

Krönig, Franz Kasper

## **Die Pathologien reiner Rekursivität. Zur Unvertretbarkeit des personalen Subjekts bei der Sinnerzeugung**

*Borchert, Johanna [Hrsg.]; Krönig, Franz Kasper [Hrsg.]; Leinen-Peters, Nora [Hrsg.]; Rora, Constanze [Hrsg.]: Das Ästhetische im Zeichen künstlicher Verstehenssimulation. Berlin : Logos Verlag 2025, S. 47-64*



### **Quellenangabe/ Reference:**

Krönig, Franz Kasper: Die Pathologien reiner Rekursivität. Zur Unvertretbarkeit des personalen Subjekts bei der Sinnerzeugung - In: Borchert, Johanna [Hrsg.]; Krönig, Franz Kasper [Hrsg.]; Leinen-Peters, Nora [Hrsg.]; Rora, Constanze [Hrsg.]: Das Ästhetische im Zeichen künstlicher Verstehenssimulation. Berlin : Logos Verlag 2025, S. 47-64 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347438 - DOI: 10.25656/01:34743

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347438>

<https://doi.org/10.25656/01:34743>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# Das Ästhetische im Zeichen künstlicher Verstehenssimulation

Herausgegeben von  
Johanna Borchert  
Franz Kasper Krönig  
Nora Leinen-Peters  
Constanze Rora

Logos Verlag Berlin





# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>7</b>
 <b>I Deutungsansätze</b>	 <b>15</b>
<b>Was Menschen nicht können. Eine Theorie des Sinns und des Verstehens für die Zeit der Künstlichen Intelligenzen</b> . . . . .	<b>17</b>
JAN SÖFFNER	
<b>Die Pathologien reiner Rekursivität. Zur Unvertretbarkeit des personalen Subjekts bei der Sinnerzeugung</b> . . . . .	<b>47</b>
FRANZ KASPER KRÖNIG	
<b>Die Kulturtechnik der Verflachung als kreatives Potenzial. Eine Reflexion über die Bedingungen des Digitalen</b> . . . . .	<b>65</b>
SYBILLE KRÄMER	
<b>Die notwendige Verflachung der Welt. Kulturtechniken intergenerationaler Weitergabe</b> . . . . .	<b>87</b>
KAI WORTMANN	
 <b>II Ästhetische Fragen</b>	 <b>101</b>
<b>KI-Kunst verstehen</b> . . . . .	<b>103</b>
HARRY LEHMANN	
<b>Zwischen Imagination und Realisation. KI als Hilfsmittel im Kunstunterricht?!</b> . . . . .	<b>127</b>
ALEXANDER SCHNEIDER	

<b>Leibliche Dimensionen musikalischer Bildung angesichts künstlicher Intelligenz . . . . .</b>	<b>141</b>
JOHANNA BORCHERT & NORA LEINEN-PETERS	
<b>Musikunterricht im Zeichen künstlicher Intelligenz. Der KI-Würfel als fachdidaktisches Modell . . . . .</b>	<b>159</b>
BENJAMIN HECHT & OLIVER KRÄMER	
<b>Zur Frage der Bildungsrelevanz komponierender KI . . . . .</b>	<b>175</b>
CONSTANZE RORA	
<b>Autor:innen . . . . .</b>	<b>195</b>

# Die Pathologien reiner Rekursivität. Zur Unvertretbarkeit des personalen Subjekts bei der Sinnerzeugung

FRANZ KASPER KRÖNIG

Dem bildsamen, individuellen, personalen und leiblichen Subjekt scheinen nach und nach seine Alleinstellungsmerkmale abhanden gekommen zu sein. Folgt man beispielsweise der soziologischen Systemtheorie, können Interaktions- und Funktionssysteme als selbstreferentielle, kommunizierende Beobachter gesehen werden, die über ihre Fremddifferentialität Objekte konstruieren können, die über ein ‚Gedächtnis‘ in Form von Strukturen und Semantiken Vergangenheitsbezug herstellen und über Evolutionsprozesse einen offenen Zukunftsbezug unterhalten. In der Diskussion um künstliche Intelligenz taucht nun zusätzlich die Frage auf, ob auch die personal-subjektiven Leistungen des Denkens und Imaginierens als Bedingungen von Kreativität eine nicht personal-subjektive Konkurrenz erhalten haben, sodass u. a. auch künstlerische oder wissenschaftliche Autorenschaft nicht mehr leichtthin als Alleinstellungsmerkmal personaler Subjekte herangezogen werden kann. Dass alle der genannten Punkte zur Diskussion stehen, bedeutet immerhin, dass die Gewissheit des personalen Subjekts als in dieser Hinsicht ausgezeichnete, unvertretbare Instanz mindestens fraglich geworden ist.

Angreifbar scheint die These der prinzipiellen Vertretbarkeit des personalen Subjekts vor allem im Rückgriff auf anerkennungstheoretische Überlegungen. Auch wenn das nicht-personale Subjekt Objekte setzen kann, scheint doch mehr als fraglich, ob es dies auch im Bezug auf Subjekte leisten kann. Diese Setzung geht in der Hegelianischen Tradition aus einem Anerkennungsverhältnis hervor: Nur ein Subjekt, das von mir als solches gesetzt, d.h. anerkannt wird, kann mich selbst als Subjekt anerkennen. Ohne diese Anerkennung kann ich mich nicht als Subjekt von Subjekten unterscheiden, sondern lediglich als Subjekt

