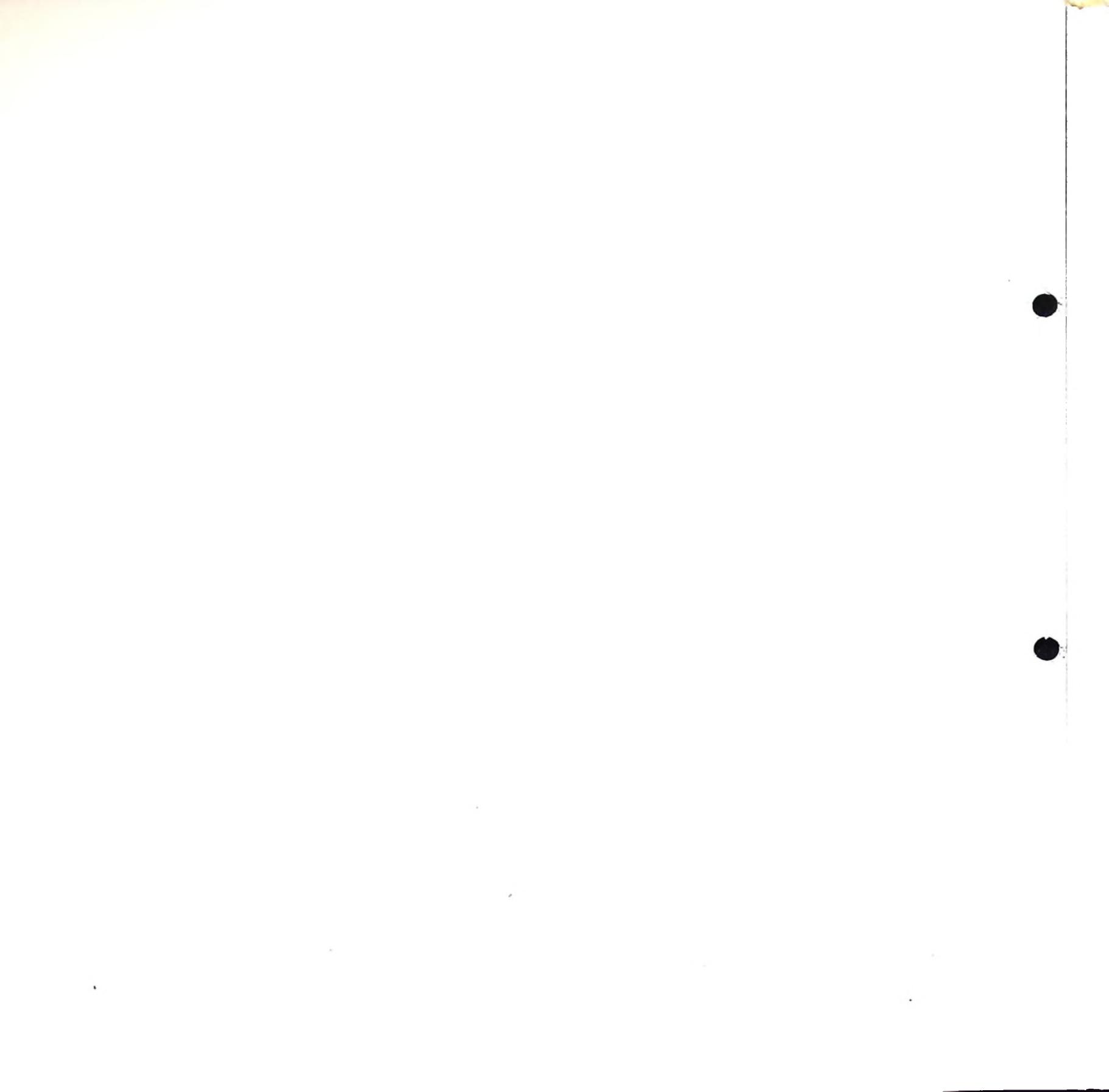
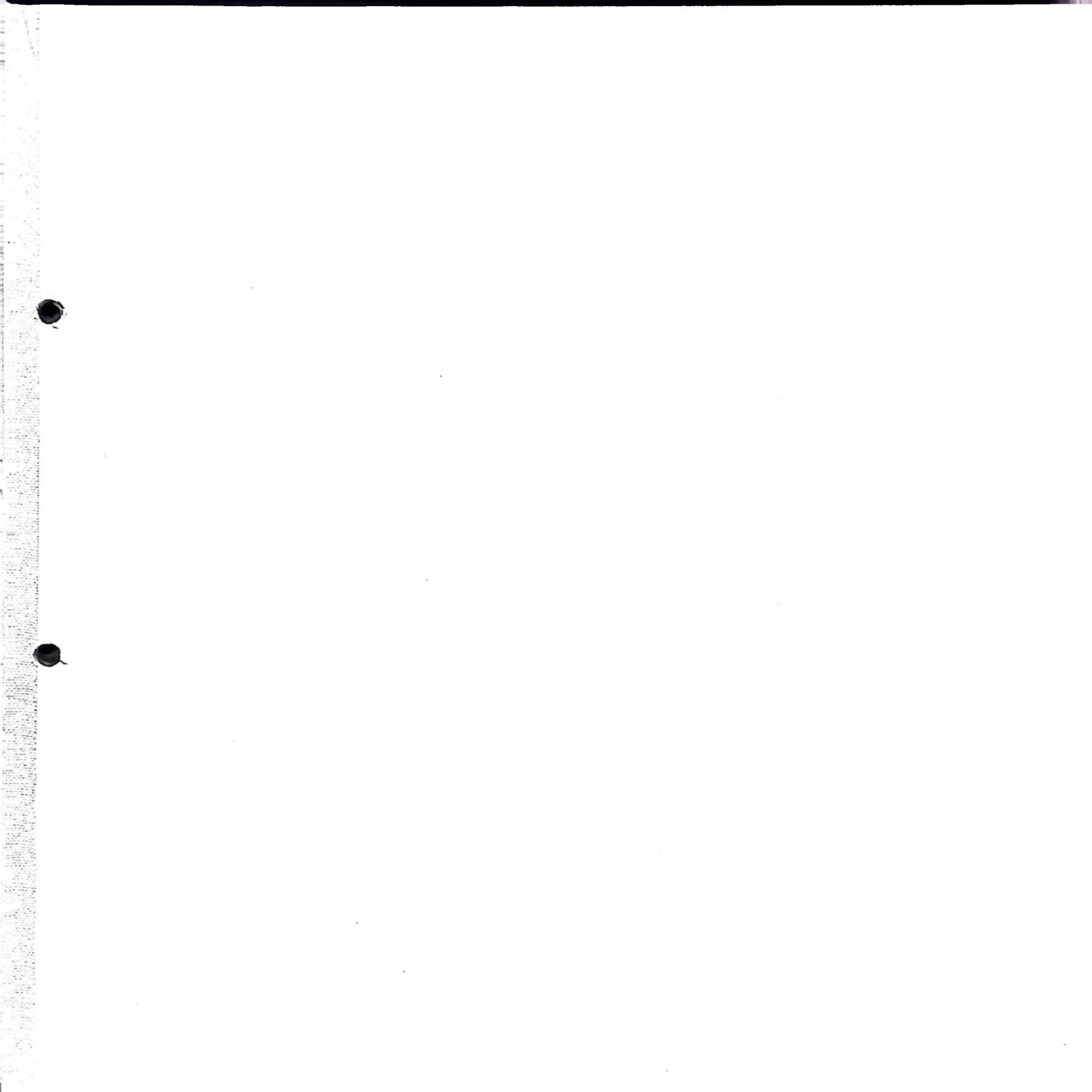
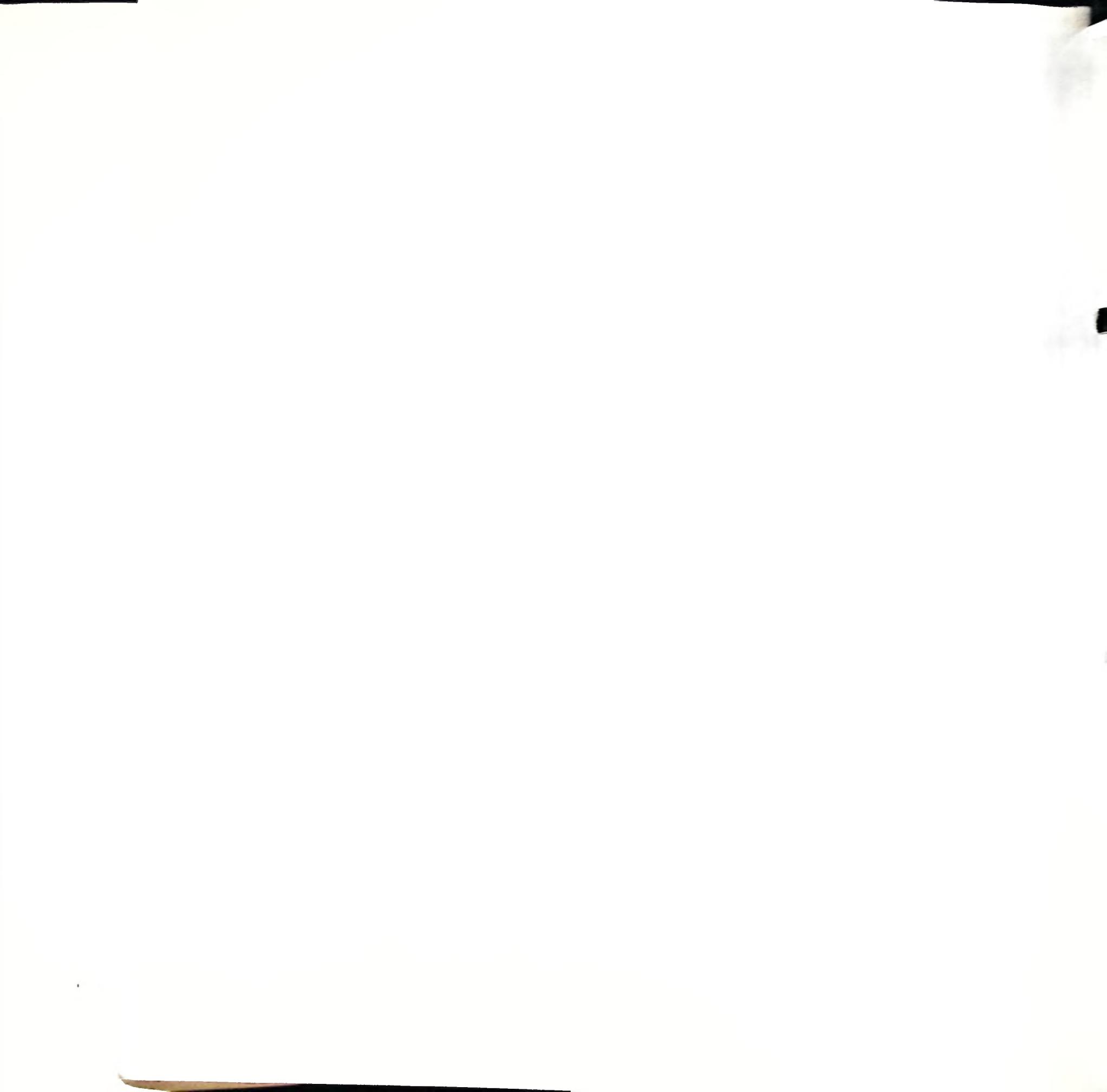


**ZUSE**

**Ihr  
Partner**







---

## **ZUSE- Ihr Partner**

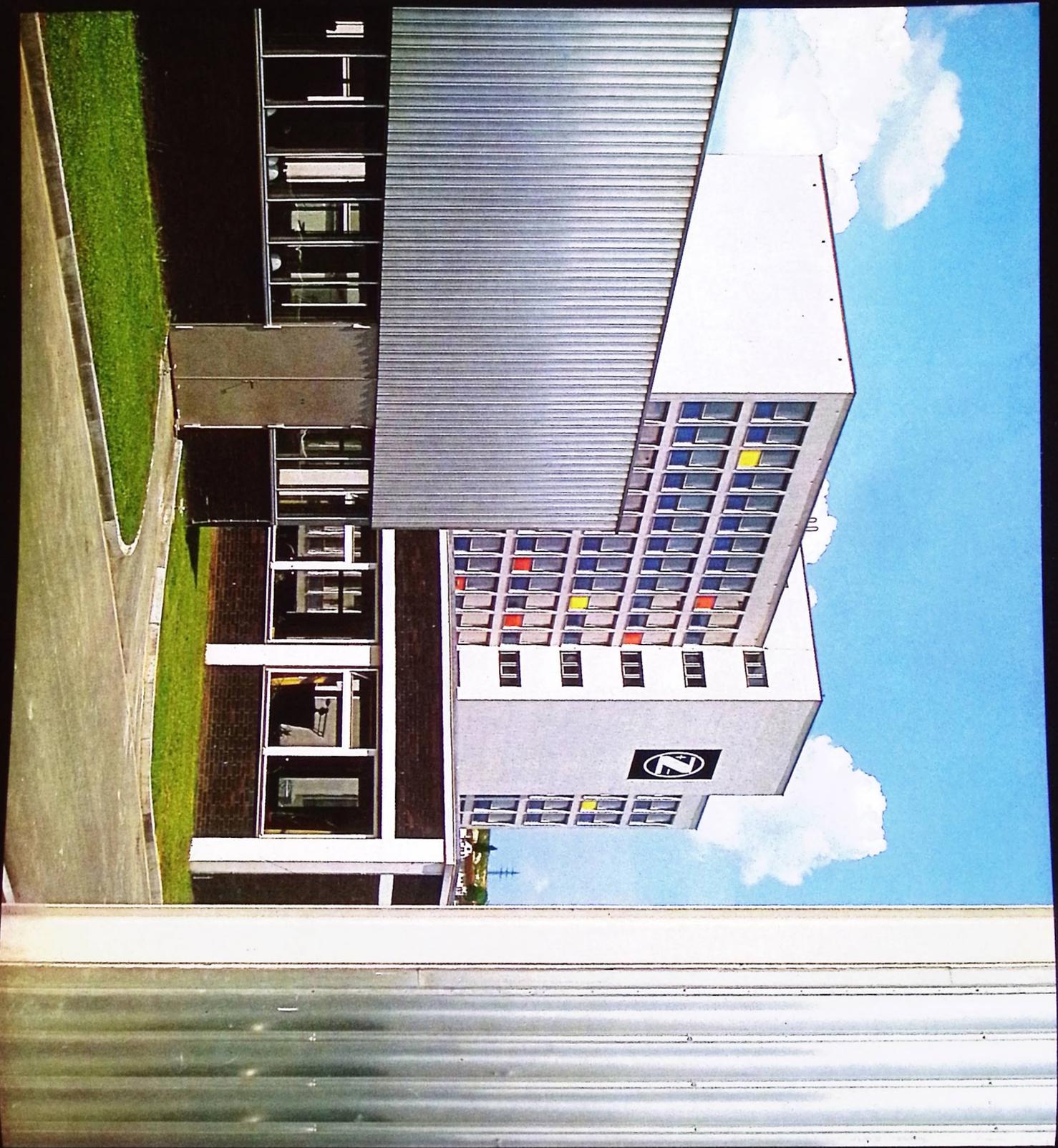
Die elektronische Datenverarbeitung nimmt bereits heute in vielen Bereichen von Staat und Wirtschaft eine Schlüsselstellung ein.

