

Kolumne: Mathematik, Physik und Ewigkeit (mit einem Augenzwinkern betrachtet)

von Arnold Neumaier

(Möbel von 1957. Ein altes Radio auf dem Tisch. Ein Gong ertönt.)

Nachrichtensprecher (*unsichtbar*) -- 19 Uhr. Heute ist Freitag, der 8. Februar 1957. Sie hören Nachrichten. In Washington ist heute John von Neumann, einer der berühmtesten Mathematiker unserer Zeit, gestorben. Von Neumann, der 1903 in Ungarn geboren wurde, ist vor allem für die Fixierung der mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik, der Spieltheorie, und der Computertechnik bekannt geworden.¹

vN (*dreht das Radio ab, spricht zu sich selbst*) -- Interessant. Man lebt also auch nach dem Tod weiter. Bin ja gespannt, was kommt. Ewigkeit, Gott -- für mich sind das große Unbekannte.² Meine jüdische Erziehung war in diesen Dingen recht oberflächlich, und ich sah nie eine Notwendigkeit, das zu korrigieren.

Anonyme Stimme (*ruft ihn in den Nachbarraum*) -- Bitte treten Sie ein.

G (*begrüßt den Eintretenden mit einem gewinnenden Lächeln*) -- Willkommen, John von Neumann. (*Pause*) Nehmen Sie doch bitte Platz.

vN -- Danke.

G -- Wie geht es Ihnen?

vN -- Besser als neulich im Krankenhaus. Und selbst?

G -- Im Moment, wo meine Aufmerksamkeit Ihnen gilt, geht es mir gut. Immerhin sind Sie einer der wenigen, die wirklich tief in meine wissenschaftlichen Konzeptionen eingedrungen sind und dabei viel über mein Meisterstück, die Schöpfung lernten.

vN -- Dann sind Sie ... Gott? Etwa der Gott, der in der Heiligen Schrift erwähnt wird?

G -- Der nämliche. In menschlicher Gestalt.

vN -- Aber Sie überschätzen mich. In den Augen der Menschen gelte ich ja als weltberühmter Mathematiker, aber was das Verstehen betrifft: In entscheidenden Punkten habe ich mich vergeblich...

G (*schneidet von Neumann mit einer Handbewegung das Wort ab*) Das liegt an der Begrenztheit der Kapazität des menschlichen Gehirns. Es ist zu langsam für die nötige globale Suche nach den richtigen Konzepten. Ein Teilsystem kann immer nur ein grobes Bild des ganzen Systems enthalten -- sonst müßte es bis in alle Details selbstähnlich sein, was in meiner Schöpfung nur in einer groben Approximation verwirklicht ist.

vN -- Selbstähnlich... Interessante Idee. Jetzt wo Sie es sagen, leuchtet es mir sofort ein.

G -- Ja. Die Menschheit wird es in Kürze³ auch entdecken -- es wird ein Modethema, so sehr, daß sogar die nichtmathematische Allgemeinheit davon Kenntnis nimmt. Schauen Sie mal... (*nimmt einen Stapel zur Hand*) Apfelmännchen,... populäre Bücher,...⁴ Fraktale, eingefärbt wie kostbarster, detailliert gearbeiteter Schmuck aus Gold und Edelsteinen,... Kalender....

vN -- Es gibt ja fast drei Milliarden Menschen.⁵ Warum nehmen Sie sich eigentlich persönlich Zeit für mich, gerade mich? Weil ich ein berühmter Mathematiker bin?

G -- Nein. Im Prinzip bin ich für jeden da. So habe ich es immer gehalten. Ich widme mich jedem Einzelnen, den Einfachen und den Gescheiten. Nur das Interesse und das Engagement muß echt sein.

vN -- Aber die nötige Zeit??

G -- Der Himmel ist vollständig parallelisiert; alles geschieht gleichzeitig, wenn man so sagen kann. Zeit existiert nur bei Bedarf.

vN -- Gibt es keine Kapazitätsgrenzen?

G -- Nein. Sie kennen doch Hilberts Hotel⁶ mit den abzählbar vielen Zimmern. Selbst wenn alles besetzt ist, ist noch Platz.

vN -- Ja. Damit wird einem im ersten Semester die Mathematik des Unendlichen schmackhaft gemacht. Diese Geschichte illustriert schön die Besonderheiten, die bei unendlichen Mengen berücksichtigt werden müssen, wenn man konsistent darüber denken will. Zusammen mit der Geschichte von Achilles und der Schildkröte...

G -- Nicht nur die Mathematiker haben ihren Spaß daran. Die Autorin von "Onkel Toms Hütte" wußte auch ein Lied davon zu singen...⁷ Was Hilberts Hotel betrifft, ist es für die Gäste etwas unbequem, dauernd umziehen zu müssen, wenn Platzbedarf ist. Hier im Himmel haben wir

³ Da dieses Gespräch aus unserer Sicht vor vielen Jahren stattgefunden hat, sind wir in der Lage, einige von Gottes Feststellungen zu verifizieren. Dies geschieht in den Fußnoten.

⁴z.B. H.-O. Peitgen, The beauty of fractals, Springer, Berlin 1986.

⁵ 1957! Inzwischen sind es etwa sechs Milliarden.

⁶Welcome to the Hotel Infinity!
<http://www.c3.lanl.gov/mega-math/workbk/infinity/infinity.html>
oder <http://www.holger-lang.de/haupt/mathe/hilbert/hilbert.html> für eine etwas prosaischere deutsche Version.

⁷http://www.searchspaniel.com/index.php/Amazing_Grace
Die letzte Strophe des bekannten Lieds 'Amazing Grace' lautet: "When we've been there ten thousand years, bright shining as the sun, we've no less days to sing God's praise than when we'd first begun."

