

Kevin Liggieri

Mit Computern spielen. Lernverhalten als Gegenstand kybernetischer Quantifizierung

Scheibchen-Taktik

1968 schoben mehrere Student*innen und ein Elektronenrechner an der Humboldt-Universität zu Berlin Scheibchen hin und her.¹ In diesem Spiel, *Die Türme von Hanoi*, lagen unterschiedlich große Scheiben, von groß nach klein gestapelt, auf dem ersten von drei Feldern A, B und C (siehe Abb. 1). Das Ziel von technischen wie menschlichen Akteuren war es, alle Scheiben in derselben Ordnung auf Feld C zu platzieren. Allerdings durfte bei jedem Zug nur eine Scheibe bewegt werden und es war nicht erlaubt, eine größere Scheibe über eine kleinere zu legen. Im Spiel Mensch gegen Maschine gewann derjenige, der mit der kürzesten Zugfolge am schnellsten ans Ziel kam.² Dieses mathematische Problem und Denkspiel war nicht neu, entworfen hatte es bereits im neunzehnten Jahrhundert der französische Mathematiker Édouard Lucas (siehe Abb. 2)³. Doch durch die informationstheoretischen und -technischen Entwicklungen Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts boten sich der psychologischen Forschung neue Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Denk- und Verhaltensleistungen.⁴ Komplexe Lern- und Denkprozesse konnten nun als Informationsverarbeitung verstanden, durch technische Modelle quantifiziert, nachgebildet und analysiert werden: Die

1 Vgl. Peter Roesse: Das Computerspiel des Professors Klix. In: Die Zeit 18/1968. Mein Dank für die kritische Lektüre und die Anmerkungen geht an Sophia Gräfe, Georg Toepfer, Anne Vonderstein und Lene Glinsky.

2 Zur Analyse dieses Experiments siehe Friedhart Klix: On interrelationships between natural and artificial intelligence research. In: Human and Artificial Intelligence. Hg. von dems. Berlin 1978, S. 1–10, hier S. 2; 4. Friedhart Klix: Neue Ergebnisse und Entwicklungstendenzen in der kybernetisch-psychologischen Erforschung kognitiver Prozesse. In: Kybernetische Analysen geistiger Prozesse. Hg. von dems. Berlin 1968, S. 9–74, hier S. 59–67. Auf den folgenden Seiten wird auf dieses Experiment Bezug genommen.

3 Lucas brachte *Die Türme von Hanoi* wohl 1883 als Spielzeug unter dem Pseudonym N. Claus de Siam heraus. Vgl. Édouard Lucas: Récréations mathématiques. Bd. 3. Paris 1893, S. 55–59, sowie Doina Logofătu: Algorithmen und Problemlösungen mit C++. Wiesbaden 2009, S. 354.

4 Wolfgang Schönplflug: Psychologie im Kontext der Kybernetik und im Kontext des Sozialismus. Ein Beitrag zur Geschichte der Wissenschaft in der Deutschen Demokratischen Republik. In: Psychologische Rundschau 66 (2015), H. 2, S. 91–113, hier S. 103.

Wissenschaft von der universalen Steuerung- und Regelung, die Kybernetik, hatte *Die Türme von Hanoi* transformiert. Der Mensch war nicht mehr der einzige Akteur, der das mathematisches Geduldsspiel lösen konnte. Vielmehr trat nun eine Maschine, die menschliches Denken nachahmte, in Wettstreit mit ihm.

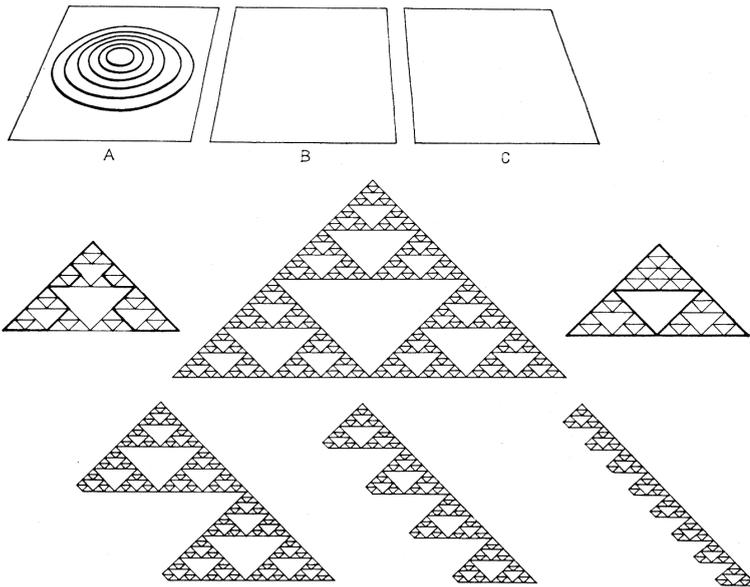


Abb. 1: Friedhart Klix: On interrelationships between natural and artificial intelligence research, 1978.

Das Team an der Humboldt-Universität um den Psychologieprofessor Friedhart Klix hatte Mensch und Maschine zum Zweikampf um die Lösung eines Problems antreten lassen, um besser zu verstehen, wie der menschliche Geist komplizierte Probleme bewältigt. Die Idee dahinter: Indem man einem Computer beibrachte, eine Aufgabe genauso gut zu lösen wie menschliche Probanden oder sogar besser als diese, ließen sich Einblicke in die menschlichen Denkstrukturen gewinnen. Das Ziel des Experiments bestand also nicht darin, einen transhumanen Supercomputer zu konstruieren, sondern vielmehr darin, über technische Mimesis kognitive Prozesse des Menschen zu modellieren. Hierfür mussten der Psychologe Klix und sein Team dem Computer, einem ZRA 1 der Firma VEB Carl Zeiss Jena,⁵ unterschiedliche Strategien zur Problemlösung einprogrammieren.

⁵ Klix: Neue Ergebnisse, S. 64. Der ZRA 1 war der erste industriell hergestellte Rechner der DDR mit einem auf Magnetkern-Schiebelinien beruhenden Konzept.

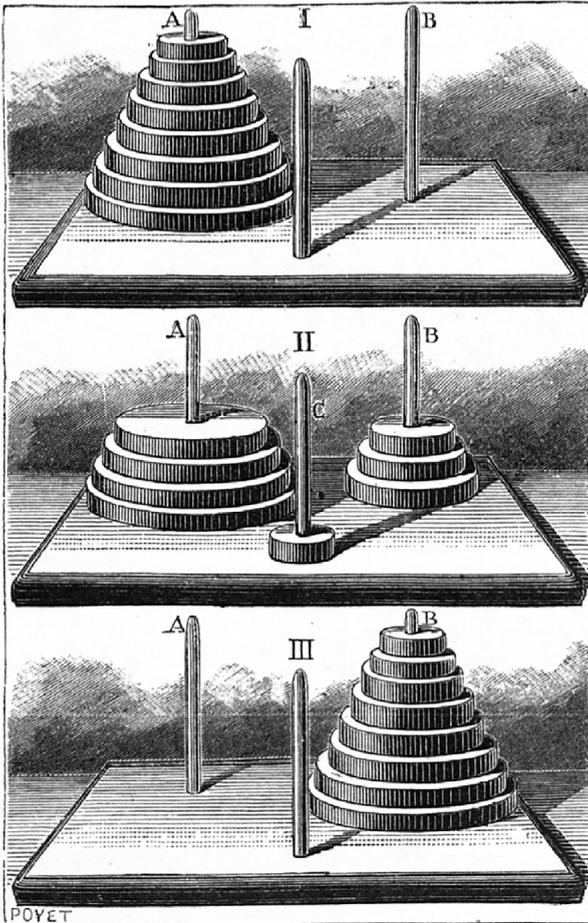


Abb. 2: Édouard Lucas: La tour d'Hanoi, 1893.

Man begann bei der einfachsten, bereits im Tierreich angewendeten Strategie: Annäherung durch Versuch und Irrtum. Zufällig richtige Züge, die offensichtlich näher an das angestrebte Ziel heranzuführen, wurden positiv, falsche negativ gewertet. Obwohl ein solcher Lernvorgang sicherlich an der technischen Lösung der Spielaufgabe beteiligt sein musste, war er offensichtlich weit von den kreativ-schöpferischen Prozessen entfernt, die menschliches Denken auszeichnen.⁶ Daher implementierte Klix dem Computer zwei weitere Denkstrategien, die seiner Ein-

6 Vgl. Jürgen Guthke: Zur Diagnostik der intellektuellen Lernfähigkeit. Berlin 1972.

schätzung nach den Formen der menschlichen Intelligenz näher kamen: erstens die „Ordnungskomponente der Wahrnehmung“ und zweitens die „Tiefe des gedanklichen Vorausspiels“.⁷ Unter Ordnungskomponente verstand Klix das technische Gegenstück zur menschlichen Furcht vor unüberschaubarem Chaos. Übertragen auf den Spielkontext hieß das, dass der Computer versuchen sollte, einfache und geschlossene Konfigurationen (wie Dreier- oder Viererhaufen auf einem Feld) zu erreichen und weniger „ordentliche“ Konfigurationen, etwa Anordnungen, bei denen alle drei Felder besetzt sind, zu vermeiden. Klix versuchte, den menschlich-subjektiven Ordnungsgrad zu quantifizieren und in den Computer zu programmieren, indem er jeder möglichen Aufteilung der Scheiben auf den Feldern einen Ordnungswert zuwies. Der Computer sollte dann unter den möglichen Stellungen diejenige mit dem höchsten Wert bevorzugen. Unter „Tiefe des gedanklichen Vorausspiels“ verstand Klix die Wahl der besten Planungsphase. Analog zum Schachspiel, das sowohl eine langfristige Planung der Züge als auch die Antizipation vieler möglicher Gegenzüge voraussetzt, wollte Klix auch beim Scheibchen-spiel für seinen Computer die richtige Form der Planung wählen: entweder kurz und breit oder lang und schmal. Bei einer breiten Planung müssen Spielende jeden möglichen Zug in Erwägung ziehen und jeden möglichen Gegenzug mitberechnen, woraus folgt, dass sie nur eine begrenzte Anzahl von Zügen überschauen können, das Planungsfeld also kurz ist. Planen sie hingegen langfristig viele Züge im Voraus, nehmen sie nur die wahrscheinlichsten Züge in den Blick und können auf diese schnell reagieren, das Planungsfeld ist schmal.

