird.

Wenn solche Ergebnisse wahr wären, stellten sie relevantes Orientierungswissen für die Entscheidung über die zu wählende Klimapolitik bereit. Denn sie können als eine deskriptive Prämisse in ein konsequentialistisches Argument eingehen, mit dem ein klimapolitisches Ziel gerechtfertigt wird. Vereinfacht dargestellt, sieht das Argument folgendermaßen aus:

■ **Normative Prämisse:** Es soll dasjenige klimapolitische Ziel verfolgt werden, mit dem die intertemporale gesellschaftliche Wohlfahrt maximiert wird.

■ **Deskriptive Prämisse:** Die Begrenzung der THG-Konzentration auf 450–550 ppm CO₂e bis zum Jahr 2050 maximiert die intertemporale gesellschaftliche Wohlfahrt. (Dies ist die im Stern-Bericht gerechtfertigte Prämisse. Nordhaus' Arbeiten rechtfertigen eine andere deskriptive Prämisse.)

■ **Konklusion:** Die THG-Konzentration soll auf 450–550 ppm CO₂e begrenzt werden.

Der angestrebte Beitrag von IAMs zur klimapolitischen Debatte liegt also darin, deskriptives Wissen bereitzustellen, das in ein Argument eingeht, welches ein Klimaziel rechtfertigt. Zugegeben, gegen die normative Prämisse dieses Arguments lassen sich gewichtige Gründe vorbringen. Doch solange diese Prämisse explizit genannt wird, kann darüber in einem öffentlichen Diskurs sinnvoll gestritten werden.

Allerdings sind in den letzten Jahren die IAMs scharf kritisiert worden, auch seitens der Ökonom/innen. Die Kritiker/innen wenden ein, dass die Ergebnisse von IAMs die deskriptive Prämisse nicht rechtfertigten (Betz 2008; Pindyck 2013; Stern 2013; Pissarskoi 2014; Rosen et al. 2015). Sie beanstanden, dass die Ergebnisse der IAMs eine nicht vorhandene Präzision unseres Wissens über die zukünftigen Klimawirkungen vortäuschten, da sie bestehende Unsicherheiten vernachlässigten, und dass in die Ergebnisse umstrittene nicht epistemische normative Annahmen implizit eingingen. Pindyck (2013, S. 3) warnt davor, dass die Verwendung von IAM-Ergebnissen in der klimapolitischen Debatte die Öffentlichkeit irreführen könne. Er schlussfolgert: „IAMs can be misleading – and are inappropriate – as guides for policy“ (Pindyck 2015, S. 1).

Diese Kritik, sollte sie zutreffen, würde die Verwendung von IAMs in der wissenschaftlichen Politikberatung ins Mark treffen. Wenn Wissenschaftler/innen eine nicht zu rechtfertigende Präzision des Wissens über Sachverhalte vorgeben, die für eine gesellschaftliche Entscheidung relevant sind, informieren sie die Öffentlichkeit nicht über alle relevanten Handlungsoptionen oder Handlungskonsequenzen. Das verstößt gegen Ideale wissenschaftlicher Politikberatung in demokratischen Gesellschaften.

In diesem Text will ich, unter der Annahme, dass die Kritik berechtigt ist, diskutieren, was hieraus für die Zukunft der IAMs und ihre Verwendung in der Politikberatung folgt. Einige Autor/innen (z. B. Farmer et al., 2015) sind davon überzeugt, dass die wesentlichen Einwände gegen die gegenwärtigen IAMs durch eine Modifikation der Modelle entkräftet werden können. Pindyck (2013; 2015) bezweifelt hingegen, dass die IAMs so verändert werden können, dass sie verlässliches Orien-

tierungswissen für die Klimapolitik bereitstellen werden. Er argumentiert dafür, klimapolitische Entscheidungen mit anderen, viel einfacheren Kosten-Nutzen-Berechnungen zu begründen.

Ich will eine dritte Reaktion auf die vorgebrachte Kritik vorstellen und verteidigen. Ich bezweifle, dass die IAMs derart modifiziert werden können, dass sie die deskriptive Prämisse im obigen Argument werden begründen können. Dennoch glaube ich, dass die Ergebnisse der IAMs sinnvolle Beiträge zur klimapolitischen Entscheidungsfindung leisten können.

