

Udo Linauer, Irmgard Husinsky

## Spitzenforschung braucht Spitzenrechner – Zentrale EDV-Dienstleistungen

Technisch-naturwissenschaftliche Prozesse computerunterstützt zu simulieren, Experimente über Computer zu steuern und deren Ergebnisse EDV-mäßig zu erfassen und auszuwerten, ist seit vielen Jahrzehnten selbstverständlicher Bestandteil der Forschung an der TU Wien. Daher war die TU Wien stets darauf bedacht, bei der Rechnerausstattung ganz vorne mit dabei zu sein.

### Die Anfänge und die organisatorische Entwicklung

Die Anfänge der zentralen Einrichtung gehen auf 1958 zurück, als mit der Errichtung des „Mathematischen Labors“ am III. Institut für Mathematik der erste kommerzielle Computer angeschafft wurde, eine IBM 650. Diese Maschine wurde 1964 durch eine IBM 7040 ersetzt. Beide Anlagen wurden auch von andern Instituten genutzt. 1967 wurde die Rechenanlage neuerlich erweitert und offiziell zu einem zentralen akademischen Rechenzentrum erklärt. 1968 wurde ein Prozessrechner angeschafft, 1969 ein Analog/Hybridrechner – auch diese beiden Anlagen wurden interfakultär genutzt. 1972 schließlich wurden alle drei Abteilungen (Digitalrechenanlage, Prozessrechenanlage und Hybridrechenanlage) zu einer eigenen Organisationseinheit zusammengeschlossen, die dann 1977 gemäß UOG 75 in ein „Zentrum für elektronische Datenverarbeitung (EDV-Zentrum)“ übergeleitet wurde.

Weiters wurde 1974 ein Interuniversitäres EDV-Zentrum (IEZ) als Gemeinschaftseinrichtung von TU Wien, Universität Wien und Österreichischer Akademie der Wissenschaften gegründet, um flächendeckend qualitativ hochwertige Spitzenleistung für den wissenschaftlichen Bereich zu erbringen. Die ersten Großrechner im akademischen Bereich waren die CDC CYBER 74 an der TU Wien und die CDC CYBER 73 an der Universität Wien.

Ab den 1980er Jahren kam es zu einer rasanten Verbreitung von PCs und Workstations. Im Zuge einer Reorganisation, die Anfang 1991 alle bestehenden Einrichtungen (Abteilungen des EDV-Zentrums und IEZ) in ein einziges EDV-Zentrum zusammenführte, wurden als Schwerpunkte die Unterstützung der dezentralen EDV-Versorgung sowie die Bereitstellung von Hochleistungsrechnern für fachspezifische Forschung auf einem internationalen Standard festgelegt.

Mit dem „Kippen“ der TU Wien ins UOG 93 am 1. 1. 1999 wurde schließlich das EDV-Zentrum zum „*Zentralen Informatikdienst (ZID)*“. Heute ist die Informations- und Kommunikationstechnologie eine der zentralen Säulen für die Leistungsfähigkeit einer modernen Forschungsuniversität. Der Anspruch des ZID ist, die TU Wien dabei bestmöglich mit einem attraktiven IT-Serviceportfolio und passenden Dienstleistungen zu unterstützen sowie proaktiv innovative Technologien und Methoden aufzugreifen und durch Standardisierung und Modernisierung die Effizienz und Qualität der Services zu steigern.

Die räumliche Situation der zentralen Einrichtungen war durch mehrere Übersiedlungen gekennzeichnet. Von Institutsräumen im Hauptgebäude am Karlsplatz ging es 1973 in das neu errichtete Elektrotechnik-Gebäude in der Gußhausstraße und 1987 schließlich in das neue Freihaus. Fast 100 Personen sind heute am ZID tätig. Für die speziellen räumlichen Anforderungen des Vienna Scientific Cluster wurde in den letzten Jahren im Arsenal Science Center das Objekt 214 adaptiert.