Nach dieser umfangreichen Vorprogrammierung glaubte Klix den Computer gut gerüstet, um sich so zu verhalten wie menschliche Spielende. Doch beim Spiel stellten sich Abweichungen zwischen menschlichen und maschinellen Lernerfolgen heraus. Daraus schlossen Klix und sein Team, dass bei den menschlichen Versuchspersonen weitere, vermutlich im Zusammenhang mit Emotionen und der Motivation zur Lösungsfindung stehende Strategien wirksam sein mussten. Die Versuchspersonen zeigten nämlich zu Beginn eine Vorliebe für Spielzüge, die weit von der Ausgangsstellung der Scheiben wegführten. Nach höchstens sieben Zügen blieben sie jedoch stecken. Sie mussten umdenken. Nun orientierten sie sich nicht mehr an der Distanz zum Startpunkt, sondern dachten rückwärts vom Ziel her. Bei dieser Strategie ergaben sich innovative Platzierungen der Scheiben, die zu Zwischenzielen auf dem Weg zur Lösung führten, unter anderem zu der Einsicht, dass zunächst alle Scheiben mit Ausnahme der beiden größten auf C liegen müssen. Diese Teilzieltech-

7 Roesse: Das Computerspiel des Professors Klix; Herbert Hörz: Kognitive Psychologie, neue Technologien und Philosophie. Friedhart Klix: Vordenker für eine komplexe Persönlichkeitstheorie. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 135 (2018), S. 15–40, hier S. 33.

nik erwies sich als leistungsfähig, weil sie den Anteil des ungeordneten Suchens stark reduzierte. Daraus schloss Klix, dass er einen weiteren Denkprozess des eigenständigen Umlernens in den Computer integrieren müsse, so dass die Maschine innovativ werden und neue Problemlösungsfähigkeiten entwickeln könne.⁸ Damit würde das Computermodell nicht mehr nur zu einer Abbildung eines kognitiven Prozesses, sondern zu einem Erkenntnismittel, das Denken und das Entwickeln von Lösungsstrategien anschaulich machen würde: Die Beherrschung des Computermodells „wird zur heuristischen Technik des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses“.⁹

Das Problem, das an diesem ausführlich dargestellten Experiment sichtbar wird, betrifft den Kern der Debatten über die Differenz von Mensch und Maschine.¹⁰ Kybernetische Termini und Konzeptionen wie Information, Kommunikation, Signal, Feedback oder Entropie, die in den 1960er Jahren auch auf dem Feld der Psychologie zirkulierten,¹¹ regten dazu an, menschliche (Lern-)Leistungen technisch nachzuahmen und zu quantifizieren. Mithilfe von technischen Apparaturen, Konzepten und Begriffen wollte man der Komplexität des menschlichen Denkens im Experiment näherkommen.¹² Die Grundannahme dahinter lautete, dass Konzepte wie Verhalten, Intelligenz, Denken und Lernen sowohl auf Menschen als auch auf Rechenmaschinen anwendbar seien.¹³ Auf kybernetischer Grundlage werden traditionell nur dem Menschen zugesprochenen kognitive Prozesse als Informationsverarbeitung verstanden und so quantifizierbar.¹⁴ Damit schien zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz nur noch ein gradueller, kein grundlegender Unterschied mehr zu bestehen.

Die historische und kulturwissenschaftliche Forschungsliteratur weist zurecht darauf hin, dass die Kybernetik als universale Strukturwissenschaft zwischen 1940

8 Vgl. genauer Friedhart Klix: *Information und Verhalten*. Berlin 1971, S. 705–716; Friedhart Klix und Karin Rautenstrauch-Goede: *Struktur- und Komponentenanalyse von Problemlösungsprozessen*. In: *Zeitschrift für Psychologie* 174 (1967), H. 3/4, S. 167–193.

9 Klix: *Neue Ergebnisse*, S. 68.

10 Friedhart Klix et al.: *Die algorithmische Beschreibung des Lösungsprinzips einer Denkanforderung*. In: *Zeitschrift für Psychologie* 168 (1963), H. 1/2, S. 123–141.

11 Vgl. Henning Schmidgen: *Zeit als peripheres Zentrum. Psychologie und Kybernetik*. In: *Cybernetics. The Macy-Conferences 1946–1953*. Bd. 2: *Dokumente*. Hg. von Claus Pias. Zürich 2004, S. 229–250.

12 Vgl. Martina Heßler: *Die Ersetzung des Menschen?* In: *Technikgeschichte* 82 (2015), H. 2, S. 109–136.

13 Friedhart Klix, Ulrich Rösler und Hubert Sydow: *Vorwort*. In: *Lernende Systeme*. Hg. von Friedhart Klix, Ulrich Rösler und Hubert Sydow. Berlin 1973, S. 7–10, hier S. 8.

14 Vgl. Klix (Hg.): *Kybernetische Analysen*. Siehe dazu Friedhart Klix: *Vorwort*. In: *Human and Artificial Intelligence*. Hg. von dems. Berlin 1978, S. VII–XI.

und 1970 organische und technische Systeme über Funktionsbeschreibung gleichsetzte.¹⁵ Besonders der heterogene Begriff des Verhaltens bot hierfür, wie Georg Toepfer in seiner umfangreichen Begriffs- und Ideengeschichte überzeugend ausführt, vielseitige Möglichkeiten. Verhalten, so stellt Toepfer wissen(schaft)shistorisch heraus, wurde im zwanzigsten Jahrhundert nicht mehr nur Lebendigem zugesprochen,¹⁶ sondern in Biologie, Medizin, Psychologie oder der frühen Erforschung künstlicher Intelligenz unter dem neuen, aus der Kybernetik stammenden Paradigma der Informationsverarbeitung gefasst und damit als wichtiger Analysebegriff von lebendigen und technischen Systemen auf das epistemische Tableau gehoben. Gegenstand der kybernetisch angeregten Verhaltensforschung Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts war also nicht mehr nur die traditionelle Untersuchung der Differenz zwischen Mensch und Tier, sondern zwischen Mensch und Technik. „Wir leben nicht vor der Folie von Bienen, Krabben und Schimpansen, sondern vor der von Glühbirnenfabriken und Rundfunkapparaten“, erkannte der Philosoph Günther Anders 1956.¹⁷

Der Einfluss der Kybernetik auf die Psychologie im deutschsprachigen Raum ist vor allem mit den Forschungen des Kognitionspsychologen und bekennenden „materialistische[n] Monist[en]“¹⁸ Friedhart Klix verbunden,¹⁹ dessen Arbeiten im Zentrum der folgenden Analyse der kybernetisch-psychologischen Verhaltensforschung stehen. Hierfür soll zum einen Klix' kybernetische Deutung – und damit Quantifizierbarkeit und Formalisierbarkeit – menschlicher Eigenschaften wie Verhalten, Denken, Intelligenz und Lernen, historisch und systematisch herausgearbeitet werden. Zum anderen soll auf dieser Grundlage einer Quantifizierung menschlicher Eigenschaften der Blick genauer auf jene evolutionspsychologischen Bereiche kognitiven Lernens (Lernen durch Einsicht) gelenkt werden, auf die, wie bei den *Türmen von Hanoi* bereits angedeutet, das Modell des denkenden Menschen als Feedback-Maschine oder als assoziativ lernendes Tier nicht recht

15 Vgl. Michael Hagner und Erich Hörl (Hg.): Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik. Frankfurt a. M. 2008; Philipp Aumann: Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen 2009.

16 Georg Toepfer: Verhalten. In: Historisches Wörterbuch der Biologie. Bd. 3. Stuttgart/Weimar 2011, S. 653–687.

17 Günther Anders: Die Antiquiertheit des Menschen. Bd. 1: Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution. München 2002, S. 327.

18 Friedhart Klix: Vorwort. In: Kybernetische Analysen geistiger Prozesse. Hg. von dems. Berlin, 1968, S. 1–8, hier S. 1.

19 Vgl. Werner Krause: „Gesetz und Experiment in der Psychologie“. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 135 (2018), S. 41–51; Bodo Krause und Werner Krause (Hg.): Psychologie im Kontext der Naturwissenschaften. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät. Bd. 12. Berlin 2004.

anwendbar zu sein scheint.²⁰ Diese Spannung zwischen Quantifizierung und Qualifizierung zeichnet die Psychologie Friedhart Klix' in besonderer Weise aus.

