

Das LEDA-Experiment

Hardwin Jungclaussen

Dresdner Str. 32
01326 Dresden
hj2@inf.tu-dresden.de

Abstract: Es wird von einem Experiment berichtet, das im Jahre 1979 mit dem Lehr- und Dateisystem LEDA durchgeführt wurde. Es sollte die Frage beantworten, ob der Computer befähigt werden kann, Studenten hinsichtlich Wissen und Fähigkeiten mit der Verlässlichkeit eines Lehrbeauftragten zu beurteilen. 75 Studenten lösten im Computerdiallog Aufgaben in boolescher Algebra. Auf der Grundlage der während des Bildschirmdialogs gesammelten Daten beurteilte der Computer unter Verwendung statistischer und adaptiver Verfahren jeden Studenten. Das Experiment beantwortete die gestellte Frage positiv. Es wird ein Widerspruch der LEDA-Konzeption zur damaligen „Parteilinie“ aufgezeigt. Die Bezeichnungen „Informatik“ und „EDV“ werden einander gegenübergestellt.

1 Zwei Forschungsvorhaben aus dem Jahre 1970

Im Oktober 1969 wurde ich als Dozent an die neugegründete Sektion Informationsverarbeitung der TU Dresden berufen. Als solcher hatte ich einen Beitrag zur Erarbeitung eines Lehrkonzeptes Informatik zu leisten. Außerdem musste ich mir, wie alle neuberufenen Hochschullehrer, ein geeignetes Forschungsthema suchen. Mir kam der Gedanke, Lehre und Forschung unter der Überschrift „Rechnerunterstützte Lehre“ zu vereinigen. Bald stellte ich fest, dass viele Pädagogen und Informatiker auf diese Idee gekommen waren, sodass das Thema fast zu einer Mode geworden war. Dennoch wurde mein Vorschlag genehmigt und ein Forschungsthema eröffnet, das später den Namen „Lehr- und Dateisystem“, kurz LEDA erhielt. LEDA war eins von zwei Vorhaben, deren Bearbeitung ich 1970 in Angriff nahm. Das andere hieß „Asynchrone Operatorennetze“ und entwickelte sich zu einer Lehrkonzeption Informatik. Ich hatte erkannt, dass jedes informationsverarbeitende System eine Hierarchie von Hard- und Softwareoperatoren darstellt. Ausgehend von dieser Vorstellung wollte ich ein für alle Teilgebiete der Informatik einheitliches Begriffs- und Lehrgebäude entwickeln. Beide Themen wurden parallel bearbeitet.

2 LEDA

Noch vor meiner Berufung hatte unter den Mitarbeitern der neuen Sektion die Idee Fuß gefasst, alle Forschungsvorhaben unter den Aspekt „Adaptive Systeme“ zu stellen. Das war die Thematik, die ich mir für meine zukünftige Arbeit wünschte, als ich 1968 von Dubna zurückkehrte, wo ich an dem dortigen internationalen Institut für Kernforschung gearbeitet hatte. Ich hatte an der Suche nach transuranen Elementen teilgenommen und nebenbei Programme im Maschinencode der sowjetischen Maschine N20 geschrieben, um den Ablauf bestimmter Kernreaktionen zu simulieren. Gegen Ende meiner Dubna-Delegierung hat mich ein Vortrag über die adaptiven Eigenschaften künstlicher neuronaler Netze so sehr fasziniert, dass ich mir vornahm, über adaptive Systeme zu arbeiten. Die Berufung zum „Dozenten für kybernetische Systeme der Informationsverarbeitung“ entsprach also meinen Wünschen.

