

CHAOS-THEORETICAL IMPLICATIONS OF LUHMANN'S THEORY OF SOCIAL SYSTEMS

*Artur Mkrtichyan*¹

Abstract. The article is devoted to the question of the sociological interpretation of chaos theory. Such an interpretation is necessary to overcome the distance between technical and humanitarian knowledge. A methodological transition from the general scientific level of understanding the phenomenon of chaos to the sociological level of its measurement is accomplished by linking sociological and chaos-theoretical categories.

The article is divided into two main sections:

- the first section will provide a brief introduction to chaos theory and explain the concept of “deterministic chaos”,
- the second section contains a new overview of the possible applications of chaos theory in the social sciences.

The well-founded methodological basis for the applications was created by the famous German sociologist Niklas Luhmann. As part of his theory of social systems, N. Luhmann dealt with the search for the parameters of order in communicative processes. This question is posed by N. Luhmann in his work “Social Systems” (1984). He uses a semiotic approach to communication in order to make chaos theory applicable in the social sciences and to be able to offer the appropriate methodological tools. With the binary coding of all possible statements as simple “yes/no differences”, Luhmann reformulates the general concept of signs by speaking of the difference between identity and difference. The chaos dynamics of communicative potential are transformed into stable communication processes through the use of signs.

Keywords: chaos, instability, parameters of order, communication, signs

Problemstellung und Zielsetzung

Die Chaostheorie wird als eine allgemeinwissenschaftliche Theorie konzipiert, die ihrem eigentlichen Gehalt nach eine Theorie nichtlinearer dynamischer Komplexität ist. Es ist unmöglich, die heutige wissenschaftliche Entwicklung ohne Analyse der Theorie komplexer Systeme zu verstehen [1, p. 60]. Diese Theorie erfasst viele verschiedene Bereiche der Wissenschaft. Im Rahmen des chaostheoretischen Paradigmas werden Formalmodelle ausgearbeitet, die nicht nur natürliche sondern auch soziale Ereignisse repräsentieren. In der Sicht der Chaostheorie entstehen nichtlineare Prozesse aus der chaotischen Dynamik komplexer Systeme durch die rekursiven Wechselwirkungen zwischen den systemischen Elementen. Dabei kann das Auftreten eines Ereignisses nur innerhalb

¹ Yerevan State University, Armenia. amkrtchyan@ysu.am, <https://orcid.org/0000-0002-7891-7068>

bestimmter Wahrscheinlichkeitsgrenzen vorhergesagt werden. Alle Systeme, die nur durch die Wahrscheinlichkeitsaussagen zu beschreiben sind, erzeugen aus sich selbst heraus ein zufällig erscheinendes Verhalten und können als chaotisch betrachtet werden. Die Chaostheorie beschreibt die Entwicklung eines komplexen Systems als Ergebnis des Ausgangszustandes seiner Elemente und der nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen diesen Elementen. Die Nichtlinearität bezeichnet eine dem System selbst innewohnende Eigenschaft, bei der Veränderung des Ausgangsmerkmals durch die kleinen Störungen eine exponentielle Änderung anderer Merkmale zu generieren. In diesem Sinne handelt es über “die Empfindlichkeit gegenüber den Anfangsbedingungen” oder über “die Unwissenheit bezüglich der Anfangsbedingungen” [8, 40]. Anders gesagt ist die prinzipielle Unvorhersagbarkeit der Trajektorien der Systembewegung in der sensitiven Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen begründet.

Sogar die winzigen Störungen können so verstärkt werden, dass diese die Entwicklung des chaotischen Systems unabhängig vom vergangenen Verhalten beeinflussen. Nichtlineare dissipative Systeme tendieren dazu, sich nach dem Erreichen bestimmter Schwellenwerte turbulent zu benehmen. Dabei werden die benachbarten Bewegungstrajektorien mit der Zeit exponentiell divergieren. “Die Möglichkeit, dass unter gewissen Umständen die Stabilität verloren geht, öffnet den Weg für Übergangsphänomene, die zu interner Differenzierung und komplexem Verhalten führen” [7, 107]. Aber dieser Übergang in den Chaoszustand ist bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterworfen, so dass die dissipativen Strukturen mit einem Ausbruch von Chaos entstehen. Danach wird Entropie der chaotischen Bewegung allmählich dissipiert, und die neuen Systemelemente werden hervorgehen, die in der Lage sind, die einwirkenden Störungen zu eliminieren und den neuen Systemzustand aufrechtzuerhalten. Also kommt die Ordnung aus Chaos heraus und führt wieder zum Chaos. Diese Übergänge determinieren die Nichtlinearität und die sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen, die Symmetriebrechung, die Fluktationen (kleine Störungen), die nicht proportionale Verstärkung, die Resonanzen, die Turbulenz und vielfältige Auswahlmöglichkeiten des komplexen Verhaltens. Deshalb nennt man es deterministisches Chaos und versucht dies auch mathematisch zu begreifen.

