

# Nichttriviale Buchhaltung: eine mechanische Sichtweise

Robert Fischer\* and Dieter Braun<sup>+</sup>

\*Amriswilerstr. 108,  
CH-8590 Romanshorn, Schweiz

<sup>+</sup>Center for Studies in Physics and Biology  
Rockefeller University, New York, USA  
e-mail: mail@dieterb.de

Obwohl in der ökonomische Praxis mittels Buchhaltung gemessen wird, spielt sie in der Theorie kaum eine Rolle. Wir wollen diese Lücke schließen und analysieren die Struktur der Buchhaltung aus einem mechanischen Blickwinkel: wir vergleichen Geld mit Impuls. Buchhaltung und Erfolgsrechnung werden übersetzt ins physikalische Vokabular von Impuls, Energie und Kraft. Finanzielle Transaktionen werden Feynman-Graphen. Das Realisierungsprinzip sorgt für Impulserhaltung in jeder Währung, eine Energieerhaltung ist durch die Buchhaltung jedoch nicht vorgesehen. Wir diskutieren die Transaktionsaxiomatik von Buchhaltung mittels diesem mechanischen Ansatz.

Die ökonomische Theorie unterlässt es, eine Messtheorie ihrer Variablen anzugeben. Sogar Zentralbanken wie die amerikanische FED und ihr schweizer Gegenpart haben es letzgens aufgegeben, die Geldmenge zu definieren. Von einem physikalischen Blickwinkel ausgehend muss jedoch eine jede Variable in einem Modell durch ein Messprotokoll definiert sein. Obwohl die Buchhaltung als Messmethode in der ökonomischen Praxis angewandt wird [1-8], wird sie nicht von der ökonomischen Theorie angewandt oder diskutiert. Econophysics kann diese Lücke vielleicht überbrücken. Wir legen eine Analogie dar, welche Buchhaltung mit der physikalischen Methode der

Mechanik verbindet. Dabei finden wir ein feines Zusammenspiel von monetärem Transfer oder Tausch mit der Kreation und Vernichtung von monetären Einheiten.

## Die Mechanik der Buchhaltung

Die Analogie wurde in Teilen vorher eingeführt [9][10]. Buchhaltung basiert auf einem Schema der Addition und Subtraktion von Aktiva und ihrem negativen Gegenpart Passiva. Wir übersetzen sie in das physikalische Additionsschema des Impulses. Wir betrach-

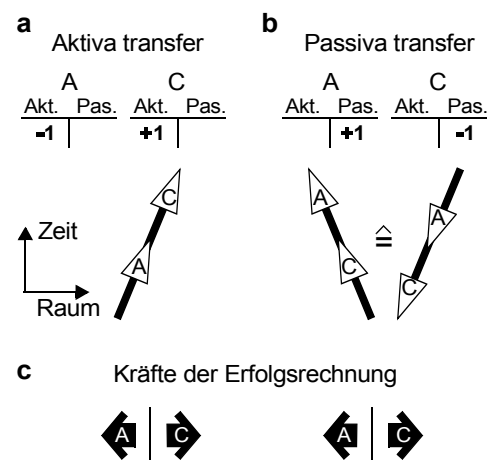


Fig. 1. Buchhaltungsmechanik übersetzt Buchhaltung in Feynmangraphen. (a) Aus Aktivawährungseinheiten werden positiver Teilchenimpuls, dargestellt in der Raumzeit von Feynmangraphen. Passivawährungseinheiten werden negativer Teilchenimpuls. Ein Aktivatransfer von A nach C übersetzt sich in ein Teilchenstoß von positivem Impuls. Wertlose ruhende Partikel werden nicht dargestellt. (b) Der gleiche Geldwert kann transferiert werden mit einem Passivatransfer von C nach A. Ein Passivaimpuls aus der Vergangenheit ist identisch mit einem Aktivaimpuls aus der Zukunft. Ein Impuls ist identisch, wenn ein Raum und Zeit invertiert werden. In der Quantenelektrodynamik kann ein Positron nicht von einem Elektron aus der Zukunft unterschieden werden. Aktiva aus der Vergangenheit sind auch identisch mit Passiva aus der Zukunft. Diese Idee entspricht der ökonomischen Weisheit: Aktiva ist Wert aus der Vergangenheit, Passiva ist Wert, welcher aus der Zukunft erwartet wird. (c) Die Erfolgsrechnung ist eine Kraftbilanz, zeit-abgeleitet aus den Graphen innerhalb endlichen Zeitabschnitten. Durch die Impulserhaltung balancieren sie Aufwandkräfte nach links mit Ertragskräfte nach rechts.

ten Teilchen gleicher Masse, welche sich entlang einer Richtung bewegen. Wir werden Aktiva Währungseinheiten beschreiben als positiven Impuls nach rechts und Passiva Währungseinheiten als negativen Impuls nach links.