Aus dieser Vorgeschichte ergab sich, als ich nach einem Forschungsthema suchte, fast mit zwingender Folgerichtigkeit der Gedanke, ein adaptives Lehrsystem aufzubauen, das die Fähigkeiten und das Wissen der Studenten mit Hilfe neuronaler Netze erkennt und auf dieser Grundlage den Lehrprozess für jeden Studenten individuell gestaltet. In der Pädagogik werden die Voraussetzungen, die ein Lernender für die Bewältigung des Lehrstoffs mitbringt, *Dispositionsmerkmale* genannt. In Abb.1 sind fünf allgemeine Dispositionsmerkmale aufgeführt, von denen die ersten beiden der Leistungsbeurteilung, die restlichen einer allgemeinen Beurteilung der Studenten dienen könnten. Die große Frage war, ob der Computer befähigt werden kann, Studenten nach solchen Merkmalen mit der Verlässlichkeit eines Lehrbeauftragten zu beurteilen. Diese Frage wurde 1979 experimentell mit dem System LEDA-BA beantwortet, das für die Durchführung rechnerunterstützter Übungen in boolescher Algebra entwickelt worden war. LEDA wurde zunächst auf einem Honeywell DDP-516 implementiert. Der Rechner befand sich in einem Raum, dessen Fenster vergittert und mit Metallplatten verblendet waren, weil der Honeywell ein Embargo-Rechner war, der als Vorlage für die DDR-Prozessorfamilie PR-4000 diente.

Die erforderliche Software war von Studenten, Diplomanden und Forschungsstudenten erarbeitet worden. Drei von ihnen möchte ich namentlich nennen: Horst Piehler, Heinz Pietzarka und Bernd Bergner. Alle drei sind heute führende IT-Fachleute und in Positionen mit hoher Verantwortung tätig. Zwei von ihnen sind Chefs ihrer eigenen Firmen. Aber nicht nur die drei Genannten, sondern alle Studenten waren mit Eifer, teilweise mit Begeisterung bei der Sache. Sogar im Bierkeller wurde über LEDA, neuronale Netze und die Geheimnisse des Gehirns diskutiert.

LEDA-BA konnte mit booleschen Werten und Variablen rechnen und Transformationen zwischen booleschen Ausdrücken und Schaltungen durchführen. Dadurch war es in der Lage, die Studenten beim Aufgabenlösen zu begleiten, jeden Lösungsschritt nachzuvollziehen und sämtliche Rechen- und Syntaxfehler, zu erkennen und zu protokollieren. Damit waren die Voraussetzungen zur Durchführung des Experiments geschaffen. An ihm nahmen 75 Studenten des zweiten Semesters teil. Jeder Student löste während einer ein- bis zweistündigen Sitzung am Bildschirm Aufgaben in boolescher Algebra. Der Computer registrierte pro Student ca. 100 Daten, u.a. Fehler und Denkzeiten. Die gesammelten Daten wurden zunächst durch einen *statistischen* Reduktor zu 20 metrischen Zwischenmerkmalen pro Student verdichtet, darunter waren absolute Werte, Mittelwerte und quadratische Abweichungen von Fehleranzahlen und Lösungszeiten. Sodann wurden die 20 Zwischenmerkmale eines Studenten durch einen *adaptiven* Reduktor auf eine der drei Noten gut, mittelmäßig, schlecht verdichtet. Auf diese Weise wurden die fünf in Abb.1 aufgeführten Dispositionsmerkmale des betreffenden Studenten benotet. Als adaptiver Reduktor diente das am Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse in Berlin-Adlershof entwickelte Adaptive Klassifikationssystem STRAL (auch ESKKSA genannt), das nach dem Trennebenenverfahren [UW81] arbeitet, einem Mittelding zwischen neuronalen Netzen und Faktorenanalyse. In [BJ82] sind das Trennebenenverfahren und die Faktorenanalyse einander gegenübergestellt. Um LEDA in die Lage zu versetzen, verlässliche Noten zu vergeben, musste STRAL angelernt, d.h. sein Benotungsverhalten musste an das Verhalten einschlägiger „Experten“ angepasst werden. Die Rolle der Experten wurde von fünf Lehrbeauftragten übernommen. Jeder von ihnen benotete die Dispositionsmerkmale aller Studenten. Das gewogene Mittel der je fünf Expertennoten pro Merkmal und Student wurde zur „wahren“ Note erklärt. Die wahren Noten der Hälfte der Studenten wurden zum Anlernen von STRAL verwendet. Nach der Lernphase benotete STRAL die Dispositionsmerkmale der restlichen Studenten. Um die an das LEDA-Experiment gestellte Frage zu beantworten, wurden die Computernoten mit den „wahren“ Noten verglichen. Zu 82% stimmten die Noten überein. Diese Prozentzahl charakterisiert die *Computergüte* der Benotung. Sodann wurden die individuellen Expertennoten mit den „wahren“ Noten verglichen. Es ergab sich eine Übereinstimmung von 73% als Maß für die *Expertengüte* der Benotung. Sie lag 9% unter der Computergüte. In Abb.1 sind die Computer- und Expertengüten aufgeschlüsselt nach Dispositionsmerkmalen angegeben. Die Resultate erlauben eine positive Antwort auf die an das Experiment gestellte Frage. Die Aussagekraft der Antwort könnte angesichts der unterschiedlichen Expertenbenotungen zweifelhaft erscheinen. Doch ist zu bedenken, dass die Bedeutungen der Noten nicht klar definiert sind und dass die Semantik, mit denen ein Experte eine bestimmte Note belegt, beispielsweise die Note „schlechte Konzentrationsfähigkeit“, von seiner Erfahrung und Gewohnheit abhängt. LEDA *lernt* die Semantik der Noten aus den Äußerungen der Experten im Zusammenhang mit dem beobachteten studentischen Verhalten, also genau so, wie jeder Mensch die Bedeutung eines Wortes aus den Äußerungen seiner Mitmenschen *lernt*. Nach dem Lernprozess ist die Bedeutung einer Note in Form von Wertebereichen der 20 metrischen Zwischenmerkmale im Computer „abgespeichert“.

