

Die Integration der biophysischen Rechnungslegung in die ökonomische Analyse

Sigrid Stagl

- 1. Einführung und Kontext**
- 2. Wirtschaften innerhalb der Erdsystemgrenzen**
- 3. Biophysische Rechnungslegung**
 - 3.1. Rolle der biophysischen Rechnungslegung in der Governance
 - 3.2. Frühe Ansätze und Modelle
 - 3.3. Integration biophysischer Auswirkungen in ökonomische Analysen
 - 3.4. Neuere Forschung zur biophysischen Rechnungslegung an der Wirtschaftsuniversität Wien
- 4. Institutionen und biophysische Rechnungslegung**
 - 4.1 Globale und nationale Institutionen
 - 4.2 Nationale Institutionen
- 5. Schlussfolgerungen und Ausblick**

1. Einführung und Kontext

Die Integration biophysischer Informationen in ökonomische Analysen und Entscheidungen stellt eine unabdingbare Voraussetzung für erfolgreiches Wirtschaften innerhalb der Erdsystemgrenzen dar. Jede ökonomische Aktivität hat direkte und indirekte Auswirkungen auf die Natur. Um den Erhalt der Funktionen der Natur nicht dem Zufall zu überlassen, ist es erforderlich, Daten über die Interdependenz zwischen Wirtschaft und Natur in einer systematischen Weise zu erfassen und diese in wirtschaftliche Entscheidungen einzubeziehen. Die Gewinnung von Rohstoffen wie Metallen, fossilen Brennstoffen und Holz ist mit erheblichen Landnutzungsänderungen, Bodenerosion und Kontamination von Wasserquellen verbunden. Die industrielle Produktion und der Transport führen zur Freisetzung von Treibhausgasen und Schadstoffen, welche wesentliche Ursachen für Klimawandel und Luftverschmutzung darstellen. Die Kreislaufwirtschaft ist bei der Herstellung von Gütern bisher nur in geringem Maße implementiert. Der Großteil der produzierten Güter wird zu Abfall. Die industrielle Landwirtschaft führt zu Bodendegradation, Verlust der Artenvielfalt, Wasserverschmutzung durch Pestizide und Düngemittel sowie Methanemissionen aus der Tierhaltung. Doch auch die Umweltauswirkungen von Dienstleistungen

werden unterschätzt. Der Tourismus bedingt einen erhöhten Energie- und Wasserverbrauch, Entstehung von Abfall, Transportemissionen und er führt zur Zerstörung natürlicher Lebensräume durch den Bedarf an Infrastruktur. Die vielfältigen Umweltauswirkungen machen nachhaltige Praktiken und Technologien erforderlich, um langfristig ein Wirtschaften innerhalb der biophysischen Grenzen des Planeten zu gewährleisten.

Die Berücksichtigung der vielfältigen Umweltauswirkungen in ökonomischen Analysen sowie in unternehmerischen und wirtschaftspolitischen Entscheidungen ist Voraussetzung für langfristigen wirtschaftlichen Erfolg. Für Unternehmen wichtige Initiativen und Regelungen wie die Non-Financial Reporting Directive, das NaDiVeG, die Corporate Sustainability Reporting Directive, die European Sustainability Reporting Standards, der Berichtsstandard GRI 207 und die Offenlegung eines länderbezogenen Ertragsteuerinformationsberichts werden im Kapitel von *Claus Staringer* ausführlich behandelt. Die Ergebnisse volkswirtschaftlicher Analysen bilden die Grundlage für wirtschaftspolitische Entscheidungen, welche die Rahmenbedingungen für alle ökonomischen Akteure setzen. Auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist eine vollständige Erfassung der Umweltauswirkungen wirtschaftlichen Handelns erforderlich. Ansonsten bleibt die Umweltschädigung oft als externe Kosten unberücksichtigt, was zu einer Verzerrung der Marktpreise, systematisch falschen Entscheidungen der ökonomischen Akteur:innen und zu einer ineffizienten Allokation von Ressourcen führt. Dieser Beitrag befasst sich mit der Frage, auf welche Weise volkswirtschaftliche Analysen in den vergangenen Jahrzehnten durch Einbezug biophysischer Informationen verbessert werden konnten.

