

Autonomic Computing.

Die Vision wird Wirklichkeit:

Computersysteme, die sich selbst steuern und heilen.



Frei sein. Ohne Abstriche zu machen.

Organismen, die die Natur erschafft, steuern sich selbst. Bestes Beispiel dafür ist der Mensch. Ob bei einem schweißtreibenden Waldlauf, der den Puls und alle Gliedmaßen auf Touren bringt, oder unter der anschließenden Dusche, die den Körper wieder beruhigt – die meisten der dafür zuständigen Funktionen laufen vollautomatisch ab. Das verdanken wir zwei großen Nervensystemen, die unseren Körper durchziehen. Während das periphere Nervensystem die motorischen Bewegungen steuert und auf manuelle Impulse aus dem Gehirn angewiesen ist, kümmert sich das vegetative Nervensystem vollautomatisch um alle unbewussten Vorgänge wie Atmen, Herzschlag oder Schwitzen.

IT-Systeme besitzen diese Fähigkeiten nicht. Sie werden zwar immer leistungsfähiger und schneller, stellen zugleich aber auch immer höhere Anforderungen an die Administratoren. IBM begegnet dieser Entwicklung durch sich selbst überwachende Systeme, so genannte ‘autonome Computersysteme’. Sie übernehmen selbstständig einen Großteil der Administration und geben den IT-Mitarbeitern wieder Zeit für die eigentlichen Aufgaben.

Ein Beispiel: Ein großes Handikap moderner Systeme ist die Hardware. Komponenten werden üblicherweise erst als fehlerhaft erkannt, wenn sie ausgefallen sind. Unter Umständen kann ein Bauteil – und sei es noch so simpel – dabei sogar ganze Computersysteme außer Betrieb setzen. Kommt es durch solch einen Defekt zu einem Stillstand, spricht man von einer ‘High Impact Outage’ (HIO).

„Die immer höhere Komplexität der IT-Netzwerke wird für den Menschen bald nicht mehr beherrschbar sein.“ Paul Horn, IBM Vice President



*Wenn die IT die Geschäftsprozesse vereinfacht,
warum ist dann ihre Administration alles andere
als einfach?*

Aufwändige Analysen durch die IT-Mitarbeiter sind erforderlich, um festzustellen, welches Einzelteil den Ausfall des Gesamtsystems verursacht hat. Das Problem dabei ist, dass weder der Technologiestand noch der Preis einen Anhaltspunkt für die Anfälligkeit eines Bauteils bietet. Ob High-Tech-Prozessor oder Low-Tech-Ethernet-Adapter – nahezu jedes defekte Bauteil kann theoretisch das gesamte Computersystem zum Stillstand bringen und dadurch hohe Kosten verursachen.

Der Grund dafür ist einfach: Computersysteme kennen sich ‘selbst’ überhaupt nicht. Sie können nicht von sich aus auf Bauteilausfälle reagieren, geschweige denn im Vorfeld erkennen, was sich hier anbahnt. Da die IT-Mitarbeiter jedoch über diese Kenntnisse verfügen, sind sie es, die ihre wertvolle Zeit für die Basis-Administration opfern müssen. Aber es geht auch anders. Die Frage ist nur – wie?

Sich ändern. Ohne etwas zu verändern.

Stellen Sie sich vor, Sie stehen morgens auf und sehen in den Spiegel. Sie wissen sofort, wie es Ihnen heute geht. Der Blutdruck ist leicht erhöht, da der Körper vom ruhenden in den aktiven Zustand wechselt. Die Funktionen, die tagsüber erforderlich sind, werden automatisch hochgefahren. Der morgendliche Waldlauf beschleunigt sie zusätzlich, durch die anschließende Dusche werden sie automatisch wieder gedrosselt. Ihr Körper optimiert sich permanent selbst, indem er sich der jeweiligen Situation anpasst.

Wenn die autonomen Funktionen so unscheinbar ablaufen, wer oder was garantiert dafür, dass das System nicht gegen die Wand läuft?

