

Rechnen, Denken, lebenslange Bildung

Wolfgang Coy

Am Ende von Wittgensteins *Tractatus logico-philosophicus*, nachdem er das menschliche Erkenntnisvermögen vom Reich der Objekte auf sprachliche Aussagen über die Welt und das Raisonement über diese Aussagen zurückführt hat, steht unter 6.52 die gern überlesene Bemerkung >Wir fühlen, dass selbst, wenn alle *möglichen* wissenschaftlichen Fragen beantwortet sind, unsere Lebensprobleme noch gar nicht berührt sind. Freilich bleibt dann eben keine Frage mehr; und eben dies ist die Antwort.<

*

Alan Mathison Turing steht nicht nur als Cambridge-Absolvent der sprachlichen Wende Wittgensteins sehr nahe. Er nähert sich dem Denken von der Seite der Berechenbarkeit und verschiebt den *linguistic turn* zum Begriff der Berechenbarkeit hin. Rechnen wird bei Turing anders als bei anderen gleichzeitig formulierten formalen Kalkülen der Berechenbarkeit durch die Tätigkeit eines menschlichen Rechners mit Bleistift, Radiergummi und Karopapier beschrieben. Wir können uns ein Schulkind bei seinen Rechenaufgaben vorstellen. Zu jedem Zeitpunkt ist dieser menschliche Rechner in einem von einigen möglichen >Arbeitszuständen<. Betrachtet wird nur ein einziges Karokästchen, in dem ein wohlvertrautes Zeichen aus einem endlichen Vorrat steht. Im Kopf ist eine algorithmische Anweisung, eine von ein paar Anweisungen, was jetzt zu tun sei: Ob das Zeichen durch ein anderes ersetzt wird oder ob das rechts oder das links anschließende Kästchen zu bearbeiten sei, oder ob die Rechnung zu Ende gekommen ist. Eine schlichte Vorstellung, die gleichwohl alles >Rechnen< vollständig beschreiben soll. >It is my contention that these operations include all those which are used in the computation of a number.< Turing nennt dieses wohlherzogene rechnende Schulkind *paper machine*.

Turings Weltbild war vom allgemeinen Stand der Wissenschaften geprägt, soweit sie Mathematikern vertraut war, in den engen Ansätzen der formalen Logik, die sich zu dieser Zeit sehr stark auf das Hilbertsche Grundlagenforschungsprogramm konzentrierten, also die Forderung nach Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Entscheidbarkeit axiomatischer Kalküle. Sein Biograf Andrew Hodges hat dies sehr schön auf den Punkt gebracht, als er darauf hinwies, für den ganz jungen Alan sei >Natural Wonders every Child Should Know<, das wichtigste Buch gewesen, eine schlichte Popularisierung und Reduktion aller Naturwissenschaften auf die Mechanik.¹

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass Turing zwei Vorstellungen pflegt:

- Alles Denken ist formal und symbolisch als Schlussfolgern beschreibbar (was mit geeignetem Programm von seiner *paper machine* als Rechnung ausführbar wäre).

¹ Vgl. A. Hodges, Alan Turing – Enigma, a.a.O.

- Aus Gründen der endlichen molekularen Struktur der Gehirns lässt sich alles Schlußfolgern in finiten Kalkülen beschreiben. Bei Turing heißt es dazu knapp: >For the present I shall only say that the justification lies in the fact that the human memory is necessarily limited.<² Turings Überlegungen bleiben dabei etwas vage. Roger Penrose spitzt dies m.E. angemessen zu: >It seems likely that he [Turing] viewed physical action in general – which would include the action of a human brain – to be always reducible to some kind of Turing-machine action.<³ Andrew Hodges nennt die die *Turing-These* (im Unterschied zur Church-Turing These).