2. Wirtschaften innerhalb der Erdsystemgrenzen

Das so genannte Erdsystem besteht aus vielen ineinandergreifenden Prozessen, die den Planeten stabil halten, aber seine Bewohnbarkeit verändern, wenn sie gestört werden. Die Grenzen des Erdsystems sind miteinander verbunden, was bedeutet, dass das Überschreiten einer sicheren Grenze für ein System Auswirkungen auf andere Systeme haben kann. Um die Klimakrise zu meistern, müssen auch die anderen Grenzen intakt sein. Jedoch ist der Planet aktuell in mehreren Dimension stark geschwächt.¹

Für den Klimawandel liegt die planetare Belastungsgrenze bei 350 ppm CO₂, wobei die Zone zunehmenden Risikos von 350 bis 450 ppm reicht, bevor ein hohes Risiko erreicht wird. Dies entspricht in etwa einem Anstieg der mittleren globalen Oberflächentemperatur von 1 °C bis 2 °C. Aus Gründen der Vorsicht wird die

¹ *Ripple et al (2023).*

planetare Grenze auf den Beginn des erhöhten Risikos festgelegt (350 ppm $\approx$ 1 °C), dh etwas unterhalb des im Pariser Abkommen festgelegten Ziels von 1,5 °C. Forscher:innen weisen zunehmend darauf hin, dass das 1,5°C-Ziel mit einem erheblichen Risiko verbunden ist, einen großen unumkehrbaren Wandel auszulösen und dass das Überschreiten von Kipp-Punkten auch bei geringeren Temperaturanstiegen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Stabilität und die charakteristische Variabilität der interglazialen Zustände des Erdsystems im Pleistozän sowie die Modellierung des Erdsystems deuten darauf hin, dass das Erdsystem wahrscheinlich in einem stabilen holozänen Zustand bleiben würde, wenn alle Grenzwerte eingehalten würden, obwohl sie vorübergehend außerhalb der Bandbreite der holozänen Variabilität liegen.²

Die Klimakrise ist wie bereits erwähnt nur eine von mehreren Erdsystemgrenzen, die von Naturwissenschaftler:innen definiert wurden.³ Neun Erdsystemgrenzen – Klima, Einbringung neuer Substanzen und Organismen, Abbau des stratosphärischen Ozons, Aerosolbelastung der Atmosphäre, Übersäuerung der Ozeane, biochemische Kreisläufe, Verfügbarkeit von Oberflächen- und Grundwasser, Landnutzungsänderung und Integrität der Biosphäre – wurden identifiziert, quantifiziert und es wurden Grenzen festgelegt, deren Überschreitung zu erheblichen Schäden für die Menschen führt (s Abb 1). Dazu gehören der fehlende Zugang zu sauberem Wasser, eine geringere Ernährungssicherheit, instabilere Ökosysteme oder der Verlust von Arbeitsplätzen durch steigende Temperaturen oder Überschwemmungen. Menschliche Aktivitäten haben sechs der neun planetaren Grenzen in Risikobereiche verschoben, die eine Bedrohung für die planetare und die menschliche Gesundheit darstellen.⁴

² Richardson et al (2023).

³ Richardson et al (2023); Rockström et al (2009); Steffen et al (2015).

⁴ Richardson et al (2023).