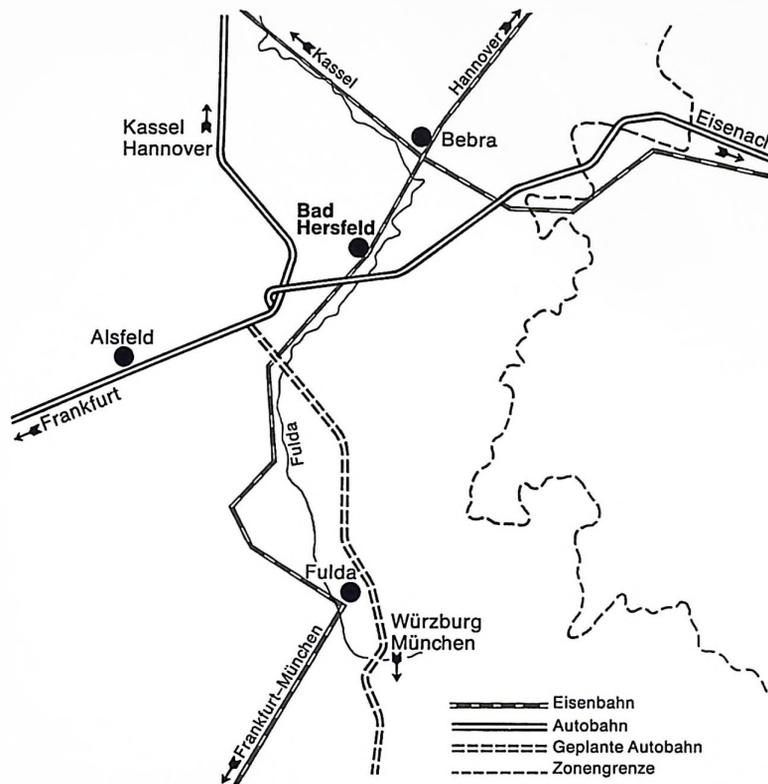
Die Beherrschung der Rechner-technologie sowie ihre Anwendung werden die internationale Wettbewerbsfähigkeit ganzer Industriezweige künftig entscheidend mitbestimmen.

ZUSE hat in den letzten Jahrzehnten wesentliche Beiträge zur Entwicklung der modernen Datenverarbeitung geleistet.

Mit der dabei gesammelten Erfahrung und aufgrund des vorhandenen technischen Potentials ist ZUSE bestrebt, in die Zukunft weisende Aufgaben zu lösen.

Die vorliegende Schrift soll einen Einblick in die Arbeit und Leistungsfähigkeit unseres Hauses vermitteln.





Nahe der hessisch-thüringischen Grenze liegen die Werksanlagen der ZUSE KG. Das Unternehmen ist im Bereich der Elektronik und Feinmechanik ein namhafter Faktor im nordhessischen Wirtschaftsraum.

Aufbauend auf den Erkenntnissen von Konrad Zuse und dessen Erfahrungen aus der Gründerzeit der Datenverarbeitung, nicht zuletzt aber durch die beispielhafte Zusammenarbeit mit den Anwendern gelang es der ZUSE KG, eine Reihe von richtungweisenden Neuentwicklungen zur Serienproduktion zu bringen.

700 Betriebsangehörige, darunter 200 Wissenschaftler, Mathematiker, Ingenieure und Techniker, sind heute im Hause ZUSE für die Entwicklung und Fertigung von Datenverarbeitungssystemen tätig.

Teamarbeit und die enge Verzahnung der einzelnen Entwicklungs-, Programmierungs- und Produktionsabteilungen begünstigt die kurzfristige Durchführung dieser Arbeiten und gibt damit die Möglichkeit, sich wechselnden Anforderungen schnell anzupassen.

Die Kapazität der Produktionseinrichtungen, die ständig verbesserten Produktionsmethoden und die Erfahrung aus der großen Zahl der gelieferten Anlagen und Geräte gewährleisten die rationelle Fertigung von Serien-erzeugnissen bei gleichmäßiger Ausführung und Zuverlässigkeit.

Ein technisch durchdachtes System bietet erst zusammen mit einem funktionsfähigen Organisationsvorschlag und Programm-vorrat wirkliche Problemlösungen, die den angestrebten wirtschaftlichen und technischen Wirkungsgrad sichern. Diese Erkenntnis liegt den Arbeiten von ZUSE zugrunde. Seit Jahren liefert das

Unternehmen Systemlösungen, das heißt Verknüpfung von Geräten, Organisation und Programmen zu geschlossenen Systemen.

ZUSE Kunden stehen auch nach Lieferung und Inbetriebnahme einer Anlage in ständiger Verbindung mit ihrer Lieferfirma. Ein gut ausgebautes Kundendienstnetz und die günstige verkehrstechnische Lage des Lieferwerkes sichern eine sorgfältige technische Betreuung des gelieferten Materials. Das umfangreiche Unterrichtsprogramm, Lehrgänge und Benutzertagungen geben die Möglichkeit zu Ausbildung und Erfahrungsaustausch.

## ZUSE-Produktions- anlagen und Fertigungsmethoden

Nach Jahren des Wachstums der einzelnen Entwicklungs-, Fertigungs- und Verwaltungsstätten der ZUSE KG in den verschiedenen Stadtteilen Bad Hersfelds, wurde 1964 ein neues Werksgelände erschlossen und der Grundstein für ein neues Betriebsgebäude gelegt.

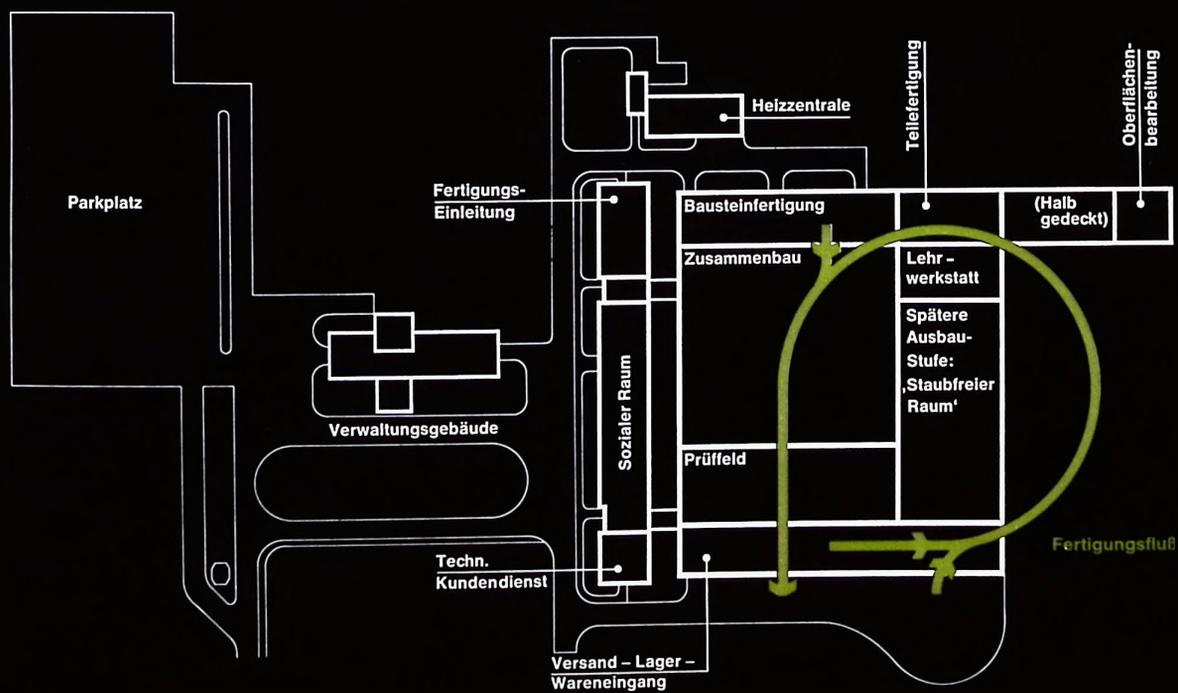
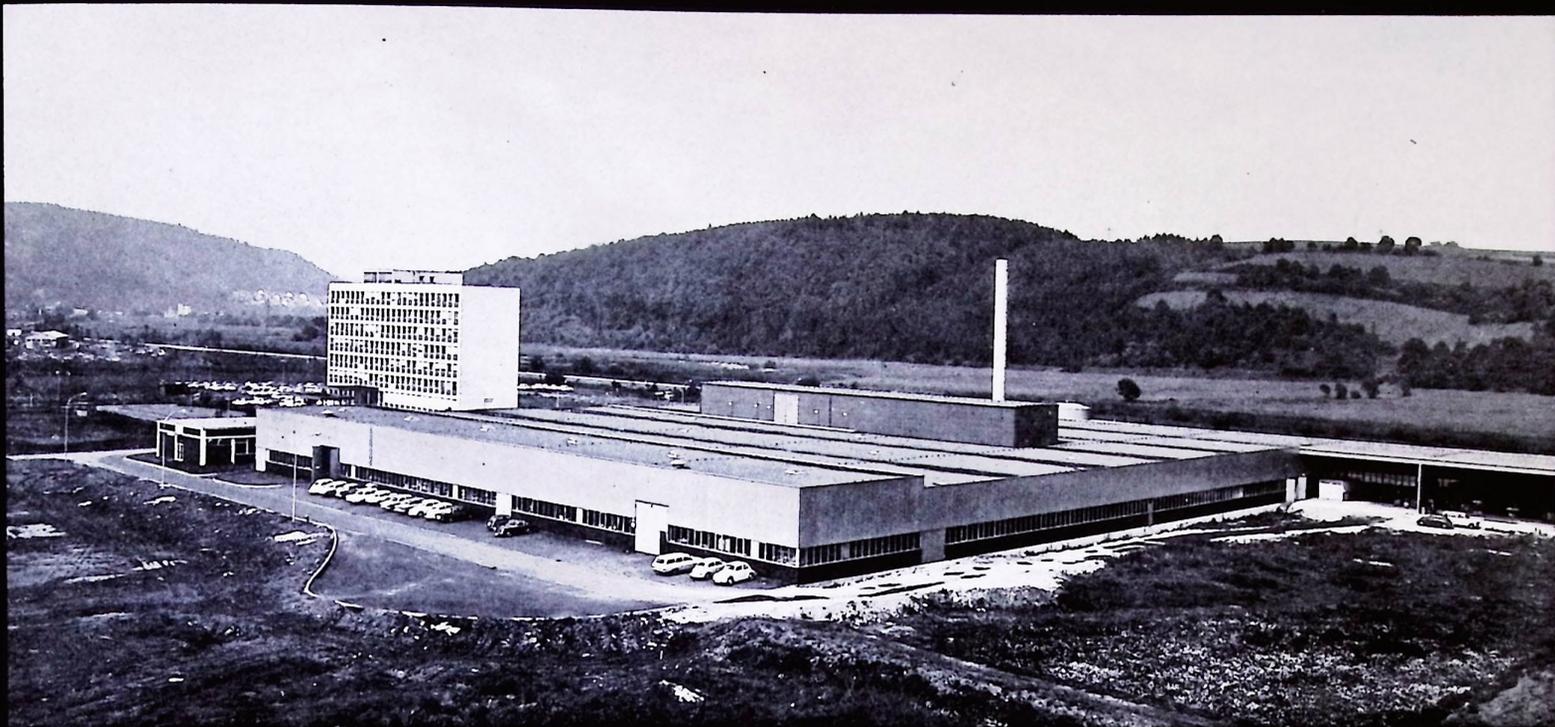
Zwei Jahre später konnte mit dem Bau der in moderner Glas-Stahlkonstruktion ausgeführten Fertigungshallen begonnen werden. Alle betrieblichen Funktionen waren damit in einem Gebäudekomplex zusammengeführt.

Klare Linien und Formen, Merkmale der äußeren baulichen Struktur, finden sich in der straffen Organisation des Fertigungsbetriebes wieder. Dem Fabrikationsflachbau von rund 10 000 m<sup>2</sup> Nutzfläche ist ein Geschosßbau vorgelagert. Die technische Leitung – Arbeitsplanung, Fertigungssteuerung, Prüf- und Wartungsvorbereitung sowie der technische Kundendienst – haben hier ihren Sitz. Vom Musterbau bis zur Serienfabrikation wird hier die Fertigung der ZUSE-Erzeugnisse unter Zugrundelegung moderner Verfahrenstechniken geplant, gesteuert und überwacht.

Die Fertigungsstätten sind in drei Bereiche gegliedert: die Vorfertigung, den Zusammenbau und das Prüffeld.

In der Vorfertigung erfolgt die zerspanende und spanlose Bearbeitung sowie die Oberflächenbehandlung für die Gestelle, Einschübe und Verkleidungen. Für die zerspanende Bearbeitung mechanischer Teile stehen Präzisionswerkzeugmaschinen zur Verfügung, deren vielseitige Verwendbarkeit den schnellen Anlauf der Produktion ermöglicht.

Der Fertigung der elektronischen Bausteine und Baugruppen wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ätzen der gedruckten Schaltungen, Vergolden der Kontakte, Bestücken und Schwallöten der Bausteine, Herstellung spezieller Baugruppen, wie beispielsweise das Flechten von Ringkernspeichern, Aufbau von Netzgeräten u. ä. sind die charakteristischen Verfahren bei der Fertigung moderner Datenverarbeitungsanlagen.



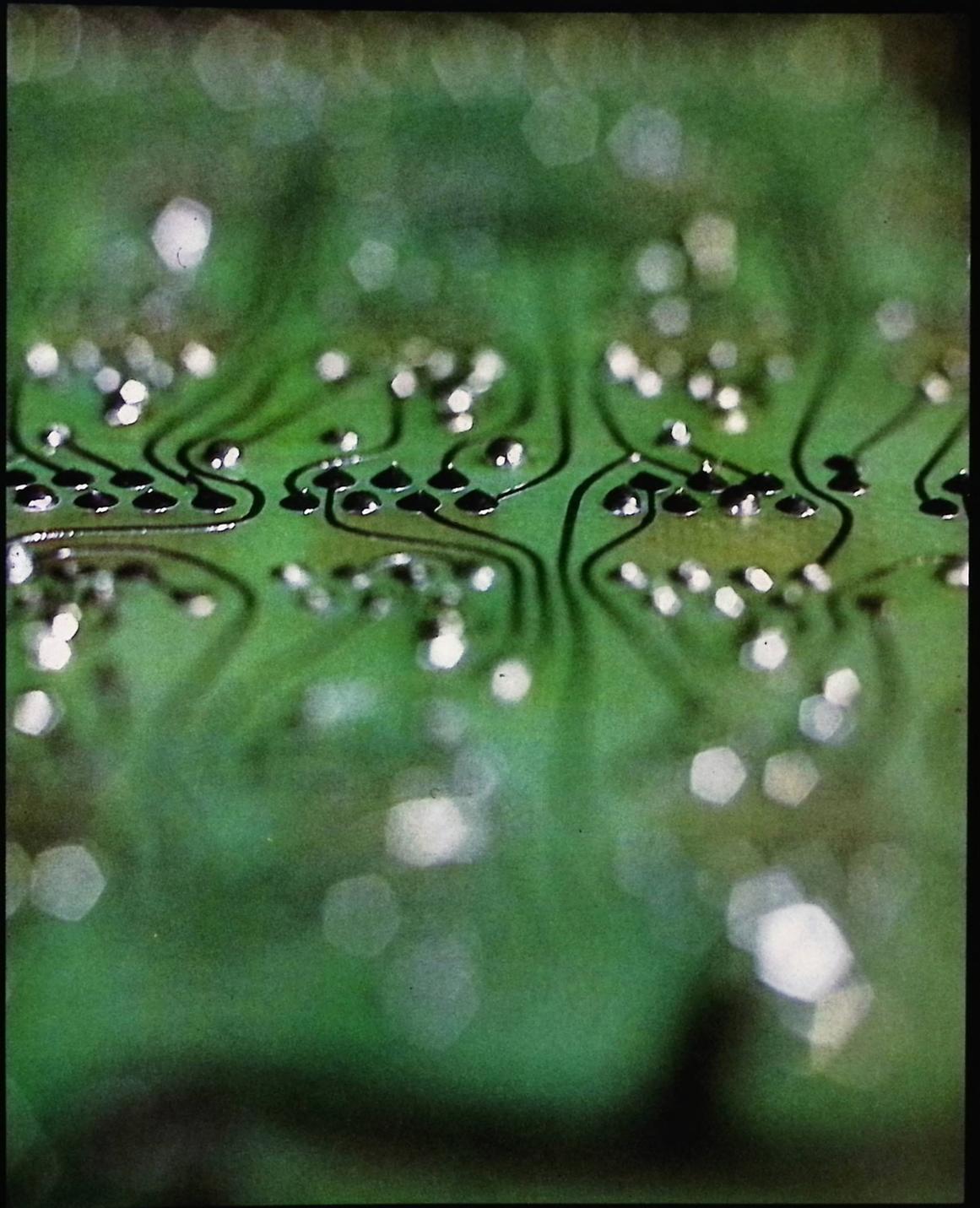
Schwerpunkt eines Fertigungsbetriebes der datenverarbeitenden Industrie ist der Zusammenbau. Hier werden Verdrahtungs- und Montagethoden angewendet, die dem letzten Stand der Fertigungstechnik entsprechen. Erfahrene Fachleute fügen die elektronischen Baugruppen und mechanischen Teile zu vollständigen Maschineneinheiten zusammen.

