

1 Die zehn Computerplagen

Denken ist Rechnen.

Thomas Hobbes

Was hat man uns nicht alles versprochen! Erst das mechanische Gehirn, dann die Denkmaschine, das Elektronengehirn, den intelligenten Agenten, den autonomen Roboter ... Ein Genie im Blechkleid, ein besserer, weil klügerer und vernünftigerer Maschinenmensch! Und dann das: der PC, der »persönliche Computer«, so unpersönlich wie noch etwas. Ein stur-schneller Rechenknecht, ein verblödetes Genie, der ultimative Bürokrat und Schreibtischtäter. Soll das alles gewesen sein? Wer wie ich die Hoffnung noch nicht aufgegeben hat, dass es noch einen ganz anderen Computer nach diesem Computer geben könnte, der muss zunächst weit zurück in die Geschichte dieser Maschine gehen, zurück zu den Anfängen jener Sackgasse, in die wir offenbar geraten sind.

Die Entwicklung des Computers begann just in dem Augenblick, als Menschen abstrakte Denkopoperationen mit symbolischen körperlichen Operationen verknüpften, etwa indem sie mit Hilfe ihrer Finger zu zählen begannen. Die Denkopoperation des Zählens erhielt eine erste Verkörperung. Von da an war es nicht mehr weit bis zum Traum von einer Maschine, die selbständig zählen, rechnen und schließlich »denken« konnte. Doch erst seit etwas über 70 Jahren ist dieser Traum in scheinbar greifbare Nähe gerückt, und seither versprechen uns Computerindustrie, Wissenschaftler und Programmierer eine »Denkmaschine« mit »künstlicher Intelligenz« (KI), anpassungs- und lernfähig, im menschlichen Sinne intelligent, ja sogar mit eigenem Bewusstsein ausgestattet. Zukunftsmaschinen, die uns je nach Sichtweise des Betrachters mal zu superintelligenten Übermensch, mal zu entmündigten Robotersklaven befördern werden. Die Phantasien von Künstlern und Wissenschaftlern wetteifern und kooperieren bei diesem Projekt: HAL 9000, der intelligente Computer aus dem Science-Fiction-Klassiker »2001 – Odyssee im Weltraum«, war ein gemeinsames Kind von Regisseur Stanley Kubrick, Drehbuchautor Arthur C. Clarke und dem Computerwissenschaftler und KI-Pionier Marvin Minsky vom renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT), der dem Filmteam als Berater angehörte. HAL konnte nicht nur Schach spielen und Lippen lesen, er konnte auch selbständig Entscheidungen treffen und sich rational wie

emotional an seine Umwelt, einschließlich seiner menschlichen Teamkollegen, anpassen. HAL sollte – davon waren seine Erfinder fest überzeugt – bis zum Ende des 20. Jahrhunderts technisch realisierbar sein. Doch stattdessen ging HAL als erste paranoide Maschine in die Kulturgeschichte ein. Und auch der Computeralltag zu Beginn des 21. Jahrhunderts trägt noch paranoide Züge:

Anstatt mühelos mit intelligenten und anpassungsfähigen Maschinen zu interagieren, schlagen wir uns mit chronisch instabilen Systemen herum, deren Prozessoren zwar immer schneller und komplexer werden, deren Grundfunktionen sich in den letzten 30 Jahren aber kaum erweitert haben, sieht man von grafischen und multimedialen Fähigkeiten ab. Stattdessen fressen immer aufgeblähtere Softwareanwendungen immer mehr teuren Speicher sowie immer aufwendigere und stromhungrigere Prozessorenleistung. Und dies in immer kürzeren und damit auch die Budgets immer stärker belastenden Abständen. Der »intelligente« Computer, der selbständig auch unklar definierte Aufgaben lösen und sich an unbekannte Umwelten (zu denen vor allem der Benutzer selbst zählt) anpassen könnte, ist zwar noch immer nirgendwo in Sicht, wird aber unverdrossen für die jeweils nächsten zwanzig Jahre angekündigt. Liest man die internen Berichte und Studien jedoch genauer, dann bewegt sich die Computerbranche auf eine Wand zu: Diese Grenze, im Jargon der IT-Spezialisten die »rote Backsteinwand«, scheint Konsequenz eines Gesetzes abnehmender Effizienz zu sein, nach dem immer geringere Zuwächse an Softwarefunktionalität exponentiell wachsenden physischen Aufwand (an Hardware und Energie) erfordern. Man könnte auch von einem »Gates-Moore-Effekt« sprechen, denn er lässt sich als virtueller Dialog zwischen den beiden Marktführern Intel (Prozessoren) und Microsoft (Software) darstellen. Die Namensgeber dieses Effekts sind Gordon Moore (Intel), dessen »Gesetz« von der Verdopplung der Transistorenanzahl auf einem Prozessor alle 18 Monate (»Moore's Gesetz«) immer noch in Kraft zu sein scheint, sowie Bill Gates, der Microsoft-Gründer, dessen Software etwa im selben Rhythmus jeweils kleine Verbesserungen anbietet und damit die Kapazität der Prozessoren auslastet (siehe das Kapitel »Moore's Fluch«).

