

Groth, Markus

**Article**

## Integration des Klimawandels in langfristige makroökonomische Analysen: Zum Nobelpreis an William D. Nordhaus

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Groth, Markus (2018) : Integration des Klimawandels in langfristige makroökonomische Analysen: Zum Nobelpreis an William D. Nordhaus, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Springer, Heidelberg, Vol. 98, Iss. 12, pp. 885-889, <https://doi.org/10.1007/s10273-018-2381-9>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/213698>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Markus Groth

# Integration des Klimawandels in langfristige makroökonomische Analysen

## Zum Nobelpreis an William D. Nordhaus

**Zusammen mit Paul M. Romer erhielt William D. Nordhaus am 10. Dezember 2018 den Schwedischen Reichsbankpreis für Wirtschaftswissenschaften zu Ehren von Alfred Nobel. Nordhaus wurde dabei insbesondere für seine Arbeiten zur Integration zentraler Aspekte des Klimawandels in langfristige makroökonomische Analysen geehrt.**

Das Nobelpreis-Komitee würdigt im Rahmen der offiziellen Begründung der Preisvergabe<sup>1</sup>, dass Nordhaus die quantitative Betrachtung des globalen Zusammenspiels von Wirtschaft und Klima methodisch grundlegend weiterentwickelt hat. Hervorzuheben ist hier maßgeblich die Entwicklung sogenannter „Integrierter Bewertungsmodelle“ (Integrated Assessment Models – IAMs), die bis heute eine relevante Grundlage wesentlicher Arbeiten im Bereich der ökonomischen Forschung zu den Folgen des Klimawandels bilden, wobei insbesondere die Quantifizierung und Abwägung von Kosten und Nutzen des Klimawandels im Mittelpunkt steht.

Basierend auf einem Kern der Ökonomik – dem menschlichen Umgang mit begrenzten Ressourcen – haben die diesjährigen Preisträger den Analyserahmen der Wirtschaftswissenschaften insbesondere dahingehend erweitert, dass sie zentrale neue Instrumente und Modelle entwickelten, um darauf aufbauend langfristig das gegenseitige Zusammenwirken von wirtschaftlichem Handeln und Wissen (Romer) und Natur (Nordhaus) zu untersuchen.<sup>2</sup>

Ausdrücklich hervorzuheben ist, dass nun mit Nordhaus erstmals ein Ökonom für Arbeiten im Bereich der Ökonomie des Klimawandels ausgezeichnet wurde. Dass am Tag der Verkündung dieser Auszeichnung ebenfalls der Sonderbericht des Intergovernmental Panel on Cli-

mate Change (IPCC) über 1,5°C globale Erwärmung<sup>3</sup> der Öffentlichkeit präsentiert wurde, war vor diesem Hintergrund eine mehr als passende Koinzidenz.

### Grundlagen

Viele Bereiche der Natur- und Sozialwissenschaften untersuchen komplexe Systeme, die mehrere Disziplinen verbinden. Dies ist insbesondere in der Analyse der Ursachen und Folgen des Klimawandels von großer Bedeutung. Mit dem fortschreitenden Verständnis dieser unterschiedlichen Aspekte ist es zunehmend notwendig geworden, sie besser miteinander zu verknüpfen und die komplexen Interaktionen möglichst umfassend zu berücksichtigen.<sup>4</sup>

3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Global Warming of 1.5 °C, 2018. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Alle weiteren Informationen sowie unterschiedliche Dokumente zum Sonderbericht finden sich hier: <https://www.ipcc.ch/report/sr15/> (27.11.2018).

4 Vgl. W. D. Nordhaus: *The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*, New Haven CT 2013; W. D. Nordhaus: *Integrated Economic and Climate Modeling*, in: P. Dixon, D. Jorgenson: *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, S. 1069-1131, North Holland 2013; W. D. Nordhaus: *Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies*, NBER Working Paper, Nr. 22933, 2016.

1 Royal Swedish Academy of Sciences: *The Prize in Economic Sciences 2018*, Pressemitteilung vom 8.10.2018, <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/press-release/> (27.11.2018).

