

13 Jahre Landesvektorrechner Cyber 205 in Bochum

Ein Rückblick anlässlich einer Sitzung des
Wissenschaftlichen Ausschusses für die Landesrechner (WAL)
am 9. Mai 1994 in Aachen

Ausgearbeitet von
Prof. Dr. Dr. h.c. Hartrnut Ehlich
Brigitte Wojcieszynski
Rainer Wojcieszynski

13 Jahre Landesvektorrechner Cyber 205

Ein Rückblick

Im September 1980 beschritt das Land Nordrhein-Westfalen neue Wege bei der DV-Versorgung der Hochschulen: mit der Bestellung des Vektorrechners Cyber 205 wurde faktisch auch das erste Landes-Rechenzentrum eingerichtet, das Höchstleistungsrechenkraft von der Ruhr-Universität Bochum aus für alle Forschungseinrichtungen des Landes verfügbar machen sollte. Dadurch sollte gezielt die Spitzenforschung gefördert werden, die nun über ein Instrumentarium verfügte, auf dem Algorithmen zur Ausnutzung der neuen, in Entstehung befindlichen Rechentechnologien entwickelt werden sollten. Neu an der Technologie war, daß vektorielle Operationen durch ein spezielles Rechenwerk, die *Vektorpipelines*, infolge segmentierter Operationsabarbeitung so schnell ausgeführt werden konnten, daß pro Maschinentakt ein Ergebnis errechnet wurde und der Programmierer so einen ersten Anschein von "Parallelabarbeitung" erhielt. Unterstützt wurde diese Technologie durch eine direkte Versorgung der Rechenwerke aus dem Hauptspeicher, so daß extrem lange Vektoren von 65535 Elementen Länge bearbeitet werden konnten. Die produktionsmäßige Nutzung dieser Technologie war so neu, daß der in Bochum installierte Vektorrechner mit der Seriennummer 4 der erste derartige Rechner an einer Hochschule weltweit war. Überhaupt stand als ernsthafte Alternative für die Cyber 205 nur der CRAY-1 Rechner zur Wahl, der seine Vektorpipelines aus Registern versorgte, somit auf wesentlich kleinere Vektorlängen spezialisiert war und die *Peak Performance* der Cyber 205 von 400 MFlops (64-bit-Arithmetik, Vollausbau mit 4 Vektorpipes) nicht erreichen konnte.

Die Chronologie

Lassen Sie mich die wesentlichen Stationen des Betriebes des Landes-Vektorrechners Cyber 205 ins Gedächtnis zurückrufen:

September 1980: Bestellung von 2 Universalrechnern Cyber 175 und einem Vektorrechner Cyber 205. Auftragsvolumen für den Vektorrechner: ca. 6 Mio DM. Konfiguration des Vektorrechners: 2 Vektorpipelines, 1 Skalarprozessor, 20 ns Maschinentaktzeit, 4 MB virtuell nutzbarer Hauptspeicher und 1,2 GB Plattenperipherie. Zusätzlich war ein separater Wartungsprozessor *MCU* mit eigenem Kartenleser, Drucker und Plattenperipherie für die Steuerung des Vektorrechners nötig. Die Kopplung an die Vorrechner Cyber 175 erfolgte über das Rechnerkopplungsnetz *LCN* mit der damals unvorstellbaren Übertragungsgeschwindigkeit von 50 Mbps.

1. Quartal 1981: Umbau des Rechenzentrums: 4 neue 10-KVA-Stränge für die Elektroversorgung, ein eigener Trafo und ein Direktanschluß an die Kälteringleitung der Ruhr-Universität mußten installiert werden.