Ich werde dafür argumentieren, dass die vorgebrachte Kritik sich nicht nur auf die Modelle selbst richtet, sondern auch verdeutlicht, dass der Anspruch an Modellergebnisse, die deskriptive Prämisse in dem konsequentialistischen Argument zu begründen, nicht erfüllbar ist. Denn das Argument erfordert, dass wir die Konsequenzen aus klimapolitischen Strategien deterministisch oder probabilistisch vorhersagen können. Ich glaube hingegen, dass wir nicht umhin kommen, klimapolitische Ziele auf der Grundlage von bloßem Wissen über mögliche Konsequenzen aus dem Klimawandel zu rechtfertigen. Dann muss die Argumentation für klimapolitische Ziele verändert werden. Und die IAMs sollen dann derart modifiziert werden, dass ihre Ergebnisse mögliche zukünftige Entwicklungen prognostizieren. Diese könnten als empirische Prämissen in klimapolitische Argumente, die die bestehenden Unsicherheiten adäquat berücksichtigen, eingehen.

2 Grundstruktur der Integrierten Bewertungsmodelle

Ein integriertes Bewertungsmodell ist ein mathematischer Algorithmus, welcher bestimmte kausale Ketten repräsentiert und, ergänzt um Parameter für die Anfangsbedingungen sowie für die relevanten Größen innerhalb der kausalen Ketten, ihre Wirkungen quantifiziert. Manche IAMs lösen darüber hinaus Optimierungsaufgaben.

Gewöhnlich repräsentiert ein IAM die folgenden Wirkungsketten: Das Modell prognostiziert die langfristige Entwicklung von globalen Treibhausgasemissionen, teils bis zum Jahr 2300, und berechnet die globale Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre; es berechnet, wie sich in Abhängigkeit von der THG-Konzentration bestimmte klimatische Größen verändern, zum Beispiel die Oberflächentemperatur; anschließend bestimmt es, welche gesellschaftlichen Auswirkungen die klimatischen Veränderungen verursachen werden und quantifiziert sie in monetären Einheiten; schließlich überführt es diese monetären Werte in Anteile an der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt.

Einige IAMs (z. B. DICE) enthalten neben der Modellierung dieser Wirkungsketten ein Optimierungskalkül. Es baut auf einem ökonomischen Wachstumsmodell (Ramsey-Solow-Koopmans-Modell) auf und erweitert es um den Effekt der Treibhausgase auf die Ökonomie. Die IAMs lösen eine Optimierungsaufgabe, mit der diejenige Investitionsquote und diejenige Menge an THG-Emissionen berechnet werden, bei de-

nen die intertemporale gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt maximiert wird.

Führen wir uns nun vor Augen, welche Arten von Annahmen benötigt werden, um tatsächlich zu berechnen, was die IAMs beanspruchen zu repräsentieren.

Deskriptive Annahmen:

- Sozio-ökonomische Annahmen, mit denen die Menge der zukünftigen THG-Emissionen bestimmt wird.
- Klimatologische Annahmen, mit denen die Wirkung der THG-Konzentrationen auf klimatische Systeme bestimmt wird.
- Sozio-ökologische Annahmen über die Wirkungen der veränderten klimatischen Größen auf die Gesellschaften.

Neben der Bestimmung der sozio-ökonomischen Auswirkungen zukünftiger THG-Emissionen werden in den IAMs diese Auswirkungen bewertet. Zum einen werden sie in monetären Einheiten bewertet. Für die Bewertung von Gütern und Dienstleistungen, für die es keine Marktpreise gibt, werden dabei evaluative Annahmen darüber unterstellt, was ihren gesellschaftlichen Wert ausmacht und wie dieser in monetäre Einheiten überführt werden kann.

Zum anderen werden die ermittelten Kosten der klimatischen Auswirkungen in Anteile an der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt überführt. Dem liegt die Vorstellung zugrunde, dass ein monetärer Betrag, beispielsweise 100 €, im unterschiedlichen Maße zur gesellschaftlichen Wohlfahrt beitragen kann. In den IAMs werden hierfür folgende Faktoren berücksichtigt:

- Form der Aggregationsfunktion: Die in den IAMs eingesetzten Wohlfahrtsfunktionen aggregieren mithilfe einer Summenfunktion über alle Zeitpunkte den individuellen Nutzen des Konsumniveaus, das heißt den monetären Beitrag, der einem Individuum zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung steht. Das impliziert eine Festlegung auf eine utilitaristische Auffassung gesamtgesellschaftlicher Wohlfahrt.
- Grenznutzen des Konsums: Der Nutzen, den eine Person aus einem bestimmten monetären Betrag bezieht, hängt vom Wohlstand der Person ab. Die meisten Wohlfahrtsökonom/innen unterstellen einen abnehmenden Grenznutzen des Konsums. Je wohlhabender die Person, die über die 100 € verfügt, umso geringer ist der individuelle Nutzen aus dem monetären Betrag. In den IAMs wird durch die Festlegung eines numerischen Wertes für einen bestimmten Parameter die Stärke des abnehmenden Grenznutzens des Konsums festgelegt.
- Einstellungen gegenüber Risiko: Wenn der Geldbetrag von 100 € in der Zukunft nicht mit Sicherheit verfügbar sein wird, dann hängt der gegenwärtige Wohlfahrtswert des zukünftigen Geldbetrages von individuellen oder gesellschaftlichen Einstellungen gegenüber Unsicherheiten ab. In den IAMs, die Unsicherheiten abbilden, wird durch die Wahl eines numerischen Wertes für den entsprechenden Parameter die gesellschaftliche Risikoeinstellung festgelegt, meist wird eine risiko-averse Einstellung modelliert.

