



Von der Ergodenhypothese der Physik zum Ergodenaxiom in der Ökonomik

Genealogie einer Idee & methodologische Implikationen

Mark Kirstein

Doktorand & Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Professur für VWL, insb. Managerial Economics
TU Dresden

Linz, 5. Dezember 2015

7. Wintertagung des ICAE : Ökonomie! Welche Ökonomie? Zu Stand
und Status der Wirtschaftswissenschaft

(Wieder-)Entdeckung des Ergodenaxioms

„Die Ergodizitäts-Annahme taucht auch in der heterodoxen Diskussion sowie in der dogmengeschichtlichen Literatur für gewöhnlich *nicht* auf. Statt diesen zusammenfassenden Begriff zu verwenden [...] (siehe z. B. Davidson 1984, 2009) wird in der heterodoxen Kritik üblicherweise das statische Weltbild der Neoklassik, die Vernachlässigung von Zeit bzw. Geschichtlichkeit sowie das Ausblenden von Unsicherheit kritisiert.“ (Hirte und Thieme, 2013, S. 28 f.)

- als Kernannahme des vorherrschenden ökonomischen Forschungsprogramms (im Sinne Lakatos')
(Heise, 2012, 2015, S. 85, S. 6) (Hirte und Thieme, 2013, S. 64,) (schon bei Davidson, 1984)
 - 1 Rationalitätsaxiom,
 - 2 Substitutierbarkeitsaxiom
 - 3 Ergodenaxiom

- aktuelle Diskussion im JPKE E-NE-Approach
 - Rod O'Donnell (2014). „A critique of the ergodic/nonergodic approach to uncertainty“. In: *Journal of Post Keynesian Economics* 37 (2), 187–209. DOI: [10.2753/PKE0160-3477370201](https://doi.org/10.2753/PKE0160-3477370201)
 - Paul Davidson (2015). „A rejoinder to O'Donnell's critique of the ergodic/nonergodic explanation of Keynes's concept of uncertainty“. In: *Journal of Post Keynesian Economics* 38 (1), 1–18. DOI: [10.1080/01603477.2015.1078701](https://doi.org/10.1080/01603477.2015.1078701)

Ergodenansatz

- Ergodenhypothese := \exists eindeutiges und invariantes Maß eines dynamischen Systems
- in der Ökonomik oft ein W -Maß (W -Verteilung)
- Ensemble (Raum) = Zeit : Systemverhalten über alle möglichen Zustände entspricht dem Verhalten über alle Zeit
- ↪ Zeit braucht nicht länger berücksichtigt zu werden
- ↪ Zeit ist (nur) eine Illusion

Medio Macroecon Dyn 1999

„The problem in any coherent narrative [...] is where to locate the invariance when confronting pervasive change.“ (Mirowski, 1994, S. 14)

Ist Zeit nur eine Illusion?



„Für uns gläubige Physiker hat die Scheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur die Bedeutung einer, wenn auch hartnäckigen, Illusion“

(Albert Einstein in einem Kondolenzbrief an die Familie Michele Bessos)

Kann es (ökonomische) Wahrheiten außerhalb der Zeit geben?

⇒ Zeitlose Wahrheit z. B. (Natur-)Gesetze = allgemeines GG

Existenz eines zeitlosen ökonomischen GG ⇒ ergodische ökonomische Theorie

- Smolin *Temporal Naturalism* 2013
- Whitehead *Process and Reality* 1929, Rescher *Process Philosophy*

Aus den NW abgeleitete Received View einer wissenschaftl Methode

- Wissenschaftl. Methode: isolierte kontrollierte Experimente, reduktionistischem Ansatz folgend
- \nexists wissenschaftl. superiore Methode für alle Disziplinen
Popper *LdF* 1935, Feyerabend *WdM* 1976
- Wissenschaft als geteilte Auffassung ethischer Prinzipien Smolin 2013

Nicht-ergodischer Ansatz

- Ensemble (Raum) \neq Zeit (Scharmittel \neq Zeitmittel)
- multiple (mglw. instabile) Equilibria
- chaotisches Verhalten oder Pfadabhängigkeit
- Zeit als essentielles Medium für das kreative Element in ökonomischen Prozessen
- Phasenraum evolviert in nicht vorhersehbarer nicht-arithmomorpher Weise

Koppl u. a., P. Davidson; O. Peters; MK

Idee eines Kontingenzraums ...