Historische Bedingungen einer kybernetisch-psychologischen Forschung

Friedhart Klix' allgemeinspsychologisches Standardwerk *Information und Verhalten* (1971) kann als Manifest der kybernetischen Psychologieforschung im deutschsprachigen Raum gelten. Deren Geburtsstunde bezeichnet ein im Januar 1962 unter seiner Leitung veranstaltetes Symposium zu „Psychologie und Kybernetik“ an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, das einen Überblick über kybernetisch-mathematische Methoden in der Psychologie gab.²¹ 1962 wurde Klix auf eine Professur an der Humboldt-Universität zu Berlin berufen, wo er die Gründung der Kybernetik-Kommission des Forschungsrats der DDR initiierte und maßgeblich daran beteiligt war, dass an der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin die Einrichtung eines Forschungsbereichs „Mathematik-Kybernetik-Rechentchnik“ sowie des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse mit einem eigenen Bereich zur Psychologie vorangetrieben wurde. Dieser neue Bereich „Psychologie“ arbeitete eng mit der von Klix geleiteten Forschergruppe „Psychophysik und Kybernetik“ am Institut für Psychologie der HU Berlin zusammen.²²

Information und Verhalten bezeichnet aber nicht nur den Höhepunkt, sondern auch den Abschluss der produktiven zehnjährigen Arbeit von Klix' Forschungsgruppe.²³ Mit Blick auf das Vorwort mutet es daher überraschend an, wenn Klix schreibt, dass das Wort ‚Kybernetik‘ im „Text kaum jemals vorkommt“, obwohl „das ganze Buch an seinen wesentlichen Punkten doch von der Kybernetik aus seine inhaltliche, seine methodische und seine didaktische Orientierung erhalten

²⁰ Vgl. Edgar Heineken und Thomas Habermann: Lernpsychologie für den beruflichen Alltag. Heidelberg 1994, S. 53.

²¹ Vgl. Hörz: Kognitive Psychologie, S. 20.

²² Vgl. Friedhart Klix: Vorwort. In: Psychologische Analysen geistiger Prozesse. Hg. von dems. und Hans-Georg Geissler. Berlin 1974, S. 9–12; Rainer Thiel: Die Kybernetik-Kommission des Forschungsrats der DDR 1968 ff. In: Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Bd. 11. Hg. von Klaus Fuchs-Kittowski und Siegfried Piotrowski. Berlin 2004, S. 383–386; Bodo Krause: Der Einfluss der Kybernetik auf die psychologische Forschungsmethodik. Leibniz Online 15 (2013), S. 1. Zum zeithistorischen Hintergrund vgl. Wolfgang Schönflug und Gerd Lüer: Psychologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Wissenschaft zwischen Ideologie und Pragmatismus. Wiesbaden 2011, S. 56.

²³ Schönflug: Psychologie, S. 99.

[hat]“.²⁴ Der Verzicht auf kybernetische Terminologie verweist darauf, dass sich die Kybernetik um 1970 in der DDR in einer problematischen Umbruchphase befand. Die wechselhafte Entwicklung der Kybernetik in der DDR lässt sich mit Jérôme Segal in drei Phasen einteilen: 1) Die „Ansteckung“ der DDR durch eine vermeintlich bürgerliche Wissenschaft (1948–1961), d. h. die argumentative Überwindung der ursprünglichen Ablehnungen der Kybernetik als „westlich“. 2) Die Etablierung der Kybernetik als naturwissenschaftliche Bestätigung des dialektischen Materialismus (1961–1963), d. h. die vonseiten der Politik und Forschung propagierte Annahme, zwischen Kybernetik und Marxismus bestehe nicht nur kein Gegensatz, sondern vielmehr sei die Kybernetik sogar eine „der eindrucksvollsten einzelwissenschaftlichen Bestätigungen des dialektischen Materialismus, die es überhaupt bis jetzt gegeben hat“.²⁵ 3) Die Periode von Normalisierung und Abstieg (1963–1971).²⁶ Auf den kurzen Aufschwung der Kybernetik ab den 1960er Jahren in der DDR folgte auf Geheiß der SED-Führung bereits Anfang der 1970er Jahre ihr jähes Ende als Leitwissenschaft, sie musste sich in Einzelfelder integrieren – ohne begrifflich weiter relevant zu sein.²⁷ Die in den späten 1960er Jahren einsetzende Kritik war wohl auch in enttäuschten Hoffnungen begründet, denn die kybernetische Methode war allzu voreilig und naiv nicht nur als Garant für einen wissenschaftlichen, sondern auch für einen gesellschaftlichen und ökonomischen Erfolg betrachtet worden.²⁸ Diese Überschätzung führte beinahe zwangsläufig zur Abkehr von der Kybernetik, die ihrem Anspruch als einer Universalwissenschaft, die über disziplinäre Grenzen hinaus auf Gesellschaft und Wirtschaft wirken sollte, nicht nachzukommen vermochte, und damit auch zur Abkehr von kybernetischen Terminologien – auch wenn in Einzeldisziplinen wie der Psychologie weiter mit kybernetischen Methoden gearbeitet wurde. Die Kybernetik verlor also ideologisch gegen den dialektischen und historischen Materialismus, der bereits eine universelle Beschreibung von Natur und Gesellschaft für sich in Anspruch nahm.²⁹ Im

24 Klix: Information und Verhalten, S. 21.

25 Georg Klaus: Kybernetik in philosophischer Sicht, 3. Aufl. Berlin 1963, Vorbemerkungen zur ersten Auflage, S. 22, zit. nach Frank Dittmann: Kybernetik in der DDR – eine Einstimmung. In: Kybernetik steckt den Osten an. Hg. von dems. und Rudolf Seising. Berlin 2007, S. 13–42, hier S. 26 f.

26 Jérôme Segal: Kybernetik in der DDR. In: Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften 27 (2001), S. 47–75.

27 Dittmann: Kybernetik, S. 14.

28 Dittmann: Kybernetik, S. 30.

29 Dittmann: Kybernetik, S. 32. Die Kybernetik erhielt den staatspolitischen Abgesang mit der Machtübernahme durch Erich Honecker im Juli 1971. Nun gab man der Kybernetik auch die Schuld an den ökonomischen Misserfolgen (Ebd.). Zur weiterführenden Literatur siehe Verena Witte: Wandel mit System? Eine Denkstilanalyse der Kybernetik in der DDR, ca. 1956 bis 1971.

Zuge der Abwendung von der Kybernetik wurde Klix' Forschungsgruppe „Kybernetik und Psychologie“ 1972 umbenannt in „Lehrgebiet Allgemeine Psychologie“. Auch aus Buchtiteln verschwand der Begriff „Kybernetik/kybernetisch“ zunehmend.³⁰ Dennoch vermochten Klix und seine Forschungsgruppe im erheblichen Maße von der anfänglichen Förderungsphase zu profitieren.³¹ So konnte Klix die Kybernetik strategisch für eine Erneuerung des Faches „Psychologie“ und zu Generierung von Akzeptanz in den Führungsriege der Partei nutzen.³² Sein Ziel war es dabei, „den Anschluss an die internationale Scientific Community zu bekommen [...] und dies zugleich mit den Vorzügen des Sozialismus zu verbinden“.³³ Klix' Verhältnis zur Partei lässt sich insofern wohl als pragmatisch bezeichnen.³⁴

Dieser Pragmatismus spricht auch aus Klix' Vorwort zu *Information und Verhalten*, in dem zumindest vordergründig die kybernetische Terminologie durch marxistische Ideologie ersetzt wird. Mit Blick auf seine „naturwissenschaftliche Grundorientierung“ führt Klix ein Engelszitat zur Menschwerdung des Affen durch Arbeit als Naturalisierung an.³⁵ Bei der naturwissenschaftlichen Untersuchung von „Gesetzmäßigkeiten des sozialen Verhaltens“ sei es nämlich

unbestreitbar, daß *alle* psychischen Prozesse in den Funktionsprinzipien der hochorganisierten materiellen Strukturen des Nervensystems ihre Grundlage und ihre Entsprechung haben. Es gibt keine gesellschaftlichen Faktoren oder Prozesse, die nicht über Sinnesorgane und Nervensysteme wirken.³⁶

Dissertation (Universität Bielefeld) 2011; Philipp Aumann: Neues Denken in Wissenschaft und Gesellschaft. Die Kybernetik in der Mitte des 20. Jahrhunderts. In: Sabina Jeschke et al. (Hg.): *Exploring Cybernetics*. Wiesbaden 2015, S. 21–40.

30 Schönpluf: *Psychologie*, S. 100. Vgl. vom Titel her: Friedhart Klix (Hg.): *Kybernetische Analysen geistiger Prozesse*. Berlin 1968 vs. Hans-Georg Geissler und Friedhart Klix (Hg.): *Psychologische Analysen geistiger Prozesse*. Berlin 1974.

31 Vgl. Schönpluf: *Psychologie*, S. 98. Wie Schönpluf herausstellt, versprach sich die Partei von Klix den Durchbruch bei der intendierten Revolution. Klix wurde als Teil einer „Neuen Intelligenz“ gesehen. Es überrascht daher wenig, dass mit dem Aufstieg der Kybernetik auch Klix' Karriere Fortschritte machte.

32 Schönpluf: *Psychologie*, S. 97.

33 Stefan Busse: *Psychologie in der DDR. Die Verteidigung der Wissenschaft und die Formung der Subjekte*. Weinheim 2004, S. 202.

34 Schönpluf: *Psychologie*, S. 101. Klix' Forschungsgruppe „Kybernetik und Psychologie“ bezog keine eindeutige Position. Ihre Schriften enthalten nur geringe ideologische Referenzen (vgl. Klix: *Information und Verhalten*, S. 399) und keine politischen Stellungnahmen; gleichzeitig war man der westlichen Forschung gegenüber offen eingestellt. Dazu Schönpluf: *Psychologie*, S. 101–105.

35 Klix: *Information und Verhalten*, S. 18.

36 Klix: *Information und Verhalten*, S. 17 f. Vgl. auch Friedhart Klix und Bodo Krause: Zur Definition des Begriffes „Struktur“, seiner Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten in der Experimentalpsychologie. In: *Zeitschrift für Psychologie* 176 (1969), S. 22–54.