2 Vgl. The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel: *Economic Growth, Technological Change, and Climate Change. Scientific Background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2018*.

**Dr. Markus Groth ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Klimafolgen und Ökonomie am Climate Service Center Germany (GERICS) in Hamburg.**

Nordhaus begann seine Arbeit in den 1970er Jahren, nachdem sich ein zunehmender wissenschaftlicher Diskurs zu den schädlichen Auswirkungen der Nutzung fossiler Energieträger entwickelt hatte. Sein zentrales Ziel war es, neue Ansätze und Instrumente zu entwickeln, die einen innovativen Beitrag dazu leisten können, die Wechselwirkungen zwischen wirtschaftlichem Handeln und Klimawandel sowie die damit verbundenen gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen des Klimawandels besser zu verstehen, wobei grundlegende Aspekte und Ansätze aus Physik, Chemie und Ökonomie miteinander verbunden wurden.<sup>5</sup>

Integrierte Bewertungsmodelle im Kontext des Klimawandels sind aus Energiemodellen entstanden. Als eine der ersten umfassenden Arbeiten ist die Analyse der Modeling Resource Group (MRG) aus den 1970er Jahren hervorzuheben.<sup>6</sup> Dabei wurden unter dem Vorsitz des Nobelpreisträgers Tjalling C. Koopmans mehrere Energiemodelle angewandt, die über einen langen Zeitraum Energiebedarf und Technologien analysiert haben. Die frühen Arbeiten von Koopmans bildeten somit den intellektuellen Kern eines Großteils der Energiemodelle.<sup>7</sup> Die ersten Integrierten Bewertungsmodelle stellten im Wesentlichen Energiemodelle mit einem Emissionsmodell und später mit anderen Modulen wie einem Kohlenstoffkreislaufmodell und einem kleinen Klimamodell dar. Die frühen Ansätze von Nordhaus waren partielle Gleichgewichts-Energiemodelle mit exogenem Output.<sup>8</sup> Ein zentraler Entwicklungsschritt war in diesem Zusammenhang ein Modell von Alan S. Manne, in dem erstmals ein Energiesystem in ein vollständiges ökonomisches Wachstumsmodell integriert wurde.<sup>9</sup> Die frühesten Versionen der Modelle von Nordhaus haben einen ähnlichen wachstumstheoretischen Rahmen und diesen sukzessive um geophysikalische Variablen erweitert.<sup>10</sup>

Neuartig war in der Zeit noch immer die von Nordhaus geprägte Sichtweise, dass die Natur nicht nur eine Begrenzung des wirtschaftlichen Handelns ist, sondern dass sie

- 5 Vgl. The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.
- 6 Vgl. Modeling Resource Group: Energy Modeling for an Uncertain Future. Synthesis Panel of the Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems, National Research Council, Washington DC 1978.
- 7 Vgl. W. D. Nordhaus: An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases, in: Science, 258. Jg. (1992), H. 5086, S. 1315-1319; W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change, Cambridge MA 1994.
- 8 Vgl. W. D. Nordhaus: Can We Control Carbon Dioxide? International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Working Paper, Nr. 75-63, Laxenburg 1975; W. D. Nordhaus: Economic Growth and Climate: The Case of Carbon Dioxide, in: American Economic Review, 67. Jg. (1977), H. 1, S. 341-346.
- 9 Vgl. A. S. Manne: ETA: A Model for Energy Technology Assessment, in: Bell Journal of Economics, 7. Jg. (1976), H. 2, S. 379-406.
- 10 Vgl. W. D. Nordhaus: An Optimal Transition ..., a. a. O.; W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons ..., a. a. O.

## Kasten 1

### Biografischer Hintergrund

William D. Nordhaus<sup>1</sup> ist seit 1967 an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Yale in New Haven (Connecticut) tätig, wobei er aktuell Sterling Professor für Wirtschaftswissenschaften ist. Nordhaus wurde am 31. Mai 1941 in Albuquerque (New Mexico) geboren und hat an der Universität Yale studiert. Er schloss seine Bachelorarbeit dort 1963 ab und promovierte anschließend 1967 am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge. Zusätzlich zu seiner Tätigkeit an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät ist Nordhaus derzeit auch an der Yale School of Forestry and Environmental Studies tätig.

