

AUTONOMIC COMPUTING:

IBM's Perspective on the State of Information Technology

Mit dem Thema „Autonomic Computing“ wird man sich mehr und mehr beschäftigen müssen. Es ist ein Thema, das für Techniker, für Kaufleute und letztendlich für die Betreiber großer Computersysteme zukünftig sehr wichtig werden wird. Es ist also ein IT Thema, das mit großen Interesse verfolgt werden sollte, auch auf Grund von Folgeentwicklungen. Denn auf der Basis von „Autonomic Computing“ Rechnersystemen lassen sich verbunden mit der Internet-Evolution Techniken wie GRID oder „e-Business on demand“ realisieren, die die DV-Welt komplett verändern können.

Dieser Artikel beschreibt, was heute schon machbar ist und was wir in der Zukunft von den „Autonomic Computern“ noch zu erwarten haben.

Eins ist heute sicher:

Eines Tages werden alle Computersysteme so etwas können.....

Die Themen :

- 1. Was verbirgt sich hinter „Autonomic Computing“?
- 2. Warum wollen wir autonome Eigenschaften in die Rechner einbauen ?
- 3. Welche autonomen Funktionalitäten sind es denn, die man nachbilden will ?
- 4. Wie arbeiten Systeme ohne „Autonomic Computing“ Funktionen heute ?
- 5. IBM und der Beginn des „Autonomic Computing“
- 6. Die eServer von IBM mit „Autonomic Computing“Funktionalitäten heute
- 7. Wie erreicht man es, autonome Funktionen in Computersystem zu implementieren ?
- 8. Die Definition von Computersystemen mit autonomen Funktionen heute und morgen.
- 9. Presse-Meldung vom 22.10.02
- 10. Ein Ausblick in die Zukunft.
- 11. Schlusswort

1. Was verbirgt sich hinter „Autonomic Computing“ ?

In letzter Zeit wird im Zusammenhang mit Computersystemen immer öfter das Schlagwort „Autonomic Computing“ benutzt. Was heißt das überhaupt ? Sollen Rechner sich schon wie Menschen benehmen können ? Ist die Forschung schon so weit, dass wir uns mit Computern unterhalten können, oder sollen Computer eigenständig denken und entscheiden können und uns damit die Arbeit abnehmen ?

Genau an den letzt genannten Themen wird gearbeitet. Die Rechner neuer Generationen sollen in der Lage sein bestimmte Funktionen, so wie sie im menschlichen Körper automatisch ablaufen, in begrenztem Maße nachzuempfinden. Sie sollen ihren Status selbstständig erkennen und bei auftretenden Fehlern eigene Entscheidungen treffen können. Sie sollen einen Fehler isolieren und so den Einfluss des Fehlers auf das Gesamtsystem minimieren können.

2. Warum wollen wir autonome Eigenschaften in die Rechner einbauen ?

Es ist einfach zu erklären. Der Trend für jede dedizierte Aufgabe einen eigenständigen Rechner in Betrieb zu nehmen ist vorbei. Die Client/Server Architektur ist nach einem großem Boom in den 90er Jahren im Bereich der kommerziellen Datenverarbeitung fast zum Stillstand gekommen. Die Kunden praktizieren mehr und mehr Konsolidierung und implementieren ihre Applikationen auf große Rechnersysteme, die sich flexibel in viele kleinere Bereiche oder Partitionen unterteilen lassen. Nun denkt man bei großen Rechnern sofort an den Mainframe. Ja, auch diese Architektur ist, wenn man höchste Ansprüche in Sicherheit und Verfügbarkeit hat, oft noch immer die erste Wahl. Bei den Mainframes ist die Partitionierungstechnik am weitesten entwickelt. Keine andere Computer-Architektur ist heute z.B. flexibler in automatischen Ressourcenverteilung.

Aber auch im UNIX-Bereich gibt es inzwischen Rechner, die die Leistungsfähigkeit und die Funktionalität des Mainframe fast erreichen und so viele dedizierte Aufgaben in einer Maschine vereinen können. Um so größer die Rechner aber werden und um so mehr Leistung und Aufgaben sie in sich konsolidieren, um so wichtiger werden sie für das Unternehmen. Also ist es anzustreben, dass diese Computersysteme, auf denen vielleicht höchst wichtige Applikationen installiert sind und die mit lebenswichtigen Daten des Kunden arbeiten, möglichst ständig verfügbar sind. Das erreicht man heute u.a. dadurch, dass der Mensch sie ständig kontrolliert und sofort Maßnahmen ergreift, wenn Fehler im System erkennbar werden.