Insofern ist für Klix die naturwissenschaftlich orientierte Aufklärung von individuellen Verhaltensprinzipien nur ein erster Schritt in Richtung Analyse gesellschaftlicher Faktoren. Wenn man Funktionen und Strukturen im Kleinen erkenne, könne man sie auch im großen Zusammenhang erkennen. In der quantifizierenden Beschreibung von Verhalten durch Information sowie Gesellschaft durch regelkreistechnische „Systeme“ stimmen, wie Klix mit Bezug auf Lenin anführt, „Denkgesetze“ mit den „Naturgesetzen“ überein. Ob kybernetisch oder marxistisch ausgedrückt – der Mensch wird jedenfalls zum „Naturprodukt“ und damit gänzlich von der Naturwissenschaft deutbar.³⁷ Klix' materialistischer Monismus tritt hier deutlich zutage.

Systematische Bedingungen einer kybernetisch-psychologischen Forschung

Für Klix bietet die Steuerungswissenschaft Kybernetik eine Möglichkeit, Verhalten regulativ mit Information zusammenzubringen.³⁸ „Information“ und „Verhalten“ bilden ihm zufolge eine „unlösbare Einheit in allen [individuellen und kollektiven, K.L.] psychischen Prozessen.“³⁹ Jede Verhaltenstätigkeit setzt Information und Informationsverarbeitung voraus und erzeugt zugleich neue. Information und Verhalten werden damit in Klix' Forschung zum „dialektische[n] Kategorienpaar, dessen innere Widersprüchlichkeit den niederen wie höheren Formen des Erkenntnisgewinns zugrunde gelegt werden kann.“⁴⁰ Insofern verfolgt Klix mit seinen Forschungen zur „Psychophysik kognitiver Prozesse“⁴¹ im Einklang mit der Informationstheorie einen interdisziplinären und systemisch orientierten Zugang zur experimentellen und allgemeinen Psychologie.⁴² Unter der Voraus-

37 Klix und Krause: Struktur, S. 19.

38 Vgl. Klix: Information und Verhalten, S. 19.

39 Klix: Information und Verhalten, S. 19.

40 Klix: Information und Verhalten, S. 19; Friedhart Klix: Stabilität und Wandlungen in geistigen Dispositionen des Menschen. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. Bd. 2. Berlin 1995, S. 19. Die Dialektik besteht dabei darin, dass Verhalten und Information eigentlich zwei verschiedenen Beschreibungssprachen entstammen; einer äußeren (qualitativen) und einer inneren (mechanistisch-quantifizierenden) Herangehensweise.

41 Werner Krause und Erdmute Sommerfeld: Vorwort. In: Friedhart Klix. Naturwissenschaftler, Psychologe, Vordenker. 1927–2004. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 135 (2018), S. 7–10, hier S. 7.

42 Klix, Rösler und Sydow: Vorwort. In: Lernende Systeme, S. 8 f.; dazu Bodo Krause: Interdisziplinarität in der experimentellen Psychologie. Erinnerungen an Friedhart Klix. In: Friedhart Klix.

setzung, dass physiologische und neuronale Zusammenhänge entscheidende Bedeutung für das Verständnis psychischen Verhaltens und Erlebens haben, wurden Denkprozesse als eine Form der Informationsverarbeitung interpretierbar, die von messbaren In- und Output-Signalen bestimmt ist.⁴³ Die damit einhergehende Annahme lautete, dass man Basisprozesse der menschlichen Informationsverarbeitung nur aufklären kann, wenn man sie in systematische Elementaranalysen zergliedert und mit den Methoden der Psychologie und Mathematik untersucht. Die kybernetischen Ansätze sollten dazu beitragen, „tiefliegende Zusammenhänge“ zwischen technischen und biologischen Systemen nachzuweisen.⁴⁴ Ihre gemeinsamen Gesetzmäßigkeiten werden allerdings erst in der für die Kybernetik „charakteristischen Abstraktionsebene“ deutlich, die sich für Klix am besten mathematisch darstellen ließ.⁴⁵

Angeregt durch kybernetische Versprechungen einer totalen Technisierung des Lebendigen wollten Psycholog*innen Prozesse menschlicher Erkenntnis aufdecken, damit es, wie Klix 1971 formulierte, „der menschlichen Erkenntnistätigkeit möglich wird, hinter die Gesetze ihres eigenen Ursprungs, ihrer Wirkungsweise und ihrer Leistungsfähigkeit zu kommen“.⁴⁶ Der Mensch könne mittels seines eigenen Wissens – objektiviert in Form von Technologie – zu sich selbst kommen. Die Figur eines mächtigen *homo faber*, welcher der Natur (diesmal seiner eigenen) Wissen abringt und es sich zu Nutzen macht, tritt hier unverkennbar hervor: „Die Umwelt im Lebensraume so weit wie möglich berechenbar und dadurch schließlich beherrschbar zu machen in einem sehr weiten Sinne des Wortes, erweist sich als eine biologische, soziale wie individuelle Motivgrundlage intelligenten Handelns.“⁴⁷ In diesen Zielvorstellungen verbindet sich das Motiv der Kontrolle mit einer Beherrschung durch Quantifizierung und Mathematisierung. Dabei wird das Machtstreben anthro-

Naturwissenschaftler, Psychologe, Vordenker. 1927–2004. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 135 (2018), S. 61–73.

43 Verhalten nach eintreffender Information auszurichten ist Klix zufolge eine grundlegende Eigenschaft aller Organismen, die ein Nervensystem besitzen.

44 Klix: Neue Ergebnisse, S. 9.

45 Klix: Neue Ergebnisse, S. 9. Vgl. Friedhart Klix: Friedhart Klix. Lengerich 2004 (Psychologie in Selbstdarstellung. Bd. 4), S. 168–192.

46 Klix: Information und Verhalten, S. 20.

47 Friedhart Klix: Erwachendes Denken. Heidelberg 1993, S. 387; dazu Erdmute Sommerfeld: Aufklärung von Basisprozessen menschlicher Informationsverarbeitung. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 101 (2009), S. 93–110; Friedhart Klix: Die Optimierung des Informationsaustausches in Mensch-Maschine-Systemen als psychologische Aufgabenstellung. Versuch einer Präzisierung des Gegenstandsgebietes der Ingenieurpsychologie in der sozialistischen Industrie. In: Psychologie in der sozialistischen Industrie. Hg. von Friedhart Klix et al. Berlin 1971, S. 40–74, hier S. 41.

pologisch erklärt und wiederum selbst wieder naturalisiert. Der Mensch ist nur da Mensch, wo er herrscht. Dafür muss das menschliche Subjekt sich selbst als objektivierbar begreifen. Damit einhergehend erscheint die anthropologische Differenz zwischen Mensch und Maschine nicht mehr als sprunghafter Hiatus, sondern nur noch als qualitative Komplexitätssteigerung.

Insgesamt wirkte die Kybernetik weniger als stringente Methode als vielmehr als anregendes Erkenntnismodell, welches die psychologische Forschung unterstützt und gleichzeitig im außerakademischen wie sozialen Bereich Interesse evoziert. Die „öffentliche Meinung“ über Kybernetik war 1963, um mit dem Psychologen Otto W. Haseloff zu sprechen, zu einer „geistige[n], technische[n] und soziale[n] Tatsache“ geworden.⁴⁸ Die Kybernetik diente als Projektionsfläche für Hoffnungen und Ängste. Dementsprechend konstatierte auch der Physiologe Wolfgang Wieser 1963 zum 15. Jahrestag von Norbert Wiensers *Cybernetics* in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung*:

Kybernetik ist zu mehr als einem wissenschaftlichen oder technologischen Begriff geworden: Sie ist eine Idee, ein Programm, ein Schlagwort – einer jener Kondensationspunkte im intellektuellen Raum, an dem sich der gestaltlose Nebel des Einzelwissens und Spekulation hoffnungsvoll niederschlägt.⁴⁹

Im Sinne dieses Zeitgeists bedient sich auch Klix in seiner psychologischen Forschung bei der Nachrichtentechnik, Sinnesphysiologie, Regelungslehre sowie Informations- und Automatentheorie.⁵⁰ Anhand von der Kybernetik entlehnten Schlagworten wie Information, System, Struktur, Funktion, Stabilität oder Regulation versuchte er, informationsverarbeitende Systeme und Prozesse im Menschen zu beschreiben und zu erkennen. „Damit eröffnet die kybernetische Forschung“, so Klix, „Möglichkeiten für eine geschlossene Darstellung genereller Funktionseigenschaften psychischer und psychophysischer Prozesse.“⁵¹

48 Otto Walter Haseloff: Kybernetik als soziale Tatsache. In: Bergedorfer Protokolle. Bd. 3. Hamburg/Berlin 1963, S. 10. In Klix' Privatbibliothek stand ein Exemplar des Buches von Otto Walter Haseloff und Eduard Jorswieck: Psychologie des Lernens. Berlin 1970. Vgl. das Findbuch von Klix' Privatbibliothek am Adolf-Würth-Zentrum für Geschichte der Psychologie der Universität Würzburg. Online unter: www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/42050000/user_upload/Findbuecher/FA_Klix_Library.pdf (abgerufen am 13.6.2021).

49 Wolfgang Wieser: Fünfzehn Jahre Kybernetik. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 12. Nov. 1963, zit. nach Claus Pias: Zeit der Kybernetik. Eine Einstimmung. In: *Cybernetics. Kybernetik. The Macy-Conferences 1946–1953*. Bd. 2: Dokumente, hg. von Claus Pias. Zürich 2004, S. 9–41, hier S. 20.

