

25 Jahre Datenverarbeitung an der Justus-Liebig-Universität Gießen

An der Entwicklung des Einsatzes der Datenverarbeitung an der Justus-Liebig-Universität Gießen läßt sich exemplarisch zeigen, welche enormen Veränderungen diese Disziplin in wenigen Jahren erfahren hat. Die Veränderungen betreffen die Systeme selbst und ihre Merkmale wie Größe, Preis, Leistung, Software usw., vor allem aber den Kreis der Benutzer und die Art und Weise der Nutzung.

Start mit der Zuse Z23

Im Dezember 1961 begann an der Justus-Liebig-Universität Gießen die Geschichte der elektronischen Datenverarbeitung mit einer Maschine des Typs Zuse Z23. Man kann mit gutem Recht den Begriff Maschine verwenden, während man heute immer von einem DV-System spricht, das aus Hardware – der Maschine mit verschiedenen Komponenten – und der Software – den Programmen – besteht. Denn der Lieferumfang bei der Z23 bestand aus einem Maschinenschrank, einem Trommelschrank, einem Abtaster, einem Fernschreiber, einem Bedienungspult und Bedieneressel sowie technischen Schaltplänen, einem sogenannten Grundprogramm und einer kleinen Anzahl mathematischer Unterprogramme. Man kann daher sagen, daß der gesamte Kaufpreis von 380 000 DM für die Maschine, also die Hardware gezahlt wurde; die Begriffe Hardware und Software waren damals aber in ihrer heutigen Bedeutung noch nicht bekannt.

Die Z23 war schon ein Rechner der zweiten Generation, voll transistorisiert! Sie

war das Nachfolgemodell der Röhrenmaschine Z22 (erste Generation), die mit großem Erfolg bei den Pionieren der elektronischen Datenverarbeitung in Deutschland in einigen technischen Instituten eingesetzt worden war. Die Z23 war aber wegen ihrer neueren Technik schneller, benötigte weniger Platz, verbrauchte weniger Energie und was noch viel wichtiger war, sie war wesentlich zuverlässiger. Sie wurde in Bad Hersfeld in der Firma von Konrad Zuse, einem der Väter des automatisierten Rechnens, gebaut. Zuse hatte 1940 mit dem Modell Z4 die erste programmgesteuerte Rechenmaschine hergestellt, die lauffähig war und in der Praxis eingesetzt wurde. Ein Modell der Z4 war an der ETH Zürich nach dem Krieg noch in Betrieb.

Wie konnte man nun Informationen – Programme oder Daten – in der Z23 speichern und sodann zum Ablauf bringen? Das Medium war ein Fünfkanaallochstreifen, so wie er im Fernschreibdienst verwendet wird. Daher waren auch als Arbeitsplätze zwei Siemens-Fernschreiber vorhanden, auf denen man durch Tippen auf der Tastatur das eigene Programm auf Papier (für den Menschen lesbar) schreiben und gleichzeitig auf Lochstreifen (für die Maschine lesbar) stanzen konnte. Der Lochstreifen wurde von einem photoelektrischen Abtaster gelesen. Allerdings war dies nur möglich, wenn vorher das Grundprogramm schon im Speicher war. Andernfalls mußte man durch Eintippen von Befehlen und Befehlsübernahme auf Schaltern am Bedienungspult ein Bootprogramm in die Maschine eingeben, das



Abb. 1: Die Z23 im Zeughaus.

dann das quinär verschlüsselte Grundprogramm erst lesen konnte.

Der Speicher bestand aus zwei Komponenten, dem schnellen Magnetkernspeicher von 256 Worten und dem Trommel-speicher von 8192 Worten, jeweils zu 40 Bit. In heutiger Rechnung sind dies 0,25 KB bzw. 40 KB, also bemitleidenswert wenig. Daß dennoch auch größere numerische Probleme bearbeitet werden konnten, liegt daran, daß der Benutzer gezwungen war, äußerst maschinennah im sogenannten Freiburger Code zu programmieren. Der Freiburger Code lag mit seinen Möglichkeiten noch weiter unter dem, was heute Assembler bieten. Er erlaubte wegen seiner Einschränkungen (z. B. absolute Adressen, ein Befehl pro Speicherwort, Befehlsmodifikation) eine sehr effektive Nutzung der Hardware. Er benötigte keine umfangreichen Compiler, vielmehr besorgte ein Abschnitt des Grundprogramms die einfachen Um-

wandlungen der mnemotechnischen Befehle in die entsprechenden Bitfolgen.

Wegen des begrenzten Speicherplatzes war an den Einsatz eines Betriebssystems nicht zu denken. Es war auch nicht notwendig. Eine Benutzerverwaltung oder Prioritätssteuerung war wegen der einfachen Organisation des Rechenbetriebs – immer nur einer, und einer nach dem anderen – nicht erforderlich. Eine Speicherverwaltung existierte ebensowenig. Begriffe wie Files oder Datenschutz kannte man nicht. Wenn ein Benutzer dem Nachfolger ohne weitere Vorkehrungen die Maschine überließ, konnte dieser alle Daten des Vorgängers verwenden. Ob er sie aber als eine reine Sammlung von Bits auch gebrauchen, d. h. als Daten rekonstruieren konnte, war eine andere Frage. Jedenfalls war für einen Benutzer die erste Handlung nach der Übergabe der Maschine, daß er den Kern- und Trommel-speicher löschte. Das geschah schon aus

Zwecken des Selbstschutzes. Denn es soll Programme gegeben haben, die ohne ein solches Löschen gelegentlich falsch liefen. Die Erklärung für solche Effekte ist, daß entweder wegen eines schlechten Programmierstils oder wegen Programmierfehler auf Zellen zugegriffen wurde, die im eigenen Programm nicht vorbesetzt wurden, was eben in gewissen Fällen ohne das vorausgehende Löschen einen Zugriff auf die Daten des Vorgängers bedeutete.

Überhaupt konnten bei der Programmierung im Freiburger Code Tricks verwendet und erfunden werden, die mit heutigen Assemblern nicht mehr möglich sind und die auch von den Schöpfern des Freiburger Codes nicht beabsichtigt waren. Diese Tricks dienten manchmal zu einer effektiveren Nutzung der Maschine, waren aber oft auch nur „l'art pour l'art“ oder sollten gar den Sinn eines Programmstücks für einen menschlichen Leser verbergen.

Es ist heute kaum vorstellbar, daß mit diesen einfachen Hilfsmitteln an Software größere Projekte gerechnet wurden. Jeder Benutzer mußte sich ohne Betriebssystem, Utilities oder Compiler seine Programme und Unterprogramme in einer assemblerartigen Sprache erstellen. Nur eine kleine Anzahl mathematischer Unterprogramme (z. B. Winkelfunktionen, Quadratwurzel, Logarithmus, Exponentialfunktion) waren verfügbar.