Gestern haben Sie sich am Finger verletzt. Ihr Organismus hat diesen Umstand sofort durch Schmerzen signalisiert und die entsprechende Stelle lokalisiert. Um die Genesung zu beschleunigen, halten Sie diesen Finger ständig unter Beobachtung und schonen ihn heute automatisch den ganzen Tag. Sollten Sie das vergessen, erinnert Ihr Körper durch sofortige Reizung der Nervenzellen an die Verletzung. Der verletzte Finger hindert Sie aber nicht daran, weiterhin mit dieser Hand zu arbeiten. Die anderen Finger übernehmen nämlich automatisch dessen Aufgaben.

Ihr Organismus ist in der Lage, diesen Defekt innerhalb von ein paar Tagen selbst zu heilen. Gleichzeitig sorgt er dafür, dass Bakterien, die in die Wunde gelangen, keinen Schaden am ‘Gesamtsystem’ anrichten können. Er schützt sich und Sie vollkommen selbstständig durch Antikörper gegen Angreifer von außen.

Die oben beschriebenen und hervorgehobenen Eigenschaften des menschlichen Organismus dienen als Vorbild für die Entwicklung von Autonomic Computing. *Einige dieser relativ einfachen Körperfunktionen wurden bereits in IBM Computersystemen als hoch komplexe, autonome Funktionen realisiert.* Selbstverständlich wurde dabei berücksichtigt, dass Computersysteme ihre ganz eigenen Anforderungen haben.

Sich selbst überlassen. Ohne verlassen zu sein.

Computersysteme erfordern eine Administration rund um die Uhr, sollen sie hochverfügbar sein und unternehmenskritische Anwendungen absolut performant gestalten. *Derzeit wenden Unternehmen immerhin zwei Drittel ihrer Investitionen für IT-Systeme allein für die Wartung der IT-Infrastruktur auf.* Dieser Aufwand wird durch autonome Funktionen auf ein Minimum reduziert. Dementsprechend hoch sind die *Anforderungen an ein Autonomic Computing-System:*

Es muss den Status jeder einzelnen Ressource kennen. Das heißt, es muss sich selbst kennen und überprüfen können. Nur dann kann es sich auch selbst managen.

Es muss in der Lage sein, Veränderungen an der Konfiguration vorzunehmen. Nur dann kann es auf vorhersehbare und unvorhersehbare Fehler sofort reagieren.

Es muss eine Art 'Heilungsprozess' automatisch initiieren können. Dadurch wird es in die Lage versetzt, sich von außergewöhnlichen Ereignissen, die meist durch Fehler einzelner Bauteile verursacht werden, zu erholen.

Es muss immer an seinen optimalen Einstellungen zweifeln. Es muss ständig nach Veränderungen in seiner Konfiguration suchen, um im Sinne der Anwendungen die Leistung zu verbessern.

Es muss hervorragende Eigenschaften im Selbstschutz besitzen. Es muss sich selbst vor äußeren Angriffen wie Hackern oder Viren schützen können.

Es kennt keine Grenzen. Auch wenn es sich unabhängig von anderen Systemen verwaltet, muss es mit anderen IT-Systemen nahtlos zusammenarbeiten können.

Es kennt nur ein Ziel: die permanente Optimierung des Workflow, um auf momentane Anforderungen durch Benutzer ideal reagieren und entsprechende Ressourcen sofort zur Verfügung stellen zu können.

IBM hat bereits viele dieser Funktionen in maschinengerechter Form in seine Computersysteme eingebaut. Die zukünftigen Generationen der IBM @server werden aber noch weit mehr autonome Funktionen bieten.

Aussichten gewinnen. Ohne die Einsicht zu verlieren.

IBM @server werden dank der autonomen Funktionen zunehmend gegen Ausfälle resistent. High Impact Outages gehören damit womöglich bald der Vergangenheit an. Um das zu erreichen, hat IBM seine langjährigen Erfahrungen im Projekt eLiza gebündelt. Dessen Aufgabe war es, autonome Funktionen zu identifizieren und zu entwickeln. Inzwischen ist daraus die IBM Autonomic Computing Initiative geworden. Sie versetzt Computersysteme mit Hilfe von autonomen Funktionen in die Lage, sich selbst zu konfigurieren, sich selbst zu heilen, sich selbst zu optimieren und sich selbst zu schützen. IBM nennt diese Funktionalitäten ‘**CHOP**-Circles’: Self-**C**onfiguring, Self-**H**ealing, Self-**O**ptimizing und Self-**P**rotecting.