- Reine Zeitpräferenzrate: Vielfach wird in den IAMs unterstellt, dass der Gegenwartswert von 100 € mit der Entfernung des Zeitpunktes abnimmt, an dem der Geldbetrag verfügbar sein wird.
- In Optimierungs-IAMs (z. B. DICE) wird zusätzlich unterstellt, dass die Maximierung der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt das letztendliche gesellschaftliche Ziel darstellt. Alle diese Annahmen sind aus unterschiedlichen Gründen scharfer Kritik unterzogen worden, die ich im folgenden Abschnitt kurz skizziere.

3 Kritik an den Annahmen in den Integrierten Bewertungsmodellen

3.1 Kritik an deskriptiven Annahmen

In Bezug auf die deskriptiven Annahmen in den IAMs richtet sich die Kritik darauf, dass die Unsicherheiten, die über die modellierten kausalen Prozesse bestehen, in den Modellen nicht adäquat berücksichtigt werden.

Für die Kalkulation der zukünftigen THG-Konzentrationen ist Wissen über die zukünftige Entwicklung der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung, die Entwicklung von THG-einsparenden Technologien sowie der Bevölkerungsgröße nötig. Diese Entwicklungen können weder eindeutig noch probabilistisch vorhergesagt werden. Vielmehr werden Szenarien erstellt, in denen mögliche Entwicklungen dieser Größen unterstellt und mögliche zukünftige THG-Konzentrationen berechnet werden (O'Neill et al. 2013). In den IAMs wird allerdings meist ein einzelnes Szenario unterstellt. Eine Begründung dafür, warum ausgerechnet dieses und kein anderes Szenario gewählt wurde, findet sich nicht (Pissarskoi 2014, S. 51 ff.).

Die Wirkung der THG-Konzentrationen auf die Oberflächentemperatur wird durch die Größe der Klimasensitivität (KS) abgebildet. Über ihre Höhe herrscht Unsicherheit. Der Weltklimarat gibt eine Bandbreite von Werten an. Einige Wissenschaftler/innen bezweifeln, dass für die KS-Werte Wahrscheinlichkeitsverteilungen angegeben werden können (Betz 2007; Stainforth et al. 2007). Sie plädieren dafür, lediglich Bandbreiten möglicher KS-Werte anzugeben, wobei derzeit auch zweistellige Werte für die KS nicht ausgeschlossen werden können (Stainforth et al., 2005). In den IAMs werden hingegen vielfach eindeutige Werte für die KS unterstellt. Um Unsicherheiten zu berücksichtigen, werden Sensitivitätsanalysen erstellt oder ausgewählte Szenarien nach Monte-Carlo-Verfahren simuliert (z. B. Stern 2007). Hiergegen wird eingewandt, dass die häufig unterstellte Annahme, die möglichen Werte seien normalverteilt, willkürlich ist (Pindyck 2015, S. 6) und die daraus folgenden sehr geringen Wahrscheinlichkeitswerte für hohe KS-Werte unbegründet bleiben (Pissarskoi 2014, S. 80).

In der Repräsentation dessen, wie klimatische Veränderungen auf gesellschaftlich relevante Bereiche einwirken, dürfte der eigentliche Mehrwert liegen, den die IAMs in die klimapolitische Debatte einbringen. Diese Repräsentation erfolgt mittels der Bewertungsfunktionen.

Die Kritik an der Bewertungsfunktion richtet sich wiederum darauf, dass aufgrund des fehlenden Wissens über die relevanten kausalen Zusammenhänge willkürliche Parameterwerte unterstellt werden. Das gilt zum einen für den Exponenten der Schadensfunktion. Dieser bildet die Intuition ab, dass der Klimaschaden mit der Temperaturzunahme exponentiell ansteigt. Eine Theorie oder Empirie, aus der der Wert des Exponenten hergeleitet werden könnte, gibt es nicht (Pindyck 2013, S. 11 f., Pissarskoi 2014, S. 86).