Auch bezüglich der Bedienung war der Kontakt des Benutzers mit der Maschine hautnah. Es gab nämlich keine Operateure.

Nach einer kurzen Einführung konnte der Benutzer schnell die nötigen Handgriffe für das Speicherlöschen, das Einlesen, den Programmstart und ähnliches selbst ausführen. Eine besondere Kunst war allerdings das Austesten von Programmen. Wie heute, so gab es auch damals die verschiedensten Ursachen für Programmfehler, wobei diese Fälle noch angereichert

waren durch die schon geschilderten Möglichkeiten des Freiburger Codes. Die einfacheren Fälle waren Zugriffe auf falsche Daten, auf Daten als Befehle oder umgekehrt, falsches Zählen und ähnliches.

Während man heute bei Fehlern entsprechende Hinweise zur Übersetzungs- bzw. Laufzeit von den Compilern oder dem Betriebssystem erhält und sich auch umfangreiche Dumps ausgeben lassen kann, blieb die Z23 einfach „hängen“ oder rannte in Schleifen. „Null im Befehlsregister“ war eine häufige Diagnose. Das konnte man an einer 40stelligen Tastenreihe mit Lichtanzeige am Bedienungspult erkennen. Eine weitere Schalterreihe zeigte die 40 Bits des Registers Akkumulator. Mit zwei Tasten, Akkuübernahme und Befehlsübernahme, konnte man Testwerte in den Akkumulator eingeben, bzw. „von Hand“ einzelne eingetastete Befehle ausführen lassen. Durch geschicktes Verwenden dieser Einrichtungen war es möglich, sich Registerstände und Speicherinhalte anzuschauen. Zusammen mit Einfallsreichtum und Spürsinn konnte man so dem Fehler früher oder später auf die Spur kommen. Die Ausgabe von Dumps war nur mit eigenen vorbereiteten Programmen möglich und nicht immer sofort anwendbar, weil sie gewisse Register und Speicher benötigten und somit zerstörten, so daß man vorher von Hand immer eine Menge erledigen mußte.

Waren die Programme dann ausgetestet, so folgten meistens umfangreiche Rechengänge mit verschiedenen Ausgangsdaten. Das bedeutete oft ein stundenlanges Bedienen und auch Warten auf die Ergebnisse. Daher wurden für die Durchführung von Routineläufen wissenschaftliche Hilfskräfte aus den betreffenden Institutionen beauftragt. Sie waren sozusagen die Vorläufer unserer Operateure. Die häufigsten Nutzer waren damals neben der Mathematik und der Theoretischen Physik

die Anorganische Chemie und die Pflanzenzüchtung sowie die Landwirtschaftliche Betriebslehre aus der landwirtschaftlichen Fakultät. Manche Rechnungen, insbesondere bei den Chemikern, dauerten so lange, daß dafür die Nacht eingeplant werden mußte. Zur Erleichterung bei der Abwicklung dieser Nachtaufträge stand eine Ruhebank zur Verfügung und ein von den Gießener Mitarbeitern der „Elektronischen Rechenanlage“ entwickelte Alarmschaltung weckte ggf. mit schrillum Klingelton den Benutzer, wenn am Ende eines Rechenprogramms die Maschine „in Stop ging“.

Elektronische Rechenanlage war der Name der interfakultativen Einrichtung, die die Z23 betreute. Sie unterstand direkt dem Rektor der Universität, wurde von Herrn Prof. Dr. Dieter Gaier, Mathematisches Institut, geleitet und war im Zeughaus untergebracht. Der Raumbedarf war gering, nur zwei Räume; ein Maschinenraum und daneben – mit schalldichter Tür verbunden – ein Raum für die zwei hauptamtlichen wissenschaftlichen Mitarbeiter. Der Sachetat von 12 000 DM jährlich war recht bescheiden, da kein teurerer Wartungsvertrag abgeschlossen war. Die Mitarbeiter konnten einfache Fehler und Justagen an mechanischen Geräten selbst durchführen. Nur bei schwierigen Fehlern wurde ein Spezialist aus Bad Hersfeld angefordert. Dabei war es oft so, daß die Gießener Mitarbeiter aufgrund der Fehlersymptome die möglichen Fehlerursachen auf wenige Bausteine einkreisen konnten.

Ein großer Schritt nach vorn

In wenigen Jahren hatte sich der Benutzerkreis auf viele neue Fächer ausgeweitet, so daß die Anforderung an Rechenzeit stetig stieg. Mehr noch war eine Zunahme durch die alten Benutzergruppen verur-

sacht, weil Programme erweitert wurden oder für Nachfolgeprojekte in Teilen oder leicht modifiziert wieder verwendet werden konnten. Es waren schon Benutzer-Programmpakete entstanden, und die Elektronische Rechenanlage pflegt eine kleine Programmbibliothek mit allgemein verwendbaren Programmen. Ende der 60er Jahre war trotz umfangreicher Nutzung auch der Nachtstunden und gelegentlich der Wochenenden die Kapazität der Z23 erschöpft.

Viele Benutzer wanderten ab. Vorwiegend zum „Deutschen Rechenzentrum“ in Darmstadt, wo eine IBM 7090 für den Großrechenbedarf der deutschen Wissenschaft installiert war, oder auch zur Universität Marburg auf einen schon moderneren Rechner deutscher Produktion, den TR4 von Telefunken. Für den heutigen Benutzer ist es kaum vorstellbar, mit welchem Aufwand und welchem Zeitverlust diese auswärtige Rechnernutzung verbunden war. Die Datenträger, Magnetbänder und Lochkarten, mußten mit der Post verschickt werden, und auf gleichem Wege erhielt man nach Tagen die Ergebnislisten zurück. Es ist klar, daß diese Methode zum Entwickeln und Austesten eines Programms ungeeignet war, da sich die Dauer auf Monate oder Jahre erstreckt hätte. Für das Austesten von Programmen war es notwendig, daß der Benutzer nachwärts reiste, meistens für mehrere Tage. Der größte Teil derjenigen, die auswärts rechneten, war nicht nur deshalb ausgewichen, weil auf der Z23 immer weniger Zeit zur Verfügung stand, sondern vielmehr, weil die Anlage nicht sinnvoll oder gar nicht für die Lösung eines Problems eingesetzt werden konnte. Das lag an der Hardware und an der Software. Der Speicher war zu klein und die Geschwindigkeit zu gering; vor allem aber fehlten Compiler und besondere Programmpakete für Benutzergruppen aus den nichtnaturwissen-



Abb. 2: CD3300 im Strahlencentrum.

schaftlichen Fächern. Für die Z23 gab es inzwischen zwar einen Algol-Compiler, aber er war viermal so groß wie das Grundprogramm und er ließ für Daten und das Benutzerprogramm zu wenig Platz, ganz zu schweigen, daß er die Ausführungs geschwindigkeit um mindestens den Faktor fünf reduzierte.