- Juni 1981:** Installation der Cyber 205 und Beginn des Testbetriebes. Ständig waren 4 Analytiker der Firma Control Data, zum Teil aus den USA eingeflogen, mit der Herrichtung der Anlage beschäftigt.
- Januar 1982:** Aufnahme des Produktionsbetriebes. Inbetriebnahme der ersten DFÜ-Zugangsmöglichkeiten: Postmodems 300 bps, Datex-P mit 9600 bps und RJE-System *DVS-NW* (Datenverbundsystem NRW)
- 1983:** Ausbau des DVS-NW zum *DFN-RJE-System*. Die Wartezeiten auf Bearbeitung der Rechenläufe betragen schon bis zu 2 Wochen.
- 1984:** Starker Zuwachs auswärtiger Nutzer aus NRW. Ihr Anteil gegenüber Bochumer Nutzern steigt auf 74%. DFÜ-Ausbau auf 48 Kbps Datex-P sowie weiterer Ausbau des DFN-RJE-Systems.
- 1985:** Ausbau des Hintergrundspeichers auf 1,8 GB.
- 1986:** Für einen Kostenaufwand von 4,5 Mio DM wird der Hauptspeicher auf 16 GB und der Hintergrundspeicher auf 3 GB ausgebaut. Die neue Attraktivität des Rechners verursacht einen starken Nutzungszuwachs und somit Wartezeiten von bis zu 3 Wochen in der Jobkategorie SONNTAG.
- 1987:** Direktanbindung der RWTH Aachen über Datex-P für besonders leichten RJE-Zugang zum Vektorrechner. Der Hintergrundspeicher wird auf 3,6 GB ausgebaut. Die Wartezeiten auf Auftragsbearbeitung werden wegen der intensiven Nutzung der Cyber 205 unzumutbar lang.
- 1988:** Die Installation des NRW-Hochschulverbunds auf HfD-Basis, der sogenannte *NRW-Backbone*, ermöglicht allen Hochschulen in NRW einen leichteren und kostengünstigeren DFÜ-Zugang zum Vektorrechner.
- 1990:** ohne zusätzlichen Kostenaufwand wird der Hauptspeicher auf 32 MB ausgebaut. Die amerikanische Betreiberfirma ETA wird aufgelöst; die Weiterentwicklung der Software für die Cyber 205 wird eingefroren. Aachen wird mit Inbetriebnahme eines Siemens/Fujitsu- Vektorrechners 2. Landes-Rechenzentrum. Die nunmehr schon 9 Jahre alte Cyber 205 kann sich bei Geschwindigkeitsvergleichen (z.B. mittels *LINPACK*) immer noch gegen den neu installierten Aachener Vektorrechner VP 200 EX behaupten.
- 1991:** infolge des Speicherausbaus erneuter Zuwachs an abgegebener Rechenzeit. In Köln wird mit einer NEC SX-3 das 3. Landes-Rechenzentrum eingerichtet.
- seit 1992:** langsame Abnahme der Nutzung der Cyber 205.
- seit 1993:** 90% Nutzung der Cyber 205 durch Bochumer Nutzer
- 5. 4. 1994:** Stilllegung der Cyber 205. 5 Minuten nach Stilllegung: 2 neue Rechenläufe warten auf dem Vorrechner Cyber 992 auf Transfer zum Vektorrechner.

Wie stark die genannten Ausbaustufen auf die Nutzung der Anlage Einfluß genommen haben, zeigt die Übersicht über die abgegebenen Rechenzeiten.

Die Hardware

Über den Betrieb der Hardware kann ich endlose Geschichten erzählen. Ich meine damit nicht den "Sparausbau" der Grundkonfiguration, sondern die Tücken der neuen Technologie, die auch für die im übrigen hochqualifizierten und sehr guten Wartungstechniker der Firma Control Data immer wieder neue Überraschungen bereithielt. So mußten wir infolge unzureichender Diagnoseprogramme einmal wochenlang in Nachtschichten nach einem Hardwarefehler suchen, der nur in Bochum ersichtlich geworden war und der anschließend zu Umbau aller weltweit installierten Anlagen geführt hatte. Wegen eines weiteren Fehlers infolge zu langer Signallaufzeiten mußte im PASCALV-Compiler extra ein *noopt-Befehl* eingebaut werden, der nichts anderes zur Aufgabe hatte, als dem vorangegangenen Befehl Zeit zur vollständigen Abarbeitung zu verschaffen. Wenn große Umkonfigurationen an der Hardware erforderlich wurden - dies war zweimal während der Gesamtbetriebszeit der Fall - wurde jeweils ein ganzer Trupp "Löterinnen" aus den USA eingeflogen. Diese Frauen haben dann tagelang im Schichtbetrieb rund um die Uhr mit einer derartigen Geschwindigkeit und Fertigkeit neue Hardwarekomponenten eingelötet, daß unsere Techniker beim Zuschauen vor Neid blaß geworden sind. Problematisch waren immer die seitens der Betriebstechnik der Ruhr-Universität notwendigen Stromabschaltungen, die unter Umständen einen mehrstündigen Stillstand der Cyber 205 zur Folge hatten: bei Wiederinbetriebnahme war in solchen Fällen stets ein mehrtägiger Technikereinsatz für die Behebung von Folgeschäden fällig. Rückblickend ist es fast ein Wunder zu nennen, daß der Betrieb der Cyber 205 trotz aller Probleme so lange und so effektiv geführt werden konnte.