von Objekten. Meine Unterscheidung von Objekten macht mich aber noch nicht im vollen Sinne zu einem selbstbewussten Subjekt (vgl. Hegel, 1807/1988, S. 120–122; Krönig, 2023, S. 43–44). Ohne an dieser Stelle in die philosophische Begründung der Anerkennungstheorie, die hier ja lediglich auf eine nahezu tautologische Argumentation komprimiert ist, einsteigen zu wollen, lässt sich der skizzierte Sachverhalt auch an Beispielen verdeutlichen, die zugleich mögliche Kriterien hinsichtlich einer Empirisierbarkeit liefern. Kann ich mich vor ChatGPT schämen? Kann ich ChatGPT Verantwortung für dessen Ratschläge zuweisen? Kann ich mich in der Kommunikation mit ChatGPT als Person in Frage stellen oder bestätigen? Dass diese und ähnliche Fragen nur über Selbstauskünfte personaler Subjekte beantwortet werden können, ist ein erster Hinweis auf die Richtigkeit der anerkennungstheoretischen Überlegung: Wenn ich ChatGPT als Subjekt anerkenne, kann ich mich von ihm anerkennen lassen. Empirische Hinweise darauf, dass dies erfolgt, liegen u. a. vor (vgl. Colombatto & Fleming, 2024), wenn sich Personen für Auskünfte bedanken bzw. andere Höflichkeitsfloskeln verwenden oder generell zu Anthropomorphisierungen neigen (vgl. Ji, 2024). Haben wir es also doch mit einer ontologischen Differenz zu tun? Auf der einen Seite ein Wesen, das etwas zu Subjekten machen kann, auf der anderen Seite, eines, das diese Leistung nur empfangen kann?

Wir wollen im Folgenden zunächst nur heuristisch Hinweise auf diese Asymmetrie sammeln. Besonders aussichtsreich scheint dabei das Konstrukt der Selbstreferenz zu sein, das sich zunächst unproblematisch auf z. B. soziale Systeme und KI-Systeme beziehen lässt, auf den zweiten Blick aber in zwei radikal zu unterscheidenden Varianten auftritt, die wir im Folgenden als den analogen und den digitalen Modus bezeichnen wollen.

## **Digitale Selbstreferentialität**

Der Begriff der Selbstreferentialität ist auf den Systembegriff angewiesen. Mit letzterem ist eine strukturierte Einheit gemeint, die über eine gewisse Zeit eine Grenze zu ihrer Umwelt operativ aufrechterhält. Unter einer strukturierten Einheit ist zu verstehen, dass es sich um „eine geordnete Gesamtheit von Elementen, zwischen denen irgendwelche Beziehungen bestehen oder hergestellt werden können“ (Ulrich, 1975, S. 33)

handelt. Diese Definition allein würde allerdings Systeme noch nicht von Geräten wie einem Toaster unterscheiden. Der Hinweis auf die operative Aufrechterhaltung der eigenen Grenze impliziert darüber hinaus, dass ein System überhaupt operieren, d.h. verschiedene Zustände in der Korrelation der eigenen Elemente einnehmen kann. Die Elemente eines Geräts sind hingegen fest gekoppelt und können von dem Gerät selbst nicht strukturiert, d.h. gelöst und in andere Kopplungen überführt werden. Dies würde das Gerät zu einer Maschine aufstufen. Schließlich muss man den Begriff der Grenze (zur Umwelt) wenigstens in seiner schwächsten Auslegung hinzuziehen. Während die starke Auslegung fordert, dass das System sich selbst in Unterscheidung zu seiner Umwelt stets (selbstreferentiell) mitbeobachtet und dadurch aufrechterhält bzw. reproduziert (vgl. Luhmann, 1987, S. 606–607), genügt es nach der schwachen Auslegung, dass das System von außen als Ganzheit abgegrenzt werden kann. Diesem Verständnis nach ist ein Taschenrechner ein System, das operiert oder nicht operiert. Alles außerhalb seiner Operationen gehört nicht zum System, ohne dass der Taschenrechner dieses mitbeobachten muss. Der Taschenrechner kann hinreichend viele verschiedene Zustände annehmen und Strukturen ausbilden, die wieder ‚gelöscht‘ werden können, um weitere Strukturbildungen zu ermöglichen, auch wenn dies lediglich „allopoietisch“ (Ziemann, 2009, S. 477) erfolgt und nicht selbstgesteuert. Auf der Grundlage dieses minimalen Systembegriffs können wir selbstreferentielle von nicht-selbstreferentiellen Systemen unterscheiden und dabei auch den Begriff der Maschine von dem des Systems abgrenzen.

Wir haben die Maschine gegenüber dem Gerät dadurch abgegrenzt, dass die Maschine (auch) lose gekoppelte Elemente aufweist, die sie zu Strukturbildungen auflösen und rekombinieren kann. Was Heinz von Foerster als triviale Maschine bezeichnet, definieren wir generell als Maschine: Auf der Basis »fester« Operationsregeln kann sie ihre »lose« gekoppelten Elemente rekombinieren (vgl. Foerster, 1993, S. 138). Maschinen sind in der Lage, bei personalen Subjekten den Eindruck nicht-vorhersagbarer Kontingenz zu erzeugen. Sie können also für Überraschungen sorgen, da die Komplexität der internen Strukturen und Prozesse – zumindest momentan – de facto intransparent ist (Sybille Krämer spricht in diesem Zusammenhang von Opazität als



„strukturelle[m] Attribut“ von Large Language Modellen; i.d.B., S. 80). Aus diesem Grund kann man mit Maschinen auch scheinbar kommunizieren (vgl. Esposito, 1993). Die Kontingenz, die sie simulieren, ist die notwendige Bedingung dafür, dass Personen Nicht-Trivialität unterstellen und Sinn attribuieren, indem sie (fälschlicherweise) davon ausgehen, dass das, was die Maschine ausgibt (»sagt«), die Aktualisierung einer Möglichkeit sei. Der Maschine wird dabei unterstellt, sie hätte auch andere Aussagen tätigen können, und die Differenz der aktuellen Aussage zu den nicht-aktualisierten, möglichen Aussagen wird folglich als Sinn interpretiert. Klar ist, dass sich auch auf der Grundlage regelgeleiteter Prozesse Strukturbildungen ergeben können, deren Herstellung für Beobachter intransparent bleibt, es also beispielsweise zu spontanen Formenbildungen kommt, die aufgrund ihrer Prägnanz nicht nur als bedeutungshaft, sondern sogar als Mitteilungen interpretiert werden können. Dies wird dann als „Emergenz“ bezeichnet, worin aber im Wesentlichen ein Erklärungsprinzip im Bateson'schen Sinne zu verstehen ist, das eine Benennung eines Sachverhalts mit dessen Erklärung gleichsetzt (vgl. Bateson, 1985, S. 73). Schon sehr elementare mathematische Funktionen erzeugen bei hinreichenden Iterationen bzw. Rekursionen solche auffälligen, prägnanten Formen, die bei Beobachtern den Eindruck einer Nicht-Beliebigkeit, Nicht-Zufälligkeit, mithin Selektivität und damit Bedeutungshaftigkeit erzeugen. Langton's Ant (vgl. Langton 1986) ist ein Beispiel eines trivialen, deterministischen und nicht-lernfähigen Programms, das auf der Basis der eigenen (wenigen) Regeln nach einer hinreichenden Zahl von Rekursionen 'überraschend' symmetrische Muster hervorbringt. Rekursivität allein ist schon die hinreichende Bedingung für die Hervorbringung von Symmetrie bzw. order from noise, was für Beobachter als überraschende Emergenz bedeutender Formen oder sogar als Kreativität interpretiert werden kann:

