



Medienimpulse
ISSN 2307-3187
Jg. 64, Nr. 3, 2026
doi: 10.21243/mi-26-03-27
Lizenz: CC-BY-NC-ND-3.0-AT

Der kalte Tod der Medienkompetenz.
Eine Kritik
kybernetischer Ideologie
mit
realdialektischer Medienbildung

Christian Swertz

Im Beitrag werden zunächst die Prämissen der Kybernetik erster Ordnung rekonstruiert. Anschließend wird gezeigt, dass die Kybernetik zweiter Ordnung auf den gleichen Prämissen basiert. Nach einem Blick auf die Verbreitung kybernetischen Denkens werden den kybernetischen Prämissen die Prämissen der realdialektischen Medienpädagogik gegenübergestellt. Durch diese Kritik wird die Kybernetik als Ideologie ausgewiesen und so gezeigt, dass Wissen über

die Kybernetik und das Erkennen kybernetischen Denkens als Ideologie relevante Inhalte von Medienkunde und Medienkritik sind. Das wird exemplarisch an den Themen Solutionismus und Datenreligion veranschaulicht.

This article begins by reconstructing the premises of first-order cybernetics. It then demonstrates that second-order cybernetics is based on the same premises. Following an examination of the spread of cybernetic thinking, the cybernetic premises are contrasted with those of real-dialectical media education. Through this critique, cybernetics is exposed as an ideology, thereby demonstrating that knowledge of cybernetics and the recognition of cybernetic thinking as an ideology are relevant aspects of media studies and media criticism. This is illustrated using the examples of solutionism and the 'religion of data'.

1. Einleitung

Dem Physiker Carnot war am Anfang des 19. Jahrhunderts aufgefallen, dass ein heißer und ein kalter Körper ihre Temperaturen angleichen, indem der heiße Körper kälter und der kalte Körper heißer wird, es dabei aber nie vorkommt, dass der heiße Körper heißer und der kalte Körper kälter wird. Im Unterschied zu dieser Beobachtung, die zur Entwicklung des Entropiebegriffs durch Physikerinnen und Physiker geführt hat, ist es durchaus möglich, dass die Medienkompetenz von Medienpädagoginnen und Medienpädagogen, die Medienkompetenz vermitteln, im Zuge der Vermittlung steigt, während die Medienkompetenz der Erzogenen sinkt. Es ist ebenfalls möglich (und empirisch betrachtet häufiger),

dass nach der Vermittlung sowohl die Medienpädagoginnen und Medienpädagogen als auch die Erzogenen über Medienkompetenz verfügen. Dass aber nach einem Energieaustausch zwischen einem heißen und einem kalten Körper beide Körper heiß sind, kommt nie vor. Damit ist klar, dass Erziehungsprozesse nicht mit dem Energiebegriff der Thermodynamik und also nicht mit einem Entropiebegriff beschrieben werden können. Das Verarbeiten von Daten mit Computern kann mit diesem Ansatz dagegen vollständig beschrieben werden.

Das lässt die These zu, dass es keine Erziehung von Menschen durch Computer geben kann, die sich selbst als souveräne Subjekte bestimmen können. Diese These wird im Folgenden untersucht. Dazu werden die Prämissen der von Wiener entwickelten Kybernetik erster Ordnung unter Berücksichtigung des dabei verwendeten Entropiebegriffs als Grundlage der maschinellen Datenverarbeitung rekonstruiert. Anschließend wird gezeigt, dass von Foerster der gleiche Entropiebegriff wie von Wiener verwendet wurde und er damit die Prämissen der Kybernetik erster Ordnung in die Kybernetik zweiter Ordnung übernimmt.

Der monistischen Denkweise der Kybernetikerinnen und Kybernetiker wird dann die dualistische Realdialektik gegenübergestellt. Mit dieser Methode werden die Prämissen der Kybernetik reflektiert. Damit wird gezeigt, dass von Foerster und Wiener Zeichen und Zeichenträger gleichgesetzt werden. Durch diese Gleichschaltung werden die kybernetischen Theorien von Wiener und Foerster aus dualistischer Sicht ideologisiert.

Mit der Ideologie werden Menschen dann zu problematischen gesellschaftlichen Prozessen verführt. Das fällt in den Bereich der Medienkritik. Um diese Medienkritik durchführen zu können, ist Wissen erforderlich, das in den Bereich der Medienkunde fällt. Dieses Wissen kann in der Medienerziehung etwa anhand des Solutionismus und der Datenreligion veranschaulicht werden.

Die meisten der im Folgenden verwendeten Argumente wurden bereits von Pongratz (1978, 2014) vorgelegt. Da auch neuronale Netzwerke mit als Transformermodelle bezeichneten Aufmerksamkeitsmechanismen in den Umfang des Begriffs der turingmächtigen Maschine fallen (A. Turing, 1936; McCulloch & Pitts, 1943), geht es hier um den gleichen Gegenstand wie bei Pongratz.

Das gilt auch für die von Pongratz reflektierte kybernetische Didaktik, die derzeit als Technology Enhanced Learning oder KI-basiertes Lernen bezeichnet wird. Dabei werden zwar andere Worte verwendet, um den Begriff zu bezeichnen, der mit den Worten bezeichnete Begriff ist aber der gleiche (Swertz, 2025b). Das kann am Automatenbegriff gezeigt werden, denn die Behauptung von Minsky und Papert (2017), dass mit Perzentronennetze keine turingmächtigen Automaten modelliert werden können, konnte mit Schaltungen aus drei Perzeptronen widerlegt werden. Die Church-Turing-These, nach der alles, was berechnet werden kann, mit turingmächtigen Maschinen berechnet werden kann, wurde aber nicht widerlegt. Mit Algorithmen aus dem Genre der künstlichen Intelligenz kann also alles berechnet werden, was berechenbar ist. Im Übrigen werden Algorithmen aus dem Genre der

künstlichen Intelligenz auch mit turingmächtigen Maschinen ausgeführt; bei künstlicher Intelligenz handelt es sich also um Computer. Daher trifft Pongratz Kritik an der kybernetischen Didaktik das KI-basierte Lernen exakt.

Mit der Behauptung, dass Algorithmen aus dem Genre der künstlichen Intelligenz Denken entwickeln könnten (Kurzweil, 1992), wird die Technik mythologisiert und in der Folge zur kybernetischen Ideologie. Mit dieser Ideologie wird dann legitimiert, dass Menschen wie Maschinen als Maschinen verstanden werden. Das ist nicht schön. Wie konnte es dazu kommen?