Besser wäre es jedoch, wenn Computer ohne Fremdüberwachung auskommen könnten. Wenn sie auch noch in der Lage wären, ihren EIGENEN Zustand in irgend einer Weise selbst zu erkennen.

Weiterhin wäre es doch wünschenswert, wenn sie ihren Zustand mit EIGENEN Mitteln ständig optimieren würden und bei Fehlern im System auch noch in entsprechenderweise darauf reagieren könnten.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Leistungsanforderungen an Computersysteme in den nächsten Jahren durch das z.B. stark expandierende Internet-Business deutlich erhöhen. Trotz schnellerer Technologiesprünge werden Einzelsysteme bei den Herstellern nicht in dem Maße mitwachsen können, wie sie bei einigen Kunden gebraucht werden. Somit wird man Systeme im Cluster-Verbund vernetzen müssen, um die gesamte Rechenkapazitäten zu erhöhen. Vernetzte und voneinander abhängige Rechnersysteme mit komplexen Funktionen erfordern allein schon einen höheren Administrationsaufwand, aber in der Zukunft werden die Anzahl der Bauteile und die Menge der neuen Funktionalitäten die Komplexität der einzelnen Computersysteme noch weiter erhöhen.

Den noch höher werdenen Anforderungen an die Administratoren will man bei IBM durch die Entwicklung selbstüberwachender Systeme, also durch autonome Computersysteme, begegnen. Computersysteme mit autonomen Funktionen sollen einen erheblichen Anteil der System-Administration selbst und eigenständig übernehmen können und damit Platz schaffen für die Anforderungen, die der eigentliche DV-Betrieb einer Firma in Anspruch nimmt.

Aber was ist heute eine Firma ? Viele Firmen haben weltweit verteilte Lokationen, die untereinander verbunden sind – durch das Internet. Aus den früher eigenständigen Netzen ist durch deren Verbindung und durch die Benutzung gleicher Übertragungsprotokolle das WW-Net entstanden. Es ist inzwischen als ein einziges Netz zu verstehen, in dem man Informationen „sharen“ kann. Man kann im Netz Informationen austauschen und man ist in der Lage weltweit Geschäfte zu tätigen. Heute jedoch ist es noch nicht möglich weltweit verteilte Lokationen von Firmen oder Organisationen datentechnisch zusammenzuführen.

Die Internet Evolution wird aber dazu führen, daß das Internet nicht nur für Vertriebszwecke benutzt wird, sondern auch ein Werkzeug der Kommunikation werden kann. Die Weiterentwicklung des Internet hat einen Namen. Es wird zu einem Informations-Gitter, dem sogenannten GRID, in dem man nicht nur Daten, sondern auch Compute-Ressourcen „sharen“ kann. Compute-Ressourcen, die der Kunde weltweit nur einmal vorhalten muss, aber von jedem Punkt der Erde nutzen kann. An welchen Stellen muss sich das heutige Internet weiterentwickeln, um zum GRID zu werden ? Es müssen Standards geschaffen werden, die es erlauben verteilten Zugriff auf Daten herzustellen. Weiterhin wird die Sicherheit verbessert werden müssen, um die eine sichere Authentisierung im Netz gewährleisten zu können. Auch müssen mit Hilfe schneller Verbindungen große Datenbewegungen realisiert werden können. Sind diese neuen Technologien implementiert, so sind Hochverfügbarkeits-Cluster oder Katastrophen-Backups in weit entfernte Lokationen kein Problem mehr. Aber das GRID soll noch mehr können. Bei hohen Leistungsanforderungen können Rechner weltweit im Verbund zusammen arbeiten. Nicht nur im High Performance Computing Bereich wird es dann möglich sein, Rechnersysteme weltweit zu koppeln, sondern auch in der kommerziellen Datenverarbeitung könnte das GRID benutzt werden, um hohe Leistungsanforderungen zu erfüllen. Eine Voraussetzung diese Weiterentwicklung des Internets zu nutzen, sollte allerdings erfüllt sein. Die im Grid verbundenen Rechner müssen „Autonomic Computing“ Rechner sein, denn die Verknüpfung verschiedenster Rechner verteilt über den Globus wird die Fähigkeiten der menschlichen Überwachungs- und Administrationsfähigkeiten vielleicht nicht übersteigen, aber zumindest auf einen sehr komplexen Level heben. So wird die Evolution des Internet hin zum GRID mit verteilten Rechner-Ressourcen nur mit Computern möglich werden, die sich eigenständig überwachen, optimieren und sogar „heilen“ können.