Der Traum vom intelligenten Computer und Roboter ist die aktuelle Version des archaischen Menschheitstraums von der »Belebung« der Maschine und im Grunde so alt wie die Zivilisationen selbst, in deren Schöpfungsmythen er bereits in unterschiedlichster Form auftaucht: Die Erschaffung der Welt und des Menschen war nicht nur ein magischer, sondern auch ein technischer Akt, den man sich nur auf Grundlage der jeweils bekannten Technologie vorstellen konnte: Im östlichen Mittelmeerraum etwa war dies die Töpferkunst. Der Mensch wurde als belebtes Abbild der Götter verstanden, sozusagen als »Roboter Gottes«, dessen Schöpfungsakt zu wiederholen ihm wiederum als »Imitatio Dei« auferlegt ist. Durch die Moderne spukt der künstliche Mensch in den Homunkuli der Alchemisten ebenso wie in den

mechanischen Automaten in Barock und Rokoko³ und seit Leibniz auch wissenschaftlich reflektiert. Den Sprung zur lange antizipierten Denkmachine wagt Charles Babbage am Ende des 19. Jahrhunderts mit den ersten mechanischen Computern »Difference Engine« und »Analytical Engine«, die jedoch angesichts ihrer mechanischen Komplikation (und der damit verbundenen Kosten) nicht fertig gebaut wurden. Aus diesen ersten »Mechanical Brains« wurde dann Mitte des 20. Jahrhunderts das »Electronic Brain«, das mal als »lernfähiger«, mal als »anpassungsfähiger« oder gar »intelligenter« Computer vorgestellt wurde. Wie alle seine Vorgänger setzte er gewaltige Wunschphantasien frei – von der Befreiung der Menschheit von der physischen Arbeit bis zur Erlösung aus dem mechanischen Denken –, aber auch Angstphantasien einer Zukunft, die von überlegenen Robotern beherrscht wird und die »uns nicht mehr braucht« (Bill Joy).

Zwischen den Versprechungen und Ängsten einerseits und den »real existierenden« Computern andererseits klaffen jedoch Welten. Schon der Begriff »Intelligenz« ist ebenso umstritten wie ungeklärt. Was ist das? Hat Intelligenz mit der Fähigkeit zu tun, sehr schnelle und sehr viele Rechenoperationen möglichst gleichzeitig zu erledigen? Dann wäre schon jeder bessere Taschenrechner intelligent. Oder hat Intelligenz vielmehr mit der Fähigkeit zur Differenzierung zu tun, die es ermöglicht, sich in unbekanntem und veränderlichen Umwelten zu orientieren? Dann wäre bisher kein Computer auch nur im geringsten Maße intelligent.

Selbst die radikalsten Protagonisten der »Künstlichen Intelligenz« geben heute zu, dass wir in diesem Sinne noch keineswegs bei intelligenten Maschinen angelangt sind. Noch fehlt der »Saft« (wie es Rodney Brooks, der Direktor des Artificial Intelligence Lab am MIT nennt), der den »intelligenten« Computer qualitativ vom heutigen Schnellrechner trennt. In Abwesenheit dieses »Safts« stellt sich die gesamte derzeitige Computertechnik vom Smartphone und PC bis zu den Großrechnern der Militärs und der Klimaforscher als im Grunde recht kümmerlich dar. Wenn wir im Weiteren gelegentlich die Abwesenheit von Intelligenz als »Dummheit« bezeichnen, sollen damit keineswegs die unbestrittenen Fähigkeiten der heutigen Computer und vor allem ihrer Konstrukteure und Programmierer in Frage gestellt oder herabgewürdigt werden: Was immer man den Maschinen in eindeutiger Anweisung zu berechnen vorgibt (und in diesen Vorgaben liegt heute vor allem die Intelligenz), erledigen sie (meist) in unvergleichlicher Schnelligkeit, Präzision und Zuverlässigkeit. Das Problem liegt eher in der Frage, welche Art von »Dialog« sie führen können, und ob wir uns damit begnügen sollen, dass sie noch immer keine echten Fragen beantworten, sondern nur Rechenaufgaben lösen können. Jemanden, der stumm und folgsam seine Anweisungen zu befolgen hat, ohne