Aufgabe: Konstruiere einen Hyperphasenraum, der alle zukünftigen Regionen des Phasenraums enthält

Definition

Ein **Kontingenzraum** KR sei die Vereinigung aller Phasenräume PR_t innerhalb eines Zeitintervall $(i, j), i \leq t \leq j$,

$$KR = \bigcup_{t=i}^j PR_t.$$

... führt ins Meta-Gesetz-Dilemma

- Unterschied zwischen KR und PR ist relevant, wenn Neues auftritt
 - KR kann nur einer Entität mit vollständigen Wissen über Alles in der Vergangenheit **und am widersprüchlichsten in der Zukunft** bekannt sein
 - Unmöglichkeit nach von Hayek (1945, S. 520)
- ↳ meta-law dilemma, unvorhersehbare nicht-arithmomorphe Evolution des PR

Samuelson setzt die Forschungsagenda

Von der Hypothese zum Axiom

(Quasi-)Ergoden**hypothese** → Ergoden**axiom**

[...] interesting third assumption implicit and explicit in the classical mind. It was a belief in unique long-run equilibrium independent of initial conditions. I shall call it the 'ergodic hypothesis' by analogy to the use of this term in statistical mechanics.

*Now, Paul Samuelson, aged 20 [...] as an equilibrium theorist [...] naturally tended to think of models in which things settle down to a unique position independently of initial conditions. Technically speaking, we theorists hoped not to introduce hysteresis phenomena into our model [...] and, in so saying, takes the subject **out of the realm of science into the realm of genuine history**. (Samuelson, 1968, pp.*

11, bold emphasis added by MK)

Samuelson setzt die Forschungsagenda

Von der Hypothese zum Axiom

Drei abgeleitete Fragen ...

- F1: Wieso war sich Samuelson der starken Annahme der Ergodizität überhaupt bewusst? Genealogie
- F2: Gibt es eine superioren Methode in der Ökonomik? Was kann man über diese Methode im bzgl. der in der Geschichtswissenschaft und Naturwissenschaft aussagen?
- F3: Lässt sich die Ergodenhypothese empirisch verifizieren/falsifizieren?

Genealogie EH → EA

F1: Wieso war sich Samuelson der starken Annahme der Ergodizität überhaupt bewusst?

Ludwig Boltzmann 1884, H-Theorem

J. Willard Gibbs (Yale 1871-1903) Gibbs *Principles* 1902
Gibbs Ensemble

George D. Birkhoff, *PNAS* 1931
John von Neumann, *PNAS* 1932

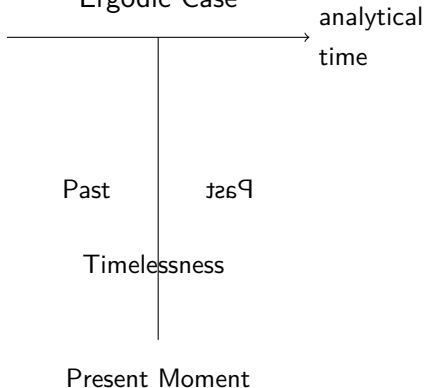
Edwin B. Wilson (Yale 1901-1911*)
Harvard PHS 1922-45
PNAS Managing Editor 1915-1964)