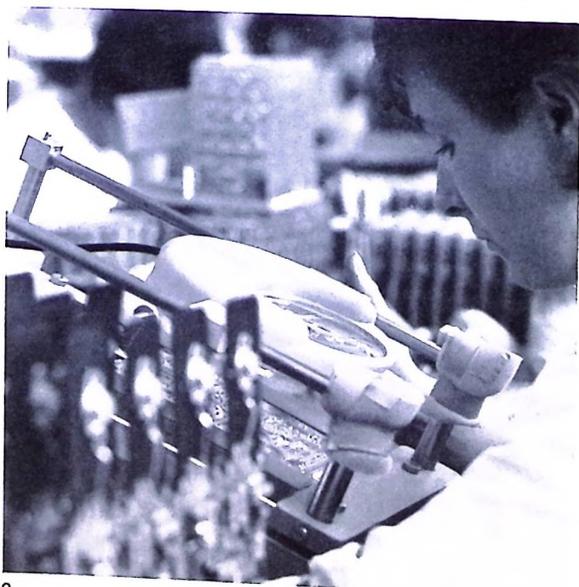
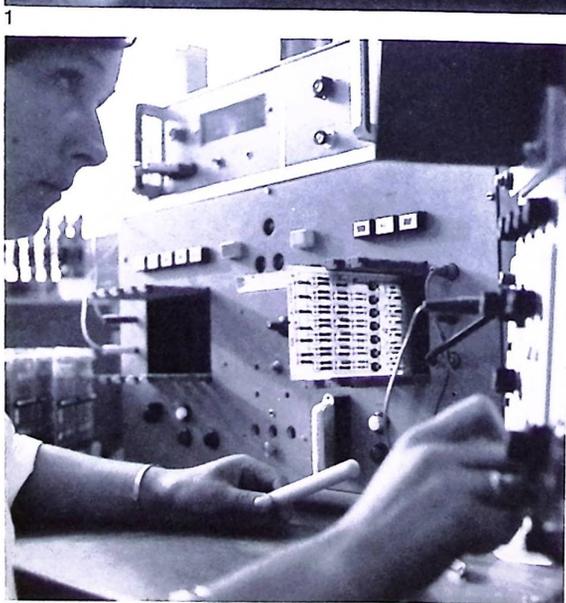
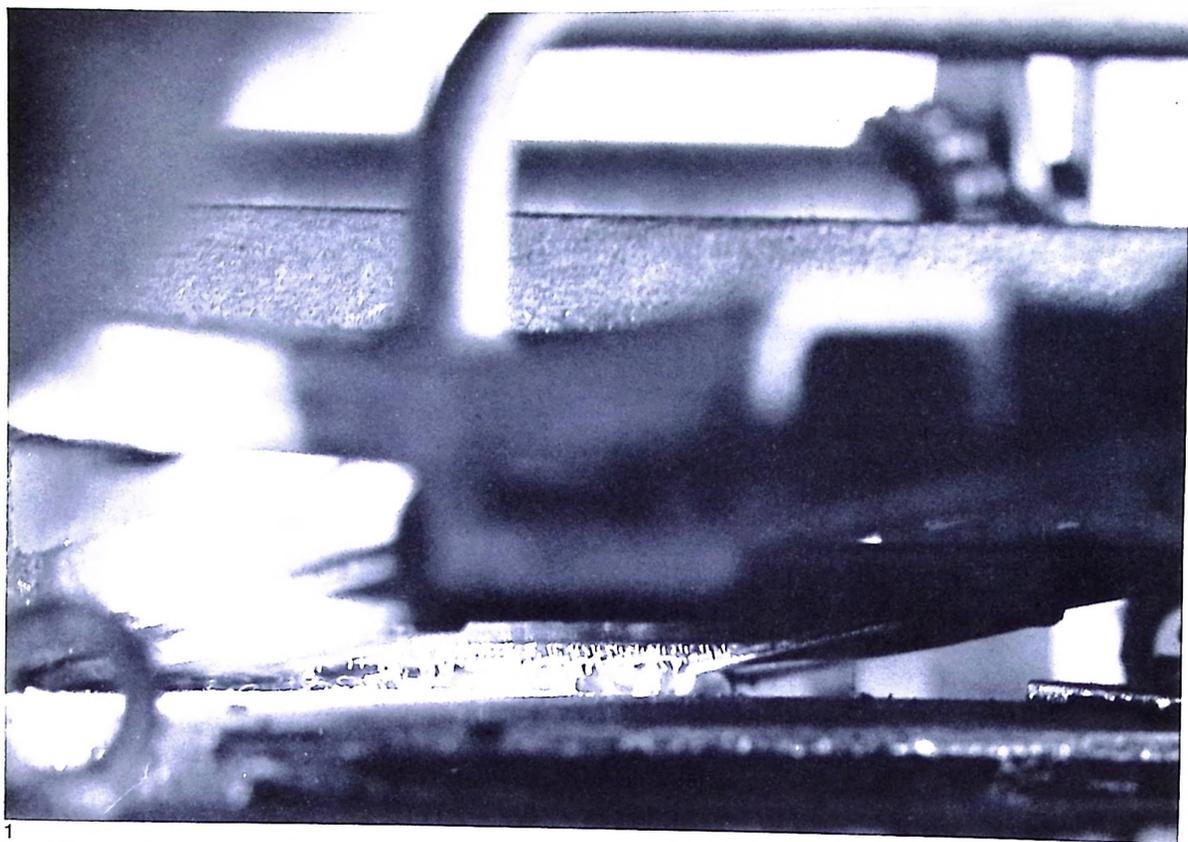
Im Systemprüffeld endlich werden die einzelnen Funktionseinheiten und Peripheriegeräte zu kompletten Datenverarbeitungsanlagen kombiniert; die Aufstellung einer vollständigen Anlage im Prüffeld leitet die Systemprüfung, die letzte wichtige Fertigungsphase, ein.

Entsprechend den hochwertigen Produkten kommt dem Prüfwesen im Rahmen der Gesamtplanung der ZUSE-Fertigung eine gewichtige Rolle zu. Mit großer Sorgfalt wurde eine Prüforganisation geschaffen, die nicht nur schrittweise die Gütekontrollen der Einzelteile im Fertigungsfluß sicherstellt, sondern vor allem auf die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems und einen gleichmäßig hohen Qualitätsstand der Erzeugnisse zielt. Die Prüfarbeiten verlangen nicht nur eine sorgfältige Planung und Koordination, sondern setzen bei den Mitarbeitern auch ein hohes Maß an Verantwortung und Bereitschaft zur Teamarbeit voraus.

Für die Schlußprüfung sind eine Reihe von Testprogrammen mit höchsten Anforderungen entwickelt worden, die sicherstellen, daß sich die Anlagen im praktischen Einsatz unter den verschiedensten harten Umweltbedingungen bewähren. Das Prüffeld ist daher sozusagen die letzte Instanz, das letzte Glied in der Kette der einzelnen Fertigungs- und Prüfphasen.

Die Erfahrungen und Erkenntnisse der Prüffeldingenieure und -techniker werden systematisch ausgewertet. Die so erarbeiteten Ergebnisse und deren Auswertung sind eine wichtige Grundlage bei der Erstellung von Prüf- und Wartungsvorschriften für den technischen Kundendienst. Gleichzeitig ist damit die Voraussetzung geschaffen für eine stetige Verbesserung der Prüfmethode im Bemühen um eine gleichbleibende hohe Zuverlässigkeit der ZUSE-Anlagen.





1  
Blick in den Zinnschwall einer Schwallötanlage – eines der typischen Verfahren in der Fertigung elektronischer Bauteile, untrennbar verknüpft mit der Verarbeitung geätzter Verdrahtungen und Schaltungen

2  
Bausteinprüfgerät – Elektrische Kontrolle von Flachbaugruppen

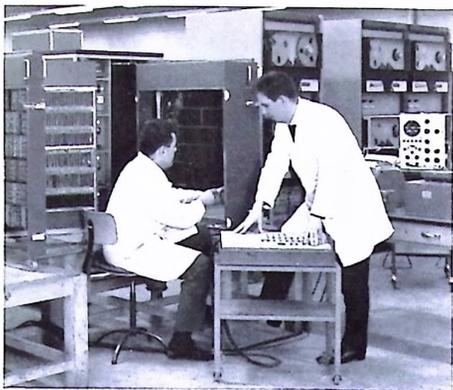
3  
Bausteinprüfgerät – Visuelle Kontrolle von Flachbaugruppen

4  
Funktionskontrolle im Prüffeld

5  
Verdrahtung von Chassis im Wire-rap-Verfahren

6  
Wire-rap Verfahren in der Chassisverdrahtung – Arbeit mit der Wickelpistole

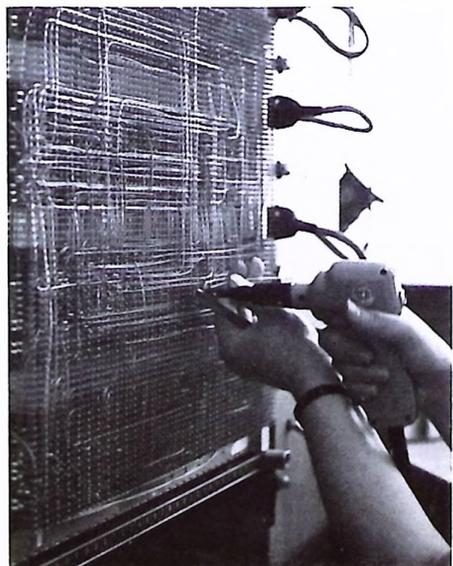
7  
Prüfarbeiten während des Verdrahtungsvorganges  
Detail: Kontaktstifte mit Drahtwickel, Prüfgriffe



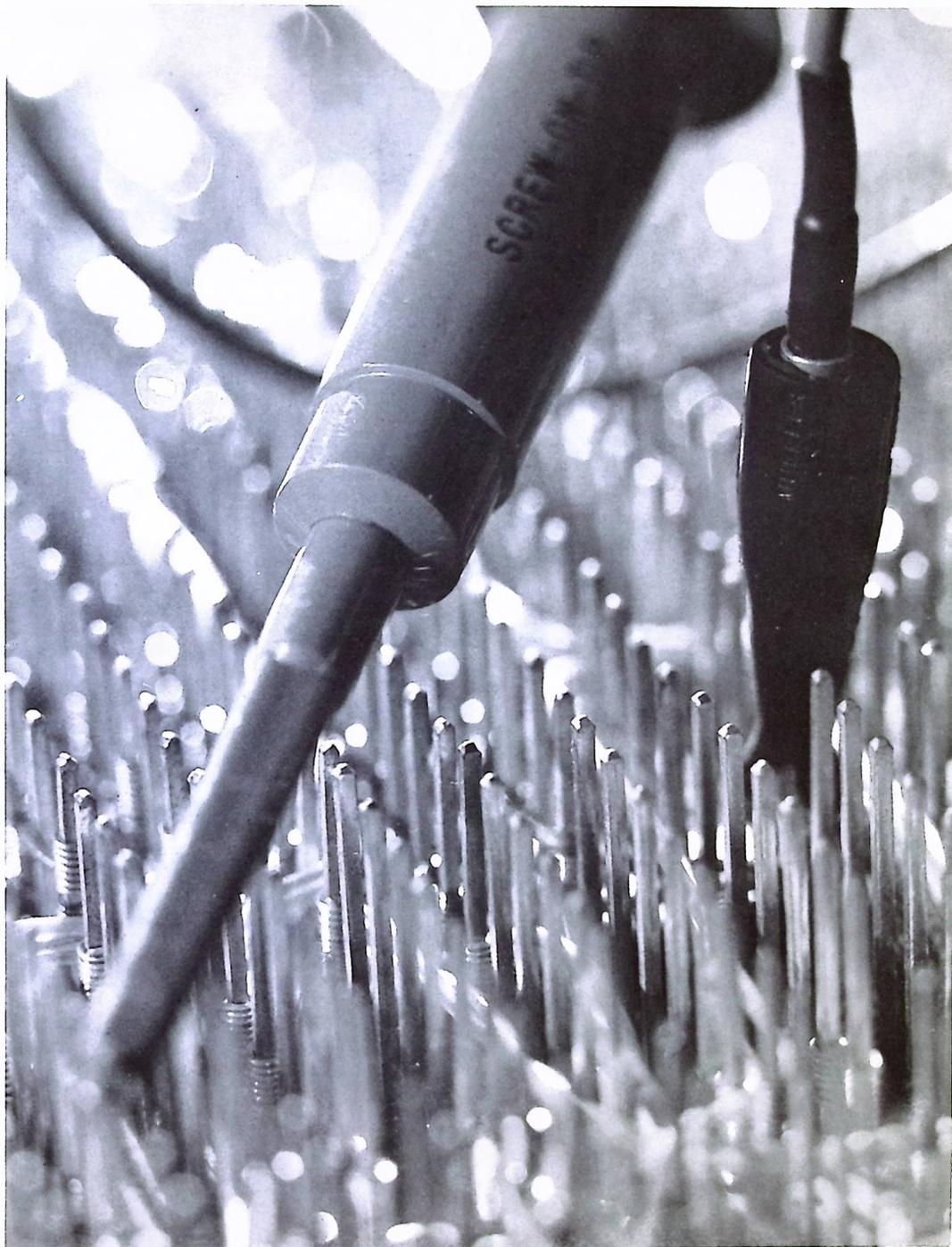
4



5

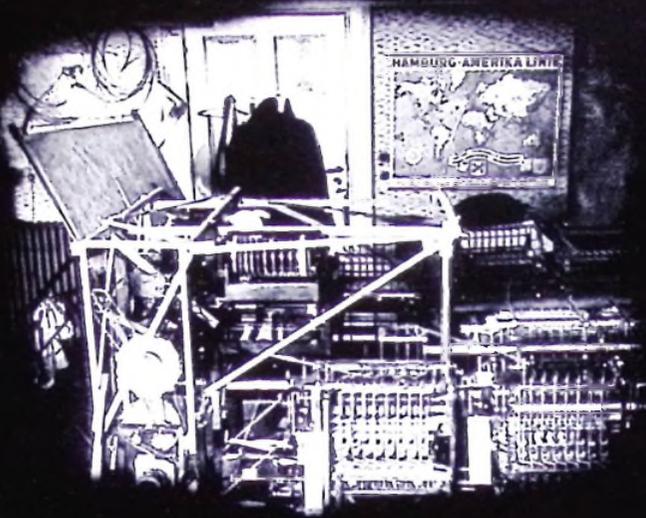


6



7

## ZUSE-Forschung und Entwicklung



Von Konrad Zuses Berliner Wohnung bis zu Laboratorium, Versuchswerkstatt und Konstruktionsbüro der heutigen Entwicklungsabteilung der ZUSE KG war es ein weiter Weg.

Was vor drei Jahrzehnten in dem zur Werkstatt ausgebauten elterlichen Wohnzimmer Objekt eines einzelnen schöpferischen Geistes war, ist heute Aufgabe eines Teams von Fachleuten. Zwar haben sich die äußeren Voraussetzungen geändert, nicht aber der Geist der auch heute der ZUSE-Entwicklungsarbeit ihr Gepräge gibt.

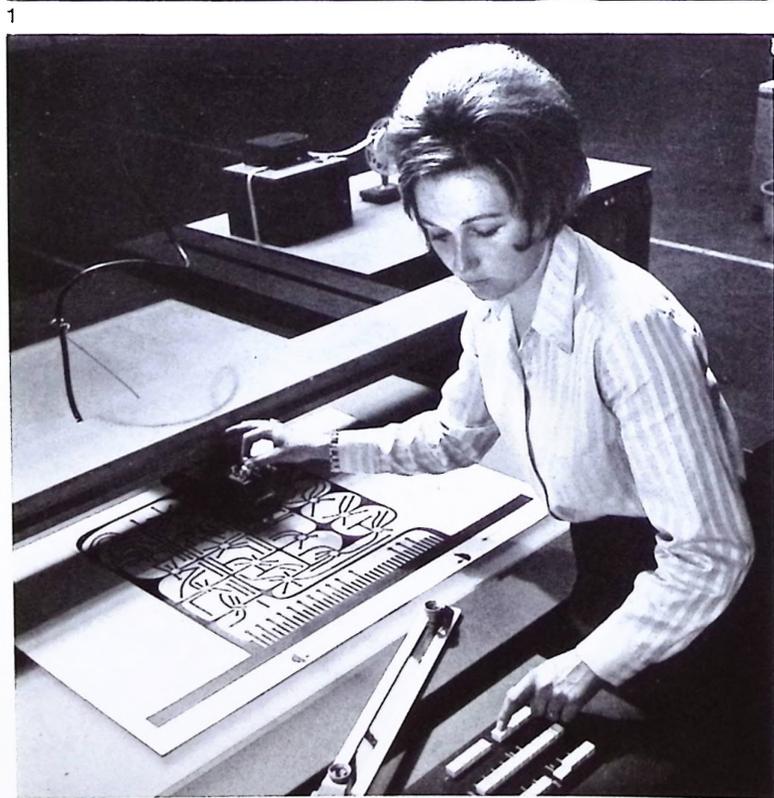
Datenverarbeitende Systeme, elektronische Rechenmaschinen und Geräte bedürfen einer sorgfältigen Planung.