Zum anderen enthält die Schadensfunktion einen Parameter, der abbildet, welche monetären Schäden eine bestimmte Temperaturerhöhung in einem Sektor und einer Region verursacht. Weil für viele Sektoren und Regionen keine Daten vorhanden sind, unterstellen Autor/innen eigene Plausibilitätsüberlegungen (das gestehen sie auch selbst zu, z. B. Tol 2002, S. 58; Nordhaus 2008, S. 42; Stern 2007, S. 174).

3.2 Kritik an den normativen Annahmen

Weitere Kritik an den IAMs richtet sich darauf, dass darin eindeutige Festlegungen über normative Sachverhalte getroffen werden, über die sowohl innerhalb der philosophischen Literatur als auch in öffentlichen Debatten kein Konsens besteht.

Das gilt zum einen für die Annahmen über die Bewertung von nicht marktlichen Gütern und Dienstleistungen. In den IAMs wird ihr Wert gewöhnlich anhand der individuellen Zahlungsbereitschaften ermittelt. Dieses Vorgehen setzt allerdings eine sehr umstrittene Auffassung dessen voraus, worin der Wert von Dingen besteht, für die es keine Märkte gibt (zur Kritik daran vgl. Anderson 1993; Sagoff 2004). Würden alternative evaluative Auffassungen unterstellt werden, dürften sich die Ergebnisse der IAMs gehörig verändern.

Zum anderen sind die normativen Annahmen, die bei der Ermittlung der Wohlfahrtseffekte unterstellt werden, höchst kontrovers. Die unterstellte Auffassung der gesellschaftlichen Wohlfahrt ist eine solche Annahme. Die IAMs optimieren die Höhe der gesellschaftlichen Wohlfahrt. Je nachdem, wie diese Wohlfahrt expliziert wird, ändern sich aber die optimalen Strategien. Gewöhnlich wird eine utilitaristische Interpretation der gesellschaftlichen Wohlfahrt unterstellt. Doch es gibt Alternativen. Das Wohlergehen einer Gesellschaft kann auch anhand dessen beurteilt werden, wie viele Menschen unterhalb einer Schwelle leben, die für ein würdiges menschliches Leben nötig ist. Oder anhand dessen, wie vielen Menschen grundlegende Menschenrechte nicht gewährt werden.

IAMs, in denen berücksichtigt wird, dass die Folgen des Klimawandels unsicher sind, bewerten mehrere mögliche Klimaszenarien. Bei der Bestimmung ihrer gesellschaftlichen Wohlfahrtseffekte müssen dabei Annahmen über die Bewertung von unsicheren Ereignissen unterstellt werden. Gewöhnlich unterstellen Klimaökonom/innen in IAMs, die Unsicherheiten berücksichtigen, eine konkave Wohlfahrtsfunktion, welche die Eigenschaft der Risikoaversion repräsentieren soll. Durch eine solche Modellierung ist der Wohlfahrtseffekt von Handlungsoptionen mit unsicheren Konsequenzen geringer als der

erwartete Wohlfahrtswert dieser Handlungsoptionen. Im gewissen Sinne verringert die Unsicherheit einer Handlungsoption den Wohlfahrtswert dieser Option. Ich habe hingegen dafür argumentiert, dass klimapolitische Handlungsoptionen nach dem folgenden Prinzip für Entscheidungen unter Unsicherheit gerechtfertigt werden sollen: Handlungen, über die wir wissen, dass es ernsthaft möglich ist, dass durch ihre Konsequenzen Dritte in ihren menschlichen Grundrechten verletzt werden, sollen unterlassen werden, solange der Vermeidungsaufwand die menschlichen Grundrechte von Handelnden nicht verletzt (Pissarskoi 2014, Abschnitte 7.4–7.6). Dieses Prinzip wird durch eine konkave Wohlfahrtsfunktion jedoch nicht repräsentiert. Deshalb sind die Ergebnisse von solchen IAMs nicht moralisch angemessen.

Ebenfalls umstritten sind die Festlegungen der reinen Zeitpräferenzrate in den Wohlfahrtsfunktionen der IAMs. In den meisten IAMs wird eine positive Zeitpräferenzrate unterstellt. Das bedeutet, dass die Wohlfahrt eines in der Zukunft stattfindenden Ereignisses geringer ist als die Wohlfahrt desselben Ereignisses in der Gegenwart. Zahlreiche Autor/innen argumentieren jedoch dafür, die reine Zeitpräferenzrate gleich Null zu setzen, das heißt, ein Ereignis gleich zu bewerten, unabhängig davon, ob es heute oder in der Zukunft stattfindet (z. B. Caney 2009; Moellendorf 2014; Ott 2011). Die Höhe der reinen Zeitpräferenzrate hat gleichwohl einen sehr starken Effekt auf die Ergebnisse der IAMs, also auf den Wohlfahrtswert von klimapolitischen Optionen und auf die Höhe der sozialen Grenzkosten von THG-Emissionen.