Wenn die Teilchen stoßen, sorgt der Impulserhaltungssatz dafür, daß ein abgegebener Impuls eines Teilchens durch andere Teilchen aufgenommen wird. Teilchenkollision modellieren so den Transfer von Geld. Wir zeigen zwei einfache Transfers in Fig. 1 in der Raumzeit eines Feynman-Graphen mit Raum nach rechts und Zeit nach oben [11].

Ziemlich oft sind Diskussionen textbasiert und es ist leider schwierig, Feynmangraphen per email zu übertragen. Eine textbasierte Darstellung erhalten wir, wenn grobe Raumeinheiten gewählt werden, welche die Teilchen fast senkrecht bewegen lässt. Dann drehen wir den Graph um 90° im Uhrzeigersinn. Die beiden Transfers der Fig. 1 sehen dann so aus:

```
*****> Zeitachse
----A>----C>

<C----<A----
```

Man kann in dieser Darstellung die Zahl der Währungseinheiten in die Pfeilachse einsetzen ('--3--A>') und unterschiedliche Währungen durch das Zeichen der Pfeilachsen angeben, z.B. indem man '----' gegenüber '====' wählt.

Buchhaltung benutzt eine Erfolgsrechnung (Fig. 1c) um den Profit eines Teilnehmers während einer Zeitspanne zu ermitteln. Ein Ertrag eines Teilnehmers ist erzielt, wenn dessen Aktiva sich erhöhen oder die Passiva sich erniedrigen - ebenso ergibt sich ein Aufwand, wenn die Aktiva sinken oder die Pas-

siva ansteigen. Im mechanischen Bild ermitteln wir dasselbe Resultat, wenn wir die Impulsänderung über die Zeit für die Teilchen eines Teilnehmers errechnen. Da die Impulsänderung über die Zeit die physikalische Definition einer Kraft ist, ist der Profit der Erfolgsrechnung die Kraft, welche die Teilchen eines Teilnehmers innert einer Zeitspanne beschleunigen oder abbremsen. Die Erfolgsrechnung ist also die Zeitableitung der Aktiva und Passiva. Beides, Erfolgsrechnung und Buchhaltung sind die beiden Repräsentationen der doppelten Buchhaltung.

### Die *Axiomatik der Buchhaltung*

Wir zerteilen im folgenden Buchhaltung in ihre axiomatische Struktur. Um dies zu tun, gruppieren wir Transaktionen mit identischer Erfolgsrechnung. Wir beginnen mit einem Geldtransfer von A nach C, gezeigt als Feynmangraphen in Fig. 2a. Vier unterschiedliche Graphen implementieren den Transfer. Zusätzlich zum Aktivatransfer (2) und dem Passivatransfer (3) (zuvor gesehen in Fig. 1) finden wir Paarkreation (1) und Paarvernichtung (4) von Aktiva und Passiva. Bei einem Transfer durch Kreation erhöht A seine Passiva und C seine Aktiva. Bei einem Transfer durch Vernichtung erniedrigt A sein Aktiva und C sein Passiva. Die Erfolgsrechnung aller vier Transfers sind identisch: die Teilchen von A verlieren Impuls und die Teilchen von C gewinnen an Impuls. Die Anfangsbedingungen von Aktiva und Passiva von A und C entscheiden, welcher der vier Feynmangraphen benutzt wird. Wenn zum Beispiel A kein Aktiva, jedoch C Aktiva hat, transferiert man Geld durch einen Transfer durch Kreation (Fig. 2a, (1)).