3) Siehe Wood, 2002

eigene Entscheidungen zu fällen, nannte man früher einen »Knecht«. In diesem Sinn sind unsere Computer dumme, aber fleißige und überaus pedantische »Rechenknechte«. Ob sie tatsächlich mehr sein können, das ist die entscheidende Frage, von deren Beantwortung das Wohl und Wehe nicht nur der Computerbranche abhängt, sondern auch das vieler anderer Industrien und gesellschaftlicher Bereiche, in denen Computer eingesetzt werden und die zunehmend auf deren Fähigkeiten angewiesen sind.

Eine Welt mit absehbar 10 Milliarden Menschen ist ein ungeheuer komplexes zusammenhängendes System, in dem nicht nur alle Ressourcen knapp zu werden drohen oder es bereits geworden sind, sondern in dem 10 Milliarden hochintelligente und mit jeweils einzigartigem Selbstbewusstsein ausgestattete Individuen miteinander kommunizieren, konkurrieren und kooperieren, sich bewegen und sich niederlassen, ihre individuelle Freiheit realisieren und gleichzeitig soziale Gerechtigkeit erfahren möchten. Sie wollen ihre natürliche Umwelt erhalten, aber sie auch ausbeuten. Wir wollen unsere persönlichen Lebensverhältnisse möglichst rasch verbessern und möglichst dauerhaft absichern. Wir wollen vieles, was gegenseitig in Widerspruch geraten kann. Und dabei müssen wir permanent Entscheidungen treffen, deren Folgen wir nicht wirklich abschätzen können, da sie oft erst nach Jahren oder Jahrzehnten und an ganz anderer Stelle und in anderen Zusammenhängen sichtbar werden und auch nicht auf einzelne Ursachen reduzierbar sind. Gerade weil wir so viele sind und unsere individuelle wie soziale Wirksamkeit durch Technik so gewaltig verstärkt wird, wirken sich schon kleine lokale Entscheidungen auch in größeren, ja globalen Zusammenhängen aus. Nur mit Hilfe von Computern haben wir überhaupt eine Chance, solche komplexen Zusammenhänge simulieren und besser verstehen zu können. Doch dazu brauchen wir Computer, die komplexe Systeme abbilden und simulieren können. In anderen Worten: Dazu braucht es völlig andere Computer als die heutigen.

Die IT-(Informations-Technologie-)Industrie geriet mit Beginn des neuen Jahrtausends in eine tiefe Krise. Man könnte sie als zyklisch bedingtes Platzen einer Spekulationsblase abtun – immerhin fielen die Aktienkurse der Helden der »Neuen Ökonomie« rund um Internet und Computer um bis zu 90 Prozent, sofern die Firmen überhaupt überlebten. Aber hinter dieser Krise der Spekulation steht eine noch viel tiefere Krise der Computertechnologie selbst. Keine andere Industrie könnte es sich heute erlauben, solch instabile und fehlerhafte Produkte zu verkaufen wie die Software-Industrie. Wer würde schon ein Auto kaufen, das bereits auf dem Weg vom Händler alle paar Kilometer stehen bleibt und eine Meldung anzeigt, man möge aus irgendwelchen unverständlichen Gründen bitte den Wagen neu starten? Wer würde eine Waschmaschine kaufen, die alle zwei Jahre ersetzt werden muss, um das neue Waschmittel verwenden zu können? Wo sonst würde ein Kunde Hunderte oder sogar Tausende Euros für ein Produkt bezahlen, das so unzuverlässig arbeitet wie ein

Computer? »Eigentlich sollte es funktionieren«, lautet der Leitsatz dieser Branche, den man immer dann von ratlosen Fachleuten zu hören bekommt, wenn wieder einmal nichts funktioniert.