4 Relevanz der Kritik an den Annahmen

Die obigen Ausführungen zeigen, dass in die Bewertungsmodelle deskriptive Annahmen eingehen, die auf eine wissenschaftlich akzeptable Weise nicht begründet werden können. Und sie zeigen, dass in den IAMs zahlreiche kontroverse normative Annahmen unterstellt werden. Dass Wissenschaftler/innen Modelle programmieren, in denen bislang wenig verstandene kausale Zusammenhänge modelliert, Parameterwerte über unsichere Zusammenhänge unterstellt werden und Annahmen über normative Sachverhalte eingehen, das ist allerdings nicht der Punkt der Kritik.

Die Kritik richtet sich vielmehr auf eine bestimmte Interpretation der IAM-Ergebnisse. Damit die IAM-Ergebnisse die deskriptive Prämisse des konsequentialistischen Arguments rechtfertigen können, müssen sie als deterministische Prognosen von Wohlfahrtswirkungen von klimapolitischen Handlungsoptionen oder als deterministische Prognosen von gesellschaftlichen Grenzkosten der THG-Emissionen interpretiert werden. Die Darstellung der IAM-Ergebnisse in der Literatur verleitet durchaus dazu. So schreibt Stern (2007): „Using the results from formal economic models, the Review estimates that if we don't act, the overall costs and risks of climate change will be equivalent to losing at least 5% of global GDP each year, now and forever.“ (Stern 2007, S. XV)

Deterministische Prognosen über den Wert von klimapolitischen Handlungsoptionen können jedoch wegen der unbegründeten Annahmen mit den IAMs nicht gerechtfertigt werden. Interpretiert man die Ergebnisse der IAMs auf diese Weise, begeht man den Irrtum, vor dem Pindyck (2013) warnt: Man überschätzt den Wissensstand und man informiert die Öffentlichkeit nicht adäquat. Man verschweigt, dass die Kosten des Klimawandels aufgrund der bestehenden Unsicherheiten deutlich höher oder auch deutlich niedriger liegen können. Es wäre im Übrigen auch ein Irrtum, die Ergebnisse von IAMs als so etwas wie „bestes verfügbares Wissen“ zu interpretieren. Denn wir wissen ja sehr wohl, dass es nicht minder gute Gründe gibt, ganz andere Werte für die unsicheren Parameter einzusetzen.

Auch die normativen Festlegungen werden problematisch, wenn die Ergebnisse dafür verwendet werden, politische Handlungsempfehlungen zu rechtfertigen. Über die evaluativen und normativen Thesen haben Ökonom/innen keine Expertise und deshalb auch keine epistemische Autorität. Sie können nicht wissen, welche Zeitpräferenzrate unterstellt werden sollte, welche Einstellungen zum Umgang mit unsicheren Konsequenzen moralisch angemessen sind oder worin gesellschaftliches Wohlergehen bestehen sollte. Abgesehen von den Unsicherheiten in den Ergebnissen der IAMs verdeutlichen die unterstellten normativen Annahmen, dass die Ergebnisse der IAMs nur dann akzeptiert werden sollten, wenn die enthaltenen normativen Festlegungen auch akzeptiert werden. Doch durch die Darstellung der Ergebnisse als eindeutige Aussagen über die Höhe von Wohlfahrtskosten von klimapolitischen Handlungsstrategien wird unterschlagen, dass die zugrunde liegenden Annahmen kontrovers sind und dass es Annahmen sind, über die Ökonom/innen keine Expertise verfügen. Dadurch wird der interessierten Öffentlichkeit eine Bewertung von Klimawandelfolgen kommuniziert, welche sie möglicherweise aus moralischen Gründen nicht akzeptieren sollte. Das widerspricht den Idealen der wissenschaftlichen Unterstützung demokratischer Entscheidungsfindungsprozesse.