„Mathematics is a Language“

Paul Samuelson (Harvard 1936-1941)
Foundations & Textbook

Folgen von (Nicht-)Ergodizität & Zeit

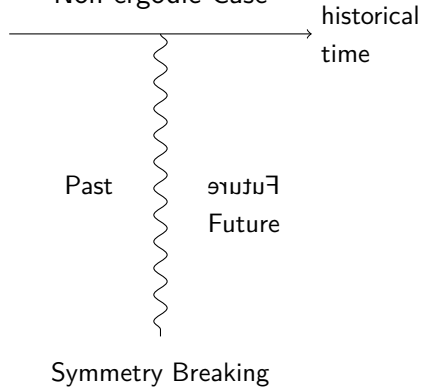
Ergodic Case



Probabilities (drawn from the past) are meaningful for the future
„the future is merely the statistical shadow of the past“

Davidson *Braz J Pol Econ* 2009

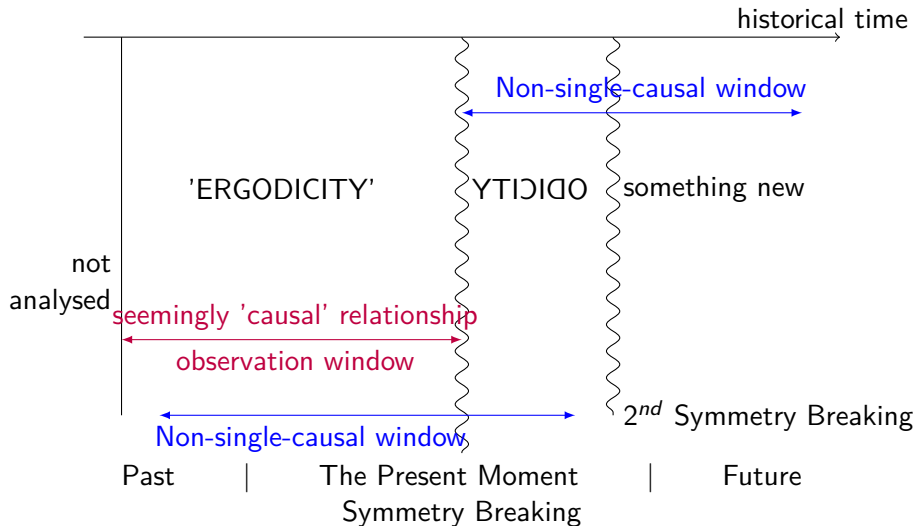
Non-ergodic Case



As probabilities can't be drawn from the future, they are „meaningless“ for the future

Davidson *J Econ Persp* 2001

Ergodischer Fehlschluss oder Kausalitätsfehlschluss



Liu *Phil Sci* 2003

Was verursacht Symmetriebrüche?

Potentielle Kandidaten für Symmetriebrüche

- Innovationen
- Schwarze Schwäne
- Beobachtungsprozess an sich erzeugt den Symmetriebruch
([Simmelweis-Reflex](#))
(Lucas Critique, Goodhart's Law, Soros' reflexivity, Wiener's strong coupling, Taleb's iatrogenics...)

↔ erst der beobachtende Ökonom erzeugt oder zerstört *Symmetrie* in der Welt

- Zeit spielt in der Ökonomik eine wichtige Rolle (die wichtigste?)
- eine für Ökonomen zugeschnittene Erläuterung von Ergodizität
- Mathematisches (negatives) Argument weist auf Grenzen der 'received view' reduktionistischen Methodologie hin und was für die Ökonomik überhaupt in Reichweite ist
- genaue Angabe, wo die strukturelle Instabilität wirkt → im Kontingenzraum
- Ergodenaxiom als Schlüsseltreiber des Formalisierungsprozesses der Ökonomik post II. WK
- Fragliche Eignung zeitloser mathematischer Strukturen zur Beschreibung zeitlicher Phänomene

(Un)Verständliche (Un)Wirkmächtigkeit der Mathematik in der Ökonomik

Eugene Wigner (1960). „The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences“. In: *Communications on Pure and Applied Mathematics* XIII, 1–14

K. Vela Velupillai (2005). „The unreasonable *ineffectiveness* of mathematics in economics“. In: *Cambridge Journal of Economics* 29 (6), 849–872. DOI: [10.1093/cje/bei084](https://doi.org/10.1093/cje/bei084)

Sergio M. Focardi und Frank J. Fabozzi (2010). „The reasonable effectiveness of mathematics in economics“. In: *American Economist* 55 (1), 19–30. Jstor: [40657823](https://www.jstor.org/stable/40657823)

Sind Kausalitätstaschen nur ein Artefakt der (wissenschaftlichen) Beobachtung?