Die Projektierung, eine klare Formulierung der Aufgaben, ist daher der erste Schritt bei der Entwicklung einer Anlage oder eines Gerätes.

Die Marktbedürfnisse und die präzise definierten Wünsche aus dem Kreis der Benutzer sind dabei kräftige Impulse.

Durch diese enge Partnerschaft von Benutzer und Hersteller entsteht das erste Bild eines Produkts.

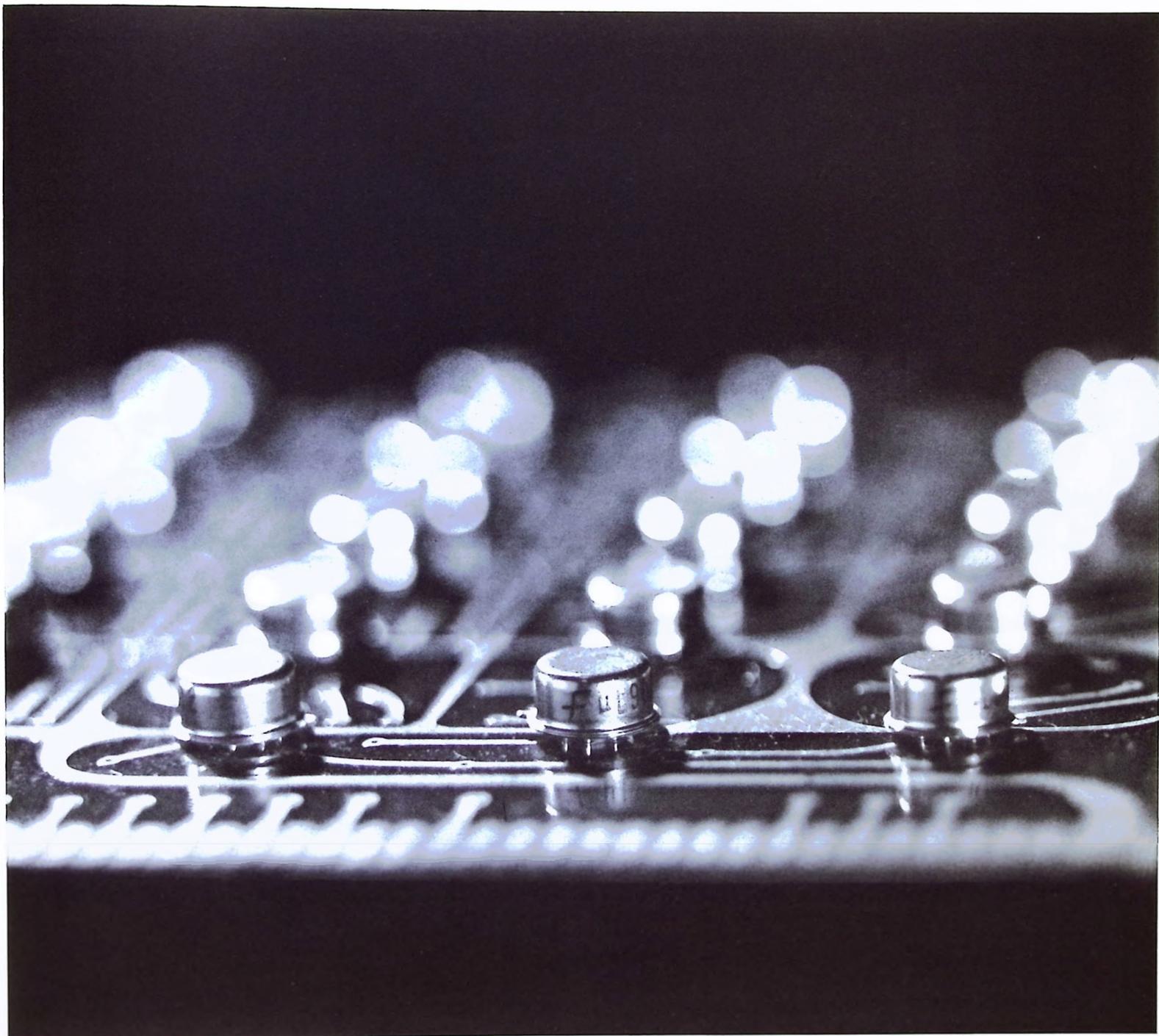


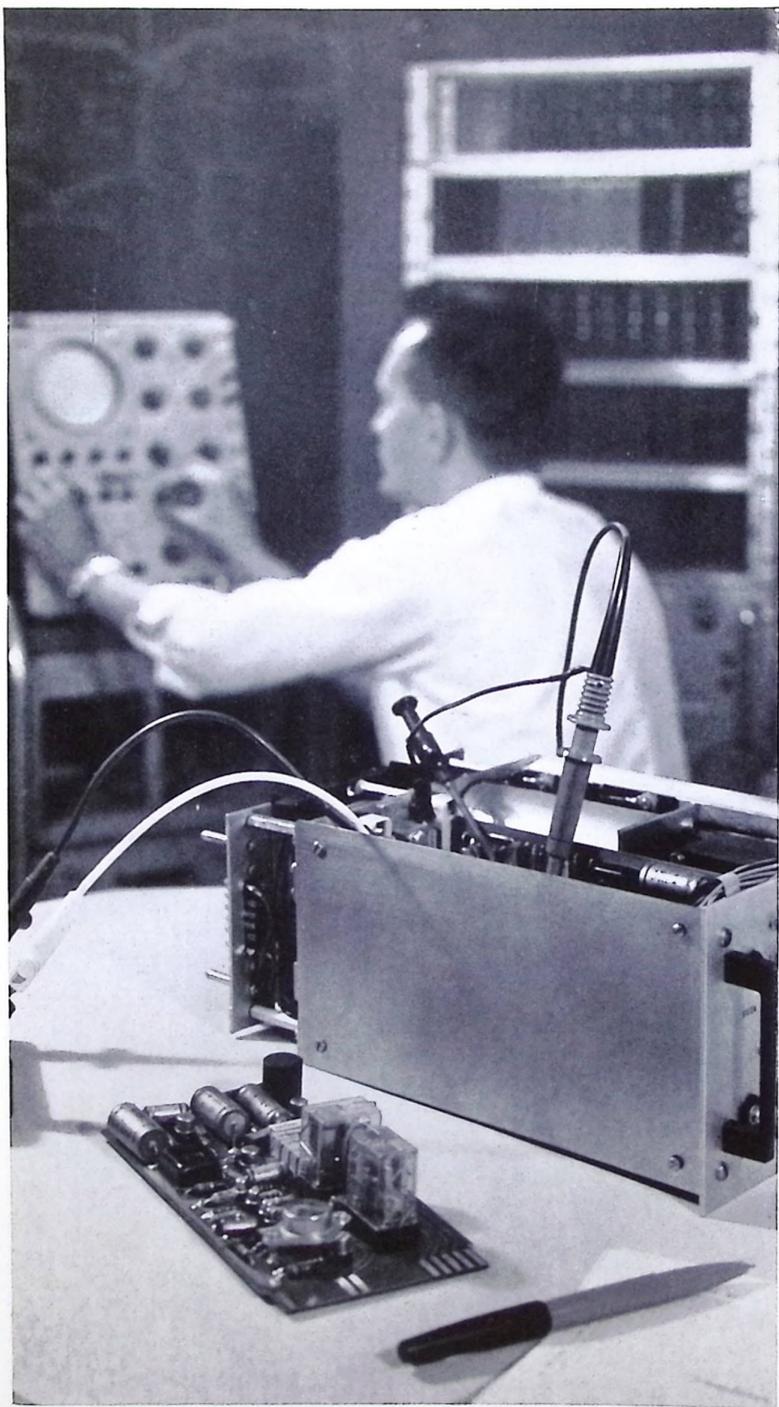


Die weitere Entwurfsarbeit konzentriert sich auf zwei grundsätzliche Ziele, die eng miteinander verknüpft sind. Es ist dies einmal die Entwicklungsarbeit an der sogenannten Hardware, einer Vielzahl von Baugruppen und Funktionseinheiten. Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und Ausbaufähigkeit der projektierten Anlage bestimmen die Ziele dieser Entwicklung. Zum anderen ist die Erarbeitung des logischen Entwurfes durchzuführen. Von besonderer Bedeutung sind hier die Grund- und Anwendungsprogramme, welche die Ausnutzung der technischen Möglichkeiten und die Leistungsfähigkeit eines Datenverarbeitungssystems entscheidend mitbestimmen. Ausgehend von Vorstudien über Technik und Anwendung der Anlage entwerfen Mathematiker und Ingenieure diese Software - Sprache und Schlüssel zugleich für jede Rechenanlage. Erst ein gut durchdachtes, vielseitiges Software-Paket macht den Rechner zum wirkungsvollen Instrument bei der Lösung der Aufgaben in Wirtschaft, Technik und Wissenschaft. Das Resultat dieser Entwurfsphase ist die detailliert festgelegte Produktspezifikation sowie ein Arbeitsplan. Er schafft durch Aufgabenteilung, Budgets und Termine den festen Rahmen, innerhalb dessen sich die anschließende Entwicklungsarbeit nach wirtschaftlichen und organisatorischen Gesichtspunkten bewegt.

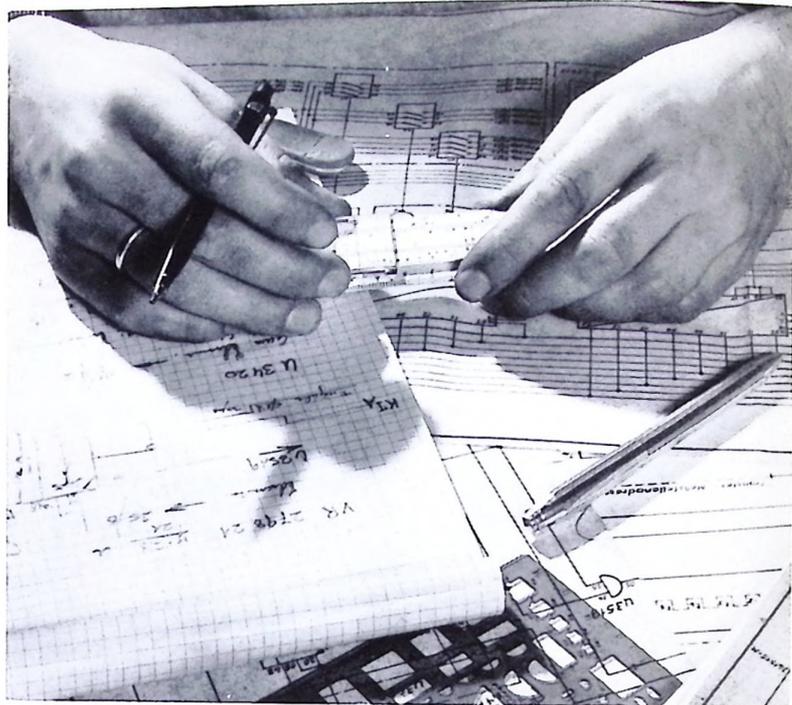
Ein wichtiger Bestandteil des Entwicklungsganges ist die Erarbeitung der Grundlagen. Der heutige Stand der Halbleitertechnik ermöglicht es, komplette Funktionsgruppen als integrierte Schaltkreise in einer Einheit herzustellen. Größere Zuverlässigkeit, Schaltzeiten im Bereich der Nanosekunde und Kostensenkung

sind bedeutende Vorteile dieser neuen Technik. Von spezialisierten Herstellfirmen wird ein breites Spektrum von miniaturisierten Schaltkreisen der datenverarbeitenden Industrie angeboten. Die Grundlagenentwicklung verlagert sich daher von der Dimensionierung der Schaltkreise auf die Erarbeitung einer optimalen Verbindungstechnik für diese. Die Kernspeicherentwicklung ist ein weiterer Schwerpunkt der Laborarbeit. Logischer Aufbau und technische Realisierung der Speicher werden vom Entwurf bis zur Serienreife erarbeitet. Die extrem kurzen Schaltzeiten moderner Systeme erfordern hierbei eine spezielle Schaltkreistechnik innerhalb des Speichers sowie für dessen Verbindung mit der Rechnerelektronik.

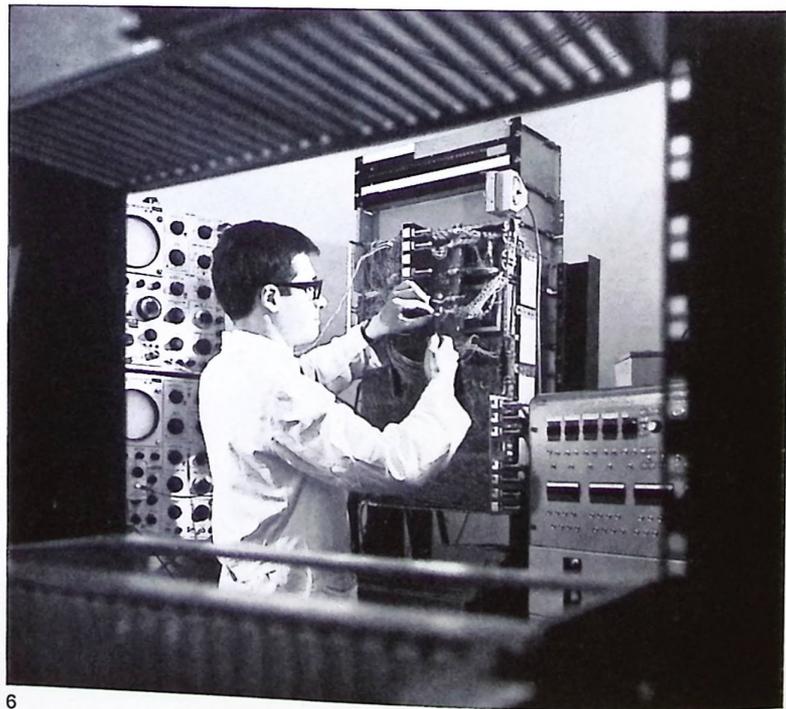




4



5



6

1  
Computer entwickeln Computer:  
in verstärktem Maße werden  
Rechner bei der Entwicklung von  
Elektronischen Datenverarbeitungsanlagen herangezogen

2  
Einsatz eines programmgesteuerten Zeichentisches ZUSE Z 64  
„Graphomat“ zur Erstellung von  
Ätzvorlagen für Flachbaugruppen

3  
Moderne Verbindungstechnik für  
integrierte Schaltkreise ist kennzeichnend für die Miniaturisierung  
im Computerbau

