

# Die Grenzen der physikalischen Methode in der Ökonomie

Julian Arndts

Vortrag bei den Hayek-Tagen am 9. Juni 2011 in Freiburg

Physik ist elegant; Physik ist präzise; Physik öffnet ein Universum neuer Ideen und Instrumente. Deshalb versuchen Physiker und Ökonomen, physikalische Modelle auf ökonomische Systeme anzuwenden. Im ersten Teil des Vortrags werde ich ein paar fruchtbare Ansätze nennen. Im zweiten Teil werde ich zehn fundamentale Unterschiede zwischen Physik und Ökonomie beschreiben, also die Grenzen der physikalischen Methode in der Ökonomie aufweisen, vor allem aus der Sicht Hayeks und der Österreichischen Schule. Und im dritten Teil werde ich ein paar Schlüsse ziehen. Unsere Betrachtungen helfen, die Physik und die Ökonomie besser zu verstehen, sich ihrer jeweiligen Einzigartigkeit bewusst zu werden. Wer die Unterschiede verstehen will, muss zunächst das Gemeinsame erkennen.

Erster Teil:

Es gibt durchaus zahlreiche Erfolge, viele Parallelen zwischen Ökonomie und Physik. Ich werde hier einige Punkte nur kurz nennen: Erstens das Maximum-Entropie-Prinzip, das sowohl in der Physik als auch in der Ökonomie sehr fruchtbar angewendet werden kann. Ich werde später darauf zurück kommen, wenn wir über die Grenzen des Wissens sprechen. Zweitens: Transaktionskosten und Informationskosten induzieren Strukturbildungsprozesse sowohl in der Physik als auch in der Ökonomie. Drittens: Gewisse Formen der Skaleninvarianz und Potenzgesetze tauchen sowohl in der Physik als auch in der Ökonomie auf. Viertens: Gewisse

Differentialgleichungen in der Ökonomie ähneln denen in der Physik - und dann kann man sie durchaus physikalisch interpretieren, sich also von physikalischen Analogien inspirieren lassen, um die Differentialgleichungen leichter zu lösen. Fünftens: Analogien zwischen Ökonomie und Physik können auch hilfreich sein, um die Unausweichlichkeit bestimmter ökonomischer Gesetzmäßigkeiten zu illustrieren, zum Beispiel die Endlichkeit knapper Ressourcen oder die Logik von Angebot und Nachfrage. So wie man die Naturgesetze nicht außer Kraft setzen kann, so kann man auch die ökonomischen Gesetzmäßigkeiten nicht außer Kraft setzen. Schließlich: Mathematik gestattet auch, das nicht Mathematisierbare zu beschreiben, die Grenzen unseres Wissens; man denke nur an Gödel. So wie man auch Sprache verwenden kann, um die Grenzen des Formulierbaren zu beschreiben: Ich weiß, dass ich nichts weiß. Oder: Ich weiß, dass ich nur wenig weiß. Mathematik ist mindestens so sehr eine strukturelle Wissenschaft, wie sie eine quantitative Wissenschaft ist.

Zweiter Teil:

Und nun komme ich bereits zum zweiten Teil des Vortrags: Zehn fundamentale Unterschiede zwischen Physik und Ökonomie, die den Enthusiasmus zumindest ein wenig zügeln dürften:

1. Die Einzigartigkeit des Menschen:

Hier liegt der vermutlich offenkundigste und zugleich fundamentalste Unterschied zwischen Physik und Ökonomie: Die Ökonomie handelt vom Menschen. Menschen haben Präferenzen, Ziele, Wünsche, Träume. Das sind Kategorien, die die Physik nicht kennt. Während der Übergang zwischen den Naturwissenschaften, also von der Physik zur Chemie und dann zur Biologie,

kontinuierlich ist, gibt es durch das Auftreten des Menschen eine echte Diskontinuität, einen echten Sprung von der Natur zur Kultur. Wichtig ist hier die Einzigartigkeit des Menschen, die Individualität eines jeden Menschen. Wenn wir in der Physik ein Elektronensystem betrachten, dann können wir alle Elektronen tatsächlich als identisch ansehen, als Repräsentanten der Klasse aller Elektronen. In der Ökonomie hingegen betrachten wir Menschen, und alle Menschen sind einzigartig. Mittelalterliche Philosophen der Scholastik sprachen von der Haecceitas, also der "Diesheit", die auf das Einzigartige des Individuums weist, in Abgrenzung zur Quidditas, also der "Washeit", die die allgemeinen Eigenschaften umfasst. Die Ökonomie ist anders als die Physik durch die Haecceitas geprägt.