¹http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/history/Mathematicians/Von_Neumann.html

²für viele von uns säkularisierten Menschen ebenfalls; siehe meinen Essay "Gott - die große Unbekannte", <http://www.mat.univie.ac.at/neum/sciandf/ger/unbek.html>

ein Kontinuum von Räumlichkeiten; ⁸ damit ist die Logistik viel einfacher. Auch sonst ist alles viel großzügiger als auf der Erde.

vN -- Ein Kontinuum? Schafft das nicht Probleme mit der Adressierung?

G -- Klar, jede Zimmernummer enthält unendlich viel Information. Aber hier ist das kein wirkliches Problem -- der Geist ist nicht an materielle Beschränkungen gebunden, solange er nicht, wie im physischen Universum, materiell codiert ist. Die Ewigkeit bietet viele Vorteile...

vN -- Aber Komplexitätsgrenzen? Entscheidbarkeitsfragen?

G -- Auf der logischen Ebene läßt sich das nicht mehr begreifen. Die Logik habe ich erfunden, um der materiellen Welt Struktur zu geben. Als klare Basis für die Planung des Universums. Sie wissen ja, alles ist nach mathematischen Gesetzen geordnet. Aber nur innerhalb des Universums. Im Himmel fallen solche Beschränkungen weg, außer, wir wollen sie absichtlich nutzen.

vN (*schüttelt den Kopf, brummt vor sich hin*) -- Hmmm, das ergründen... Ganz neue Herausforderungen...

(*Das Gespräch gerät ins Stocken. Schließlich ergreift von Neumann das Wort.*)

vN -- Wenn Sie Gott sind, dann wissen Sie sicher über die großen mathematischen Probleme Bescheid, die die heutigen Mathematiker beschäftigen. Zum Beispiel über die Verteilung der Primzahlen. Deren Unregelmäßigkeiten zu ergründen ist für uns ja recht schwierig. Mich hat z.B. immer interessiert, ob die Riemannsche Vermutung richtig ist.

G -- Schauen Sie, wenn ich gleich alles beantworte, geht die Spannung weg. Ich muß ja für eine spannende Ewigkeit sorgen -- oder meinen Sie, der Himmel wäre meiner Ehre voll, ⁹ wenn es hier langweilig wäre? Sie haben ja früher Ihren Studenten auch Aufgaben ohne Lösungen gestellt, damit sie daran wachsen und ihre Kräfte erproben können. Die Riemannsche Vermutung wird noch bis ins 21. Jahrhundert hinein ungelöst sein; zur kommenden Jahrtausendwende wird sogar noch ein Millionenpreis ¹⁰ darauf ausgesetzt. Das wird dazu beitragen, die Mathematik populärer zu machen. Die Lösung wird dadurch natürlich nicht beschleunigt. Das hat man ja am großen Fermat ¹¹ gesehen...

vN -- Ist Fermats Vermutung denn richtig?

G -- Ja. Aber dieser Beweis wird erst kurz vor der Jahrtausendwende erbracht. Nicht direkt, sondern über einen Umweg, den Fermat nicht einmal verstanden hätte. ¹²

⁸Johannes 14:2 -- "In meines Vaters Hause sind viele Wohnungen. Wenn es nicht so wäre, hätte ich dann zu euch gesagt: Ich gehe hin, euch die Stätte zu bereiten?"

⁹Anspielung auf Jesaja 6:3.

¹⁰Die Lösung der Riemannschen Vermutung ist eines der sieben Millennium Prize Problems des Clay Mathematics Institute; <http://www.claymath.org/millennium/>

¹¹für den 1907 ein Preis von 100.000 Goldmark ausgesetzt wurde.

¹²Der Beweis von Wiles 1993 beweist eigentlich die Taniyama-Shimura Vermutung über elliptische Kurven, aus der nach Ribet die Fermatsche Vermutung folgt.

vN -- Hatte er denn einen Beweis? Er redete ja davon.

G -- Natürlich nicht; das war viel zu schwierig für seine Zeit. Aber er hatte eine ausgezeichnete Intuition. Er hatte eine Beweisidee im Kopf; hätte er sie gleich aufgeschrieben, hätte er die Beweislücke leicht entdeckt. Aber der Rand des Buchs, in dem er sich Notizen machte, war zu schmal. Und damals waren die Kriterien für einen Beweis noch nicht so streng wie heute. Noch Euler konnte ja mit divergenten Reihen richtige Schlüsse aus falschen Argumenten ziehen...

vN -- Was die Teilchenphysiker heute in der Quantenelektrodynamik machen, sieht auch nicht viel besser aus. Sie nennen es Renormierung, ¹³ und machen mit viel Hokusfokus aus divergenten Integralen Rezepte, die berechenbare Ergebnisse liefern. Das wirklich Erstaunliche daran ist, daß die Ergebnisse mit dem Experiment genau übereinstimmen. ¹⁴ Ganz bestimmt steht auch hier eine logisch einwandfreie Theorie dahinter, oder?

G -- Klar. Aber das ist ziemlich vertrackt. Das wird noch geraume Zeit eine harte Nuß bleiben. Ein Umdenken ist erforderlich, dann lösen sich alle Probleme auf elegante Weise. Aber die entscheidende Einsicht halte ich noch geheim. Die Physiker sind mir zu großspurig und selbstsicher geworden in ihrem Glauben, die Schlüssel zur Schöpfung in den Händen zu halten. Sie müssen erst wieder ihre Überheblichkeit ablegen und erkennen lernen, wie wenig sie eigentlich wissen. Bis dahin lasse ich sie Irrwege gehen...

vN -- Also sind Sie ein Gott, der absichtlich in die Irre führt? Nicht der 'liebe Gott', von dem oft geredet wird?