2. Die Kybernetik erster Ordnung

Die Entwicklung des als Kybernetik erster Ordnung bezeichneten Ansatzes begann 1943 durch zwei Aufsätze von Roesenblueth, Wiener und Bigelow (1943) einerseits sowie McCulloch und Pitts (1943) andererseits (Müller, 2008). Mit diesen Aufsätzen wurden die Theorie des Regelkreises zur Erläuterung der Zielorientierung von Systemen, aus der das Feedback in die Pädagogik übernommen wurde, und die Theorie der logischen Äquivalenz zwischen logischen Operationen und neuronalen Aktivitäten etabliert.

Auch der Kontext der Theorien ist nach wie vor relevant: Wiener war ein Mathematiker, der während des zweiten Weltkriegs Vorhersagen menschlichen Verhaltens mit statistischen Methoden entwickelte, um Flugabwehrgeschütze zu steuern. Die Zielorientierung von Systemen, die von Wiener als Prämisse der kybernetischen Theorie gesetzt wurde, hat damit eine konkrete Bedeutung.

Die Absicht bei der Gestaltung von KI-Anwendungen war es, Menschen zu töten.

Die zunächst verwendeten linearen Vorhersagemethoden hat Wiener anschließend für nichtlineare Systeme, d. h. für Schwingungen wie beim Wechselstrom, weiterentwickelt (Wiener, 1948, S. xiii). Damit konnte die Kybernetik als Lehre zielorientierter Systeme nicht nur effektiver für militärische Interessen verwendet werden, sondern auch in anderen Bereichen, insbesondere in der Ökonomie, der Biologie, der Medizin sowie der Psychologie und der Pädagogik.

Für die Pädagogik war allerdings keine Ausweitung erforderlich: Schon mit dem ersten theoretischen Entwurf war die Absicht verbunden, Maschinen so zu bauen, dass sie das leisten, was beim Menschen als Lernen bezeichnet wird (McCulloch & Pitts, 1943). Diese Absicht hat auch Turing ausdrücklich verfolgt (A. M. Turing, 1950). Und der gleiche Gedanke war die Grundlage der Konstruktion der ersten Compiler, mit denen Computersprachen programmiert wurden, mit denen dann programmiert wurde (Hopper, 1952).

Die Theorie der Pädagogik könnte damit als Grundlage der Informatik verstanden werden – wenn die eben zitierten Menschen zumindest eine pädagogische Theorie verstanden hätten. Tatsächlich wurde und wird von vielen Informatikerinnen und Informatikern allerdings nur eine naive Version des Behaviorismus verwendet und schon übersehen, dass selbst die Behavioristinnen und Behavioristen bedeutsamen Unterricht von den schlichten und

daher mechanisierbaren Aspekten – dem *Drill* – entlasten wollten (Pressey, 1927). Etwas pointiert formuliert basiert der Lernbegriff vieler Informatikerinnen und Informatiker daher auf einem Lesefehler.

Die Verwendung der kybernetischen Prämissen in anderen Gebieten wurde dann vor allem durch die Macy-Konferenzen erreicht (C. Pias, 2004). Mit diesen als Marketingevent mit Geheimbundqualität organisierten Konferenzen wurden die grundlegenden Prämissen der Kybernetik in zahlreiche Forschungsgebiete eingetragen. Ein Beispiel dafür sind ökonomische Simulationen, die durch die Grenzen des Wachstums von Meadows nicht nur in den Wirtschaftswissenschaften prominent wurden (Meadows, 1972), sondern auch von vielen Protagonistinnen und Protagonisten der Umweltbildung (Swertz, 1995), die ein kybernetisches Verständnis entwickelt haben, dass sich auch heute unter der Bezeichnung *Bildung für nachhaltige Entwicklung* großer Beliebtheit erfreut. In der Medienpädagogik wurde die Frage, wie die Protagonistinnen und Protagonisten der Kybernetik auf die Idee gekommen sind, Physis und Logos gleichzusetzen, bisher wenig diskutiert. Offensichtlich ist, dass die Gleichsetzung mit dem kybernetischen Informationsbegriff erfolgt: Physikalische, physiologische und logische Vorgänge können aus kybernetischer Sicht mit dem gleichen Informationsbegriff verstanden werden.

Diese Vorstellung wurde ausgehend von Verbesserungen der von Newcomen 1712 konstruierten Dampfmaschine durch Watt entwickelt, die 1769 patentiert wurde. Die erreichte Verbesserung

des Wirkungsgrades konnte mit den damals zur Verfügung stehenden Theorien der Physik nicht erklärt werden. Eine passende Theorie wurde von Carnot 1824 veröffentlicht. Daran anschließend hat Helmholtz dann 1847 den Energieerhaltungssatz begründet, der allerdings, wie sich herausstellte, nicht ohne Weiteres mit der Theorie von Carnot vereinbar war. Die 1865 präsentierte Lösung hat Clausius als Entropie bezeichnet.

Entscheidend für den Entropiebegriff war, dass mit dieser theoretischen Modellierung der Prozesse der Energieübertragung die empirische Beobachtung der Richtung der Übertragung abgebildet werden konnte: Wärme wird immer zum kälteren Körper übertragen, nie umgekehrt. Das hat Clausius verallgemeinert und dafür angenommen, dass die Gesamtentropie des Universums immer nur abnehmen, aber nie zunehmen kann. Weil sich das Universum zugleich ausdehnt, wird in einem abgeschlossenen Universum daher alles den Kältetod sterben. Das Universum wird den bereits erschossenen Pilotinnen und Piloten folgen und dabei auch den Tod in den Tod reißen.

Die Theorie von Clausius hat Maxwell dann 1871 herausgefordert, indem er einen Dämon beschwor – zumindest wurde die Idee von Kelvin später so bezeichnet. Mit dem Dämon wollte Maxwell zeigen, dass die Theorie von Clausius nur eine Wahrscheinlichkeit zeigt: Es sei sehr wahrscheinlich, dass Energie immer nur in eine Richtung fließt, es könne aber durchaus einmal vorkommen, dass Energie in die andere Richtung fließt – nur eben sehr selten. Die Theorien der Entropie und der Wahrscheinlichkeit wurden damit

verbunden, und weil Entropie aus Beobachtungen entwickelt wurde und der Wahrscheinlichkeitsbegriff ein theoretischer Begriff ist, wurde beides gleich mit verbunden.

In diese Verbindung wurde dann 1929 von Leó Szilárd der Informationsbegriff eingetragen, indem er gezeigt hat, dass Maxwells *Dämon* die Moleküle beobachten muss – und dabei Entropie übertragen wird. Damit wurden Energie und Information mit dem gleichen Entropiebegriff so gefasst, dass Information als Energie und Energie als Information verstanden wurde.