R. Devaney führte eine von ersten mathematischen “Arbeitsdefinitionen” für chaotisches Verhalten ein. Es sei $J \subset \mathbf{R}$ ein Intervall. Die Abbildung $F : J \rightarrow J$ heißt chaotisch in J , wenn für f die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- f besitzt eine sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen,
- ist topologisch transitiv,
- periodische Punkte liegen dicht in J .

Nach Devaney besitzt eine chaotische Abbildung drei Charakteristika:

- a. Unvorhersagbarkeit,
- b. Unzerlegbarkeit,
- c. Ein Element der Regelmäßigkeit [2, 42].

Eine andere “Arbeitsdefinition” für Chaos, die die “sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen” analytisch nachweist“, “umfasst im wesentlichen die vier folgenden Punkte:

1. Die dem System zugrundeliegende Dynamik ist deterministisch.
2. Keinerlei externes Rauschen wird dem untersuchten System zugefügt.

3. Das anscheinend erratische Verhalten individueller Trajektorien hängt sensitiv von infinitesimal geringen Änderungen der Anfangsbedingungen ab.
4. Im Gegensatz zu einzelnen Trajektorien bestehen globale Charakteristika bzw. Größen, die nicht sensitiv von den Anfangsbedingungen abhängig sind" [2, 48].

Um mit dieser Definition allgemeinwissenschaftliche Modelle entwickeln zu können, muss man nach der Feststellung der nichtlinearen Charakterzüge der Systemdynamik in einem statistischen Sinn diejenige Variablen zu identifizieren, die die Instabilitäten hervorbringen und diejenige Variablen, die als Ordnungsparameter fungieren. Das Zusammenwirken von beiden Typen der Variablen ermöglicht die Umsetzung der chaotischen Bewegungen in geordnetes Systemverhalten. Einerseits werden an das System verschiedene Fluktuationen auswirken und "Innovationssignale" aussenden, andererseits werden diese empfängt und geordnet. Die Ordnung liegt in diesem Gegenspiel begründet. Dank der Instabilität des chaotischen Systemzustands werden die neuen Strukturen herausgebildet und weiter entwickelt. Diese Herausbildung wird von der Produktion der Information und Komplexität begleitet, dabei kommen neue Auswahlmöglichkeiten und Lösungswege zum Vorschein. Die durch Nichtlinearitäten verursachte Abzweigung neuer Lösungswege nennt man Bifurkation. Wenn Einwirken der Fluktuationen durch eine Gegenreaktion nicht "eliminiert" wird, dann "Bifurkation eine Quelle von Innovation und Diversifikation darstellt, da sie Systeme mit neuartigen Lösungen ausstattet" [7, 111]. Die Bifurkationskaskaden bringen in den weit vom Gleichgewicht operierenden Informationssystemen eine Verknüpfung von Rückkoppelungsschleifen, eine gewisse "Kommunikation" [7, 213] hervor. Durch diese "Kommunikation" können die verschiedenen destabilisierenden Signale über den aktuellen Systemzustand zusammen mit Information aus den Speicheranlagen ("Gedächtnis") des Systems verstärkt werden und die weitere Entwicklung von System bestimmen. Beim Durchlaufen einer Bifurkationskaskade werden die Störungen als Information interpretiert. Im Systemkontext wird neue Information erzeugt und im "Gedächtnis" gespeichert. Andererseits findet eine Übertragung der Informationsprozesse aus Umgebung des Systems statt. Und je mehr Bifurkationen das System durchläuft, desto mehr Information aus der seinen Umgebung kann es erhalten und in seinem Systemkontext selektiv uminterpretieren. Folglich werden neue komplexere Strukturen herausgebildet. Damit besitzt das chaotische System die Fähigkeit zur Selbstorganisation, die aus den Wechselwirkungen der Systemelemente in den gleichgewichtsfernen Situationen und einer anschließenden Verstärkung ihrer Auswirkungen den systemischen Referenzzustand auf einem neuen Komplexitätsniveau wiederherstellt.