Dispositionsmerkmal	Computer- güte in %	Experten- güte in %	Anzahl der Meinungs- änderungen zugunsten	
			Computer	Experten
Kenntnisse	79	72	11	4
Können	79	70	5	4
Arbeitstempo	71	76	4	4
Konzentrationsfähigkeit	95	73	7	1
Gleichmäßigkeit	87	72	3	2
Mittel / Summe	82	73	30	15

Abbildung 1: Beschreibung der Abbildung

Die Studenten, die an dem Experiment teilnahmen, benoteten sich auch gegenseitig. Die Noten wurden als *studentische Note* archiviert. 1982, in der Diplomphase, wiederholten die Studenten die gegenseitige Benotung. Das Ergebnis wurde mit den Noten von 1979 verglichen. Es wurden diejenigen Fälle herausgesucht, in denen die studentische Note vor drei Jahren *nicht* mit der „wahren“ Note übereingestimmt hatte, sich aber seitdem *geändert* hatte. 45 solche Fälle wurden gefunden. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass sich die Meinungen der Studenten 15-mal zugunsten der Experten und 30-mal zugunsten des Computers geändert hatten. In Abb.1 sind die Anzahlen aufgeschlüsselt nach Dispositionsmerkmalen angegeben. Offenbar kannten sich die Studenten nach einem Semester gemeinsamen Studiums nicht so gut, wie der Computer sie nach einem kaum zweistündigen Dialog kannte.

Gleichzeitig mit dem Experiment wurde damit begonnen, LEDA vom PR 4000 auf ESER-Rechner zu transportieren. Außerdem wurde eine neue, erweiterte Konzeption erarbeitet. Sie sah ein Lehrsystem für die gesamte TU vor. Dafür wurden die Praktikumsaufgaben aller Sektionen studiert und die Lösungsmethoden katalogisiert. Im Rahmen eines Forschungsstudiums war die „LEDA-Systemsprache“ LESS entworfen und implementiert worden. Sie umfasste eine Sprache für den Übungsdialog, den die Studenten mit dem Computer führen, und eine Sprache für den Autorendialog, den die Lehrprogrammautoren mit dem Computer führen. Der Interpret der Übungsdialogsprache enthielt einen Formelmanipulator für symbolische Rechnungen. Außerdem sah die neue Konzeption das Lehrgebiet Programmierungstechnik vor und es wurde die Entwicklung des Systems LEDA-PS in Angriff genommen. Eine erste Variante wurde implementiert und mit einem kleinen Übungsprogramm getestet. Auch dieses System unterschied sich von anderen uns bekannten Systemen durch seine Flexibilität. Das System unterstützte das Üben im modularen Programmieren. Im Gegensatz zu LEDA-BA war hier die Abspeicherung einer Antwort, in diesem Fall eines Musterprogramms, erforderlich. Die Antwortkontrolle erfolgte durch Prüfung der strukturellen Äquivalenz des studentischen und des Musterprogramms und durch Prüfung der Äquivalenz der

studentischen Modulen mit den Modultiteln. Dabei kamen entsprechende Grammatikregeln zur Anwendung. In [He79] ist dargelegt, wie weit die Konzeption Ende 1979 realisiert war.