50 Klix: Information und Verhalten, S. 20; Klix: Neue Ergebnisse, S. 14.

51 Klix: Information und Verhalten, S. 20.

Der Einfluss der Kybernetik auf die psychologische Forschung zeigt sich vor allem an zwei Aspekten:⁵² Erstens ermöglichte die interdisziplinäre Ausrichtung der Kybernetik, die als universelle Strukturwissenschaft alle technischen und anthropologischen Bereiche zu umgreifen versuchte, dass der Informationsbegriff und damit die Informationsübertragung zwischen zwei Subjekten (sowie zwischen Subjekt und Umwelt) in der Psychologie zu einem anerkannten Untersuchungsfeld aufsteigen konnten. Mit der kybernetischen Psychologie⁵³ waren Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung zu grundlegenden Prozessen der menschlichen Handlungsregulation geworden, die nun technisch messbar und wissenschaftlich analysierbar waren. Trotz dieser Objektivierung ist ein zentrales Merkmal von Klix' Informationsbegriff, dass er immer an ein (menschliches) Subjekt gebunden sein muss, welches Bedeutung herstellt. Nur durch einen Träger kann Information zu bedeutungsvoller Information werden.⁵⁴ Zweitens etablierten sich in der Psychologie mit der Kybernetik Modellierungsmethoden, von denen man sich die Nachbildung und Erklärung psychischer und kognitiver Prozesse versprach. Die Grundannahme dahinter lautete, dass Informationsprozesse durch ihre Quantifizierung nicht nur in Daten materialisiert, sondern auch in technischen Geräten nachgebaut und damit reproduziert werden konnten. „Soviel ich sehe“, formuliert der Erich-von-Holst-Schüler und Abteilungsleiter am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Horst Mittelstaedt, 1956, „bietet die neue Theorie drei wesentliche Vorteile: sie ermöglicht 1. neue Arbeitshypothesen, sie bringt 2. neue Methoden und aus ihr lässt sich 3. eine Darstellungsweise entwickeln, die den bisher üblichen in mehrfacher Hinsicht überlegen ist.“⁵⁵ Mit diesen Erkenntnismitteln wirkte die Kybernetik produktiv auf humanwissenschaftliche Gebiete wie die Physiologie und Psychologie, denen sie abstrakte, universelle Modelle und Methoden in die Hand gab, um fortan in Bereiche vorzustoßen, die dem traditionellen „experimentellen Zugriff“ zuvor so „nicht zugänglich“ waren.⁵⁶ Für

52 Vgl. Krause: Forschungsmethodik, S. 1–12.

53 Schönplflug verweist darauf, dass Klix den Begriff ‚Kybernetische Psychologie‘ selbst nicht verwendet hatte, wenn überhaupt, dann sprach er von „kybernetisch betriebener Psychologie“. Allgemein bevorzugte Klix konjunktive Verbindungen wie „Psychologie und Kybernetik“ oder „kybernetisch-psychologisch“ (vgl. Schönplflug: Psychologie, S. 103). Schönplflug zufolge liegt dieser Wortwahl die Idee zugrunde, dass die Psychologie zwar durch Verbindung mit Kybernetik eine besondere Qualität erhält, aber doch ihre eigene Identität bewahrt.

54 Klix: Information und Verhalten, S. 340 f.

55 Horst Mittelstaedt: Regelung in der Biologie. In: Regelungstechnik 8 (1954), H. 2, S. 177–181, hier S. 180.

56 Mittelstaedt: Regelung, S. 180.

diese neuen Zugriffe sei hier ein Versuch aus Klix' Forschung zum Menschen als Regelkreis exemplarisch angeführt:⁵⁷

In einem Experiment zum sensomotorischen Verhalten (Nachfahrbewegung in der Auge-Hand-Koordination) befindet sich die Versuchsperson vor einem Bildschirm, an dem sich ein Lichtpunkt bewegt. Die Versuchsperson hat einen beweglichen Steuerstab in der Hand, mit dem sie die Bewegung eines zweiten Punktes auf dem Bildschirm steuern kann. Die Aufgabe ist nun, den Punkt, den die Person steuern kann, mit dem sich bewegenden Punkt auf dem Bildschirm zu synchronisieren, dem ersten Punkt also nachzujagen. Für eine Fehlerkorrektur zeichnet der Bildschirm die Abweichungen zwischen den beiden Punkten nach (siehe Abb. 3).

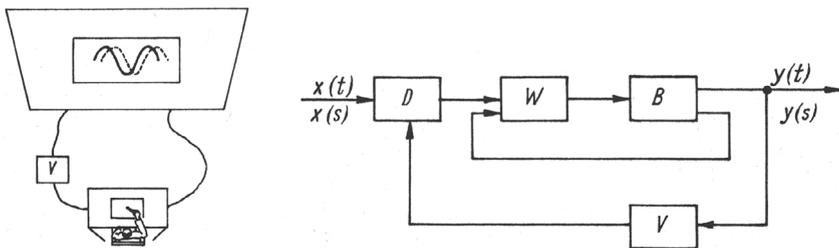


Abb. 3 und 4: Friedhart Klix: Die sensomotorische Koordination bei der Folgebewegung als Kreisprozess, 1968.

Klix sieht in der Mensch-Maschine-Interaktion denselben Kreisprozess am Werk, der sich auch beim „sensomotorischen Übertragungsverhalten“⁵⁸ des Menschen zeigt, also bei der Aufnahme von Informationen und deren Weiterleitung an das zentrale Nervensystem: Dem Menschen wird Information von der Maschine dargeboten (D), die er wahrnimmt (W) und dann als sensorische Bezugsgröße in Bewegung umsetzt (B). V symbolisiert dabei die Verstärkung, Abschwächung oder Verzerrung der Rückmeldung des Bewegungsverlaufs auf dem Display (siehe Abb. 4). Menschlicher (innerer) und technischer (äußerer) Regelkreis sind dabei ineinander verflochten.

Diese Visualisierung abstrakter Modelle in Form eines Blockschaltbildes machte eine Funktionsbeschreibung möglich, ohne Aufbau (bspw. den Feinbau des Nervensystems) und Inhalt des fraglichen Systems genau zu kennen. Der kybernetische Blockschaltplan, der sich in Klix' Experiment zeigt, ist als Lösung allgemein, „nicht

⁵⁷ Klix: Neue Ergebnisse, S. 33–35.

⁵⁸ Klix: Neue Ergebnisse, S. 31.

an ein spezielles Gebiet gebunden“. Vielmehr – und das ist sein methodischer Vorteil – erfasst er „das allgemein ‚Funktionelle‘“.⁵⁹ Denn das „Wirkungsgefüge kann unabhängig von der Struktur, von der Energetik und von der finalen, teleologischen Bestimmung des Systems beschrieben und quantitativ dargestellt werden.“⁶⁰ Durch den Blockschaltplan wird also lebendige Komplexität nicht nur quantifiziert, sondern auch reduziert. Analogien und Übertragungen regelungstechnischer Modelle auf Lebewesen bieten allerdings nicht nur Chancen, sondern auch Probleme. Die Modelle haben zwar den „Vorteil der Anschaulichkeit, aber den Nachteil aller Metaphern, nicht genau auf die Wirklichkeit zu passen. Modelle sind sehr nützlich, solange sich neue Arbeitshypothesen aus ihnen ergeben, aber dann stehen sie häufig dem Fortgang der Untersuchung im Wege.“⁶¹ Auch Klix legt dar, dass eine bloße terminologische Übertragung von der Physiologie in die Psychologie sich als schwierig erweisen könne, da sie Erklärungen suggeriere, wo bloße Beschreibungen geliefert würden. Das liege daran, dass „keine noch so elegante Physiologisierung [...] darüber hinwegzutäuschen [vermag], dass die meisten pädagogisch verwertbaren Ergebnisse der experimentellen Psychologie in ihrer spezifischen Gesetzmäßigkeit mit physiologischen Mitteln noch nicht zu kennzeichnen sind.“⁶² In der terminologischen und technischen Nachbildung sowie Abstraktion mentaler Leistungen durch die Computertechnik gebe es daher auch „große Lücken“.⁶³ Bei der Nachahmung und universellen Abstraktion von biologischen Prozessen durch technische könne die oft zu „verallgemeinert[e] Darstellung“ einer Strukturanalogie sich als problematisch erweisen.⁶⁴

Trotz dieser Einwände galten die kybernetischen Forschungsansätze mit ihrem Versprechen einer Verwissenschaftlichung und Quantifizierung insgesamt als großer Fortschritt. Besonders in der Psychologie trug die Kybernetik zu einer

59 Hans Henning: Der Blockschaltplan in der Regelungstechnik. In: Regelungstechnik 7 (1957), H. 2, S. 60–65, hier S. 60.

60 Mittelstaedt: Regelung in der Biologie, S. 181.

61 Mittelstaedt: Regelung in der Biologie, S. 181.

62 Friedhart Klix: Bemerkungen über die Thesen zum Lehrbuch für den Psychologieunterricht an Instituten für Lehrerbildung. In: Pädagogik 10 (1956), H. 11, S. 862–868, hier S. 865; Friedhart Klix: Die Auffassung Pawlows und Bykows von den Beziehungen des Organismus zur Umwelt und Fragen der neueren Wahrnehmungspsychologie. In: Zeitschrift für Psychologie 158 (1955), H. 1/2, S. 1–39.

63 Friedhart Klix: Stabilität und Wandlungen in geistigen Dispositionen des Menschen. In: Globaler Wandel III, Leibniz-Tag 1994. Berlin 1995, S. 5–40, hier S. 33.

64 R. Starkermann: Betrachtungen zur möglichen Komplexität neurologischer Netzwerke. In: Regelungstechnik 15 (1967), H. 8, S. 349–354, hier S. 349, 354.