IBM stattet alle neuen Systeme der IBM @server Familie mit autonomen Fähigkeiten aus. Prominentes Beispiel ist der IBM @server pSeries 690. Er verfügt über Komponenten wie z.B. *CPU Deallocation*, *Memory Error Scrubbing*, *PCI Retry* und *Extended Error Handling*, *Error Safeguard* sowie *First Failure Data Capture*. First Failure Data Capture bildet die Voraussetzung, um intermittierende Fehler überhaupt selbstständig analysieren und behandeln zu können. Als eine Art Immunsystem überwacht es mit Hilfe des Service-Prozessors das System permanent und reagiert sofort. Fehler in der Software erkennt Error Safeguard frühzeitig und verhindert damit die Eskalation im Gesamtsystem. Fehler im Hauptspeicher werden durch Memory Error Scrubbing proaktiv korrigiert. Durch ‘Chipkill’ greift es sogar bis in den L2- und L3-Cache und

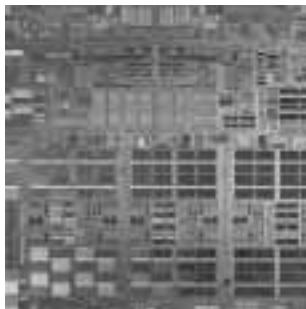
Nahtlos vernetzen. Ohne sich zu verknoten.

Um die autonomen Funktionen integrieren zu können, bedarf es zunächst einer umfassenden Veränderung der gesamten Rechnerarchitektur. Die zu überwachenden Bauteile benötigen eigene Schnittstellen zur Kommunikation, um Fehler melden zu können. Die Kommunikation erfordert eine eigene Vernetzung, die alle Schnittstellen miteinander verbindet. Und alle Fehlermeldungen müssen an einer Stelle zentral analysiert werden. Alle diese Funktionen müssen in ein und demselben System implementiert sein.

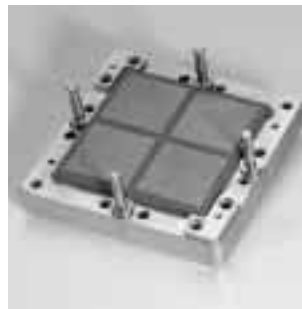
In ihre neueste Generation der IBM @server baut IBM eine Art ‘digitales Nervensystem’ ein. Es bietet alle erforderlichen Voraussetzungen. An den jeweiligen Enden sitzen Sensoren, die die Bauteile überwachen. Sie sammeln in Echtzeit Informationen des Gesamtsystems und speichern sie in eigene Speicherbausteine. *Als ‘Gehirn’ dieser Überwachungsstruktur dient in Symmetrischen Multiprozessor-Rechnern der Service-Prozessor.* Er fungiert als ‘Focal Point’, der die Informationen von tausenden von Sensoren im Rechner auswertet. Er erkennt auch, welche Fehlermeldung weitere ausgelöst hat, und findet die eigentliche Fehlerquelle. Dank der genauen Fehleranalyse kann der Service-Prozessor sofort reagieren und entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten.

Computer sind dazu da, um Menschen zu entlasten. Die Entwicklung von Autonomic Computing ist nur eine logische Konsequenz dieser Prämisse.

Mit der Ankündigung des pSeries 690 im Oktober 2001 hat IBM die Fähigkeiten des Autonomic Computing erstmals der breiten Öffentlichkeit bekannt gemacht. In diesem Computersystem finden sich die ersten Prozessoren mit der POWER4-Architektur sowie vielfältige autonome Funktionen. Im Vollausbau besitzt der pSeries 690 für die Selbst-Überwachung mehr als 15 000 Sensoren, denen über 5000 eigene Speicherbausteine zur Verfügung stehen. Diese so genannten 'Fault Isolation Register' dienen ausschließlich zur Speicherung und zur Übermittlung von Daten, die vom Service-Prozessor ausgewertet werden.