Zu dieser Zeit hatte LEDA im Kreise der vielen an Lehrsystemen arbeitenden Gruppen einen angesehenen Platz errungen. Wir pflegten Kontakte mit zahlreichen Institutionen und Arbeitsgruppen. Besonders intensiv waren die Kontakte mit dem Forschungszentrum für Technische Lehr- und Lernmittel an der TU Dresden, mit dem Rechenzentrum der TU Dresden, mit der damaligen TH Ilmenau, mit dem Kombinat Robotron und nicht zuletzt mit dem Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse (ZKI) in Berlin-Adlershof. Namentlich möchte ich Siegfried Unger nennen, der mit seiner Arbeitsgruppe das System STRAL entwickelt und uns zur Verfügung gestellt hat. An dieser Stelle möchte eines verstorbenen Informatikers gedenken, mit dem mich eine nicht nur fachliche Freundschaft verband: Klaus Fritsch. Er war Mitarbeiter des ZKI und hatte im LEDA-Kollektiv Forschungsseminare durchgeführt.

LEDA stand damals auf dem Höhepunkt seiner Laufbahn. Danach ging es sehr schnell bergab. Die sichtbare Ursache lag darin, dass das Thema keine Unterstützung vonseiten der Sektion mehr erhielt, dass es nicht mehr die nötige Rechenzeit und auch nicht mehr die nötige Anzahl von Studenten erhielt. Dahinter stand der Konkurrenzkampf unter den neuberufenen Kadern um höhere Berufungen bei begrenzter Stellenzahl. Er konnte sehr unangenehme Züge annehmen, wenn er auf die Parteiebene hochgezogen wurde. Das möge ein geradezu groteskes Beispiel illustrieren. Der wohl fähigste Mann, den die Sektion damals hatte, und damit der gefährlichste Konkurrent für diejenigen, welche die eigene Karriere durch die anderer bedroht sahen, war Klaus Voss. Er war meiner Meinung nach prädestiniert, die junge Sektion zu leiten und ihr die Richtung zu geben. Stattdessen wurde er per Parteiverfahren ausgeschaltet und musste die Sektion verlassen. In dieser Atmosphäre hatte mein Projekt LEDA auf Dauer keine Chancen. Dass ich persönlich überlebt habe, verdanke ich zwei Menschen, Hans Heinold und Dieter Schubert. Prof. Heinold war bald nach Gründung der Arbeitsgruppe LEDA als deren Leiter eingesetzt worden. Er schirmte mich, wie er sich selbst ausdrückte „gegen den eisigen Wind, der in der Sektion wehte“, ab. Prof. Schubert ermöglichte mir, an meinem zweiten Vorhaben, den Operatorennetzen, in Ruhe weiterzuarbeiten, nachdem LEDA nicht mehr existierte. Von anderen Lehrsystemen mit ähnlichen adaptiven Eigenschaften, wie LEDA sie besaß, ist mir nichts bekannt.

Die Erwähnung des reglementierenden Eingreifens der SED in die Angelegenheiten der Sektion darf nicht als Beitrag zu Aufarbeitung der DDR-Vergangenheit verstanden werden und sollte bei niemandem bereits überwundene moralische Unter- bzw. Überlegenheitsgefühle zwischen Ost und West wieder aufleben lassen.

3 EDV oder Informatik?

Die beiden Vorhaben, Lehrsystem und Operatorennetze, wurden zunächst parallel bearbeitet. Das ergab sich aus der Notwendigkeit, das Programmsystem LEDA streng modular und sehr übersichtlich aufzubauen, weil die Programmierer jährlich wechselten.