Die Hauptzielrichtung dieses Artikels ist es zu zeigen, dass die chaostheoretischen Ansätze auch in den Sozialwissenschaften angewendet werden können und z. B. von grundlegender Bedeutung beim Erforschen der Probleme der Umweltzerstörung, bei der Erklärung von verschiedenen politischen Übergangsprozessen, bei der Bestimmung zyklischer Perioden der wirtschaftlichen Entwicklung, bei der Untersuchung der transnationalen Netzwerke im Hinblick auf die Selbstorganisation von diasporalen Gemeinden [6] sind.

Diskussion

Soziale Systeme sind solche Systeme, deren Zustände durch ein gemeinsames Interagieren den jeweils nächsten Zustand konstituieren. Sie sind also selbstreferentielle Systeme. Und die Chaostheorie ist ein methodologisches Hilfsmittel, um auch die soziale Systeme zu beschreiben und zu analysieren. In gewissem Sinne man kann auch die sozialen Systeme als nichtlineare dissipative Systeme betrachten, die weit von dem Gleichgewicht funktionieren. Diese Systeme können durch Instabilität und zunehmende Entropie gekennzeichnet werden. Die gesellschaftliche Entwicklung kann als ein sich selbst tragender Prozess des Zusammenspiels zwischen der Destrukturierung durch Entropie und der Strukturierung durch Negentropie betrachtet werden. Und durch die Globalisierung tritt die zunehmend komplexe Struktur des Weltsystems als Faktor auf, der die reale Tendenz zur Entropie erhöht. Es liegt auf der Hand, dass wir in einer instabilen Welt leben, in der sowohl reversible als auch irreversible Prozesse vorkommen. Die Welt um uns herum sei durch Instabilitäten geprägt. Also leben wir zwischen den Schichten relativer Ordnung und zunehmender Unordnung. Eine solche Sichtweise eröffnet "Möglichkeiten für die Erforschung neuer Richtungen innerhalb der Wissenschaften" [9, p. 123] mit Hilfe der interdisziplinären Ansätze, die in der Lage sind, verschiedene Perspektiven zu vereinen, paradigmatische Entfremdungen und die methodologische Kluft zu überwinden und eine wissenschaftliche Gemeinsamkeit zu schaffen.

Der Strukturzerfall ist durch die Illegitimierung des internationalen politischen Systems, einschließlich des Ausbruchs lokaler Kriege mit den globalen Auswirkungen, entscheidend gefördert werden. Immer mehr nimmt man die Weltgesellschaft als wenig stabil wahr, obwohl das menschliche Denken in stabilen Systemen, die sich durch inhärente Konsistenz auszeichnen, dem Bedürfnis nach einer kalkulierbaren Sicherheit sozialer Wirklichkeit entspringt. Aus der konstruktivistischen Sichtweise betrachtet kommt ein System zu seiner Existenz allein aufgrund der Selbstzuschreibung. Man glaubt an Kalkulierbarkeit, Reproduzierbarkeit und Vorhersagbarkeit sozialer Prozesse. Aber alles darauf ankommt, was wir tun. Eine gesellschaftlich relevante Tat, die einmal zu einem kritischen Zeitpunkt stattgefunden hat, kann die weitere Entwicklung des sozialen Systems beeinflussen. Es ist durch die Tatsache bedingt, dass von vielen Entwicklungsmöglichkeiten nur eine ausgewählt wird. Dies verleitet dem System eine Art von "Erinnerungen", eine Zeitdimension als Prozess der Reproduktion. Deshalb werden soziale Systeme als autopoietische Systeme konzipiert. Autopoietische Systeme sind selbstorganisierende komplexe Systeme. Und die komplexesten autopoietischen Systemen sind soziale Systeme. Sie sind selbstreferentielle Systeme, weil sie sich selbst ständig reproduzieren und dadurch eine jeweils eigene Identität aufrechterhalten. Dabei handelt es sich auch um eine Art vom Gedächtnis. Damit besitzen soziale Systeme eine einzigartige Geschichte, die in die Geschichte der weiteren Umgebung eingebunden ist. Dadurch erhalten sie Ressourcen, die das System befähigen, sich gegenüber seiner Umgebung durchzusetzen.