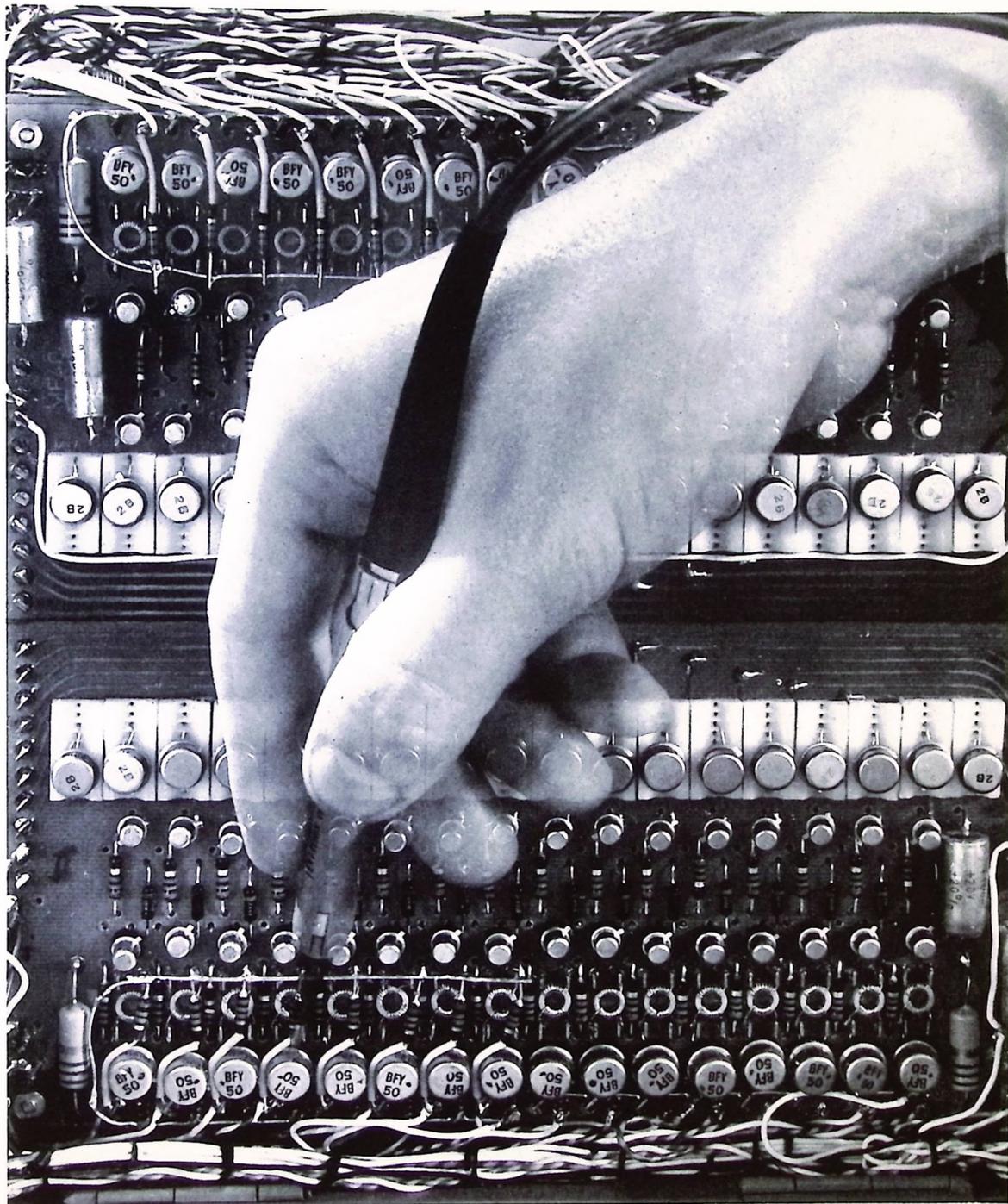
In der Grundlagenentwicklung gehen  
Planung, Bau und Prüfung  
von Labormustern Hand in Hand  
bis zur Serienreife

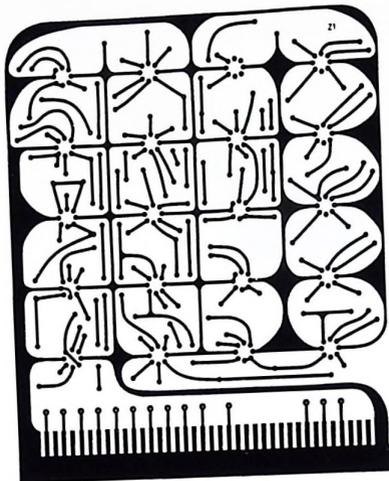
4  
Prüfung eines Stromversorgungselementes

5  
Entwurf und Berechnung eines  
Impulsplanes sind die ersten  
Schritte bei der Projektierung  
eines Rechners

6  
Systemprüfung am Labormuster  
eines Speichers

7  
Messungen an der Speicher-  
elektronik



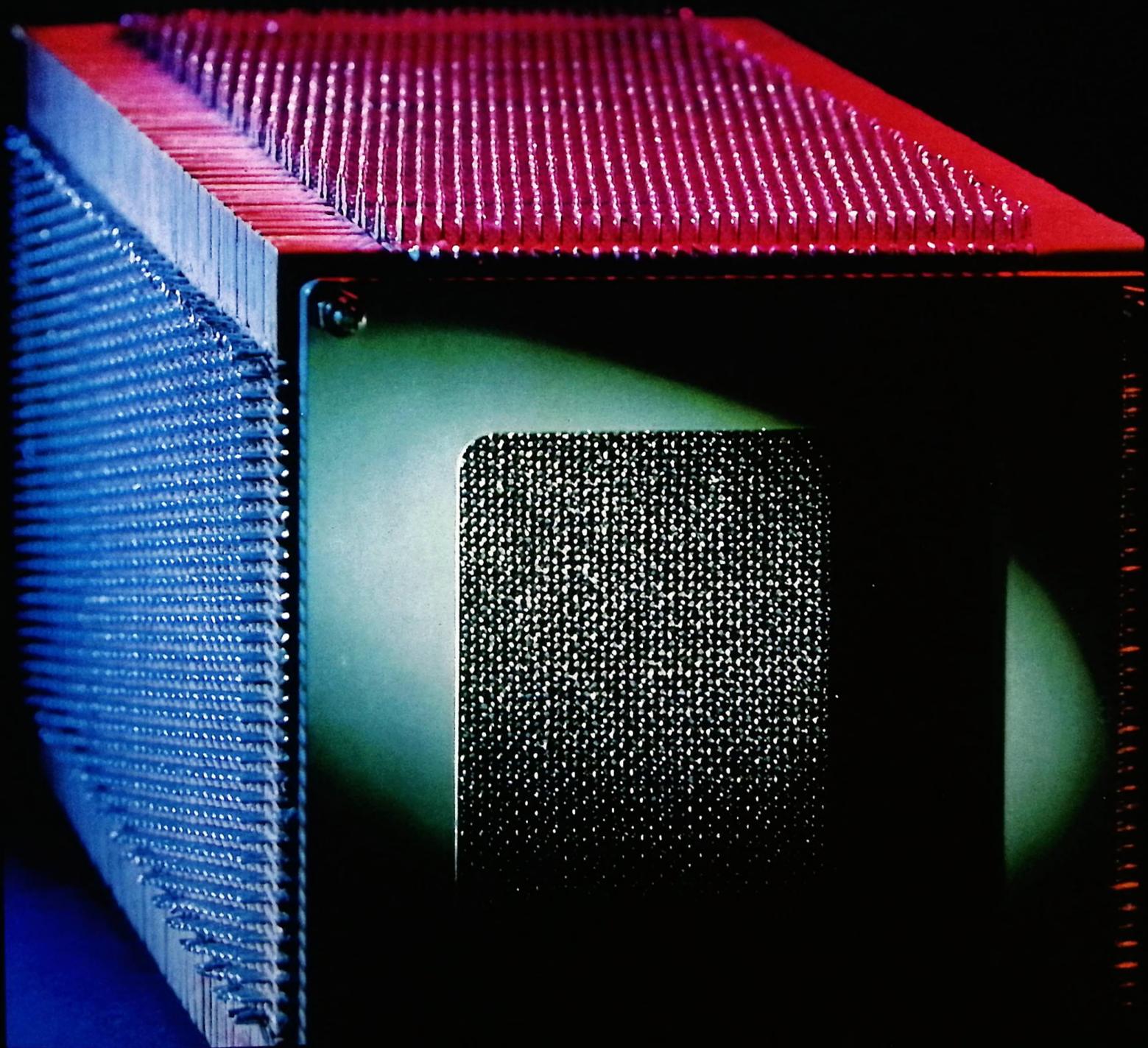


Schema: Ätzworlage für Flachbaugruppe, gezeichnet mit dem Graphomaten ZUSE Z 64

Abb. rechts:  
4 K — Kernspeicherblock (4096 Worte zu 32 Bit) speziell entwickelt für Rechner, die unter extremen Temperaturbedingungen zum Einsatz kommen. (Arbeitsbereich:  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+78^{\circ}\text{C}$ )

Die ZUSE KG hat sich im Rahmen dieser Entwicklung auch dem Bau von speziellen Kernspeichern zugewandt, die unter ungünstigen Temperatureinflüssen und bei nicht stationärem Einsatz voll funktionsfähig sind. Spezielle Anwendungen in industriellen, wissenschaftlichen und anderen Bereichen zwingen zu solchen Sonderentwicklungen. Schwierige Netzverhältnisse stellen dabei hohe Anforderungen an die Stromversorgungselemente. Sie sind ebenfalls Gegenstand gründlicher Untersuchungen. Der wirkungsvolle Schutz vor externen Störgrößen ist eine wesentliche Voraussetzung für die sichere Arbeitsweise eines Rechnersystems. Bei der Systementwicklung werden die entwickelten Bauteile und Funktionselemente zum geschlossenen logischen System zusammengefügt. Was in der Produktspezifikation als Konzept festgelegt ist, gewinnt hier in Zusammenarbeit mit der Konstruktion und der Versuchswerkstatt greifbare Gestalt. Hierbei kommen Rechner und automatische Zeichengeräte zur Simulation der Systemeigenschaften und danach zur Erstellung der Konstruktionsunterlagen zum Einsatz. Neben Berechnung, Entwurf und Reinzeichnung der Ätzmasken für die gedruckten Bahnen auf den Flachbaugruppen werden Pläne und Vorschriften in Tabellenform für die Verdrahtung der Chassis erstellt. Gemeinsam mit Fachleuten aus dem Produktionsbereich wird das System nach fertigungstechnischen Gesichtspunkten geprüft, Vorkehrungen für die Erstellung von Werkzeugen und Prüfgeräten sowie zur Einführung eventueller neuer Fertigungsmethoden werden getroffen.

So wird der Prototyp hergestellt, bereit zur ersten Bewährungsprobe, die er in einer aus mehreren Etappen bestehenden Testphase durchläuft. Auf umfassende funktionelle Tests folgen technische Bewährungsproben in Form von Grenz- und Dauerprüfungen. An diese technischen Prüfarbeiten schließt sich das Durchtesten des inzwischen fertiggestellten Software-Paketes an. Mit dem Abschluß dieser Tests ist die Entwicklung beendet. Die Unterlagen für die Fertigung werden erstellt, der Verkauf des Produktes eingeleitet.



## ZUSE-Anlagen in Forschung und Lehre

Der Entwicklungsgang einer Anlage ist im Hinblick auf die Grundlagen- und Systementwicklung, Programmierung, Konstruktion und Fertigung stark projektorientiert. Das heißt, Teamarbeit, moderne Planungsmethoden und Systemdenken sind für eine wirtschaftliche und technisch optimale Durchführung einer solchen Aufgabe unerlässlich. Eine ebenso große Bedeutung kommt der Zusammenarbeit von Herstellfirma und Anwender zu, wenn es gilt, den rationellen Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen vorzubereiten und durchzuführen.

Aus der notwendigen Form der Zusammenarbeit erwächst jene Partnerschaft, die auch die Grundlage schafft für die Planung und Gestaltung künftiger Anlagen und Geräte.

Die heute im Einsatz befindlichen DV-Anlagen der ZUSE KG sind aus solcher Zusammenarbeit hervorgegangen. Einige Beispiele sollen dies nun erläutern.



Straffe Projektführung und Teamarbeit waren die entscheidenden Voraussetzungen zum Start dieser Höhenforschungsrakete vom Typ NIKE-APACHE vom Raketenabschußgelände ESRANGE in Kiruna (Nordschweden). Rechts der 100 m hohe Windmeßturm.



1  
Eine Rakete vom Typ Nike-Apache  
wird während des Count-Downs  
in Kiruna auf die Abschußrampe  
gebracht

2  
Fahrbare Abschußrampe der DVL-  
Arbeitsgruppe „Mobile Raketen-  
basis“ in Kiruna (Nordschweden)

3  
Basis des 100 m hohen Windmeß-  
turmes der ESRANGE in Kiruna  
(Nordschweden)

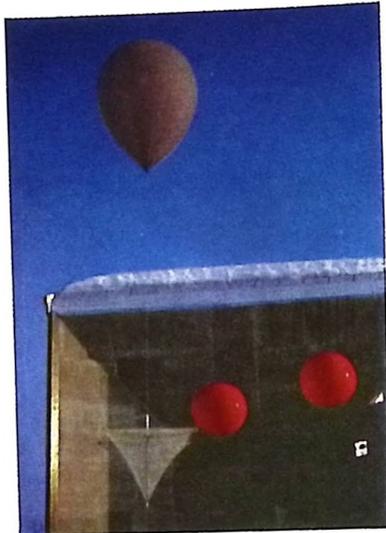
## ZUSE Z23 und ZUSE Z64 Graphomat in der DVL, Oberpfaffenhofen

Die Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt hat die Aufgabe, fortschrittliche Projekte industrienah zu realisieren. Sie übernimmt dabei eine vermittelnde Rolle zwischen den Bundesministerien und den Privatfirmen sowie den nationalen und internationalen Institutionen. Bei der Bewährung der theoretischen Untersuchungen in der praktischen Anwendung ergaben sich im Rahmen des ESRO-Programmes für elektronische Rechenanlagen und automatische Zeichengeräte eine Reihe von wichtigen Einsatzmöglichkeiten.

So wurden z. B. innerhalb des nationalen Raumfahrtprogrammes fünf Höhenforschungsraketen vom Typ NIKE-APACHE auf dem Abschußgelände der ESRO in Kiruna (Nordschweden) von einer gemeinsamen Expedition der Max-Planck-Institute und der DVL gestartet. Bei diesem Versuch wurden erstmals Bahnen auf dem Wege der Datenfernübertragung berechnet. Sowohl Rechenprogramme als auch Daten wurden über das öffentliche Fernschreibnetz von Kiruna nach Oberpfaffenhofen bei München übertragen, dort auf der institutseigenen ZUSE Z 23 Rechenanlage ausgewertet und die Ergebnisse auf dem gleichen Wege nach Kiruna zurückübermittelt. Die Grundlage für dieses Verfahren bilden Arbeiten, die seit Jahresfrist am DVL-Institut für Steuer- und Regeltechnik in Oberpfaffenhofen laufen. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Möglichkeiten der öffentlichen Leitungen als Übertragungsstrecken zwischen einer externen Meßstation und einer zentralen Rechenanlage praktisch zu prüfen.

In dieser Testserie sind auf demselben Wege auch Bahnkorrekturen kurz vor dem Start berechnet worden. Die sich ständig än-

dernden Windverhältnisse beeinflussen die Bahn einer Höhenstufenrakete, ein Umstand, der Windmessungen in verschiedenen Höhen kurz vor dem Start notwendig macht. Die Messungen der Windgeschwindigkeit unmittelbar über dem Erdboden werden mit Hilfe eines 100 m hohen Meßturmes durchgeführt; in höheren Lagen (bis zu 20.000 m) werden Ballons verwendet, deren Bewegungen durch Theodoliten und Radargeräte vermessen werden. Die auf diese Weise ermittelten Meßergebnisse wurden über das internationale Fernschreibnetz nach Oberpfaffenhofen übertragen, wo auf der ZUSE Z 23 V die neuen Werte zur Korrektur der Abschußrichtung errechnet und nach Kiruna zurückübermittelt wurden.



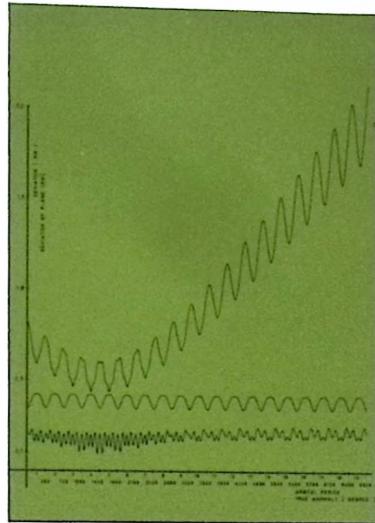
4

Andere Vorbereitungen haben die Entwicklung von Real-Time-Steuerungen für Satelliten und Raumfahrzeuge zum Gegenstand. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Fehlerrechnung zu. Die Durchführung einer Bahnkorrektur ist im wesentlichen von zwei Faktoren abhängig: der rechnerischen Festlegung der sogenannten Referenzbahn eines ballistischen Flugkörpers bzw. einer Raumsonde und dem Ergebnis von Messungen, mit deren Hilfe die tatsächliche Flug- oder Umlaufbahn erfaßt wird. Die daraus sich ergebenden Differenzwerte sind demnach klar erfaßbare Fehler. Darüberhinaus ist jedoch noch einer Reihe von Abweichungen Rechnung zu tragen, die auf reine Meßungenauigkeiten zurückzuführen sind.