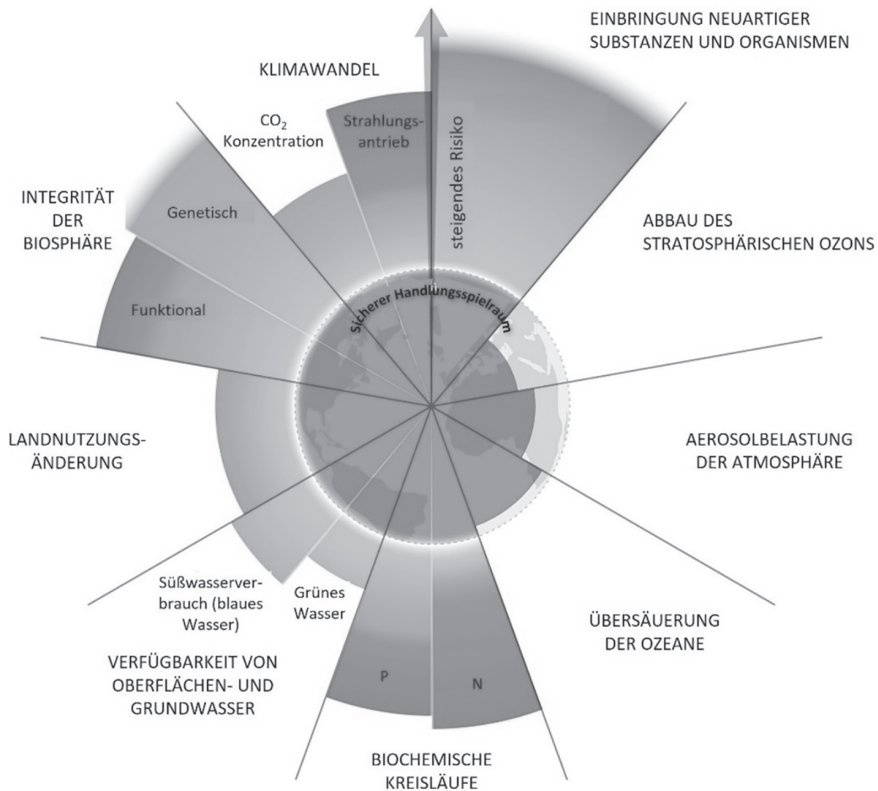


Abbildung 1: Erdsystemgrenzen (angelehnt an Richardson et al 2023)

Das Ziel der Erdsystemgrenzen ist es, geeignete Kontrollvariablen für alle Grenzen zu identifizieren und aufzuzeigen, bis zu welchem Grad Störungen zu Auswirkungen oder veränderten Wechselwirkungen führen, die möglicherweise irreversible Veränderungen der lebenserhaltenden Systeme der Erde verursachen können. Die einzelnen Grenzen des Rahmens nehmen vorindustrielle holozäne Bedingungen als Referenz für die Bewertung des Ausmaßes anthropogener Abweichungen an. Die Grenzen markieren keine eindeutigen Schwellenwerte im Zustand des Erdsystems und können daher keine Aussagen über mögliche zukünftige Entwicklungen treffen. Diese Schwellenwerte werden auf einer Ebene festgelegt, auf der die verfügbaren Belege darauf hindeuten, dass eine weitere Störung des einzelnen Prozesses möglicherweise zu einer systemischen Veränderung des Planeten führt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Dynamik und die raumzeitlichen Muster der Wechselwirkungen zwischen Geosphäre und Biosphäre sowie ihre Rückkopplungen verändert und grundlegend umgestaltet werden.⁵

⁵ Richardson et al (2023).

Hell- bis mittelgrau zeigt den Bereich mit zunehmendem Risiko. Dunkelgrau kennzeichnet die Zone mit hohem Risiko, in der die Bedingungen des Erdsystems zwischen den Eiszeiten mit hoher Wahrscheinlichkeit überschritten werden. Die Werte der Kontrollvariablen sind so normiert, dass der Ursprung die mittleren Bedingungen des Holozäns repräsentiert und die planetare Grenze (unteres Ende der Zone zunehmenden Risikos, gestrichelter Kreis) für alle Grenzen auf dem gleichen Radius liegt (mit Ausnahme der Keile, die grünes und blaues Wasser repräsentieren). Die Längen der Keile sind logarithmisch skaliert. Die oberen Ränder der Keile für die neuartigen Einheiten und die Komponente der genetischen Vielfalt der Grenzen für die Integrität der Biosphäre sind unscharf, da entweder das obere Ende der Zone mit zunehmendem Risiko noch nicht quantitativ definiert wurde (neuartige Einheiten) oder der aktuelle Wert nur mit großer Unsicherheit bekannt ist (Verlust der genetischen Vielfalt). Beide liegen jedoch weit außerhalb des sicheren Betriebsbereichs. Das Überschreiten dieser Grenzen spiegelt die beispiellose Störung des Erdsystems durch den Menschen wider, ist aber mit großen wissenschaftlichen Unsicherheiten verbunden.