Die soziologische Theorie autopoietischer sozialer Systeme entwickelte Niklas Luhmann [4]. Seine Theorie ist im Hinblick auf die Anwendung der Chaostheorie in den Sozialwissenschaften immer noch relevant und muss daher weiter ausgearbeitet werden. Aus der Analyse der Luhmanns Theorie lassen sich fol-

gende Schlussfolgerungen ziehen. Soziale Systeme sind in der Lage durch die Unterscheidung von ihrer Umgebung, die Systemgrenze ständig zu bewahren. Um die Komplexität der Systemumgebung dabei reduzieren zu können, müssen sie ebenfalls komplex sein. Luhmann betrachtet Kommunikation als Basiselement sozialer Systeme. Und die Systemkomplexität besteht nämlich darin, dass die Kommunikation mehrere Anschlussmöglichkeiten hat und nur eine Möglichkeit selektiv auswählen muss. Aus mehreren Anschlussmöglichkeiten kann nur eine Möglichkeit aktual kommuniziert werden. Soziale Systeme sind autopoietisch aufgrund ihrer Fähigkeit zu kommunizieren. Die nichtlinearen Prozesse der Kommunikation ermöglichen es dem System sich zu aufrechterhalten und weiter zu entwickeln. Die soziokulturelle Evolution ist das Ergebnis jener potentiellen Offenheit von Anschlussmöglichkeiten der Kommunikation. Eben diese Offenheit ermöglicht die Nutzung vom "Zufall" zur Strukturierung evolutionärer Prozesse. Das Auftreten von Strukturen führt oft zu einer Destabilisierung sozialer Ordnung. Also stehen Ordnung und Chaos in einem dynamischen Zusammenhang. Chaos verhilft zu einer Neuorganisation der internen Systemstrukturen und bringt die Ordnung hervor, doch diese kann sich wieder in Chaos umwandeln. In bezug auf das Selbstverständnis der Sozialwissenschaften erweist sich Kommunikation als ein Konzept, das dazu beitragen könnte, die Brücke zu Naturwissenschaften anzubauen.

N. Luhmann knüpft zunächst an die Theorie der Autopoiesis von H. Maturana und F. Varela [4, 59–64]. Der theoretische Ansatz von Luhmann schließt doch gewisse Differenzen zu dieser Theorie der Selbstreproduktion des Organismus ein. Erstens, Luhmann geht von einer Selbstreferenz aus, die sich selbst unterbricht und auf dem Wege der "Ent-Paradoxierung" entfaltet [4, 59]. Durch den Einbau der Differenz zwischen System und Umwelt in diese Selbstreferenz erklärt Luhmann den Übergang dieser Selbstreferenz zu ihrer Selbstreproduktion [4, 26]. Zweitens, während H. Maturana und F. Varela von der Kopplung der Wechselwirkungsbereiche von Lebewesen her die Generierung der Sprache und damit auch schließlich Selbstbewusstsein erklären, lässt Luhmann ein Bewusstsein auf sich selbst referieren und solche Selbstreferenz so dann sich selbst limitieren [5]. Drittens, je nach der Unterscheidung zwischen System und Umwelt ergeben sich bei Luhmann basale, prozessuale und systemische Selbstreferenz. Autopoiesis betreffe die basale Selbstreferenz [4, 359]. Viertens, Luhmann will bei der Beobachtung der sozialen Systeme von den Individuen (psychische Systeme) abstrahieren und fasst diese Systeme als die Selbstreproduktion von der operational geschlossenen Selbstreferenz. Das soziale Phänomen der Sinnorientierung wird weder durch den Informations- noch sprachtheoretischen Zugang hinreichend erfasst. Sinn muss nicht unbedingt sprachlich bewusst werden und lässt sich nicht auf Information reduzieren. Kommunikation ist viel mehr als entweder nur sprachliche Interaktion oder nur Informationsaustausch bedeutet. Sie kommt als Einheit von Information, Mitteilung und Selektion zustande. Zudem muss man "unterscheiden vom Annehmen bzw. Ablehnen der Selektion als Prämisse des eigenen Verhaltens" [4, 203]. Information entsteht aus dem Zusammenspiel von Zufall und Ordnung. Selektion dekodiert Information, dabei wird zwischen zwischen Selbst- und Fremdreferenzen unterschieden.