Grenzen des Wissen und deren Bezug zur Zeit

- 1 UTM: Unmöglichkeit universeller Turingmaschinen (Turing, 1950)
- 2 Unentscheidbarkeit & Unvollständigkeit (Gödel, 1931)
- 3 (Nicht-)Intelligibilität: Warum muss die Natur dem menschlichen Geist verständlich sein?
- 4 (Nicht-)Integrabilität
- 5 $P \neq NP$ Lösung in polynomialer Zeit oder nicht?
- 6 Nicht-Ergodizität: die überwiegende Menge von Evolutionsprozessen ist unvorhersehbar durch die Entstehung von Neuem in der Zeit
- 7 Irreversibilität: Unmöglichkeit von Zeitreisen

Ähnlicher Ansatz zu Kausalität & Vorhersagbarkeit

Journal of Institutional Economics (2015), 11: 1, 1–31

© Millennium Economics Ltd 2014 doi:10.1017/S1744137414000150

First published online 15 April 2014

Economics for a creative world

ROGER KOPPL*

Whitman School of Management, Syracuse University, Syracuse, NY, USA

STUART KAUFFMAN**

Institute for Systems Biology, Seattle, WA, USA

TEPPO FELIN***

Saïd Business School, University of Oxford, Oxford, UK

GIUSEPPE LONGO****

Centre Cavallès, République des Savoires, CNRS, Collège de France et Ecole Normale Supérieure Supérieure, Paris, France and Department of Integrative Physiology and Pathobiology, Tufts University School of Medicine, Boston, MA, USA

Abstract. Drawing on current biology, we argue that the phase space of economic evolution is not stable. Thus, there are no entailing laws of economic dynamics. In this sense, economic dynamics are creative and the economy is not a causal system. Because economic dynamics are creative, the implicit frame of analysis for the econosphere changes in unprestatable and non-algorithmic ways.

New-venture, social, and political entrepreneurs solve the frame problem of the econosphere. Economic evolution is unpredictable, not entailed, and the number of things traded ('cambiodiversity') increases over time. Our metatheoretic framework points out how institutions, entrepreneurs, and disparate actors enable

+ Kommentare von
Colander,
Foster,
Pelikan,
Witt

*„Only those questions that are in principle undecidable, we can decide.
We are free! The compliment to necessity is not chance, it is choice! With
this freedom of choice we are now responsible for the choice we make.“*

(Heinz von Foerster)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kommentare, Hinweise & Fragen sind sehr willkommen, hier und heute
oder an

`mark.kirstein@tu-dresden.de`

Weitere Informationen unter

☞ <http://tu-dresden.de/Members/mark.kirstein>

References I

- Bernoulli, Daniel (1738). „Specimen Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis“. In: *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae Tomus V (Papers of the Imperial Academy of Sciences in Petersburg) V*, 175–192.
- Birkhoff, George D. (1931). „Proof of the Ergodic Theorem“. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 17 (12), 656–660. URL: <http://www.pnas.org/content/17/12/656.full.pdf+html>.
- Boltzmann, Ludwig (1884). „Über die Eigenschaften monozyklischer und damit verwandter Systeme“. In: *Wissenschaftliche Abhandlungen. III. Band (1882-1905)*. Hrsg. von Fritz Hasenöhl. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Kap. 73. 122–152.
- Davidson, Paul (1991). „Is Probability Theory Relevant for Uncertainty? A Post Keynesian Perspective“. In: *Journal of Economic Perspectives* 5 (1), 129–143. DOI: 10.1257/jep.5.1.129. JSTOR: 1942706.