So hatten wir in Gießen gute Argumente für eine leistungsfähigere Anlage. Nach den schon lange laufenden Vorarbeiten und umfangreichen Vergleichstests stellte die Justus-Liebig-Universität Gießen 1969 einen Antrag an die Deutsche Forschungsgemeinschaft, der mit geringen Modifikationen genehmigt wurde. Im Mai 1970 wurde die neue Anlage, eine CD3300 der amerikanischen Firma Control Data Corporation geliefert und installiert.

Vorher aber waren für die Unterbringung der neuen Geräte Baumaßnahmen erforder-

lich gewesen. Die neue Anlage konnte man nicht mehr, so wie die Z23, einfach in ein normales Arbeitszimmer stellen, das lediglich einen Dreiphasenstromanschluß mit einfacher 16-Ampereabsicherung erhalten hatte. Zunächst war die benötigte Stellfläche schon fünfmal so groß. Eine eigene Elektroverteilung mußte eingerichtet werden, die noch durch zwei riesige Umformer ergänzt wurde. Am teuersten aber war der Einbau einer Klimaanlage. Der Maschinenraum wurde mit einem Doppelboden und einer abgehängten Decke für eine Vollklimatisierung gebaut, damit die engen Toleranzwerte für Temperaturen und Feuchtwerte eingehalten werden konnten.

Dieser Aufwand bei der Unterbringung der Anlage war erforderlich, weil die Hardware aus vielen großen einzelnen Komponenten bestand. Neben mehreren Schränken für die Zentraleinheit und den

Arbeitsspeicher gab es eine ganze Reihe von Peripheriegeräten: Plattenlaufwerke, Magnetbandlaufwerke, Schnelldrucker, Leser und Stanzer für Lochkarten und für Lochstreifen sowie einen Plotter. Jedes Peripheriegerät hatte noch eigene Controller, d. h. Schränke mit Steuerelektronik. Abgesehen von der größeren Menge dieser wärmeproduzierenden Elektronik bei der CD3300 gegenüber der Z23 war auch die Bauweise moderner und die Packungsdichte größer, was nach einem zuverlässigen Abtransport der Wärme verlangte.

Aber nicht nur hinsichtlich der Hardware hatte die Justus-Liebig-Universität Gießen ein modernes System erhalten. Zum Lieferumfang gehörte auch eine große Palette an Software. Zunächst ein Betriebssystem. Es gestattete das Multiprogramming mit Prioritätensteuerung sowie die Verwaltung eines permanenten Filesystems. Durch das Multiprogramming konnte eine effektive Ausnutzung der Hardware erreicht werden, während das Filesystem einmal dem Benutzer in der täglichen Anwendung große Erleichterungen brachte. Er mußte nicht immer mit leerer Maschine beginnen. Seine Daten und Programme konnten in bestimmten Kontingenten auf den Platten und Bändern bereitgehalten werden, ohne sie bei jedem Benutzungsvorgang erneut in das DV-System einschleusen zu müssen.

Zum anderen wurden durch das permanente Filesystem allen Benutzern, die Compiler und eine große Zahl von Programmbibliotheken, bereitgestellt. Der Benutzer konnte in höheren Programmiersprachen wie Fortran, Cobol oder Algol seine Programme schreiben und aus den Bibliotheken fertige Verfahren auswählen, etwa aus der linearen Algebra Probleme wie Gleichungsauflösung oder Eigenwertbestimmung, aus der numerischen Lösung von Differentialgleichun-

gen oder der numerischen Integration, und ähnliches. Manche Systeme konnten ganz ohne eigenes Programmieren in den üblichen Programmiersprachen einfach durch geeignetes Bereitstellen der Daten genutzt werden; z. B. beim Linearprogramming oder bei den verschiedensten statistischen Auswertungen.

Für den Benutzer gab es eine ganz gravierende Änderung für das Arbeiten mit der DV-Anlage. Es wurde ein Closed-Shop-Betrieb eingeführt, d. h. er durfte den Maschinenraum nicht mehr betreten. Die Zahl und die Typenvielfalt der Geräte ließ es nicht mehr sinnvoll erscheinen, daß jeder Benutzer die Bedienung erlernte. Wegen mangelnder Übung hätte man Fehlbedienungen laufend erwarten müssen; deren Folgen konnten vom eigenen Datenverlust bis zur Zerstörung fremder Daten oder Programme oder gar zur Beschädigung der Geräte führen.

Außerdem verlangten die Möglichkeiten des Multiprogramming mit Prioritätensteuerung nach einer neuen Organisationsform. Die Maschine wurde nicht mehr, wie bei der Z23, minuten- oder stundenweise an Benutzer vergeben, sondern sie war immer für alle da. Es gab Kurz-, Mittel- und Langläufe. Die Operateure sorgten neutral dafür, daß die Aufarbeitung innerhalb der Klassen gemäß der Abgabezeit erfolgte. Sie konnten natürlich am Bedienungspult – das übrigens wesentlich kleiner als bei der Z23 war – in besonderen Fällen die Prioritäten herab- oder heraufsetzen.

Während beim Rechnen an der Z23 der Benutzer, wenn er an der Reihe war, alle seine Daten und Programme von wenigen oder vielen, kleinen oder großen Streifen in einer Reihenfolge, die nur er kannte und die oft entscheidend wichtig war, einlas, dann das Rechnen startete und häufig auch mittendrin weitere Daten nachlieferte, mußte er jetzt einen Auftrag abgeben

und hatte dann keinen Einfluß mehr auf die Durchführung. Ein Auftrag hieß Job und wurde in Form eines geordneten Pakets von Lochkarten abgegeben. Diese Pakete enthielten Steuerkarten für das Betriebssystem und seine Dienstprogramme, Quellenprogramme, Daten und ggf. auch binäre Informationen. Die Jobs – manche dünn, andere riesenlang und schwer – wurden in etwa 80 cm langen Lochkartenkästen abgegeben und gesammelt. Zu bestimmten Zeiten, meist halbstündig, wurden sie von den Operateuren auf Transportwagen in den Rechnerraum gefahren, wo sie dann in das System mit Hilfe des photoelektrischen Lochkartenlesers eingelesen wurden. Anschließend wurden die Karten wieder an einer Ausgabestelle zurückgegeben.