Die Entwicklung ist beunruhigend. Es kommt zu extremen Ereignissen, die über die durch die Klimakrise verursachten Hitzewellen, Dürren und Überschwemmungen hinausgehen. Dies führt zu einer Gefährdung der Lebensgrundlagen, insbesondere für die am meisten gefährdeten Bevölkerungsgruppen.⁶

Der „sichere und gerechte“ Grenzwert, der die Auswirkungen auf die Erde und den Menschen berücksichtigt, liegt für den globalen Temperaturanstieg bei 1 °C über dem vorindustriellen Niveau. Der tatsächliche Anstieg liegt jedoch bereits bei mindestens 1,1 °C, wenn nicht sogar bei 1,2 °C. Im Rahmen des Pariser Abkommens haben sich die Regierungen der Welt verpflichtet, den Anstieg auf 2 °C und idealerweise auf 1,5 °C zu begrenzen, das Niveau, bei dem irreversible globale Veränderungen zu erwarten sind. Bei einem Anstieg von 1,5 °C wären mehr als 200 Millionen Menschen einer noch nie dagewesenen Jahresdurchschnittstemperatur und mehr als 500 Millionen Menschen einem langfristigen Anstieg des Meeresspiegels ausgesetzt.⁷

Zwischen 50 und 60 Prozent der Erde müssten von weitgehend intakten Ökosystemen bedeckt sein – ein Wert, der bereits heute unterschritten ist. Außerdem muss der Einsatz von Stickstoff als Düngemittel halbiert werden, um übermäßiges Pflanzen- und Algenwachstum in Oberflächengewässern sowie Ammoniak- und Stickoxidemissionen zu verringern.⁸

Für ökonomische Analysen bedeutet die Einsicht der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Erdsystem sowie die Bewertung, dass mehrere Grenzen

6 Richardson et al (2023).

7 Rockström et al (2023).

8 Rockström et al (2023).

bereits überschritten sind, dass diese Wechselwirkungen explizit berücksichtigt werden müssen. Unter expliziter Berücksichtigung der Erdsystemgrenzen zu wirtschaften bedeutet beispielsweise, innerhalb des verbleibenden Kohlenstoffbudgets zu bleiben. Das verbleibende Kohlenstoffbudget für 1,5 °C – also die Menge an CO₂, die noch emittiert werden darf, um die Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % unter 1,5 °C zu halten – beträgt 380 Milliarden Tonnen CO₂. Bei der derzeitigen Emissionsrate wäre dieses Budget in nur neun Jahren aufgebraucht. In Österreich begannen die CO₂-Emissionen im Jahr 2022 erstmals zu sinken, die Reduktion entspricht jedoch nicht der Effort-Sharing-Verordnung, die einen angemessenen Beitrag vor allem der reicheren Länder zur Reduktion der globalen THG fordert.

3. Biophysische Rechnungslegung

Zunehmend werden in der ökonomischen Modellierung und Entscheidungsunterstützung nicht nur ökonomische Variablen, sondern auch biophysische Variablen berücksichtigt. Eine systematische und kohärente biophysische Rechnungslegung ist die notwendige Grundlage dafür. Die biophysische Rechnungslegung hat ihre Wurzeln in den 1970er Jahren, als Wissenschaftler:innen begannen, die Grenzen des Wachstums und die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt zu untersuchen. Das Konzept der Erdsystemgrenzen oder planetaren Grenzen bildet eine Grundlage für die heutige Praxis der biophysischen Rechnungslegung.

3.1. Rolle der biophysischen Rechnungslegung in der Governance

Die Beziehung zwischen Rechnungslegung und Governance ist eng miteinander verknüpft, da eine effektive Governance auf einer genauen und umfassenden Rechnungslegung beruht, um sicherzustellen, dass die Ziele des Systems und seiner Elemente erreicht und die Ressourcen effizient und verantwortungsvoll eingesetzt werden.

Die Messung der Leistung ist im Allgemeinen wichtig für die Rechenschaftspflicht und die Transparenz der Systeme, für die strategische Planung, das Risikomanagement, die Ressourcenallokation und die kontinuierliche Verbesserung der Systeme. Darüber hinaus ist die biophysische Rechnungslegung unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Wirtschaft die biophysischen Grenzen respektiert. Durch die Quantifizierung natürlicher Grenzen, die Vermeidung irreversibler Umweltschäden, die Bereitstellung von Informationen über nachhaltige Ressourcennutzung, die Schaffung eines auf biophysischen Realitäten basierenden Ordnungsrahmens, die Sicherstellung der Rechenschaftspflicht für Umweltauswirkungen, die Abstimmung wirtschaftlicher Ziele mit ökologischer Nachhaltigkeit und die Unterstützung eines anpassungsfähigen Managements bietet die biophysische

Rechnungslegung einen soliden Rahmen für die Erhaltung der ökologischen Integrität innerhalb von Wirtschaftssystemen.