Neben seinem Wirken an der Universität Yale ist Nordhaus unter anderem Mitglied der National Academy of Sciences und Fellow der American Academy of Arts and Sciences. Er ist Mitglied des National Bureau of Economic Research, der Cowles Foundation for Research und seit 1972 Mitglied und Senior Advisor des Brookings Panel on Economic Activity, Washington DC.

Weitere wichtige Stationen waren unter anderem von 1977 bis 1979 seine Mitgliedschaft im Council of Economic Advisers des US-Präsidenten Jimmy Carter sowie das Direktorenamt der Federal Reserve Bank of Boston von 2014 bis 2015. Zudem ist und war Nordhaus Mitglied unterschiedlicher nationaler und internationaler wissenschaftlicher Ausschüsse sowie Mitherausgeber mehrerer wissenschaftlicher Fachzeitschriften.

In Deutschland ist Nordhaus, als langjähriger Mitautor von Paul A. Samuelson, zudem mit dem Lehrbuch „Volkswirtschaftslehre: Das internationale Standardwerk der Makro- und Mikroökonomie“ ein fester Bestandteil der wirtschaftswissenschaftlichen Lehre.

- 1 Umfassende Informationen zur Person William D. Nordhaus, seinem Wirken und insbesondere auch den Modellen DICE und RICE finden sich auf der persönlichen Website von Nordhaus, <https://sites.google.com/site/williamdordhaus/home> (27.11.2018).

im Gegenzug auch unmittelbar davon beeinflusst wird. In diesem Kontext war es eine grundlegende Errungenschaft, dass erstmalig ein dynamisches und quantitatives Modell zur Untersuchung dieser Zusammenhänge entwickelt wurde – die eigentliche Geburtsstunde der sogenannten Integrierten Bewertungsmodelle.<sup>11</sup>

Die Arbeiten von Nordhaus haben die Grundlage für heute etablierte Analysen gelegt, die wirtschaftliches Handeln und Klimawandel unter der Annahme unterschiedlicher Entwicklungspfade sowie hinsichtlich der möglichen Effekte regulatorischer Eingriffe wie beispielsweise der Ein-

- 11 Vgl. The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.

führung von CO<sub>2</sub>-Steuern untersuchen. Dabei war bereits bei Nordhaus ein ganz zentrales Ziel die Zweckmäßigkeit des Einsatzes unterschiedlicher Instrumente vor dem Hintergrund unterschiedlicher globaler Entwicklungsszenarien zu beurteilen und abzuwägen. Hierbei hat Nordhaus – ebenso wie Romer – gezeigt, dass Märkte nicht perfekt funktionieren, was zu externen Effekten führt, die globale und langfristige Auswirkungen haben können. Wohingegen bei Romer die nicht realisierten positiven Externalitäten von Wissen zur Entwicklung neuer Technologien im Mittelpunkt stehen, sind es bei Nordhaus die negativen Externalitäten der Nutzung fossiler Energieträger und deren Beitrag zum Klimawandel. Zum Umgang mit diesen Externalitäten liefern die Arbeiten von Romer und Nordhaus somit schon früh grundlegende Argumente für staatliche Eingriffe.<sup>12</sup>

Eine weitere historische klimapolitische Relevanz hat Nordhaus durch seine Arbeiten aus den Jahren 1975 und 1977 erlangt. Als erste Annäherung argumentiert er dort, bei einer globalen Erderwärmung von mehr als 2°C könne ein kritischer gesellschaftlicher Klimazustand dahingehend erreicht werden, dass die Klimawirkungen den Bereich der bisherigen Beobachtungen verlassen. Eine Erwärmung um 2°C sei etwa gleichbedeutend damit, die vorindustrielle CO<sub>2</sub>-Konzentration zu verdoppeln. Damit schaffte Nordhaus gewissermaßen den Grundstein des klimapolitischen Ziels, die globale Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts auf maximal 2°C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen.<sup>13</sup>