IBM POWER4 64-bit
RISC Prozessor Chip



IBM POWER4 Multi-Chip Modul

Die Zahlen machen deutlich, dass diese Computersysteme aufgrund ihrer neuen Zusatzfähigkeiten in ihrer Zusammensetzung sicher nicht einfacher werden. Im Gegenteil, die Implementierung eines digitalen Nervennetzes mit eigener Überwachungsfunktion ist in der Entwicklung äußerst komplex. Für Unternehmen, die solche Systeme im Einsatz haben, reduziert sich jedoch die Komplexität des Fehler-Managements nachhaltig. Und damit sinken auch die Betriebskosten.

Sich ständig weiterentwickeln. Ohne sich zu verzetteln.

IBM hat mit der Autonomic Computing Group einen eigenen Geschäftsbereich gegründet, der sich ausschließlich auf die Entwicklung und Implementierung der Autonomic Computing-Technologien konzentriert. Die unternehmensweite Initiative umfasst in gleichem Maße die Bereiche Hardware, Software, Services, Forschung und Entwicklung. So finden sich heute schon Funktionen von Autonomic Computing in der IBM Datenbank DB2, in der Kommunikations-/Groupware Lotus Notes und Domino, im Application Server IBM WebSphere und in der Management Software Tivoli. Dabei unterstützt IBM Unternehmen durch zahlreiche Aktivitäten:

Die Autonomic Computing Group hilft Unternehmen, selbstverwaltende Funktionalitäten für ihre individuellen IT-Systeme zu entwickeln. IBM Global Services bringt dazu ein spezielles Produktangebot für Autonomic Computing auf den Markt.

Weltweit werden IBM Autonomic Computing Design Center eingerichtet. Kunden und Business Partner können sich hier die neue Technologie vorführen lassen und sie selbst testen.

Alle Geschäftsbereiche der IBM bieten produktübergreifende Lösungen für Autonomic Computing an. Damit wird eine einfache Integration von unternehmensweiten Anwendungen in eine einheitliche Umgebung gewährleistet.

Um Autonomic Computing realisieren zu können, strebt IBM bei allen Lösungen offene Systeme an. IBM kooperiert dazu mit zahlreichen Herstellern von Hard- und Software. Gemeinsam werden Standards entwickelt, die eine nahtlose Integration und das problemlose Austauschen aller Komponenten gewährleisten. Denn nur in Kooperation mit anderen Unternehmen kann dieser komplexe Schritt in der Entwicklung der IT bewältigt werden. Und eins ist sicher: Autonomic Computing wird auf lange Sicht die Geschäftsmodelle der IT-Hersteller verändern!

Sich Platz nehmen. Ohne darauf sitzen zu bleiben.

Leistungen, die sich heute noch jedes Unternehmen selbst zur Verfügung stellen muss, können mit Hilfe von Autonomic Computing-Rechnern kurzfristig von IT-Rechenzentren gemietet werden. Damit werden die Technologien *Grid-Computing* und *e-business on demand* Realität.

Beim Grid-Computing werden weltweit Rechner miteinander vernetzt, damit sie sich gegenseitig Ressourcen zur Verfügung stellen. Das Internet bietet alle technischen Voraussetzungen für die Nutzung verteilter Daten und Computersysteme. Unternehmen können damit zukünftig Leistungsspitzen und den erhöhten Bedarf an Ressourcen sofort abdecken.

Autonomic Computing kann noch mehr als 'nur' Störfälle vermeiden.

e-business on demand bietet alle Vorteile des klassischen Outsourcings und macht sie über das Internet verfügbar. Unternehmen brauchen hierbei keine eigene Datenverarbeitung bzw. großen Systeme für kleine Spitzenlasten mehr bereitzustellen. Verarbeitungsleistung, Speicher, Anwendungen, Systemmanagement, Sicherheit, Load Balancing – alle IT-Komponenten sind als Services online verfügbar. Die Leistungen werden einfach nach Bedarf genutzt und bezahlt.

Beide Technologien lassen Unternehmen schneller und flexibler auf die Anforderungen des Markts reagieren. Große IT-Umgebungen, die bislang nur unzureichend ausgelastet sind und vielfach über ungenutzte Kapazitäten verfügen, gehören damit der Vergangenheit an. e-business on demand auf der Basis von Autonomic Computing-Rechnern bietet Unternehmen alle Voraussetzungen dazu.