Analogien zur Physik mögen oft fruchtbar sein, aber sie sollten uns nicht dazu verleiten, Dimensionen der Welt zu ignorieren, die die Physik nicht erfassen kann, wie die Individualität des Menschen. Das erinnert an das Gleichnis mit dem Lichtkegel: Ein Mann sucht im Lichtkegel einer Straßenlaterne nach seiner Uhr, die er zuvor verloren hat. Ein anderer Mann kommt vorbei und fragt: "Was suchst Du?" - "Meine Uhr." - "Hast Du sie denn überhaupt hier an dieser Stelle verloren?" - "Nicht unbedingt, aber nur hier habe ich genug Licht, um sie finden zu können." Dieses Gleichnis lässt sich auch auf die Ökonomie übertragen: Wer nur im Lichtkegel der Physik sucht, der wird nur finden, was die Physik beleuchtet. Viele der faszinierendsten Fragestellungen jedoch befinden sich außerhalb dieses Lichtkegels: Fragen der Kultur, der Geschichte, der Philosophie. Man braucht also viele verschiedenen Erkenntnis Modi, Wissenschaften, Lichtkegel, um Probleme umfassend zu analysieren.

## 2. Der Freie Wille:

Der Mensch zeichnet sich vor allem aus durch seinen Freien Willen - und ich meine den Freien Willen des metaphysischen Libertarismus: Während die Deterministen behaupten, der Mensch sei vollkommen dem Zwang von Ursache und Wirkung unterworfen, der Freie Wille also eine reine Illusion, und die Kompatibilisten wiederum behaupten, der Mensch könne zwar tun, was er wolle, aber nicht wollen, was er wolle, sagen die metaphysischen Libertären: Der Mensch kann nicht nur tun, was er will, sondern auch wollen, was er will. Er kann wirklich frei wählen. Meines Erachtens ruht die Philosophie des politischen Liberalismus oder Libertarismus auf einem solideren Fundament, wenn man den metaphysischen Libertarismus, also die Existenz eines wirklich Freien Willens, annimmt.

Der Mensch transzendiert die Natur. In einer rein physikalischen Welt gibt es den Freien Willen nicht: Denn wenn die Welt rein deterministisch ist, dann ist alles vorherbestimmt, den Gesetzen von Ursache und Wirkung unterworfen. Wenn die Welt hingegen rein indeterministisch ist, dann ist alles zufällig; auch dann haben wir keinen Freien Willen; denn ein Würfel hat ebenfalls keinen Freien Willen. Jeder Mensch hat also einen göttlichen Funken in sich. Der Mensch erschafft die Welt immer wieder neu; ermöglicht immer neue Freiheitsgrade. Der Freie Wille des Menschen steht im Zentrum liberaler ökonomischer Theorien. Physik allein ist hier nicht genug. Um den Freien Willen zu erfassen, müssen wir über die Physik hinausgehen, Metaphysik betreiben. Wir müssen also sicherstellen, dass die physikalische Methode, die intellektuell inspirierend sein kann, nicht in eine Art Physikalismus umschlägt, also in die metaphysische These, dass es nichts Reales über die physikalische Welt hinaus geben kann. Deshalb sollte sich ein moderner Liberalismus auch den Sinn für die Transzendenz bewahren

und im besten Sinne des Wortes postsäkular sein.