G -- Der 'liebe Gott' ist eine Karikatur von mir, der meinem Ansehen in der Welt viel geschadet hat. Die Leute schließen aus diesem Gottesbild, daß man mir auf der Nase herumtanzen kann, daß mich niemand ernst zu nehmen braucht. Aber ich habe zum Glück keine Nase (*greift sich an die Nase*) ... meine jetzige Gestalt ist nur eine Simulation. -- Im Ernst, die Propheten hatten eine viel korrektere Vorstellung von mir. ¹⁵Natürlich sind alle Vergleiche mit menschlichen Eigenschaften begrenzt, aber sie geben Hinweise auf meine wahre Natur: zum Fürchten und zum Lieben, wie es Martin Luther ausgedrückt hat. ¹⁶ Aber ich rede ungern von mir selbst.

¹³Zur Renormierung siehe z.B. das Theoretical Physics FAQ, <http://www.mat.univie.ac.at/~neum/physics-faq.txt>

¹⁴Von Neumann bezieht sich hier auf das anomale magnetische Moment des Elektrons und das sogen. Lamb Shift, die von der Quantenelektrodynamik, wie wir heute wissen, extrem genau vorhergesagt werden -- auf 12 Dezimalen genau stimmen sonst keine theoretischen Vorhersagen mit der Wirklichkeit überein. Eine mathematisch saubere Fundierung der Theorie steht noch aus.

¹⁵z.B. Jesaja 45:7 -- "der ich das Licht mache und schaffe die Finsternis, der ich Frieden gebe und schaffe Unheil. Ich bin der Herr, der dies alles tut."; Amos 3:6 -- "Ist etwa ein Unglück in der Stadt, das der Herr nicht tut?"

¹⁶In seinem kleinen Katechismus beginnt die Erklärung zu jedem der Zehn Gebote mit den Worten "Wir sollen Gott fürchten und lieben, daß wir ..."; <http://gutenberg.spiegel.de/luther/misc/mlkk.htm>

vN -- Aber zumindest eine positive Motivation müssen Sie doch haben.

G -- Klar. Die Menschheit soll ja wachsen. Aber nicht nur rein intellektuell, sondern auch moralisch. An Problemen wie den Divergenzen in der Quantenfeldtheorie werden sich also noch viele Jahrzehntlang die Zähne ausbeißen. Wie am großen Fermat auch. Das ist keine Willkür, sondern macht durchaus Sinn. Ich muß mit den Einsichten in die Struktur der Welt haushalterisch umgehen, damit der Zweck, den menschlichen Geist zu entwickeln, erfüllt wird. Ein guter Trainer stellt von Zeit zu Zeit besondere Herausforderungen, die zu einem langen Atem erziehen. So war es auch mit Fermat. Wir haben ihm eingegeben, daß er sich damit begnügen soll, seine berühmte Bemerkung ¹⁷ an den Rand seines Diophant-Exemplars zu schreiben. Durch harmlose Schritte wie diese habe ich die Entwicklung der algebraischen Zahlentheorie unauffällig vorbereitet und das Problem zu einer Herausforderung für den menschlichen Geist gemacht.

vN -- Also kein Zufall?

G -- Nein. Sie haben keine Ahnung, wieviel man vorherbedenken muß, um die Zivilisation in gewünschte Bahnen zu lenken. Wie bei allen dynamischen Systemen, die empfindlich von Anfangsbedingungen abhängen, muß man rechtzeitig und vorausschauend steuern; jede Unterlassung zum rechten Zeitpunkt macht soviel mehr Arbeit, wenn man später korrigieren muß. Es gibt viele Punkte, ¹⁸ an denen kleine Störungen einen entscheidenden Einfluß auf die Zukunft des Systems haben; es ist, als ob man eine Weiche nach links oder rechts stellt, bevor der Zug darüber fährt. Aber viele Wissenschaftler glauben noch, alles sei Zufall und die Zivilisation würde ganz von selbst entstehen. Natürlich gibt es Evolution; ich habe das ja sorgfältig ausgeklügelt, daß die Natur meinen Plänen zu Hilfe kommt, und vieles selbst organisiert, ¹⁹ sobald ich die Randbedingungen geschaffen habe. Den zweiten Hauptsatz der Wärmelehre und die zugehörigen dissipativen Prozesse zu implementieren war eine Meisterleistung, auf die ich heute noch stolz bin. Aber die relevanten Randbedingungen zur rechten Zeit entstehen zu lassen geht nicht ohne dauernde Überwachung und ständige Aufmerksamkeit. Sonst macht der Schmetterlingseffekt einen Strich durch meine Rechnung.

vN -- Schmetterlingseffekt?...

G -- Ach so -- dieses Schlagwort wird erst in Ihrer Zukunft gebraucht werden, um die sensitive Abhängigkeit vieler physikalischen Prozesse von den Anfangsbedingungen zu veranschaulichen. Solche Prozesse wird man später chaotische Systeme nennen, und selbst mathematische Laien werden eine -- wenn auch oft verzerrte -- Vorstellung davon haben, so eine eingängige Intuition steckt dahinter. Das

Wetter ist ein derartiger Prozeß; der Schmetterlingseffekt bezieht sich darauf, daß der Flügelschlag eines Schmetterlings in Australien im Prinzip ein paar Wochen später den Unterschied zwischen gutem und schlechtem Wetter in Europa ausmachen könnte. Das ist natürlich sehr vereinfacht. Zur Steuerung des Wetters oder anderer chaotischer Systeme läßt sich das nicht heranziehen, da muß man viel sorgfältiger vorgehen. ²⁰ Die Analysis dahinter wird ein spannendes mathematisches Arbeitsgebiet, das der Theorie der dynamischen Systeme ganz neue Perspektiven gibt. Chaos ist eines der konstruktiven Bestandteile der Physik dissipativer Systeme; es sorgt dafür, daß sich ein Gutteil der Energie in immer höherfrequenten Beiträgen verliert, die schließlich für die makroskopischen Phänomene irrelevant werden. Turbulenz...

vN -- Interessant. Das war etwas, was ich schon immer verstehen wollte. Die Naturgesetze sind zwar symmetrisch in bezug auf die Zeit, die Energie bleibt erhalten. Aber beobachtet wird, daß die Thermodynamik regiert: Energie geht verloren und die Natur hat eine ausgeprägte Richtung, die auf Zustände minimaler Energie abzielt. Physiker haben versucht, dem mittels Informationstheorie auf die Spur zu kommen, ²¹ aber...