3.2. Frühe Ansätze und Modelle

Frühe Ansätze der biophysischen Rechnungslegung, wie das Modell der Grenzen des Wachstums,⁹ betonten die Begrenztheit natürlicher Ressourcen und die potenziellen katastrophalen Folgen eines ungebremsen Wachstums. Dieses Modell hat die Bedeutung der Ressourcen- und Emissionsbuchhaltung hervor gehoben und den Weg für die Entwicklung umfassenderer Ansätze geebnet.

Im Laufe der Jahre haben sich die Messrahmen weiterentwickelt und verfeinert. Der ökologische Fußabdruck, entwickelt von *Wackernagel* und *Rees*,¹⁰ ist ein Beispiel für einen solchen Messrahmen, der den menschlichen Ressourcenverbrauch in Bezug auf die Biokapazität der Erde misst. Der ökologische Fußabdruck hat sich als nützliches Werkzeug erwiesen, um die Nachhaltigkeit auf individueller, nationaler und globaler Ebene zu bewerten. Das Umrechnen aller relevanten Dimensionen auf eine Einheit (Fläche) liefert klare Aussagen. Würde man die österreichischen Produktions- und Lebensgewohnheiten auf die gesamte Weltbevölkerung übertragen, wären etwa drei bis vier Erden notwendig, um diesen Lebensstil aufrechtzuerhalten. Diese Zahl verdeutlicht, dass derartige Konsummuster im globalen Maßstab nicht nachhaltig sind und unterstreicht die Notwendigkeit, nachhaltigere Lebensstile zu entwickeln.

In ihrer Untersuchung des Konzepts des ökologischen Fußabdrucks argumentieren *Jeroen van den Bergh* und *Fabio Grazi*, dass es zwar ein leistungsstarkes Instrument ist, um komplexe Umweltauswirkungen in einer einzigen Kennzahl zusammenzufassen, jedoch die vielfältigen und miteinander verbundenen Aspekte dieser Probleme zu stark vereinfacht. Die Kritiker des ökologischen Fußabdrucks wenden ein, dass er eine „*schlechte Ökonomie und schlechte Umweltwissenschaft*“ sei, da er die nuancierten Handelsdynamiken, regionalen Ressourcenunterschiede sowie technologischen Veränderungen nicht adäquat berücksichtige. Die Autoren sind der Auffassung, dass politische Entscheidungsprozesse fehlgeleitet werden, ver ließe man sich ausschließlich auf diese Kennzahl. Ihrer Meinung nach liefert der ökologische Fußabdruck eine verallgemeinerte Aussage, die besagt, dass „*wir den Planeten übermäßig ausbeuten*“. Dabei werden jedoch keine detaillierten Einblicke in spezifische Umweltprobleme und -lösungen geboten.¹¹

Mehrdimensionale Satellitensysteme liefern differenziertere Informationen. Dafür setzen sich auch *John O'Neill*, *Joan Martinez-Alier* und *Giuseppe Munda*¹² ein.

9 *Meadows et al* (1972).

10 *Wackernagel* und *Rees* (1996).

11 *Van den Bergh* and *Grazi* (2014).

12 *John O'Neill*, *Joan Martinez-Alier* und *Giuseppe Munda* (1998).

Sie vertreten die Auffassung, dass die Nichtvergleichbarkeit (Inkommensurabilität) von Werten eine wesentliche Herausforderung für die gängigen ökonomischen Bewertungsmethoden darstellt, welche in der Regel alle Werte auf monetäre Begriffe reduzieren. Die Autoren postulieren, dass ökologische, soziale und kulturelle Werte per se vielfältig sind und folglich nicht durch eine einzige Metrik adäquat erfasst werden können. Die Anerkennung der Pluralität von Werten impliziert die Akzeptanz der Unvereinbarkeit einiger Werte mit einer monetären bzw. jeder eindimensionalen Quantifizierung sowie die Forderung nach der Anwendung alternativer Bewertungsmethoden. In ihrer Kritik an der neoklassischen Wirtschaftstheorie betonen sie, dass die Missachtung dieser Inkommensurabilität dazu führt, dass wichtige ethische, kulturelle und ökologische Aspekte bei Entscheidungsprozessen unberücksichtigt bleiben.

