



Der anthropogene Klimawandel – Eine ökonomische Perspektive

Professor Manfred Stadler, Lehrstuhl für *Wirtschaftstheorie*, erforscht seit langem die Zusammenhänge zwischen knappen Ressourcen, Innovationen und nachhaltigem Wachstum. Stadler plädiert für eine zielgerichtete Emissionsvermeidungspolitik, begleitet von einer komplementär angelegten Technologiepolitik, und legt die Fakten hierzu anschaulich dar. Denn wie die „Dynamic Integrated Climate Economy“-Modelle zeigen, muss der anthropogen verursachte Klimawandel schnell und drastisch gebremst werden, wenn eine dauerhafte ökologische und damit auch ökonomische Krisensituation noch abgewendet werden soll.

von Manfred Stadler

2018 wurde den beiden Ökonomen William D. Nordhaus (Yale) und Paul M. Romer (New York) der Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften verliehen. Ausgezeichnet wurden sie für ihre Forschungen zu einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung: Nordhaus für die Modellierung und Simulation des anthropogenen Klimawandels, Romer u.a. für die Modellierung des innovationsbasierten technologischen Wandels. Die Simulationen von Nordhaus im Rahmen seines „Dynamic Integrated Climate Economy“-Modells zeigen, dass der anthropogen verursachte Klimawandel schnell und drastisch gebremst werden muss, wenn eine dauerhafte ökologische und damit auch ökonomische Krisensituation noch abgewendet werden soll. Die Zielvorgaben für eine nachhaltige Entwicklung müssen von den nationalen und internationalen Institutionen mit politischen Entscheidungsbefugnissen vorgegeben werden. Zu erreichen sind die Nachhaltigkeitsziele aber nur, wenn die dafür erforderlichen Umwelttechnologien weltweit zur Verfügung stehen. Die Prozesse, in denen die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen privater Unternehmen und öffentlicher Einrichtungen in innovative (eben auch „grüne“) Technologien transformiert werden, studierte wiederum Romer in seinen innovationsbasierten Wachstumsmodellen. Ökologie und Ökonomie gehen wie immer Hand in Hand.

Empirischer Befund und Prognosen

Klimawandel zeichnet sich durch einen Anstieg der globalen Temperatur der Erdatmosphäre aus. 19 der bislang 20 wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen liegen in diesem Jahrhundert (eines 1998). Lag die globale Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche im vorindustriellen Zeitraum zwischen 1850 und 1900 noch bei 13,7°C, so wurden zwischenzeitlich 14,8°C erreicht. Es

wird nicht bei diesem Temperaturanstieg von 1,1°C bleiben. Verschiedene Modellrechnungen, vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) regelmäßig zusammengefasst, sagen bei einem „Business-as-usual“-Szenario bis 2100 einen mittleren Temperaturanstieg von ca. 3°C (bei relativ hoher Unsicherheit) voraus. Dabei sind selbstverstärkende Effekte durch das Überschreiten bestimmter (bisher unbekannter) Kippunkte noch gar nicht eingerechnet.

Der ökonomische Schaden

Der ökonomische Schaden durch vermehrte Starkregen- und Starkwinder Ereignisse, zunehmende Wüstenbildung, Eisschmelze, Anstieg des Meeresspiegels, Überschwemmungen und Übersäuerung der Ozeane, für den Schätzwerte in der Größenordnung um drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts angegeben werden, wäre enorm. Hierzu zählen neben den direkten Produktionseinbußen auch diverse Vermeidungs- und Anpassungskosten als Reaktion auf veränderte klimatische Bedingungen. Ökonomische Verluste treten auch nicht nur auf der Produzentenseite auf, sie betreffen auch

das Wohlergehen der Konsumenten, die nicht nur einen Einkommensverlust, sondern auch einen umweltbedingten (u.a. gesundheitlichen) „Nutzenverlust“ erleiden. Schließlich versteht es sich aus naturwissenschaftlicher Perspektive von selbst, dass in eine Schadensbilanz nicht nur unsere Spezies, sondern die gesamte Flora und Fauna einbezogen werden muss.

Natürliche und anthropogene Ursachen

Die globale Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche wird (neben der Umlaufbahn der Erde um die Sonne, der Sonnenaktivität und der Konstellation der Kontinentalplatten) maßgeblich durch die Zusammensetzung der Atmosphäre bestimmt. Treibhausgase lassen zwar die ankommende kurzweilige Sonnenstrahlung passieren, absorbieren jedoch einen Teil der von der Erdoberfläche zurückgesendeten langwelligeren Wärmestrahlung und erhöhen dadurch die Temperatur der Atmosphäre. Ohne diese Treibhausgase würde die Oberflächentemperatur auf unserem Planeten nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz bei -18°C liegen. Sie sind also für die ca. 33°C höhere Gleichgewichtstemperatur verantwortlich. Natur-

WiWi-NEWS: Der globale Klimawandel wirkt sich auf viele Bereiche unseres Lebens und der Wirtschaft aus. Setzt du dich aktiv für einen ökologischen und ökonomischen Wandel ein?