G -- Ja, das ist ein Teil der Antwort. Aber die Dinge liegen etwas komplizierter. Skalierungslimiten... Einfache Fälle davon werden bald entdeckt; aber das Thema wird die Wissenschaft noch viele Jahrzehnte lang beschäftigen. Mehr will ich jetzt dazu nicht sagen.

vN -- Aber, wenn Sie das alles steuern, warum dann das viele Unrecht in der Welt?

G -- Die, die mir unangebrachte Langmut oder sogar Gleichgültigkeit gegenüber dem Unrecht in der Welt vorwerfen, sehen nicht, wieviel Umsicht nötig ist, langfristig wirkungsvoll zu handeln. Im Grunde ist das sogar eine mathematische Aufgabe. ²² Der Wille, das Beste zu tun, schränkt die Möglichkeiten ungemein ein. ²³ Daher mache ich auch von meiner Allmacht nur sehr sparsam Gebrauch, wenn ich in der materiellen Welt handle.

vN -- Etwas anderes, was mich wundert, ist die Diskrepanz zwischen der riesigen Zeitspanne für die Entwicklung des Universums und der vergleichsweise kurzen Zeit, in der menschliches Leben existiert. Ihr Interesse scheint ja mehr den Menschen zu gelten als der Natur; warum dann so lange Zeiten der Vorbereitung? Es scheint ja so, als sei der Mensch ein Zufall!

²⁰siehe z.B. E. Ott, C. Grebogi, J.A. Yorke, Controlling chaos, Phys. Rev. Lett. 64 (1990), 1196--1199.

²¹E.T. Jaynes, Information theory and statistical mechanics, Phys. Rev. 106 (1957), 620--630.

²²nämlich eine Frage der optimalen Steuerung, die mit Techniken der Kontrolltheorie zu behandeln ist.

²³Die mathematische Disziplin des 'Besten' ist die globale Optimierung; siehe z.B. die WWW-Seite <http://www.mat.univie.ac.at/~neum/glopt.html>

Im generischen Fall ist die beste Wahl nur auf eine einzige Weise möglich. Was am besten ist, hängt natürlich von den angestrebten Zielen und den berücksichtigten Nebenbedingungen ab.

¹⁷"Ich habe einen wunderbaren Beweis dafür entdeckt, aber der Rand ist zu schmal, ihn zu fassen."

¹⁸Heutige Mathematiker erkennen hier unschwer die Punkte in der Umgebung homokliner und heterokliner Fixpunkte der Dynamik; von Neumann konnte davon noch nichts wissen.

¹⁹ siehe z.B. H. Haken, Erfolgsgeheimnisse der Natur, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1981. Ob oder was sich selbst organisiert, hängt offensichtlich von den Randbedingungen ab.

G -- Nein; im Gegenteil -- er ist einzigartig und von Anfang an gewollt. ²⁴Im Prinzip wäre es schon möglich gewesen, die Entwicklung abzukürzen -- aber denken Sie an die viele Arbeit, die das macht! Die Philosophen, die sich über meine Allmacht mokieren, haben nie bedacht, was für Mühe es mich kostet, etwas zu verwirklichen. Auch wenn ich es könnte, bin ich doch sehr für ökonomisches Handeln, das mir die Sache möglichst leicht macht. Wunder wirke ich nur, wo es nicht einfacher geht; daher sind sie so selten.

Aus denselben Gründen habe ich auch die Naturgesetze so entworfen, daß sie mir möglichst viel Mühe abnehmen. Sogar die Naturkonstanten habe ich so eingestellt, daß der Mensch möglich wurde. ²⁵Ich habe ja meine Geheimnisse, die es mir ermöglichen, durch bloßes Machtwort dafür zu sorgen, daß etwas entsteht. ²⁶Aber damit dies dann auch wirklich geschieht, da muß hinter den Kulissen eine Menge vor sich gehen, von denen die Menschen nicht die geringste Ahnung haben. Daher habe ich Prinzipien der Selbstorganisation in die Materie gelegt. (*Im Hintergrund läuft ein Video über die Entwicklung des Weltalls und des Lebens.*) Ist es nicht ein Kunststück, daß ohne detaillierte Eingriffe meinerseits aus einem Samenkorn eine ausgewachsene Pflanze wird?

Das hat sogar Mose damals schon begriffen, als ich ihm einen Überblick über die Entstehung der Welt gab. Als er vierzig Tage bei mir auf dem Berg war, ²⁷hatte ich ihm sechs Tage lang Videos über verschiedene Aspekte der Schöpfungsgeschichte gezeigt; dieselbe Technik, die Sie drüben sehen (*zeigt auf das Videogerät*) -- sie wird bald auf der Erde weit verbreitet sein. Am siebten Tag habe ich aufgegeben und mich ausgeruht; ²⁸am Tag darauf habe ich es aber nochmals versucht, aus einer mehr allegorischen Perspektive. Es war nämlich schwierig, ihm begreiflich zu machen, was da wirklich passierte. Dabei war Mose einer der intelligentesten Menschen seiner Zeit. Er war sehr geschickt und konnte scharf beobachten: die paar Zauberkünste, die ich ihm bei unserer ersten Begegnung am Dornbusch zeigte, ²⁹hat er sofort gelernt und die ägyptischen Zauberer leicht ausgestochen. ³⁰Für das Volk Israel hat Mose, was er selbst verstand, natürlich weiter vereinfachen müssen.

vN -- Das wundert mich nicht. Wir Naturwissenschaftler müssen auch alles vereinfachen, manchmal bis zur Entstellung, wenn wir interessierten Laien einen Einblick in unsere Wissenschaften geben wollen!