References II

- Davidson, Paul (2009). „Can future systemic financial risks be quantified? Ergodic vs nonergodic stochastic processes“. In: *Brazilian Journal of Political Economy (Revista de Economia Política)* 29 (4), 324–340. DOI: 10.1590/S0101-31572009000400001.
- Davidson, Paul (2015). „A rejoinder to O'Donnell's critique of the ergodic/nonergodic explanation of Keynes's concept of uncertainty“. In: *Journal of Post Keynesian Economics* 38 (1), 1–18. DOI: 10.1080/01603477.2015.1078701.
- Feyerabend, Paul (1976). *Wider den Methodenzwang. Skizze einer anarchistischen Erkenntnistheorie*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main.
- Focardi, Sergio M. und Frank J. Fabozzi (2010). „The reasonable effectiveness of mathematics in economics“. In: *American Economist* 55 (1), 19–30. Jstor: 40657823.
- Von Foerster, Heinz (2003). „Zirkuläre Kausalität. Die Anfänge einer Epistemologie der Verantwortung“. In: *Cybernetics – Kybernetik – The Macy-Conferences 1946-1953*. Hrsg. von Claus Pias. Bd. I Transactions / Protokolle. diaphanes, Zürich, 19–26.

References III

- Frigg, Roman, Joseph Berkovitz und Fred Kronz (2014). „The Ergodic Hierarchy“. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Hrsg. von Edward N. Zalta. Summer 2014. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/ergodic-hierarchy/>.
- Gödel, Kurt (1931). „Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I“. In: *Monatshefte für Mathematik* 38 (1), 173–198. DOI: 10.1007/BF01700692.
- Gibbs, J. Willard (1902). *Elementary Principles in Statistical Mechanics. Developed with Special Reference to the Rational Foundation of Thermodynamics*. Charles Scribner's Sons, New York.
- Goodhart, Charles A. E. (1975). „Monetary relationships: a view from Threadneedle Street“. In: *Papers in Monetary Economics* 1.
- Von Hayek, Friedrich A. (1945). „The Use of Knowledge in Society“. In: *American Economic Review* 35 (4), 519–530. JSTOR: 1809376.

References IV

- Heise, Arne (2012). „'When the facts change, I change my mind ...' Some developments in the economic scientific community and the situation in Germany“. In: *real world economics review* 62, 83–97. URL: www.paecon.net/PAERReview/issue62/Heise62.pdf.
- Heise, Arne (2015). „Die Wirtschaftswissenschaften in der Bundesrepublik nach 1945“. In: *Wirtschaftsstudium* (8-9), 946–952.
- Hirte, Katrin und Sebastian Thieme (2013). „Mainstream, Orthodoxie und Heterodoxie: Zur Klassifizierung der Wirtschaftswissenschaften“. In: *Discussion Papers Institute for Comprehensive Analysis of Economy, Universität Linz* 16. URL: <http://www.jku.at/icae/content/e248904/e248907/e249185/e260836/wp16.pdf>.
- Kirstein, Mark (2015). „From the Ergodic Hypothesis in Physics to the Ergodic Axiom in Economics“. In: *Diskussionspapier. 7. Wintertagung ICAE, Linz, 4.-5. Dez 2015*.
- Koppl, Roger u. a. (2015). „Economics for a creative world“. In: *Journal of Institutional Economics* 11 (1), 1–31. DOI: 10.1017/S1744137414000150.

