

# Paradigmenwechsel in der Informatik

Antwort auf einen Leserbrief zum Artikel „Die wichtigste Grenze“  
in der Rubrik Außenansicht der Süddeutschen Zeitung vom 2.1.2017

Werner Meixner  
TU München, Institut für Informatik  
meixner@in.tum.de

Februar 2017

Der Artikel beinhaltet meine Antwort auf einen Leserbrief zu meinem Artikel „Die wichtigste Grenze“<sup>1</sup> in der Süddeutschen Zeitung, Rubrik Außenansicht. Der Leserbrief gab Gelegenheit auf einen bedeutenden, noch wenig beachteten Paradigmenwechsel in der Informatik hinzuweisen. Der Briefpartner wird zum Schutz seiner Privatrechte im Folgenden anonym als „Leser“ angesprochen.

Sehr geehrter Leser,

vielen Dank für Ihren Brief vom 3. Januar, in dem Sie meinen SZ-Artikel „Die wichtigste Grenze“ vom 2. Januar kommentieren. Ihr Kommentar ist von so grundsätzlicher Bedeutung, dass ich mir erlaube, Ihren Leserbrief meinerseits zu kommentieren. Ich darf den wesentlichen Teil Ihres Briefes wie folgt zitieren.

*Zitat:* Wie Sie wissen, stimme ich Ihnen in einer ganzen Reihe von Positionen nicht zu, auch in Ihrer generellen Einschätzung, teile aber Ihre Auffassung, dass der Schutz der Privatheit außerordentlich wichtig ist und dass im Augenblick dafür noch zu wenig getan wird.

Ich darf aber noch auf einen Punkt hinweisen am Anfang Ihres Artikels, den ich wissenschaftlich für unhaltbar halte. Was die unberechenbaren mathematischen Funktionen mit der Physik und Biologie wirklich zu tun haben, ist eine schwierige, aus meiner Sicht nicht gelöste Frage. Die Mathematik des Unendlichen ist zunächst einmal platonisch. Es ist völlig unklar, wie stark sie tatsächlich die Wirklichkeit einfängt. Selbst die Frage, ob das Weltall unendlich ist, ist nicht eindeutig geklärt. Vielleicht ist es ja endlich, nur riesig groß. Der Begriff der nicht berechenbaren Funktionen hängt fundamental an der Vorstellung, dass es unendliche Mengen gibt. Sind die Mengen endlich, ist alles berechenbar. Die Ergebnisse von Gödel und Turing zur Unentscheidbarkeit und Nichtberechenbarkeit sind zunächst rein mathematische Ergebnisse im Rahmen der mathematischen Logik und was sie für unsere Wirklichkeit besagen, ist völlig unklar.

Auch die These, dass Kreativität etwas ist, was Maschinen nie ausüben können, ist zumindest wissenschaftlich kaum belegbar. Pragmatisch stimmt es im Augenblick

---

<sup>1</sup>Siehe Abdruck Literatur S. 11-13

sicher. Ob das auch in 50 Jahren noch so ist, weiß niemand so ganz genau. Aber wissenschaftlich nachweisbar ist es nicht. Was ist denn Kreativität genau? Was würden wir tun, wenn wir versuchen würden, ein kreatives System zu bauen?

Ich finde es schade, dass Sie sich nicht wirklich auf das wichtige Thema der Privatheit konzentrieren, die ja mit den anderen zwei Themen wirklich gar nichts zu tun hat.

Ich denke, wenn man betrachtet, was sich im Augenblick tut, kommt man relativ leicht zu folgendem Ergebnis: Aufgrund der technischen Möglichkeiten und der technischen Entwicklung ist unsere Privatheit längst gefährdet, vielleicht sogar in Teilen nicht mehr gewährleistet. Ich glaube, dass wir die Privatheit nicht technisch schützen können, sondern nur durch entsprechende Reglementierung. Kurz und gut: Wir brauchen einen politischen Konsens und Entscheidungen, die dafür sorgen, dass hier der Angriff auf Privatheit unter gesetzliche Strafe gestellt wird.

Somit unterscheidet sich das Problem der Privatheit auch von dem Problem des Schutzes der kritischen Infrastruktur. Hier wird man ausschließlich mit Gesetzen weniger viel ausrichten und ich denke, es ist zwingend erforderlich, hier die Sicherheitsmechanismen weiter zu entwickeln, obwohl im Augenblick sicher die bange Frage berechtigt ist, wer schneller ist - die Angreifer oder diejenigen, die die Schutzmechanismen entwickeln?

Sie sagen, dass Sie den Schutz der Privatsphäre für „außerordentlich wichtig halten“, und sagen aber gleichzeitig, dass wir die technisch angegriffene Privatheit mit technischen Mitteln nicht werden schützen können. Sind wir also dabei, der Bevölkerung eine hochgefährliche Technik hautnah zu implantieren, vor der sie nicht mehr geschützt werden kann? Das wäre aber vorsätzliche Gefährdung der Bevölkerung eines Landes und als solche ein krimineller Akt. Politiker würden ihren Amtseid verletzen, ja sie tun es bereits.

Des Weiteren sagen Sie, dass „es zwingend erforderlich ist, die Sicherheitsmaßnahmen weiterzuentwickeln“, obwohl Sie doch vielleicht besser als alle einschlägigen Experten wissen, dass die technisch sozusagen hautnah aufgelöste Privatsphäre durch sogenannte „Sicherheitsmaßnahmen“ nicht zu retten sein wird. Eine „bange Frage“ gibt es hier nicht. Ich bestreite ausdrücklich Ihre These, dass sich „das Problem der Privatheit“ von dem „Problem des Schutzes der kritischen Infrastruktur“ (d.h. der Vernetzung der Welt der Dinge) trennen ließe. Beide Probleme verschmelzen zu einem einzigen Problem, wenn es um entsprechenden Schutz geht.