### 3. Der Unternehmer als Initialkraft:

Das Problem vieler ökonomischer Modelle ist, dass sie die treibende Kraft oder Initialkraft ökonomischer Entwicklungen ignorieren: nämlich den Unternehmer. Der Unternehmer antizipiert Entwicklungen, die vom Status quo deutlich abweichen, im Modell also noch gar nicht enthalten sind; er antizipiert Präferenzen, die die Marktteilnehmer selbst noch gar nicht haben, sondern erst in der Zukunft haben könnten. Er hat ein Gespür für die radikale Unsicherheit dieser Welt, und er ist selbst eine Quelle dieser radikalen Unsicherheit, da er die Welt stets neu erfindet und erschafft. Diese Form der radikalen Unsicherheit nennt man oft auch Knightsche Unsicherheit, nach dem Ökonomen Frank Knight, einem der Begründer der Chicago School, der hier eine sehr Österreicherische Einsicht hatte. Ökonomische Theorien, die den Unternehmer und das Unternehmertum ausblenden, laufen Gefahr, beim Gleichgewichtsdenken des Walras-Auktionators zu landen, also der Idee, dass der Markt rein statisch und alle Information einem Zentralplaner zugänglich sei. Daher sollte der Unternehmer im Mittelpunkt unserer Betrachtungen stehen.

### 4. Die Evolution des Designs:

In vielen ökonomischen Modellen geht man davon aus, dass die Regeln konstant und exogen sind, so wie in der Physik die Naturgesetze konstant und exogen sind. Man hat also strikt voneinander getrennt auf der einen Seite das Design oder Regelwerk und die Designer oder Regelsetzer - und auf der anderen Seite die Spieler oder Marktteilnehmer: In der realen Welt jedoch sind diese Sphären nicht so klar abgrenzbar. Die Designer selbst,

also die Regelsetzer, zum Beispiel Politiker oder Regulierer, sind in der Realität meist Teil des Spiels, da sie ihrerseits Anreize ausgesetzt sind, wie die Politische Ökonomie oder Public Choice Theory von James Buchanan und Gordon Tullock beschreibt. Übrigens: Im Sinne der Ordnungstheorie oder des Ordoliberalismus wäre es natürlich weitaus segensreicher, wenn die Designer nicht Teil des Spiels wären, sondern sich zurückhalten würden. Und die Spieler wiederum haben reale Auswirkungen auf das Design, zum Beispiel Unternehmer als Quellen des Nichtgleichgewichts oder Marktteilnehmer, die durch Intermediation die Marktarchitektur selbst verändern. Wir haben es also nicht nur mit designenden Designern und spielenden Spielern zu tun, sondern auch mit spielenden Designern und designenden Spielern. Das Design selbst ist emergent, evolutionär, endogen.

#### 5. Die Bedeutung der Informationsarchitektur:

Eng damit verbunden ist die Einsicht, dass die Informationsarchitektur ökonomischer Systeme stark von der Informationsarchitektur physikalischer Systeme abweicht. In der Ökonomie gibt es Rückkopplungseffekte, die es so in der Physik nicht gibt: Wenn ein Physiker eine neue Theorie findet, die ein Elektronensystem beschreibt, dann ist dies den Elektronen herzlich egal. Wenn jedoch ein Ökonom eine neue Theorie findet, die das Verhalten von Händlern an den Finanzmärkten beschreibt, dann ist es gut möglich, dass die Händler ihr Verhalten ändern, wenn sie von der Theorie lernen. Das Modell selbst verändert die Welt. Man würde also ein Modell brauchen, das sich selbst bereits enthält, und das ist schwer möglich. Es gibt in der Ökonomie also eine zusätzliche Komplexitätsebene, eine raffiniertere Informationsarchitektur.