Diese Gleichsetzung von Information und Energie hat Wiener in der Folge von Dampfmaschinen (Wiener, 1948, S. 7) auf Sterne, Steine, Soziales und Subjekte übertragen: Es handelt sich in all diesen Fällen um Prozesse, in denen Entropie als Energie und Information übertragen wird.

Wiener hat dabei nicht nur die Kessel und Kolben der Dampfmaschine berücksichtigt, sondern auch den Fliehkraftregler, mit dem die Drehgeschwindigkeit der Maschine reguliert wird. Mit so einem Regler wird der Energiefluss vom Kessel zum Kolben geregelt; zugleich ist der Regler mit den Verbindungen zur Antriebsachse und zum Dampfventil mittels Stahlstangen unmittelbar in die Prozesse eingebaut. *Unmittelbar* bezeichnet also eine stahlharte Verbindung.

Damit hat Wiener die Zielorientierung von Flugabwehrgeschützen auf Dampfmaschinen rückübertragen – mit der witzigen Pointe, dass Backpropagation das wesentliche Rechenverfahren in KI-An-

wendungen ist, mit denen Gehirne simuliert werden sollen. Mit einem weiteren Analogieschluss hat Wiener dann die Identifikation von Energie und Information in die Identifikation von Gehirn und Denken übertragen; eine Gleichschaltung, die Shannon für seinen auf einem Entropiebegriff der Information basierenden Informationsbegriff (Shannon, 1948) nicht übernommen hat, die dafür aber von Vertreterinnen und Vertretern der konstruktivistischen Pädagogik übernommen wurde (Pongratz, 2014, S. 1). Die These, dass Automaten lernen könnten, basiert dabei, wie Pongratz bemerkt hat, auf der Annahme, dass Denken neuronalen Prozessen entspricht. Beides, die physiologischen Vorgänge im Gehirn und das Denken, werden miteinander gleichgesetzt: Denken ist genau das, was Neuronen tun, und was Neuronen tun, ist Denken (Pongratz, 1978, S. 98). Denken ist zielgerichtete Steuerung von Systemen wie Flugabwehrgeschützen oder Verdauungen mit Hilfe von Regelkreisen.

Mit der Gleichschaltung wird von Wiener in Übereinstimmung mit Turing, Pitts, McCulloch und anderen begründet, dass Simulationen des Gehirns denken könnten, und dass es gut ist, Menschen wie Maschinen mit Feedback zielführend zu regeln. Die Behauptung, dass KI-Systeme dazu geeignet sind, Menschen zu regeln, basiert damit auf einem Entropiebegriff, mit dem Energie und Information gleichgesetzt werden.

3. Die Kybernetik zweiter Ordnung

Für Theoretikerinnen und Theoretiker, die sich mit Entropie befassen, wurde dann die Frage relevant, wie es sich mit Beobachterinnen und Beobachtern verhält. Ausgangspunkt dafür war die von Heisenberg formulierte Unschärferelation, die Wiener zur Grundlage seiner Theorie gemacht hatte (Wiener, 1948, S. 37). Während in der klassischen Physik das Messergebnis für einen Wert exakt vorhergesagt werden kann und das gemessene System bei der Messung des Werts nicht verändert wird, wird genau das durch die Unschärferelation verhindert: Das Messergebnis für Ort und Impuls eines Quantensystems kann nicht exakt vorhergesagt werden, sondern nur als Wahrscheinlichkeit prognostiziert werden. Und durch eine Messung eines Wertes zu einem Zeitpunkt werden auch die Ergebnisse für folgende Messungen verändert. Damit kommen diejenigen, die messen, ins Spiel. Sie werden Beobachterinnen und Beobachter genannt.

Diesen Umstand greift auch Foerster in seiner mathematischen Modellierung der Vergessenskurven von Ebbinghaus (Foerster, 1948) auf und entwickelt ausgehend von seiner Identifikation der Erinnerung mit Quantenzuständen im Begriff des Mem (Foerster, 1948, S. 20) die von ihm so bezeichnete Kybernetik zweiter Ordnung. Dazu setzt Foerster die Gleichschaltung von Gehirn und Denken in Analogie zur Gleichsetzung von Energie und Information an und bemerkt, dass die Beobachtung (also Messung) von Beobachterinnen und Beobachtern (also Quantensystemen) in der

Gleichschaltung möglich ist und folgt damit der deterministischen Deutung von Quantentheorien.

Foerster begründet die Möglichkeit der Beobachtung in der Gleichschaltung dann mit zwei Fragen, die nicht beantwortet werden können: „Bin ich vom Universum getrennt?“ und „Bin ich Teil des Universums?“ (Förster, 1991/1993b, S. 75). Das exklusive Oder (XOR), das Foerster implizit zur Unterscheidung der Fragen verwendet, also die Behauptung, dass nur eine der beiden Fragen die richtige Frage ist, begründet er damit, dass er noch nie einen Menschen getroffen hat, der erkannt hätte, diese Entscheidung getroffen zu haben, und dass jeder Versuch, die Entscheidung zu begründen, auf einer Entscheidung über eine unentscheidbare Frage basiert – und damit auf einer Paradoxie oder einem Widerspruch.

Nun kann ich mich daran erinnern, die Entscheidung getroffen zu haben. Dafür habe ich ein wenig mit der Frage gespielt und dabei das exklusive Oder durch ein inklusives Oder ersetzt. Beides ist richtig, wenn man die Schnittmenge betrachtet, und die Fragen sind nicht beantwortbar, wenn man die Schnittmenge erst exkludiert und dann nach der inklusiven Schnittmenge fragt. Damit konnte ich die Frage beantworten: Ich bin als Teil des Universums vom Universum getrennt. Etwas logischer formuliert: $A \text{ XOR } A$ ist immer falsch. Nun steht in Foersters erster Frage Trennung (A), in der zweiten Frage steht Teilhabe (B). $A \text{ XOR } B$ kann aber wahr sein. Also kann die Frage entschieden werden und das Argument enthält logische Fehler.

Diese Fehler werden derzeit in der Pädagogik häufig reproduziert, wenn von Paradoxien die Rede ist, die genau so konstruiert werden, wie Foerster das macht. Die vorgeblich paradoxe Frage ist allerdings nicht, wie Foerster schreibt, „prinzipiell unentscheidbar“ (Förster, 1991/1993b, S. 75), sondern falsch gestellt.

Dieser Umstand kann damit erläutert werden, dass Foerster die Sprache und das Sprechen gleichsetzt. Diese Gleichschaltung überträgt er dann genau so wie Transformatoren Elektrizität transformieren in die Beobachtung und das Beobachten. Dass die Beobachtung räumlich und das Beobachten zeitlich ist, bedenkt Foerster nicht. Sprache und Sprechen werden von ihm genauso gleichgesetzt wie Energie und Information. Es ist wohl der absolute Geist des Universums, der durch beides spricht – allerdings nicht in der Variante des Seins, sondern angesichts des Kältetods durch maximale Entropie in der Variante des Nichts.