²⁴Wenn man dieser Aussage Glauben schenken darf, sind also alle Versuche, außerirdisches intelligentes Leben zu finden, zum Scheitern verurteilt.

²⁵Das läuft heute unter dem Stichwort Anthropisches Prinzip, und ist wissenschaftlich recht umstritten.

²⁶Psalm 33:9 -- "Denn wenn er spricht, so geschiehts; wenn er gebietet, so stehts da."

²⁷Exodus 24:18.

²⁸vgl. Genesis 2:2--3.

²⁹Exodus 3--4.

³⁰Exodus 7:20--8:19.

G -- In dem kurzen Bericht in der Bibel, der schließlich die Jahrtausende überdauerte, ³¹kann man die Grundzüge der sechs Videos noch erkennen -- die von mir durch Befehle, "Es werde", gelenkte Schöpfung. Am Anfang die Erschaffung der Energie, "Es werde Licht", und die großen Phasenübergänge bei der Entstehung des Weltalls und der Erde: die Trennung von undurchsichtig -- durchsichtig, von gasförmig -- flüssig, und von flüssig -- fest. ³²Dann die gelenkte Selbstorganisation des Lebens, "die Erde bringe hervor", und schließlich die Erschaffung der Krone der Schöpfung, des Menschen. Leider nehmen viele diese Überlieferungen allzu wörtlich, statt die Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, unter denen sie zustandekamen. Das hat mich bei vielen Wissenschaftlern in Misskredit gebracht.

vN -- Wieviel hat denn Mose selbst verstanden?

G -- Auf einer oberflächlichen Ebene eigentlich ziemlich viel. Aber das Meiste ging natürlich über seine Auffassungskraft. Ich hätte ihm gerne mehr über statistische Mechanik, die Hauptsätze der Thermodynamik und die Theorie irreversibler Prozesse beigebracht. Aber unsere Begegnungen waren viel zu kurz für eine gründliche Schulung in Mathematik und Physik, zumal wir uns ja hauptsächlich um Organisatorisches kümmern mußten, damit das Volk Israel eine geordnete Zukunft haben konnte.

Immerhin habe ich ihm wenigstens eine Spur der Relativitätstheorie nahebringen können, was er dann in seinem Psalm vertont hat. ³³Aber schon das Gravitationsgesetz ging über seinen Horizont; von Quarks und der Einheitlichen Feldtheorie konnte ich nicht einmal versuchen zu reden.

vN -- Quarks?? Einheitliche Feldtheorie???

G -- Ach ja, ich vergaß, daß das erst in Ihrer Zukunft liegt. Quarks erklären die Kernkräfte auf ähnliche Weise wie die Quantenelektrodynamik die elektrischen und magnetischen Kräfte erklärt. In 20 Jahren werden die Physiker soweit sein. ³⁴Allerdings nicht zur Zufriedenheit der Mathematiker -- die logische Basis ist viel spitzfindiger, und sie zu finden und zu klären wird noch Generationen von mathematischen Physiker beschäftigen. Noch um die nächste Jahrtausendwende wird ein Millionenpreis dafür ausgesetzt werden, ein kritisches Teilproblem aus diesem Bereich zu lösen. ³⁵Nun, ich will der Entwicklung nicht weiter vorgreifen; Ihre berechnete Neugier werde ich vielleicht ein andermal befriedigen.

³¹Genesis 1: "Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde."

³²Heute kann man unsere viel detaillierteren wissenschaftlichen Vorstellungen über die Schöpfung in Büchern wie Weinbergs 'Die ersten drei Minuten' nachlesen.

³³Psalm 90: "Ehe denn die Berge wurden und die Erde und die Welt geschaffen wurden, bist du, Gott, von Ewigkeit zu Ewigkeit. [...] Tausend Jahre sind vor dir wie der Tag, der gestern vergangen ist, und wie eine Nachtwache."

³⁴Gott spricht hier vom Standardmodell der Teilchenphysik.

³⁵für den Beweis der Konsistenz der nichtabelschen Yang-Mills Quantenfeldtheorie; siehe Fußnote.

vN -- Aber die Naturgesetze... Mich würde interessieren, wieviel Freiheit ³⁶Sie dabei hatten.

G -- Es gab viele Nebenbedingungen bei meiner Schöpfung, ganz abgesehen von der intellektuellen Herausforderung, Gesetze zu finden, die auf einem Blatt Papier zusammengefasst werden können ³⁷ und trotzdem interessante Konsequenzen haben. (*gerät in Begeisterung*) Es war nicht leicht, ein logisch konsistentes und implementierbares Konzept einer Physik zu finden, die den Ansprüchen gerecht werden konnte, nämlich, darin eine Zivilisation zu realisieren, die vielseitig und interessant genug ist, mir als Gegenüber zu dienen -- weder zu mechanisch noch zu chaotisch, regiert von einem konstruktiven Gleichgewicht zwischen Zufall und Notwendigkeit. ³⁸ Ich brauchte Naturgesetze, die es erlauben, mit begrenztem Aufwand den Zufall nach meinem Willen zu steuern ³⁹ und doch im Detail soviel Freiheit zu lassen, daß es auch für mich Überraschungen gibt. Natürlich könnte ich beliebig viel vorherwissen und vorherbestimmen, wenn ich wollte, aber die viele Arbeit, die mir das machen würde, läßt mich davon Abstand nehmen -- es würde mir auch die ganze Freude daran rauben. Die Menschen machen mir schon genug Arbeit mit ihren Sünden; ⁴⁰ein Heer von Engeln ist damit beschäftigt, dafür zu sorgen, daß alles unter Kontrolle bleibt. Nicht umsonst heiße ich der Herr der Heerscharen.

vN -- Engel?? Ist nicht alles durch die Physik bestimmt?