### **Die ersten Spezialrechner: Analog/Hybridrechner, Prozessrechner**

Im Jahr 1969 wurde am damaligen I. Mathematischen Institut ein EAI 680 Analogrechner installiert. Analogrechner repräsentieren ihre Daten als kontinuierliche Größen, die Grundelemente sind Summierer, Integrierer und Multiplizierer. Auf einem austauschbaren Steckbrett wurden die Rechenschaltungen mit Hilfe von Steckverbindungen aufgebaut (siehe Abbildung 1). Die Installation eines Digitalrechners EAI 640 bildete in Kombination mit dem Analogrechner das erste Hybridsystem. Später wurde ein EAI PACER System eingesetzt. Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten, Diplomarbeiten und Dissertationen, in denen mathematische Modelle in Form von Differentialgleichungen zu lösen waren, wurden an der Hybridrechenanlage durchgeführt, wobei eine persönliche Beratung angeboten werden konnte.

Als Weiterentwicklung des Analogrechnens kam eine Switch Matrix auf den Markt, welche die Verbindungen der Analogrechenelemente programmgesteuert vornahm. Ein Prototyp wurde 1980 installiert. Mit entsprechender Unterstützung durch Software-Eigenentwicklungen wurde daraus das EAI PACER 600A AutopATCH System, das in seiner Art einzigartig war. 1985 wurde der erste EAI SIMSTAR Simulation Multiprozessor in Europa an der Hybridrechenanlage installiert. Durch die rasante Entwicklung der Digitalrechner und neue Technologien wurde die klassische Analog- und Hybridrechentechnik jedoch bald stark zurückgedrängt.

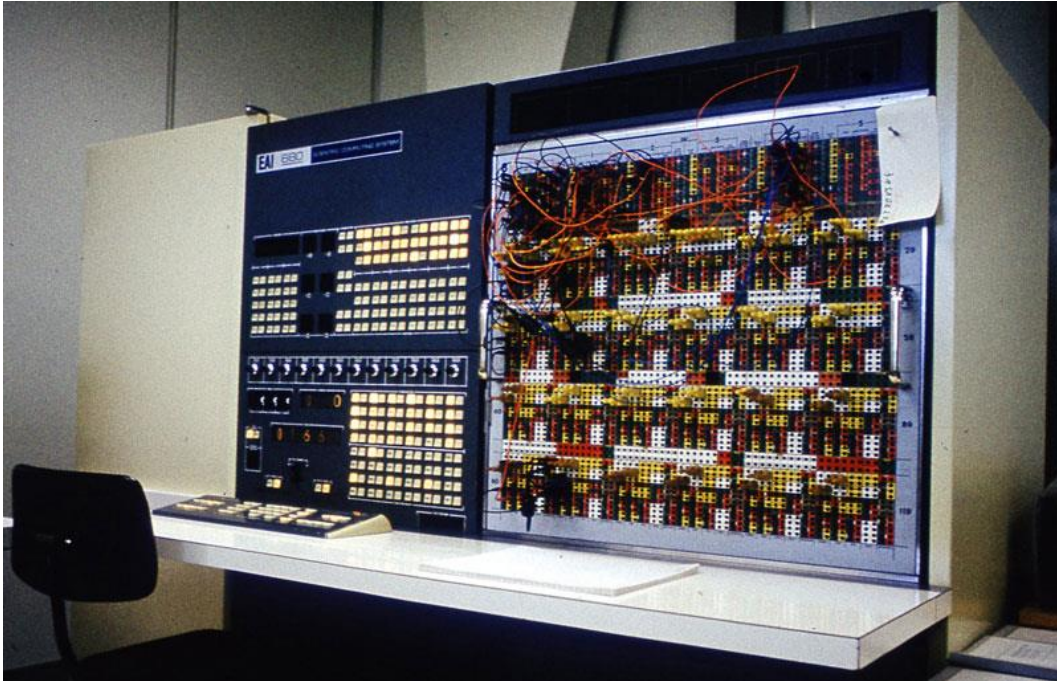


Abbildung 1: EAI 680 Analogrechner (1969 bis 1979)