Es scheint offenkundig zu sein, dass nur eine politische Antwort durch Reglementierungen und strafrechtliche Maßnahmen bleibt. Wo aber ist die politische Kraft, die angesichts der finanziellen Macht der globalen IT-Konzerne diese politische Antwort durchsetzen soll?

Eigentlich ist es absurd, die massenhafte Erhebung privater Daten zu unterstützen und gleichzeitig deren Nutzung unter Strafe stellen zu wollen. Offenbar erhofft man sich, private Daten als doch nicht so privat darstellen zu können. Aber bevor hier irgendwelche auch nur halbwegs brauchbare und akzeptierte Abgrenzungen gefunden werden, erschafft man Tatsachen, die sich um solche Abgrenzungen nicht scheren. Die Strafwürdigkeit halte ich grundsätzlich für gegeben, und zwar bereits in Bezug auf die systematische Vernetzung der Haushalte und sonstigen privaten Gegenstände, denn der Angriff auf die Privatheit beginnt mit dieser Vernetzung.

Nein, man wird weder strafrechtliche noch sozusagen entgeltmäßige Lösungen finden, und schon gar nicht rechtzeitig. Und alle wissen das. Reglementierungen

oder gar Strafen werden nichts helfen, und sie werden von einer lobbygesteuerten Politik auch nicht ernsthaft verfolgt werden.

Nebenbei bemerkt: die Privatheit wird durch technische Möglichkeiten ebensowenig unmittelbar angegriffen wie Leib und Leben durch die Entwicklung von Waffen angegriffen wird. Der Angriff geschieht ausschließlich durch die von Wirtschafts- (oder Macht-)interessen getriebene Realisierung der technischen Möglichkeiten insbesondere im Umfeld der Privatsphäre. Und hier spielen sowohl Politik als auch universitäre Wissenschaft eine unrühmliche Rolle. Der Angriff findet durch die hemmungslose Verbreitung von Geräten zur Auflösung der Privatsphäre statt, die durchaus zu vergleichen ist mit der hemmungslosen Verbreitung von Waffen in den USA, wenn auch bei diesem Thema einige Vorzeichen anders zu setzen sind.

Die Universitäten haben es „längst“ versäumt, eindeutig auf die Gefährlichkeit der totalen Vernetzung nicht kontrollierbarer Geräte hinzuweisen. Sie haben es versäumt, Alternativen zur sicheren Kommunikation zu entwickeln. Sie haben es versäumt, die Grundlagen der Informatik in einer am Menschen orientierten Richtung hin zu erforschen. Es wäre Aufgabe insbesondere unserer Informatikfakultät an der Technischen Universität München gewesen, für Werte unseres Grundgesetzes einzutreten. Stattdessen betreibt man eine Privatisierung unserer universitären Institutionen und des dort gewonnenen Wissens.

Ich finde es deprimierend, dass Sie trotz Ihrer beruflichen Möglichkeiten in der Informatik Ihre eigene Machtlosigkeit gegenüber menschenverachtenden Entwicklungen eingestehen müssen, und zugeben müssen, dass man „relativ leicht zu dem Ergebnis kommt, dass unsere Privatheit längst gefährdet ist, vielleicht sogar in Teilen nicht mehr gewährleistet ist“. Warum haben Sie diese Entwicklung nicht ebenso „relativ leicht“ vorausgesehen? Die Privatsphäre ist ein hohes Gut, wesentlich vergleichbar mit dem hohen Gut des Lebens.

Herr Steinbrüggen meinte bei der Beerdigung von Professor Friedrich L. Bauer im Frühjahr 2015, dass die Bauer'sche Informatik tot sei. Ich hätte ihn fragen sollen, was er selbst dafür getan hat, den Bauer'schen Geist am Leben zu erhalten. Immerhin war er einst enger Mitarbeiter und Vertrauter von Bauer. Man muss auch fragen, was der von Bauer ins Leben gerufene Informatik Club getan hat, den Bauer'schen Geist am Leben zu erhalten.

\* \* \*

Nun komme ich zu dem folgenden Satz in Ihrem Kommentar:

*Zitat:* „Ich finde es schade, dass Sie sich nicht wirklich auf das wichtige Thema der Privatheit konzentrieren, die ja mit den zwei anderen Themen wirklich gar nichts zu tun hat“.

Dieser Satz ist völlig unverständlich, denn mein Thema war in dem Artikel nicht Privatheit in irgendeinem allgemeinen losgelösten Sinn, sondern ich stelle dar, wie der von Menschen in ihrer Privatsphäre produzierte und von Maschinen nicht herstellbare geistige Rohstoff massenhaft von Big-Data-Unternehmen abgeschöpft wird und unter der Überschrift „Auslaufmodell Privatheit“ eine Enteignung in Gang gesetzt wird.

Selbstverständlich muss ich erst mal klar machen, was Privatsphäre wirklich bedeutet, indem ich den irrigen Meinungen entgegenrete, was Roboter alles können. Dies macht ja erst verständlich, warum die privaten Verhaltensdaten für die IT-Industrie so aufregend wichtig sind. Es sollte niemand von Privatheit reden, wenn er nicht zunächst klarstellt, was Privatheit bedeutet. Die Informatik jedenfalls kümmert sich nicht um das Phänomen der Privatheit und nicht um das Phänomen der Kreativität als Lebensäußerung bei der Wahrnehmung von Wirklichkeit. Dies sind keine Forschungsgegenstände der Informatik, weil die Informatik nach amerikanischem Vorbild in einer Ingenieurwissenschaft stecken geblieben ist, die sich nur mehr um die Machbarkeit von Effekten kümmert, um diesen Effekten dann natürlichsprachliche Etiketten aufzukleben. Diese Etiketten sind Legion.