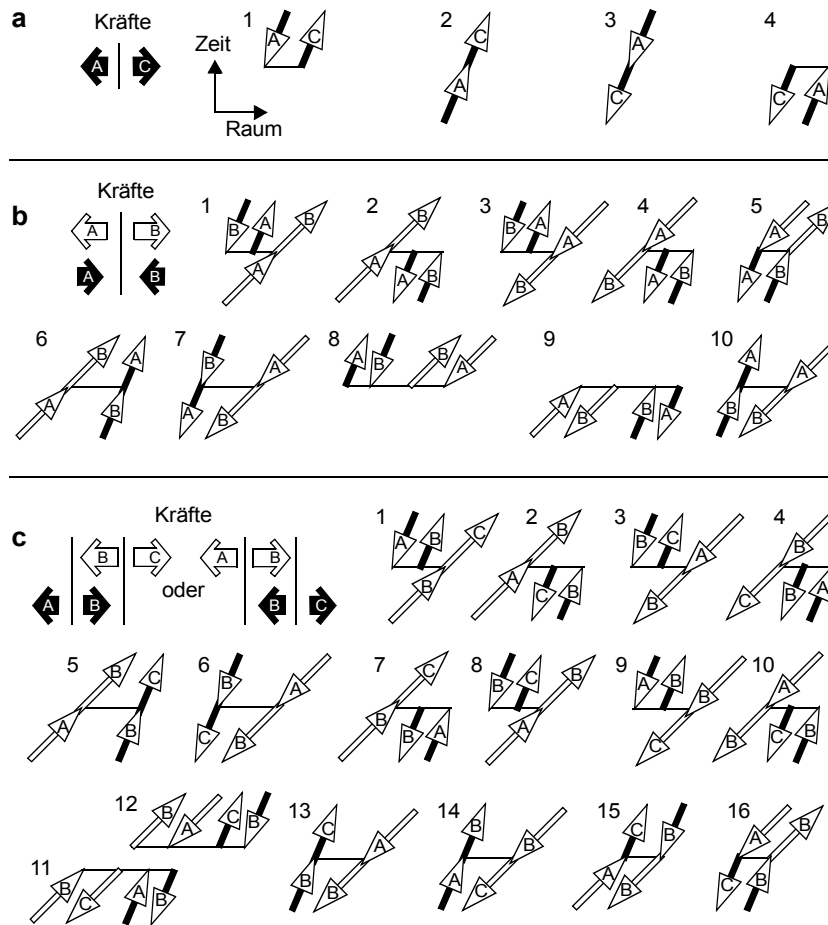


Fig. 2. Buchhaltungsaxiomatik. Wir zeigen alle möglichen Transaktionen der Buchhaltung eines (a) Geldtransfers von A nach C, (b) Währungstauschs zwischen A und B und (c) Geldtransfers von A nach C über den Mediator B. Die Erfolgsrechnungskräfte erzeugen in den Fällen 4,10 und 16 Transaktionsmöglichkeiten. Sie werden ausgewählt ausgehend von den Anfangsbeständen an Aktiva und Passiva der Teilnehmer.

Ausgehend von dieser physikalischen Sichtweise sehen wir, daß Währungen intertemporale Schleifen bilden, eingespannt zwischen ihrer Kreation und ihrer Vernichtung. Sie verbinden Aktiva aus der Vergangenheit mit Aktiva aus der Zukunft. Geld existiert als Zeitblase.

Alle Transfer und Austausche werden zwischen den Teilnehmern realisiert. Deswegen werden Währungseinheiten, welche von einem Teilnehmer gegeben werden durch einen anderen Teilnehmer genommen. Deshalb addieren die Erfolgsrechnungskräfte aller Teilnehmer zu Null: actio ist reactio.

Dies ist eine wichtige Aussage in einem Vielwährungssystem, da Actio nur mit einer Reactio derselben Währung ausgeglichen werden kann. Das Resultat ist Impulserhaltung für jede Währung einzeln.

Andererseits wird die Energieerhaltung nicht in der Buchhaltung implementiert. Zum Beispiel ist in einem Transfer durch Kreation der Gesamtimpuls konstant null, aber die Gesamtenergie größer als zuvor. Wir können eine mikroskopische Definition der Geldmenge geben, indem wir die Zahl der

Aktiva- und Passivawährungseinheiten addieren. Dies ist allgemeiner als die Definition der Ökonomen, welche nur Bankpassiva zählt [3]-[8].

Mehr Paarkreation als Paarannihilation werden die Geldmenge einer bestimmten Währung erhöhen und damit sein Preisniveau auf dem Markt anheben: wir erleben eine Inflation. Durch die Analyse von inflationären Szenarien in der Buchhaltungsmechanik können wir ein präziseres analytisches Werkzeug gewinnen. Eine Energieerhaltung des Geldes sollte mittels Buchhaltung analysiert werden.

Wir betrachten den Währungstausch zwischen zwei Teilnehmern. A möchte die schwarze Währung gegen weiß tauschen und hat einen Teilnehmer B gefunden, der genau das Gegenteil möchte. Die Erfolgsrechnungskräfte sind zusammen mit den möglichen Feynmangraphen der Transaktion in Fig. 2b gezeigt. Wir nehmen einen Umtauschkurs von 1:2 an. A bekommt 1 schwarze Währungseinheit und gibt 2 weiße Währungseinheiten ab. B erhöht dagegen seinen Impuls durch 2 weiße Währungseinheiten und verliert 1 schwarze Währungseinheit. Wir sehen: der Impuls bleibt erhalten in jeder Währung. Ausgehend von dieser Erfolgsrechnung leiten wir 10 verschiedene Feynmangraphen ab (Fig. 2b). Nur einer von ihnen ist der bekannte Aktivatransch, gezeigt in (6). Wir können auch die Währungen tauschen durch aktivaassistierte Kreation (1), aktivaassistierte Vernichtung (2), passivaassistierte Kreation (3), passivaassistierte Vernichtung (4), Tausch durch Rekreation (5), Aktivatransch (6), Passivatransch (7), Tausch durch doppelte Kreation (8), Tausch durch doppelte Vernichtung (9) und Tausch von Aktiva gegen Passiva (10).