G -- Nein. Die Physik beschreibt nur das Verhalten auf der materiellen Ebene. Die Engel legen Randbedingungen dort fest, wo eine gezielte Detailsteuerung große Konsequenzen hat. Wie der Mensch durch Umlegen eines kleinen Schalters ein ganzes Kraftwerk an- oder abschalten kann, oder auch nur eine Lampe, so ist die belebte Natur dafür eingerichtet, durch kleine, gezielte Änderungen kleine und große Wirkungen zu vollbringen. Eine kleine Stimmungsänderung im Gehirn eines Entscheidungsträgers, und die Wirkung kann heute ⁴¹den Unterschied zwischen Krieg und Frieden auf der Welt ausmachen. Diese Steuerung geschieht hinter der physikalischen Ebene, im Einklang mit den Unschärferelationen der Quantenmechanik. Unsere Engel konzentrieren sich auf die geistige Seite der Natur,

³⁶ Es gibt heute Spekulationen, daß Gott da überhaupt keine Wahl hatte und daß die fast 50 Konstanten im Standardmodell, die unser Universum charakterisieren, durch logische Notwendigkeiten etwa der Stringtheorie, bedingt seien. Von Neumann hatte offenbar ähnliche Überlegungen angestellt, ohne eine konkrete Vermutung zu hegen.

³⁷ Gott spielt damit offenbar auf die Gleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie und die Lagrange-Funktion des Standardmodells der Teilchenphysik an.

³⁸ J. Monod hat über dieses Thema ein bekanntes Buch geschrieben.

³⁹ Sprüche 16:33 -- "der Mensch wirft das Los; aber es fällt, wie der Herr will."

⁴⁰ Jesaja 43:24.

⁴¹ Die Unterhaltung spielt in der Zeit zwischen Koreakrieg und Kubakrise.

⁴² da dort die Steuerung viel wirkungsvoller ist als auf der materiellen Ebene. Ich brauchte viele Millionen von Jahren, um die Bedingungen herzustellen, die jetzt auf der Erde diese einmalige Zivilisation möglich macht. Jetzt geht die Entwicklung in viel kürzeren Zeiträumen, da die Steuerung so viel leichter ist...

vN -- Das klingt ja ganz nach verborgenen Variablen in der Quantenmechanik. Aber ich habe doch bewiesen, daß das nicht möglich ist.

G -- Das war leider ein Trugschluß. Wenn das den Physikern aufgeht, und das wird nicht mehr lange dauern, wird es eine Neubelebung der Diskussion um die Grundlagen der Quantenmechanik geben. ⁴³

vN (*betont*) -- Führen Sie mich nicht an der Nase herum! Ich bin mir vollkommen sicher, daß mein Satz mathematisch korrekt ist.

G -- Das bestreite ich ja auch gar nicht. Aber die Voraussetzungen waren zu einschneidend. Bohms Theorie ⁴⁴ wird ja von ihnen nicht erfaßt.

vN -- Aber Bohms Theorie ist nichtlokal und damit unnatürlich, und wird nur von wenigen Physikern ernstgenommen. Gute physikalische Modelle müssen elegant sein. Deshalb hat sich auch meine Fassung der Quantenmechanik allgemein durchgesetzt.

G -- Schon. Trotzdem wird die Nichtlokalität bald ein ausgedehntes Forschungsgebiet werden. ⁴⁵ Natürlich wird Bohms Theorie zu Recht ignoriert; sie ist weit davon entfernt, die richtige Beschreibung zu sein. Da wird es noch einige Überraschungen geben. Aber experimentelle Nachweise der Nichtlokalität werden in nicht allzu ferner Zukunft ⁴⁶ möglich sein.

vN -- Interessant. Wieviel Einblick kann ich denn von hier aus bekommen?

G -- Bei genügender Liebe zur Sache können Sie vieles mitverfolgen. Hier in der Ewigkeit haben nur die schon geübten Interessen die Kraft, einen zeitlichen Rahmen aufrechtzuerhalten. Im Grunde ist ja Ewigkeit permanente Gegenwart, und die zeitliche Perspektive ist nur dem materiellen Universum eingepreßt. Die Ewigkeit ist zeitlos, geschichtslos; aber geschichtliche Interessen können entlang einer simulierten Zeitachse vorgeführt werden. Einfluß nehmen können Sie als Mensch von hier aus natürlich nicht, nur passiv miterleben. Für viele ist das ja die Hölle -- sie sind so selbstzentriert, fixiert auf ihre eigenen Umstände, und wiederholen ihre Leidenschaften mit allen Gefühlen, aber ohne die Freiheit, die sie auf Erden hatten. Den eigenen Fehlern hilflos ausgeliefert,

⁴² Sprüche 19:21 -- "In eines Mannes Herzen sind viele Pläne; aber zustande kommt der Ratschluß des Herrn."

⁴³ Wenige Jahre später bewies Bell seine berühmte Ungleichung, die die hier angekündigte Entwicklung ins Rollen brachte.

⁴⁴ D. Bohm, Phys. Rev. 85 (1952), 166--179.

⁴⁵ Inzwischen ist es ein ausgedehntes Forschungsgebiet, beginnend mit J.S. Bell, der in der Arbeit 'On the problem of hidden variables in quantum mechanics', Rev. Mod. Phys. 38 (1966), 447-452 von Neumanns Beweis kritisiert.

⁴⁶ W. Tittel et al., Violation of Bell inequalities by photons more than 10 km apart, Phys. Rev. Lett. 81 (1998), 3563-3566.

geraten sie in Verzweiflung und ohnmächtige Wut; und gebunden an ihre Gewohnheiten verharren sie darin. Als mein Sohn sich physikalisch inkarnierte, um meine spirituell aus dem Lot geratene Schöpfung zu retten, hat er dafür das Bild vom Heulen und Zähneknirschen geprägt und davor gewarnt, sich an die vergängliche Seite des Lebens zu hängen.

vN -- Apropos Sohn. Das mit der Dreieinigkeit ist doch irgendwie konfus. Nicht einmal die Abrahamitischen Religionen, die Ihre Allmacht anerkennen, sind sich darin einig. Wie kann man das denn ernst nehmen??