Das beste Beispiel für eigenständige Überwachung, der hohen Zuverlässigkeit, der ständigen Regelung der Funktionen, sowie des Selbstschutzes ist der menschliche Organismus. Dieses exzellente Beispiel aus der Natur versuchen die Entwickler und Techniker in Schritten in die sog. autonomen Computersysteme zu implementieren. Anfänglich werden Grundfunktionen nachgebildet, die aber nach und nach in Systeme münden werden, die ihre Funktionen genau kennen und diese auch intelligent steuern können.

3. Welche autonomen Funktionalitäten sind es denn, die man nachbilden will ?

Hier eine kleine anschauliche Geschichte, die erklären soll, welche autonomen Funktionalitäten in die neusten Rechnergenerationen einfließen müssen, um in der Zukunft höchste Zuverlässigkeit von Computersystemen mit möglichst wenig Administrationsaufwand zu erreichen.

Zuvor die Darstellung, wie die Natur den Organismus „designed“ hat:

Stellen sie sich vor, sie stehen morgens auf, sehen in den Spiegel und ohne ihr Zutun wissen sie ganz automatisch wie es ihnen geht. Der Blutdruck ist etwas erhöht, weil der Körper vom ruhenden Zustand in den aktiven Zustand wechselt. Die notwendigen Funktionen, die man für den Aktivzustand am Tag braucht, werden automatisch hoch gefahren. Bei ihrem anschließenden Waldlauf werden auch hier die notwendigen Funktionen des Körpers noch weiter angehoben und anschließend beim Duschen automatisch wieder heruntergefahren. Der Körper **optimiert** sich also ständig selbst. Gestern hatten sie sich am Finger verletzt. Diese Verletzung wurde von ihrem Organismus durch Schmerzen **signalisiert**.

Es wurde auch sofort **positioniert**, welcher Finger das Problem hat. Sie halten deshalb diesen Finger ständig in **Beobachtung** und werden ihn heute automatisch den ganzen Tag schonen. Sollten sie das Schonen vergessen, erinnert sie der Körper automatisch durch den Reiz der Nervenzellen an die Verletzung. Trotz des verletzten Fingers können sie aber grundsätzlich die Funktion der Hand weiter ausführen, weil die Funktionen des Fingers automatisch von einem anderen Finger übernommen werden. Der Organismus ist nun in der Lage diesen **Defekt** in ein paar Tagen selbst zu **heilen**. Gleichzeitig wird von ihm auch überwacht, dass Bakterien die evtl. in die Wunde kommen, **keinen Schaden** am ihrem „**Gesamtsystem**“ anrichten können. Auch hier schützt sich ihr Organismus mit seinen Antikörpern gegen Angreifer vollkommen automatisch.

Nun sind es genau die oben am menschlichen Organismus beschriebenen und oben hervorgehobenen Eigenschaften, die als Vorbilder für die Entwicklung des Autonomic Computing dienen. Mehr und mehr dieser heute noch relativ einfachen Körperfunktionen, aber in Rechnerwelten noch hoch komplexe autonome Funktionen sind in begrenzter Anzahl schon heute in IBM-Computersystemen realisiert worden. Wir werden sicher in weiteren Entwicklungsschritten Computergenerationen sehen, die zu weit aus mehr Funktionen in der Lage sein werden. Folgende Funktionen sind die minimalste Basis heutiger „Autonomic Computing“ Systeme. So sollten Rechner, die heute mit AC-Funktionalitäten angeboten werden, in der Lage sein :

1. sich eigenständig „realtime“ überwachen zu können,
2. an Hand der überwachten Daten sich eigenständig optimieren zu können,
3. im Fehlerfall die Ursache genau festzustellen zu können,
4. problematische Bauteile ständig zu überwachen zu können,
5. fehlerhafte Bauteile voraussehend eigenständig aus dem System entfernen zu können,
6. durch vorhandene „Spare-Parts“ das Gesamtsystem eigenständig heilen zu können.

4. Wie arbeiten Systeme OHNE „Autonomic Computing“ Funktionen heute ?

Ein Beispiel dazu:

Bei heutigen Rechnern wird ein Fehler eines Bauteils meist erst dann festgestellt, wenn das Bauteil letztendlich ausfällt. In fast allen Fällen wird durch den Ausfall des einen Bauteils das gesamte Computersystem außer Funktion gesetzt. Diesen Fall nennt man einen „High Impact Outage (HIO)“. Ein relativ simples Bauteil hat also einen hohen Einfluß auf das Gesamtsystem.

An Hand von Protokollen und Diagnose-Routinen müssen dann zeitaufwändige Analysen durchgeführt werden, mit deren Hilfe man meist herausfindet, welches Teil den Ausfall des Gesamtsystems verursacht hat. Dabei ist es leider unerheblich, welchen Technologiestand (ob HighTech Prozessor oder LowTech Ethernet-Adapter) oder welchen Preis das Bauteil hat, es bringt durch seinen Ausfall das Gesamtsystem zum Stillstand und verursacht dadurch hohe Kosten.