Er folgt damit dem Wittgensteinschen Programm des Tractatus, ohne sich explizit darauf zu beziehen – und ohne die kritischen Zweifel, die Wittgenstein in den Jahrzehnten nach der Erstveröffentlichung quälten. Turing interessiert sich mehr für die Frage, wie weit seine *paper machines* gehen können. In seinem 1950 für ein philosophisch interessiertes Publikum geschriebenen Aufsatz >Computing machinery and intelligence< schlägt er einen Wettbewerb zwischen Mensch und Maschine vor, um die Leistungsfähigkeit >Intelligenter Programme< zu testen. Der Aufsatz endet mit: >We may hope that machines will eventually compete with men in all purely intellectual fields. But which are the best ones to start with? Even this is a difficult decision. Many people think that a very abstract activity, like the playing of chess would be best. It can also be maintained that it is best to provide the machine with the best sense organs that money can buy, and then teach it to understand and speak English. This process could follow the normal teaching of a child. Things would be pointed out and named, etc. Again I do not know what the right answer is, but I think both approaches should be tried.<

Mit ähnlicher Unbekümmertheit haben John McCarthy und Marvin Minsky diese Vorgehensweise fortgeführt, als sie 1956 auf der berühmten Dartmouth-Conference ein Forschungsprogramm zur künstlichen Intelligenz verkündeten, dessen philosophische Höhenflüge bis heute wenig ergiebig sind, wobei die vorherrschenden Denkfiguren sich von Dekade zu Dekade wandeln – vom Turingtest zum Schachspiel, vom Schachspiel zum Sprachverstehen, vom Sprachverstehen zur Robotik, von Robotern zur Schwarmintelligenz – ohne das sie der Turing-schen Frage >Can a machine think?< wirklich näher gekommen sind.

*

Kant wären solch rein computationale Bestimmungen des Denkens wohl fremd geblieben. >So kann sich niemand bloß mit der Logik wagen, über Gegenstände zu urteilen.< heißt es in der Kritik der reinen Vernunft. Kant hat Denken nicht nur als Logik begriffen, sondern im Kontext von Erkenntnis, moralischer und ästhetischer Bewertung und zum Zwecke des Entscheidens und Handelns gesehen. Drei Fragen sind laut Kant zu beantworten:

² In “On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem.” a.a.O.

³ Roger Penrose, *Shadows of the Mind* a.a.O., S. 21

- Was kann ich wissen?
- Was soll ich tun?
- Was kann ich hoffen?

Zur Beantwortung der Frage, was wir sicher wissen können, wie also menschliche Erkenntnis möglich sei, führte Kant drei Schichten des Denkens ein: die Vernunft, die das logische Denken reguliert, den Verstand, der das analytische Denken konstituiert und die Urteilskraft, die nach Erkenntnis des Sachverhaltes und der Handlungsmöglichkeiten die Abwägung zum Bewerten und Handeln erlaubt. Menschliches Handeln überwindet damit die Zwänge der Natur und erlaubt es, freie Entscheidungen zu treffen.⁴ Ein gutes Urteil gründet notgedrungen auf Sinneseindrücken, auf dem, was der Fall zu sein scheint – also auf den Phänomenen, die nach bester Einsicht für wahr gehalten werden. Urteilskraft muss freilich entwickelt werden. Sie ist Ergebnis einer lebenslangen Bildung, Erfahrung und Übung, ein Ergebnis, das freilich nicht immer erreichbar ist: >Der Mangel an Urteilskraft ist eigentlich das, was man Dummheit nennt, und einem solchen Gebrechen ist gar nicht abzuhelfen.< heißt es ohne große Hoffnung in der Kritik der reinen Vernunft.