Die Abteilung „Prozessrechenanlage“ des EDV-Zentrums war auf die Anwendung von Microcomputern in der Prozessrechentechnik spezialisiert. Den ersten Prozessrechner gab es schon 1968. Im Jahr 1970 wurde eine IBM 1800 installiert. Diese versorgte über ein Ringleitungssystem die Elektrotechnischen Institute im Institutsgebäude Gußhausstraße sowie eine Reihe von Instituten im Hauptgebäude am Karlsplatz. 1972 wurde für den Bedarf der Chemie- und Maschinenbauinstitute am Getreidemarkt eine IBM S/7 installiert. Auch hier wurde den einzelnen Instituten der Zugriff zum Prozessrechner über ein Verteilungssystem für die Anschlüsse an die Prozessperipherie ermöglicht. Ein weiterer zentraler Prozessrechner für eine definierte Institutsgruppe war ab 1973 eine PDP-11/45 an den Physikalischen Instituten im Hauptgebäude am Karlsplatz. In den 1980er Jahren wurden die Anlagen durch VAX-11 Systeme ersetzt. Anwendungen der damaligen Prozessrechner waren z. B. rechnergesteuertes Präzisionsschweißen mit einer Elektronenstrahlfeinbearbeitungsanlage oder die Auswertung massenspektrometrischer Daten.

### **Mainframes, Fachbereichsrechner, Applikationsserver**

Um den Bedarf der TU Wien an Rechenleistung zu decken, waren im Laufe der Jahre stets Anpassungen der Konzepte und Erneuerungen der Geräte notwendig. Dabei wurden stets die jeweiligen Anforderungen der Forschungsgruppen im Hause berücksichtigt.

1974 wurde die IBM 7040 an der Digitalrechenanlage durch eine CDC CYBER 74 ersetzt. Nachfolgemodelle waren eine CDC CYBER 860 und eine NAS 9160.

1991 war mit dem Abbau der NAS 9160 das Ende der klassischen Mainframes gekommen. An ihre Stelle trat eine Vielzahl von Serversystemen mit sehr unterschiedlichen

Betriebssystemplattformen zur Erledigung von Spezialaufgaben. Mit dem Fachbereichsrechnerkonzept wurde vermehrt auf eine Anpassung der Rechnerarchitekturen an die Anforderungen der verschiedenen Fachbereiche (Physik, Chemie, Maschinenbau, Mathematik etc.) eingegangen. Durch die zeitliche Staffelung von Neuinvestitionen konnte die jeweils am Markt erhältliche Spitzentechnologie den Fachgruppen zur Verfügung gestellt werden. So war 1993 z.B. der Fachbereichsrechner Elektrotechnik, eine DEC 4000/610 AXP, der erste 64-Bit Rechner in Österreich. Neben den Fachbereichsrechnern wurden auch zentrale Unterstützungssysteme für die Betriebssysteme UNIX und VMS betrieben.

Im nächsten Beschaffungszyklus wurden ab etwa 1996 so genannte Applikationsserver installiert, die für bestimmte Applikationen – Softwarepakete – über eine optimale Hardware- und Betriebssystemarchitektur verfügten.

## Das Netz TUNET

Bereits Anfang der 1980er Jahre wurden – mit seriellen V.24-Leitungen und einer Datenrate von bis zu 19.200 kBit/s – lokale Verbindungen von zentralen Rechnern zum Austausch von Daten hergestellt. Im Februar 1984 wurde mit der Verlegung des ersten Ethernet-Kabels zwischen den Elektrotechnik-Gebäuden in der Gußhausstraße der Grundstein für das TUNET, das lokale Netz der TU Wien, gelegt. Im Dezember 1985 erfolgte die Anbindung an das europäische Wissenschaftsnetz EARN, mit Basisdiensten wie File Transfer, Remote Job Entry und E-Mail.