5 Lehren aus der Kritik

Mithilfe der gegenwärtigen IAMs kann also eine Aussage darüber, welche klimapolitische Strategie die gesellschaftliche Wohlfahrt maximiert beziehungsweise wie hoch die gesellschaftlichen Grenzkosten der THG-Emissionen sein werden, nicht gerechtfertigt werden. Damit kann die deskriptive Prämisse des konsequentialistischen Arguments nicht mit Gehalt gefüllt werden. Gleichzeitig scheint es, Wissen über die Kosten des Klimawandels und die gesellschaftlichen Grenzkosten der THG-Emissionen sei unabdingbar, um vernünftige klimapolitische Entscheidungen zu rechtfertigen (z. B. Farmer et al. 2015).

Einige Ökonom/innen (Farmer et al. 2015; Revesz et al. 2014), nennen wir sie IAM-Optimist/innen, argumentieren dafür, neue Generationen von IAMs zu konstruieren, die der Kritik an den deskriptiven Annahmen Rechnung tragen würden.

Farmer et al. (2015) halten agentenbasierte Modelle (ABM) für am besten geeignet, um die epistemischen Unsicherheiten zu berücksichtigen und unterschiedliche normative Annahmen zu integrieren. Doch die IAM-Optimist/innen übersehen, dass auch die ABM-IAMs nicht in der Lage sein werden, das für die deskriptive Prämisse des konsequentialistischen Arguments nötige Wissen bereitzustellen. Denn uns fehlt deterministisches sozio-ökonomisches Wissen über die Höhe zukünftiger THG-Emissionen und deterministisches klimatologisches Wissen über die Höhe der Klimasensitivität.

Pindyck (2015), bezeichnen wir seine Position als die eines IAM-Skeptikers, plädiert deshalb dafür, Ergebnisse der IAMs nicht dazu zu verwenden, klimapolitische Entscheidungen zu rechtfertigen. Er hält aber daran fest, die Entscheidung auf der Basis des konsequentialistischen Arguments zu rechtfertigen. Um die Wohlfahrtskosten von klimapolitischen Optionen oder die gesellschaftlichen Grenzkosten der THG-Emissionen zu schätzen, schlägt Pindyck vor, grobe Schätzungen vorzunehmen. Hierzu benötigt man keine Modelle von dem Komplexitätsniveau eines IAMs. Vielmehr können auf der Basis von Plausibilitätsannahmen über Wahrscheinlichkeiten dafür, dass bestimmte THG-Konzentrationen zu hohen, beispielsweise zweistelligen, BIP-Reduktionen führen werden, sowie von Plausibilitätsannahmen über Bandbreiten von weiteren unbekanntem beziehungsweise normativ geladenen Parametern grobe Größenordnungen des erwarteten Gegenwartswertes von Wohlfahrtswirkungen von unterschiedlichen klimapolitischen Handlungsstrategien bestimmt werden. Solche groben Schätzungen dürften reichen, um klimapolitische Ziele zu rechtfertigen (Pindyck 2015, S. 11 f.).

Gegen ein solches Vorgehen spricht jedoch, dass auch solche groben Schätzungen auf Annahmen angewiesen sind, über die Wissenschaftler/innen über keine Expertise verfügen: Objektive Wahrscheinlichkeiten dafür, dass bei bestimmten THG-Konzentrationen hohe BIP-Reduktionen eintreten, sind nicht vorhanden. Die subjektiven Einschätzungen von Wissenschaftler/innen würden weder auf theoretischen Grundlagen noch auf empirischen Erfahrungen gründen. Ergebnisse solcher Schätzungen würden ebenfalls dem Vorwurf unterliegen, die Öffentlichkeit irreführend zu machen, da sie eine nicht vorhandene Präzision des Wissens vortäuschen. Hinzu kommt, dass die Berechnung des erwarteten Gegenwartswertes der Wohlfahrtswirkungen Festlegung auf oben genannte normative Annahmen erfordert. Auch die damit verbundenen Einwände dagegen, solche Ergebnisse in die zweite Prämisse des konsequentialistischen Arguments einzusetzen, bleiben bestehen.

Ich glaube also nicht, dass die von IAM-Optimist/innen oder die von Skeptiker/innen vorgeschlagenen Empfehlungen für die klimaökonomische Forschung sinnvoll sind. Beide Positionen vernachlässigen, dass die kritisierten Annahmen in den IAMs dann problematisch werden, wenn die IAM-Ergebnisse auf eine bestimmte Weise interpretiert werden.

Die Kritik an den IAMs besagt, dass es falsch ist, die Ergebnisse von IAMs als deterministische Prognosen aufzufassen.

Doch das ist nicht die einzig mögliche Interpretation der IAM-Ergebnisse. Letztere können als komplexe Wenn-Dann-Sätze interpretiert werden. Am Beispiel des Stern-Berichts möchte ich den Wenn-Dann-Satz veranschaulichen, der die dort generierten IAM-Ergebnisse zum Ausdruck bringt.