Das wurde dadurch erreicht, dass dem Systementwurf das Operatorennetzkonzept zugrunde gelegt wurde. Dieses Konzept wurde später zu einer Methode der „Uniformen Systembeschreibung“ (USB-Methode) ausgearbeitet. USB erinnert an die Uniforme Modellierungssprache UML, von der wir erst viel später erfuhren. Die Kernidee beider Methoden ist das hierarchische Komponieren von Operatoren. UML ist in erster Linie auf die betriebliche Praxis orientiert, während USB eher theoretisch und auf einen sehr allgemeinen Anwendungsbereich orientiert ist. Mit der USB-Methode lässt sich jedes *kausaldiskrete* System beschreiben, d.h. jedes System, in dem Prozesse ablaufen, die kausale Ketten zeitdiskreter Zustände bilden. Der abstrakte Automat und das Petrinetz sind Musterbeispiele für abstrakte kausaldiskrete Systeme. Computer und Fertigungssysteme sind Beispiele für reale kausaldiskrete Systeme. Mit der USB-Methode können sowohl die Struktur als auch die Funktionsweise eines solchen Systems beschrieben werden, die Struktur in Form einer Operatorenhierarchie, die Funktionsweise, d.h. der Ablauf von Prozessen im System, in Form einer Petrihierarchie. In [Ju01] sind auf S. 506 das Operatorennetz und das Petrinetz für ein sehr einfaches System dargestellt. Ein Operator als Baustein einer Hierarchie stellt ein Netz aus Operatoren niedriger Stufe dar. In den Verbindungen zwischen den Operatoren des Netzes dürfen Verzweigungen und Zusammenführungen liegen, die gegebenenfalls wie Weichen gesteuert werden können. Ein nach diesem Prinzip komponierter Operator heißt USB-Operator. In meinem Buch „Kausale Informatik“ [Ju01] habe ich gezeigt, dass alle Funktionen, die ein USB-Operator berechnen kann, dessen elementare Operatoren Inkrementierer oder die Elemente eines vollständigen Satzes boolescher Operatoren sind, rekursive Funktionen sind. Daraus ergibt sich eine neue Definition der rekursiven Funktion. Dieses Ergebnis halte ich persönlich für bedeutungsvoller als das Ergebnis des LEDA-Experiments. Dennoch hat es unter den Lesern keinerlei Reaktion ausgelöst. Offenbar hat mein Buch die von mir erhoffte Leserschaft nicht gefunden. Möglicherweise löst der Untertitel des Buches, der die Informatik als Lehre vom sprachlichen Modellieren durch Mensch und Computer bestimmt, bei vielen potenziellen Lesern, die das Buch zur Hand nehmen, einen ähnlich scharfen Protest aus, wie er bei mir seinerzeit die Umbenennung der „EDV“ (Elektronische Datenverarbeitung) in „Informatik“. Denn die Bezeichnung „Informatik“ suggeriert, dass es sich um Informationsverarbeitung durch den Computer handelt, während der Computer Daten verarbeitet, d.h. Zeichenketten, die vom Menschen interpretiert werden müssen, um zu „Informationen“ im üblichen Sinne des Wortes zu werden. Nebenbei sei bemerkt, dass die Bezeichnung „Informatik“ in der UdSSR - und auch in der DDR ursprünglich für eine Wissenschaft verwendet wurde, deren Gegenstand die wissenschaftliche Information und Kommunikation ist. Nach meiner Überzeugung wird aus der Zusammenführung von Computerwissenschaft und Gehirnforschung eine naturwissenschaftliche Disziplin hervorgehen, die zu Recht den Namen Informatik verdient. Begriffliche Sauberkeit könnte dadurch erreicht werden, dass zwischen *mentaler* und *physischer* Bedeutung unterschieden wird, d.h. zwischen der Wirkung einer Zeichenkette - oder allgemeiner eines Zeichenkonstrukts – im Bewusstsein eines Menschen einerseits und ihrer Wirkung im interpretierenden physischen System andererseits. Dementsprechend wäre zwischen *bewusstseinsgebundener* und *systemgebundener* Information zu unterscheiden. Der Computer verarbeitet systemgebundene Information, der Mensch verarbeitet beide Informationsarten, wobei die verarbeitenden Prozesse mentaler bzw. neuronaler Natur sind.