Wie ist es vorstellbar, dass Heerscharen von Entwicklern, Ingenieuren, Wissenschaftlern und Programmierern über 50 Jahre lang geforscht, experimentiert und entwickelt haben, und am Ende stehen Computer mit gigantischer Rechengeschwindigkeit, Leistung und Kompliziertheit da, die weder in der Lage sind, sich nach einem ihrer zahlreichen Abstürze selbst zu reparieren, noch die Anpassungsfähigkeit einer Heuschrecke mit einem Gehirn mit wenigen Tausend Neuronen erreichen? Müssen da nicht die Grundlagen dieser Technologie, ihre Paradigmen, hinterfragt werden?

Der durchschnittliche, mehr oder weniger sachkundige Computernutzer stellt sich zunächst viel näher liegende, praktische Fragen wie etwa:

- Warum ist mein Computer so stur, starsinnig und unflexibel?
- Warum stellt er sich beim Lösen auch einfacher Aufgaben oft so dumm an?
- Warum ist es so schwierig und umständlich zu finden, wonach ich suche?
- Warum kann mein Computer eine gestellte Aufgabe nicht automatisch lösen, etwa indem er selbst ein Programm dazu schreibt?
- Warum kann er sich nicht an mich anpassen und lernen, was ich tue und wie?
- Warum kann mein Computer sich nicht selbst reparieren?
- Warum sind die vielen Standards, Programme und Datenformate nicht in der Lage, miteinander zu kommunizieren?
- Warum stürzt mein Computer so oft ab und nimmt meine Arbeit mit ins Grab?
- Warum ist diese Kiste so groß, so kurzlebig und deshalb unterm Strich so teuer für das wenige, das sie kann?

Diese Fragen verweisen auf fundamentale, prinzipielle und strukturelle Probleme, die wie die zehn biblischen Plagen nicht nur dem durchschnittlichen PC-Benutzer zusetzen, sondern mindestens ebenso sehr den Nutzern industrieller und wissenschaftlicher Großrechner.

Die erste Plage:

Computer sind starsinnig

Starsinnig nennen wir jemanden, der nicht in der Lage oder willens ist, von einem einmal festgelegten Denkfad abzuweichen. Er scheint einem festen »Programm« zu folgen, das er mechanisch abspult. Genau dies tun Computer. Intelligenz ist, wenn man sein »Programm« je nach Situation wechseln, sich also auf neue Umstände einstellen kann. Wenn es drauf ankommt sogar dadurch, dass man ein ganz neues Programm entwickelt, um sich einer völlig

neuen Situation anzupassen. Computer können weder von sich aus das Programm wechseln noch gar ein neues schreiben. Ihr »Denken« ist als linearer Ablauf von Operationen fest vorprogrammiert. Nur was im Programm steht, können sie ausführen. Biologische Intelligenz beschreibt dagegen so etwas wie die »Überlebenskompetenz« eines Lebewesens. Sie ist an das Überlebensinteresse des Organismus gebunden, sie ist »verkörpert«. Maschinen besitzen zwar ebenfalls physische »Körper«, aber keine lebenden, und haben deshalb auch kein eigenes Überlebensinteresse. Sie können höchstens, definiert durch ihren externen Konstrukteur oder Programmierer, äußerliche Verhaltensmerkmale eines solchen Interesses simulieren. Daher sollten wir grundsätzlich auch keine Intelligenz im biologischen Sinne von ihnen erwarten, sondern lediglich die Simulation von denkähnlichen Operationen.

Die zweite Plage: Computer sind dumm

Dummheit gilt allgemein als mangelnde Denkfähigkeit. Denken ermöglicht uns, im praktischen Leben differenzierte Unterscheidungen zu treffen, flexibel – also anpassungsfähig – auf unsere Umwelt zu reagieren und möglichst schnell Lösungen für beliebige auftretende Probleme zu finden, etwa indem wir bewährte Lösungen aus einem Kontext in einem anderen vergleichbaren Kontext anwenden. Denken bedient sich zweier völlig unterschiedlicher, aber sich gegenseitig ergänzender und bedingender Methoden, die wir gemeinhin als »Intuition« und »Rationalität« bezeichnen: Intuition ermöglicht uns, unmittelbar Zusammenhänge zu erfassen und aus dem richtigen Kontext heraus Hypothesen zu formulieren, aus denen das rationale Denken dann logische Schritte ableiten kann. Heutige Computer beherrschen nur den zweiten Teil, die logische Ableitung aus festgelegten Prinzipien. Das intuitive Erkennen von Zusammenhängen und anwendbaren Prinzipien ist ihnen bisher nicht zugänglich. Damit fehlt ihnen aber ein entscheidender, unbedingt notwendiger Teil zur Denkfähigkeit.