Diese nichtende und damit nichtige Prämisse hat möglicherweise dazu geführt, dass Foerster auch nicht bemerkt, dass er mit der Beobachtung der Beobachtung die Beobachtung, die in der Kybernetik erster Ordnung als Beschreibung des Universums durch zielorientierte Regelkreise, in denen Informationen zirkulieren, berücksichtigt wurde, einfach auf die Kybernetik erster Ordnung angewandt hat. Damit hat er festgestellt, dass die Kybernetik erster Ordnung sich in dem Universum befindet, das vorausgesetzt wird. Das hatte Wiener allerdings auch schon bemerkt (Wiener, 1948, S. 34).

Dass Foerster die Kybernetik unmittelbar auf die Kybernetik angewandt hat, kann auch daran gezeigt werden, dass die nach der Beobachtung der Beobachtung naheliegende Vermutung, dass mit der Beobachtung der Beobachtung der Beobachtung und der Beobachtung der Beobachtung der Beobachtung der Beobachtung eine unendliche Reihe konstituiert wird, die von Foerster als Rekursion verstanden wird. Das könnte er allerdings nicht schreiben, wenn er in seine Rekursion eingetreten wäre, denn er nennt keine Abbruchbedingung. Ohne Abbruchbedingung endet eine Rekursion aber nicht. Menschen, die anfangen, als Rekursion zu denken, können daher nur in unendliches beredtes Schweigen verfallen, denn in der Rekursion kann nur die Rekursion ausgesagt werden.

Die Aussage, dass eine Rekursion eine Rekursion ist, basiert auch nicht auf einem Zirkelschluss (Förster, 1991/1993a, S. 64), für den zwei Seiten benötigt werden, und nicht nur eine, die auf sich selbst gewandt wird, sondern auf einem Widerspruch, weil sie gemacht wird, obwohl sie mangels Abbruchbedingung nicht gemacht werden kann. Wenn eine Beobachtung der Beobachtung also als Rekursion verstanden wird, ist es entweder nicht möglich mitzuteilen, dass die Beobachtung der Beobachtung beobachtet worden ist, oder es kann nichts anderes mehr mitgeteilt werden.

Nach diesem Fehler ist es wenig überraschend, dass Foerster übersieht, dass das Problem der Beobachtung von Beobachtern entgegen seiner Behauptung kein neues Problem ist. So wird etwa von Descartes mit dem „Cogito“ zwischen dem Ich und dem

Denken unterschieden, wobei das Denken zugleich eine Eigenschaft des Ich ist, das Ich sich also selbst beobachtet und damit in den von Foerster scheinbar gemeinten Umfang des Begriffs der Beobachtung zweiter Ordnung fallen würde. Das gleiche Problem nimmt sich auch Kant mit dem „Ich denke“ vor, denn es ist das Ich, das denkt, dass es denkt. Ein denkender Mensch beobachtet sich also selbst beim Denken. Im Unterschied zu Foerster gelingt es Descartes und Kant allerdings, die Rekursionsfalle zu vermeiden, weil beide bedacht haben, dass Denken nicht das Gedachte ist, durchaus aber gedacht werden kann, wobei Kant die Religion in die Grenzen der reinen Vernunft gesetzt hat und daher nicht Gott, sondern Kategorientafeln als „Abbruchbedingung“ verwendet hat.

Dass Foerster das hier mit dem Abbruch vereinfachend markierte Problem der Grenzen des Denkens nicht bedacht hat, zeigt auch seine Unterscheidung von trivialen und nicht trivialen Maschinen. Als nicht trivial bezeichnet Foerster Maschinen, die so viele Zustände haben können, dass nicht mehr alle Zustände durchgerechnet werden können. Die Regel für die Konstruktion einer Maschine, die mehr Zustände einnehmen kann, als berechnet werden können, kann jedoch, wie er zeigt, ziemlich einfach sein.

Was mit der einfachen Konstruktion der nicht trivialen Maschinen ausgeschlossen wird, sind Zustände, für die es keine Konstruktionsregeln gibt, und bei denen nicht klar ist, ob es sich überhaupt um einen Zustand handelt. Mit dem Argument der Nichtberechenbarkeit der Regeln der nicht trivialen Maschine wird daher ei-

ne Berechenbarkeit unterstellt, die mit den Regeln, mit denen die unendlichen Zustände hergestellt werden, besteht. Etwas kann aber nicht zugleich berechenbar und nicht berechenbar sein.

Foerster unterstellt mit seinem Argument, dass ein Anfang immer schon gemacht ist. Dass er das Universum macht, wenn es sich um triviale Maschinen handelt, kommt zwar noch vor. Dass das auch der Fall ist, wenn es nicht triviale Maschinen sind, und die nicht trivialen Maschinen daher genauso wie die trivialen durch eine nicht mit der Maschine erklärbaren Setzung erzeugt werden, übersieht er aber. Dass die Setzung nicht durch die Maschine erfolgen kann, ist aber klar, weil von Foerster behauptet wird, dass eine richtige Auswahl aus einer Unendlichkeit getroffen werden muss, die von einer Maschine aber, wie Foerster gezeigt hat, nicht getroffen werden kann, die Foerster selbst aber getroffen hat, um sein Argument zu entwickeln. Foersters Analogieschluss von nicht trivialen Maschinen auf Kinder, die er als nicht triviale Maschinen versteht, ist daher falsch, wenn er selbst Kind war, womit er die Theorie als Ideologie (Swertz, 2025a) qualifiziert. Wie kam Foerster auf die Idee, Kinder und Maschinen gleichzuschalten?

4. Realdialektik

Aus realdialektischer Sicht kann das damit erklärt werden, dass zwischen Zeichen und Zeichenträgern unterschieden werden muss, um mit Zeichenträgern etwas aussagen zu können, sie also als Zeichen verwenden zu können (Swertz, 2009). Für Foerster gibt es den Unterschied zwischen Zeichenträgern und Zeichen

aber nicht. Möglich ist Foersters Sichtweise nur dann, wenn mit Zeichen nur auf Zeichen, aber niemals auf einen auch außerhalb der Zeichen liegenden Gegenstand wie den Zeichenträger der Zeichen verwiesen werden kann. Diese Möglichkeit nutzt Foerster. Damit wird die Selbstbegrenzung entgrenzt, weil dann, wie Foerster bemerkt, alles nur noch in Zeichen ist, und schon die Begrenzung der Zeichen durch die Zeichenträger, die mit den Zeichen grenzenlos bezeichnet werden können, exkludiert wird.