Computersysteme sind heute im allgemeinen nicht in der Lage auf den Ausfall eines Bauteils reagieren zu können, oder den Ausfall überhaupt im Vorfeld zu bemerken, weil sie sich „selbst“ ja überhaupt nicht kennen.

Das ist beim menschlichen Organismus nicht so! Hier werden automatisch Wege gesucht, dass das System Mensch bei einem Ausfall eines „Bauteils“ weiterhin fast vollständig funktioniert. Andere Körperteile können die Funktionen des defekten Bauteils übernehmen. Automatisch wird ein Heilungsvorgang angeschoben, um das System Mensch wieder in den Ursprungsstatus zurückzubringen.

Aber warum sollen das Computersysteme nicht auch können ?

5. IBM und der Beginn des „Autonomic Computing“

IBM (und es werden auch alle anderen Hersteller folgen) hat heute schon und wird auch in Zukunft mehr und mehr diese Funktionalitäten des lebenden Organismus in maschinengerechter Form in Computersysteme einbauen. Dadurch sollen laufende IBM Systeme immer weniger von defekten einzelner Bauteile abhängig werden. Das soll so weit geführt werden, dass diese oben beschriebenen „High Impact Outages“ (HIO) bei großen Rechnersystemen kaum eine Rolle mehr spielen, also das der Ausfall eines Bauteils kaum mehr einen Einfluss auf die Funktion des Gesamtsystems hat. IBM forscht auf diesem Gebiet und plant alle neuen eServer mit autonomen Fähigkeiten auszustatten. Schon vor 10 Jahren wurde damit begonnen autonome Funktionen zu identifizieren und diese maschinengerecht in Computersysteme zu implementieren. Dazu wurde ein Projekt ins Leben gerufen, das intern als das eLiza-Projekt bezeichnet wurde. So konnten mit dem Start der eServer z-, p-, i- und xSeries bereits erfolgreich automische Fähigkeiten in mehrere Serverfamilien gleichzeitig einfließen. Auch innerhalb der Produktfamilien partizipieren die eServer Brands von den jeweils Anderen, die in Teilbereichen höhere Technologie-Stände hatten und auch weiterhin haben werden. Durch die Übernahme der neuen Technologien zwischen den „Brands“ erreicht man bei den IBM Servern die maximalen Entwicklungsmöglichkeiten.

Heute ist aus dem eLiza-Projekt die **IBM autonomic computing initiative** geworden. In diesem Projekt werden weiterhin Funktionalitäten entwickelt, die Computersysteme in die Lage versetzen sollen, sich selbst zu konfigurieren, sich selbst zu heilen, sich selbst zu optimieren und sich selbst zu schützen. IBM



nennt das die CHOP-Circles (-self-Configuring, self-Healing, self-Optimizing, self-Protecting). Aber nicht nur die eServer Hardware-Produkte werden in die „Autonomic Computing“ Entwicklung einbezogen, sondern auch IBM Middleware Produkte. So sieht die „Autonomic Computing“ Initiative ebenso vor, in die Datenbank DB2, in das Websphere und in das Tivoli „Autonomic Computing“ Funktionalitäten zu integrieren, die die neuen autonomen Eigenschaften der eServer überhaupt verstehen, mit diesen umgehen, aber sie auch unterstützen können.

IBM AUTONOMIC COMPUTING INITIATIVE

6. Die eServer von IBM mit „Autonomic Computing“Funktionalitäten heute

Aus einem Interview von Francis Kuhlen (Vice President System Sales EMEA Central Region)

F. Kuhlen:

Für viele klingen diese „Autonomic Computing“ Technologien noch sehr futuristisch. Fakt ist aber, dass diese Technologie in der IBM zSeries, also in unseren Mainframes, bereits weitgehend vorhanden ist. Durch ein Prinzip, das wir Virtualisierung nennen, ist die Hardware losgelöst vom Betriebssystem und wird auch weiter losgelöst vom IO - also der gesamten Peripherie auf der einen Seite und vom Netz auf der anderen Seite. Dies führt dazu, dass wir auf einer zSeries im wesentlichen alle Komponenten zusammenbinden, die mit "Autonomic Computing"-Technologie bereits vorhanden sind: zSeries hat einen Workload Manager, der es erlaubt, bestimmten Applikationen, die vom Benutzer als hochprioritär angesehen werden, die entsprechenden Ressourcen zu geben - auch wenn sich plötzlich die Anzahl der Benutzer, die diese Applikation brauchen, vervierfacht oder gar verzehnfacht. Es nimmt sich die benötigten Ressourcen von Applikationen, die dann zurückgestuft werden. Wir haben "Autonomic Computing" Technologien in der iSeries, und insbesondere im Bereich Clustering auch in der pSeries. Der IBM eServer pSeries 690 ist der einzige Unix-Server am Markt, der über die verschiedensten