Die dritte Plage: Computer sind intransparent

Auf die Frage, was Computer eigentlich tun, werden die meisten antworten: »Sie verarbeiten Daten«, denn was uns interessiert, sind die Daten, die der Computer am Ende seiner Berechnungen ausspuckt. Doch bei genauerem Hinsehen interessiert uns eigentlich etwas ganz anderes: Die Daten »Paul Müller«, »56« und »Hauptstraße« sind jeweils für sich genommen relativ bedeutungslos. Erst in Beziehung gesetzt, etwa als »Paul Müller, Hauptstraße 56«, werden sie zu einer bedeutungsvollen Aussage. Entscheidend sind also nicht nur die Daten, sondern ihre Beziehungen oder Relationen zueinander. Fakten

allein sind bedeutungslos. Erst wenn sie untereinander in Beziehung treten, entstehen Zusammenhang und Bedeutung. Im Zentrum der heutigen Softwaretechnik steht jedoch weniger die Verarbeitung von Relationen, sondern die Speicherung von Daten: Computer sind heute in erster Linie Maschinen zur Aufzeichnung, Speicherung, Verwaltung und Verarbeitung von Daten. Ihre Operationen ermöglichen zwar den Zugang zu Daten, die wiederum Operationen auslösen. Doch dieser Zugang erfolgt im Rahmen einer geschlossenen, intransparenten hierarchischen Architektur, die uns als »Dateisystem« entgegentritt wie das Archiv einer mittleren Bürokratie. Und nur mit der Haltung eines sturen und ordnungsliebenden Bürokraten oder Bibliothekars können wir dort auch unsere Daten wiederfinden und bearbeiten.

Daten sind als Dokumente oder Dateien in hierarchisch geordneten Verzeichnissen und Unterverzeichnissen abgelegt, die ihren Inhalt wie undurchsichtige Container verbergen. Was in einem dieser Container (etwa einem Ordner) abgelegt ist, bleibt unsichtbar, bis er geöffnet wird – wie ein Satz russischer Matroschka-Puppen. Auch der Ordner selbst bleibt unsichtbar, solange der übergeordnete Verzeichnis- oder Unterverzeichnis-Container, in dem er sich befindet, nicht geöffnet ist. (»Geöffnet« heißt hier das Aktivieren des jeweiligen Inhalts dadurch, dass er in den Arbeitsspeicher des Computers »geladen« wird.) Je umfangreicher und verzweigter die Ordnungshierarchie ist, desto schwieriger wird es, das Gesuchte zu finden. Dazu muss man nämlich die ganze Ordnungsstruktur kennen, also im Voraus wissen, in welcher Verzweigung des Baums das gesuchte Dokument abgelegt ist. Im schlimmsten Fall muss die gesamte Festplatte durchsucht werden – was recht langwierig sein kann.

Die vierte Plage:

Computer tun sich schwer mit der Automatisierung von Prozessen

Automatisierung ist ein Prozess, der entweder vordefinierte Schritte zum Erreichen eines Ziels ausführt oder aber, was natürlich noch besser wäre, weitgehend selbständig die notwendigen Schritte zu einem gesetzten Ziel bestimmt. Unsere heutigen Computer tun sich schon im ersten Fall schwer genug, der zweite liegt derzeit so gut wie völlig außer Reichweite. Dazu müsste der Computer ständig und selbständig seine letzten Schritte in Bezug zum Ziel reflektieren und seine nächsten Schritte neu definieren können, abhängig davon, welche Zwischenergebnisse er erreicht hat und welche Umweltbedingungen oder andere Variablen sich geändert haben. Eine solche ständige Neudefinition erfordert eine hohe Flexibilität, die unsere Computer aber strukturell nicht aufweisen und die zudem aufgrund des hohen rechnerischen Aufwands zu teuer käme. Unsere gegenwärtigen Softwaresysteme sind im Prinzip sequentiell und hierarchisch determiniert, d.h., automatische Abläufe müssen im Voraus in jedem Schritt durch den Programmierer oder Benutzer definiert

sein. Um Probleme mit heutigen Computern automatisch lösen zu können, muss man also zunächst das Problem verstehen und alle Lösungsschritte kennen, um diese dann in ein Programm mit eindeutigen Instruktionen und Abläufen übersetzen zu können.