Was bedeutet dies nun nach dem Eintritt der >Denkmaschinen< in unsere Alltagswelt? Computer sollen die Frage >Was kann ich wissen?< zu beantworten helfen, so dass die Antwort auf die Frage >Was soll ich tun?< leichter fällt. Die Frage >Was kann ich hoffen?< bleibt davon unberührt. Diese wird weder bei Wittgenstein noch bei Turing als wissenschaftliche Frage gesehen – und auch bei Kant bleibt sie zwischen den Zeilen offen. So offen, das der preußische König Friedrich Wilhelm II ihm in einer privat versendeten Kabinettsordre verbot, öffentlich darüber zu räsionieren (Was der Königsberger Rektor bis zum Tod des Königs auch beachtete). Kants Reflexion Nr. 177 >Was wir denken, können wir nicht immer sagen< aus den >Reflexionen zur Anthropologie< klingt unter diesen Umständen wie Resignation vor der Zensur; es ist aber eine Bemerkung über das Denken, das die Grenze zum Hoffen überschreitet. Damit geht Kant über eine alleinige Bestimmung des Menschen als „denkendem Wesen“ hinaus. Den drei Leitfragen lässt er deshalb eine vierte Frage folgen: >Was ist der Mensch?<⁵ Diese kann weder von der Formalen Logik noch von der Informatik beantwortet werden. Jeder Vergleich mit dem Computer führt nur in die Irre.

*

Wittgensteins Neffe Heinz v. Foerster greift die Schlussbemerkung im Tractatus auf seine Weise auf. Wie Turing geht er zum Beispiel der Maschine zurück,

⁴ Die aktuelle Debatte, ob dieser freie Wille dabei vollständig bewusst verläuft oder auch in tieferen Schichten unseres Gehirns verankert ist, wird davon gar nicht berührt – so wie wir nicht freiwillig für immer aufhören können zu atmen, wohl aber für eine gewisse Dauer.

⁵ ... und er fügt in Klammern hinzu >Anthropologie; über die ich schon seit mehr als 20 Jahren jährlich ein Kollegium gelesen habe.< Vgl. Hamburg: Meiner, Briefwechsel, 1989, S. 634

wobei er triviale und nichttriviale Maschinen unterscheidet. Ein funktionierender Automat ist trivial, weil er genau das tut, was er tun soll. Heinz v. Foerster führte als Beispiel gern Rolls-Royce-Motoren an, bei denen er unterstellte, die sie genau so funktionierten, wie die Ingenieure sich das vorstellten. Auch eine deterministische Turingmaschine ist in Bezug auf den nächsten Arbeitsschritt trivial (so wie auch das Programm einer nicht-deterministischen Turingmaschine eine nicht genauere diskriminierte Menge möglicher Nachfolgestände festlegt). Die Frage, ob so eine *paper machine* jemals mit dem Rechnen zu Ende kommt, ist freilich, wie wir dank Alan Turing wissen, nicht entscheidbar. Foersters Dreh ist nun, dass er alle >interessanten< Fragen als nicht entscheidbar einstuft, wobei er von der logischen Unentscheidbarkeit zur Unentscheidbarkeit des richtigen Handelns übergeht. Ob das Weltall unendlich alt oder groß ist oder ob ein Big Bang die Erklärung ist, ob wir jemals Zeitreisen unternehmen können, ob unsere Galaxis in einem schwarzen Loch verschwinden wird, ob Götter oder Dämonen existieren, ob der Mensch seinem Wesen nach gut oder böse ist, all dies sind unentscheidbare Fragen. Das wäre als solches eine billige Beobachtung. Spannend wird sie bei Fragen, die ein Handeln verlangen. Bei der Frage, ob wir diesen Partner oder jenen heiraten sollen oder besser ledig bleiben, ob wir eine Krankheit durch eine Operation bekämpfen lassen wollen, ob wir auswandern sollen oder im Lande bleiben, ob wir diesen Beruf ergreifen oder jenen, ob wir aus dem Haus gehen oder ein Buch lesen, müssen wir uns entscheiden und es gibt keine eindeutige Handlungsanweisung. >Das ist das Amüsante an den prinzipiell unentscheidbaren Fragen; dass es eben keinen Formalismus, keinen Zwang gibt, der mich zwingt, diese Fragen in dieser oder jener Form zu beantworten. Mit dieser prinzipiellen Unentscheidbarkeit ist ein Raum der Freiheit geöffnet, in dem du jetzt entscheiden kannst. Das heisst, prinzipiell unentscheidbare Fragen können nur wir entscheiden, indem wir sagen: *Ich möchte diese Entscheidung wählen, denn ich habe die Freiheit, hier zu wählen, was ich will.* Die Idee, die Freiheit mit der prinzipiellen Unentscheidbarkeit zu kombinieren, bringt jetzt die Idee der Verantwortung mit sich, denn wenn ich eine prinzipiell unentscheidbare Frage entscheide, habe ich mit dieser Entscheidung die Verantwortung für diese Entscheidung übernommen.⁶ An der logischen Kategorie der >nicht entscheidbaren Fragen< spiegelt sich so die ethische Kategorie der >Zu entscheidenden Fragen.< Turings These und mit ihr manche Hoffnungen der Künstlichen Intelligenz lösen sich im Ethischen Imperativ Foersters auf. Noch einmal Heinz v. Foerster: >Unentscheidbarkeit ist die Einladung, sich zu entscheiden. Für diese Entscheidung trägt man dann die Verantwortung.< Das heißt also, selbst wenn alle logisch entscheidbaren Fragen geklärt wären, alles Berechenbare berechnet wäre, bliebe das Ethische unbearbeitet. Dafür brauchen wir Urteilskraft. Das ist das lebenslange Ziel von Erziehung und Bildung.