Rekursion ist definiert als die Wiederanwendung einer Verarbeitungsvorschrift auf eine Variable, die bereits Ergebnis, beziehungsweise Zwischenergebnis derselben Verarbeitungsvorschrift ist. Der Variablenwert also ändert sich mit jedem Durchlauf der Schleife, und Effekt der Wiederholung ist gerade nicht die Herstellung von Identität, sondern einer vordefinierten Variation. Rekursion ist in-

sofern nicht einfache, sondern erweiterte Reproduktion; und Rekursion verschränkt Wiederholung und Variation mit dem Ziel, ein Neues hervorzubringen, ein Ergebnis, das in dieser Form nicht vorvollzogen werden kann. (Winkler, 1999, S. 235)

Gleichwohl wäre es ein Fehler, Rekursivität mit Selbstreferentialität gleichzusetzen. In dieser Unterscheidung könnte, so jedenfalls die These, die im Folgenden plausibilisiert werden soll, die Grenze zwischen KI und den Leistungen personaler Subjekte liegen. Wir müssen also versuchen, digitale Rekursivität von Selbstreferentialität zu unterscheiden, die – so wird im Folgenden argumentiert – zugleich digital und analog ist und sein muss. Der Begriff der Selbstreferenz kann formtheoretisch als die Einheit der Unterscheidung von Selbstreferenz und Fremdreferenz definiert werden. Damit ist gesagt, dass sich Selbstreferenz immer von Fremdreferenz unterscheidet bzw. diese Unterscheidung so lange aktualisiert, wie sie sich selbst aufrechterhält. Luhmann spricht hier von einer „basalen, rekursiven Selbstreferenz“ (Luhmann 1987, S. 107). Das Auf-sich-selbst-Verweisen gelingt danach nur beiläufig zu einem Auf-anderes-Verweisen. Die Begründung dieser u. a. von Luhmann vertretenen These finden wir in verschiedenen Ausführungen in der Philosophiegeschichte, wollen uns hier aber auf den diesbezüglichen Versuch Jean-Paul Sartres beschränken. Was Hegel betrifft, haben wir diesen Gedanken bereits oben im Zusammenhang mit seinem Anerkennungsbegriff angedeutet, wären aber genötigt, die Validität dialektischen Denkens zu begründen, was sicherlich nicht nebenbei gelingen kann. Sartre hingegen unternimmt wohl den letzten Cartesischen Versuch, d.h. im Subjekt-Objekt-Denken verbleibend, das Selbstverhältnis eines Subjekts zu sich (Selbstreferenz), das sich gleichzeitig intentional auf ein Objekt richtet (Fremdreferenz), zu bestimmen. Die Fremdreferentialität des Bewusstseins wird dabei im Husserl'schen Diktum „Jedes Bewußtsein ist Bewußtsein von etwas“ (Husserl, 1913, S. 200) auch von Sartre zugrunde gelegt (vgl. Sartre, 1947/1973, S. 73). Was auch immer ein Bewusstsein ohne Gegenstand sein sollte, müsste folglich anders genannt werden. Hier gehen wir davon aus, dass Bewusstsein bewusst (etwas) erlebt (vgl. Wienbruch, 1993) und ansonsten keines bzw. etwas anderes ist. Gleichzeitig kann das Bewusstsein nur einen Gegenstand ‚haben‘, wenn es

zugleich weiß, dass es Bewusstsein dieses Gegenstands ‚ist‘. Es muss also den Gegenstand nicht nur fremdreferentiell aus dem Welthintergrund herausgreifen und von anderen Gegenständen unterscheiden, sondern muss den derart fokussierten Gegenstand auch von sich selbst unterscheiden. Auch das genügt aber nicht. Es muss zudem ein mitlaufendes Bewusstsein davon haben, dass es selbst die Unterscheidung von sich zu dem Gegenstand leistet. Es muss also die Einheit der Unterscheidung von Ich und Nicht-Ich herstellen und während der und über die Einzelvollzüge hinweg aufrechterhalten. Diese Aufrechterhaltung lässt sich, wie Sartre bemerkt, nicht wiederum in Differenzen auflösen. Die Differenz vom gegenstandssetzenden (thetischen) Subjekt und seinem Objekt (S-O) zu dem Subjekt, das von dieser Gegenstandssetzung weiß (Ss-O), würde als thetische, d.h. bewusst gesetzte Differenz, wie Sartre schreibt, einen infiniten Regress bzw. einen Zirkel auslösen (vgl. Sartre, 1947/1973, S. 28). Mit Luhmann könnte man dagegen wohl einwenden, dass diese scheinbare Paradoxie durch die sich verzeitlichende Operativität des Bewusstseins entparadoxiert werde. Gleichwohl bleibt aber das Problem, dass die thetischen Bewusstseinsleistungen stets binäre Differenzen aneinanderketten. Die sich-durchhaltende Einheit, die diese Differenzen leistet, nämlich das Selbstbewusstsein, wird auf diese Weise auch nur als eine Differenz fassbar, mithin gerade nicht als eine sich der zeitlichen Elimination entziehende Einheit. Für Sartre folgt daraus notwendigerweise die These eines nicht-thetischen Bewusstseins, d.h. einer Einheit, die nicht durch (Differenz)Setzungen hergestellt wird, sondern in einem ontologischen Sinne ‚ist‘ (vgl. Sartre, 1947/1973, S. 37).