Das ist anders, wenn zwischen Zeichen und Zeichenträger nicht so unterschieden wird, dass es keine vorab festgelegte zeichenhafte Relation gibt, sondern so unterschieden wird, dass die Korrelation und die Relata in der Produktion erzeugt werden. Denn damit wird ein möglicher Ort eines souveränen Subjekts bestimmt, ein Ort, an dem sich transzendentes und empirisches Subjekt treffen und Zeichen und Zeichenträger so korrelationiert werden können, dass Sinn und Bedeutung entstehen. Diesen Sinn und diese Bedeutung muss zunächst einmal nur das Subjekt selbst verstehen. Das ist möglich, weil zwischen Ich und Selbst unterschieden und beides gleichzeitig gedacht wird.

Das wird von Meder als Korrelation bezeichnet: „Korrelation ist die besondere Relation, in der die Relata nur zusammen vorkommen und dennoch Entgegengesetztes bedeuten“ (Meder, 2021, S. 291). Dabei werden Raum und Zeit verwendet, um die Korrelation zwischen Ich und Selbst zu erläutern: Während Ich und Selbst im Raum sind, kann das Ich sich zum Selbst in der Zeit verhalten: Das Ich kann sich zum Ich als etwas Vergangenes, Gegenwärtiges oder

Zukünftiges Verhalten, wobei das Gegenwärtige als Präsenzzeit eine kurze Zeit, aber nichts Zeitloses bezeichnet, womit das Selbst für das Ich im Raum immer schon zugänglich und in der Zeit immer schon entzogen ist.

Um das Selbst als solches zu bezeichnen, benötigt das Ich einen Zeichenträger, um das Selbst als Zeichen zu setzen. Dafür kommt als erstes das Gehirn in Betracht. Die Annahme ist damit nicht, dass Gehirne denken können, denn das können sie nicht: auf sich selbst gestellte Gehirne fangen nicht an zu denken. Es ist aber möglich, dass sich eine Korrelation von Ich und Selbst als Subjekt entwickelt, indem ein Ich ein Gehirn benutzt, um ein Selbst als Zeichen zu setzen.

Ein Subjekt, dass sich so konstituiert, stellt sich mit der Korrelation von Ich und Selbst zugleich in die Korrelation von Subjekt und Welt, weil die Zeichenträger Sachen oder Sachverhalte in der dinglichen Welt (Meder, 2021, S. 295) sind. Dass Subjekt und Welt in einer Korrelation stehen, ist daran zu erkennen, dass ein Subjekt einerseits sein Gehirn umgestalten kann (Dehaene et al., 2015) und sich andererseits durch Veränderungen seines Gehirns verändern kann. Letzteres wird schon durch den Konsum eines Glases Whiskey erfahrbar: Ich bin frei darin, Whiskey zu trinken, und wenn ich das tue, gestalte ich meine Persönlichkeit um.

Für das freie Spiel von Subjekten mit Gehirnen kann statt Whiskey auch so etwas wie Schriftspracherwerb oder Kantelektüre verwendet werden. Auch das hinterlässt Spuren im Gehirn – Spuren, die

von Subjekten willentlich erzeugt worden sind, die sich in diesen Spuren dann wieder selbst entdecken können.

Menschen werden damit als körperliche und geistige Wesen verstanden, die auch in Korrelation zu anderen Menschen stehen und sich so in der Korrelation von biologischer Evolution und kultureller Entwicklung verstehen können. Beides hat genau so etwas miteinander zu tun wie Subjekte und Gehirne, denn ohne Teilnahme an einer Kultur kommen menschliche Körper nicht sehr weit, und Kultur ist notwendig auf Körper verwiesen.

In dieser Korrelation begrenzt der Körper das Subjekt und das Subjekt begrenzt den Körper. Diese Begrenzungen können durch das Spiel mit den Grenzen gestaltet werden; sie verschwinden aber nicht, weil jeder Begriff der Grenzenlosigkeit eine Begrenzung in der Bestimmung des Begriffs erfordert und damit notwendig auf Grenzen verwiesen ist. Jeder Holismus, der nicht begrenzt wird, ist daher vielleicht alles oder auch nichts, aber kein Begriff, der gedacht werden kann, sondern eine fiktive Erzählung. Und die taugt als Grundlage einer Wissenschaft nur dann, wenn Narrationen und Begriffsbestimmungen so gleichgesetzt werden wie Informationen und Energie.

Während Einstein in der Relativitätstheorie mit der Lichtgeschwindigkeit eine Begrenzung gesetzt hat, wird die Existenz einer Grenze aus der Kybernetik exkludiert. Im Blick auf das Problem der unendlichen Reihe wird die Ordnung der unendlichen Reihe mit der Reihe selbst gleichgesetzt und die Unendlichkeit damit ebenso zum Verschwinden gebracht wie die Unterscheidung zwischen

der Sprache und dem Sprechen und der Unterschied zwischen Denken und Denkenden. Damit ist Denken für Foerster genau das: Denken.

5. Blinde Kybernetik

Das Denken des Denkens als Denken hat eine dramatische und überraschende Folge: Eine Reflexion bestehender Herrschaftsverhältnisse wird aus dem Denken exkludiert. Macht, Einfluss, Interessen etc. gibt es für Kybernetikerinnen und Kybernetiker und an die Kybernetik anschließende Konstruktivistinnen und Konstruktivisten nicht. Eine souveräne Gestaltung politischer, ökonomischer oder religiöser Machtverhältnisse scheint für diese Denkerinnen und Denker im Nichts verschwunden zu sein – und zwar tatsächlich im Nichts, nicht in einem schwarzen Loch, in dem das, was hineingerät, immer noch vorhanden sein sollte.

Es ist schon wegen des immer unterhaltsamen Spiels mit Metaphern naheliegend, dieses Phänomen zunächst mit einem Blick auf das namensgebende Bild der Kybernetik zu betrachten, auf den Steuermann (Steuerfrauen waren nicht vorgesehen). Imaginiert wurden vermutlich die Menschen, die Dampfschiffe steuern. Diese Menschen sind aber keine Skipperinnen oder Skipper. Sie übernehmen keine Verantwortung, setzen keine Kurse fest, teilen keine Wachen ein und bestimmen keine Ziele. Ziele kommen in der Kybernetik nur als gegebene Ziele vor, nicht aber als Menschen, die diese Ziele und die Navigation festlegen und die für die Besatzung einschließlich derjenigen am Ruder verantwortlich sind

und im Übrigen oft im Auftrag von Reederinnen und Redern handeln, die damit so weit aus dem Blick geraten, dass es nicht mehr überraschend ist, dass kapitalistische Herrschaft in kybernetischen Theorien nicht vorkommt. Kybernetikerinnen und Kybernetiker steuern immer nur bereits festgelegte Kurse zu bestehenden Zielen, ohne die Ziele oder die damit verbundenen Interessen zu bedenken. Meuterei gibt es in dieser durch die stählerne Unmittelbarkeit stahlharten Ideologie nicht.