Zur Behebung dieses Problems wird die Integration der biophysischen Rechnungslegung befürwortet, welche die physischen und biologischen Aspekte von Ökosystemen mithilfe objektiver, wissenschaftlich fundierter Messgrößen quantifiziert. Diese Methode fungiert als Ergänzung zur ökonomischen Bewertung, indem sie die biophysischen Grenzen und die Belastbarkeit als wesentliche Faktoren hervorhebt, die bei der Erreichung von Nachhaltigkeit zu berücksichtigen sind. Die Integration biophysischer Messgrößen in die ökonomischen Bewertungen ermöglicht es politischen Entscheidungsträger:innen, den Reduktionismus rein monetärer Ansätze zu vermeiden. *O'Neill, Martinez-Alier und Munda* empfehlen die Anwendung einer Multikriterienanalyse sowie demokratischer Beteiligungsprozesse, um unterschiedliche Werte zu berücksichtigen und Interessengruppen in die Entscheidungsfindung einzubeziehen.

3.3. Integration biophysischer Auswirkungen in ökonomische Analysen

*William Kapp*¹³ hat mit seiner Betonung der sozialen und ökologischen Kosten wirtschaftlicher Aktivitäten einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung der Wirtschaftswissenschaft geleistet. Sein wegweisendes Werk „*The Social Costs of Private Enterprise*“, welches im Jahre 1950 publiziert wurde, legte den Grundstein für die heutige Umweltökonomie. *Kapp* postulierte, dass in konventionellen Wirtschaftssystemen die negativen externen Effekte, wie Umweltverschmutzung und Ressourcenverbrauch, die von Privatunternehmen verursacht werden, häufig ignoriert oder unterschätzt werden. Er führte den Begriff der sozialen Kosten ein, der sich nicht nur auf die von Unternehmen getragenen direkten Kosten, sondern auch auf die indirekten Kosten für Gesellschaft und Umwelt bezieht. *Kapps* Arbeit verdeutlichte die Notwendigkeit einer umfassenden Buchführung, welche die externen Effekte berücksichtigt, um sicherzustellen, dass wirtschaft-

¹³ *William Kapp* (1950; 1963).

liche Aktivitäten nicht das gesellschaftliche Wohlergehen und die ökologische Gesundheit beeinträchtigen.

In Bezug auf die biophysische Rechnungslegung sind *Kapps* Beiträge von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der Berücksichtigung von Umweltzerstörung in Wirtschaftssystemen. Sein Bestreben galt der Integration ökologischer und sozialer Aspekte in wirtschaftliche Analysen und Entscheidungsprozesse. *Kapps* Ideen ebneten den Weg für Methoden zur Quantifizierung der Umweltauswirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten und führten zu einer verstärkten Verwendung physischer und biologischer Messgrößen neben den traditionellen finanziellen Messgrößen. Die Berücksichtigung dieser Messgrößen gewährleistet die Identifizierung und Berücksichtigung der tatsächlichen Kosten wirtschaftlicher Aktivitäten. Dies fördert eine nachhaltigere und verantwortungsbewusstere Wirtschaftspolitik, welche die ökologischen Grenzen respektiert und die langfristige ökologische Nachhaltigkeit in den Vordergrund stellt.

Nicholas Georgescu-Roegen kann als Pionier der Wirtschaftswissenschaften bezeichnet werden. Seine Arbeit hat die ökologische Ökonomie sowie die biophysische Rechnungslegung maßgeblich beeinflusst. Sein wesentlichster Beitrag ist die Anwendung der Gesetze der Thermodynamik auf ökonomische Prozesse, insbesondere das Konzept der Entropie. In seinem wegweisenden Werk „The Entropy Law and the Economic Process“¹⁴ argumentierte *Georgescu-Roegen*, dass ökonomische Aktivitäten unweigerlich zu einer Verschlechterung der Qualität von Energie und Materie, einer Erhöhung der Entropie sowie einer irreversiblen Umweltzerstörung führen. Diese Sichtweise stellte die traditionelle wirtschaftliche Ausrichtung auf ständiges Wachstum in Frage, indem sie die physischen Grenzen der Natur hervorhob und die Notwendigkeit nachhaltiger Wirtschaftspraktiken betonte, welche diese Einschränkungen berücksichtigen.