Die fünfte Plage:

Computer sind nicht anpassungs- und lernfähig

»Benutzerfreundlichkeit« ist ein Modebegriff in der Computerbranche geworden, der an George Orwells »Newspeak« erinnert: Er suggeriert, dass mit Hilfe einiger bunter Fenster und einer mit unzähligen Symbolen verzierten Bildschirmoberfläche, die circa ein Drittel der Arbeitsfläche in Anspruch nehmen (und uns dadurch freundlicherweise zwingen, immer größere Monitore zu kaufen), der Computer »freundlich« im Sinne von leicht bedienbar sei oder sich sogar an mich, den individuellen Nutzer, anpassen könne. In Wahrheit jedoch dient all dieser Speicher und Platz verschlingende Grafikaufwand in erster Linie zur Verschleierung der Tatsache, dass von Anpassung oder Lernfähigkeit überhaupt keine Rede sein kann. Da der Computer durch seine geschlossene Softwarearchitektur prinzipiell unflexibel ist, muss für jedes Programm ein Standardnutzer, der »Common User«, als Einheitsmodell zugrunde gelegt werden. Auch dieser Standardnutzer muss, schließlich handelt es sich bei seinen Äußerungen (per Tastatur oder Maus) um »Input«, exakt im Voraus definiert sein. Im Rahmen dieser Vorgabe kann er dann in geringem Umfang seinen »Desktop« selbst gestalten, solange er nicht in die Logik des Programms eingreift. Diese »Personalisierung« soll es ihm leichter machen, *sich* an das Programm anzupassen, und ihm gleichzeitig vorspiegeln, es sei umgekehrt. Der »*personal*« Computer ist im Grunde immer noch eine zutiefst unpersönliche Maschine, dem seine Schöpfer nur notdürftig eine Maske der »Anpassungsfähigkeit« angeschminkt haben.

Dagegen wünschen wir uns eigentlich einen Computer, der im Umgang mit uns allmählich unsere eigenen, ganz persönlichen und individuellen Gewohnheiten lernt, etwa indem er alle unsere Interventionen, Präferenzen und Idiosynkrasien im Umgang mit ihm (per Tastatur und Maus) als persönliche Muster registriert, analysiert und in »passende« eigene Reaktionen umsetzt. Und zwar völlig unsichtbar, im Hintergrund, ohne große Abfrageprozeduren. Der Unterschied zum heutigen statistisch ermittelten »Common User« läge vor allem darin, dass solche Muster nicht von vornherein und unveränderbar festliegen müssen, sondern plastisch sind und sich laufend verändern, sodass der Computer sich im Lauf der Zeit zu einer ganz persönlichen Maschine als Erweiterung der »Logik« ihres individuellen Benutzers entwickelt. Erst dann wäre der Begriff »Personal Computer« wirklich gerechtfertigt. Doch dazu müssten Computer lernfähig sein und sich anpassen können.

Die sechste Plage:

Computer können nicht ihre eigene Software schreiben

Als Bill Gates vor einigen Jahren von Journalisten des amerikanischen Business-Magazins »Red Herring« gefragt wurde, was er denn tun würde, wenn er nochmals ganz neu beginnen könnte, gab er eine eigentümliche Antwort: »Es hat mit einer neuen Art des Verständnisses von Computern zu tun. Ich meine, warum können Computer eigentlich keine Software schreiben?«⁴ In der Tat, wenn Computer tatsächlich so »intelligent« wären, wie ihre Hersteller gern behaupten, dann sollten sie eigentlich in der Lage sein, ihre eigene Software zu schreiben, angefangen damit, dass sie sich selbst konfigurieren, wenn sie mit einem neuen Peripheriegerät – etwa einem Drucker – konfrontiert werden. »Plug and Play« simuliert zumindest diese Fähigkeit und ist damit immerhin ein bescheidener Anfang, aber das eigentliche Problem liegt woanders. Computer, die ihre eigene Software schreiben, müssen sich zunächst selbst beobachten können, d.h., sie müssten ihre eigenen Operationen, Funktionen, Daten und Strukturen reflektieren können. Auch dazu müssten sie wieder aus dem logischen Bereich dieser Operationen, Funktionen, Daten und Strukturen heraustreten können, also eine quasi externe Beobachterperspektive als Metaebene einnehmen. Warum sie gerade dies heute nicht können, wird uns im Weiteren immer wieder beschäftigen.