Lösung von einer traditionellen, weniger mathematisierbaren und quantifizierbaren Gestaltpsychologie bei.⁶⁵ Den Kontrast zur Gestaltpsychologie führte Klix auf einem Kolloquium anlässlich des 90. Geburtstag des DDR-Kybernetik-Philosophen Georg Klaus näher aus:

Die Gestaltpsychologie, in deren Denkleisen ich erzogen wurde, fußte in ihrem Hintergrund zwar auch auf dem Entropiesatz von Clausewitz und Boltzmann, aber doch auf einem stationären Boden [sic. Gemeint ist hier Rudolf Clausius, K.L.]⁶⁶. Die völlig andere Sicht von Wiener, Weaver, Shannon u. a. betrachtete die Entropie in Verbindung mit dem Verteilungsgesetz über Wahrscheinlichkeiten [...]. Von diesem Ausgangspunkt aus eröffnete sich in Verbindung mit nachrichtentechnischen Erörterungen die von Wiener vorbereitete Einsicht, dass auch die Reiz-Erregungsübertragung im Nervensystem innerhalb und zwischen Organismen ihrem Wesen nach Informationsübertragung ist.⁶⁷

In seinen informationstheoretischen Überlegungen grenzte sich Klix darüber hinaus vom Neobehaviorismus ab,⁶⁸ für ihn eine unbefriedigende Erweiterung des Behaviorismus, die dessen Fehlorientierung bei der methodischen Durchdringung und Erklärung psychischer Phänomene und Gesetze nicht zu überwinden vermochte.⁶⁹

In doppelter Demarkation zum Neobehaviorismus und zur Gestalttheorie versprach sich Klix von seiner Verhaltensforschung auf der Grundlage kybernetischer Terminologien und Modelle, also naturwissenschaftlicher Werkzeuge,⁷⁰ die Möglichkeit, hinter die „mystischen“, vormals als rein qualitativ beschriebenen

65 Vgl. Klix: Friedhart Klix, S. 168–192; Friedhart Klix: Der Gestaltbegriff und Aspekte der kognitiven Strukturbildung in der Wahrnehmung. In: Gestalttheorie in der Modernen Psychologie. Hg. von Suitbert Ertel, Lilly Kemmler und Michael Stadler. Frankfurt a. M. 1975, S. 187–199. Zur Gestaltpsychologie siehe Sommerfeld: Aufklärung; Lothar Sprung: Merkmale und Phasen der Wissenschaftsentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert. Dargestellt am Beispiel der Geschichte der Psychologie. In: Psychologie im Kontext der Naturwissenschaften. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät. Bd. 12. Hg. von Bodo Krause und Werner Krause. Berlin 2004, S. 59–73; Mitchell Ash: Gestalt Psychology in German Culture 1890–1967. Holism and the Quest for Objectivity. Cambridge/New York 1995.

66 Für diesen Hinweis danke ich Hans-Christian von Herrmann.

67 Friedhart Klix: Über kybernetische Aspekte in der Psychologie: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. In: Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät. Bd. 11. Hg. von Klaus Fuchs-Kittowski und Siegfried Piotrowski. Berlin 2004, S. 117–134, hier S. 118.

68 Gemeint sind hier wohl B. F. Skinner und Edward Tolman.

69 Klix: Information und Verhalten, S. 24 f.; dazu Stefan Busse: „Von der Sowjetwissenschaft lernen“. Pawlow. Der Stein des Anstoßes. In: Psychologie und Geschichte 8 (2000), S. 200–229, hier S. 206 f.

70 Klix: Neue Ergebnisse, S. 15; Friedhart Klix: Die Natur des Verstandes. Göttingen 1992, S. 20.

geistigen Prozesse, wie Urteilen oder Begriffsbildung, zu blicken. Am Ende, so jedenfalls seine Annahme, steckten dahinter womöglich doch nur „einfach und klar ausdrückbare Grundgesetze“.⁷¹

Lernen als Objekt und Grenze einer Quantifizierung

Mit seiner Forschung zielte Klix aber nicht nur auf das Verständnis einzelner Prozesse des menschlichen Denkens, sondern grundsätzlich auf die Funktionsgesetze, Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit der menschlichen Erkenntnistätigkeit. Diese könne eine höhere Stufe erreichen, wenn der Mensch mit sich „selbst experimentieren, sich selbst verändern und dadurch erkennen kann“.⁷² In diesem anthropotechnischen Kreisprozess, in dem der Mensch gleichzeitig Subjekt und Objekt des Zugriffes ist, könnte eine „vieltausendfach[e]“ Verstärkung seiner „natürlichen Intelligenz“ erreicht werden.⁷³ Der Mensch könnte vom Subjekt zum Projekt werden.

Die höheren Formen des Erkenntnisgewinns sind nach Klix „durch Lernen ausgebildete[] Gedächtnisstrukturen“,⁷⁴ wobei er als „Lernen“ „jede umgebungsbezogene Verhaltensveränderung“ bezeichnet, die als Folge einer individuellen (systemeigenen) Informationsverarbeitung eintritt.⁷⁵ Nach Klix zeichnet sich Lernen durch drei Eigenschaften aus: 1) die Abgrenzung von phylogenetischen Verarbeitungsleistungen, die artspezifisch sein sollen, 2) den Umgebungsbezug und 3) die durch die Informationsverarbeitung einsetzende Verhaltensänderung.⁷⁶ Besonders der letzte Punkt zielt darauf, Lernen als einen Prozess zu definieren, der nicht einfach auf Wissensakkumulation hinausläuft, sondern sich

71 Klix: Die Natur des Verstandes, S. 20.

72 Klix: Stabilität und Wandlungen, S. 32 f. Das bezog Klix auf die Arbeitsproduktivität. Vgl. Friedhart Klix: Vorwort. In: Psychologie in der sozialistischen Industrie. Hg. von dems. et al. Berlin 1971, S. 9–11.

73 Klix: Stabilität und Wandlungen, 32-33.

74 Klix: Information und Verhalten, S. 21.

75 Klix: Information und Verhalten, S. 347. Lernen ist eine längerfristige Veränderung der Wissensstruktur eines Systems und ein „Informationsgewinn“, vgl. Friedhart Klix: Lernen und Denken. In: Joachim Hoffmann und Walter Kintsch (Hg.): Lernen. Göttingen 1996, S. 529–582; Friedhart Klix: Ein Schlußwort zu Psychologie 2000. In: Zeitschrift für Psychologie 209 (2001), S. 102 f., hier S. 103. Allgemein: Georg Toepfer: Lernen. In: Historisches Wörterbuch der Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe. Bd. 2. Stuttgart 2011, S. 507–519.

76 Vgl. Bodo Krause: Bedingungen und Formen kognitiven Lernens. LIFIS-Online, 2012. Online unter: www.leibniz-institut.de/archiv/krause_b_15_03_12.pdf (abgerufen am 24.2.2021).

durch Ausbildung oder Korrektur von individuellem Gedächtnisbesitz vollzieht.⁷⁷ Lernen ist immer auch Umlernen und Vergessen. In seinem Vortrag *Gesetz und Experiment in der Psychologie* von 1961 geht Klix auf die Lernen und Verhalten zusammenbindende und kognitive Stimulation evozierende grundlegende Wechselwirkung von Mensch und Umwelt ein.⁷⁸ Speziell beim Lernen zeigen sich ihm zufolge Prozesse mit Entropieabbau⁷⁹ – verstanden als Abbau von Unordnung und Unsicherheit –, da hier Sprach- und Denkentwicklungen, Ausbildungen schöpferischer Tätigkeit, Werthaltungen, Weltanschauungen und Überzeugungen vonstattengehen.⁸⁰

Seit Pawlows Experimenten zur Konditionierung (Reiz-Reaktions-Schema) und Skinners Rattenbox (operante Konditionierung) galt es in der Psychologie als ausgemacht, dass Lernen sich als wiederholte Kopplung von Reizen verstehen und spontanes Verhalten sich durch Konsequenzen zielgerichtet verändern lasse und insofern Formen rein assoziativen Lernens durch künstliche neuronale Netze (Perzeptron) nachgebildet werden können. Verhaltensleistungen, die durch Perzeptronen generiert werden, wurden so auf der Grundlage assoziativer Prozesse erklärbar. Bei all seiner Fokussierung auf kybernetische Quantifizierungen und Modellierungen bemerkt Klix, dass dieses Modell nicht geeignet ist, menschliches Lernen zutreffend und umfassend zu erklären. Denn menschliches Lernverhalten, das zeigen die *Türme von Hanoi*, ist mehr als nur rein assoziatives Lernen, welches, wie die behavioristische Forschung herausgestellt hatte, Verbindungen zwischen unterschiedlichen Ereignissen herstellt⁸¹. Es zeichnet sich im Wesentlichen durch Flexibilität und die Fähigkeit aus, komplexere Entscheidungen mit Sackgassen und Umwegen auszubilden. Lernen, so stellt sich beim *Türme von Hanoi*-Experiment für Klix heraus, ist nicht nur bloße Konditionierung und kann von technischen Systemen weder ohne Weiteres übernommen noch nachgebildet werden. Klix stützt diese Annahme auf seine Forschungen zur Evolutionspsychologie.⁸² In der Menschheitsgeschichte sei Lernen grundlegend für das Überleben

77 Klix: *Information und Verhalten*, S. 348.

78 Friedhart Klix: *Gesetz und Experiment in der Psychologie* (1962). In: *Probleme und Ergebnisse der Psychologie III/IV* (1963), S. 1–36.