Sukzessive wurden alle (über mehrere Bezirke verstreuten) Gebäude der TU Wien an das TUNET angeschlossen. Bei den Netzwerkkomponenten waren bereits mehrere Generationswechsel notwendig, um die ständig steigenden Anforderungen an Übertragungskapazität erfüllen zu können. 1990 wurde der erste Zugang zum Internet über die Universität Wien realisiert (mit 64 kBit/s). Seit Mitte der 1990er-Jahre hat die TU Wien eine Homepage im Web.

Heute ist ein Forschungsarbeitsplatz ohne lokale und internationale Vernetzung nicht mehr denkbar. Schneller und weltweiter Informationsaustausch und Zugang zu vielfältigen Ressourcen sind unverzichtbar. Das TUNET basiert heute auf 10 Gigabit Ethernet. Ferner ist der Zugang mobil geworden, die gesamte TU ist mit Funknetz (WLAN) ausgestattet, die Geräte sind portabler und handlicher geworden. Seit 2010 wird auch die Telefonie an der TU Wien über das TUNET betrieben (*Voice over IP*).

## Unterstützung dezentraler IT

Das reorganisierte EDV-Zentrum begann 1991 Services zur Beschaffung und Wartung von dezentralen Systemen an Instituten anzubieten und für Software Campuslizenzen zur Verfügung zu stellen. Unter den ersten angebotenen Produkten waren z.B. die Unterpro-

grammsammlungen NAG FORTRAN Library und NAG Graphics Library für PCs und Workstations sowie das Betriebssystem MS-DOS.

Durch zentralen und effizienten Einkauf können den Instituten und Einrichtungen benötigte Softwarelizenzen günstig zur Verfügung gestellt werden. Das Angebot umfasst sowohl alle gängigen Betriebssysteme als auch eine Vielzahl von Applikationsprogrammen für die Plattformen Windows, Linux und Macintosh.

### **Hochleistungsrechner für die Forschung**

Damit an der TU Wien Forschungsaktivitäten auf einem modernen und international konkurrenzfähigen Niveau durchgeführt werden können, werden unter anderem entsprechende Rechnersysteme der jeweils neuesten Generation benötigt.

Mit der Installation der CDC CYBER 74 im Jahr 1974 erlebte die Anwendung numerischer Methoden in den Natur- und Ingenieurwissenschaften an der TU Wien einen gewaltigen Aufschwung. Die besondere Stärke der Rechner der CYBER-Serie lag in den Gleitkommaberechnungen. Auch die Nachfolgesysteme der CYBER-Serie bewährten sich über viele Jahre hinweg, unter anderem wegen besonders gut optimierender FORTRAN-Compiler.

Der Rechner NAS 9160 stellte mit einem integrierten Vektorprozessor zur Reduzierung der Rechenzeit bereits eine Vorstufe zu einem echten Vektorrechner dar. 1990 wurde vom IEZ eine SIEMENS VP50-EX, ein Supercomputer mit Vektorarchitektur, und als Nachfolgemodell ein Vektorrechner SNI S100/10 zur Verfügung gestellt.

Ein weiterer Hochleistungsrechner war im Rahmen des Applikationsserverkonzepts der Vektorrechner NEC SX-4, ein System mit hoher Einzelprozessorleistung, auf dem sich komplexe Problemstellungen (z. B. aus dem Bereich der Linearen Algebra) optimal lösen ließen.

2001 kam mit einer IBM RS/6000 SP ein auf schnell getakteten RISC-Prozessoren basierendes System für die freie Programmierung von Forschungsprojekten zum Einsatz und 2005 ein SUN Cluster mit 65 Prozessoren.