### Die Integrierten Bewertungsmodelle DICE und RICE

Nur wenige Jahre danach entwickelte Nordhaus ein sogenanntes Integriertes Bewertungsmodell, mit dem es möglich wurde, die Auswirkungen des Klimawandels ökonomisch zu untersuchen. Erstmals konnte dadurch die Umwandlung von Energie mit dem Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Emissionen und der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen kombiniert werden.<sup>14</sup>

Im Rahmen der Ökonomie des Klimawandels sind Modellierungsansätze, die es schaffen, die zentralen Aspekte von anthropogenen Ursachen des Klimawandels, Treibhausgasemissionen, biogeochemischen Zyklen, Klimaveränderungen, Klimafolgen (insbesondere Schäden) und gesellschaftlichen Reaktionen abzubilden, in diesem Sinn als integriert zu bezeichnen. Hierbei werden diese komplexen Zusammenhänge aus Gründen der Praktikabilität in ihrer Darstellung letztlich jedoch zwangsläufig mitunter drastisch vereinfacht. Aus wirtschaftswissenschaftlicher Perspektive

bietet dieser Analyseansatz jedoch den Vorteil, die möglichen ökonomischen Verluste aufgrund des Klimawandels (insbesondere abgebildet durch eine Schadensfunktion) in einem verständlichen und einheitlichen analytischen Rahmen mit den Kosten des Klimaschutzes zu vergleichen. Rechnerisch werden dann beispielsweise zukünftige Emissionspfade bestimmt, die gemäß einer Kosten-Nutzen-Abwägung die Kosten des Klimawandels minimieren.

Am grundlegendsten wird vor allem die Abbildung des gekoppelten Ozean-Atmosphären-Systems vereinfacht, indem diese hochkomplexen Eigenschaften auf wenige Gleichungen reduziert werden. Doch auch die Integration der sozio-ökonomischen Zusammenhänge kann hierbei nur durch eine extreme Vereinfachung beispielsweise dahingehend erreicht werden, dass die ganze Welt nur in eine oder einige wenige Regionen unterteilt wird, wobei häufig nur eine repräsentative Ein-Gut-Produktionsfunktion verwendet wird und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen eindeutig einer Reduktion des Energieverbrauchs entspricht.<sup>15</sup>

Mit Blick auf Nordhaus ist insbesondere eine Arbeit aus den frühen 1990er Jahren hervorzuheben, mit der er das „Dynamic Integrated Climate-Economy Model“ (DICE) vorgestellt und gezeigt hat, dass die Einführung einer globalen CO<sub>2</sub>-Steuer ein effizientes Instrument der Klimapolitik sein kann.<sup>16</sup> Dabei hat Nordhaus zunächst ein Modell des optimalen Wachstums um eine Reihe wichtiger Spillover-Effekte (Externalitäten) erweitert, indem er die durch Kohlenstoffemissionen beeinflusste globale Erwärmung einbezog. In diesem Fall sind die relevanten Externalitäten überwiegend negativ. Entscheidend ist hier, dass die spezifischen Mechanismen und Treiber des vom Menschen verursachten Klimawandels Prozesse sind, die in den Naturwissenschaften untersucht werden. Eine globale Analyse des Klimawandels erfordert daher einen integrierten Ansatz, bei dem diese dynamischen Wechselwirkungen entsprechend abgebildet werden können. Nordhaus erkannte diese Notwendigkeit und leistete somit Pionierarbeit bei der Entwicklung Integrierter Bewertungsmodelle.

Nordhaus' Ansatz basiert grundsätzlich auf der gleichzeitigen Berücksichtigung der folgenden drei interagierenden Module:<sup>17</sup>

1. Das *Kohlenstoffkreislaufmodul* beschreibt, wie globale CO<sub>2</sub>-Emissionen die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmos-

<sup>12</sup> Vgl. ebenda.

<sup>13</sup> Vgl. W. D. Nordhaus: Can We Control Carbon Dioxide?, a. a. O.; W. D. Nordhaus: Economic Growth and Climate ..., a. a. O.