79 Klix: *Gesetz und Experiment*, S. 1–36. Psychische Strukturen gliedert Klix in drei Prozesse: (1) Prozesse mit Entropieaufbau; (2) Prozesse mit konstanter Entropie; (3) Prozesse mit Entropieabbau.

80 Klix: *Gesetz und Experiment*, S. 1–36.

81 Werner Stangl: „Assoziatives Lernen“. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Online unter: www.lexikon.stangl.eu/3100/assoziatives-lernen (abgerufen am 31.1.2021).

82 Vgl. Friedhart Klix und Karl Lanius: *Wege und Irrwege der Menschenartigen*. Festvortrag zum Leibniz-Tag 1999. In: *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät* 33 (1999), S. 5–32, hier S. 14-15; Wilfried Gundlach: *Kognition und Kommunikation*. Zum Gedenken an Friedhart Klix. In: *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät* 135 (2018), S. 53–59.

in ständig wechselnden Biotopen gewesen, die immer wieder neue Ein- und Umstellungen, Erinnern und Vergessen erforderlich gemacht hätten. Diese Formen des Lernens und Einstellens auf veränderte Umgebungen seien „folgenreiche Stimuli für kognitive Leistungen“ gewesen.⁸³ Assoziatives Lernen (beispielsweise zum Routenlernen und Wegmarken lesen) habe nicht ausgereicht, um nach dem Zielerreichen wieder zurück zur Lagerstätte zu kommen. „Die Umkehrung bzw. Inversion einer erlernten *Folge* (nicht nur einer Paarassoziation, deren schwache Rückwärtskraft aber wohl die Vorbedingung ist), wird zu einer bedeutungsvollen kognitiven Leistung.“⁸⁴ Vielleicht liegt, so mutmaßt Klix, in dieser Art des Lernens sogar ein „Quellpunkt menschlicher Intelligenz“ und damit im gewissen Sinne eine Art anthropologisches Distinktionsmerkmal.⁸⁵ In diesem besonderen, kognitiven Lernen als Erkenntnisprozess gehe der Mensch über Tier und Maschine hinaus.⁸⁶

Mit dieser evolutionspsychologischen Analyse erweitert Klix nicht nur das klassische behavioristische Reiz-Reaktions-Modell des Lernens, sondern auch das kybernetische Modell des Feedbacks. War es in der klassischen Position von Wiener, Rosenblueth und Bigelow⁸⁷ für ein kybernetisches Feedback gleichgültig, ob das System, welches sich durch Rückkopplung selbst reguliert, ein menschliches oder technisches war, so wurden für ein evolutionspsychologisches Verständnis vom kognitiven Lernen gerade die Erfahrung und der menschliche Faktor grundlegend.⁸⁸ Klix definiert kognitives Lernen daher dezidiert als eine „rückkopplungsfreie Veränderung“ der Wissensorganisation, die durch interne Informationsverarbeitung entsteht.⁸⁹ Das Ergebnis eines kognitiven Lernprozesses ist eine verallgemeinerte Wissensstruktur mit Elementen, die nicht einfach nur durch Verhaltensrückmeldungen bestätigt werden, jedoch umso mehr für zukünftiges Verhalten von Bedeutung sind.⁹⁰ Wie oben

83 Klix und Lanius: Wege und Irrwege, S. 16.

84 Klix und Lanius: Wege und Irrwege, S. 16 [Kursiv im Orig.]. Diese Rückwendung war u. a. das Erfolgskonzept bei den *Türmen von Hanoi*.

85 Klix und Lanius: Wege und Irrwege, S. 16.

86 Klix: Stabilität und Wandlungen, S. 5.

87 Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth und Julian Bigelow: Behavior, purpose and teleology. In: *Philosophy of Science* 10 (1943), S. 18–24, hier S. 19–20. Stimulus und Response der behavioristischen Psychologie wurden hier durch Input und Output der Regelungstechnik ersetzt, dadurch nahm die Rückkopplung („Feedback“) ein zentrales Moment in der Untersuchung ein.

88 Durch Modelle neuronaler Netze sollte „Lernen“ als Selbstregulation und mit logischen Verknüpfungen nachgebildet werden. Vgl. Bodo Krause: Bedingungen.

89 Klix et al.: Psychological problems concerning the lay-out of human-computer interaction. A challenge to research in cognitive psychology. In: *Man-computer Interaction Research MACINTER-II*. Hg. von Klix et al. North-Holland 1989, S. 3–29, hier S. 26.

90 Vgl. Bodo Krause: Cognitive Learning. An experiment-based approach. In: *Psychometric Methodology. Proceedings of the 7th European Meeting of the Psychometric Society in Trier*. Hg. von Rolf Steyer et al. Stuttgart/New York 1993, S. 231–236, hier S. 231.

erwähnt, lautet Klix' zentrale Annahme, dass Information nicht abstrakt und objektiv existiert, sondern immer an einen Träger gebunden sein muss, der eine Bedeutungs-zuordnung herstellt. Erst durch diesen Träger (hier der Mensch) entsteht der Informationscharakter. Die an den Menschen gebundene bedeutungsvolle Information besitzt allerdings die innovative wie problematische Eigenschaft, mehrdeutig aufzutreten.⁹¹ Klix differenzierte daher zwischen einem theoretischen und einem psychologischen Informationsbegriff. Für menschliches Entscheidungsverhalten und für kognitives Lernen sei eine Begrenzung auf eine zweiwertige Aussagenlogik zu restriktiv, da potenzielle Lernergebnisse nicht nur „wahr“ oder „falsch“, sondern auch „möglich“ sein können.⁹²

Mit dieser Erweiterung des Lernbegriffes um das psychologische Element der Erfahrung verändert sich notwendigerweise der Begriff des Wissens. Menschliches Wissen ist nicht mehr nur kognitive Informationsspeicherung, sondern wurzelt grundlegend in persönlicher Erfahrung, in Schlussfolgerungen und dem Erkennen von Beziehungen oder Widersprüchen zwischen Erinnerungen.⁹³ Das kognitive Lernen gründet sich demzufolge auf dem Erkennen und Nutzen von induktiven Lernschritten, rekursiven und seriellen Verbindungen, dem Gebrauch von Abstraktion sowie auf Fehlern und Widersprüchen. Das Irrationale, das Scheitern und die Sackgassen sind keine Hindernisse des menschlichen Lernens, sondern erst dessen Bedingungen. Zwar ist der Mensch nicht das „ganz Andere“ der Maschinen, wie die Erziehungswissenschaftlerin Meyer-Drawe treffend herausstellt, aber er weicht von technischen Systemen insofern ab, als er „vom Unbestimmten profitieren und aus Schaden klug“ werden kann.⁹⁴ Das Lernen als Forschungsgegenstand ist auch deswegen seit dem zwanzigsten Jahrhundert so wesentlich, weil sich an ihm zum einen der kybernetische Grundgedanke der Verhaltensänderung nach Erfolgs- oder Misserfolgsmeldung erkennen lässt,⁹⁵ und sich zum anderen gerade die epistemischen und anthropologischen Kämpfe zwischen Mensch- und Maschinevorstellungen sowie zwischen qualitativen und quantitativen Herangehensweisen auf einzigartige Weise diskutieren lassen.

91 Vgl. Jürgen Bredenkamp: Die Unterscheidung verschiedener Begriffsarten unter besonderer Berücksichtigung einer dreiwertigen Logik. In: *Sprache & Kognition* 3 (1986), S. 155–162.

92 Vgl. Krause: *Bedingungen*; Dietrich Dörner: *Die Logik des Misslingens*. Reinbek 1989; Klix: *Vorwort*. In: *Psychologie in der sozialistischen Industrie*, S. 9–11.

93 Friedhart Klix: *Concepts, interference and cognitive learning: Towards a computer model of human active memory*. In: *Man-Computer Interaction Research MACINTER-II*, S. 321–336, hier S. 321.

94 Käte Meyer-Drawe: *Diskurse des Lernens*. München 2008, S. 15.

95 Für diesen Hinweis danke ich Georg Toepfer.

Das Ende der Welt

Édouard Lucas veröffentlichte 1883 sein mathematisches Geduldspiel *Die Türme von Hanoi* eingebunden in eine fantastische Geschichte, die der Aufgabenstellung wohl einen gewissen mythischen Reiz verleihen sollte. Der Mandarin der Li-Sou-Stian Universität, N. Claus de Siam⁹⁶, erzählt, dass in der heiligen Stadt Benares in Indien in einem Tempel, der die Mitte der Welt anzeigt, eine Messingplatte liegt, auf der drei, jeweils eine Elle messende Diamantsäulen befestigt sind. Bei der Erschaffung der Welt hat der Gott Brahma auf eine der Nadeln 64 Scheiben aus purem Gold gesteckt. Die Scheiben werden von oben nach unten kleiner. Tag und Nacht sind die Priester damit beschäftigt, die Scheiben von der ersten Diamantsäule auf die dritte zu versetzen, ohne dabei von den festen und unveränderlichen (Spiel-)Regeln abzuweichen, die Brahma ihnen auferlegt hat. Wenn der ganze Turm versetzt wurde, ist das Werk vollbracht: Die Hindupriester und der Tempel zerfallen zu Staub. Das Ende der Welt ist gekommen.⁹⁷

Diese Geschichte spiegelt nicht nur die Dramatik, sondern auch die Schwere des Denkspiels wider. Denn die zu berechnende Frage lautet: Wann wird das Ende gekommen sein? Angenommen die Priester sind sehr clever, dann bräuchten sie dennoch $2^{64}-1$ Züge, um den Turm regelkonform zu versetzen. Selbst bei der Verlegung nur einer Sekunde pro Scheibe würde es immer noch 562 Milliarden Jahre dauern, bis die Welt untergeht. Die Frage, ob eine künstliche Intelligenz (weil intelligenter und stärker als die Priester) schneller zum Ende der Welt käme, stellte die vormals rein spielerische Denkaufgabe Anfang der 1960er Jahre vor ganz konkrete epistemische, ethische sowie anthropologische Herausforderungen.