Das Ergebnis eines Jobs stand immer auf einer Liste. Manche Listen werden schon sehr bald nach dem Einlesen der Lochkarten des Jobs gedruckt, auf andere mußte man lange warten. Manche Listen waren dick und kiloschwer, andere dünn, entweder weil es sich um ein kleines Problem handelte oder aber weil etwa durch einen kleinen Eingabefehler das Programm nicht wie erwartet gelaufen war, so daß statt der Ergebnisse nur eine Fehlermeldung ausgegeben wurde. In diesem Falle mußte man einen erneuten Anlauf machen. Die Zeit von der Abgabe der Lochkarten bis zur Ausgabe der Listen, die so wie heute mit Balkenschrift gekennzeichnet waren, nannte man Turn-Around-Time; sie war also die Reaktionszeit des Systems, nach deren Ablauf man frühestens wieder an dem betreffenden Problem weiterarbeiten konnte.

Sie war für das Austesten von Programmen eine wichtige Größe. Ihr Minimum lag bei einer halben Stunde, denn schneller konnten die Operateure das Einlesen der Karten und das Verteilen der Listen nicht besorgen. Die Strategien der Benutzer zur

Ausnutzung der Turn-Around-Zeit beim Programmtesten waren unterschiedlich. Eine Gruppe wartete einfach und wanderte meist im Flur hin und her und befragte alle Personen, die aus dem Rechnerraum kamen, ob nicht bald die Listen ausgeteilt würden. Eine zweite Gruppe erledigte während der Wartezeit mitgebrachte Arbeit; die dritte Gruppe schaffte es irgendwie, versetzt oder parallel zu arbeiten, so daß sie bei jeder Ausgabe von Listen zu den Empfängern zählten und so immer bei ihrer Programmierarbeit bleiben konnten.

Obwohl heutigen Benutzern diese Methode, mit einem Computer zu arbeiten, archaisch oder gar unzumutbar erscheinen wird, so war dieser „Batchbetrieb im Closed-Shop“ damals der Stand der Kunst. Mit dem Wechsel von der Z23 zur CD3300 tat die Justus-Liebig-Universität Gießen einen gewaltigen Schritt nach vorn. Allerdings mußten die größere Leistung und die modernere Art der Benutzung des Systems nicht nur durch einen hohen Anschaffungspreis erkaufte werden, es mußten auch die wesentlichen Erhöhungen beim Personal, in der räumlichen Unterbringung und den laufenden Sachkosten von der Universität aufgebracht werden.

Neue Personalstellen waren erforderlich, weil neue Aufgaben entstanden waren. Der Bereich des Operating wurde schon genannt. Weiterhin mußten sich wissenschaftliche Mitarbeiter um die Betreuung und Pflege des Betriebssystems kümmern. Während ohne ein reibungsloses Funktionieren dieses Bereichs das System gar nicht nutzbar ist, bemerkt doch der Benutzer von dieser Arbeit wenig und kennt keine Details. Er verwendet die Anwendersoftware, Compiler und Programmbibliotheken. Für deren Betreuung und Anpassung sowie für die Beratung der Benutzer waren weitere Mitarbeiter erforder-

lich. So stieg der Personalbestand auf 12 Mitarbeiter.

Der Raumbedarf für die Mitarbeiter, vor allem aber für die aufwendige Unterbringung der Maschine und der Klimaanlage, konnte im Zeughaus nicht mehr befriedigt werden. Bei den Überlegungen für die Unterbringung der Nachfolgesysteme hatte sich schon früh herausgestellt, daß schließlich ein Neubau erforderlich sein würde. So wurde 1968 ein erstes Raumprogramm zur Vorlage beim Kultusminister aufgestellt. Die CD3300 aber mußte provisorisch in bestehenden Gebäuden untergebracht werden.

Der neue Aufstellungsort war das Strahlencentrum. Dort wurde ein großer Kellerflur zum Maschinenraum umgebaut. Die Klimaanlage konnte in den Installationskellern untergebracht werden und für die Mitarbeiter wurden im ersten Stock und im Keller Räume verändert und geteilt. Die Raumverhältnisse waren äußerst beengt, z. B. hatte einer der Mitarbeiter Räume nur ca. 6 m², aber immerhin ein Fenster, während der Operateuraufenthaltsraum in einem fensterlosen Installationskeller neben bzw. unter Luftkanälen und Rohrleitungen eingerichtet worden war. Dennoch waren alle Beteiligten, die Benutzer und die Mitarbeiter, über die neuen und erweiterten Arbeitsmöglichkeiten und das komplette Dienstleistungsangebot erfreut. Mit der Installation des neuen Systems wurde daher auch der Name der Einrichtung in *Rechenzentrum* geändert. Die Leitung übernahm Herr Prof. Dr. Siegfried Filippi, Mathematisches Institut, der gerade von Aachen auf den Lehrstuhl Numerische Mathematik berufen worden war.

Die Entwicklung in der Benutzung der CD3300 lief – so zeigt es sich im Rückblick – in einer gewissen Parallele zur Z23. Anfangs waren alle begeistert und zufrieden, dann wurden nach den ersten Jahren

die Ressourcen knapp und die Klagen begannen in ähnlicher Weise. Der Grund war wieder, daß die Benutzerzahlen und deren Anwendungen weiter gestiegen waren und daß die DV weitere Fächer erreicht hatte. Dies äußerte sich in der Verlängerung der Turn-Around-Time, sowohl für Kurz- wie für Langläufe. Für letztere wurde sie in Tagen gemessen, und dies, obwohl ein Dreischichtenbetrieb eingerichtet worden war, so daß die Anlage von Montag 6.00 Uhr bis Samstag 6.00 Uhr von den Operateuren bedient wurde. Neben dem Umstand, daß die Rechenkapazität der CD3300 zu klein geworden war, bedeutete für viele Benutzer die Notwendigkeit, wegen jedes Jobs – auch des kleinsten – ins Rechenzentrum fahren zu müssen, ein Ärgernis.