References V

- Lebowitz, Joel L. und Oliver Penrose (1973). „Modern ergodic theory“. In: *Physics Today* 26 (2), 23–29. DOI: 10.1063/1.3127948.
- Liu, Chuang (2003). „Spontaneous Symmetry Breaking and Chance in a Classical World“. In: *Philosophy of Science* 70 (3), 590–608. DOI: 10.1086/376786.
- Lucas, Robert E. Jr (1976). „Econometric policy evaluation: A critique“. In: *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 1.1, 19–46.
- Medio, Alfredo (1999). „Nonlinear Dynamics and Chaos Part II: Ergodic Approach“. In: *Macroeconomic Dynamics* 3 (1), 84–114. URL: http://journals.cambridge.org/article_S1365100599010044.
- Mirowski, Philip (1994). „Doing what comes naturally: four metanarratives on what metaphors are for“. In: *Natural Images in Economic Thought: Markets Read in Tooth and Claw. Markets Read in Tooth & Claw*. Hrsg. von Philip Mirowski. Cambridge University Press, 3–19.
- Von Neumann, John (1932). „Proof of the Quasi-Ergodic Hypothesis“. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 18 (1), 70–82. URL: <http://www.pnas.org/content/18/1/70.full.pdf>.

References VI

- Nicol, Matthew und Karl Petersen (2009). „Ergodic Theory: Basic Examples and Constructions“. In: *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. Hrsg. von Robert A. Meyers. Springer, New York, 2956–2980. DOI: 10.1007/978-0-387-30440-3_177.
- O'Donnell, Rod (2014). „A critique of the ergodic/nonergodic approach to uncertainty“. In: *Journal of Post Keynesian Economics* 37 (2), 187–209. DOI: 10.2753/PKE0160-3477370201.
- Peters, Ole (2011). „The time resolution of the St Petersburg paradox“. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 369 (1956), 4913–4931. DOI: 10.1098/rsta.2011.0065.
- Peters, Ole und Michael J. Mauboussin (2012). *Shaking the Foundation – Revisiting Basic Assumptions about Risk, Reward, and Optimal Portfolios – An Interview with Ole Peters*. Techn. Ber. Legg Mason Global Asset Management. URL: <http://trendfollowing.com/whitepaper/Mauboussin2.pdf>.
- Popper, Karl R. (1935). *Logik der Forschung*. Springer Verlag, Wien.
- Samuelson, Paul A. (1948). *Economics*. McGraw Hill, New York.

References VII

- Samuelson, Paul A. (1968). „What Classical and Neoclassical Monetary Theory Really Was“. In: *Canadian Journal of Economics* 1 (1), 1–15. JSTOR: 133458.
- Samuelson, Paul A. (1977). „St. Petersburg Paradoxes: Defanged, Dissected, and Historically Described“. In: *Journal of Economic Literature* 15 (1), 24–55. JSTOR: 2722712.
- Samuelson, Paul A. (1979 [1947]). *Foundations of Economic Analysis*. 9. Aufl. Atheneum, New York.
- Smolin, Lee (2013a). „Temporal Naturalism“. In: *Working Paper*. arXiv: 1310.8539.
- Smolin, Lee (2013b). *Time Reborn. From the Crisis of Physics to the Future of the Universe*. Allen Lane, London.
- Soros, George (2013). „Fallibility, reflexivity, and the human uncertainty principle“. In: *Journal of Economic Methodology* 20 (4), 309–329. DOI: 10.1080/1350178X.2013.859415.
- Taleb, Nassim Nicholas (2010). *Der Schwarze Schwan - Konsequenzen aus der Krise*. Carl Hanser Verlag, München.

References VIII

- Turing, Alan M. (1950). „Computing Machinery and Intelligence“. In: *Mind* 59 (236), 433–460. JSTOR: 2251299.
- Velupillai, K. Vela (2005). „The unreasonable *ineffectiveness* of mathematics in economics“. In: *Cambridge Journal of Economics* 29 (6), 849–872. DOI: 10.1093/cje/bei084.
- Wiener, Norbert ([1948] 1985). *Cybernetics. Or control and communication in the animal and the machine*. 2. Aufl. MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- Wigner, Eugene (1960). „The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences“. In: *Communications on Pure and Applied Mathematics* XIII, 1–14.