Es geht also in meinem Artikel insbesondere um Methoden der IT-Industrie, wie sie die Privatheit obsolet machen will und dabei gleichzeitig die Privatsphäre zerstört. Es geht um die zentralistische Privatisierung von Eigentum, die in meinen Augen werbetechnisch als Kampagne inszeniert wird in der Absicht, die Menschen zu täuschen. Ich will bewusst machen, dass der geistige Rohstoff der wahre Reichtum der Menschen ist, und dass dieser Reichtum in der Privatsphäre des Menschen als Urprodukt seiner Kreativität produziert wird. Privatsphäre, geistiger Rohstoff und seine kreative Produktion, sowie das Bewusstsein der einzigartigen Wertigkeit dieses Produkts gerade im Umfeld von Techniken, die angeblich menschliche Leistungen darstellen können, gehören wesentlich als ein- und dasselbe Thema zusammen.

Genau genommen vermeiden Sie es, wesentliche Aussagen meines Artikels zu kommentieren oder erklären meine Argumentation a priori als irrelevant. Ich behaupte dagegen, dass jeder einzelne Satz meines Artikels für das gesamte Verständnis wichtig ist. Übrigens hat das auch die Redaktion der SZ so gesehen; sie hat keinen einzigen Satz aus meinem Text beanstandet, sondern meine Argumentation von A bis Z als schlüssig beurteilt.

\* \* \*

Das folgende Zitat aus Ihrem Brief gebe ich zunächst vollständig wieder. Anschließend werde ich dann insbesondere jeden einzelnen Satz daraus analysieren:

*Zitat:* „Ich darf aber noch auf einen Punkt hinweisen am Anfang Ihres Artikels, den ich wissenschaftlich für unhaltbar halte. Was die unberechenbaren mathematischen Funktionen mit der Physik und Biologie wirklich zu tun haben, ist eine schwierige, aus meiner Sicht nicht gelöste Frage. Die Mathematik des Unendlichen ist zunächst einmal platonisch. Es ist völlig unklar, wie stark sie tatsächlich die Wirklichkeit einfängt. Selbst die Frage, ob das Weltall unendlich ist, ist nicht eindeutig geklärt. Vielleicht ist es ja endlich, nur riesig groß. Der Begriff der nicht berechenbaren Funktionen hängt fundamental an der Vorstellung, dass es unendliche Mengen gibt. Sind die Mengen endlich, ist alles berechenbar. Die Ergebnisse von Gödel und Turing zur Unentscheidbarkeit und Nichtberechenbarkeit sind zunächst rein mathematische Ergebnisse im Rahmen der mathematischen Logik und was sie für unsere Wirklichkeit besagen, ist völlig unklar.“

Das Zitat liest sich so, als wäre der Text bereits vor fast hundert Jahren geschrieben worden. Damals sprach man von einer Krise der Mathematik. Bereits Russel hatte

auf einen Widerspruch in der Cantor'schen Mengenlehre hingewiesen, der zunächst als Russel'sche Antinomie diskutiert wurde. Die Auffassung, dass „die Mathematik des Unendlichen zunächst einmal platonisch“ sei, war im Kern die Ursache für das Missverständnis der Cantor'schen Mengenlehre, das dann als Russel'sche Antinomie längere Zeit unverstanden blieb. Als dann Gödel beweisen konnte, dass nicht alle wahren Sätze der Mathematik bewiesen werden können, gab es ein wachsendes Unverständnis und Zweifel an den Grundlagen der Mathematik bis hin zur grundsätzlichen Ablehnung mengentheoretischer Begriffsbildungen, die nicht algorithmisch begründbar schienen. Dieses Unverständnis hat sich in der ingenieurwissenschaftlichen Ausrichtung der Informatik mit amerikanisch positivistischer bzw. behaviouristischer Prägung bis zum heutigen Tag erhalten.

Nun hat sich aber in den letzten hundert Jahren längst ein tieferes Verständnis in der Auffassung der Gegenstände der Mathematik herausgebildet. Ich erinnere an den Mentorenabend der Carl Friedrich von Siemens Stiftung am 7. Mai 1981, an dem Heinz Gumin und Armand Borel Vorträge zum Thema „Mathematik, Kunst und Wissenschaft“ hielten, Mentor des Abends war Professor Friedrich L. Bauer. Gumin beschrieb in sehr anschaulicher Weise die recht altertümliche Auffassung von den platonischen Gegenständen der Mathematik. Er sagte, dass man sich die Existenz dieser Gegenstände vorstellte, als würden sie „in den platonischen Regalen stehen und müssten nur herausgenommen werden“. Man nennt diesen Existenzbegriff Platonisch-Aristotelisch oder ganz einfach klassisch. Diese Existenz ist unabhängig von Person, Zeit und Raum, sie ist also „ideal“. Ein Element kann in dieser Auffassung auch niemals „geworden“, niemals konstruiert oder erzeugt worden sein. Gumin hat die Vorstellung von den platonischen Regalen benutzt, um die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels beim Verständnis der geistigen Existenz von mathematischen Gegenständen sichtbar zu machen. Borel begründete dann in seinem Vortrag insbesondere, warum für ihn die Mathematik eine „geistige Naturwissenschaft“ sei. Die formale Ästhetik spielt dabei eine gewichtige Rolle.

Wie sieht dieser Paradigmenwechsel aus?