Das erfreut Menschen, die in Machtpositionen sind, weil Kybernetikerinnen und Kybernetiker nicht nur vorgegebene Kurse steuern, sondern auch die Besatzung durch passende Regulierung auf Kurs halten. Sie sorgen dafür, dass gegebene Befehle befolgt werden. Wer abzuweichen droht, wird nachgeregelt. Darum wird z. B. in der konstruktivistischen Didaktik nie gefragt, wer eigentlich warum welche Ziele festgelegt hat (Pongratz, 2014). Es wird nur untersucht, wie Menschen darin unterstützt werden können, sich selbst motiviert so zu steuern, dass sie auf dem festgelegten Kurs zum Ziel steuern, nicht aber, wie Menschen dabei unterstützt werden können, Ziele zu bestimmen – als ob es keine Differenz zwischen wissenschaftlicher und politischer Wahrheit gäbe. Dabei ist angesichts der devastierenden Effekte von marktradikalem Kapitalismus und Datenreligion (Barberi, 2019) eine Abweichung von vorgegebenen Zielen wünschenswert. Das erfordert insbesondere eine Abweichung von der Kybernetik und den daran anschließenden Konstruktivismen, in denen Ideologien systematisch versteckt werden, indem Anhängerinnen und Anhänger die Theo-

rie als unideologisch verstehen, was gelingt, weil die Theorie alles umfasst, also nicht falsch sein kann und daher auch keine Ideologie sein kann.

Unklar bleibt aus realdialektischer Sicht allerdings, warum sich jemand die kybernetischen Ideen von Foerster überhaupt anhören sollte. Denn wenn das Gehirn nur die eigene Wirklichkeit kennt und ich das Gehirn bin und Wahrheit daher immer nur meine Wahrheit ist, sollten radikale Konstruktivistinnen und Konstruktivisten andere Menschen mit ihrer für alle anderen notwendig unwahren Rede nicht belästigen. Da sie das aber tun, widersprechen sie sich selbst, sobald mit der Rede die Erwartung verbunden wird, dass der Rede Gehör geschenkt werden sollte – oder es gar als Wahrheit anerkannt werden sollte. Wahrheit hängt aber nicht nur von mir ab, sondern auch von der Gegenstandsadäquatheit der zur Begründung der Wahrheit verwendeten Methode und vom Gelingen der Tradierung der Wahrheit (Hönigswald, 1927) und damit von Logik und Geschichte (Swertz, 2017).

Wenn zwischen Denken und Gedachtem unterschieden wird, ist es möglich, dass das Denken das Gedachte verfehlt. Damit muss angenommen werden, dass es eine andere Wahrheit geben könnte, dass es also etwas außerhalb einer Wahrheit geben könnte. Nicht erforderlich ist dagegen die Annahme, dass es tatsächlich etwas außerhalb des Ansatzes gibt; das könnte auch nicht behauptet werden, ohne sich selbst zu widersprechen, und es könnte daher auch sein, dass eine vollständige Theorie gelungen ist. Es kann nur keine Gewissheit der Vollständigkeit geben, weil ein Be-

griff der Vollständigkeit ohne einen Begriff der Unvollständigkeit nicht bestimmt werden kann.

Ein sich selbst vollständig transparentes Subjekt ist daher aus aufgeklärter Sicht nicht möglich, weil schon der Begriff der Vollständigkeit wegen dem damit ebenfalls gesetzten Begriff der Unvollständigkeit verhindert, dass Vollständigkeit ohne Unvollständigkeit gedacht werden kann. Der Satz, dass Vollständigkeit vollständig ist, ist genauso inhaltsleer wie der Satz, dass Denken denken ist. Ein denkendes Ich ist wegen der notwendigen Korrelation von Denken und Gedachtem, in der Gedachtes gedacht werden kann, aber nicht das Gedachte sein kann, immer darauf angewiesen, sich als gedachtes Selbst zu denken – wohl wissend, dass es das Selbst nur gibt, wenn es vom Ich gedacht wird. Mit so einer Gleichzeitigkeit von Einheit und Differenz wird Erkennen zugleich entgrenzt und begrenzt. Damit ist inkludiert, dass alles anders gedacht werden könnte. Genau das wird exkludiert, wenn kybernetisches Denken vermittelt wird.

6. Exemplarische Unterweisung

Kybernetisches Denken wird derzeit mit solchen Bezeichnungen wie *computational thinking* (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020) oder problemlösendem Denken, das aus dem als Grand Problem Solver bezeichneten Algorithmus aus dem Genre der Künstlichen Intelligenz entwickelt wurde (Newell et al., 1959) oder als unmittelbare und damit unhintergehbare Verwicklung in digitale Technologieverhältnisse in die medienpädagogische Praxis transpor-

tiert. Weil die kybernetische Ideologie mit der kapitalistischen Ideologie verknüpft wurde (Barbrook & Cameron, 1996), erscheinen sowohl die Digitalisierung, etwa mit dem Verständnis der tiefgreifenden Mediatisierung (Hepp, 2018), als auch die Kapitalisierung, etwa im Verständnis der Netzwerkstaaten (Srinivasan, 2022), als unausweichlich. Wenn in einem kybernetischen Rahmen Medienkritik vermittelt wird, dann ist die kreative Gestaltung von Zielen allerdings immer schon erkaltet. Es bleibt dann wie beim Design Thinking bei Designs innerhalb des bestehenden Mediensystems; eine Gestaltung über das bestehende System hinaus (Baacke, 1997) ist aber nicht möglich, weil über das bestehende System nicht hinausgegangen werden kann. Medienkritik erfordert aber stets die Möglichkeit einer alternativen Wahrheit, auch gegenüber der hier präsentierten.

Für die Übermittlung eines Vermögens zur Durchführung von Medienkritik im Blick auf eine Mediengestaltung über das bestehende System hinaus, mit dem sowohl die kybernetische als auch die kapitalistische Ideologie distanziert und mit Medien z. B. selbst gemachte Ideologien als Alternativen kommuniziert werden können, sind neben erfahrungsorientierten Methoden anschauliche Beispiele erforderlich.