Leo V.: Für mich steht der Klimaschutz an sehr hoher Stelle. Dennoch engagiere ich mich nicht bei aktivistischen Bewegungen, sondern versuche möglichst viele Änderungen in meinem Leben und das meiner Nächsten zu vollziehen – wie zum Beispiel Vegetarismus, nur öffentliche Verkehrsmittel, regionaler Einkauf und anderes.

Wenn nein, stehst du dennoch hinter den Zielen der Bewegung – zum Beispiel *fridays for future* – und welche sind die wichtigsten für dich?

Ich finde es sehr wichtig, dass die Politik und vor allem die Gesellschaft viel mehr auf die Folgen des Klimawandels und auf die Dringlichkeit des Handelns hingewiesen werden. Und das erreichen solche Bewegungen auf jeden Fall. *Fridays for future* hat in meinen Augen die größte Bedeutung, da sich wirklich die Generation zu Wort meldet, welche am meisten von den Folgen betroffen sein wird.



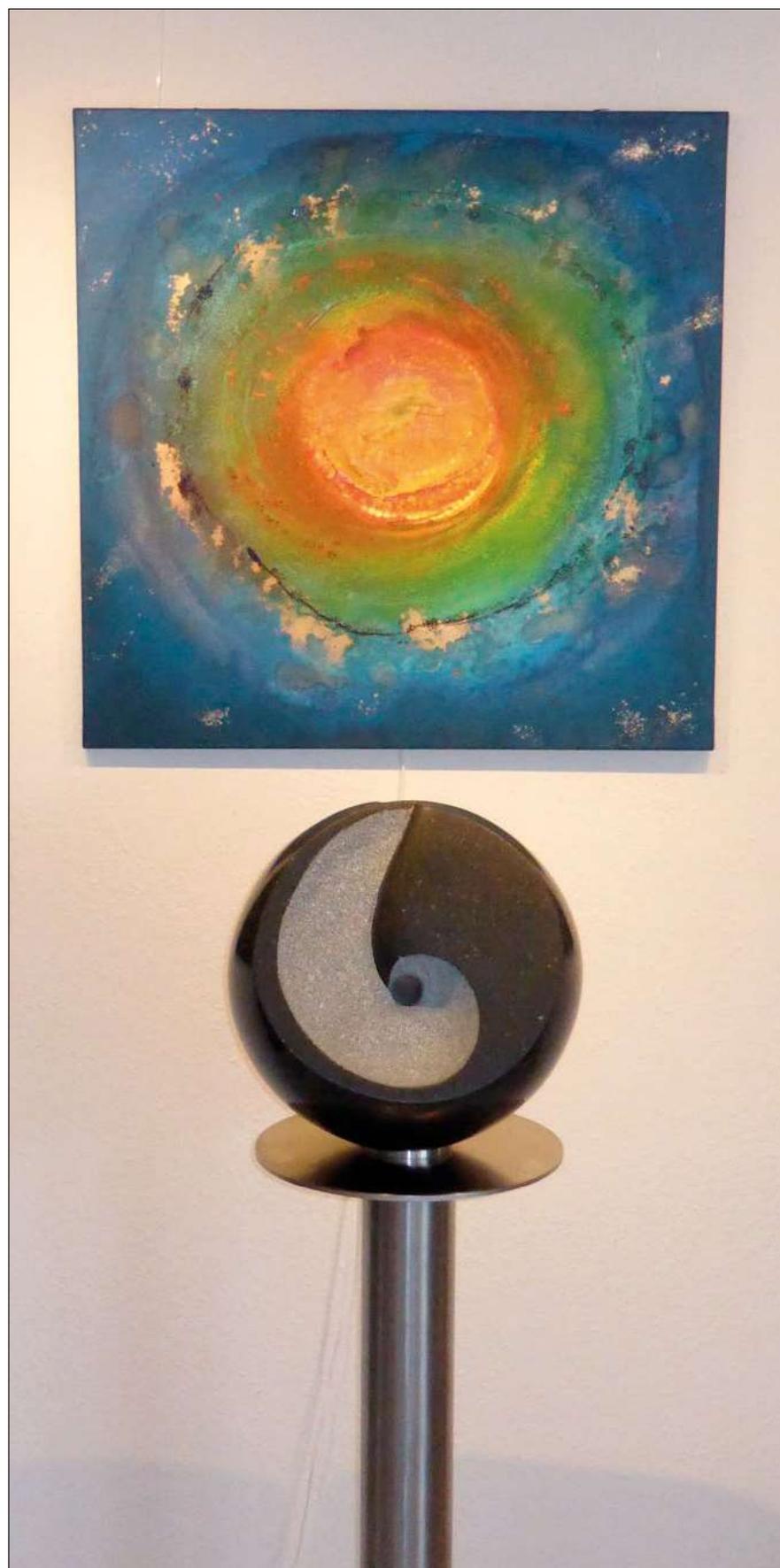
liche Treibhausgase sind vor allem Wasserdampf, Kohlendioxid, troposphärisches Ozon, Distickstoffoxid und Methan. Aber der Einfluss anthropogen erzeugter Treibhausgase, die durch unser Wirtschaften verursacht werden, nimmt seit über 100 Jahren in Besorgnis erregendem Maße zu. Den größten Effekt verursacht Kohlendioxid (erzeugt durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe). Aber auch Distickstoffoxid und Methan (Viehhaltung, Reisanbau, Müll) sowie in geringerer Menge fluoridierte Kohlenwasserstoffe (aus chemischer Produktion) tragen zur Erderwärmung bei. Erfasst wird der Gesamteffekt der Treibhausgase durch den Einzelindikator „Kohlendioxid-Äquivalente“, in den alle Treibhausgase, gewichtet mit ihrem Wirkungspotenzial, eingehen. Deren Einfluss auf die globale Oberflächentemperatur wird durch den Parameter „Klimasensitivität“ erfasst. Er besagt, dass eine Verdopplung der Treibhausgaskonzentration zu einem erwarteten Temperaturanstieg von 3°C führt.