Kommunikation kann nur dann vorkommen, wenn die Differenz zwischen Kommunikablem und Inkommunikablem entstände. In dieser Differenz entfaltet sich die reproduktive Dynamik der Kommunikation, die aus den "widerstrebenden Möglichkeiten der Entwicklung des kommunikablen und des nicht kom-

munikablen Aspekts” [3, 113] jeder Kommunikation hervorgeht. Das eindeutig codierte Kommunikable ist die Bedingung der Reproduktion von Kommunikation. Aber das Inkommunikable ist der Kommunikation eigen. Dass etwas inkommunikabel ist, kann nur in bezug auf die Differenz zum Kommunikablen erfahren werden. Luhmann betrachtet Kommunikable als etwas Codiertes und versucht Inkommunikable durch symbolisch generalisierte Medien aus der Kommunikation auszugrenzen. Damit vergrößert er die Differenz zwischen Kommunikablem und Inkommunikablem, doch diese Vergrößerung bedeutet oft den Übergang zur Instabilität. Instabilität ist ein Zeichen vom Chaos. Und ein semiotischer Zugang zur Kommunikation konnte die methodologischen Mitteln anbieten, damit die Chaostheorie auch in den Sozialwissenschaften anwendbar wird.

Der Zeichenbegriff bringt Luhmann zum Ausdruck, wenn er seinen Kommunikationsbegriff als eine Situation der “doppelten Kontingenz” zwischen Alter und Ego in bezug auf die Verwendung der Zeichen im Unterschied zu anderen Zeichen bestimmt [4, 148–162]. Es geht um Sinnverstehen und um den Gebrauch der Zeichen im Unterschied zu dem, wofür sie stehen können. Einerseits besteht die “doppelte Kontingenz” in syntaktischen bzw. semantischen Ko-Texten, andererseits in pragmatischen Kon-Texten. “Kontingenz ist etwas, — schreibt Luhmann, — was weder notwendig ist noch unmöglich ist; was also so, wie sie ist (war, sein wird), sein kann, aber auch anders möglich ist” [4, 152]. Durch die binäre Codierung aller Aussagemöglichkeiten als einfache “Ja/Nein — Differenzen” werden die kommunikativen Grenzen der Ordnung und Chaos festgelegt. Die Annahme eines Anschlussverhaltens konnte durch das Negationspotenzial der Kommunikation, die abstrakte Möglichkeit, “Nein” zu sagen, in Ablehnung desselben umgewandelt werden. Mit diesem Code reformuliert Luhmann den allgemeinen Zeichenbegriff, indem er über die Differenz von Identität und Differenz spricht. Identifikation kommt im Unterschied von anderem vor und stiftet eine relative Stabilität, weil eine Folge kontingenter Zuordnungen mit der Identifikation entsteht. Deswegen bringen nichtlineare Kommunikationsprozesse bei kritischen Werten nicht Chaos hervor, sondern sie erzeugen eine spontane Selbstorganisation von Ordnung. Obwohl die kleinsten Schwankungen der kommunikativen Anfangsbedingungen zu großen Verstärkungseffekten führen und dadurch das gesamte soziale System verändern können, tritt der durch die Sprachkultur vermittelte Zeichengebrauch als ein Ordnungsparameter auf. Der Ordnungsparameter taktet die Systemelemente und synchronisiert alle Kommunikationssequenzen. Chaos wird durch die radikale Einschränkung aller Kommunikationsmöglichkeiten vermieden. Das könnte etwa durch die Wiederholung von Themen der Kommunikation semantisch erfolgen oder durch die Herausbildung von neuen Mitteilungsförmern immer wieder kommunizierten Erwartungen konstituiert werden.