Wie im vorliegenden Aufsatz dargestellt, kam durch die Informationsverarbeitung ein neues Erklärungsnarrativ für Denken und Verhalten auf⁹⁸, welches neben dem Vorteil einer „eindeutigen Definiertheit des Problem-Verhaltensgraphen“⁹⁹ die Wandlung der Kognitionsforschung im Hinblick auf Zielsetzungen und Methodologie in Gang setzte. Der Forschung ging es nicht mehr um eine mathematische Metabeschreibung unterschiedlicher kognitiver Prozesse, die sich in Übergangs- und

96 N. Claus de Siam ist ein Anagramm von Édouard Lucas.

97 Vgl. Lucas: *Récréations mathématiques*, S. 57 f. Vgl. zum Mythos und zur Wirkung dieses Denkspiels Andreas M. Hinz et al. (Hg.): *The Tower of Hanoi. Myths and Maths*. Basel 2013.

98 Claus Möbus: Zur Modellierung kognitiver Prozesse mit daten- bzw. zielorientierten Regelsystemen. In: *Wissenspsychologie*. Hg. von Heinz Mandl und Hans Spada. München/Weinheim 1988, S. 423–465, hier S. 430.

99 Möbus: Zur Modellierung, S. 430. Der Problem-Verhaltensgraph bezeichnet die Darstellung der unterschiedlichen Problemlöseschritte in der Beziehung zum Problem und zum darauf reagierenden Verhalten. Die Forschung zur Analyse von Denk- und Lernprozessen zog hierfür häufig das *Türme von Hanoi*-Experiment heran.

Zustandswahrscheinlichkeiten (unter anderem bei Markov-Ketten) niederschlagen,¹⁰⁰ sondern darum, die informationsverarbeitenden Prozesse für eine genauere Erkenntnis zu modellieren.¹⁰¹ Als überaus bedeutsam zeigten sich diese neuen informationsverarbeitenden Modelle, wie gezeigt, bei der Forschungsthematik des Lernens. Im Lernen nämlich verbinden und trennen sich zugleich Verhalten und Information sowie künstliche und menschliche Intelligenz. Dadurch werden die Möglichkeiten und Grenzen technischer Modelle sichtbar. So ist der Mensch beispielsweise in der Lage, Lösungen auch unter den Bedingungen begrenzter Ressourcen (Speicherkapazität, Verarbeitungsgeschwindigkeit) zu generieren. Er kann sich an die verändernde Umwelt (unter anderem durch Nutzung der Sprache) anpassen.¹⁰² Er kann ebenso vergessen wie neu- und umlernen. Und er hat menschliche Motive und Emotionen, die, wie die *Türme von Hanoi* zeigen, wichtig als „Katalysatoren des Handelns“ sind.¹⁰³

Die künstliche Intelligenz dagegen lernt und verhält sich anders der Mensch. Sie generiert ihren Lernerfolge aus Trainingsmengen und Korrekturläufen. Gewiss, im erweiterten Sinne der Begriffe „lernen“ und „verhalten“ sich auch technische Systeme. Sie nehmen Information auf, speichern und verarbeiten diese, aber als Modelle für menschliches Lernen und Verhalten erweisen sie sich nicht als vollkommenen angemessen. Sie sind auf Leistung und das Durchsuchen großer Datenmengen, nicht jedoch auf Innovation oder das Ersinnen kreativer Methoden zur Zielerreichung aus. Diesen Aspekt stellt Klix in seinen Forschungen deutlich heraus, gerade weil er durch seine evolutionspsychologischen Studien die Kybernetik anthropologisch denkt. Klix nimmt dabei das lerntheoretische Problem zwischen Information und Verhalten sowie zwischen Quantität und Qualität ernst und arbeitet sich unter Einbezug anthropologischer Fragestellungen daran ab. Kognitives Lernen ist bei Klix daher zwar kybernetisch, informationstheoretisch deutbar, geht aber durch die menschliche Erfahrung immer auch über kybernetische Modelle hinaus. Lernen ist zwar Resultat interner Informationsverarbeitungsprozesse, aber gerade mit Bezug auf die Ausbildung oder Korrektur von individuellem Gedächtnisbesitz erfolgt es rückmeldungsfrei und begründet damit einen Verhaltensvorteil.

100 Die Markov-Kette ist ein stochastischer Prozess, bei dem nur der direkt vorherige Impuls Einfluss auf den Prozess genommen hat, alle davorliegenden Impulse nicht.

101 Möbus: Zur Modellierung, S. 424 f.

102 Vgl. Krause: Bedingungen. Zur Verbindung von Verhalten, Umwelt und Anthropologie siehe Julia Gruevska: „Mit und in seiner Umwelt geboren“. Frederik Buytendijks experimentelle Konzeptualisierung einer Tier-Umwelt-Einheit. In: N.T.M. 27 (2019), S. 343–375; Julia Gruevska: Von der Tierphysiologie zur Psychologie des Menschen. Ein Einblick in Werk und Wirken Frederik Buytendijks. In: Internationales Jahrbuch für philosophische Anthropologie 2019, S. 87–108.

103 Klix: Stabilität und Wandlungen, S. 26; Dietrich Dörner et al.: Lohhausen: Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern 1983.

In der Problemlösungsfähigkeit zeigt sich beispielweise die Effizienz der menschlichen Komplexitätsreduktion.¹⁰⁴ Durch das Prinzip der kognitiven Ökonomie wird im Verarbeiten und Speichern von Information eine Möglichkeit zur Strukturierung und Einfachheit geschaffen.¹⁰⁵ Die wirkungsvollste Lösung sei demnach, so Klix' evolutionspsychologische Begründung, immer die einfachste.¹⁰⁶ Diese Fähigkeit zur Komplexitätsreduktion in der menschlichen Informationsverarbeitung ist ein Charakteristikum intelligenten Verhaltens und stellt ein wesentliches Merkmal von Kompetenz dar.¹⁰⁷ Problemlösungen sind damit „Transformation eines gegebenen Anfangszustandes in einen Zielzustand, wobei der Problemlöser auf Operatoren, das sind bewährte Strategien oder Teile von Strategien, zurückgreifen kann.“¹⁰⁸

In Klix' Argumentation wird eine einflussreiche Richtung naturwissenschaftlichen Forschens sichtbar, die bis heute dominant ist: eine positivistische Methodik, die nicht gänzlich auf ein hervorgehobenes (menschliches) Subjekt verzichtet. Obwohl der Mensch bei Klix „keine absolute Sonderstellung“¹⁰⁹ mehr einnimmt, insofern der menschliche Verstand als Ergebnis evolutionärer Prozesse aufgefasst wird, zeichnen ihn doch die „spezifisch menschlichen Errungenschaften in den Selektionen der Evolution“ aus, die Klix eben nicht, wie die Philosophin Felicitas Englisch herausarbeitet, „im Reduktionismus eines allgemeinen Selektions- bzw. Evolutionsprinzips untergehen“ lassen will.¹¹⁰ So ging Klix zwar davon aus, dass sich kognitive Fähigkeiten quantifizieren und mathematisch erklären ließen und Computersimulation für die Nachbildung von Lernprozessen durchaus hilfreich seien. Aber er war ebenso überzeugt davon, dass es „qualitative Spezifika in menschlichen Phänomenen der Intelligenz“ gibt, die „völlig singulär“ sind.¹¹¹ Nur weil eine künstliche Intelligenz die *Türme von Hanoi* schneller lösen kann als der Mensch, bedeutet das also nicht gleich das Ende der Welt.

104 Werner Krause: Die Entstehung von Strategien und ihr Einfluß auf einen einfachen Problemlöseprozeß. In: *Kybernetische Analysen geistiger Prozesse*, S. 137–158. Dazu auch Dietrich Dörner: *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart 1976.

105 Vgl. Klix: *Erwachendes Denken*, S. 385.

106 Klix: *Erwachendes Denken*, S. 275.

107 Vgl. Sommerfeld: *Aufklärung*.

108 Burkhard Vollmers: *Einladung zur Psychologie*. Göttingen 1997, S. 83.

109 Klix: *Natur*, S. 14.

110 Vgl. Felicitas Englisch: Zur natürlichen Genese von (Selbst-)Bewußtsein und Erkennen. Baruch de Spinoza und Friedhart Klix als Beispiele eines nicht-transzendentalen und nicht-reduktionistischen Theorietypus philosophischer Psychologie. In: *Spinoza und die moderne Wissenschaft*. Hg. von Klaus Hammacher. Würzburg 1998, S. 155–199, hier S. 157.

111 Klix: Vorwort. In: *Human and Artificial Intelligence*, S. X.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1** On interrelationships between natural and artificial intelligence research. Aus: Friedhart Klix: Human and Artificial Intelligence. Hg. von dems. Berlin 1978, S. 1–10, hier S. 3.
- Abb. 2** La tour d' Hanoï. Aus: Édouard Lucas: Récréations mathématiques, tome 3. Paris 1893, S. 56.
- Abb. 3 und 4** Die sensomotorische Koordination bei der Folgebewegung als Kreisprozess. Aus: Friedhart Klix: Neue Ergebnisse und Entwicklungstendenzen in der kybernetisch-psychologischen Erforschung kognitiver Prozesse. In: Kybernetische Analysen geistiger Prozesse. Hg. von dems. Berlin 1968, S. 9–74, hier S. 33–34.