Anstelle dieser ontologischen Argumentation mit den Begriffen von Sein und Nichts können wir mit den Begriffen von analog und digital arbeiten. Digitalität ist ein Operationsmodus, der ausschließlich mit Differenzen arbeitet, deren jeweilige Außenseite nicht mitgeführt wird. Weder die Kontingenz und Unsicherheit noch das aktuell Nicht-Erfassbare dessen, was im gleichen Moment nicht aktualisiert wird, kann dabei in irgendeiner Weise mitgeführt werden, sondern wird gelöscht. Bevor wir uns anschauen, wie personale Subjekte diese Leistung sehr wohl erbringen, wollen wir zunächst aufzeigen, welche Konsequenzen diese Löschung hat.

## Pathologien reiner Rekursivität

Eine aktuelle Studie zeigt, dass AI in der Form von Large Language Models (LLMs) wie ChatGPT genau aus diesem Grund kollabiert, sobald der Korpus aus Training mit personalen Subjekten gegenüber unmoderierten Online-Korpora einen zu geringen Anteil einnimmt. Shumailov et al. sprechen dabei von einem „model collapse“, den sie als universelles Problem generativer Modelle sehen – was im Übrigen nicht von neueren, avancierteren Modellen behoben wird:

Model collapse is a degenerative process affecting generations of learned generative models, in which the data they generate end up polluting the training set of the next generation. (Shumailov et al., 2024, S. 755)

Die Ursache sehen die Autor\*innen darin, dass die Modelle in ihrer Fokussierung auf statistisch relativ wahrscheinliche Annäherungen die relativ unwahrscheinlichen (digital) abtrennen und ab einem bestimmten Punkt eigenständig fingierte Unsicherheit in Form von Fehlern wieder einführen, was alles andere als ausnahmsweise, sondern überwiegend, d.h. in 90 % der Ergebnissen geschieht (vgl. Safdar, Siddique, Gulzar, Yasin & Khan, 2024). Wir haben es hier – im Grenzfall – mit sozusagen reiner Rekursivität zu tun, bei der die eigenen Operationsergebnisse (Outputs) zum Input der folgenden Operation werden. Bei digitaler Operationsweise ist es, wie schon am Beispiel von Langton's Ant gezeigt wurde, möglich, scheinbar ‚sinnvolle‘ Formen hervorzubringen, die allerdings ganz ohne Fremdreferenz zustande kommen und daher auch keine Fremdreferenz erzeugen bzw. lediglich ‚halluzinieren‘ (vgl. Herbold, Hautli-Janisz, Heuer, Kikteva & Trautsch, 2023). Die Operationen kommen nicht mit etwas außerhalb ihrer selbst in Berührung, werden nicht irritiert, gestört oder in irgendeiner Weise durch Umweltkontakt beeinflusst. Zudem signifizieren sie nicht(s). Diese Systeme sind also nicht nur operativ geschlossen, sondern auch sozusagen kognitiv geschlossen: „Alle Umweltbeobachtung setzt die Unterscheidung von Selbstreferenz und Fremdreferenz voraus“ (Luhmann, 1998, S. 93).

Dass kognitiv geschlossene Systeme gleichwohl Formen hervorbringen, die von personalen Subjekten als sinnvoll (mithin auch als kognitive Leistungen im weitesten Sinne) interpretiert werden, täuscht über diesen

Sachverhalt hinweg. Ohne Fremdreferenz auf der Grundlage kognitiver Öffnung kann im strengen Sinne daher nicht von Selbstreferenz gesprochen werden, sondern von reiner Rekursivität. Wir kennen diese fremdreferenzfreien Rekursionen auch von sozialen Systemen und können es zumindest als heuristischen Hinweis ansehen, dass auch hier das Herunterfahren von kognitiver Öffnung zu operativen Pathologien führt.

Diese Pathologien sind, wie gesagt, die Folge fremdreferenzfreier, rekursiver und digitaler Operationen, die nicht nur bei technischen, sondern eben auch sozialen Systemen aufgrund der binären Codierung deren Kommunikation möglich ist.

Besonders viel diskutiert ist die Frage des Herunterfahrens von Fremdreferentialität im Wirtschaftssystem. Zunächst könnte man sagen, es sei ein Fehler, die (digitale) Codierung ökonomischer Operationen lediglich als zahlen / nicht-zahlen auszuweisen. Hier fehlt nämlich gerade das fremdreferentielle Wofür der Zahlung. Luhmann weist darauf hin, dass es sich bei der Codierung von Geldknappheit in zahlen / nicht-zahlen um eine Zweitcodierung des Eigentumscode, welchen man wohl besitzen / nicht-besitzen nennen könnte, handelt, der durch seine Zweitcodierung nicht obsolet wird:

Mit dem Übergang zur Geldwirtschaft wird der Eigentumscode nicht etwa entbehrlich. Im Gegenteil: Mit »Zweitcodierung« soll gerade gesagt sein, daß der Geldcode auf dem Eigentumscode aufbaut und dessen Funktionsfähigkeit voraussetzt. (Luhmann, 1994, S. 201)

Das hieße, dass letztlich doch Güter, teilweise symbolisch generalisierte, reale Knappheit in der Form von Gold oder Öl, Dienstleistungen und Arbeit, den Geldcode (zahlen / nicht-zahlen) absichern. Geld ‚steht‘ damit ‚für‘ etwas, das nicht es selbst ist, wodurch Zahlungen eine Fremdreferenz leisten. Wohlgemerkt kann auch Geld – dann allerdings sozusagen als Ware oder als Preis – fremdreferentiell vorkommen. Die Ablösung der Geldwirtschaft von der Güterwirtschaft führt zu einem Ausschluss der Fremdreferentialität und operiert in unserem Sinne nicht mehr selbstreferentiell, sondern rein-rekursiv. Wie gesagt: Auch Selbstreferentialität ist rekursiv, aber zusätzlich mit Fremdreferenz verknüpft. Die Marxistische Vorstellung, nach der Wertschöpfung letztlich und