Der Vienna Scientific Cluster (VSC), wie er heute für die Forschung zur Verfügung steht, ist ein gemeinsam genutzter Verbund von Höchstleistungsrechnerressourcen, der den Bedarf teilnehmender österreichischer Universitäten decken soll.

Im Jahr 2009 wurde der erste derartige Cluster für die TU Wien, die Universität Wien und die Universität für Bodenkultur installiert. Mit dem VSC-1 ist es nach längerer Zeit wieder gelungen, einen Platz in der TOP500-Liste der schnellsten Computersysteme zu belegen. Seit Oktober 2011 ist der VSC-2 in Betrieb, er lag damals auf dem beeindruckenden Platz 14 der leistungsstärksten Rechner in Europa.



Eines der strategischen Vorhaben der TU Wien ist – in Kooperation mit einer Reihe weiterer österreichischer Universitäten – der fortgesetzte Ausbau des Vienna Scientific Clusters zur Gewährleistung der nachhaltigen Verfügbarkeit der notwendigen Rechenleistung für wissenschaftliche Projekte. Bei der Planung der dritten Ausbaustufe des VSC wurde großer Wert auf eine möglichst energieeffiziente Implementierung des Clustersystems gelegt. Beim VSC-3 (Abbildung 2) kommt ein innovatives Kühlsystem zum Einsatz, wobei die Rechenknoten vollständig in ein Kühlmittel, ein spezielles Mineralöl, eingetaucht werden. Die Hardware benötigt nur rund 0,8 Kilowatt pro Teraflop, etwa ein Drittel des Verbrauchs des VSC-2. Der VSC-3 erreicht mehr als 600 Teraflops an Linpack-Rechenleistung und klettert damit in der TOP500-Liste nach oben.

Pro Jahr werden am VSC über 100 Projekte aus den Gebieten Biowissenschaften, Umwelt/ Energie und Klima, Gesundheit, Astronomie/Astrophysik, Grundlagenforschung, Materialwissenschaften und Ingenieurwissenschaften durchgeführt.



*Abbildung 2: Vienna Scientific Cluster VSC-3 im Arsenal. Links: die vollständig in Öl gekühlten Prozessoren, rechts: Wissenschaftsminister Mitterlehner, Prof. Störi (der Projektleiter VSC-3) und die Vizerektoren der beteiligten Universitäten bei der feierlichen Inbetriebnahme*

## Schlussbemerkungen

Zwischen den EDV-Systemen der letzten 48 Jahre an der TU Wien – IBM 7040 und den heutigen Hochleistungsclustern VSC-1 und VSC-2 – liegt eine unglaubliche Leistungssteigerung um einen Faktor von über einer Milliarde!

In den Anfangszeiten nutzten nur wenige Personen die Rechner für ihre Forschungsarbeiten und eine individuelle Betreuung konnte und musste angeboten werden. Die Hardware

war in der Bedienung sehr personalintensiv. Man denke nur an die Abwicklung der Ein-/Ausgabe von Daten über diverse Datenträger. Die inzwischen ausgestorbene Berufsgruppe der Operatoren hatte die Aufgabe, die Geräte mit Lochstreifen oder Lochkarten zu füttern, Magnetbänder einzulegen und die am Drucker ausgegebenen Programm- und Datenlisten zu ordnen. Außerdem waren die Geräte ziemlich störungs- und fehleranfällig. So war es üblich, den Betrieb regelmäßig für Wartungsarbeiten zu unterbrechen, und ein Techniker war z.B. zu Zeiten der CDC-Rechner immer vor Ort.

Inzwischen ist durch die Verteilung der wichtigsten IT-Infrastrukturkomponenten auf zwei Standorte – Freihaus und Gußhaus – Hochverfügbarkeit und Ausfallssicherheit aller Systeme garantiert.

Heute bietet der ZID ein umfangreiches Portfolio an IT-Services für Forschung und Lehre. Das Angebot reicht vom Handy bis zum größten Supercomputer Österreichs.