Wenn alle folgenden normativen Annahmen (N1–N4) mit guten Gründen akzeptiert werden:

- N1: Die gesellschaftliche Wohlfahrt ist eine Summe individueller Nutzen aller Mitglieder der Gesellschaft aus allen Generationen.
- N2: Gegenstände, für die es keine Marktpreise gibt, sind so wertvoll, wie sie zum individuellen Nutzen von Gesellschaftsmitgliedern beitragen.
- N3: Individuelles Einkommen trägt zur gesellschaftlichen Wohlfahrt umso weniger bei, je wohlhabender das Individuum ist.
- N4: Die in der Zukunft anfallenden Nutzen und Kosten sind weniger wertvoll als wenn sie heute realisiert werden würden.

Dann gilt: Es ist möglich, dass, falls wir so weiter leben wie bisher, klimatische Veränderungen zu ökonomischen Kosten führen werden, die einer Reduktion des globalen Sozialprodukts in Höhe von 5 % jährlich entsprechen. Wir wissen aber auch, dass es genauso gut möglich ist, dass die klimatischen Veränderungen einen höheren oder einen niedrigeren Schaden verursachen werden, falls wir so weiter leben wie bisher.

Diese Interpretation unterliegt nicht den Einwänden von Pindyck und anderen: Sie ist nicht irreführend. Und auch die normativen Annahmen sind explizit genannt. Diese Interpretation verdeutlicht aber andere Nachteile der IAM-Ergebnisse: Aufgrund von zahlreichen und voraussetzungsreichen normativen Annahmen sind sie komplex und weil sie lediglich mögliche Konsequenzen aus dem Klimawandel bewerten, ist es unklar, welche Handlungsorientierung sie bieten.

Um die Komplexität der IAM-Ergebnisse zu reduzieren, möchte ich vorschlagen, in den IAMs keine normativen Annahmen zu unterstellen. Ihre Aufgabe würde darin liegen, mögliche gesellschaftliche Auswirkungen von möglichen THG-Konzentrationen zu modellieren. Auswirkungen, für die es keine Marktpreise gibt, werden dabei nicht in monetäre Werte umgerechnet, sondern in ihren jeweiligen Einheiten ausgedrückt, beispielsweise in Verlusten von Menschenleben. Eine Wohlfahrtsfunktion sowie die intertemporale Optimierung würden entfallen.

Die Ergebnisse solcher IAMs würden die folgende Form annehmen: „Wenn die THG-Konzentrationen den Wert X annehmen, dann ist es möglich, dass das globale BIP um $z\%$ sinkt/steigt und dass weitere nicht marktliche Auswirkungen Y_1, \dots, Y_m eintreten werden.“

Weil die IAM-Ergebnisse lediglich mögliche Auswirkungen zum Ausdruck bringen würden, würde der Vorwurf nicht zutreffen, Klimaökonom/innen führten die Öffentlichkeit in die

Irre (vorausgesetzt die Modelle sind widerspruchsfrei und ihre Annahmen konsistent mit dem Hintergrundwissen).

Solche IAMs würden ebenfalls die deskriptive Prämisse des konsequentialistischen Arguments nicht stützen können. Doch damit müssen wir uns abfinden. Aufgrund des fehlenden Zukunftswissens kommen wir nicht umhin, klimapolitische Handlungsoptionen auf der Basis von Wissen über mögliche zukünftige Auswirkungen zu rechtfertigen. Und hierzu können IAMs, die mögliche gesellschaftliche Auswirkungen aus Klimafolgen prognostizieren, relevante Bausteine liefern. Ihre Ergebnisse können beispielsweise zeigen, dass bestimmte Möglichkeiten, die uns zuvor nicht bekannt waren oder bloß vorstellbar erschienen, im Einklang mit unserem Wissen über die Welt stehen. Anders ausgedrückt: Sie überführen einzelne Szenarien aus dem Bereich der Fantasie in den Bereich bestätigter Möglichkeiten. Und hier sehe ich die Relevanz von IAMs. Damit könnten Fragen angegangen werden wie: Was sind die schlimmstmöglichen Auswirkungen des Klimawandels, die mit unserem Wissen über die Welt im Einklang stehen? Solche Ergebnisse würden Handlungsorientierung stiften, weil sie als Prämissen in Argumente eingehen können, die auf der Basis *possibilistischen* Wissens klimapolitische Strategien rechtfertigen. Ein solches Argument habe ich in Pissarskoi (2014) vorgeschlagen.