Mengen werden nicht aus irgendwo existierenden Reservoiren oder Regalen entnommen, sie existieren nicht in irgendeinem Universum, und schon gar nicht in der Physik. Mengen werden in unserem Bewusstsein gebildet, und zwar mit allen bekannten Mengenoperationen, völlig widerspruchsfrei. Wir denken mit diesen Objekten, und wenden unser Denken auf die äußere Wirklichkeit an. Sie existieren im Denken und werden nach Bedarf dort als aktueller Platzhalter erzeugt. Der Platzhalter ist der abstrakteste Begriff eines Objekts ohne Eigenschaften. Unser Bewusstseinsraum ist der logische Ort der Existenz der mathematischen Objekte, die wir kraft unserer Begriffe im aktuellen Denken erzeugen. Der Begriff selbst ist nicht gleichzusetzen mit den Objekten, die er erzeugen kann. Eine Russel'sche Antinomie gibt es in unserem denkenden, dynamischen Bewusstsein nicht, denn die Objekt-Mengenbildung erfolgt nicht über alles, was irgend jemand jemals denken könnte, sondern nur über das, was man aktuell denkt.

Unser Denken bezieht sich auf eine „äußere“ Wirklichkeit, ist aber natürlich mit dieser Wirklichkeit nicht identisch. Diese äußere Wirklichkeit besteht nicht aus diskreten Objekten, sie ist vielmehr als ein „Kontinuum“ vorstellbar. Deshalb ist es

sinnlos, nach der Unendlichkeit des Weltalls zu fragen. Auch ein einzelnes Atom ist nicht etwa endlich. Begriff und äußere Wirklichkeit sind und bleiben immer ein Dualismus; im Denken geht es um die Dynamik der fortschreitenden Wechselwirkung beider Seiten. Selbstverständlich ist also die äußere Wirklichkeit weder digital noch unendlich, und unsere geistigen Begriffe sind Werkzeuge, mit denen wir die kontinuierliche äußere Wirklichkeit begreifen.

Eine der wichtigsten Operationen unseres logischen Bewusstseins ist die radikale Negation. Durch Negation schaffen wir die größtmöglichen Räume für neue Wahrnehmungen und Denkkonstrukte. Die Möglichkeit der radikalen Negation gehört zu den Grundgesetzen unseres Bewusstseins. Das Bewusstsein denkt in dialektischen Negations-Schritten (These – Antithese – Synthese); das wissenschaftliche Fortschreiten ist die beständige Erweiterung der Erklärungsbereiche mit dem Ziel der Widerspruchsfreiheit. Selbstverständlich ist die Cantor'sche Mengenlehre ein Abbild der Operationsmöglichkeiten des Bewusstseins. Sie gehört sicherlich zu den gewaltigsten Einsichten in die Gesetze unseres formalen Denkens. Dass der Mensch in der Lage ist, Naturwissenschaften zu entwickeln, hat nichts mit algorithmischen Denkweisen zu tun. Berechenbarkeit ist nur ein kleiner Teil der Denkmöglichkeiten. Die Mathematik hat längst bewiesen, dass ihr Denken nur wenig mit Berechenbarkeit zu tun hat. Das Kontinuum kann nicht durch Berechenbarkeit erklärt werden. Und es hat auch noch niemand behauptet, dass die quantendynamisch ablaufenden Prozesse auch nur das geringste mit Berechenbarkeit zu tun haben. Der perfekte Zufall hat nichts mit Berechenbarkeit zu tun.

Wenn wir von den mathematischen, mengentheoretischen Begriffsbildungen sprechen, dann sprechen wir über abstrakte Eigenschaften unseres Bewusstseins. Mathematik studieren heißt unser logisches Bewusstsein studieren. Allerdings definiert der Mathematiker seine Wissenschaft selten als Wissenschaft des logischen Bewusstseins. Wenn er sich als Geisteswissenschaftler begreift, so wie es Borel tut, dann müsste er feststellen, dass der abstrakte Geist nichts anderes ist als das logische Bewusstsein selbst. Gotthard Günther hat die Informatik als Wissenschaft des Bewusstseins aufgefasst; er hat Eigenschaften des Bewusstseins erforscht. Wenn man die Informatik zu einer der Physik ebenbürtigen Wissenschaft machen wollte, dann müsste man den Forschungsgegenstand der Informatik definieren und zwar als das mathematische Denken im logischen Bewusstsein bzw. Selbstbewusstsein.

Ich behaupte, dass in den Grundlagen der Mathematik ebenso wie der Informatik genau dieser Paradigmenwechsel stattgefunden hat bzw. noch stattfinden muss, den ich in meinem bisherigen Text beschrieben habe. Dieser Paradigmenwechsel liefert uns wissenschaftlich befriedigende Antworten auf die vor hundert Jahren aufgeworfenen Fragen zur Krise der Mathematik, und ich stelle dies in klare Kontradiktion zu Ihrer Aussage, dass Sie „den Anfang meines Artikels für wissenschaftlich unhaltbar halten“.

\* \* \*

Die Wahrnehmungen und Denkinhalte eines Mathematikers sind nicht auf algorithmische Besonderheiten beschränkt. Das Kontinuum der äußeren Wirklichkeit hat

den gleichen Wahrheitsgehalt wie die Diskretheit der Denkobjekte. Die mathematische Physik wäre ohne die Cantor'sche Mengenlehre sinnlos. Sämtliche mathematischen Begriffe, eingeschlossen die Unendlichkeit, sind nicht „platonisch“, sondern sind Gewissheiten über unsere geistige Wirklichkeit, die uns in die Lage versetzen, uns mit der äußeren Wirklichkeit auseinanderzusetzen. Unendliche Mengen existieren sehr wohl, und zwar in unserem aktuellen Bewusstsein als logischer Denkkakt.

Folglich halte ich Ihre Aussage, dass „die Mathematik des Unendlichen zunächst einmal platonisch“ sei, für unangemessen.

Es ist ein riesiger Vorteil unserer geistigen Fähigkeiten, dass wir die algorithmischen Phänomene transzendieren können, wie schon die Geschichte mit Achilles und der Schildkröte gezeigt hat. Der Erfolg und die weithin sichtbare Tragweite der Mathematik ist Beweis genug, dass ihre Begriffe nicht irgendwie platonisch sind, sondern dass absolut jeder Begriff ein wichtiger Teil der gesamten geistigen Fähigkeiten ist.