Wichtigstes Hilfsmittel bei diesen Fehlerrechnungen ist die elektronische Datenverarbeitungsanlage. Auf ihr werden die Fehler einer gegebenen Meßapparatur simuliert und die Gesetzmäßigkeit studiert, nach der sich die Fehler durch ein physikalisches System (hier: Raumsonde-Gravitationszentren) fortpflanzen.

Die auf dem automatischen Zeichentisch ZUSE Z 64 gezeichneten Kurven sind Ergebnisse dieser Fehlerrechnungen. Sie wurden auf einem entfernten Rechner durchgeführt und ebenfalls über eine Fernschreibverbindung übertragen. Die Umrechnung der Rechenergebnisse in Steuerinformationen für den Zeichentisch ist dank der Tatsache, daß die Daten-Ein- und Ausgabe über einen 5 Kanal Lochstreifen, wie er für den normalen Fernschreiber Verwendung findet, erfolgt, ohne Zeitverlust möglich.

Die Rechanlagen in ihrer vielfältigen Verwendungsmöglichkeit spielen in dem für die moderne Großforschung notwendigen Instrumentarium eine entscheidende Rolle. Dies zeigt sich besonders deutlich bei einer Reihe von grundlegenden theoretischen Arbeiten, die in Oberpfaffenhofen durchgeführt werden. Die Versuchsanstalt widmet sich über die zahlreichen praktischen Untersuchungen hinaus der theoretischen Untermauerung der bei internationalen Raumfahrtversuchen angewandten Methoden.

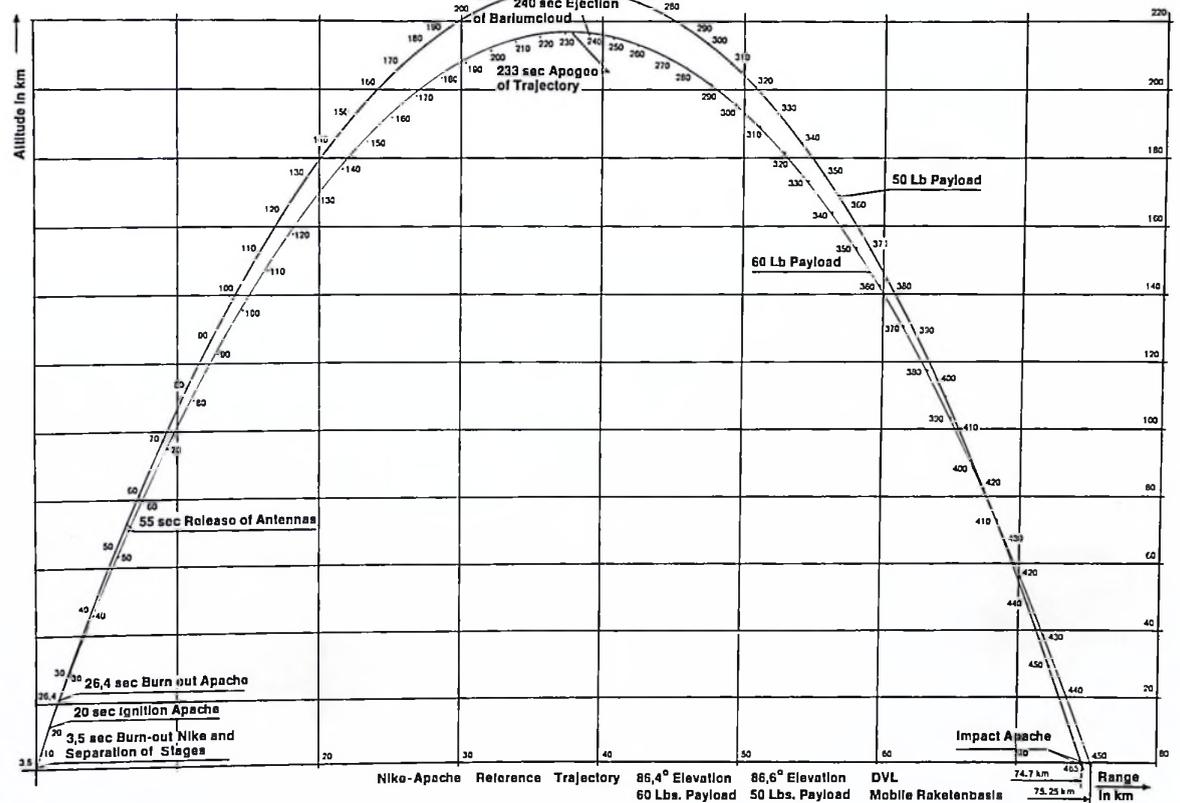


5



6

240 sec Apogee of Trajectory, Ejection of Bariumcloud



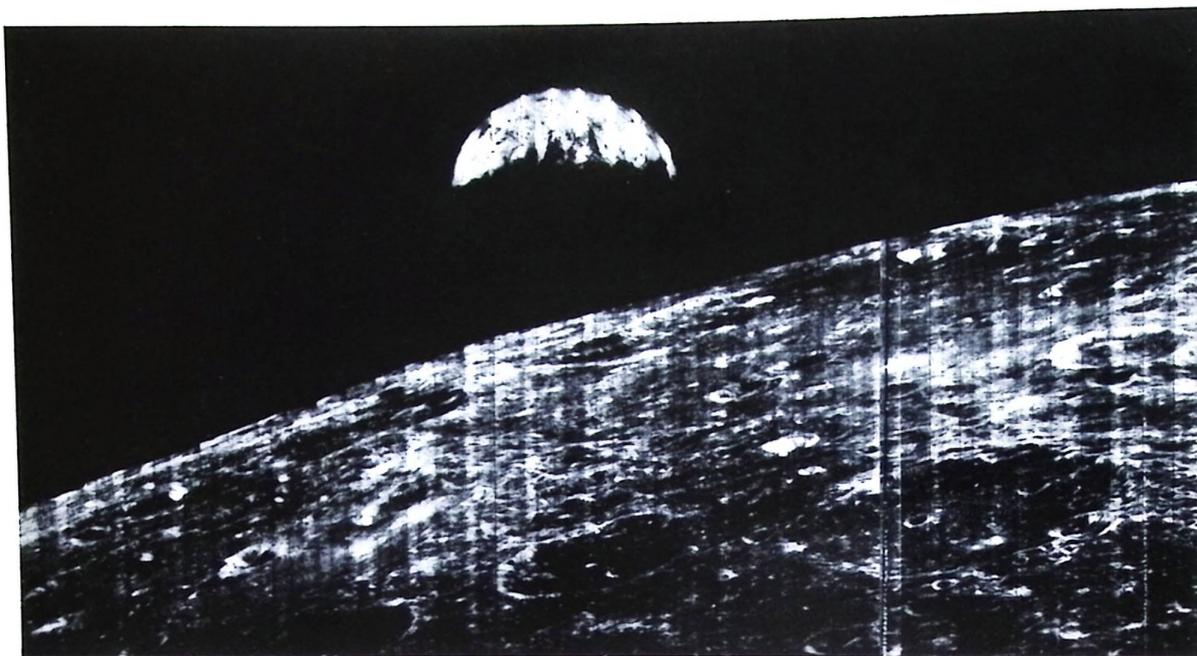
7

4  
Ballone zur Messung der Wind-  
geschwindigkeiten auf ESRANGE

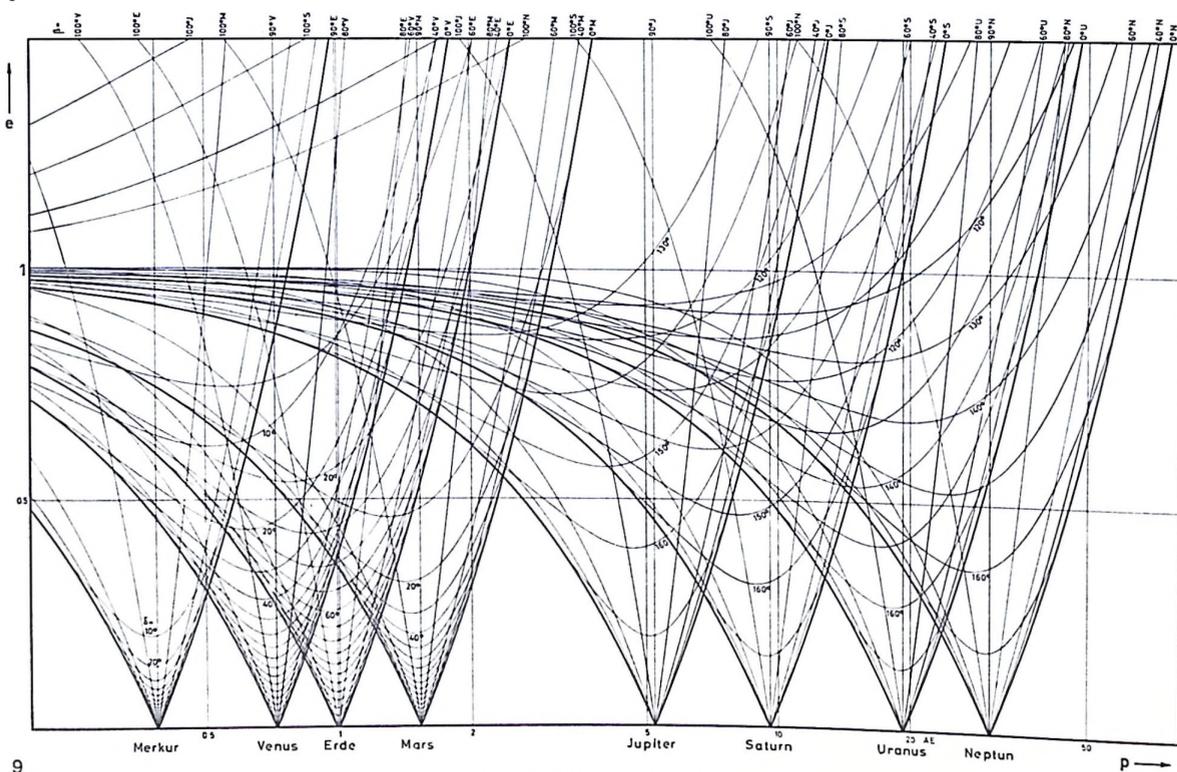
5  
Streuung des Abstandes und  
Winkelbestimmung eines  
Erdsatelliten über 19 Umläufe  
aus 576 Beobachtungen  
während 8 Umläufen. Gezeichnet  
mit ZUSE Z 64 Graphomat nach  
Programmergebnissen

6  
Im Kontrollraum der ESRANGE  
während des Count-Downs  
für die Nike-Apache

7  
Sollbahn einer Nike-Apache  
Rakete, gerechnet mit der  
ZUSE Z 23 der DVL-Oberpfaffen-  
hofen, gezeichnet mit ZUSE Z 64  
Graphomat



8

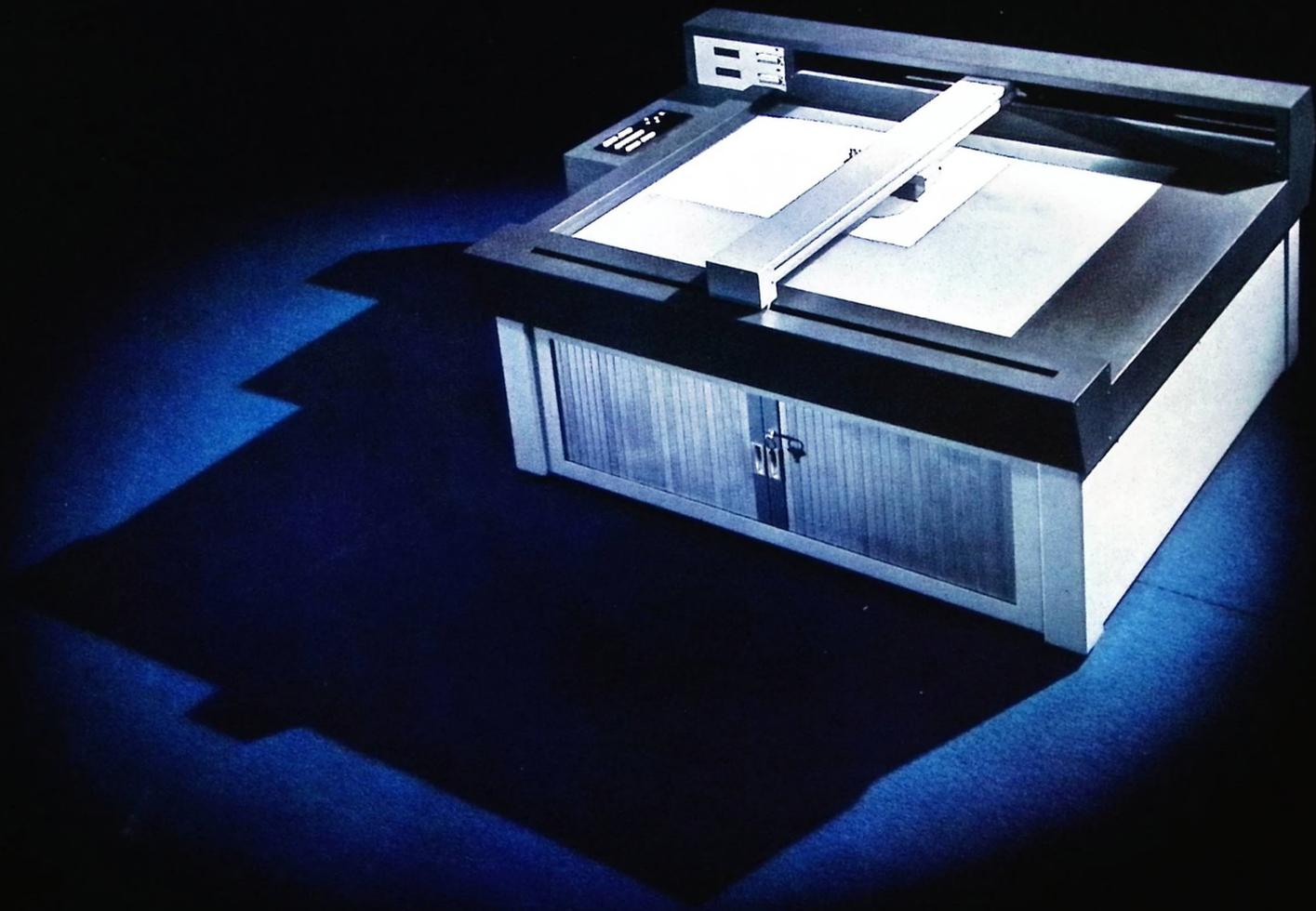


9

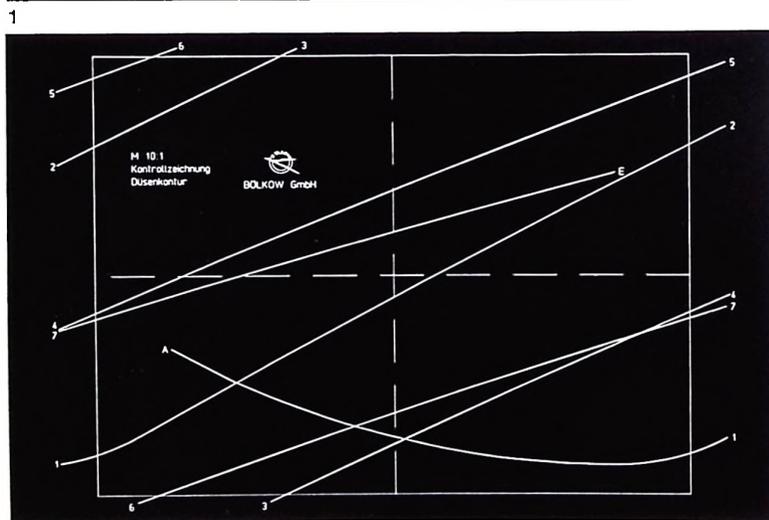
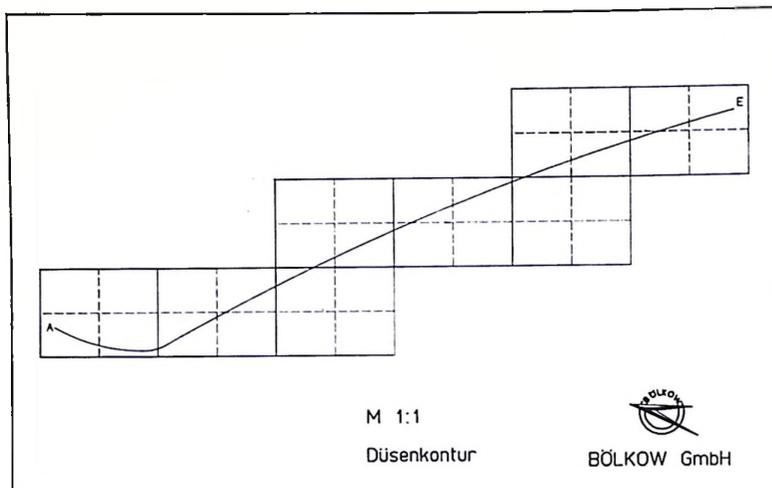
Ein interessantes Beispiel aus dem Bereich dieser Grundlagenforschung sind die mathematischen Arbeiten für das sogenannte Fly-by-Manöver, welches im Rahmen des amerikanischen Raumfahrtprogrammes eine immer größere Bedeutung gewinnt. Hier wird innerhalb der Versuchsserien mit interplanetarischen Raumsonden speziell die Möglichkeit geprüft, in welcher Form die Energien aus dem Schwerefeld anderer Planeten zur Beeinflussung der Bahnen gewonnen und genutzt werden können. Diesem Problem wurde bei der DVL in einem besonderen mathematischen Ansatz – Überlagerung von Keplerschen Ellipsen – nachgegangen. Da die hierfür erforderlichen Berechnungen keine sehr hohe Speicherkapazität benötigten, konnte das Problem auf der Rechenanlage ZUSE Z 23 in der Formelsprache ALGOL gerechnet werden. Wieder half bei der Interpretation der Ergebnisse die graphische Darstellung, die mit Hilfe des Graphomaten ZUSE Z 64 gezeichnet wurde.