In ökonomischen Systemen kann Information höherer Ordnung eine wichtige

Rolle spielen. Das Elektron weiß (oder: es verhält sich so, als wüsste es), dass die Naturgesetze gelten, und es weiß, dass die anderen Elektronen wissen, dass die Naturgesetze gelten, und es weiß, dass die anderen Elektronen wissen, dass die anderen Elektronen wissen, dass die Naturgesetze gelten, und so weiter, ad infinitum. Bei Menschen hingegen bricht diese Kette irgendwann ab. So können etwa Spekulationsblasen entstehen. Jeder Marktteilnehmer weiß, dass ein bestimmtes Papier überbewertet ist, und jeder Marktteilnehmer weiß, dass jeder weiß, dass es überbewertet ist, aber vielleicht weiß nicht jeder, dass es jeder weiß, dass es jeder weiß. Und so kann es durchaus rational sein, an diesem eigentlich überbewerteten Papier festzuhalten, solange bis durch neue Schellingpunkte oder Fokalpunkte, also für alle sichtbare neue Information, aus der Information erster und zweiter Ordnung Information höherer Ordnung wird. Keynes sprach mit Blick auf diese Information höherer Ordnung von einer Art rekursivem Schönheitswettbewerb.

Man kann die Unterschiede zwischen Naturwissenschaften und Sozialwissenschaften wie folgt zusammenfassen: Naturwissenschaftler wollen Theorien über Dinge aufstellen; Sozialwissenschaftler hingegen wollen Theorien über Dinge aufstellen, die Theorien aufstellen.

## 6. Die Grenzen des Wissens:

Hayek sprach von drei Quellen unserer Werte und unseres Wissens: erstens die Vernunft; zweitens die Intuition; drittens die Tradition, also das Ergebnis jahrtausendelanger kultureller Evolution. Wir haben also drei verschiedene Erkenntnis Modi, drei verschiedene Lichtkegel, von denen die Physik höchstens einen, vermutlich jedoch keinen erfassen kann. In der physikalischen Welt gibt es eben nur Information; mit dem Menschen kommt

Wissen hinzu. Aus der gigantischen Informationsmenge müssen ökonomische Akteure die relevante Information herausfiltern. Man braucht also einen Filter, um Information in Wissen zu verwandeln. So wie der Bildhauer Stein wegschlagen muss, damit die von ihm ersonnene Skulptur zum Vorschein kommt, so muss der Denker Information weglassen, damit er zu Wissen gelangt. Es ist gerade die Endlichkeit der Ressourcen zur Informationsverarbeitung, es sind die Grenzen der Vernunft und die Grenzen unseres Wissens, die die Ökonomie so interessant machen. Hayek betont die Erkenntnisquellen jenseits der Vernunft. Eine Erkenntnisquelle, die wir nicht vergessen sollten, ist übrigens auch der gesunde Menschenverstand.

Es ist übrigens kein Zufall, dass das vorhin genannte Maximum-Entropie-Prinzip sowohl in der Physik auftaucht als auch in der Ökonomie. Das Maximum-Entropie-Prinzip beruht auf der Einsicht, dass wir nur wenig wissen; denn die Entropie ist nichts anderes als ein Maß für unser Nicht-Wissen. Dieses Prinzip ist also ein Ausdruck unserer epistemologischen Bescheidenheit, der Einsicht in die Grenzen unseres Wissens. Man hütet sich also gerade vor der Anmaßung des Wissens. Diese epistemologische Zurückhaltung übrigens verbindet den Konservatismus eines Edmund Burke mit dem Liberalismus von Friedrich August von Hayek.

## 7. Die Probleme der Aggregierung:

Die Physik beruht auf messbaren Größen wie Masse, Ladung, Energie. Um diese Größen zu definieren, muss man sehr viele physikalische Objekte zusammenfassen, also aggregieren. Das kann man in der Physik auch ohne größere Bedenken tun, da beispielsweise alle Elektronen einander identisch sind. In der Ökonomie hingegen führt diese Aggregierung in die Irre. Hayek sprach vom "Kollektivismus der szientistischen Methode". Wenn man von "dem

Staat" spricht oder "der Gesellschaft" oder "der Wirtschaft", meint man in Wahrheit Millionen Individuen mit ihren jeweiligen Präferenzen und ihrem lokalen Wissen; ebenso wenn man von "dem Markt" spricht: Daher spreche ich lieber im Plural von "Märkten" als im Singular von "dem Markt", weil Märkte selbst emergent sind und sich die Marktarchitektur immerzu verändert. Man sollte auch hellhörig werden, wenn von "dem Fortschritt" gesprochen wird; auch hier ist es besser, im Plural von vielen "Fortschritten" zu sprechen.