Und damit ist in meinen Augen auch völlig klar, „wie stark die Mathematik des Unendlichen die Wirklichkeit einfängt“, sie ist nämlich überwältigend erfolgreich bei der theoretischen Erklärung der Wirklichkeit.

Natürlich ist die Unendlichkeit ein Begriff unseres Denkens und nicht ein Gegenstand der äußeren Wirklichkeit. Eine unendliche Menge wird in unserem Denken „gesetzt“, wenn man in gewissen Situationen auf einen neuen und streng definierten Denkkzustand übergeht. Diese Übergänge gestatten uns beispielsweise das Problem zu lösen, dass Achilles die Schildkröte überholen kann. Auch der Übergang vom Zählen auf die Menge der natürlichen Zahlen geschieht durch transzendente Setzung eines Platzhalters, ohne Zweifel völlig widerspruchsfrei und äußerst erfolgreich.

Man muss die geistige und die materiale Wirklichkeit auseinanderhalten. Selbst ein Atom hat nichts mit Endlichkeit zu tun. Unendlichkeit bzw. Endlichkeit sind Denkbegriffe, die nichts mit der Gestalt des Universums oder des Atoms zu tun haben.

Ihre Frage also, ob das Weltall „unendlich“ ist, halte ich für sinnlos. Die Frage, ob das Weltall einen konkreten Durchmesser hat, kann dagegen eventuell, im Rahmen einer bestimmten Theorie und bestimmten Beobachtungen, durchaus sinnvoll sein.

Was haben nun die unberechenbaren Funktionen mit Physik und Biologie zu tun? Nun, sie korrespondieren mit der Tatsache, dass die Natur kein endliches Mengenobjekt ist, das sich algorithmisch darstellen lässt. Dass die Mathematik auf Basis der Gesamtheit der Cantorschen Mengenlehre (bzw. Varianten davon) die Wirklichkeit besser einfängt als es algorithmische Sichtweisen je tun können, ist längst durch die mathematische Praxis in der Anwendung auf jegliche Felder der Naturwissenschaften bewiesen. Die Existenz der übermächtigen Mengen ist eine Entsprechung zur Offenheit des Denkens wie auch des Informationssystems Leben. Dank unseres Gehirns können wir mit dieser Offenheit umgehen, was ein algorithmisch denkender „Ingenieur“ nicht kann. Insofern ist „die Frage, was die unberechenbaren mathematischen Funktionen mit Physik und Biologie zu tun haben“, aus meiner Sicht gelöst.

Sie sagen, „der Begriff der nicht berechenbaren Funktionen hängt fundamental an der Vorstellung, dass es unendliche Mengen gibt. Sind die Mengen endlich, ist

alles berechenbar“. In der Tat, da haben Sie recht. Aber andererseits wird kaum ein Mathematiker daran zweifeln, dass der Begriff der unendlichen Menge widerspruchsfrei ist, und im Denken als gesetztes Objekt notwendigerweise existiert. Von hier aus nun Zweifel an der Existenz nicht berechenbarer Funktionen abzuleiten wäre abwegig.

Die „Bedeutung der Ergebnisse von Gödel und Turing für unsere Wirklichkeit“ ist völlig klar: Die Anwendbarkeit algorithmischer Denkweisen zur mathematischen Erklärung der Natur ist begrenzt. Demgegenüber ist das mathematische Denken ebenso offen wie es das Leben selbst ist. Dieses Denken entspricht den Erscheinungen der Natur, die offensichtlich in ihrer Gesamtheit nicht berechenbar sind. Damit ist klar, warum unser Gehirn erfolgreich denkt: Es ist nicht auf das Algorithmische beschränkt, es kann wesentlich mehr, es kann mathematisch denken, es kann durch kreatives mathematisches Denken die unermesslich reichen Phänomene der Natur Schritt für Schritt besser verstehen.

Die Positivisten haben aus den Ergebnissen von Gödel den falschen Schluss gezogen. Sie haben weite Teile des mathematischen Denkens als ein „platonisches“ Denken außerhalb der Wirklichkeit verortet, weil sie a priori nur an die algorithmische Ausführung einfachster Denkopoperationen, am besten noch mit handlichen Klötzchen als Wirklichkeit glauben wollten. Sie haben nicht bemerkt, dass die gesamte Physik erfolgreich durch kreatives mathematisches Denken auf der Grundlage der Cantor’schen Mengenlehre entwickelt wird und dadurch überzeugend bewiesen wird, dass das mathematische Denken in Übereinstimmung mit der Wirklichkeit steht. Der richtige Schluss aus den Ergebnissen von Gödel war also, die Begrenztheit des algorithmischen Denkens festzustellen und die weit darüberstehende Kraft des Cantor’schen Denkens anzuerkennen.

\* \* \*

Der im Algorithmischen verhaftete ingenieurwissenschaftliche Informatiker hat keine Möglichkeit, über Kontinuum, Stetigkeit, Intuition, Kreativität, Gefühl, Intelligenz, Unberechenbarkeit, Geist, Bewusstsein, Leben, usw., das heißt über wirklich interessante Phänomene, zu sprechen. Er hat keine Interpretation für das Verhältnis von Datum zur Wirklichkeit. Der heutige Informatiker ist ein Positivist im amerikanischen, behaviouristischen Sinn. Wenn man sich die abstrusen libertären und neoliberalen Theorien über die Aussagekraft von Daten und Märkten ansieht, dann kann man nur Schlimmstes befürchten, wenn Leute diese Theorien zur Grundlage ihres Denkens und Handelns erheben, die durch finanztechnisches Banditentum von Banken und sogenannten Investoren zu Macht und Einfluss gekommen sind.