Ein erster Vorschlag für solche Beispiele ist der Solutionismus (Morozov, 2013). Damit wird die kybernetischem Denken geschulte Überzeugung bezeichnet, dass alle Probleme gelöst werden können, wenn nur genügend Daten gesammelt und verarbeitet werden. Dass das falsch ist, kann etwa an den Grenzen des

Wachstums von Meadows gezeigt werden: Die Analysen haben sich als treffend erwiesen, aber nicht dazu geführt, dass Umweltprobleme gelöst worden wären. Die Annahme, dass mit den Daten und den darauf aufbauenden Analysen Umweltprobleme gelöst werden können, ist in diesem Fall falsch, wird aber beibehalten – was die Frage aufwirft, wie erklärt werden kann, dass die Vermutung trotz des offensichtlichen Scheiterns beibehalten wird. Eine mögliche Antwort kann mit dem Begriff der Ideologie gegeben werden, denn ein Merkmal von Ideologien ist es, dass sie auch dann beibehalten werden, wenn sie widerlegt worden sind. Ideologien, die dann als Erklärung verwendet werden könnten, sind etwa die kapitalistische Ideologie oder die kybernetische Ideologie – oder beides.

Ein weiteres gutes Beispiel ist das Kriegsproblem. Digitale Technologie ist als Kriegstechnologie entwickelt worden. Das beginnt, wie erst in den 1980er-Jahren bekannt wurde, schon mit Turings durch seine Arbeit am Enigma-Code in Bletchley Park angeregte Automatentheorie, wird dann zur prominenten Grundlage der Kybernetik und damit der künstlichen Intelligenz und über das Arpanet auch zum Ausgangspunkt des *internet protocol*, dessen Atomkriegssicherheit immer noch ein entscheidendes Merkmal ist. Mit den in digitaler Technik verwendeten Zeichenträgern wird daher unabhängig von den Inhalten eine kriegerische Tendenz vermittelt, die mit dem Krieg aller gegen alle in Form von Drohnenangriffen oder Hasspostings (Fuchs, 2012) gut vereinbar ist. Dass die Struktur von Medien durch die algorithmische Modifikation der

Zeichenträger zumindest modifiziert werden kann, kann dann z. B. im *critical coding* erprobt werden.

Eine dritte Option zur Thematisierung der kybernetischen Ideologie ist die Science Fiction *Walden II* von Skinner (Skinner, 1948). In dieser Erlösungserzählung, mit der Skinner sowohl den Behaviorismus als auch seine Theorie der operanten Konditionierung prominent gemacht hat, wird das Prinzip der Steuerung von Menschen durch zielorientierte Regelkreise, in denen die Konditionierung als Regler eingesetzt wird, in einem bekannten Roman vor Augen geführt.

Ein in der Hochschullehre anschauliches Beispiel dafür, dass Menschen mit Algorithmen durch Konditionierungsregler gesteuert werden, ist die Steuerung von Studierendenverhalten durch die Belohnung der Einhaltung von Studienplänen. Ähnliche Beispiele aus dem Bereich der Learning Analytics sind leicht zu finden. Lehrende vermeiden die Entwicklung einer medienkompetenten Gestaltung des Umgangs mit solchen Algorithmen über das bestehende Mediensystem hinaus in der Regel nicht; die Lernenden sind häufig kreativer und gestalten die Steuerung etwa durch die geschickte Produktion von Daten.

Die kybernetische Steuerung von Menschen mit Konditionierungsreglern wurde später zur Datenreligion weiter entwickelt, die Harari so treffend beschrieben hat (Harari, 2016) und bei der es sich um ein ausgezeichnetes Beispiel handelt. Zentral ist der Glaube an die Prozessierung von Informationen: Je mehr Informationen prozessiert werden, desto besser wird die Welt: Heile Um-

welt, gerechte Gesellschaft, funktionierende Demokratie etc. – die Prozessierung von Daten erlöst die Menschen. Dieser Religion hängen, wie Harari gezeigt hat, die Menschen an, die Anwendungen wie Google, Facebook, Instagram oder WhatsApp programmieren, und das ist der Hauptgrund dafür, dass so viel Aufmerksamkeit produziert wird, denn dabei werden Daten prozessiert. Dass die Aufmerksamkeit dann auch verkauft werden kann, ist ein willkommener Nebeneffekt. Wie weit die Datenreligion verbreitet ist, ist schon daran zu erkennen, wie häufig Menschen am Altar der Datenreligion, der geschickt als Mobiltelefon bezeichnet wird, dem Datengott huldigen und seine Gunst mit einem Aufmerksamkeitsopfer erbitten. Ein Anschluss an Vorerfahrungen von Lernenden ist also leicht herzustellen. In diesem Fall erleben die Lernenden den Hinweis auf Religionsfreiheit und eine Aufforderung zur Religionskritik meistens als provokativ; die Lehrenden sind oft aufgeschlossener.

Daher kann mit der Datenreligion leicht vermittelt werden, woran die Effekte einer Ideologie erkannt werden können. Denn dass digitale Medien – und zwar insbesondere die von Microsoft, Alphabet, Amazon, Meta und Bytedance entwickelten – für unausweichlich gehalten werden, weil es keinen Gott neben dem Datengott geben darf, ist eine Überzeugung, die derzeit eigentlich alle Menschen in westlichen Industrienationen teilen.

Das ist, nebenbei bemerkt, die perfekte Ausübung von Macht, denn die gesteuerten Menschen bemerken die Steuerung nicht, sondern sind davon überzeugt, dass sie sich aus freien Stücken

dafür entschieden haben, gesteuert zu werden (Barberi & Swertz, 2017). Eine durchaus sinnvolle Überzeugung, wenn Meuterei mit kybernetischen Mitteln als ausweglos ausgewiesen wird.

Diese Überzeugung wird auch in der Medienpädagogik verwendet, wenn Medienkompetenz durch die Thematisierung von Fake News oder Gesundheitsgefahren als Arbeit an Symptomen vermittelt wird, ohne nachhaltige Verbesserungen, die etwa durch die Enteignung der Inhaberinnen und Inhaber von Medienkonzernen wie Alphabet, Microsoft, Meta und Apple sowie die Übertragung der Produktionsmittel an selbst organisierte Unternehmen erreicht werden könnten, sind damit immer schon exkludiert worden. Eine selbst konstruierte Wirkungslosigkeit empfiehlt die Medienkompetenzvermittlung zumindest der Macht. Oder, kybernetischer formuliert: fügt die Medienpädagogik in die gegebene ökologische Nische ein, in der sie sich ganz frei und autopoietisch in ihren strukturellen Koppelungen im enaktiven Stil selbst regeln kann.