Politische Klimaziele

Um das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen, wurde nach mehreren Zwischenschritten auf der 21. UN-Klimakonferenz 2019 in Paris auf der Basis einer Vielzahl empirischer Klimastudien festgelegt, dass die Erderwärmung 2°C, möglichst nur 1,5°C, nicht überschreiten darf. Angesichts der bereits erfolgten Temperaturerhöhung ein sehr ambitioniertes Ziel, das nach den Simulationsstudien von Nordhaus nur mit weit größeren Anstrengungen als den bisher geplanten noch erreicht werden kann.

Ökologische Kuznetskurven

Dem wirtschaftlichen Schaden durch die Erderwärmung stehen die Kosten der Emissionsvermeidung gegenüber. Es ist daher nicht verwunderlich, dass in der Entwicklung befindliche Volkswirtschaften zunächst nach Wachstum von Produktion und damit Einkommen streben. Je entwickelter (das heißt reicher) eine Volkswirtschaft allerdings ist, desto größer wird die relative Bedeutung der Umweltbedingungen und somit auch der Erderwärmung. Über diesen Mechanismus lässt sich aus einer ökonomischen Wohlfahrtsanalyse eine umgekehrt-U-förmige Beziehung zwischen dem Durchschnittseinkommen der Bevölkerung und den umweltschädlichen Emissionen ableiten. Empirische Evidenz für derartige „ökologische Kuznets-Kurven“ liefert ein Blick zurück: So führte die Aussicht eines zunehmenden „Waldsterbens“ in den 1980er Jahren durch den Einsatz von Rauchgasent-



Ambivalenz: In symbolhafter Bildardstellung zeigt die Installation zum einen mit der Skulptur die Darstellung des Gleichgewichtes von ewigem Wirtschaftswachstum und Nachhaltigkeit auf der Erdkugel. Zum anderen im darüber präsentierten Bild das Inferno, falls zwischen Wirtschaftswachstum und Nachhaltigkeit ein Ungleichgewicht auf der Erde entstehen sollte. (Kunstwerk von Alfred Hübsch, 2017)



schwefelungsanlagen in Kohlekraftwerken und Katalysatoren in Kraftfahrzeugen zu einem Abklingen der Emissionen, die zu saurem Regen führen. Und die zunehmende Ausdehnung eines „Ozonlochs“ zunächst über der Antarktis führte im gleichen Jahrzehnt über Verbote und anschließende Substitutionseffekte zu einem raschen Rückgang der Emissionen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen, die als ursächlich für die Zerstörung der Ozonschicht erkannt wurden.

Der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen hat seinen Höhepunkt noch nicht erreicht. In einigen fortschrittlichen Weltregionen geben zwar beachtliche Reduktionserfolge Grund zur Hoffnung auf eine baldige Trendumkehr. Aber selbst wenn die Emissionen zurückgehen, wird die Konzentration von Treibhausgasen noch weiter zunehmen. Gewaltige Anstrengungen werden erforderlich sein, wenn es gelingen soll, dass bis Mitte dieses Jahrhunderts weltweit effiziente Backstop-Technologien zur Verfügung stehen, die es erlauben, dass netto keine weiteren Treibhausgase mehr ausgestoßen werden.