8  
Die Erde vom Mond aus gesehen: dieses Photo entstand anlässlich des Raumfluges von „Lunar Orbiter I“, welcher 1966 im Rahmen des amerikanischen Weltraumprogrammes auf seine Bahn um den Mond gestartet wurde. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen befand sich der Satellit in einer Distanz von rund 370 000 km zur Erde und etwa 1 275 km über der Mondoberfläche. (Boeing Photo)

9  
Bahnparameter für interplanetare Fly-by-mission (Gezeichnet mit ZUSE Z 64 Graphomat)



## ZUSE Z64 Graphomat bei der Firma Bölkow GmbH, Ottobrunn bei München



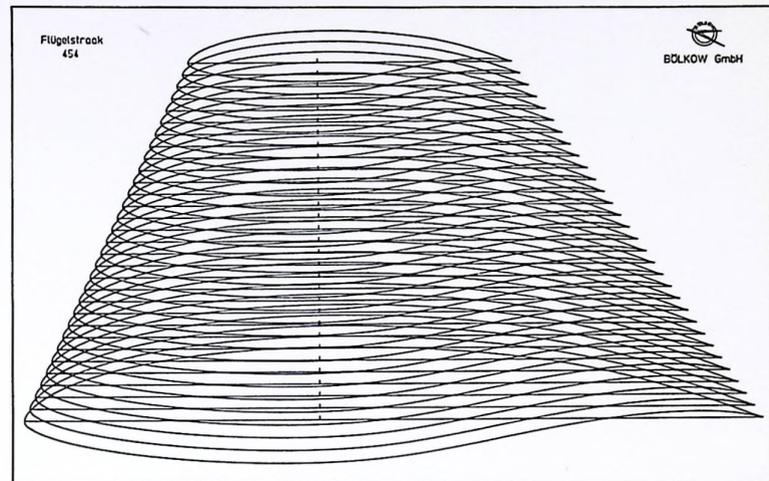
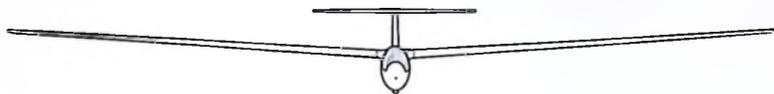
Die Bölkow GmbH, bekannt für richtungweisende Entwicklungen auf den Gebieten der Luftfahrt- und Raumfahrttechnik, stößt bei der Bearbeitung ihrer vielfältigen Entwicklungs- und Forschungsprojekte auf Probleme, die sich nur mit modernen Methoden wirtschaftlich bewältigen lassen. Diesem Bestreben, technisch-wissenschaftliche Aufgaben mit fortschrittlichen Hilfsmitteln zu rationalisieren, hat die Abteilung „Datenverarbeitung“ im Hause Bölkow auf dem Gebiet des Konstruktionswesens in besonderer Weise Rechnung getragen. Eine Reihe von Konstruktionsarbeiten, die sehr umfangreiche Berechnungen und Einzelzeichnungen erfordern, werden heute mit Hilfe schneller Rechenanlagen und leistungsfähigen graphischen Ausgabegeräten bewältigt. Im Rahmen dieser graphischen Datenverarbeitung hat sich der ‚Graphomat‘ ZUSE Z 64 aufgrund seiner hohen Absolutgenauigkeit und seines hohen Auflösungsvermögens bei verschiedenen Aufgaben in der Konstruktions- und Entwurfsabteilung bei Bölkow bewährt. Typische Beispiele hierfür sind die Berechnung und Darstellung von Flügel- und Rumpfschnitten von Flugkörpern. Aus vorgegebenen aerodynamischen und statischen Bedingungen – Auftriebsverteilung, Widerstand usw. – wird mit einem Quellenprogramm ein Normprofil berechnet und mittels eines nachgeschalteten Variationsprogrammes auf verschiedene Länge, Dicke usw. gebracht. Die auf der Bildseite gezeigte Zeichnung eines Flügelstraks weist 31 Schnitte auf, die den Flügel über die ganze Spannweite gleichmäßig unterteilen. Grundsätzlich kann auch jeder beliebige Schrägschnitt (Ort eines Schrägspantes) berechnet und

gezeichnet werden. Die Tragflügel- und Mitwerkprofile werden dank der großen Zeichenfläche des Graphomaten zum Teil in Originalgröße dargestellt, so daß der Konstrukteur aus Zeichnungen dieser Art jedes für seine Konstruktion wichtige Maß abgreifen kann. Darüberhinaus ist es aber auch mit Hilfe entsprechender Programme möglich, bestimmte Umrisse, die zu einer Konstruktionszeichnung weiterverarbeitet werden sollen (Schrägspant), darzustellen.

Ein für den Einsatz des ‚Graphomaten‘ besonders interessantes Gebiet eröffnet sich bei der Erarbeitung von Präzisionsschablonen, die beispielsweise zur Fertigung hochwertiger Einzelteile von Raketentriebwerken benötigt werden. Neben der im Maßstab 1:1 ausgegebenen Zeichenvorlage der Düsenkontur wird mit anderen Ausgabeparametern auf verzugsfreier Folie im Maßstab 10:1 ein Kontrollbild ausgegeben, das zur Herstellung und Überprüfung einer Kopierschablone gebraucht wird.

Mit dem von der Schweizer Firma HAUSER konstruierten Profilprojektor ist ein Prüfverfahren auf der Basis dieser Präzisionsschablonenzeichnung entwickelt worden. Meßtechnisch nur schwer erfaßbare Teile (z. B. Düsenkontur) können mit Hilfe dieses Verfahrens zuverlässig kontrolliert werden, indem das vergrößerte Bild des Prüfstückes auf einen Projektionsschirm geworfen und mit den vom ‚Graphomat‘ erstellten Referenzzeichnungen verglichen wird.

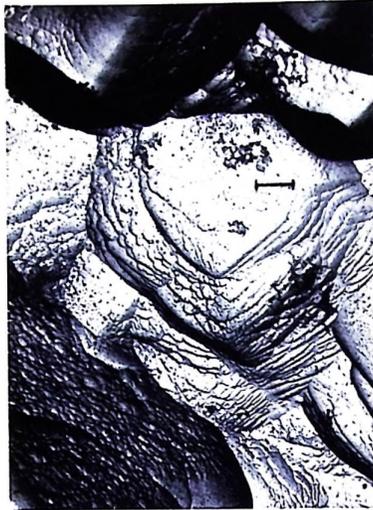
Solche Anwendungen werden sich im Werkzeug- und Maschinenbau in zunehmendem Maße ergeben; sie nützen die hohe Zeichengenauigkeit automatischer Zeichentische besonders wirtschaftlich aus.



- 1 Blattanordnung zur Kontrollzeichnung „Düsenkontur“
- 2 Im Maßstab 10 : 1, achtblättrig auf Folie gezeichnete Düsenkontur
- 3 Spezialgerät zur Prüfung von meßtechnisch schwer erfaßbaren Präzisionswerkstücken
- 4 Aequidistante Flügelquerschnitte in Parallelprojektion
- 5 Hochleistungssegelflugzeug der Sonderklasse „Phoebus“



## Die ZUSE Z23 an der Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin (BAM)



1

2

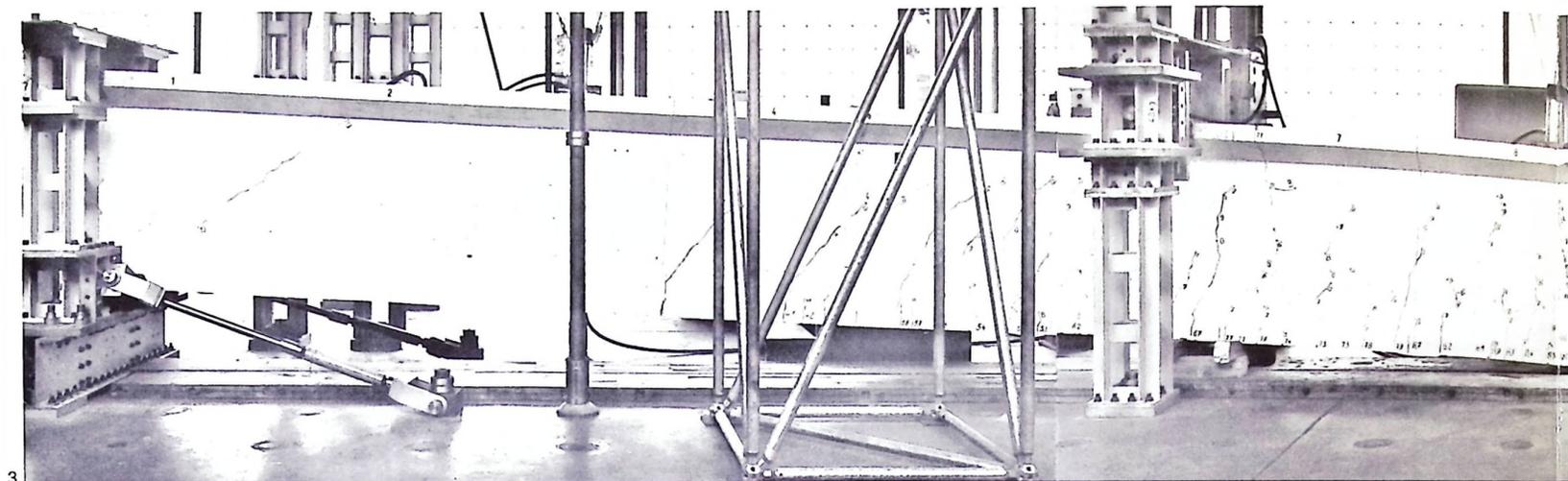
Eines der Merkmale der modernen industriellen Fertigung ist das Bestreben, den Wirkungsgrad der auf Material und Menschen bezogenen Leistungen stetig zu verbessern. Diese Entwicklung führt naturgemäß zu einer ständig sich erhöhenden mechanischen Beanspruchung der Materialien und der daraus gefertigten Erzeugnisse. Gründliche Kenntnisse der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Werk- und Hilfsstoffe sind damit unabdingbare Voraussetzung für ihre technische Beherrschung und für ihre industrielle Verwendbarkeit. Dies gehört zu den vordringlichen Forderungen, die eine moderne Industrielandschaft an die privatwirtschaftliche und staatliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit stellt.

Unter den zahlreichen Institutionen, deren Aufgabenstellung sich nach diesen gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten orientiert, nimmt die amtliche Materialprüfung eine besondere Stellung ein. Als neutrale Vermittler zwischen Herstellern und Verbrauchern, zwischen Behörden und Lieferfirmen wirken die Materialprüfanstalten nicht nur auf Sicherheit, Substanzerhaltung und auf einen freien, soliden Markt hin, sondern beteiligen sich auch in zunehmendem Maße an der Grundlagenforschung.

Eine der bedeutendsten Einrichtungen auf diesem Gebiet ist die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin. Entsprechend der Aufgabenstellung besteht eine wesentliche Tätigkeit der Anstalt in der Struktur und Zustandsbestimmung der Stoffe sowie in der Ermittlung des Festigkeits- und Formänderungsverhaltens von Werkstoffen und Konstruktionen bei mechanischer Beanspruchung. Ferner werden die Stoffe auf ihre chemische Eigenschaft untersucht,

speziell unter dem Gesichtspunkt ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung angreifender Medien. Im Rahmen dieser Prüfungs- und Forschungstätigkeit wirkt die BAM als verlässliche Beraterin für Industrie und Wirtschaft. Die Ergebnisse ihrer Arbeit werden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht; sie sind Grundlage für die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Institutionen. Diese Verpflichtung findet einen besonders deutlichen Niederschlag in der führenden Mitarbeit am Deutschen Normenwerk, das — in seiner Art vorbildlich —, starke Impulse in das internationale Normenwesen hineinträgt. Ein weiterer Schwerpunkt der bei der BAM geleisteten Aufgaben liegt in der Weiterentwicklung der Prüfverfahren, insbesondere der elektrischen und digitalen Meßtechnik. Der Materialprüfung wurde in den vergangenen Jahrzehnten eine Fülle neuer Meßmöglichkeiten in die Hand gegeben, die komplizierte Vorgänge zu erfassen gestatten und auch bei den verfahrenstechnisch gleich gebliebenen Routineversuchen schnellere und genauere Messungen ermöglichen. Gleichzeitig erhöhte sich aber auch der Anfall an quantitativer und qualitativer Auswertarbeit, sodaß die Notwendigkeit, die automatische Datenverarbeitung in möglichst viele technische, wissenschaftliche und administrative Bereiche der Materialprüfung einzuführen, immer dringender wurde.