Textbücher der doppelten Buchführung vergessen die Darstellung dieser Struktur, weil sie Buchhaltung auf der zeitabgeleiteten Ebene der Erfolgsrechnung diskutieren. Sie zeigen nur die Veränderung von Aktiva und Passiva und zeigen nicht das Zusammenspiel von Anfangsbedingungen und gewählter Buchhaltungstransaktion. Sehr oft wird der Tausch zwischen den Währungen vollkommen vernachlässigt, da die Standardbuchhaltung mehrere Währungen in einer Buchhaltung nicht erlauben. Im Kontrast hierzu steht detaillierte Wissen der Bankbuchhalter, die zum Beispiel sehr wohl die vier Transferarten von Fig. 2a kennen und unterscheiden.

Der Fall einer Bank wird von diesem physikalischen Standpunkt aus besonders interessant. Wir nähern uns dem Bankenwesen hier aus dem Blickwinkel des Geldtransfers. Die Möglichkeiten, Geld von A nach C über die Bank B zu transferieren sind in Fig. 2c gezeigt. Unser verallgemeinerter Ansatz fordert die Benutzung zweier Währungen. Im Beispiel verliert Teilnehmer A in weiß und Teilnehmer C gewinnt in schwarz. Die Bank B muss den Umtausch zwischen schwarz und weiß bewerkstelligen. Analog könnte A in schwarz verlieren und C in weiß gewinnen mit einem nun inversen Umtausch für die Bank B. Wie zuvor zeigen wir die Erfolgsrechnungskräfte und die hergeleiteten Graphen für diesen Transfer. Wir finden 16 Geldtransfergraphen mit zwei Währungen zwischen A nach C über die Bank B. Naiverweise hätten wir nur einen Fall erwartet, nämlich den Aktivatransfer von A nach B in weiß und von B nach C in schwarz (5). Wenn wir aber von anderen Anfangsbedingungen starten, erhalten wir zum Beispiel einen Transfer durch doppelte Kreation (12) oder

einen Transfer durch doppelte Vernichtung (11) und erhöhen oder erniedrigen die Gesamtenergie. Die weitere sehr interessante Diskussionen des Bankensystems auf der Basis dieses Zweiwährungssystems wird anderswo diskutiert. Erste Analysen zeigen eine interessante Dynamik durch den freien Umtauschkurs zwischen den beiden Währungen [12].

Zusammenfassend gesagt haben wir die Axiomatik der Buchhaltung auf die Mechanik der Teilchenkollision abgebildet. Finanzielle Transfers werden als Feynmangraphen dargestellt. Diesen Ansatz nennen wir Buchhaltungsmechanik. Er verbindet die Buchhaltungsrealität mit der statistischen Mechanik.

Die Autoren danken Benjamin Franksen für Diskussionen.

[1] L. Pacioli, *Summa de arithmetica. De computis et scripturis*, Venecia, 1494. Translation J.B. Geijsbeek, *Ancient double-entry bookkeeping*, Scholars Book Co, Houston, Texas, 1974

- [2] A.I. Mitchell, What is money, *Banking Law Journal*, (1913) 377-408
- [3] C. R. McConnell, S. L. Brue, *Economics: Principles, Problems, and Policies*, McGraw-Hill, New York, 1996
- [4] O. Issing, *Einführung in die Geldtheorie*, Verlag Franz Vahlen, München, Germany, 1997
- [5] J. Leimgruber and U. Proching, *Rechnungswesen*, Verlag des Schweizerischen Kaufmännischen Verbandes, Zürich, Switzerland, 1992
- [6] J.v. Hagen and J.H.v. Stein (Eds.), *Geld- Bank und Börsenwesen*, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, Germany, 2000
- [7] H. Schmid, E. Kilgus, C. Hirszowicz, R. Volkart, H. Zimmermann and K. Spremann (Eds.), *Kredit und Banken, Bank- und Finanzwirtschaftlichen Forschungen*, Verlag Paul Haupt, Bern, Switzerland, 1997
- [8] A. Schultz, *Bank bookkeeping and Accounting*, American Institute of Banking, New York, 1943
- [9] D. Braun, *Physica A* 290 (2001) 491-500
- [10] R. Fischer and D. Braun, "Transfer Potentials shape and equilibrate Monetary Systems", *Physica A* (in press).
- [11] R. Feynman, *QED. The strange theory of light and matter*, Princeton University Press, USA, 1985
- [12] R. Fischer and D. Braun, "Bicurrency system of banking unveiled by bookkeeping mechanics", submitted.