G -- Beschränkungen der Sprache und Vorstellungskraft. Von ewigen Dingen kann man im Rahmen materieller Wirklichkeit nur in Symbolen reden. Diese vermitteln zwar gewisse Beziehungen und Inhalte, stehen aber doch nur sehr beschränkt für das, was sie eigentlich beschreiben sollen. Die moderne Physik hat ja auch ihre Schwierigkeiten damit, Sachverhalte wie Photoeffekt und Lichtwellen anschaulich unter einen Hut zu bekommen, und umschreibt das mit der Floskel von der Dualität zwischen Teilchen und Wellen. Nun, in einem ähnlichen Sinn sind wir eine Trinität -- eine Einheit, die die Menschen im Konkreten meist als eine von drei Formen wahrnehmen: Gott--Vater als schöpferische, autoritative Seite, Gott--Sohn als menschliche, rettende Seite, und Gott--Geist als spirituelle, motivierende Seite.

vN -- Hmm. Lassen wir lieber die philosophischen Aspekte.⁴⁷ Da kann man alles argumentieren und endlos streiten. Deshalb habe ich ja auch die Mathematik immer vorgezogen. Da ist alles klar und präzise, wenn man nur erst verstanden hat. Kehren wir lieber wieder auf die Natur der Ewigkeit zurück, in der ich jetzt bin. Ich beginne, den Unterschied zur geschichtlichen Zeit zu verstehen. Aber es muß doch Entwicklung geben!? Sonst sieht das, was Sie mir erzählten, widersprüchlich aus: Ich lerne ja jetzt auch dazu!

G -- Das läßt sich nicht mehr in Sprache ausdrücken. Wo keine Zeit ist, ist auch keine Sprache. Nur pure Gegenwart -- Einsicht ohne Reflexion; das, was die Mystiker in manchen Momenten erleben. Nicht mehr mitteilbar, höchstens durch Andeutungen, die nur denen verständlich sind, die dasselbe schon erlebt haben.

vN -- Aber wir sprechen doch eben jetzt miteinander!?

G -- Sie sind jetzt in einer Zeitsimulation -- hervorgerufen durch Ihr großes Interesse an dieser Diskussion. Das bedingt eben diese Beschränkungen. Es ist nicht leicht, die Ewigkeit in Sprache zu fassen -- schwieriger als einem Laien mathematische Theorien verständlich zu erklären. Man muß daher alles Gesagte mit entsprechenden Vorbehalten interpretieren. Sobald die Zeit wegfällt, fallen auch diese Beschränkungen weg, und Sie werden lernen und verstehen. *(steht auf)* Bitte entschuldigen Sie mich für eine Weile. *(verläßt den Raum)*

vN *(Selbstgespräch mit Pausen)* -- Unter den Menschen hatte ich Mühe, welche zu finden, die meine Vision teilen und befruchten. Hier aber komme ich mir wieder vor wie ein wißbegieriger Schüler, der erst ganz am Anfang steht...

...wie vor langer Zeit, als ich als hochmotivierter Schüler zum ersten Mal Größe, Ausmaß und potentielle Bedeutung der Mathematik und der Naturwissenschaften ahnte...

...es hat mich ein Leben lang gekostet, die Wissenschaften zu meistern. Herrschen durch sich der Natur fügen, und sie so zu verstehen. Jetzt gilt es wieder dasselbe, aber auf einer anderen Ebene: Herrschen durch sich Gott fügen, und *ihn* so zu verstehen. Wie früher die Natur und die Wissenschaft...

...Gott ist ein hochinteressanter Partner...

G *(kehrt zurück)* -- John, ich habe gemerkt, was Du denkst. Denen, die mir offen und interessiert begegnen, biete ich gewöhnlich meine Freundschaft an. Sagen wir Du zueinander. Ich freue mich, einen neuen Freund gewonnen zu haben!

vN -- Danke, Gott. Ich bin gespannt auf unsere Freundschaft. *(beide schütteln sich herzlich die Hände. Dann führt Gott von Neumann an ein dunkles Fenster.)*

G -- Ich zeige dir jetzt einmal ein paar Dinge jenseits der Logik, nicht mehr in Sprache auszudrücken, wie du ja seit Wittgenstein weißt.⁴⁸ Aber mit den Augen der Liebe betrachtet...

vN -- ... faszinierend... wirklich faszinierend... *(Pause)* Ich hatte mir keine Vorstellung davon machen können, was es heißt, im Himmel zu sein.... *(Pause)* Viele meiner Kollegen auf Erden haben keine Ahnung von Deiner Welt, Gott. Warum offenbarst Du Dich ihnen nicht ebenso wie mir jetzt?

G -- Die Hindernisse sind in den Menschen selbst. Die Meisten sind zu eingenommen von ihrem beschränkten Standpunkt. Aber wer mich von ganzem Herzen sucht, wird mich finden. Das war schon immer so.⁴⁹ Es gibt viele Wegweiser für den, der sich ändern will, und nicht nur die begrenzte, logische Ebene benutzt. Ziele, Werte, die lassen sich nicht durch Akte der Logik finden. Erst wenn man sie hat, kann man mit Logik und Wissenschaft den besten Weg zu ergründen suchen, die Ziele zu erreichen und die Werte zu schaffen und zu respektieren. Du hast ja selbst gesehen, John, wie leicht es ist, die Wahrheit zu verfehlen, wenn die Voraussetzungen ungeeignet gewählt sind.⁵⁰ Und die meisten jagen besinnungslos Zielen nach, deren Wert oder Unwert zu beurteilen sie nicht einmal gelernt haben. Geld, Macht, Wissen, Erfolg, Ansehen... Aber ich freue mich sehr über jeden, dem die Augen aufgehen und der nach dem Grund der Schöpfung fragt, nach der Freundschaft mit mir.

vN -- Und die anderen, was ist mit denen?