Momentan klingen diese Möglichkeiten noch wie Zukunftsmusik. Aber in nur wenigen Jahren wird Autonomic Computing eine Basistechnologie sein. Mit IBM können Unternehmen schon heute davon profitieren.



Informationen

Wenn Sie mehr über Autonomic Computing und seine Chancen erfahren möchten, wenden Sie sich bitte an Ihren IBM Vertriebsbeauftragten oder besuchen Sie uns im Internet unter **ibm.com/servers/autonomic**.

IBM Deutschland GmbH
70548 Stuttgart
ibm.com/de

IBM Österreich
Obere Donaustraße 95
1020 Wien
ibm.com/at

IBM Schweiz
Bändliweg 21, Postfach
8010 Zürich
ibm.com/ch

Die IBM Homepage finden Sie im Internet unter:
ibm.com

IBM, das IBM Logo, das e-Logo, iSeries, pSeries, xSeries, zSeries, DB2, WebSphere, Lotus, Tivoli und Chipkill sind eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

Marken anderer Unternehmen/Hersteller werden anerkannt.

© Copyright IBM Corporation 2003
Alle Rechte vorbehalten.

Glossar

Autonomic Computing: Verleiht Computersystemen Fähigkeiten für einen reibungslosen Basisbetrieb. Systeme können sich zunehmend selbst diagnostizieren, konfigurieren, optimieren und schützen.

Chipkill: Eine spezielle Funktion des Memory Error Scrubbing. Eliminiert fehlerhafte Bauteile bis in den L2- und L3-Cache.

CHOP-Circle: die Qualitäten von Autonomic Computing-Systemen im Einzelnen – Self-Configuring, Self-Healing, Self-Optimizing und Self-Protecting.

CPU-Deallokation: Löst bei intermittierenden Fehlern die CPU aus dem Prozessorverbund, isoliert sie und schaltet sie präventiv ab.

Digitales Nervensystem: Ist die logische Verbindung der Sensoren im System mit den Speicherbausteinen und dem Serviceprozessor.

e-business on demand: Macht die Vorteile des klassischen Outsourcings über das Internet verfügbar. Anstatt große Systeme für kleine Spitzenlasten bereitstellen zu müssen, können die Leistungen nach Bedarf online genutzt und nach Aufwand bezahlt werden.

Error Safeguard: Erkennt Fehler in der Software und verhindert die Eskalation im Gesamtsystem.

Fault Isolation Registers: Speichern und übermitteln Daten der einzelnen Bauteile an den Service-Prozessor. Durch die Funktion als Speicherbaustein fungieren sie als 'Gedächtnis' der gesamten Überwachungsstruktur.

First Failure Data Capture: Fungiert als Immunsystem und überwacht mit Hilfe des Service-Prozessors permanent das Gesamtsystem.

GRID-Computing: Vernetzt Rechner weltweit und stellt Ressourcen zur Verfügung. Bietet Unternehmen die Chance, Leistungsspitzen und erhöhten Bedarf an Ressourcen kurzfristig online abzudecken. Lässt sich durch Autonomic Computing ideal nutzen.

High Impact Outage: Nennt man den Umstand, wenn ein Computersystem komplett außer Betrieb gesetzt wird – möglicherweise ausgelöst durch den Defekt eines kleinen, einfachen Bauteils.

IBM Autonomic Computing Group: Ein Geschäftsbereich der IBM, der sich ausschließlich auf die Entwicklung und Implementierung der Autonomic Computing Technologien konzentriert.

Memory Error Scrubbing: Korrigiert automatisch Fehler im Hauptspeicher. Eliminiert durch 'Chipkill' fehlerhafte Bauteile bis in den L2- und L3-Cache.

Projekt eLiza: Hat die Grundlagen für Autonomic Computing identifiziert und entwickelt. Die Ergebnisse wurden in der IBM Autonomic Computing-Initiative gebündelt.

Service-Prozessor: Fungiert als 'Gehirn' der Überwachungsstruktur des Autonomic Computing und wertet alle eingehenden Informationen aus. Analysiert intermittierende Fehler selbstständig und leitet Gegenmaßnahmen ein. Ist ein Bestandteil Symmetrischer Multiprozessor-Rechner (SMP).