notwendig von realwirtschaftlicher Produktion abhängt (vgl. Krüger, 2012, S. 218–220) und es nur eine „zeitlich begrenzte Verselbständigung der Akkumulation von Geldkapital von der Wertschöpfung des Produktionsprozesses geben kann“ (Wendl, 2015, S. 298), würde die Fremdreferenz der Operation zahlen/nicht-zahlen gewährleisten. Diese digitale Operation hätte in der realwirtschaftlichen Produktion, d.h. deren Arbeit und deren Produktionsmittel – bzw. auch in einem konträren ökonomischen Denkraum: der effektiven Nachfrage (Keynes, 1936/2018, S. 21–23) – ein sozusagen analoges Substrat. Wenn Stäheli „Spekulation als höchst selbstreferentielle Kommunikationsweise“ (Stäheli, 2007, S. 107) bezeichnet, meint er das Gleiche, nämlich dass das „Dazwischentreten von Fremdreferenzen wie Gütern oder die Konsumtion des Profits“ (ebd., S. 112) wegfällt. Lediglich der Bezeichnung der rekursiven Spekulation mit Spekulationen als Selbstreferenz können wir uns nicht anschließen, da es ja gerade die wesentliche Differenz unterläuft, um die es geht: Digitale Rekursivität muss von einer Rekursivität unterschieden werden, die sozusagen analoge Fremdreferenz mit beiläufiger Selbstreferenz prozessiert. Dies ist in der Güterwirtschaft sehr wohl der Fall, bei der schließlich die Zahlung selbst für Zahlungen als Zahlung, d.h. als Eigenoperation selbstreferent ist und damit Anschlussfähigkeit bereitstellt, bei der aber zugleich eine kognitive Öffnung für Preise von Gütern im weitesten Sinne vorliegt. Die Güter sind in ihrer Materialität nicht Teil der Operation, sondern Umwelt, die allerdings beobachtet werden muss, um die jeweiligen Preise einschätzen bzw. überhaupt so etwas wie Preise (die schließlich immer für-etwas sind) konstruieren zu können. Dies gilt, selbst wenn man systemtheoretisch die Beobachtbarkeit der Umwelt weitgehend einschränkt. Zwar kann das Wirtschaftssystem den Ackerbau z. B. nicht wissenschaftlich beobachten, sondern nur ökonomisch. Gleichwohl muss es sich von dem Umweltrauschen, v.a. den Leistungen und Leistungserwartungen der anderen Systeme irritieren lassen. Dies geschieht, um bei unseren Begriffen zu bleiben, über strukturelle Kopplungen, die als A/D-Wandler beschrieben werden können (vgl. Krönig, 2009), wobei die ‚Wandlung‘ hochselektiv ist und in keiner Weise Umweltereignisse schlichtweg übersetzen oder internalisieren kann. Abschließend hierzu sei gesagt, dass die selbstreferent gewordene Selbstreferenz, d.h. die reine Rekursivität, die keiner Fremdreferenz

mitläuft, auch beim Wirtschaftssystem als pathologisch bzw. gefährlich angesehen wird. Die aktuellen Warnungen vor spekulativen Blasen, die keine reale Wertschöpfung, dafür aber reale Schäden hervorrufen, waren schon von Keynes ausgerufen worden:

But the position is serious when enterprise becomes the bubble on a whirlpool of speculation. When the capital development of a country becomes a by-product of the activities of a casino, the job is likely to be ill-done. (Keynes, 1936/2018, S. 139)

Empirisch ist es unbestreitbar, dass große Spekulationsverluste letztendlich doch, wie Marx es gesehen hat, von der Arbeit aufgefangen werden. Dies kann unmittelbar über Arbeitslosigkeit und dem daraus folgenden Wertverlust von Arbeit, also sinkenden Löhnen, oder mittelbar über Staatsverschuldung und Inflationssteigerungen, die die Arbeitslöhne und Renten senken, erfolgen. Höchstens darüber, ob dies über die empirische Evidenz hinaus theoretisch notwendig ist, wie es u. a. der Marxismus behauptet, gibt es in der Ökonomie bekanntlich – man denke nur an den Keynesianismus – keine Einigkeit.

Der gleiche Sachverhalt ließe sich jedenfalls auch an anderen Funktionssystemen aufzeigen, die schließlich ebenfalls digitale Selbstreferenz (binär codierte Operationsweise) fremdreferentiell mit kognitiver Öffnung für analog ‚rauschende‘ Umwelten verknüpfen. Auch bei anderen Systemen können wir uns fragen, was geschieht, wenn die Fremdreferenz so zurückgefahren wird, wie wir das bei der Trennung von Geldwirtschaft und Güterwirtschaft zu zeigen versucht haben. Bei Kunst wäre dies der Fall, wenn sie die digital codierte Operationsweise, mit der sie die Beobachtung auf die Frage stimmiger vs. nicht-stimmiger Formenbildungen fokussiert, von der Wahrnehmung, d.h. dem Analogen trennt. Schon für Kant war beim Urteil über das Schöne grundlegend, dass Verstand und Einbildungskraft, wie bei allen ästhetischen Urteilen, maßgeblich sind und im besonderen Fall des Urteils über das Schöne sogar in einem freien Spiel, d.h. gleichrangig operieren. Wir können den Verstand als Begriffsvermögen isoliert – sofern das überhaupt möglich ist – als digital prozessierendes Vermögen auffassen, indem sein Begreifen als eine eindeutige *Begriffsentscheidung* gedacht wird. Das kognitive Urteil „X ist

Y“ stellt dabei eine eindeutige Relation zwischen zwei diskreten, frei koppelbaren Elementen her (vgl. den Begriff des Digitalen bei Sybille Krämer i.d.B., S. 77). Für die Kunstbetrachtung würde dieses Verstandesurteil den Abbruch des ästhetischen Modus bedeuten: Etwas ist ‚verstanden‘, das Spiel ist stillgestellt und ich kann aus einer weiteren Betrachtung keine Erfahrung mehr ableiten, geschweige denn mir meiner Unauslotbarkeit im Spiel mit feinen Interpretationen, die ich so nur angesichts des vieldeutigen Gegenstands hervorbringe, inne werden. Die Einbildungskraft liefert mir allerdings eine „Mannigfaltigkeit der Anschauungen“ (vgl. Kant, 1790/1913, S. 217) und damit nicht endende Deutungsmöglichkeiten. Die, wie Sartre sagt: Nicht-Inventarisierbarkeit des Wahrnehmungsobjekts (vgl. Sartre, 1943/1994, S. 19) ist dabei der Garant dafür, dass aus der Wahrnehmung immer neue Irritationen bezogen werden, die ich aufgrund ihrer Vieldeutigkeit nicht auf den Begriff bringen kann.