Die Neigung, wie in der Physik zu aggregieren, macht viele Ökonomen blind für die entscheidenden Faktoren: Wer zum Beispiel viele Millionen Kapitalgüter einfach unter der Variable K aggregiert, ist blind für die Heterogenität der Kapitalstruktur, die sehr oft essentiell ist. Hier sind wir schon bei der Österreichischen Kapital- und Konjunkturtheorie. Zu viele Ökonomen folgen unbewusst einem mechanistischen Ansatz: Begriffe aus dem Bereich physikalischer Versuchsanordnungen fließen in die Sprache und irgendwann auch ins Denken ein. Die Wirtschaft wird wie eine Maschine behandelt: Man will "die Wirtschaft ankurbeln", "mal ordentlich Gas geben", "mehr Geld hineinpumpen" und so fort. Diese Tendenz zur Aggregation und Mechanisierung sollte man vermeiden.

#### 8. Die Grundlagen der Empirie:

Des weiteren unterscheiden sich Physik und Ökonomie wesentlich in ihren empirischen Grundlagen. Physikalische Experimente sind in der Regel replizierbar, ökonomische Situationen hingegen nicht. Physikalische Systeme sind isolierbar, ökonomische Systeme sind es nicht. Physikalische Größen lassen sich meist problemlos messen; bei ökonomischen Größen ist es wesentlich schwieriger, da wir hier wiederum dem Problem der Aggregierbarkeit begegnen und da ökonomische Größen oft eine subjektive

Dimension haben. Zwar kann man den Markt selbst und den Preismechanismus als Messinstrument verwenden, um weit verstreute individuelle Präferenzen zu aggregieren, aber hier kommt man zu unterschiedlichen Ergebnissen, je nachdem welche Fragen man am Markt, oder besser an den Märkten, stellt, je nachdem welche Größen genau man bestimmen will.

## 9. Die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsstruktur:

Die Wahrscheinlichkeitsstrukturen ökonomischer Systeme unterscheiden sich fundamental von denen physikalischer Systeme. In der Physik lassen sich Systeme gut isolieren und Wahrscheinlichkeiten daher ziemlich genau bestimmen. Wenn sich in einem Tunnelexperiment ergibt, dass ein Elektron aufgrund von Quanteneffekten einmal alle tausend Jahre durch die Barriere tunnelt, dann kann man mit beträchtlicher Sicherheit verkünden: Das Jahrtausendereignis tritt einmal pro Jahrtausend ein. Man weiß auch ziemlich genau, was dann passiert. In der Ökonomie hingegen kann es vorkommen, dass jedes Jahrzehnt ein Jahrtausendereignis eintritt, und wenn es passiert, weiß man oft auch nicht so genau, was dann geschieht. Viele Finanzwissenschaftler lebten vor der letzten Finanzkrise in der zweidimensionalen Welt des Capital Asset Pricing Model, in der Welt von Erwartungswert und Volatilität. Sie ignorierten die Effekte von Skewness, also Schiefe, und Kurtosis, also Wölbung. Die Kurtosis ist ein Maß für die Abweichung von der Gaußschen Normalverteilung und von den Wahrscheinlichkeiten, wie man sie aus physikalischen Systemen kennt, etwa der Brownschen Bewegung. Es kann vorkommen, dass über einige Jahrzehnte mehr als die Hälfte der Kurtosis auf einen einzigen Tag zurückgeht, wie der Ökonom und Mathematiker Nassim Taleb beschreibt. Das Gesetz der Großen Zahlen gilt hier also nicht. Die Kurtosis lässt sich praktisch nicht messen.