<sup>14</sup> Vgl. The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.

<sup>15</sup> Vgl. ebenda.

<sup>16</sup> Vgl. W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons, a. a. O.

<sup>17</sup> W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons ..., a. a. O.; W. D. Nordhaus, J. Boyer: Warming the World: Economic Models of Global Warming, Cambridge MA 2000; The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.

phäre beeinflussen, wobei die Zirkulation der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den zentralen Kohlenstoffspeichern im Mittelpunkt steht. Der Output des Moduls ist ein zeitlicher Entwicklungspfad der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration.

2. Das *Klimamodul* beschreibt, wie sich die atmosphärische Konzentration von CO<sub>2</sub> und von anderen Treibhausgasen auf das Gleichgewicht der Energieflüsse zur und von der Erde auswirkt, wobei Veränderungen des globalen Energiehaushalts im Laufe der Zeit im Mittelpunkt stehen. Der Output des Moduls ist ein zeitlicher Entwicklungspfad der globalen Mitteltemperatur.
3. Das *Wirtschaftswachstumsmodul* beschreibt eine globale Marktwirtschaft, die Waren mit Kapital und Arbeit sowie Energie als Input einsetzt, wobei ein Teil dieser Energie aus der Nutzung fossiler Energieträger stammt, was zu entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen führt. Im Zuge dessen wird beschrieben, wie sich verschiedene klimapolitische Maßnahmen auf das wirtschaftliche Handeln und die CO<sub>2</sub>-Emissionen auswirken, sodass der Output des Moduls ein zeitlicher Entwicklungspfad von Bruttoinlandsprodukt, Wohlstand und globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie den durch den Klimawandel verursachten Schäden ist.

Somit bilden diese drei Module ein einfaches, aber dynamisches und interaktives Modell der Welt, wobei zwei regional unterschiedlich differenzierte Versionen existieren. Das „Regional Integrated Climate-Economy Model“ (RICE) ist so aufgebaut, dass das Wirtschaftswachstumsmodell die Welt in acht unterschiedliche Regionen aufteilt. Das Modell DICE hingegen betrachtet die Welt als eine einzige Region. Bei beiden Modellen handelt es sich also um stark vereinfachte Darstellungen komplexer ökonomischer und geophysikalischer Prozesse, wobei sie bis heute mehrfach überarbeitet und weiterentwickelt wurden.<sup>18</sup>

### Grenzen der Modelle und aktuelle Kritik

Einer der bis heute umstrittensten Aspekte von Integrierten Bewertungsmodellen ist die Schadensfunktion, mit der der Klimawandel mit wirtschaftlichen Auswirkungen in Verbindung gebracht wird. Um Schadensfunktionen zu konstruieren, müssen über Sektoren, Regionen, Entwicklungsstufen und Klimawandelszenarien hinweg Aggregationen vorgenommen werden, was sich als größte Schwierigkeit der Integrierten Bewertungsmodelle erwie-

sen hat, da in der Regel nicht alle relevanten Schäden abgedeckt werden können.<sup>19</sup>

Kritik an der Aussagekraft dieser spezifischen Integrierten Bewertungsmodelle wird derzeit zudem vor dem Hintergrund des im Paris-Abkommen<sup>20</sup> verankerten Ziels deutlich, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2°C – beziehungsweise sogar auf 1,5°C – gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Konkret stellt sich hier die Frage, in welchem Verhältnis die durch einen weniger stark ausgeprägten Klimawandel zu erwartenden positiven Effekte (vermiedene Schäden) zu den unterstellten höheren Kosten des Klimaschutzes stehen. Hier zeigen sich Grenzen der auf Kosten-Nutzen-Abwägungen basierenden Integrierten Bewertungsmodelle, denn sie können dazu kaum detaillierte Aussagen liefern. Obwohl sie im Laufe der Jahre enorm zum Verständnis der Ökonomie des Klimawandels beigetragen haben, wird auch hier deutlich, dass die Qualität der zugrundeliegenden Schadenskostendaten nicht ausreichend ist, um entsprechende Aussagen treffen zu können.<sup>21</sup> Demgegenüber deutet eine Auswertung aktueller Studien im Rahmen des IPCC-Sonderberichts zu 1,5°C<sup>22</sup> darauf hin, dass – je nach verwendeter Methodik und regionaler Abgrenzung – die gesamtwirtschaftlichen Schäden bis 2100 höher sein werden, wenn die globale Erwärmung nicht auf 1,5°C begrenzt werden kann, sondern stattdessen 2°C erreicht.