Die Forschungsarbeiten von *Georgescu-Roegen* legten den Grundstein für die Entwicklung der biophysischen Rechnungslegung, welche die Einbeziehung physischer und biologischer Messgrößen in die Wirtschaftsanalyse zum Gegenstand hat. Er postulierte die Anerkennung von Energie- und Materialflüssen als grundlegende Komponenten von Wirtschaftssystemen und dass Wirtschaftsmodelle die Realität endlicher Ressourcen und die ökologischen Auswirkungen ihrer Nutzung widerspiegeln sollten. Die Integration thermodynamischer Prinzipien in die Wirtschaftswissenschaften ermöglichte *Georgescu-Roegen* die Entwicklung eines Rahmenkonzepts, welches das Verständnis der tatsächlichen Kosten wirtschaftlicher Aktivitäten sowie der Bedeutung der Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts fördert. Seine Beiträge haben maßgeblich zur Entwicklung von theoretischen Ansätzen beigetragen, die darauf abzielen, Nachhaltigkeit durch Berücksichtigung der biophysischen Grenzen des Wirtschaftswachstums zu erreichen.

14 *Nicholas Georgescu-Roegen, The Entropy Law and the Economic Process (1971).*

*Herman Daly*¹⁵ kann als Pionier der ökologischen Ökonomie bezeichnet werden. Er hat maßgeblich zur Integration ökologischer Prinzipien in die Wirtschaftstheorie beigetragen. Sein bekanntestes Werk ist das Konzept einer Steady-State-Wirtschaft, welches ein Wirtschaftssystem meint, das einen stabilen Ressourcenverbrauch und eine stabile Bevölkerungsgröße aufrechterhält und sicherstellt, dass die wirtschaftlichen Aktivitäten innerhalb der ökologischen Grenzen der Erde bleiben. *Daly* hinterfragt die konventionelle Ausrichtung auf kontinuierliches Wirtschaftswachstum und argumentiert, dass ein solches Wachstum aufgrund der begrenzten natürlichen Ressourcen und der damit verbundenen Umweltzerstörung nicht nachhaltig ist. In seiner Arbeit legt er dar, dass ein grundlegendes Umdenken in Bezug auf wirtschaftliche Ziele erforderlich ist, um ökologische Nachhaltigkeit und menschliches Wohlergehen über das reine BIP-Wachstum zu stellen.

Im Bereich der biophysischen Rechnungslegung hat sich *Daly* maßgeblich für die Verwendung physischer und biologischer Messgrößen zur Messung der Wirtschaftsleistung und der Umweltauswirkungen eingesetzt. *Daly* tritt für die Berücksichtigung biophysischer Beschränkungen in Wirtschaftsmodellen ein, beispielsweise für die Grenzen der Ressourcenentnahme und der Abfallaufnahmekapazität von Ökosystemen. Der Ansatz dient der Untermauerung seiner Kritik an traditionellen ökonomischen Analysen, welche Umweltschäden und Ressourcenverknappung häufig nicht berücksichtigen. Durch die Integration der biophysischen Rechnungslegung bietet *Daly* einen ganzheitlicheren Rahmen für das Verständnis der wahren Kosten und der Nachhaltigkeit wirtschaftlicher Aktivitäten. Zudem fördert er politische Maßnahmen, welche wirtschaftliche Praktiken an ökologischen Realitäten ausrichten.

Die Ökonomie spielt eine entscheidende Rolle bei der Schaffung von Nachhaltigkeit, indem sie Analysen, Instrumente und Vorschläge für Rahmenbedingungen liefert, die für das Verständnis und die Steuerung der Wechselwirkungen zwischen wirtschaftlichen Aktivitäten und der Umwelt erforderlich sind. In traditionellen Wirtschaftsmodellen wird häufig ein Fokus auf Wachstum und Effizienz gelegt, was mitunter zu Lasten der ökologischen Gesundheit geht. Die ökologische Ökonomie baut auf die Arbeiten von *Kapp*, *Georgescu-Roegen* und *Daly* auf, führt Prinzipien ein, welche die Relevanz einer nachhaltigen Entwicklung betonen, und berücksichtigt, dass Wirtschaftssysteme innerhalb der limitierten Kapazitäten natürlicher Ökosysteme operieren. Die Berücksichtigung von Umweltkosten und -nutzen bei wirtschaftlichen Entscheidungen ermöglicht die Entwicklung politischer Maßnahmen zur Förderung der Ressourcenschonung, zur Reduzierung der Umweltverschmutzung sowie zur Gewährleistung einer gerechten Verteilung der Ressourcen. Dies fördert letztlich die langfristige wirtschaftliche und ökologische Widerstandsfähigkeit.

¹⁵ *Herman Daly* (1977; 1991; 1996).