Um auf der Basis solcher IAM-Ergebnisse, der Berechnung von möglichen gesellschaftlichen Konsequenzen aus den THG-Emissionen, klimapolitische Entscheidungen zu rechtfertigen, ist es selbstverständlich auch nötig, sich auf normative Annahmen festzulegen. Die von den IAMs modellierten Konsequenzen müssten bewertet, gegebenenfalls miteinander verglichen und unter eine politische Handlungsmaxime subsumiert werden, um eine Entscheidung zu begründen. Das sollte jedoch in transparenten öffentlichen Debatten vorgenommen werden, weil über diese normativen Thesen keine gesellschaftliche Gruppe epistemische Autorität verfügt. Und durch das Auslagern dieser Annahmen aus klimaökonomischen Modellen wäre die Gefahr gebannt, dass Klimaökonom/innen kontroverse normative Festlegungen unter dem Mantel ihrer Expertise im trojanischen Pferd namens IAM in öffentliche Debatten einschleusen.

Ich hoffe nun gezeigt zu haben, dass trotz der scharfen, wenn auch berechtigten Kritik an den IAMs diese einen Beitrag zur Begründung von klimapolitischen Handlungsstrategien leisten können. Ich hoffe aber auch verdeutlicht zu haben, dass sie hierzu gehörig verändert werden sollten.

Literatur

- Anderson, E. (1993): Value in Ethics and Economics. Cambridge, Harvard University Press.
- Betz, G. (2007): Probabilities in Climate Policy Advice: a Critical Comment. In: Climatic Change 85/1–2: 1–9.
- Betz, G. (2008): Der Umgang mit Zukunftswissen in der Klimapolitikberatung. Eine Fallstudie zum Stern Review. In: Philosophia Naturalis 45/1: 95–129.
- Caney, S. (2009): Climate Change and the Future: Discounting for Time, Wealth, and Risk. In: Journal of Social Philosophy 40/2: 163–186.
- Collins, M. et al. (2013): Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. Chapter 12: 1029–1136. In: Qin G.-K. et al. (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- Farmer, J. D./Hepburn, C./Mealy, P./Teytelboym, A. (2015): A Third Wave in the Economics of Climate Change. In: Environmental and Resource Economics 62/2: 329–357.
- Gesang, B. (2011): Klimaethik. Berlin, Suhrkamp.
- Moellendorf, D. (2014): The moral Challenge of Dangerous Climate Change. Values, Poverty, and Policy. Cambridge, Cambridge University Press.
- Nordhaus, W. D. (2008): A Question of Balance. Weighing the Options on Global Warming Policies. New Haven, Yale University Press.
- O'Neill, B. C. et al. (2013): A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. In: Climatic Change 122/3: 387–400.
- Ott, K. (2011): Domains of Climate Ethics. In: Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 16: 95–114.
- Pindyck, R. S. (2013): Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? In: Journal of Economic Literature 51/3: 860–872.
- Pindyck, R. S. (2015): The Use and Misuse of Models for Climate Policy. Paper for a symposium on climate models in the Review of Environmental Economics and Policy.
- Pissarskoi, E. (2014): Gesellschaftliche Wohlfahrt und Klimawandel. Umgang mit normativen Annahmen und Ungewissheiten bei der klimaökonomischen Politikberatung. München, oekom.
- Revesz, R. L. et al. (2014): Global warming: Improve economic models of climate change. In: Nature 508/7495: 173–175.
- Rosen, R. A./Guenther, E. (2015): The economics of mitigating climate change: What can we know? In: Technological Forecasting and Social Change 91: 93–106.
- Sagoff, M. (2004): Price, Principle, and the Environment. Cambridge, Cambridge University Press.
- Stainforth, D. A. et al. (2005): Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. In: Nature 433/7024: 403–406.
- Stainforth, D. A./Allen, M. R./Tredger, E. R./Smith, L. A. (2007): Confidence, uncertainty and decision-support relevance in climate predictions. In: Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 365/1857: 2145–2161.
- Stern, N. (2007): The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge, Cambridge University Press.
- Stern, N. (2013): The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models. In: Journal of Economic Literature 51/3: 838–859.
- Tol, R. S. J. (2002): Estimates of the Damage Costs of Climate Change – Part I: Benchmark Estimates. In: Environmental and Resource Economics 21: 47–73.

AUTOR + KONTAKT

Eugen Pissarskoi ist Wissenschaftler am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im Forschungsfeld Umweltökonomie und Umweltpolitik.

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW),
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin.
Tel.: +49 30 884594-0,
E-Mail: eugen.pissarskoi@ioew.de,
Internet: www.ioew.de