### Fazit

Mit dem diesjährigen „Ökonomie-Nobelpreis“ werden Arbeiten gewürdigt, die jeweils grundlegende methodische Fundierungen geliefert haben, die bis heute hoch relevant sind. In diesem Zusammenhang leistete Nordhaus Pionierarbeit bei der Entwicklung von Wachstumsmodellen, in denen die Folgen einer Klimaveränderung berücksich-

18 Vgl. W. D. Nordhaus: Evolution of Modeling of the Economics of Global Warming: Changes in the DICE model, 1992-2017, NBER Working Paper, Nr. 23319, 2018; The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.

19 Vgl. W. D. Nordhaus: Projections and Uncertainties ..., a. a. O., überarbeitete Fassung 2017; W. D. Nordhaus, A. Moffat: A Survey of Global Impacts of Climate Change: Replication, Survey Methods, and a Statistical Analysis, NBER Working Paper, Nr. 23646, 2017; W. D. Nordhaus: The Economics of Hurricanes in the United States. NBER Working Paper, Nr. 12813, 2006; W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons ..., a. a. O.

20 Das Paris-Abkommen selbst und weitere Informationen finden sich hier: United Nations Climate Change: The Paris Agreement, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (27.11.2018).

21 Vgl. S. Dietz, A. Bowen, B. Doda, A. Gambhir, R. Warren: The economics of 1.5°C climate change, in: Annual Review of Environment and Resources, 43. Jg. (2018), H. 1, S. 455-480; R. S. Pindyck: Climate change policy: what do the models tell us?, in: Journal of Economic Literature, 51. Jg. (2013), H. 3, S. 860-872.

22 Vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), a. a. O. Siehe dort insbesondere das Kapitel 3 „Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems“, [http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15\\_chapter3.pdf](http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_chapter3.pdf) (27.11.2018).

tigt werden.<sup>23</sup> Nordhaus hat seit Jahrzehnten auf dem Gebiet der Klimaökonomie geforscht und veröffentlicht. Zur Diskussion der Relevanz seiner Arbeiten vor dem Hintergrund der aktuellen klimapolitischen Herausforderungen – nicht zuletzt ganz aktuell verdeutlicht durch den Sonderbericht des IPCC zu 1,5°C<sup>24</sup> – sei noch einmal auf das Buch „Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change“<sup>25</sup> von 1994 Bezug genommen. Bereits hier zeigt Nordhaus, dass die zu erwartenden globalen Auswirkungen des Klimawandels mit denen von umfassenden Wirtschaftskrisen vergleichbar sind. Zudem wird herausgearbeitet, dass klimawandelbedingte Auswirkungen im Sinne von sogenannten Kippunkten sehr plötzlich und mit dramatischen Folgen auftreten können.

Die grundlegende Argumentation von Nordhaus zur Ökonomie des Klimaschutzes lässt sich letztlich einfach zusammenfassen. Die Verbrennung fossiler Brennstoffe und die Freisetzung von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasemissionen verursachen erhebliche externe Effekte. Märkte alleine sind jedoch nicht in der Lage, diese Externalitäten zu korrigieren. Daher sind staatliche Eingriffe notwendig und zu rechtfertigen, wobei Nordhaus argumentiert, dass die sinnvollste Antwort auf diese Externalitäten die Einführung einer globalen CO<sub>2</sub>-Steuer ist, wie er umfassend auch noch einmal in „The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World“<sup>26</sup> argumentiert.