Gleichzeitig wirken die getakten Systemelemente auf den Ordnungsparameter aus, verändern den und könnten im Laufe der Kommunikationsprozesse neue Ordnungsparameter herausbilden. In solcher Art “Hand-in-Hand-Wirkung” setzt sich ein auslösender konkreter Ordnungsparameter durch, der weiteren Abläufe durch eine “Formgebung” koordiniert und eine Stabilität etabliert. Die stabile Situation ist durch eine weit geringere Zahl von Schwankungen gegenüber der vorangehenden und durch eine Vielzahl auftretender Fluktuationen gekennzeichneten instabilen Situation bestimmt.

Aus der Sicht der Selbstbeobachtung betrachtet findet Kommunikation statt, wenn Alter und Ego durch den Zeichengebrauch ihren Zusammenhang aktualisieren. Deswegen gewinnen die semiotischen Konzepte eine Erklärungskraft und seinen Platz in der Chaostheorie. Bei sozialer Kommunikation wird der Zeichengebrauch auf drei Niveaus (symbolsprachlichen, sprachlichen und metasprachlichen) erfolgen. Der Unterscheidung von drei Niveaus betrifft die widersprüchlichen Relationen zwischen den Institutionalisierungsarten der Ko-Texte und den Mediatisierungsarten der Ko-Texte. Wenn ein Niveau von diesen drei aktuell dominiert, behalten die anderen ihr Potenzial zur Reproduktion. Das gemeinsame Potenzial aller Niveaus besteht eben in der Möglichkeit der aktuell wechselnden Dominanzen. Durch die Bildung von "Ko-Texte" auf und zwischen den Niveaus stabilisieren sich die Zusammenhänge der gebrauchten Zeichen untereinander. In Bezug zum "Ko-Text" nämlich werden auch die weiteren Anschlussmöglichkeiten für die aktualisierte Kommunikation bestimmt. Die Möglichkeit für die Umwandlung der Chaosdynamik des kommunikativen Potenzials in die aktuellen stabilen Abläufe der Kommunikationswesen besteht im öffentlichen Zeichengebrauch von Medien. Luhmanns Theorie symbolisch generalisierter Kommunikationsmedien liefert uns die nötigen methodischen Voraussetzungen, um diese Umwandlung zu erklären.

References

- [1] Leonid Hubersky, Oksana Zhylynska. 2021. Science in the modern world: from value to complexity. *Interdisciplinary Studies of Complex Systems*, No. 18, P. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.31392/iscs.2021.18.053>
- [2] Loistl Otto, Betz, Iro. 1996. Chaostheorie: zur Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme. München, Wien : Oldenbourg. 124 S. ISBN 3-486-23813-2
- [3] Lotman Juri. 1981. Kunst als Sprache. Untersuchungen zum Zeichencharakter von Literatur und Kunst. Leipzig, Verlag Philipp Reclam jun. ISBN-10: 3-225-14526-2
- [4] Luhmann Niklas. 1984. Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 674 S. ISBN: 351857700X
- [5] Luhmann Niklas. 1987. Die Autopoiesis des Bewusstseins. In Hahn, Alois & Volker Kapp (eds.), Selbstthematization und Selbstzeugnis. Bekenntnis und Geständnis. S. 25-94. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 330 S. ISBN 3518282433
- [6] Mkrtichyan, Artur (ed.). 2015. Armenians around the World: Migration and Transnationality. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien: Peter Lang. 280 p. ISBN 363166446X
- [7] Nicolis Grégoire, Ilya Prigogine. 1987. Die Erforschung des Komplexen, München: Piper. 384 S. ISBN: 3492030750.
- [8] Rott Hans. 2022. Was ist Zufall? Kontingenz — Unvorhersagbarkeit — Koinzidenz. In Konstantina Papathanasiou (ed.), Zufall: Rechtliche, philosophische und theologische Aspekte. S. 34-51. Berlin: Duncker & Humblodt. ISBN 978-3-428-18621-1.
- [9] Schmidt Jan C. 2022. Philosophy of Interdisciplinarity. Studies in Science, Society, and Sustainability. London and New York: Routledge. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315387109-1>