Möglichkeiten der Selbstdiagnose, Selbstkonfiguration und Selbstheilung verfügt. Eine direkte Folge der "IBM autonomic computing initiative" sind die neuen Intel-Server 360 und 440 und die damit angekündigte Enterprise X-Architektur, wo wir im wesentlichen die Intel-Technologie mit IBM Technologie ergänzen.

7. Wie erreicht man es, autonome Funktionen in Computersysteme zu implementieren ?

Um autonome Funktionen in Maschinen zu implementieren, bedarf es eine Veränderung der gesamten Rechnerarchitektur. So müssen die zu überwachenden Bauteile eigene Kommunikationsschnittstellen bekommen, um auftretende Fehler überhaupt melden zu können. Desweiteren brauchen die Computersysteme in ihrer Architektur eine Art „Nervensystem“, das die Kommunikationsschnittstellen miteinander verbindet. Auch die Möglichkeiten, die von den Kommunikationsschnittstellen gemeldeten Fehler analysieren zu können, muss in der Architektur eines autonomen Systems implementiert sein. IBM baut in ihre neusten Rechner diese Art „Nervensystem“ ein. Es besteht an den Enden aus Sensoren, die die Bauteile der Rechner überwachen. Im Verbund sind die Sensoren in der Lage, alle wichtigen Informationen des Gesamtsystems im „realtime“ Modus zu sammeln. Diese Daten können sie im Fehlerfall über eigene Speicherbausteine an eine zentrale Stelle übermitteln. Sicherlich werden die Rechner durch diese neuen Eigenschaften im Aufbau selbst nicht einfacher. Im Gegenteil, die Implementierung solcher „Nervennetze“ mit eigener Überwachungsfunktion wird die Entwicklung solcher Rechner deutlich komplexer machen. Natürlich werden sich dadurch für die Hersteller die Entwicklungskosten erhöhen. Der Betreiber, aber auch der Hersteller erhält jedoch Computersysteme, deren Komplexität beim Fehler-Management deutlich reduziert ist. So werden die etwas etwas höheren Investitionskosten in die „Autonomic Computing“ Technologie letztendlich im Betrieb solcher Rechner vielfach wieder eingespart werden können.

Der erste Schritt bei der Entwicklung von „Autonomic Computing“-Systemen müssen also die „Nervenzellen“ und „Nervennetze“ sein, die den Rechnern die Möglichkeit geben, sich eigenständig überwachen zu können. Der nächste Schritt in der Entwicklung ist das Schaffen einer Überwachungsstruktur, die die Daten in irgendeiner Art auswerten kann. Das Gehirn dieser Überwachungsstruktur ist der schon lange in symmetrischen Multiprozessor-Rechnern vorhandene Service-Prozessor. Der Service-Prozessor wird zu einem intelligenten „Focal Point“, der Informationen von tausenden Sensoren im Rechner bekommt und ständig auswertet. Die mit den kritischen Bauteilen verbundenen Sensoren, also die „Nervenzellen“ und das „Nervennetz“, können im Verbund ein nicht „normales“ Arbeiten erkennen und diese Informationen mit Hilfe von Datenspeichern an den Service-Prozessor melden. Dieser ist wiederum in der Lage, die Informationen zu analysieren und festzustellen, welche Fehlermeldung die eigentlich Erste war. So erreicht man eine genaue Fehleranalyse. Der Service-Prozessor kann auf den eingetretenen Fall sofort reagieren und geeignete Maßnahmen gegen einen Ausfall einleiten.

Wie schon bekannt ist, muß der Einbau solch komplexer Sensor-Technik schon bei der Entwicklung der Architektur des Rechners berücksichtigt werden. Ein Nachrüsten solcher Technologie ist eher nicht möglich. Erfolge von IBM in der „Autonomic Computing“-Technologie wurden erstmals bei Ankündigung der neuen Generation der Regatta-Systeme (pSeries 690) im Oktober 2001 bekannt. In die eServer pSeries 690 wurden neben der neuen Power4-Architektur auch deutlich erkennbare autonome Funktionen integriert. So besitzt die pSeries 690 im Vollausbau für ihre eigene Überwachung bereits mehr als 15.000 Sensoren, denen mehr als 5.000 eigene Speicherbausteine zur Verfügung stehen. Diese Speicherbausteine heißen „Fault Isolation Register“ und dienen zur Übermittlung und zur Speicherung der Daten, die der Serviceprozessor auswerten kann. An Hand dieser Fakten wird wieder deutlich, dass es einer speziellen und durchaus aufwändigen Architektur bedarf, um autonome Funktionen in Rechner implementieren zu können.