Die Software

Die Frage nach der verfügbaren Software konnte man bei Installation der Cyber 205 im Jahre 1981 getrost unterlassen: Es gab einfach nichts. Verfügbar war nur ein Fortran-Compiler, der auch mehr schlecht als recht vektorisierte. Erste Tests mit der automatischen Vektorisierung erbrachten gerade einen Geschwindigkeitszuwachs von 50%; effektive Vektorisierung war nur durch sogenannte *Q8-Aufrufe*, d.h.. durch direktes Ansprechen der Vektorbefehle möglich. Einen symbolischen Dump für die Fehlersuche in Programmen gab es erst recht nicht: noch bis 1986 mußten in solchen Fällen hexadezimale Speicherdumps ausgewertet werden.

Eine entscheidende Wende trat 1984 mit dem neuen FORTRAN-77-Compiler ein, der auch bessere Vektorisierungsergebnisse erzielte. Seit ungefähr 1988 vereinfachte der Präcompiler VAST-2 dann die Vektorisierung so stark, daß die oben genannte Q8-Programmierung weitgehend unnötig wurde.

Weitere Compiler für vektorielle Rechnung wurden vom Rechenzentrum der Ruhr-Universität implementiert: An erster Stelle ist hier der PASCALV-

Compiler z.u. nennen, der auch offizielles Softwareprodukt für die Cyber 205 geworden ist, sowie ein ALGOL-68- und ein ACTUS-Compiler. An numerischen Bibliotheken wurden während der Laufzeit die NAG- und die MAGEV-Bibliothek installiert. Letztere ist ein gutes Beispiel dafür, daß auch die Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen klappte: die Kosten für MAGEV wurden zusammen mit dem Rechenzentrum der RWTH Aachen beschafft; die Bibliothek stand anschließend allen Nutzern zur Verfügung.

Die Ausbildung

Anfangs war die Benutzereinweisung in einwöchigen Blockkursen organisiert. Da wir auf diese Weise jedoch kaum auswärtige Interessenten erreichten, haben wir ab 1984 die Vektorrechnerausbildung in Form von zweisemestrigen Fernstudiengängen organisiert. Der Erfolg war durchschlagend: Über 450 Teilnehmer in drei Vorlesungszyklen belegen die Akzeptanz, die diese Form der Ausbildung gefunden hat. Dabei waren nur wenige Studenten unter den Hörern zu finden: Überwiegend Professoren und wissenschaftliche Mitarbeiter unterzogen sich in vierzehntägigem Rhythmus den Erfolgskontrollen, die in Form von zu bearbeitenden "Einsendeaufgaben" Voraussetzung für den Bezug der neuen Studienkapitel waren. Welche Grundlagenarbeit damit geleistet worden ist, wird erst heute ersichtlich: Ich kann gar nicht aufzählen, wie oft ein neuer Parallelrechneranbieter heute bei mir erscheint und im Gespräch darauf verweist, daß er seine ersten Erfahrungen mit dem Höchstleistungsrechnen über den Fernstudiengang gesammelt hat und daß die erworbenen Übungsscheine auch bei seinen Bewerbungen von Nutzen gewesen seien.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß das Rechenzentrum der RWTH Aachen nach Einstellung der Fernstudiengänge eigene Ausbildungen zur Unterweisung der Aachener Benutzer durchgeführt hat.

Das Rechnen auf der Cyber 205

Die Cyber 205 war ein Batchrechner: Zugang war nur über einen *Front / End-Rechner* möglich, auf dem wegen des knappen Hintergrundspeichers der Cyber 205 auch die Daten gelagert werden mußten. Die Benutzer der Cyber 205 waren damit gezwungen, neben dem Betriebssystem des Vektorrechners auch noch dasjenige des Front/End-Rechners zu erlernen. Unter diesen Umständen ist leicht verständlich, warum der damalige Wechsel des Vorrechner-Betriebssystems von *NOS* nach *NOS /VE* nicht nur auf Gegenliebe gestoßen ist.