Literatur

Baacke, D. (1997). *Medienpädagogik*. Niemeyer.

Barberi, A. (2019). Vom Klassenkampf – Zur Wiederkehr des historischen Materialismus. *Medienimpulse*, 57(2), 1–80.

<https://doi.org/10.21243/medienimpulse.2016.4.1049>

Barberi, A., & Swertz, C. (2017). Strukturwandel der Öffentlichkeit 3.0 mit allen Updates. In U. Binder & J. Oelkers (Hrsg.), *Der neue Strukturwandel der Öffentlichkeit* (S. 151–179). Beltz.

Barbrook, R., & Cameron, A. (1996). The Californian ideology. *Science as Culture*, 6(1), 44–72.

<https://doi.org/10.1080/09505439609526455>

Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews. Neuroscience*, 16(4), 234–244.

<https://doi.org/10.1038/nrn3924>

Ein paradigmatisches Kapitel szientistischer Verkürzung pädagogisch-anthropologischer Reflexion. Lang. <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/entities/publicationzv/210627f0-712a-45e6-aba8-ad623ee31517>

Fuchs, C. (2012). Media, war and information technology. In D. Freedman & D. K. Thuissu (Hrsg.), *Media & terrorism. Global perspectives* (S. 47–62). Sage.

Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: A brief history of tomorrow*. Harvill Secker.

Hepp, A. (2018). Von der Mediatisierung zur tiefgreifenden Media-tisierung. In J. Reichertz & R. Bettmann (Hrsg.), *Kommunikation – Medien – Konstruktion* (S. 27–45). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21204-9_2

Hönigswald, R. (1927). *Über die Grundlagen der Pädagogik. Ein Beitrag zur Frage des pädagogischen Universitäts-Unterrichts* (2. umgearbeitete Auflage). Ernst Reinhardt.

Hopper, G. M. (1952). The education of a computer. *Proceedings of the 1952 ACM national meeting (Pittsburgh)*, 243–249.

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=609818>

Kurzweil, R. (1992). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press.

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(4), 115–133.

Meadows, D. H. (Hrsg.). (1972). *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books.

Meder, N. (2021). Bildung als Korrelation von Sich-Bestimmen und Bestimmt-Werden. In M. von Eschenbach & O. Schäffter (Hrsg.), *Denken in wechselseitiger Beziehung. Das Spectaculum relationaler Ansätze in der Erziehungswissenschaft* (S. 286–318). Velbrück.

Minsky, M., & Papert, S. A. (2017). *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*. The MIT Press.

<https://doi.org/10.7551/mitpress/11301.001.0001>

Morozov, E. (2013). *To save everything, click here: The folly of technological solutionism* (First edition). PublicAffairs.

Müller, A. (2008). Zur Geschichte der Kybernetik. *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften*, 19(4), 6-27.

<https://doi.org/10.25365/OEZG-2008-19-4-2>

Newell, A., Shaw, J. C., & Simon, H. A. (1959). *Report on a general problem-solving program*. (P-1584). Rand Coporation. http://bit-savers.informatik.uni-stuttgart.de/pdf/rand/ipl/P-1584_Report_On_A_General_Problem-Solving_Program_Feb59.pdf

Pias, C. (2004). Zeit der Kybernetik. Eine Einstimmung. In C. Pias (Hrsg.), *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946– 1953, Bd. II Essays and Documents / Essays und Dokumente* (Bd. 2, S. 9–41). diaphanes.

Pongratz, L. A. (1978). *Zur Kritik kybernetischer Methodologie in der Pädagogik: Ein paradigmatisches Kapitel szientistischer Verkürzung pädagogisch-anthropologischer Reflexion*. Lang.

<https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/entities/publicationzv/210627f0-712a-45e6-aba8-ad623ee31517>

Pongratz, L. A. (2014). *Widersinnig, unnötig, unkritisch: Die ‚konstruktivistische Wende‘ in der Pädagogik* [Forum]. Gesellschaft für Bildung und Wissen e.V. Gesellschaft für Bildung und Wissen e.V. <https://bildung-wissen.eu/wp-content/uploads/2014/11/Pongratz-Konstruktivismus.pdf>

Pressey, S. L. (1927). A machine for automatic teaching of drill material. *School and Society*, 25(645), 549–552.

Rosenblueth, A., Wiener, N., & Bigelow, J. (1943). Behavior, Purpose and Teleology. *Philosophy of Science*, 10(1), 18–24. JSTOR.

Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423.

<https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>

Skinner, B. F. (1948). *Walden two*. Hackett Publishing.

Srinivasan, B. (2022). *The Network State: How To Start a New Country*. Balaji Srinivasan.

Steiner, M., & Himpsl-Gutermann, K. (2020). Computational Thinking und Kontextorientierung. *Medienimpulse*, 58(1), Artikel 1. <https://doi.org/10.21243/mi-01-20-21>

Swertz, C. (1995). *Ökologische Bildungsarbeit: Ziele, Analyse, Konzepte und Praxis*. Hartung-Gorre.

Swertz, C. (2009). Medium und Medientheorien. In N. Meder, C. Allemann-Ghionda, & U. Uhlendorff (Hrsg.), *Umwelten. Sozialpädagogik/Medienpädagogik/Interkulturelle und Vergleichende Erziehungswissenschaft/Umweltpädagogik: Handbuch der Erziehungswissenschaft Band III/2* (S. 751–780). Ferdinand Schöningh.

Swertz, C. (2017). Rhythmus erleben mit Medien Medienpädagogische Anmerkungen zur Produktion zeitlicher Gliederungen. *Medienimpulse*, 55(3), 16. <https://doi.org/10.21243/mi-03-17-13>

Swertz, C. (2025a). Medienpädagogische Ideologiekritik. *Medienimpulse*, 63(2), 1–33. <https://doi.org/10.21243/MI-02-25-17>

Swertz, C. (2025b). Nicht schon wieder. *Medienimpulse*, 63(1), 1–34. <https://doi.org/10.21243/MI-01-25-17>

Turing, A. (1936). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42(2), 230–265.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

von Förster, H. (1948). *Das Gedächtnis*. Franz Deuticke.

von Förster, H. (1993a). Ethik und Kybernetik zweiter Ordnung. In H. von Förster (Hrsg.), *KybernEthik* (S. 60–83). Merve. (Ursprünglich erschienen 1991).

von Förster, H. (1993b). Lethologie. Eine Theorie des Lernens und Wissens angesichts von Unbestimmbarkeiten, Unentscheidbarkeiten, Unwißbarkeiten. In H. von Förster (Hrsg.), *KybernEthik* (S. 126–160). Merve. (Ursprünglich erschienen 1991)

Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. M.I.T. Press.