Der heutige Informatiker als Ingenieur hat nicht die Möglichkeit wissenschaftlich über Kreativität oder Intuition zu sprechen, weil er gar nicht die geistige Wirklichkeit des Denkens zum Gegenstand seiner Forschung macht. Man kann heute hundertfach den Missbrauch von Sprache beobachten, z.B. wenn wieder irgendein Roboter angeblich Gefühle hat, nur weil er im richtigen Moment einen Smiley mimt. Die Informatik kann auch in 50 Jahren keinen kreativen Roboter erfinden, weil sie gar nicht weiß, was Kreativität ist, und weil dies nicht ihr Forschungsgegenstand ist.



Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Biologie lebendige Teile des Lebens verwenden wird, um lebensähnliche Effekte zu erzeugen. In einigen Fällen gibt es das bereits in der Medizin. Genmanipulation gehört in diesen Bereich. Die Biologie wird sich als Informationswissenschaft des Lebens definieren und die Informatik verdrängen. Diese Entwicklungen haben natürlich nichts mit algorithmisch konstruierten Robotern bzw. Maschinen zu tun. Maschinen werden nicht kreativ werden, sondern es wird allenfalls Mischgeburten zwischen lebenden Organismen und Rechnerchips geben. Dadurch wird aber nicht meine These widerlegt werden, dass „Maschinen nie Kreativität werden ausüben können“. Und ganz sicher wird die Informatik alle diese Fragen auch in 50 Jahren nicht beantworten können, sofern sie sich nicht vollständig neu erfindet.

\* \* \*

Die Beziehung zwischen Berechenbarkeit und Kreativität war ein heiß diskutiertes Thema bereits in meiner Studienzeit mit meinem Studienfreund Stefan Heilbrunner und einigen anderen Studienkollegen der Mathematik. Wir waren uns darin einig, dass Berechenbarkeit und intuitive Kreativität einander ausschließen. Jeder Mathematiker kennt auch den Effekt der gefühlten Entwertung eines Problems nach dessen algorithmischer Lösung. Uns war klar, dass die negativen Ergebnisse von Gödel im Umkehrschluss die überragende Bedeutung des mathematischen Denkens beweisen.

Heilbrunner hat in seiner Doktorarbeit 1974 die Mengentheorie der Ordinalzahlen zur Darstellung der Scott'schen Semantik benutzt. Bei seinem Doktorvater Manfred Paul hatte er dafür wenig Verständnis geerntet. Erst Klaus Samelson rückte die Originalität der Heilbrunnerschen Arbeit ins richtige Licht.

Meine Arbeiten konzentrierten sich in den achziger Jahren einerseits auf die sogenannten Antinomien der Mengenlehre, auf unberechenbare Funktionen und auf ein tieferes Verständnis der Grundlagen der Informatik mit Studien z.B. über Nichtmonotone bzw. Nichtklassische Logik. Ich war der Erste in der Fakultät, der ein Seminar über Expertensysteme mit KI-Themen organisiert und gestaltet hat, mit einer ganzen Reihe von anschließenden Diplomarbeiten, natürlich unter dem wohlwollenden Schuttschirm von Professor Bauer. Andererseits habe ich die Versuche einiger Leute in der Hochschule der Bundeswehr verfolgt, die Arbeiten von Gotthard Günther über Polykontextualität für die Informatik fruchtbar zu machen. Mein Ansatz war allerdings weniger philosophisch als vielmehr konkret eine Neuformulierung der Mengenlehre mit einem neuen Erzeugungsbegriff, die einen Paradigmenwechsel sowohl in der Mathematik als auch der Informatik bedeutete. Ich habe im Jahr 1989 den oben sizzierten Paradigmenwechsel in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in einem Vortrag mit dem Titel „Objekte und Relationen in nichtklassischer Logik: Grundlagen der Informatik“ beschrieben.

Mein damaliger Vortrag 1989 löste merkwürdige Reaktionen beim Fachpublikum aus. Die häufigste Reaktion war Schweigen, vor allem bei Leuten der eigenen Fakultät. Bauer war interessiert, einige auswärtige Professoren waren sehr interessiert. Und der damalige Präsident der Hochschule der Bundeswehr Niegel hat mir seine

Zustimmung bekundet, mich aber gleichzeitig vor Anfeindungen gewarnt, weil „die Zeit für die von mir geäußerten Gedanken noch nicht gekommen sei“, wie er sich ausdrückte.

Selbstverständlich habe ich die Warnungen des Herrn Niegel nicht zum Anlass genommen, meine Studien über die Grundlagen der Informatik ad acta zu legen. Ich habe sie fortgeführt und unter dem Titel „Dualbasierte Mengenlehre“ im Jahr 2014 angekündigt. In der entsprechenden Arbeit habe ich insbesondere Multimengen philosophisch sauber durch begrifflich nicht unterscheidbare Objektexemplare als erzeugbare abstrakte Platzhalter eingeführt. Ich hatte Ihnen, Herr Broy, im März 2014 einen Abschnitt zugeschickt.

Diese Arbeit ist noch nicht fertig. Ziel ist insbesondere, eine Quantenlogik zu formulieren, in der Phänomene der Quantenmechanik als Phänomene der Quantenlogik interpretiert werden. Theoretischer Ansatz ist die Tatsache, dass unser Geist u.U. zuviel Information bei der Fixierung bzw. Bestimmung der Objekte fordert, wie ja insbesondere die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation nahelegt. In Vorbereitung dieser Studien hatte ich am Lehrstuhl Mayr die beiden LEA-Hauptseminare „Meilensteine des Quantencomputing I und II“ in den Wintersemestern WS 2002/03 bzw. WS 2003/04 abgehalten und habe abschließend im Juli 2004 im LEA Oberseminar einen Überblicks-Vortrag gehalten.