Andererseits war das *VSOS*-Betriebssystem der Cyber 205 ein einfach zu bedienendes Betriebssystem. Wer den Batchbetrieb unter *VSP/I* erlebt hat, wird mir dies bestimmt bestätigen. Und es war ein *virtuelles Betriebssystem*: Das Rechnen mit "beliebig" großen Programmen war nur durch den - zugegebenermaßen knappen - Hintergrundspeicher begrenzt. Leider gab es auch Benutzer, die sich redlich Mühe gaben, diese Grenze zu erreichen!

Ein Landesrechnerbetrieb wäre ohne den steten Ausbau der DFÜ-Zugänge nicht möglich gewesen. Die heute üblichen Anschlüsse über 2-Mbps-WIN-Leitungen lassen nur erahnen, mit welchen Problemen die Erstnutzer der Cyber 205 damals zu kämpfen hatten. Hinzu kamen noch die restriktiven Nutzungseinschränkungen, die zeitweise wegen der starken Ausnutzung der Anlage nötig waren: Ich erinnere nur daran, daß in den Produktionskategorien maximal ein Auftrag auf Bearbeitung warten durfte und daß überhaupt nur zwei Aufträge eines Benutzers in der Anlage sein durften.

Resümee

13 Jahre Vektorrechnerbetrieb für das Land Nordrhein-Westfalen sind, davon bin ich überzeugt, positiv verlaufen. Dabei habe ich noch nicht einmal über die fachbezogenen Arbeiten gesprochen, die von den Nutzern der Anlage erstellt worden sind: Ein Blick in die Kolloquiumsbände sowie den Projektüberblick, der vom Rechenzentrum der Ruhr-Universität herausgegeben worden ist, geben eine Ahnung von der Vielfalt der bearbeiteten Projekte.

Die Cyber 205 ist intensiv genutzt worden: ständig ca. 150 Rechenprojekte aus dem ganzen Land NRW sorgten für eine beständige Auslastung des Rechners bis an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. Als besonders will ich hier nur die theoretischen Physiker in Bielefeld, Wuppertal und Bochum, die theoretischen Chemiker in Bochum und mit einem zuletzt überwiegenden Anteil die Wasserwirtschaftler und Strömungswissenschaftler in Aachen hervorheben. Wie "normal" Vektorrechnen heute geworden ist, zeigt die schnelle Akzeptanz und gute Ausnutzung des heute vielfach leistungsfähigeren Landesrechners in Aachen. Die Cyber 205 war ein "Dinosaurier" der Rechentechnik. Mit ihrer Stilllegung halbierte sich schlagartig die gesamte Stromabnahme des Rechenzentrums der Ruhr-Universität. Heutige Anlagen mit höherer Leistung - ich denke dabei an Parallelrechner - benötigen nur noch ein Minimum an elektrischer Leistung. Belegte die Cyber 205 noch mehr als 110 qm Stellfläche, so kommen heute Parallelrechner mit ca. 3 qm Stellfläche aus. Statt der komplizierten Kühlung mit dem Gas Freon reicht die Raumklimatisierung aus. Und wenn die Benutzer heute danach streben, über X-Window-Applikationen mehrere Rechner gleichzeitig in verschiedenen Fenstern auf einem Bildschirm verfügbar zu haben, so ist es fast unvorstellbar geworden, daß im Rechenzentrum der Ruhr-Universität im Zuge von Fehlerverfolgungen häufig der Ruf durch die Gänge hallte: "Wer belegt denn wieder die Dialogleitung zur 205?!"

Mir bleibt nur die Feststellung:

13 Jahre Vektorrechnerbetrieb in Bochum sind ein Gewinn für das ganze Land NRW geworden.

... Doch leider ist noch ein Nachsatz fällig:

In Bochum warten nun 20 to Rechnerschrott, gefüllt mit 260 kg Atmosphäre-schädigendem Freon, 40 kg Freon-verseuchtem Öl und Rauchmelder mit radio-aktivem Material auf Entsorgung:

Die Überreste eines Dinosauriers