⁶ M. Bröcker & H. V. Foerster, Teil der Welt, a.a.O. S. 178

Literatur

1. Lena Bonsiepen, Folgen des Marginalen, in G. Cyranek und W. Coy (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens – Perspektiven und Grenzen der KI. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1994.
2. Monika Bröcker und Heinz v. Foerster, Teil der Welt – Fraktale einer Ethik. Ein Drama in drei Akten. Carl Auer Systeme Verlag, Heidelberg, 2002.
3. Wolfgang Coy, Reduziertes Denken. Informatik in der Tradition des formalistischen Forschungsprogramms, in P. Scheffe, H. Hastedt, Y. Dittrich und G. Keil (Hrsg.): Informatik und Philosophie, 31–52. BI Wissenschaftsverlag, Mannheim-Leipzig-Wien-Zürich, 1993.
4. Bernhard Dotzler und Friedrich Kittler (Hrsg.), Alan Turing – Intelligence Service. Brinkmann & Bose, Berlin, 1987.
5. Heinz v. Foerster, Wissen und Gewissen. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1993.
6. Andrew Hodges, Alan Turing – Enigma. Kammerer und Unverzagt, Berlin, 1990.
7. Roger Penrose, Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness. Oxford University Press, Oxford, 1994.
8. Alan M. Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, Proc. London Math. Soc. 42(2) (1937), 230-265.
9. Alan M. Turing, Computing machinery and intelligence, Mind, Vol. LIX. No. 236. Oktober 1950, S. 433–460.
10. Ludwig Wittgenstein, Logisch-philosophische Abhandlung. Tractatus logico-philosophicus. Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1969.



Prof. Dr. Wolfgang Coy

Institut für Informatik
 Humboldt-Universität zu Berlin
 D-12489 Berlin (Germany)
 coy@informatik.hu-berlin.de
<http://www.informatik.hu-berlin.de/~coy>

Wolfgang Coy and Hans-Jörg Kreowski were university colleagues from 1982 to 1995 in Bremen and are brothers in arms in *FIF – Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung* (Forum Computer Professionals for Peace and Social Responsibility). Together with Frieder Nake, Hans-Jörg Kreowski and Wolfgang Coy founded the BIGLab (Labor für Bilder und Grafik – Lab for Images and Graphics) in 1989 to integrate the research of their groups.