In anderer Sprache: Die A/D-Wandlungen vom analogen Wahrnehmen zum digitalen Begreifen führen ihr eigenes Scheitern mit. Gelingen sie, ist das Spiel vorbei. Ich meine z. B. ‚erkannt‘ zu haben, dass die Vieldeutigkeit nur scheinbar ist und dass bei einer bestimmten, in einen Begriff überführten Deutung kein relevanter ‚Rest‘ bleibt. Die Irritation ist zu Information ohne Rest geworden. Wenn Kunst nun, etwa in der Gestalt von Konzeptkunst, z. B. Anweisungen anstelle von Objekten bietet oder Readymades, bei denen der Begriff des Objekts und nicht seine Wahrnehmung im Mittelpunkt steht, haben wir es mit einer weitgehenden Ablösung vom analogen Substrat zu tun. Es müssen also keine, wie gesagt stets scheiternden A/D-Wandlungen mehr geleistet werden, da das Kunsterleben in das digitale Begriffsvermögen verlagert wird. Selbstreferentiell ist diese Kunst, indem sie die Operativität selbst an die Stelle der Fremdreferenz setzt. Die codierte Operativität wird dadurch mit sich selbst kurzgeschlossen und befragt: Warum wird dieses Kunstwerk als Kunstwerk betrachtet? In anderer Terminologie können wir sagen, dass die Medium / Form-Differenz der Kunst kollabiert. Die Form als wahrnehmbare Gestaltung, d.h. als sich bedeutungsvoll, geradezu als notwendig (vgl. Krönig, 2008) positionierende Selektion aus einem Medium, das auch andere Formen ermöglicht, wird selbst zum Medium für Kunstreflexion. Dadurch wird die Form beliebig, zumindest vertretbar: Die gleiche begriffliche Betrachtung ließe sich auch an



anderen Formenbildungen anstellen, weshalb es sich nicht lohnt, den (analogen) Wahrnehmungsaspekt gerade dieser Form heraufzufahren, um aus einem intensiven und andauernden Wahrnehmen immer neue Deutungsmöglichkeiten zu beziehen:

Die Auflösung kann Selbstzweck werden, das Medium dient nicht mehr der Form, sondern die Form dem Medium bis hin zu dem Paradox, daß die Form nur noch behaupten will, sie sei ihr Medium; sie sei an sich selbst nicht interessiert. (Luhmann, 2001, S. 212)

Auch hier, wie schon bei der Ablösung ökonomischer Operativität von fremdreferentiellen analogen Substraten, wird diese rekursive Schließung als Krise diagnostiziert (vgl. ebd.).

Weder digitale Kunst noch jegliche digitale Operativität kann Fremdreferenz aufbauen. Auch wenn digitale Systeme A/D-Wandlungen vornehmen können, fordert ihre Operationsweise, dass sie auch dies digital tun. Das bedeutet, dass der unfassbare ‚Rest‘ des Analoges nicht, z. B. in der Form von Irritation (symbolisch oder gefühlsmäßig, d.h. verkörpert), materialisiert mitgeführt werden kann. Hierin können wir die prinzipiell nicht vertretbare Leistung personaler Subjekte erkennen. Philosophisch könnte man im Hinblick auf ihre Leiblichkeit zu begründen versuchen, wie sie diese Leistung erbringen können – was aber nicht einfach im Verweis auf ihre Materialität in der Form von Körperlichkeit erfolgen kann, da auch digitale Systeme auf Materialisierung angewiesen sind (vgl. Krönig, 2019). In dieser Argumentationslinie müsste man vielmehr die Leiblichkeit von Körperlichkeit abgrenzen, was allerdings die spezifisch personale Subjekthaftigkeit, die dadurch begründet werden soll, wohl schon voraussetzt. Ein anderer Weg ist der, den Sartre beschritten hat, indem er die notwendige Bedingung der Möglichkeit der Einheit der Differenzen innerhalb des Subjekts in dessen ontologischer Struktur als zugleich einem Sein und einem (seienden) Nichts sieht (vgl. Sartre, 1947/1973, S. 43). Die Diskussion um die Gültigkeit der ontologischen Argumentationen Sartres im Besonderen (vgl. Frank, 2015) oder ontologischen Denkens im Allgemeinen würden wir allerdings sicherlich nicht zu einem befriedigenden Abschluss bringen können. Die am wenigsten voraussetzungsvolle und angreifbare Argumentation scheint hingegen die Symboltheorie Ernst Cassirers zu bieten.

## Analog / digitale Sinnerzeugung durch symbolische Formung

Cassirer schließt an die Argumentation Wilhelm von Humboldts an, nach der die Zeitlichkeit von Bewusstseinsvollzügen allein schon deren Materialisierung bzw. Versinnlichung begründet. Da Bewusstseinsakte aus mehreren Elementen bestehen, mindestens dem denkenden Ich, dem Objekt, das es sich entgegensetzt und dem Prädikat bzw. Attribut, das es diesem zuschreibt,<sup>1</sup> haben wir es nach Humboldt mit einer gegliederten Vielheit im zeitlichen Nacheinander zu tun, die zu einer Einheit gebracht werden muss, was nur durch Verräumlichung erfolgen kann (vgl. Humboldt, 1908, S. 581–583). Sybille Krämer argumentiert ähnlich im Bezug auf die epistemologische Notwendigkeit der Materialisierung temporaler Prozesse (vgl. i.d.B., S. 75). Cassirer generalisiert den Humboldt'schen Gedanken, bei ihm nur auf kognitive Prozesse mit der Versinnlichungsform der Sprache bezogen, auf jegliche geistigen Leistungen (vgl. Cassirer, 1923, S. 8–9). Für Cassirer kann es aus den genannten erkenntnistheoretischen Gründen keine Operationen eines reinen Geistes geben, der so etwas wie reine Begriffe im Sinne nicht-materialisierter Differenzen prozessiert. Vielmehr muss sich jede geistige Leistung in einem Symbol versinnlichen, seien dies Symbole der Sprache, der Kunst, der Wissenschaft oder der Religion:

Unter einer »symbolischen Form« soll jede Energie des Geistes verstanden werden, durch welche ein geistiger Bedeutungsgehalt an ein konkretes sinnliches Zeichen geknüpft und diesem Zeichen innerlich zugeeignet wird. (Cassirer, 1921/1922/1965, S. 175)

Entscheidend ist, dass die Materialisierung oder Versinnlichung nicht nachträglich erfolgt, sondern die notwendige Bedingung dafür ist, dass überhaupt Sinn hervorgebracht werden kann. Die Differenzen, aus denen Sinn hervorgeht (Ich / Nicht-Ich, Etwas / nicht-etwas-Anderes, Etwas als Etwas und nicht als etwas Anderes) müssen zu einer Einheit

---

<sup>1</sup>Ein Objekt muss schließlich immer als ein Etwas im Unterschied zu etwas Anderem vor dem Welthintergrund herausgehoben, mithin erst durch diese Bestimmung zu einem Objekt gemacht werden.

kommen, die sie dem zeitlichen Dahinfließen enthebt. Die Versinnlichung geistiger Leistungen in einem sinnlich wahrnehmbaren, materiellen Symbol kann als Analogisierung der digitalen Differenzoperation verstanden werden, wobei diese, wie gesagt, nicht nachträglich, sondern gleichzeitig erfolgt. Dadurch dass die Sinnproduktion personaler Subjekte zugleich digital und analog verfährt, ist sie in einem ganz bestimmten Sinn fremdreferentiell. Schließlich verweist nicht nur jede Differenz, wie die *différance* Derridas (vgl. Derrida, 1990), stets auf uneinholbare mögliche Folgedifferenzen, sondern immer auch auf nicht restlos in Differenzen auflösbare Materialität. Diese Materialität ist durch Differenzbildungen nicht inventarisierbar, gleichwohl aber manifest. Sie bleibt im Sartre'schen Sinne real transzendent (vgl. Sartre, 1943/1994, S. 19; Danto, 1986, S. 53). Diese Leistung der digital-analogen Sinnproduktion ist spezifisch für personale Subjekte und bewahrt diese vor der reinen Rekursivität und ihren oben skizzierten Pathologien. Man könnte vielleicht sagen, dass es auch personalen Subjekten möglich ist, die Fremdreferenz auf symbolisch hervorgebrachte analoge Realität herunterzufahren. Es gibt dann keinen ‚Halt‘ mehr für Differenzproduktion, d.h. keine Prüfmöglichkeit im Rekurs auf Wahrnehmung, kein Bewusstsein für die Kontingenz der eigenen Differenzoperation, die durch die Eliminierung des wahrnehmbaren ‚Restes‘ jeder Symbolisierung nicht mehr sichtbar gemacht werden kann bzw. nicht mehr greifbar ist. Dieses pathologische, d.h. im Vergleich zum Wachbewusstsein gewissermaßen ‚desorganisierte‘ Bewusstsein kennen wir als Traumbewusstsein. Traumbewusstsein ist sehr wohl Bewusstsein, aber „augenblicksverhaftet und hinfällig“ (Ey, 1967, S. 61). „Bewußtsein kann sich hier nicht entfalten, auf eine Welt hin entwerfen, sich mit ihr konfrontieren“ (ebd., S. 63). Wir sind nicht gezwungen, mit der konstitutiven Leiblichkeit des Ichs (ebd., S. 247) zu argumentieren, die schließlich als bloß ein möglicher Modus, nämlich der von personalen Subjekten gesehen werden kann, um fremdreferentielle Bezüge digitaler Operation zu analogen Substraten zu ermöglichen. Was wir als notwendig herauszuarbeiten versucht haben, ist nicht der Leib und die Sinneswahrnehmung, sondern abstrakter die notwendige Materialisierung von Sinnvollzügen, die ein analoges Substrat hervorbringt, das zwar die digitalen Operationen (Differenzbildungen) versinnlicht (analogisiert), dies aber stets nur mit irritativem ‚Rest‘, der

für Prüfvollzüge der Sinnproduktion materiell-manifest fremdreferentiell vorliegt. Wir haben gesehen, dass dies die digitale Rekursivität von der Selbstreferentialität unterscheidet und damit die Pathologien reiner Rekursivität, d.h. z. B. den „model collapse“ von LLMs, die völlige Überformung der Güterwirtschaft durch Spekulation und schließlich auch die Desorganisation des Bewusstseins im Traum verhindert – oder eben nicht, wenn man weiterträumt, ungebremst ungedecktes Geld erzeugt oder LLMs sich selbst trainieren lässt.

Könnten AI-Systeme diese spezifische Leistung personaler Subjekte, nämlich Selbstreferenz realer Fremdreferenz mitzuführen, sich durch letztere irritieren zu lassen und diese fremdreferentielle Irritation auf der Ebene der Selbstreferenz zu bearbeiten, modellieren? Das unaufhebbar, prinzipielle Problem ist, dass jede Simulation transzendenter fremdreferentieller Erfahrung, die sich dem personalen Subjekt z. B. als widrig, opak, abgeschattet und irritativ, d.h. als nicht selbst konstruiert präsentiert, für AI-Systeme immer nur selbstkonstruiert, mithin gerade nicht transzendent, d.h. nicht als Fremd- oder Weltauffassung möglich ist. Ein AI-System kann nur Formen hervorbringen, die ihm selbst völlig transparent sind. Damit kann es sie grundsätzlich nicht ‚verstehen‘. Nicht-Verstehen als Bedingung der Möglichkeit von Verstehen ist eben darin begründet, dass fremde Symbole mit eigenen Symbolbildungen nicht erfasst, sondern vielleicht ‚umstellt‘ werden können und der Grad intersubjektiven Verstehens wiederum nur symbolisch kommunizierbar ist. Das (Nicht)Verstehen des (Nicht)Verstehens ist in dem Sinne niemals bloß rekursiv, dass bei jedem Schritt Materialisierungen vorgenommen werden, die neue analoge Irritation einspeisen, die nie restlos in Information zu überführen ist, sondern (mühsam und immer teilweise scheiternd) verstanden werden muss. Das Verstehen von AI-Systemen wird prinzipiell also eine Projektion personaler Subjekte bleiben.