8. Die Definition von Computersystemen mit autonomen Funktionen heute und morgen.

Wie definieren sich autonome Computersysteme nach dem heutigen Stand der Technik und welche der markanten Definitionen sind schon verwirklicht worden? Man geht heute von acht markanten Punkten aus, die AC-Rechnersysteme definieren. Für einige der definierten Punkte gibt es in der DV Welt bereits implementierte Beispiele, bei anderen Definitionen werden wir noch warten müssen, bis sie in perfekter Form implementiert werden können. Ich möchte zu den 8 wichtigsten Definitionen einige Beispiele nennen:

1. *„Autonomic Computer“-Systeme sind in der Lage sich selbst zu kennen und sich zu überprüfen.*
 - a. Die Grundvoraussetzung das Computersysteme „sich kennen“, ist die AC-Architektur, die bereits im Design der Rechner eingeplant werden muss. Der IBM eServer 690 ist der erste UNIX Rechner auf dem Markt, der mit tausenden Sensoren bestückt wurde, die ihn in die Lage versetzen, dass er sich selbst überprüfen und managen kann.
2. *„Autonomic Computer“-Systeme sind in der Lage, sich selbstständig zu konfigurieren bzw. Veränderungen der eigenen Konfiguration vorzunehmen, um so auf vorhersehbare, aber auch auf unvorhersehbare Fehler von Systembauteilen zu reagieren.*
 - a. Bauteile sind als Ressourcen des Rechners zu sehen, die ihm bekannt sind und auf die er bei Bedarf zugreifen kann. Sind bekannte Bauteile defekt, oder deuten sich Defekte an, so kann z.B. der IBM eServer p690 diese Bauteile heute schon eigenständig aus der Konfiguration entfernen und sie durch vorhandene Spare-Parts ersetzen. Mit einem Feature (Capacity upgrade On Demand) wird es möglich werden nicht nur Bauteile zu ersetzen, sondern z.B. auch zusätzliche Prozessoren im laufendem Betrieb in das System einzubinden, um die Rechnerleistung zu erhöhen.
3. *„Autonomic Computer“-Systeme glauben nie daran, dass sie die optimalen Einstellungen gefunden haben. Sie sind konzipiert ständig nach Veränderungen der Konfiguration zu suchen, um im Sinne der Anwendungen die Leistung zu verbessern.*
 - a. Ein sehr gutes Beispiel ist hier die IBM zSeries mit ihrem „Resource Manager“. Der „Resource Manager“ befindet sich in einer Ebene über den LPARs. Die IBM zSeries ist als einziger Rechner auf dem Markt in der Lage, je nach Leistungsanforderung, die Ressourcen des Rechners, wie CPUs oder Memory, „on-the-fly“ zwischen den LPARs auszutauschen. Die Ressourcen werden also vom Rechner selbst im Sinn der optimalen Ausnutzung eingesetzt.
4. *„Autonomic Computer“-Systeme müssen eine Art „Heilungsprozess“ automatisch initiieren können. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, sich von außergewöhnlichen Ereignissen, die meist durch Fehler einzelner Bauteile verursacht werden, zu erholen.*
 - a. Ein Beispiel ist der für die Weltraumtechnik entwickelte „Memory-Chip-kill-Feature“, das in den neuen IBM eServern implementiert ist. Mit dem Chip-kill Feature kann der Service-Prozessor bei Memory Fehlern, aber auch schon bei Überschreitung von Schwellwerten, ganze Chips abschalten. Diese werden durch die bereits auf den Memory Bausteinen überzähligen „Spare-Parts“ ersetzt und so das System eigenständig geheilt.