G -- Ich gebrauche⁵¹ die Menschen nach ihren Fähigkeiten; die, die mich kennen und die, die mich nicht kennen. Mit beiden Sorten habe ich so meine Schwierigkeiten, wenn auch sehr unterschiedlicher Art. Oft ist es fast zum

⁴⁸Tractatus Logico-Philosophicus: "Wovon man nicht reden kann, darüber muß man schweigen."

⁴⁹Jeremia 29:13--14.

⁵⁰ spielt damit auf die Bellsche Ungleichung an.

⁵¹Römer 9:20--21 -- "Hat nicht ein Töpfer Macht über den Ton, aus demselben Klumpen ein Gefäß zu ehrenvollem und ein anderes zu nicht ehrenvollem Gebrauch zu machen?"

⁴⁷von Neumann ist offenbar unbefriedigt von der Antwort.

Verzweifeln... ⁵² (ist den Tränen nahe, faßt sich dann aber wieder) Entschuldigung. Aber wenn ich an die Menschen denke, könnte ich oft vor Schmerz heulen. Ich habe es ja vorher gewußt -- in einer begrenzten Schöpfung kann es ja nicht anders sein. Trotzdem, wenn man etwas wirklich liebt, wie ich meine Schöpfung -- und besonders die Menschen, denen ich ein Stück von mir selbst, die Fähigkeit zu Einsicht, Liebe und Weisheit, mitgegeben habe, -- dann tut es einem doch sehr weh, ihre Begrenztheit sehen und tragen zu müssen. Ohne die Menschen war das Universum eine rein technische Angelegenheit, wenn man so sagen will. Mit den Menschen wurde es zum Psychodrama. Die Menschen kosten mich viel Geduld -- manchmal wollte ich fast das ganze Projekt abbrechen und neu anfangen. Im kleineren Maßstab war das sogar der Fall... Zur Zeit Noahs vernichtete ich im vorderen Orient einen Großteil der Kultur, ⁵³ und später hätte ich es fast nochmal getan, wenn mir nicht Mose klargemacht hätte, wie sehr das meinem Ruf schadet. ⁵⁴ Ich hatte ja Noah versprochen, ⁵⁵ vor dem Ende meiner Schöpfung keine großräumige Vernichtung mehr zu veranlassen... (Pause)

Allerdings kümmert mich mein Ruf an sich wenig; wirkliches Vertrauen haben mir ja immer nur wenige geschenkt. Ich gelte sowieso bei vielen als unbeständig. Die Leute ahnen ja nicht, wie schwierig es ist, unter den Umständen, die meine Schöpfung rein physikalisch charakterisieren, eine Zivilisation wachsen zu lassen und zu erhalten. Und wie viele Entscheidungen da getroffen werden müssen, die den Wünschen der Einzelnen -- so sehr mir diese Wünsche am Herzen liegen, wenn sie gut sind -- zuwiderlaufen müssen, damit das Ganze Bestand hat. Wären die weisesten Politiker aller Zeiten an meiner Stelle, sie hätten alles in Kürze ruiniert -- von den heutigen Politikern, die nur ihre kurzfristigen Interessen im Auge haben, ganz zu schweigen.

(räuspert sich) Na ja. Mit den Schwierigkeiten, mit selbstgeschaffenen Geschöpfen beschränkter Einsicht zu kommunizieren, wird die Menschheit in Kürze auch konfrontiert werden. John, du hast ja mit deinen Untersuchungen mit die Grundlage dafür gelegt. Deine Vision, was 'Computer' betrifft, wird allerdings von der Wirklichkeit in wenigen Jahrzehnten weit übertroffen sein. Doch darüber reden wir ein anderes Mal....



Prof. Dr. Arnold Neumaier lehrt an der Fakultät für Mathematik der Universität Wien. Er arbeitet auf den Gebieten Globale Optimierung, Numerische Analyse, Statistik, Kombinatorik und math. Modelle der Biologie.

Bücher:

Ch. Jermann, A. Neumaier and D. Sam (eds.), *Global Optimization and Constraint Satisfaction*, *Lecture Notes in Computer Science*

3478, Springer-Verlag, Berlin 2005. Springer-Verlag, Berlin 2005. 193 pp. ISBN 3-540-26003-X,

Ch. Bliet, Ch. Jermann and A. Neumaier (eds.), *Global Optimization and Constraint Satisfaction* *Lecture Notes in Computer Science* 2861

Springer-Verlag, Berlin 2003

238 pp. ISBN 3-540-20463-6

A. Neumaier : *Introduction to Numerical Analysis* Cambridge Univ. Press, Cambridge 2001 356 pp.

ISBN-0-521-333237 (hardback), ISBN 0-521-336104 (paperback)

A. Neumaier: *Interval Methods for Systems of Equations* *Encyclopedia of Mathematics and its Applications* 37, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1990 , 255 pp.

A.E. Brouwer, A.M. Cohen, and A. Neumaier

Distance-Regular Graphs, *Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete*, 3. Folge, Band 18

Springer Verlag, Berlin 1989, 495 pp.

A. Neumaier ist zudem Verfasser zahlreicher Fachartikel.

⁵² Passend zur Aussage von Genesis 1:26, daß der Mensch Gottes Eigenschaften abbildet, erscheint uns Gott, wenn er in menschlichen Angelegenheiten aktiv wird, emotional engagiert. Wie weit das seinem eigentlichen Zustand entspricht, entzieht sich der menschlichen Neugier.

⁵³ vgl. Genesis 7.

⁵⁴ Genesis 32:10--14.

⁵⁵ Genesis 9:11.