Timesharing und Dezentralisierung

Denn inzwischen war neben dem Batchbetrieb bei den modernen DV-Systemen eine weitere Nutzungsart möglich geworden, das Timesharing. Hardwaremäßige Voraussetzung waren Sichtgeräte (Terminals) mit Schirm und Tastatur sowie Steuereinheiten, als Software benötigte man ein Programmsystem, das Eingaben vom Sichtgerät richtig an die Komponenten des Betriebssystems weitergab und die entstehenden Ausgaben wieder richtig verteilte. Die Arbeitsweise des Benutzers änderte sich dabei radikal zu seinem Vorteil. Statt Lochkartenjobs abgeben zu müssen und dann auf die Listen zu warten, konnte er in einer Sitzung vom Terminal aus seine Aufträge geben: editieren, übersetzen, Dienstprogramme oder eigene Anwendungen aufrufen. Die Reaktionszeiten lagen im Sekundenbereich, was besonders für das Austesten von Programmen von unschätzbarem Vorteil war. Immerhin war die CD3300 ein so modernes System, daß der Hersteller im nach-

hinein Hardware und Software entwickelte, die für das Timesharing notwendig waren, und daß die Anlage weiterhin – im Gegensatz zur Z23 – in verschiedenen Komponenten wie Hauptspeicher und vor allem Massenspeicher ausgebaut und wesentlich erweitert werden konnte. Ab 1974 wurden zunächst lokale Sichtgeräte beschafft. Der entscheidende Vorteil für den Anwender aber waren abgesetzte Terminals, die über Datenfernübertragung angeschlossen waren. In solchen Fällen konnte der Benutzer aus der Nähe seines gewohnten Arbeitsbereichs mit dem Rechner arbeiten und mußte nicht zeitraubende Fahrten zum Rechenzentrum unternehmen. Allerdings kamen nur drei Bereiche in den Genuß dieser Neuerung. Die Psychologie und die Chemie, weil sie im Rahmen der Erstausrüstung ihrer Neubauten Mittel erhalten hatten, sowie die Biomathematische Abteilung der Veterinärmedizin, die ihre Terminalstation im Rahmen eines Forschungsprojekts finanzieren konnte. Heute wäre dies nicht mehr möglich, da z. B. die Deutsche Forschungsgemeinschaft solche Anteile in Anträgen in den letzten Jahren mit der Begründung gestrichen hat, daß diese Geräte zur Infrastruktur der Universität gehören.

Die Terminalausstattung blieb aber in einem bescheidenen Rahmen; bis 1978 waren 20 Sichtgeräte angeschlossen. Ein weiterer Ausbau wäre nicht sinnvoll gewesen, weil er die Leistungsfähigkeit der CD3300 überfordert hätte. Die Antwortzeiten waren sowieso häufig nicht mehr in dem genannten Sekundenbereich.

So war es verständlich, daß die Justus-Liebig-Universität Gießen bereits in 1976 einen Antrag auf ein neues System stellte. Daraus wurde ein Verfahren, das sich über fast zwei Jahre hinzog. Der Grund lag in der damaligen Politik der Forschungsförderung. Es sollten deutsche

oder europäische Hersteller (CGK, Siemens, ICL) bevorzugt berücksichtigt werden. Für den Gießener Antrag mußten daher zusätzliche, umfangreiche Vergleichstests (Benchmarks) an verschiedenen Systemen durchgeführt werden. Teilweise handelte es sich um Hardware und Software, von denen nur Prototypen zur Verfügung standen. Ausschlaggebend war schließlich die Leistungsfähigkeit im Timesharing. In den Benchmarks waren sogenannte Skripts zur Simulation von Terminalsitzungen enthalten. In diesen Skripts wurden verschiedenartige Tätigkeiten am Bildschirm, wie editieren, kompilieren oder aufrufen von Dienstprogrammen, in verschiedenen typischen Mischungen zusammengestellt. Bei den Benchmarks wurden diese Sitzungen nach und nach gestartet, während im Hintergrund zusätzlich eine Batchlast abgearbeitet war.

Es wurden Serien mit 50 sowie 100 gleichzeitig aktiven Sitzungen gemessen. Für damals waren 100 aktive Terminals eine sehr hohe Systembelastung, die in den meisten Rechenzentren noch nicht bestand oder gar nicht realisierbar gewesen wäre. Dennoch wurden sie schließlich vom Gutachter für den Gießener Antrag, der Senatskommission für Rechenanlagen der DFG, anerkannt. Die Anforderungen, so sollte sich bald herausstellen, waren nicht zu hoch gesetzt. Die 50 simultan aktiven Terminals waren schon nach dem ersten Betriebsjahr erreicht, und zum Schluß waren bei etwa 300 angeschlossenen Terminals in den Hauptnutzungszeiten 150 aktiv.

Die neue Anlage war ein System Cyber 174 wieder der Firma Control Data. Allerdings aus einer ganz anderen Produktlinie als das alte System. Während die CD3300 z. B. eine Wortlänge von 24 Bits hatte, war sie bei der Cyber 174 60 Bits. Die Betriebssysteme hatten keinerlei Ge-



Abb. 3: Cyper 174 im Neubau des Hochschulrechenzentrums.

meinsamkeit. Insbesondere hatte das neue Betriebssystem NOS, network operating system, einen ganz anderen Aufbau als das bisherige. Für die Benutzung und das Rechenzentrum war der Umstieg genauso schwierig und aufwendig wie bei einem Wechsel zu einem anderen Hersteller. Daher hatte es bei der Systemauswahl auch nicht den üblichen Heimvorteil für den bisherigen Hersteller gegeben.

Inzwischen war nach verschiedenen Änderungen und Wiederholungen ein Raumprogramm für den Neubau eines Rechenzentrums genehmigt worden. Er sollte außer dem Rechenzentrum noch die Numerische Mathematik, das Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation sowie die Abteilung Biomathematik des Fachbereichs Veterinärmedizin aufnehmen. 1977 konnte mit dem Neubau begonnen werden. Damit wurden die Vor-

aussetzungen geschaffen, daß die Datenverarbeitung als Infrastruktur der Universität langfristig bereitgestellt und ausgebaut werden konnte.

Organisatorisch hatte sich das Rechenzentrum auch gefestigt. Für eine kurze Zeit war es Teil eines wissenschaftlichen Zentrums für Datenverarbeitung geworden. Um in Hessen im Bereich der Datenverarbeitung einheitliche Strukturen einzuführen und um die laufenden Kosten nicht mehr in der großen ATG 71, sondern in einer eigenen Titelgruppe (ATG 69) nachzuweisen und zu sichern, wurde es als technische Betriebseinheit mit dem heutigen Namen *Hochschulrechenzentrum* (HRZ) gegründet. Hauptamtlicher Direktor des HRZ wurde Dr. Joseph Hamerschick. Im Hessischen Hochschulgesetz von 1978 wurde die entstandene Struktur im wesentlichen bestätigt. Am HRZ gab

es zwei Abteilungen; eine Systemabteilung, deren Aufgabe es ist, das Betriebssystem mit seinen vielen Komponenten zu pflegen und ggf. Modifikationen zu entwickeln, und eine Anwendungsabteilung, deren Arbeit mehr nach außen gerichtet ist, weil neben der Betreuung und Anpassung von Programmen und Programmbibliotheken die Benutzerberatung ein wesentliches Element ist.