Diese vorgenannten beschriebenen Funktionalitäten des „Autonomic Computing“ sind interne Funktionalitäten, die heute bereits in den IBM Rechnerarchitekturen implementiert sind. Nach der Definition müssen 100%-ig autonome Computersysteme aber auch nach Außen wichtige Funktionalitäten aufweisen, um in zukünftigen Umfeldern arbeiten und bestehen zu können. So wird es notwendig werden, auch externe „Autonomic Computing“-Eigenschaften umzusetzen:

5. *„Autonomic Computer“-Systeme müssen hervorragende Eigenschaften im Selbstschutz haben.*
 - a. „Autonomic Computing“ Systeme werden selbständig in der Lage sein müssen, sich vor äußeren Angriffen zu schützen. Gemeint ist hier das Erkennen und das Eindringen von Viren, aber auch der Selbstschutz gegen Hackerangriffe.
6. *„Autonomic Computer“-Systeme sollen eigenständig ihre Umgebung, in der sie agieren, erkennen und erlernen können und sie müssen in der Lage sein, sich auch auf Veränderungen ihres Umfeldes neu einstellen können.*
 - a. „Autonomic Computing“ Systeme werden die Möglichkeit besitzen, sich auch nach Außen hin zu optimieren. Diese Systeme werden eigene Regeln finden, wie sie am besten mit ihren Nachbarsystemen zusammen arbeiten können. Bei Bedarf werden sie bei Veränderungen die Regeln neu generieren können.
 - b. „AC“ Systeme werden somit die Ressourcen um sich herum erkennen und werden diese Ressourcen für sich und für ihre Aufgaben nutzen können. Diese Fähigkeit ermöglicht es autonomen Systemen, Zuverlässigkeit unter einem breiten Bereich von erwarteten Umständen und Kombinationen von Umständen zu arbeiten.
7. *„Autonomic Computer“-Systeme werden speziell dafür „designed“, um gerade in heterogenen und unsicheren Umgebungen zum Einsatz zu kommen.*
 - a. Durch die Möglichkeit sich eigenständig verwalten und schützen zu können, werden „AC“ Systeme mit all ihren Funktionen nicht nur in geschützten Welt ihre Dienste liefern, sondern sie sollen gerade in ungeschützten und heterogenen Umfeldern arbeiten können. Offene Standards werden die Grid-Fähigkeit dieser Rechnersysteme eröffnen und die Zusammenarbeit mit anderen Architekturen erlauben. Diese Implementierungen werden per Definition keine proprietären, sondern eher offene Lösung sein.
8. *Entscheidend für den Betreiber von autonomen Rechnersystemen wird vor allem sein, dass diese Systeme zukünftig mit internen hoch komplexen Funktionen ihre Ressourcen eigenständig optimieren. Für die Entwickler stellt sich die Herausforderung, dass die Systeme ihre interne Komplexität nach außen hin, also gegenüber dem Benutzer, versteckt halten können.*
 - a. Das endgültige Ziel des „autonomic Computing“ wird erst in einigen Jahren erreicht sein. Bei Realisierung aller Funktionalitäten des „autonomic Computings“ wird der operative Aufwand zwischen der IT Implementierung/Überwachung und dem eigentlichen Nutzen der IT Komponenten deutlich verringert.

9. Presse-Meldung vom 22.10.02

IBM setzt auf Selbstheilung von Computern:

IBM hat eine unternehmensweite Autonomic Computing Initiative in den Bereichen Hardware, Software, Services, Forschung und Entwicklung gestartet. Mit Autonomic Computing setzt der Konzern auf Systeme, die Fehlerquellen selbstständig erkennen und darauf reagieren können.

Der neu gegründete Geschäftsbereich für Autonomic Computing will für Kunden selbstheilende, automatisch gesteuerte Systeme implementieren. Diese sollen damit Geld sparen können, immerhin würden zurzeit zwei Drittel der Investitionen für IT-Systeme allein in die Wartung von IT-Infrastrukturen gesteckt. Die Ziele der neuen Initiative wurden diese Woche über 500 Kunden erstmals in Kalifornien vorgestellt:

Das neue Autonomic Computing Programm soll Unternehmen dabei helfen, selbstverwaltende Funktionalitäten für ihre IT-Systeme zu entwickeln. IBM Global Services bringt ein spezielles Produktangebot für Autonomic Computing auf den Markt.

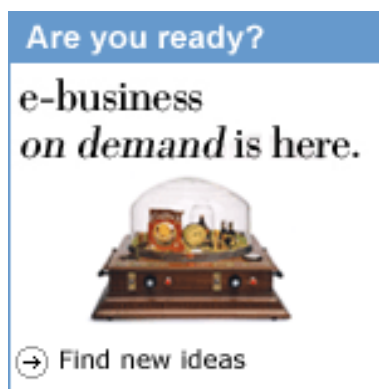
IBM Autonomic Computing Design Center sollen weltweit eingerichtet werden: Kunden und Business Partner sollen sich dort die neue Technologie vorführen lassen und selbst testen. IBM-Abteilungen bieten produktübergreifende Lösungen für Autonomic Computing in verschiedenen Bereichen an. Einen ersten Anlauf für selbstheilende Systeme hatte IBM bereits im April vergangenen Jahres gestartet. Damals hörte die Initiative noch auf den Namen "Eliza".