Wirtschaftspolitische Maßnahmen

Die umweltpolitisch verantwortlichen Institutionen, das sind bis heute hauptsächlich nationale Parlamente und Regierungen, müssen ihre Entscheidungen unter besonders hoher und mehrdimensionaler Unsicherheit treffen. Klimaprozesse verlaufen hochgradig nicht-linear, präzise Voraussagen sind den Klimatologen nicht möglich. Gleichzeitig sind die Ökonomen nicht in der Lage, die Auswirkungen von umwelt- und innovationspolitischen Maßnahmen präzise vorauszusagen. Ein Abwarten, bis besser abgesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen, ist angesichts der Dringlichkeit des Handelns unverantwortlich. Auch wenn die Verhältnismäßigkeit des Mitteleinsatzes ex ante nicht gewährleistet werden kann, so lässt sich aus dem staatlichen Vorsorgeprinzip doch ein klares Plädoyer für eine zielgerichtete Emissionsvermeidungspolitik, begleitet von einer komplementär angelegten Technologiepolitik, ableiten.

Marktkonforme Politikinstrumente wie handelbare Zertifikate für oder Steuern auf den Ausstoß von Treibhausgasen sind zur Lenkung eines derartigen Wandels in der Produktionsstruktur geeignet. Mit einer Feinjustierung von „Abschreibungsraten“ auf den insgesamt vorhandenen Umfang von Zertifikaten beziehungsweise des Steuersatzes auf Treibhausgas-Emissionen kann der gewünschte („wohlfahrtsoptimale“) Entwicklungspfad eingeschlagen werden. Diese umweltpoli-



(Bild: ejaugsburg, pixabay)

Klimawandel – Leben – Wirtschaft

WiWi-NEWS: Der globale Klimawandel wirkt sich auf viele Bereiche unseres Lebens und der Wirtschaft aus. Setzt du dich aktiv für einen ökologischen und ökonomischen Wandel ein?

Sarah P.: Ja, ich setze mich aktiv für den ökologischen Klimawandel ein. Ich besuche keine Demos oder Ähnliches, allerdings habe ich meinen Lebensstil angepasst. Ich ernähre mich vegetarisch und teilweise auch komplett vegan. Außerdem fahre ich fast nur mit den öffentlichen Verkehrsmitteln oder gehe, wenn es die Distanz zulässt, zu Fuß. Wenn ich Kleidung kaufe, behandle ich diese nicht wie Fast Fashion und schaue sowieso zunächst ob ich etwas Secondhand finde. Ich verzichte auf unnötige Spontankäufe. Meine Hauptanliegen sind es, den CO₂-Abdruck zu vermindern und auf faire Arbeitsbedingungen zu achten. Dazu ist es mir wichtig, nicht mehr Müll als nötig zu verursachen.

Jenny M.: Zwar engagiere ich mich nicht konkret bei Umweltorganisationen, jedoch hat auch für mich der Umweltschutz einen hohen Stellenwert. Ich versuche, meine Überzeugungen in den Alltag zu integrieren und so zum Beispiel möglichst wenig Ressourcen zu verschwenden, zu recyceln und auch beim Einkaufen von Lebensmitteln auf deren Herkunft zu achten und diese nicht unnötig wegzuerwerfen. Außerdem versuche ich, wo möglich, statt dem Auto öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen oder mit dem Fahrrad zu fahren.

tischen Maßnahmen müssen aber ergänzt werden durch eine gezielte Forschungs- und Technologiepolitik, insbesondere in den Bereichen Energie und Verkehr. Beispielfhaft seien neben der Solartechnologie die Kernfusionstechnologie und die Wasserstofftechnologie erwähnt. Deren Entwicklung steckt zwar noch in den Kinderschuhen, sie tragen aber das Potential, trotz weiter steigender Weltbevölkerung eine zumindest „nachhaltigere“ Entwicklung zu ermöglichen.

Beiträge des „einzelnen Bürgers“

An der Notwendigkeit einer staatlichen (Um-)Steuerung im Rahmen der Wirtschafts-, Umwelt- und Technologiepolitik kann kein Zweifel bestehen. Der Einfluss

der Kaufentscheidungen der einzelnen Bürger sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Sehr flexibel werden die Unternehmen ihr Angebot an das Konsumverhalten der Haushalte anpassen. Die Nachfrage nach regionalen Produkten, nach fair gehandelten Produkten oder nach umweltfreundlichen Produkten wie etwa „grünem“ Strom lässt hoffen. Sollte es also der Weltgemeinschaft gelingen, neben den politischen und unternehmerischen Aktivitäten auch die intrinsische Motivation der privaten Haushalte zu stimulieren, kann nach dem Abflauen der Corona-Krise vielleicht doch noch ein Entwicklungspfad eingeschlagen werden, der uns dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung näher bringt.