Dennoch war das Timing für die Lieferung der Cyber 174 und den Bezug des Neubaus nicht ganz optimal. Die neue Anlage mußte, jedenfalls als ein Kernsystem, zunächst noch im alten Maschinenraum provisorisch installiert werden. Für den Abbau der 3300, einige Änderungen im Maschinenraum und den Aufbau der Cyber 174 wurden nur vier Wochen benötigt. In dieser Zeit stand den Benutzern eine Remote-Job-Entry-Station mit Kartenleser, Schnelldrucker und Sichtgerät zur Verfügung, die durch Datenfernübertragung an einen Control-Data-Rechner in Frankfurt angeschlossen war. Dieser Rechner hatte dieselbe Benutzeroberfläche wie das neue System, so daß die Benutzer lernen und Programme schon teilweise selber umstellen konnten.

Die Umstellung auf die Cyber 174 war längst nicht ein so tiefer Einschnitt wie der Wechsel von der Z23 zur CD3300. Während man damals wirklich alles wegwerfen mußte, war jetzt für die Mehrzahl der Benutzer die Aufgabe relativ einfach. Sie mußten ihre Programme in den höheren Programmiersprachen Fortran, Cobol und Algol von den alten auf die neuen Compiler umstellen, und die Anwender von kompletten Programmiersystemen, die etwa SPSS oder BMDP, hatten ebenfalls keine Probleme, da die Palette der Anwendersoftware beim neuen System die neuen Versionen aller bisherigen Produkte umfaßte. Für die Übernahme der Daten bestanden wegen der Verwendung

derselben Datenträger, Lochkarten und Magnetbänder keine Schwierigkeiten. Bei der Fortran-Umstellung konnte man sich eines Programms bedienen, das die meisten notwendigen Umsetzungen erkannte und markierte. Bald hatten die Benutzer auch die wichtigsten Elemente des Betriebssystems NOS gelernt, so daß sich für sie beim Einsatz der Datenverarbeitung nicht viel verändert hatte, außer daß ihnen ein System mit der zehnfachen Leistung zur Verfügung stand. Aber das war nur ein Teilziel gewesen.

Das Netz

Bei der Erarbeitung des neuen DV-Konzepts waren zwei Forderungen gestellt worden, zunächst eine deutliche Erhöhung der Systemleistung und dann der Aufbau einer Datenfernübertragung. Das Ziel der zweiten Forderung war, für möglichst alle Benutzer zu erreichen, daß sie aus der Nachbarschaft ihres Arbeitsbereichs mit dem DV-System arbeiten konnten. Wegen der großen geographischen Zersplitterung der Justus-Liebig-Universität Gießen wurden an elf Stellen Terminalpools eingeplant: Hauptgebäude, Wirtschaftswissenschaften, Philosophikum I, Philosophikum II, Physik, Chemie, Agrarwissenschaften, Veterinärmedizin, Medizin, Strahlencentrum und Fachhochschule Gießen-Friedberg.

Die vielen Möglichkeiten, die man heute in der Kommunikationstechnik kennt, standen damals noch nicht zur Auswahl. Wenn man Leitungen konzentrieren wollte, konnte man Zeitmultiplexer verwenden oder mußte auf Kommunikationsrechnern eigene Protokolle entwickeln oder bekannte zusammenfassen und in die eigene Umgebung integrieren. Alle Terminals einzeln anzuschließen, stand nie zur Diskussion, weil einmal die anfallenden Ausgleichszahlungen an die Post zu enor-

men laufenden Kosten geführt hätten, und zum anderen, weil in den meisten Bereichen sowieso keine freien Telefonleitungen mehr vorhanden waren.

Für sechs kleinere Stationen wurden aus Kostengründen Multiplexer vorgesehen. Die fünf großen Stationen sollten aufgrund einer Empfehlung des Gutachters über leistungsfähige Knotenrechner von AEG angeschlossen werden. Die DFG hatte weiterhin empfohlen, einen Knotenrechner am HRZ Marburg einzurichten, da ein Teil der Rechenkapazität der Cyber (bis maximal 25%) der Universität Marburg zur Verfügung stehen sollte. Während die Hardware der AEG-Knoten schon länger im Einsatz war, wurde die Kommunikationssoftware noch entwickelt. Daher konnte zur Enttäuschung vieler Benutzer das gesamte Terminalnetz nicht zusammen mit dem neuen Rechner eingerichtet werden.

Es dauerte bis 1980, bis die Knoten mit einer ersten Version der Kommunikationssoftware für den Benutzerbetrieb freigegeben werden konnten. Damit waren die beiden Ziele des Gießener Rechnerantrags endlich realisiert. Es war zum einen ein leistungsfähiges zentrales System mit umfangreicher Peripherie und speziellen Geräten verfügbar, das 1979, nach dem Umzug des HRZ in den Neubau im genehmigten Umfang ausgebaut wurde. Zum anderen war ein DFÜ-Netz von 11 Außenstationen in Gießen mit insgesamt 130 Terminals sowie weiteren 24 Terminals an der Universität Marburg und der Fachhochschule Fulda eingerichtet. Denn ebenso wie die Fachhochschule Gießen-Friedberg gehört die Fachhochschule Fulda zum Daten- und Rechnerverbund Gießen und muß daher vom HRZ Gießen mit Rechnerkapazität versorgt werden.

Das folgende Jahr brachte, wie erhofft, eine gewisse Konsolidierung. Das änderte sich schon 1982. Abgesehen von einer

Hauptspeichererweiterung und dem Anschluß weiterer Großplattenspeicher zur Steigerung der Leistung des zentralen Systems bedurfte die Fortentwicklung des DFÜ-Netzes besonderer Aufmerksamkeit. Mit dem Kaufvertrag für die Netzknoten war unter Förderung durch den BMFT mit AEG ein Folgevertrag zur Anpassung der Kommunikationssoftware an eine bereits angekündigte verbesserte Version des Betriebssystems NOS abgeschlossen worden. Die Arbeiten von AEG verzögerten sich aber und wurden im Rahmen des Vergleichsverfahrens eingestellt. Das HRZ erarbeitete eine Ersatzlösung, die aus den Mitteln des Anpassungsvertrags finanziert wurde. Diese Lösung war ein Leitungsvermittlungssystem (Data Switch) mit abgesetzten Untervermittlungen in den Außenstationen, wo bisher Knoten standen. Es hatte den großen Vorteil, von der Hardware und Software des zentralen Systems unabhängig zu sein. Ein weiterer Vorteil war, daß die Leitungsvermittlung nicht nur zum zentralen DV-System, sondern auch zu anderen Diensten, wie den Spezialrechnern des HRZ (Graphik, Lochstreifen, Peripherie) oder Datex-P (über einen Protokollanpasser) geschaltet werden konnte. Mit der Auswahl von Datex-P stand z. B. jedem Terminal am Netz der Zugang zu Literatur- und Informationsdiensten offen, wenn nur vorher eine Zugangsberechtigung wegen der anfallenden Postgebühren beantragt worden war.