10. Ein Ausblick in die Zukunft

Es ist ein sehr hochgestecktes Ziel, echte autonomisch funktionierende Computersysteme zu bauen. So wird es viele Übergangsformen geben, bis das eigentliche Ziel erreicht werden kann. Natürlich ist die Liste der Probleme sehr lang und die Bewältigung der Herausforderung wird einhergehen mit sehr viel Energieaufwand und hohen Entwicklungskosten. Wenn dieses Ziel jedoch erreicht wird, werden Autonome Computersysteme in einigen Jahren eine Selbstverständlichkeit sein. Die Ressourcen oder die einzelnen Bauteile werden so in die Architektur der Rechner eingebunden sein, dass sie ohne Unterbrechung vom System selbst umkonfiguriert, abgeschaltet oder auch von Ersatzbauteilen ersetzt werden können. Das ist heute bereits mit LowLevel Teilen, wie Lüfter, Netzteilen, Platten und PCI Adaptern möglich, wird sich aber auch auf komplexere Bauteile erweitern.

In naher Zukunft werden mehr Bauteile des Rechners dazu kommen, die das System selbstständig beherrscht. So kann man sich vorstellen, dass auch die HighLevel-Bauteile, wie Memory, L3 Cache bis hin zu den Prozessoren als reine Ressourcen vom System benutzt werden, die im Bedarfsfall eigenständig so eingesetzt werden, wie es das System als optimal erachtet. Dabei wird ein Ausfall eines Teiles von den Administratoren nur in sofern bemerkt, dass sie vom System eine Meldung auf der Konsole erhalten. Und hier wird dann nur signalisiert, dass sich z.B. ein Ausfall eines Memory-Boards ereignet hat und das der Rechner eine Selbstheilung initiiert hat. Dafür wurde ein neues Memory-Bauteil aus dem Pool entnommen. Das defekte Teil sollte demnächst ersetzt werden, um für weitere Ausfälle wieder ein Bauteil für die „Selbstheilung“ zur Verfügung zu haben.

Auch Anwendungen für solche eigenständigen Systeme wird es geben:



Schon heute wird über „ebusiness on demand“ gesprochen. Zukünftig brauchen Unternehmen, die sich für „ebusiness on demand“ entscheiden, keine physische Datenverarbeitung mehr selbst zu betreiben. Sie ersparen sich den Platz, die ständige Finanzierung, die Administration der Komponenten, die Sicherheitsproblematiken, die Neubeschaffung und die Marktanalysen. Sie beziehen als ein Dienst die benötigten IT Komponenten übers Internet. Die Unternehmen mieten also die erforderlichen DV Komponenten und die Leistung, die sie für ihr Business brauchen und sie bezahlen nur das was sie wirklich nutzen. Es erübrigt sich zu erklären, dass die Anbieter dieser Services ihre Rechnersysteme nur mit autonomen

Computersystemen betreiben werden, um mit geringsten Administrationsaufwand höchste Zuverlässigkeit der Dienste zu erreichen.

11. Schlusswort:

Natürlich befinden wir uns in der Entwicklung der autonomen Computer-Techniken noch in den Kinderschuhen. Computer mit menschlichen Eigenschaften zu entwickeln sind heute noch nicht möglich. Vorerst haben wir das Ziel, uns weniger um Computersysteme kümmern zu wollen, zumal die ständige Überwachung immer höhere Aufwände erfordert. Die neue „Autonomic Computer“ Technologie kann sich in den nächsten 5 bis 10 Jahren dahin entwickeln, dass wir die immer komplexer werdenden Systeme nicht mehr ständig und mit noch mehr Aufwand überwachen müssen.

Das Basis-Thema bei der „Autonomic Computer“ Technologie ist es, zunächst eine deutliche Reduzierung bis hin zur Einstellung der menschlichen Rechneradministration zu erreichen. Darauf aufbauend werden neue Technologien, wie zum Beispiel das GRID, möglich sein. Weitere Technologien, die sich teilweise aufbauend aber auch parallel zum „Autonomic Computing“ entwickeln werden, ist das „e-business on demand“, mit dem es möglich wird, IT-Leistung aus der „Steckdose“ abzurufen.

Diese Technologien werden sich in Zwischenschritten und nach den Wünschen und Investitionsausrichtungen der Kunden entwickeln. So sei noch bemerkt, dass allen, die vor dem Lesen des Artikels der Meinung waren, dass „Autonomic“ Computer eine Gefahr für den Menschen bedeuten, hoffentlich nun anderer Ansicht sind. Falls es irgendwann soweit kommen sollte, so sollten wir jederzeit in der Lage bleiben, den Stecker herausziehen.