Die zentralen Ansätze von Nordhaus gehören zu den meistzitierten Arbeiten, die sich mit marktbasierenden Instrumenten der Klimapolitik beschäftigen. Sie haben nicht nur grundlegende Forschungsarbeiten nach sich gezogen, sondern in unterschiedlicher Weise auch den praktischen klimapolitischen Diskurs befruchtet. So wird eine umfassende Bepreisung von CO<sub>2</sub> beispielsweise seit Jahren und weiter zunehmend nicht nur von Nichtregierungsorganisationen, sondern auch von eher konservativen Institutionen wie der OECD, der Weltbank oder dem

Internationalen Währungsfonds gefordert.<sup>27</sup> Beginnend mit der erstmaligen Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer im Jahr 1990 in Finnland und Polen wurden bis heute weltweit über 70 Maßnahmen zur Bepreisung von CO<sub>2</sub> auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene etabliert beziehungsweise auf den Weg gebracht.<sup>28</sup> Der derzeit weltweit höchste CO<sub>2</sub>-Preis findet sich dabei mit über 110 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> übrigens in Schweden.<sup>29</sup> In Deutschland ist aktuell zwar eine zunehmende, aber gleichsam kontroverse, politische Diskussion über die Einführung von CO<sub>2</sub>-Steuern in bestimmten Sektoren zu erkennen, eine tatsächliche Umsetzung ist aber noch lange nicht absehbar.

Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass sich die auf Nordhaus zurückgehenden Integrierten Bewertungsmodelle zu wichtigen und etablierten Ansätzen bei der Analyse und dem Verständnis der globalen ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels und dem Zusammenspiel mit politischen Instrumenten entwickelt haben. Sie haben dabei unter anderem einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, die Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen zu verbessern und eine eher ingenieurmäßige Herangehensweise durch die Betonung marktwirtschaftlicher Instrumente wie CO<sub>2</sub>-Steuern oder Emissionshandelssysteme zu ersetzen. Trotz dieser Errungenschaften ist auch deutlich geworden, dass Integrierte Bewertungsmodelle noch immer Defizite aufweisen und ihre Weiterentwicklung notwendig ist, insbesondere auch vor dem Hintergrund der weiter zunehmenden wirtschaftlichen Relevanz des Klimawandels und einer noch wichtiger werdenden integrierten Bewertung damit verbundener regionaler Herausforderungen und Handlungsoptionen.

23 Vgl. The Committee for the Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, a. a. O.

24 Vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), a. a. O.

25 Vgl. W. D. Nordhaus: Managing the Global Commons ..., a. a. O.

26 Vgl. W. D. Nordhaus: The Climate Casino ..., a. a. O.

27 Vgl. International Carbon Action Partnership (ICAP): Emissions Trading Worldwide: Status Report 2018, Berlin 2018; World Bank and Ecofys: State and Trends of Carbon Pricing 2018, Washington DC 2018, Carbon Pricing Leadership Coalition, <https://www.carbonpricingleadership.org/> (27.11.2018); und CDP, <https://www.cdp.net/en/climate/carbon-pricing> (27.11.2018).

28 Eine aktuelle Übersicht der weltweit bereits eingeführten und zukünftig geplanten Systeme von CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandelssystemen beziehungsweise Kombinationen von beiden finden sich unter anderem hier: Carbon Pricing Leadership Coalition, <https://www.carbonpricingleadership.org/> (27.11.2018); und International Carbon Action Partnership, <https://icapcarbonaction.com/en/> (27.11.2018).

29 Vgl. The World Bank: Carbon Pricing Dashboard, 2018, [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data) (27.11.2018).

#### Title: *Integration of Climate Change into Long-run Macroeconomic Analysis – On the Nobel Prize to William D. Nordhaus*

**Abstract:** *On December 10, 2018, William D. Nordhaus received the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel. Nordhaus was honoured in particular for his work on integrating key aspects of climate change into long-run macroeconomic analysis. Based on fundamental aspects of integrated assessments and taking into account Nordhaus' biographical background, the paper presents key aspects of Nordhaus' integrated assessment models DICE and RICE, discusses the limitations of these models, and addresses both current criticisms on integrated assessment models as well as their relevance for climate policy.*

**JEL Classification:** H23, O11, Q54.