Die siebte Plage:

Computer sind nicht kompatibel

Je rigider und anpassungsunfähiger ein System gegenüber seinem Nutzer ist, desto inkompatibler ist es auch mit anderen Systemen, besonders dann, wenn diese verschieden, aber ebenso rigide sind. Der Grund, warum wir dennoch mit den heutigen Computern halbwegs zufriedenstellend umgehen können, liegt weniger an den Maschinen, sondern an uns selbst: *Wir* sind der anpassungs- und lernfähige Teil der Partnerschaft. Selbst wenn wir als durchschnittliche Nutzer keine Ahnung von der Technik oder verschiedenen Programmen haben, können wir dennoch in relativ kurzer Zeit lernen, damit umzugehen. Computer selbst können nur mit Daten, Programmen und anderen Maschinen kommunizieren, wenn ihre Schnittstellen exakt aufeinander abgestimmt sind, sie also im Vorhinein die Sprache (»Protokolle«) der anderen kennen.

Obwohl in der Kommunikation mit und zwischen Computern ausschließlich formale Universalsprachen (Programmiersprachen) in einheitlicher Binärschrift benutzt werden, verstehen sich doch unterschiedliche Betriebssysteme, Programme oder selbst unterschiedliche Versionen derselben Programme nicht von allein. Windows-, Apple- oder Linux-Computer leben jeweils in eigenen Welten.

4) *Red Herring*, September 2000

Als die modernen Computer in den 40er Jahren erfunden wurden, nannte man sie »universelle Rechenmaschinen«, da sie alle Arten von Rechenaufgaben auf derselben Maschine erledigen sollten. Aber was dann kam, waren Maschinen, die ihre Berechnungen nur innerhalb von isolierten Programmen erledigen konnten und nicht in der Lage waren, Daten nahtlos von einem Programm in ein anderes zu übernehmen. Heute befinden sich unsere Daten in der babylonischen Gefangenschaft der jeweiligen Betriebssysteme und programmspezifischen Datenformate. Die Hersteller überbieten sich darin, immer neue inkompatible Formate zu entwickeln, nicht zuletzt, weil diese babylonische Gefangenschaft den Kunden dauerhaft an sie bindet.

Die achte Plage: Computer sind zunehmend instabil

Computer strukturieren ihre internen Programme und Daten hierarchisch. Dadurch entstehen komplizierte Baumstrukturen mit oft Tausenden von Schichten, die ein Maß für die Tiefe der Struktur, aber auch für den Grad ihrer Komplikation bilden. Die Navigation in diesen Strukturen ist umständlich. Abkürzungen sind nur möglich, wenn sie vom Programmierer festgelegt wurden, und dann auch nur von einem bestimmten Punkt zu einem anderen. Da viele Prozesse gleichzeitig ablaufen und aufeinander warten müssen, können kleine Programmierfehler oder unglückliche Mausbewegungen dazu führen, dass das Programm in eine Endlosschleife fällt oder ein Prozess vergeblich auf den Abschluss eines anderen wartet. Dann »friert« das Programm ein oder der Rechner »stürzt ab«. Je mehr Prozesse gleichzeitig ablaufen oder voneinander abhängig sind, je tiefer und verzweigter die Hierarchien und der Komplikationsgrad des Systems und schließlich je mehr Abkürzungen eingebaut wurden, desto instabiler wird der Rechner. Dazu kommt, dass Programme heute oft Millionen Zeilen von Code abarbeiten müssen. Jeder Code hat Fehler, denn durch die kurzen Produktzyklen ist ein gründliches Austesten und »Debugging« der immer umfangreicheren Software schlicht unmöglich. Dazu kommt noch, dass Software oft Jahrzehnte alten Code mitschleppt, dessen Autoren längst die Firma verlassen haben, der meist schlecht oder gar nicht mehr dokumentiert ist und den deshalb auch niemand so richtig versteht. Aus Furcht, ungewollte Konsequenzen auszulösen, wird er einfach im Programm gelassen und bildet ein weiteres potentielles Element der Instabilität.