4 Die LEDA-Konzeption – eine Horrorvision?

Neben dem Konkurrenzkampf sehe ich einen anderen, weniger sichtbaren Umstand, der LEDA angreifbar machte und möglicherweise dazu beigetragen hat, dass es dem Rotstift zum Opfer gefallen ist. Ich war schon damals der Ansicht, dass LEDA in das Gebiet der künstlichen Intelligenz einzuordnen ist. Als ich darüber mit Kollegen sprach, wurde ich gewarnt und belehrt, dass künstliche Intelligenz ein aus ideologischen Gründen verpönter Begriff sei, weil er der Parteilinie nicht entspreche. Zeitweilig gab es vonseiten der Partei sogar Einwände gegen den Begriff Kybernetik. Auf diesen Vorbehalt gegenüber modernen wissenschaftlichen Begriffen und die mit ihnen verbundenen Forschungsrichtungen war ich schon während meines Studiums in der UdSSR gestoßen, beispielweise gegen die Relativitätstheorie oder gegen die Psychologie, die, wenn auch nicht sehr lange, in die Rubrik „bourgeoise Pseudowissenschaften“ verbannt worden war. Den Grund für derartige Allergien sehe ich in der Angst der damaligen Machthaber, die Menschen könnten durch neue Ideen für die vorgeschriebene Ideologie verdorben und aufmüpfig werden. Die Wurzeln liegen aber wohl noch tiefer. Die kommunistische Ideologie umgab die menschliche Persönlichkeit mit dem Schein der Unantastbarkeit, fast der Heiligkeit. Diese Heiligsprechung stand in merkwürdigem Gegensatz zum offiziell verkündeten Atheismus. Doch sie war aus Sicht der Zielstellung des Marxismus-Leninismus verständlich. Denn, um die Massen zu ergreifen, musste ein hehres Ziel auf die Fahnen des Sozialismus geschrieben werden. Dieses Ziel war ein ideales, aber utopisches Bild vom Menschen in einer kommunistischen Gesellschaft. Aus der Apotheose des idealisierten Menschen wurden das Postulat seiner Unantastbarkeit und daraus eine Verurteilung aller Versuche, den Menschen und sein soziales Verhalten tiefer zu verstehen. Darin sehe ich die Wurzel des Misstrauens gegen alle human-, sozial- und geisteswissenschaftliche, ja sogar naturwissenschaftliche Gedanken und Bestrebungen. Diesem Misstrauen entsprang das Postulat, dass für die Forschung ideologische Kompetenz wichtiger ist als wissenschaftliche. Die Folge war eine restriktive Forschungspolitik, der viele Ideen und Ansätze zum Opfer gefallen sind. Aber ungeachtet der restriktiven Maßgaben durch die SED haben die Informatiker der DDR Leistungen hervorbracht, die sich in der Welt sehen lassen konnten bzw. hätten sehen lassen können, wenn der eiserne Vorhang nicht gewesen wäre. Das zeigen nicht zuletzt die Beiträge dieses Symposiums.