Ein Nachteil des Leitungsvermittlungssystems war, daß es nicht über größere Entfernungen, z. B. über die Ortsgrenze hinaus, verwendet werden konnte. Daher wurde bei der bald fälligen Netzerweiterung 1985 eine neuere Hardware und Software eingeplant. Ein gemeinsamer Antrag der beiden Universitäten Gießen und Marburg zur Einrichtung eines überregionalen Netzes Gießen-Marburg wurde von

der DFG befürwortet. Es enthielt zwei Knoten in Gießen, zwei Knoten in Marburg und einen Knoten in Friedberg, zum Anschluß des zweiten Standorts der Fachhochschule Gießen-Friedberg. Zwischen dem neuen Knotennetz und dem alten Switchnetz gibt es ausreichende Verbindungen, so daß bezüglich der Rechnerausgänge ein Lastenausgleich erfolgen kann. In dieser neuen Stufe ist es allen Terminals am Netz – sei es in Gießen, Marburg, Friedberg oder Fulda – möglich, auf jeden der ans Netz angeschlossenen Rechner oder Dienste zuzugreifen, vorausgesetzt, daß man für den betreffenden Rechner eine Benutzerzulassung hat. Außer den bereits genannten Rechnern in Gießen sowie Datex-P sind in Marburg eine IBM 4381, eine Sperry 1100/62 und zwei VAX 11/750 angeschlossen. Die Vorteile des Netzes sind, daß durch Einschübe in den Knoten bzw. in den Switches oder durch Zufügung von Knoten weitere Terminals an das Netz gehängt werden können; ebenso ist es möglich, für einen Rechner zusätzliche Anschlüsse einzurichten oder einen neuen Rechner vom Netz aus zugänglich zu machen. Das DFÜ-Netz ist heute als eine eigene, von Rechnersystemen unabhängige Infrastruktur neben das zentrale DV-System getreten.

Vergleichsdaten für die DV-Systeme der Justus-Liebig-Universität Gießen

Die Verbesserung des Zugangs zum zentralen System hatte auch dessen Ausstattung stetig erhöht. 1984 war die Anzahl der angeschlossenen Terminals auf nahezu 300 angestiegen und die Dialoganforderungen konnten von der Cyber 174 immer schlechter erfüllt werden. Da eine zu geringe Leistung der einzige Kritikpunkt am bestehenden System war und nicht etwa neue Funktionen von Hardware oder Software gebraucht wurden, konnte eine Lösung gewählt werden, die ein Maximum an Leistungssteigerung bei einem Minimum an Kosten brachte: ein Austausch des Prozessors und seines Hauptspeichers. Sämtliche Peripherie, von den Massenspeichern über die Schnelldrucker zu den Terminals, konnte weiter verwendet werden. 1985 wurde ein entsprechender Antrag genehmigt und im Februar 1986 wurde das neue System, eine Cyber 180-860 mit 8 MB Hauptspeicher, geliefert.

Bei der Cyber 180 handelt es sich um neue Hardware mit einer Wortlänge von 64 Bits. Dazu gehört ein neues, virtuelles Betriebssystem NOS/VE. Die Cyber 180 kann im „dual state“ betrieben werden,

Kenndaten der vier Systeme der Justus-Liebig-Universität Gießen

	Z23	CD3300	Cyber 174	Cyber 180-860
Kosten (DM)	380 000,-	3 500 000,-	8 600 000,-	Zusätzlich 4 000 000,-
DFG:Bund:Land	100:0:0	100:0:0	0:85:15	0:50:50
Rechenleistung (MIPS)	0,0005	0,32	3,2	12
Arbeitsspeicher (KB)	1	192	1470	8000
Wortlänge (Bits)	40	24	60	64
Per. Speicher (MB)	0,05	32	1896	11000
Anzahl Terminals	0	0-20	70-300	300-500
Personalstellen	2	12	24,5	28,5
Gesamtfläche (qm)	70	380	1980	1980
Sachetat (DM)	12 000,-	220 000,-	1 136 000,-	1 380 000,-

d. h. es können gleichzeitig das neue NOS/VE sowie das alte NOS mit seinen 60 Bits Wortlänge ablaufen. Dies hat für die Benutzerschaft den unschätzbaren Vorteil, daß alle Programme völlig unverändert unter NOS weiter benutzt werden können. Erst nach und nach kann man schrittweise zu NOS/VE mit seinen Vorteilen übergehen. Der Wechsel von der Cyber 174 zur Cyber 180-860 geschah innerhalb einer Woche, und der Benutzer bemerkte ihn nur an den kürzeren Laufzeiten seiner Programme. Die Leistungssteigerung macht etwa den Faktor 3,7 aus. Wenn 1988 ein wegen der verstärkten Nutzung von NOS/VE geplanter Ausbau des Hauptspeichers realisiert sein wird, wird die Justus-Liebig-Universität Gießen für einige weitere Jahre zufriedenstellend mit DV-Kapazität ausgestattet sein.

Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung einiger Daten, die im Bericht an verschiedenen Stellen genannt wurden.

Die Mikrocomputer, ein neues Kapitel

Die Entwicklung des zentralen DV-Systems und der Aufbau des DFÜ-Netzes waren natürlich die bestimmenden Elemente für die DV-Versorgung der Universität. Für eine ganze Reihe von Anwendungen aber waren etwa ab der Mitte der 70er Jahre *Kleinrechner* in einzelnen Instituten aufgestellt worden. Dabei handelte es sich ausschließlich um Echtzeitanwendungen in enger Kombination mit speziellen Versuchsapparaturen. Die Kleinrechner dienten zum Aufzeichnen und Komprimieren von anfallenden Meßdaten und zur Steuerung von Versuchen. Sie waren stark in den Versuchsaufbau integriert, und in vielen Fällen wurden die dort gewonnenen Daten auf dem zentralen System weiterverarbeitet. Wegen der speziellen Ausstattung blieb ihre Benutzerschaft auf engere Bereiche beschränkt, und ihre

Anzahl war wegen der relativ hohen Investitionskosten nie über 20 gestiegen.

Ganz unterschiedlich verlief die Entwicklung bei einer anderen Klasse von Rechnern, den *Mikrocomputern*. Den ersten Kontakt mit solchen Geräten hatten die Gießener Benutzer bereits 1980 mit der Installation des neuen Terminalnetzes, zu dem 16 sogenannte intelligente Terminals gehörten. Dies waren Mikrocomputer, mit denen man offline (bezüglich des zentralen Systems) Daten erfassen und bequem korrigieren konnte. Online, d. h. mit dem zentralen System verbunden, konnte man wie an einem normalen Terminal arbeiten und zusätzlich Dateien von den Disketten zum Großrechner oder umgekehrt übertragen. Weil weitere Software nicht verfügbar war, hatten sie als Mikrocomputer im heutigen Sinne keine Bedeutung.