\* \* \*

Die Arbeit an der Dualbasierten Mengenlehre habe ich 2014 unterbrochen, weil das Thema der Fehlentwicklungen innerhalb der Informatik allgegenwärtig und leider auch sehr belastend ist für Menschen, die die Grundwerte unserer Gesellschaft unverantwortlich gefährdet sehen. Die wissenschaftlichen Entwicklungen in der Informatik, und wohl auch in anderen Wissenschaftsbereichen, werden derzeit bestimmt von globalen Weltkonzernen, die jede Verbindung zu persönlichen, regionalen, gesellschaftlichen, menschlichen Zielvorstellungen, Strukturen und Grundwerten verloren haben. Es gibt Machtzentren bzw. gesellschaftliche Gruppierungen, die nicht mehr konsensfähig sind, die aber globale Entwicklungen vorantreiben, die nichts mehr mit vernünftigen Bedürfnissen von Bevölkerungen zu tun haben, sondern nur mehr zentralistischen Machtinteressen dienen. Die Zerstörung der Privatsphäre durch digitale Vernetzung gehört hierzu.

Um eine gigantische gesellschaftliche Zerstörung zu rechtfertigen, werden technische Möglichkeiten lobgepriesen, die bei genauerem Hinsehen entweder überflüssig oder ganz einfach irrsinnig sind. Natürlich darf die alleinerziehende Mutter nicht fehlen, deren krebskrankes Kind kraft Big Data geheilt werden kann. Aber auch nur vielleicht. Auch der berühmte Unfall, der mit massiver Datenauswertung verhindert werden könnte, wird zwanghaft genannt, auch wenn er anders leichter verhindert werden könnte und die Unfallstatistik nur marginal tangiert. Die Sicherheit der Bürger im Zeitalter des Terrors ist ohne Big Data nicht mehr zu gewährleisten. Auch das nur vielleicht. Krampf und Dampf in einem irrsinnigen Kaleidoskop, um die Menschen zu verführen.

Selbst an der Universität haben sich Lager gebildet, die nicht mehr konsensfähig, ja nicht mal mehr dialogfähig sind. Ich fürchte, dass die Universitäten ihre geistige

Unabhängigkeit verlieren werden und damit der Politik folgen werden (schlimmes Beispiel: die zugunsten des autonomen Fahrens geplanten Änderungen der Verkehrsgesetze).

Nun werden Sie fragen, was ich eigentlich mit meinem Brief an Sie bezwecken will. Meine Antwort ist ganz klar: Ich suche in Ihnen einen interessierten Dialogpartner, der bereit wäre, mit mir einen vielleicht harten, aber offenen und wahrhaftigen Dialog über die brisanten informatischen Themen unserer Zeit zu führen, wobei dieser Dialog grundsätzlich auch für andere Diskussionspartner offen sein könnte aber nicht notwendigerweise immer sein müsste. Ich will auch gleich offen sagen, dass ich weiterhin Artikel schreiben werde und dass ich insbesondere an einem größeren Manuskript arbeite.

Sicher ist, dass wir unruhigen Zeiten entgegengehen. Überhaupt nicht sicher ist dagegen, dass die Strategie der globalen IT-Konzerne zu deren Erfolg führen wird.

Mit besten Grüßen  
Werner Meixner  
31. Januar 2017

Literatur Dr. Werner Meixner, TU München, [meixner@in.tum.de](mailto:meixner@in.tum.de),  
<http://www14.in.tum.de/personen/meixner/>

- Offener Brief an Professor Dr. Manfred Broy und Vortrag zum Thema: Wohin geht die Informatik? Technische Universität München, September 2014.  
<http://www14.in.tum.de/personen/meixner/WohinGehtDieInformatik.pdf>
- Die Gefahren der totalen Cyber-Vernetzung. Technische Universität München, Juli 2016. Eingereichtes Papier Informatik-Spektrum.  
<http://www14.in.tum.de/personen/meixner/GefahrTotalerCyberVernetzung.pdf>
- Es war einmal das Individuum. Süddeutsche Zeitung, Rubrik Außenansicht am 3.12.2015.
- Die wichtigste Grenze. Süddeutsche Zeitung, Rubrik Außenansicht am 2.1.2017.
- Abdruck SZ-Artikel „Die wichtigste Grenze“:

In der mathematischen Welt der zwanziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde bewiesen, dass die Vorgänge in der physikalischen ebenso wie der biologischen Welt nur in eng definierten Ausnahmefällen mit Rechenmaschinen, auch Turingmaschinen genannt, berechnet werden können; es wurden die sogenannten „unberechenbaren mathematischen Funktionen“ entdeckt, die offenbar in unermesslicher Vielfalt existieren. Herausragende Mathematiker wie Kurt Gödel haben damals der heutigen Erkenntnis eine Bahn gebrochen, dass Rechenmaschinen genau das nicht leisten können, was Menschen tagtäglich leisten; gemeint ist die kreative Bewältigung, Formulierung und Lösung von prinzipiell unberechenbaren Problemen und Erscheinungen, für deren Lösung bzw. Verstehen es also keinerlei algorithmische, das heißt rezeptartige Regeln gibt. Wir erinnern auch

an Joseph Beuys, der die Kreativität in jeder menschlichen Handlung erkannte und darauf seinen Kunstbegriff gründete.