Vorhersagen über Ereignisse beruhen immer auf einer Mischung aus Empirie und A-Priori-Annahmen. Je seltener Ereignisse stattfinden, desto weniger empirische Daten haben wir und desto mehr müssen wir uns auf unsere A-Priori-Annahmen verlassen; desto weniger wissen wir also, was genau passieren wird. Zudem gibt es in ökonomischen Systemen, wie wir gesehen haben, Akteure mit Freiem Willen und Formen der radikalen Unsicherheit oder Knightschen Unsicherheit, die sich durch keine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschreiben lassen, auch nicht durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Das alles macht wahrscheinlichkeitstheoretische Vorhersagen in der Ökonomie und Finanzwissenschaft so schwierig. Man sollte hier also gerade nicht das Wahrscheinlichkeitskalkül der Physik zugrunde legen.

#### 10. Biologische Modelle in der Ökonomie:

Die Biologie ist die Wissenschaft vom Leben, und das Leben zeichnet sich aus durch Informationsverarbeitung, durch lokale Entropiereduktion, also Strukturbildung, durch Nichtgleichgewichte. Biologische Systeme sind geprägt durch spontane Selbstorganisation, durch emergente Ordnungen, durch Teleologie, also Zielgerichtetheit, durch die Fähigkeit zu lernen und durch Evolution, also das Zusammenspiel von Replikation, Variation und Selektion. All das erinnert Ökonomen an die Eigenschaften von Märkten und anderen ökonomischen Systemen, gerade auch aus der Sicht der Österreichischen Schule. Deshalb liegt es nahe, biologische Modelle auf die Ökonomie anzuwenden; denn die Biologie scheint der Ökonomie ähnlicher und näher zu sein als die pure Physik. Doch auch biologische Modelle vermögen nicht, die Reaktionen intelligenter Marktteilnehmer zu erfassen. Eine neue Theorie über Elefanten wird diese in keiner Weise beeindrucken, und Elefanten machen sich auch keinerlei Gedanken darüber, was andere Elefanten denken,

was andere Elefanten denken; und Elefanten verändern ihre Umgebung auch weitaus weniger stark als Menschen. Die Biologie mag wie die Physik eine fruchtbare Quelle der Inspiration für Ökonomen sein; der Einzigartigkeit des Menschen wird die Biologie jedoch ebenso wenig gerecht wie die Physik.

Dritter Teil:

Welche Schlüsse können wir aus den Betrachtungen ziehen?

Es gibt zahlreiche Erfolge der physikalischen Methode in der Ökonomie, die einen optimistisch stimmen dürfen. Viele Ökonomen neigen aber dazu, die Möglichkeiten zu überschätzen und Fragestellungen in ein enges physikalisches Korsett zu pressen oder - wenn dies nicht möglich ist - sie einfach zu ignorieren. Ebenfalls bedenklich ist, wenn sich implizite Annahmen aus der Physik in ökonomische Theorien einschleichen, so zum Beispiel die Unendlichkeit der Ressourcen zur Informationsverarbeitung oder die Exogenität und Konstanz der Naturgesetze.

Es ist faszinierend, dass sogar in der Physik selbst diese Annahmen zunehmend kritisiert werden, zum Beispiel von John Wheeler und Rolf Landauer. Im Wheeler-Landauer-Universum sind die Naturgesetze selbst variabel und endogen statt konstant und exogen. Die fundamentalen Unterschiede zwischen Naturwissenschaften einerseits und Sozialwissenschaften andererseits bleiben natürlich bestehen. Aber zumindest wäre dann die Physik offener für Ideen wie die Endlichkeit der Ressourcen zur Informationsverarbeitung, die Wichtigkeit von Informationsfiltern, raffiniertere Informationsarchitekturen, die Emergenz und die Evolution der Naturgesetze selbst; und wenn wir uns tatsächlich in einem Wheeler-Landauer-Universum wiederfinden, dann wäre sogar Raum für

den libertären genuin Freien Willen, da die Naturgesetze zwar wirken, aber nicht unendlich präzise, sondern nur endlich präzise sind. Die Hayeksche Kritik am Szientismus lässt sich also auf beide Wissenschaften anwenden, und in beiden Wissenschaften lassen sich neue Erkenntnisse finden, wenn man diese Kritik berücksichtigt.

Und so kann man auf eine sehr interessante, überraschende Weise Physik und Ökonomie vermutlich doch wieder zueinander führen.