Erst als sich bei den Betriebssystemen der damaligen 8-Bit-Mikros eine gewisse Standardisierung herausbildete, wurden diese Geräte als „Universalrechner“ interessant. Denn jetzt konnte die vielfach entwickelte Anwendersoftware auf alle Systeme übertragen werden, wenn nur die Schnittstellen zum Betriebssystem eingehalten worden waren. Es gab Compiler für alle Sprachen, für viele sogar von mehreren Software-Firmen, branchenspezifische Programme und solche, die generell einsetzbar waren, wie Tabellenkalkulation, Datenbanksysteme und vor allem Textverarbeitung! Die universellen Einsatzmöglichkeiten der neuen Systeme steigerten die Verkaufszahlen, was zusammen mit dem technischen Fortschritt die Preise fallen ließ. Dies wiederum und die sich erweiternde Softwareproduktion erschlossen immer neuere Käuferschichten, so daß der Mikrocomputer zum *Personalcomputer* werden konnte.

Zum ersten Mal taucht der Begriff Mikrocomputer im Jahresbericht des HRZ von

1982 auf. Das HRZ hatte nach einem Hardwarevergleich mehrere 8-Bit-Systeme eines deutschen Herstellers mit dem standardisierten Betriebssystem CP/M (von Digital Research) beschafft. Die Mikrocomputer boten bei der Textverarbeitung einen Funktionsumfang und Komfort, den der Großrechner nicht leisten konnte. Tabellenkalkulation und vergleichbare Datenbanksoftware waren auf dem Großrechner gar nicht vorhanden. Die größten Vorteile aber waren die wesentlich höhere Benutzerfreundlichkeit der Mikrocomputersoftware sowie die kurzen Antwortzeiten, jedenfalls bei den einfachen Anforderungen, die aber den überwiegenden Teil der Arbeit ausmachen. Die Benutzer erkannten sofort die Vorteile der Mikrocomputer, und verschiedene Institute beschafften über das HRZ eigene Systeme. Bei allen seinen Vorteilen aber hat der Mikrocomputer das zentrale System nicht überflüssig gemacht. Die meisten Benutzer von Mikros wollten diese zusammen mit dem zentralen System einsetzen. Daher entwickelte das HRZ ein Kommunikationsprogramm, das es erlaubte, auf dem Mikro mit dem zentralen System wie mit einem Terminal zu arbeiten und dabei Dateien von der Diskette zum zentralen Rechner zu übertragen oder umgekehrt Ergebnisse, die auf der Cyber entstanden waren, wieder zurück an den Mikro zu schicken. 1985 erhöhte sich die Anzahl der Mikrocomputer an der Justus-Liebig-Universität Gießen sprunghaft. Es wurden verteilt auf Institute aller Fachbereiche 109 Mikrocomputer als Arbeitsplätze am zentralen System beschafft, und speziell für den Einsatz in der Lehre konnten nach dem CIP (Computerinvestitionsprogramm) 30 Systeme im HRZ sowie 15 Systeme im FB Wirtschaftswissenschaften aufgestellt werden. Hardwaremäßig waren die Basisgeräte alle identisch. Während die Arbeits-

platzmikros als Einzelgeräte eingerichtet sind und in ihrer Nutzung die schon geschilderte Arbeitsteilung – als selbständiger Mikro und als Terminal an der Cyber – zeigen, sind die CIP-Geräte in drei Kursräumen untergebracht und zu jeweils 15 Systemen vernetzt. Ihre primäre Nutzung ist für die Ausbildung vorgesehen, wozu ausschließlich Mikrocomputersoftware eingesetzt wird. Der Anschluß an die Cyber ist für gewisse Geräte auch möglich.

Bei diesen Mikros handelte es sich um 16-Bit-Systeme mit dem Betriebssystem MS-DOS, so daß sie weitestgehend mit dem IBM-PC kompatibel sind. Damit war den Benutzern der Zugang zum größten Softwaremarkt, den es je gab, geöffnet. In den folgenden Jahren wurden zu immer günstigeren Preisen weitere Systeme nachgekauft, zunehmend auch AT-Modelle. Die Gesamtanzahl der Mikrocomputer an der Justus-Liebig-Universität Gießen dürfte jetzt bei 500 liegen.

Selbst nach der Ankündigung der neuen Systemfamilie PS/2 durch IBM werden die MS-DOS-Mikros für die nächsten fünf Jahre oder mehr wertvolle Arbeitsmittel sein; in den ersten Jahren noch ohne große qualitative Rückstände zu den Weiterentwicklungen. Von den neuen Systemen ist zu erwarten, daß sie 32-Bit-Prozessoren mit einer Leistung von mehreren MIPS und Arbeitsspeicher von mehreren MB haben werden, daß die Massenspeicherkapazität in Hunderten von MB gemessen wird und daß die Bildschirmqualität (Auflösung, Farbigkeit) sich verbessern wird. Heute sind Systeme mit solchen Merkmalen als Workstations vor allem für graphische Anwendungen bereits verfügbar, allerdings noch zu Preisen, die deutlich über denen für heute übliche Mikros liegen. Vor allem aber wird sich wegen des steigenden Anteils graphischer Möglichkeiten die Anwendung für den

Benutzer vereinfachen. Ferner werden die neuen Mikros wegen ihrer höheren Leistung viele Aufgaben übernehmen, die heute nur das zentrale System erledigen kann.

In Zukunft werden aber im wesentlichen drei Komponenten die Anwendung der DV an der Justus-Liebig-Universität Gießen bestimmen. Zunächst der Mikro als universelles Arbeitsgerät, dann das zentrale DV-System für spezielle Aufgaben wie rechenintensive Probleme, zentrale Datenhaltung, gemeinsame Programmbibliotheken und spezielle Dienste (überregionale und internationale Kommunikationen, z. B. DFN, EARN) und schließ-

lich ein DFÜ-Netz, an das neben dem zentralen Großsystem auch die Mikros angeschlossen sind. Dieses Datennetz wird noch erhebliche Veränderungen erfahren müssen in Funktion und Geschwindigkeit: außer dem Zugang zu den bisherigen Diensten auch Verbindungen zu den Mikros untereinander, Anwendung neuer Übertragungstechniken und Integration von Sprache und Bild. Das Ziel wird in Zukunft sein, die richtige Arbeitsteilung zwischen den Mikros als eigene Arbeitsplätze und den verschiedenen Diensten zu finden und mit Hilfe eines leistungsfähigen Netzes die gewünschten Verbindungen herstellen zu können.