## Literatur

Bateson, G. (1985). *Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven*. Frankfurt a.M.: suhrkamp.

Cassirer, E. (1923). *Philosophie der symbolischen Formen. Erster Teil: Die Sprache*. Berlin: Bruno Cassirer.

Cassirer, E. (1921/1922/1965). Der Begriff der symbolischen Form im Aufbau der Geisteswissenschaften. In E. Cassirer (Hrsg.), *Wesen und Wirkung des Symbolbegriffs* (S. 171–200). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Colombatto, C. & Fleming, S. M. (2024). Folk psychological attributions of consciousness to large language models. *Neuroscience of Consciousness*, 10(1), 1–5.

Danto, A. C. (1986). *Jean-Paul Sartre*. Göttingen: Steidl.

Derrida, J. (1990). Die différance. In P. Engelmann (Hrsg.), *Postmoderne und Dekonstruktion. Texte französischer Philosophen der Gegenwart* (S. 76–113). Stuttgart: Reclam.

Esposito, E. (1993). Der Computer als Medium und Maschine. *Zeitschrift für Soziologie*, 22(5), 338–354.

Ey, H. (1967). *Das Bewußtsein*. Berlin: de Gruyter.

Foerster, H. v. (1993). *KybernEthik*. Berlin: Merve.

Frank, M. (2015). *Präreflexives Selbstbewusstsein. Vier Vorlesungen*. Stuttgart: Reclam.

Hegel, G. W. F. (1807/1988). *Phänomenologie des Geistes. Neu herausgegeben von Hans-Friedrich Wessels und Heinrich Clairmont*. Hamburg: Meiner.

Herbold, S., Hautli-Janisz, A., Heuer, U., Kikteva, Z. & Trautsch, A. (2023). A large-scale comparison of human-written versus ChatGPT-generated essays. *Scientific reports*, 13, Nr. 18617.

Humboldt, W. v. (1908). *Wilhelm von Humboldts Werke. Herausgegeben von Albert Leitzmann. Siebenter Band. Zweite Hälfte. Paralipomena*. Berlin: B. Behr's Verlag.

Husserl, E. (1913). *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie*. Halle a.d.S.: Max Niemeyer.

Ji, J. J. (2024). Demystify ChatGPT: Anthropomorphism around generative AI. *GRACE: Global Review of AI Community Ethics*, 2(1), 1–10.

Kant, I. (1790/1913). Kritik der Urtheilskraft, In Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.), *Kant's gesammelte Schriften, Band V, Erste Abtheilung, Fünfter Band*. Berlin: Reimer.

Keynes, J. M. (1936/2018). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. Cham: Palgrave Macmillan.

Krönig, F. K. (2008). Kunst als Faktizitätsbewältigung. *Musik & Ästhetik*, 12(45), 68–75.

Krönig, F. K. (2009). A/D-Converters of social systems. *Journal of Socio-cybernetics*, 7(1), 1–8.

Krönig, F. K. (2019). Die Materialität des Sinns sozialer Systeme mit besonderer Berücksichtigung des „abartigen“ Geldes. *Kodikas/Code*, 40(3–4), 292–302.

Krönig, F. K. (2023). *Bildung und Alltäglichkeit. Kultur- und bildungstheoretische Überlegungen zur Entbanalisierung institutioneller Bildung*. Berlin: logos.

Krüger, S. (2012). *Keynes & Marx. Kritik der Politischen Ökonomie und Kapitalismusanalyse, Band 4. Darstellung und Kritik der »General Theory«, Bewertung keynesianischer Wirtschaftspolitik, Linker Keynesianismus und Sozialismus*. Hamburg: VSA.

Langton, C. G. (1986). Studying artificial life with cellular automata. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 22(1–3), 120–149.

Luhmann, N. (1987). *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt a.M.: suhrkamp.

Luhmann, N. (1994). *Die Wirtschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: suhrkamp.

Luhmann, N. (1998). *Die Gesellschaft der Gesellschaft 1*. Frankfurt a.M.: suhrkamp.

Luhmann, N. (2001). Das Medium der Kunst, In O. Jahraus (Hrsg.), *Niklas Luhmann. Aufsätze und Reden* (S. 198–217). Stuttgart: Reclam.

Safdar, M., Siddique, N., Gulzar, A., Yasin, H. & Khan, M. A. (2024). Does ChatGPT generate fake results? Challenges in retrieving content through ChatGPT. *Digital Library Perspectives*, ahead-of-print.

Sartre, J.-P. (1947/1973). *Bewußtsein und Selbsterkenntnis*. Übersetzt von Margot Fleischer und Hans Schöneberg. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Sartre, J.-P. (1943/1994). *Das Sein und das Nichts. Versuch einer phänomenologischen Ontologie*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Shumailov, I., Shumaylov, Z., Zhao, Y., Papernot, N., Anderson, R. & Gal, Y. (2024). AI models collapse when trained on recursively generated data. *Nature*, 631, 755–759.

Stäheli, U. (2007). *Spektakuläre Spekulation. Das Populäre der Ökonomie*, Frankfurt a.M.: suhrkamp.

Ulrich, H. (1975). Der allgemeine Systembegriff. In J. Baetge (Hrsg.), *Grundlagen der Wirtschafts- und Sozialkybernetik: Betriebswirtschaftliche Kontrolltheorie* (S. 33–39). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wendl, M. (2015). Neoklassischer Marxismus? Wie ideologisch ist die linke Kritik an der Geldpolitik? *PROKLA. Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft*, 45(2), 297–306.

Wienbruch, U. (1993). *Das bewusste Erleben: ein systematischer Entwurf*. Würzburg: Königshausen & Neumann.

Winkler, H. (1999). Rekursion. Über Programmierbarkeit, Wiederholung, Verdichtung und Schema. *c't Magazin*, 1999(6), 234–240.

Ziemann, A. (2009). Systemtheorie, In G. Kneer and M. Schroer (Hrsg.), *Handbuch Soziologische Theorien* (S. 470–490). Wiesbaden: Springer VS.