Die neunte Plage: Computer sind zunehmend ineffizient

Der Rechenaufwand der Softwarefunktionen (als Anforderung an die Hardware) wie auch der Umfang der Software haben, zumindest bei den Betriebssystemen, die Tendenz, mit jeder neuen Generation in einer exponentiellen

Kurve anzusteigen, auch wenn der jeweilige Zuwachs an Funktionen nur linear oder sogar in abflachender Kurve steigt. Das bedeutet nichts weniger, als dass je neuer Funktion exponentiell mehr Rechenleistung benötigt wird. Die Effizienz der Berechnung geht dabei zurück. Dasselbe gilt für die energetische Effizienz, denn der Anstieg des Energieverbrauchs verläuft gegenwärtig ebenfalls exponentiell. Damit läuft die heutige Computertechnologie gleich in eine doppelte Sackgasse und erweist sich prinzipiell als nicht skalierbar.

Die zehnte Plage:

Computer sind im Verhältnis zu ihrer Leistung immer noch zu groß und zu teuer

Diese letzte Plage ergibt sich als logische Konsequenz aus den vorhergehenden: Die Computerbranche hat sich offenbar auf ein Geschäftsmodell geeinigt, das die Preise der Rechner relativ stabil belässt und stattdessen lieber die Kunden zwingt, alle zwei bis drei Jahre einen neuen, noch schnelleren und mit noch mehr Speicher ausgestatteten Rechner zu kaufen, damit die ebenfalls in diesem Rhythmus aufgebesserten Softwareprogramme überhaupt lauffähig bleiben. Den Schaden hat der Käufer: Professionell eingesetzte Rechner sind heute kaum noch steuerlich über ihre Lebenszeit abschreibungsfähig, bevor sie durch neue ersetzt werden müssen, zumindest dann, wenn die jeweils neuesten Softwareversionen benötigt werden. Die stets versprochene Aufrüstmöglichkeit des alten Computers scheitert in der Regel daran, dass auch die benötigte Infrastruktur des Rechners schnell veraltet: Neue Prozessoren passen plötzlich nicht mehr auf die alten Sockel, die Anschlüsse der Grafik-Einsteckkarten haben sich verändert, Speicherchips wechseln ihre Taktfrequenz, und wer resignierend gleich die ganze Hauptplatine auswechseln möchte, erfährt, dass auch die alten Netzgeräte zu schwach geworden sind für die neue stromhungrigere Generation.

Die Aufrüstbarkeit als zentrales Argument für den Verkauf der immer noch viel zu großen Kisten (jeder Laptop-Computer leistet annähernd dasselbe in nur circa einem Zwanzigstel des Volumens) erweist sich als Mythos, aber auch als Goldesel für einen Industriezweig, der trotz aller Automatisierung der Chipherstellung oder der Platinenbestückung am Ende oft immer noch in vorindustriellen handwerklichen Strukturen »Kisten schraubt«. Transport und Verschrottung dieser Kisten, aber auch ihre Platzierung auf oder unter den Schreibtischen ist verschwenderisch und teuer. Vom berüchtigten Kabelsalat gar nicht zu reden, der trotz gegenteiliger Behauptungen weiterhin unvermeidbar ist. Die gesamte Computertechnik einschließlich der modernsten PCs der neuen Generation mit Geschwindigkeiten von über drei Gigahertz könnte bei konsequenter Integration samt Festplatte ohne weiteres in ein Gehäuse von der Größe einer VHS-Kassette passen. Bei noch konsequenterer Miniaturisierung und durchschnittlich benötigter Leistung (z.B. für Büroanwendungen in einer Netzwerkumgebung) wäre die Größe eines Mobiltelefons durchaus aus-

reichend, eine Festplatte würde hier nicht einmal benötigt, es reichte eine winzige Speicherkarte.

»Es scheint ein umgekehrtes Moore'sches Gesetz für Software zu herrschen: Während Prozessoren schneller und Speicher billiger werden, wird die Software entsprechend langsamer und aufgeblähter und nimmt damit alle verfügbaren Ressourcen in Beschlag. (...) Was ist da falsch gelaufen?«

Nicht ein gebeutelter Computerlaie stellt diese verzweifelte Frage, sondern der Virtual-Reality-Pionier und ausgewiesene Software-Experte Jaron Lanier. Die Antwort ist nicht allein in der Technik zu finden, sondern sie erfordert Ausflüge in die Geschichte, die Philosophie und sogar die Biologie.