Wenn ich heute meine Idee betrachte, den Menschen zu einem „Objekt“ technischer Objekterkennung zu „deklassieren“, wundere ich mich, dass die damaligen Hüter der Parteilinie das LEDA-Konzept haben durchgehen lassen. Sie haben den „konterrevolutionären“ Inhalt wohl nicht erkannt. Aber wenn sie es verboten hätten, - womöglich hätten sie Recht damit getan? Das führt zu einer sehr prinzipiellen, von LEDA angeregten Frage. Ist es unbedingt als positiv zu werten, wenn der Computer Eigenschaften und Fähigkeiten lebender Personen beurteilt? Hier möchte ich einen Satz aus dem Vortrag zitieren, den Prof. Herrlich auf dem ersten Symposium gehalten hat. Er gab damals eine kurze Charakteristik von LEDA und sagte: „Alle gewonnenen Informationen über Nutzer, Autoren und Aufgaben sollten in einer Datenbank gesammelt und verwaltet werden. Eine Horrervorstellung für jeden Datenschützer!“ Diese Horrervorstellung will ich auf die Spitze treiben. Angenommen, es existiert ein Datenerfassungssystem, das sämtliche Bilder und Daten sowie sämtliche schriftlichen, akustischen, gestischen und mimischen Äußerungen aller Menschen erfasst und in einer Datenbank abspeichert. Außerdem existiere ein Erkennungssystem, das aus dem Inhalt der Datenbank und sogar schon allein aus der Physiognomie eines Menschen die Merkmale seines bewussten und unbewussten Innenlebens, seiner Veranlagung, seines Denkens und Handelns, seiner Neigungen und Ziele herauslesen kann. Jeder Mensch kann also rigoros aufgeblättert und für jeden anderen in jeder Hinsicht durchsichtig gemacht werden. Welche Möglichkeiten tun sich auf? Jeder kann sich über Verhalten und Eigenschaften jedes anderen Menschen genauestens informieren. Jedem Menschen kann sein optimaler Platz in der Gesellschaft zugewiesen werden. Die geeignetsten Kandidaten für Ministerposten und Präsidenten können gefunden werden. Aber auch potenzielle Verbrecher und Terroristen können erkannt werden. Derartige Phantasien könnten aus technischer Sicht früher oder später durchaus Wirklichkeit werden, es sei denn, der Gesetzgeber schiebt dem rechtzeitig einen Riegel vor. Mit dem Horrorszenario möchte ich auf eine negative, ja teuflische Seite des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aufmerksam machen. Neue, von der Wissenschaft eröffnete technische Möglichkeiten bringen Gefahren mit sich, deren Wurzeln darin liegen, dass sich Gesetzgebung, Moral und Gewissen nur langsam an neue technische Möglichkeiten anpassen, während die kriminelle Energie sofort bei der Hand ist. Die Geschichte zeigt, dass die kriminelle Intelligenz schneller reagiert als die moralische. Eben daraus entspringen die Gefahren, wie sie der Menschheit aus der Kerntechnik erstanden sind und mit Sicherheit aus der Gentechnik entstehen werden. Sie werden auch aus der Informationstechnik erstehen. Sie existieren bereits durch die seuchenartige Ausbreitung sog. Schadsoftware. Noch viel größere Gefahren kündigen sich in der Finanzkriminalität an, der durch das Internet Tor und Tür geöffnet wird. Die Gefahren sind umso größer, je weiter sich der wissenschaftlich-technische Fortschritt dem Zugriff juristischer und moralischer Gesetze entzieht, je weiter er der Gesetzgebung und der Gewissensbildung davonläuft. Wenn der Abstand zu groß wird oder zu lange bestehen bleibt, kann der Fortschritt eine destabilisierende Wirkung haben. Er kann das soziale Gleichgewicht menschlicher Gesellschaften destabilisieren und er kann das ökologische Gleichgewicht auf unserem Planeten destabilisieren, an das sich der Homo sapiens angepasst hat. Die folgerichtige Gegenmaßnahme des Homo sapiens wäre, den Fortschritt zu bremsen. Das aber verbietet der Zwang zum Fortschritt, den sich die Menschen mit der Erfindung des Zinses aufgebürdet haben und der seitdem immer härter

geworden ist und heute fast die ganze Menschheit versklavt. Wo ist der Ausweg aus diesem Teufelskreis? Die Evolution hat ihn bisher nicht gefunden.

Literaturverzeichnis

- [BJ82] Bergner, B.; Jungclaussen, H.: Lernverhaltensanalyse mittels Faktorenanalyse und adaptiver Klassifizierung. Wiss. Z. Techn. Univers. Dresden 31 (1982) H. 5.
- [He79] Heinold, H. und Autorenkollektiv: Das Lehr- und Dateisystem LEDA. Wiss. Beiträge der Sektion Berufspädagogik der TU Dresden 1979, H. 27.
- [Ju01] Jungclaussen, H.: Kausale Informatik. Einführung in die Lehre vom aktiven sprachlichen Modellieren durch Mensch und Computer. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2001; auch unter www.hardwin-jungclaussen.de zu finden.
- [UW81] Unger, S; Wysotzki, F.: Lernfähige Klassifikationssysteme, Kap. 12. Akademie-Verlag, Berlin, 1981.