Rechenmaschinen dagegen sind nicht kreativ, sie sind nicht fähig, intuitiv schöpferisch zu denken, sie können die Welt nicht in begrifflicher Sprache bzw. Text beschreiben und keine Wissenschaft entwickeln. Rechner können menschliches Verhalten durchaus beobachten, kopieren und eventuell statistisch nachahmen bis hin zur Bildung von vernünftig erscheinenden sprachlichen Sätzen. Die Annahme aber, dass androide Roboter eines Tages den Menschen ersetzen oder gar die Macht ergreifen könnten, ist heute so unbegründet wie vor hundert Jahren. Die Ursprünge menschlicher Kreativität liegen unbestreitbar in jenem intimsten Bereich der seelischen und geistigen Existenz eines Menschen, den man Privatsphäre nennt. Das Wesen der Privatheit erschließt sich, wenn man feststellt, wozu Maschinen nicht fähig sind und was allein der Mensch zu produzieren in der Lage ist. Der Mensch produziert tagtäglich private Entscheidungsdaten, die in kreativer Weise mit seinem Verhalten neu erschaffen werden. Der Mensch setzt damit geistigen Rohstoff in die Welt, der nicht von noch so leistungsfähigen Robotern produziert werden kann. Dieser geistige Rohstoff ist die größte und unversiegbare Quelle von Reichtum, des einzigen und wirklichen Reichtums, der allen Menschen von Natur aus als natürliches Eigentum mitgegeben ist.

Um die Nutzung dieses Rohstoffes ist ein Kampf entbrannt. Man ist an koloniale Zeiten erinnert, in denen der unerschöpflich scheinende Reichtum an Rohstoffen Afrikas mit Zustimmung der dortigen Landesfürsten von fremden Mächten ausgebeutet wurde, ohne dass die dortige Bevölkerung an den Erträgen teilhaben konnte. Europa ist bei der Nutzung des Rohstoffes der privaten Daten dabei, das Afrika des Informationszeitalters zu werden. Es wurde eine Enteignung in Gang gesetzt, die medial und ernst zu nehmend als „Ende der Privatheit“ prognostiziert wird. Experten der Informationsindustrie diskreditieren das Recht auf individuelle Privatsphäre als „Auslaufmodell“ mit dem Ziel, den geistigen Rohstoff, der von Menschen produziert wird, wenigen global agierenden Konzernen zu übereignen. Die politisch unterstützte Strategie der IT-Industrie ist es, im gesamten Umfeld jedes Menschen Datenaufnahmegeräte zu installieren, die sein gesamtes Verhalten digitalisieren und die Daten in Richtung Datensammelzentren ins Internet einspeisen. Selbst die harmlosesten Gebrauchsgegenstände etwa zur Morgentoilette, in der Küche oder im Kinderzimmer werden mit einem Anschluss ans Internet ausgestattet. Wir befinden uns in der Phase des flächendeckenden Aufbaues der sogenannten „Welt der Dinge“, in der Big-Data-Unternehmen die von Menschen produzierten Werte massenhaft abschöpfen. Die Kontrolle über Gebrauchsgegenstände bis hin zu Privatautos wird dem Besitzer entzogen. Er lebt zunehmend in einer geliehenen Umgebung, deren Funktionalität fremdbestimmt bleibt.

Tatsächlich aber ist zumindest ein „Ende des Privaten“ nicht in Sicht. Im Gegenteil. Riesige Mengen des „geistigen Rohstoffes“ werden durch massenhafte Abschöpfung von Verhaltens- und Entscheidungsdaten privatisiert. Andererseits setzt bekanntlich die neoliberale Ideologie auf die Privatisierung bislang öffentlichen Eigentums und will öffentliche Dienstleistungen auch im universitären Bereich privatisieren. Insbesondere ist das durch freie Wissenschaften entwickelte öffentliche Wissen Ziel von Privatisierung, wie Colin Crouch in seinem im Jahr 2015 erschienenen Buch gezeigt hat.

Die Behauptung, dass Privatheit ein Auslaufmodell wäre, ist eine absichtliche Täuschung. Sie besteht darin, dass das eingesammelte fremde Eigentum an privaten Daten nicht etwa der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt, sondern neuen Eignern zugeordnet wird. In Wahrheit wird Privateigentum massiv zentralisiert und schon gar nicht abgeschafft. Die neuen Besitzer schützen ihre Besitzstände vor Öffentlichkeit. Die Privatsphäre hochvermögender Kreise und Konzerne wird

sehr wohl verteidigt. Unter den Augen maßgeblicher Politiker geschieht eine Umverteilung von Ressourcen, die der Bevölkerung nicht bewusst ist. Und die Bayerische Staatsministerin Ilse Aigner ist der Ansicht, dass die Leute ihre privaten Daten sowieso freiwillig abliefern würden und fragt sich, was das Problematische beim Abgreifen der Daten sei. Alles in Ordnung?

Nein, keineswegs! Die Privatsphäre ist der Raum, in dem Kreativität und der Wille zur wirtschaftlichen Entfaltung produktiv werden kann. Der Schutz dieses Raumes ist die Voraussetzung der Teilhabe einer breiten Bevölkerungsschicht an einer funktionierenden sozialen Marktwirtschaft. Falls die Privatsphäre von Personen aufgelöst wird, gibt es keine eigenständige wirtschaftliche Entwicklung mehr. Ein Gemeinwesen wird so in der Wurzel zerstört.

Die Privatsphäre ist nicht nur der Raum privater wirtschaftlicher Entfaltung, sondern auch der Raum einer seelischen und sozialen Entfaltung und Gesunderhaltung. Das Bewusstsein, ständig von unbekanntem Institutionen beobachtet zu werden und gleichsam in einem Panoptikum zu leben, verändert die Verhaltensweisen von Menschen so gravierend, dass man das Ende der sozialen und kooperativen Gesellschaft voraussagen kann. Der exzessive Zugriff auf die komplette Privatsphäre einer großen Mehrheit von Staatsbürgern einerseits und die Verwundbarkeit unserer staatlichen Einrichtungen durch Spionage, Sabotage und Kriminalität andererseits sind Seiten ein und derselben Medaille. Unser Grundgesetz verpflichtet uns, die individuelle Privatsphäre und mithin die wichtigste Außengrenze, die es gibt, zu schützen.

\* \* \*