Die Verwendung elektronischer Rechenanlagen hat bei der BAM zur Entwicklung zahlreicher neuer Methoden der Meßwert- und Datenerfassung geführt. Eine Gruppe von Fachleuten befaßt sich vornehmlich mit der Erarbeitung neuer Meß- und Auswertungsverfahren. Der Schwerpunkt der



3

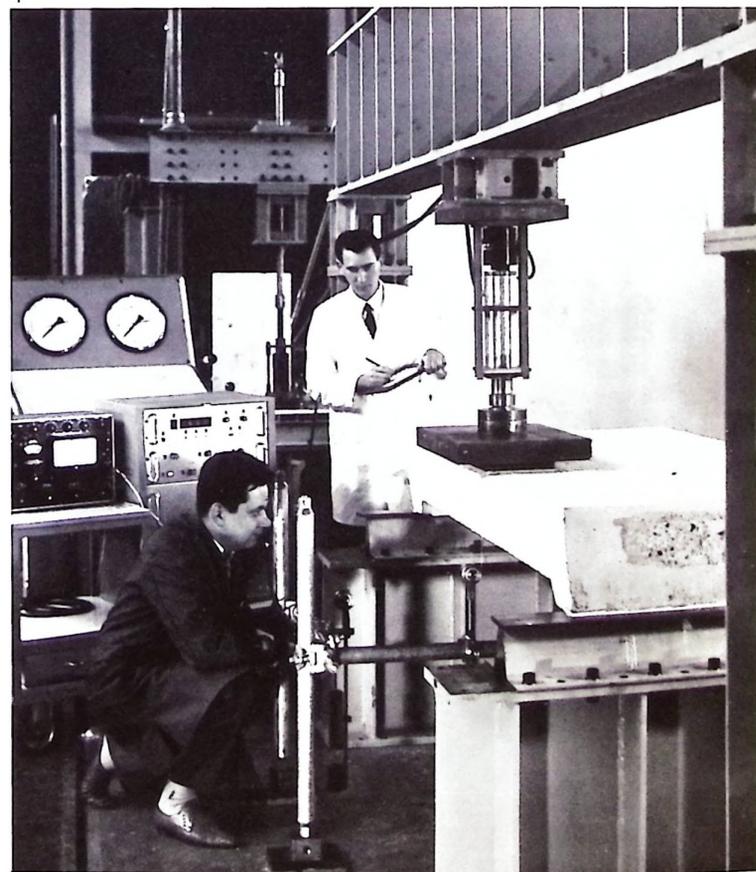
Bemühungen liegt dabei zunächst in der Automatisierung von Routineversuchen. So wird beispielsweise für die Prüfung von Betonproben ein automatisierter Ablauf entwickelt. Die Betonwürfel werden nach verschiedenen Gesichtspunkten wie Druckfestigkeit, Dichte oder Zusammensetzung, untersucht und geprüft, wobei die Meßwerte über ein automatisches Datenerfassungssystem ermittelt, die Ergebnisse berechnet und direkt auf ein Prüfprotokoll übertragen werden. Gleichzeitig werden die angefallenen Daten für statistische Zwecke aufgespeichert. Als weiterer Schritt in der Rationalisierung ist vorgesehen, im gleichen Arbeitsgang die für private Auftraggeber übliche Gebühren-Rechnung zu erstellen.

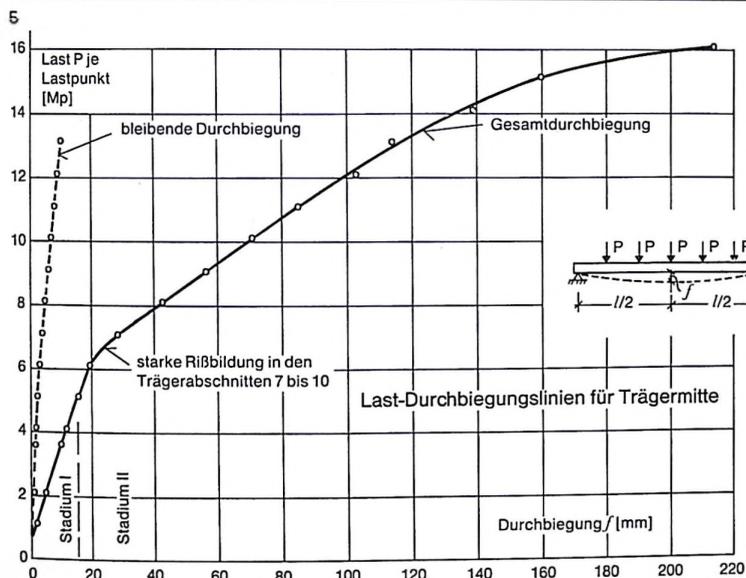
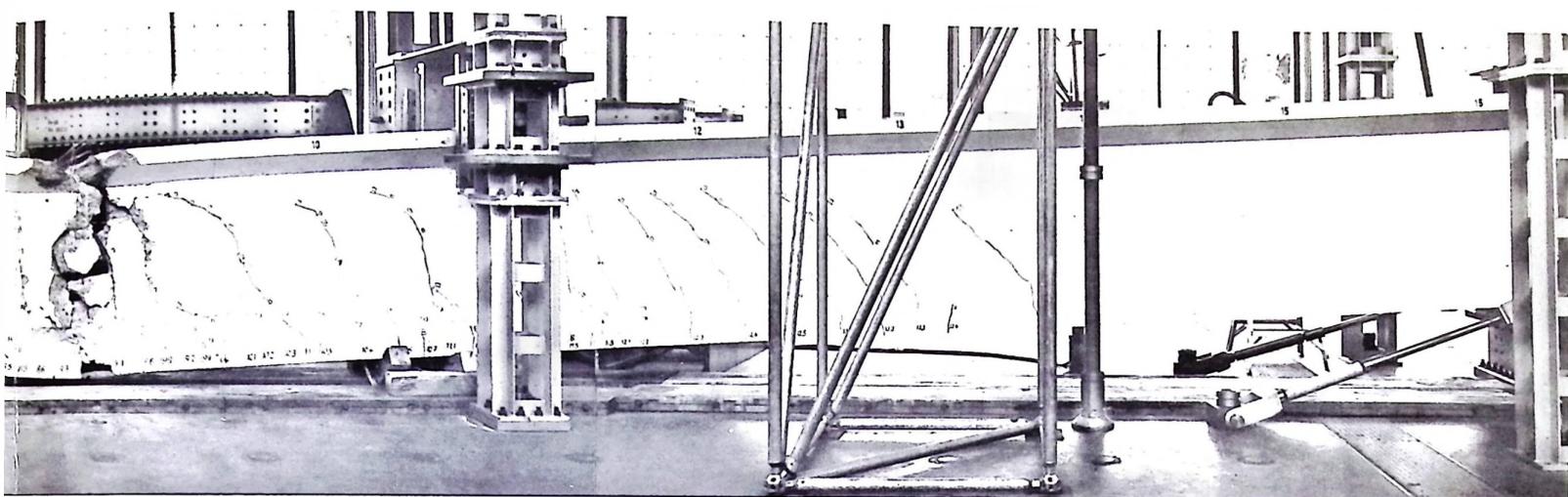
Eine besondere Bedeutung gewinnt der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen bei jenen Versuchen, die aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nur einmalig durchgeführt werden können. Typisch hierfür ist die Tragfähigkeitsprüfung von Betonfertigteilen, vor allem von größeren Konstruktionselementen, die in

der modernen Bautechnik in zunehmendem Maße verwendet werden. So wurde mit der ZUSE Z 23 V-Anlage, nachdem mit relativ einfachen Mitteln von der BAM selbst mehrere Eingangskanäle über ein Interrupt-System direkt an die Datenerfassungsgeräte (Meßwertfühler, Dehnungsmeßstreifen etc.) gekoppelt wurden, ein Verfahren realisiert, welches sämtlichen Voraussetzungen einer on-line-Datenerfassung und -verarbeitung entspricht.

Ein instruktives Beispiel dafür ist die Tragfähigkeitsprüfung eines 16 m langen und 1.10 m hohen Spannbetonträgers. Hier sollte auch untersucht werden, inwieweit die bei unsachgemäßen Transporten auftretenden Risse die Tragfähigkeit vermindern können. Eine so angelegte Untersuchung erfordert einen sehr sorgfältig aufgebauten Prüfstand, damit sämtliche für die Materialprüfung bedeutungsvollen Werte schon während des Versuchsablaufs simultan erfaßt und ausgewertet werden können. Diese Methode hat den Vorteil, daß auch zerstörungsfreie Belastungsver-

4





1 Zäher Stahlbruch, Vergrößerung 1300 fach

2 Aluminiumguß, tiefgeätzt, Vergrößerung 5000 fach

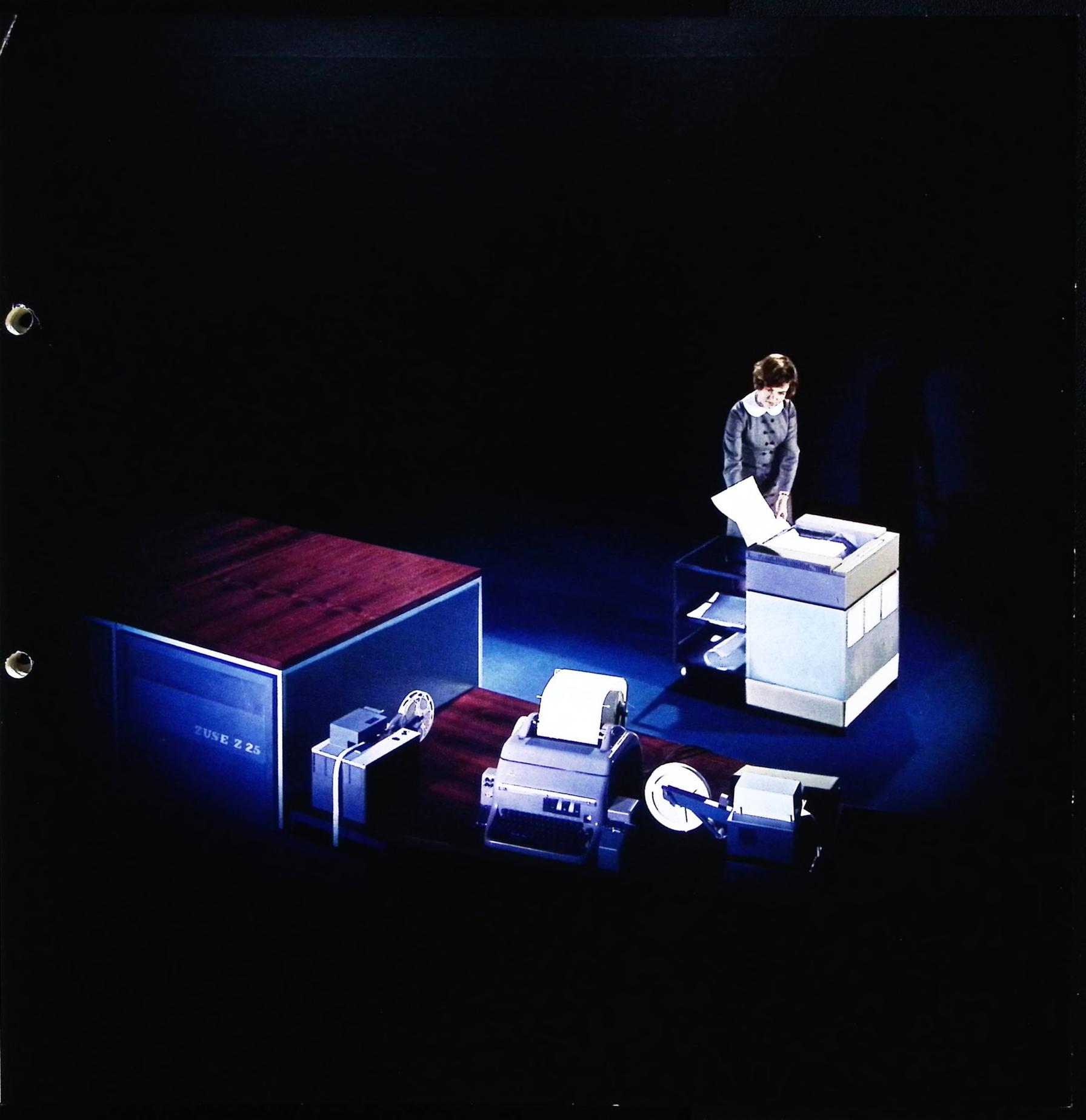
3 16 m langer und 1,10 m hoher Spannbetonträger unter Biegebeanspruchung, Zustand nach dem Bruch

4 Tragfähigkeitsprüfung einer Abdeckplatte für Baugruben im Bereich von Verkehrswegen

5 Durchbiegung des Spannbetonträgers in Abhängigkeit von der Belastung

suche durchgeführt werden können. Die an die Rechenanlage direkt gekoppelte Meßwerterschfassung gewährleistet die rechnerische Bestimmung der Grenzwerte während des laufenden Versuches und ermöglicht es damit, den Versuch unmittelbar vor dem kritischen Punkt zu beenden. Aus den aufgeführten Beispielen geht deutlich hervor, daß der zunehmende Umfang der Auswertarbeit in der Versuchs- und Prüfpraxis die Automatisierung der Datenerfassung und -verarbeitung verlangt. Während die Datenverarbeitung mit Hilfe programmierbarer Rechner heute grundsätzlich kein Problem mehr darstellt, besteht noch ein Mangel an geeigneten Geräten zur Datenerfassung. Auf diesem Gebiet liegt auch die eigentliche Chance der Zusammenarbeit zwischen der Datenverarbeitenden Industrie und den zahlreichen Forschungsgruppen, die auf den verschiedensten technisch-wissenschaftlichen Spezialgebieten – sei es in der privatwirtschaftlichen Forschung, sei es in staatlichen Instituten – tätig sind. Die von beiden Partnern gemeinsam un-

tersuchten und formulierten Bedürfnisse des Forschungsbetriebes werden zum Bau jenes Instrumentariums führen, dessen die wissenschaftliche Praxis so dringend bedarf.



ZUSE Z 25



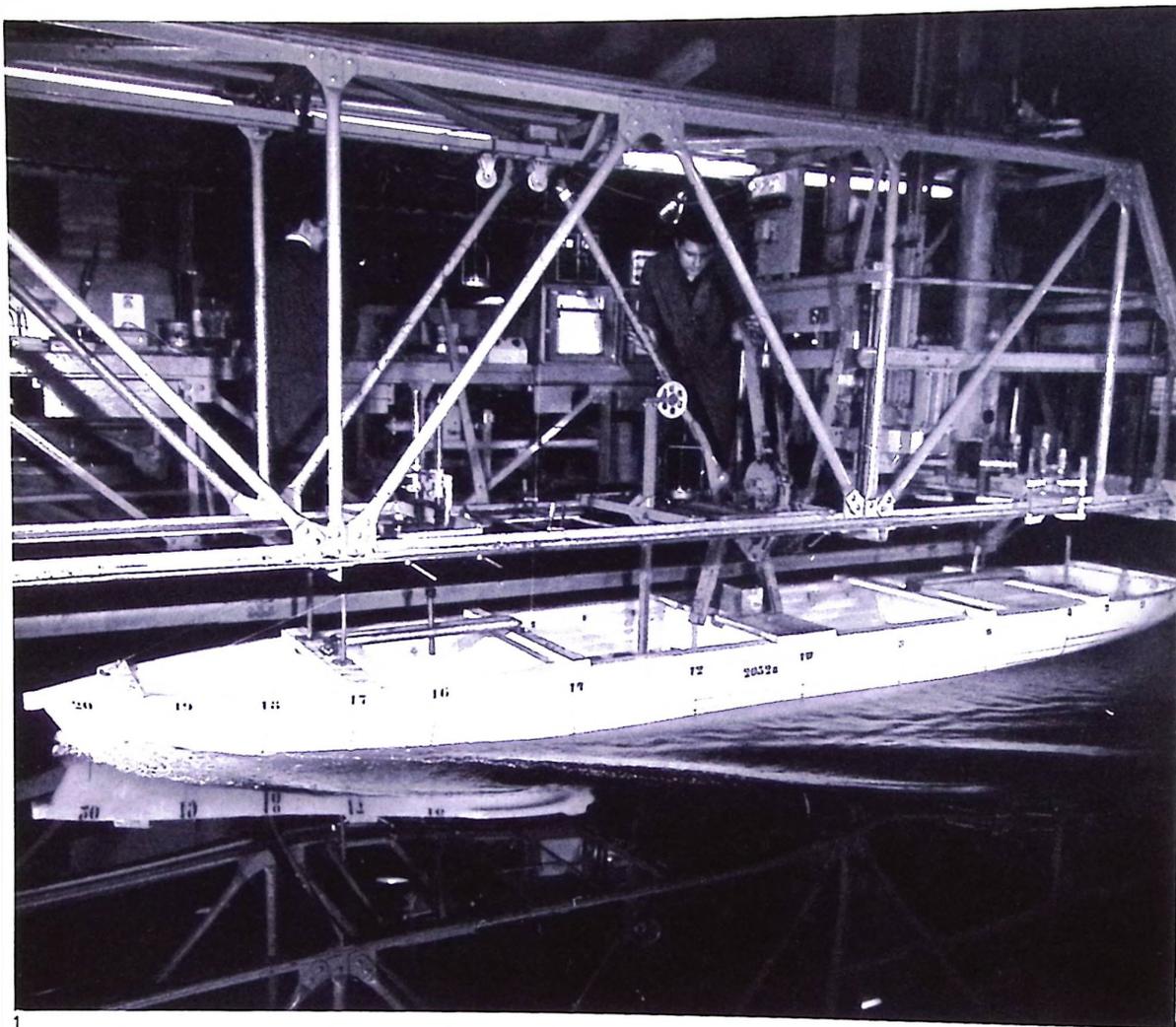
## ZUSE Z23 und ZUSE Z64 Graphomat in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin (VWS)



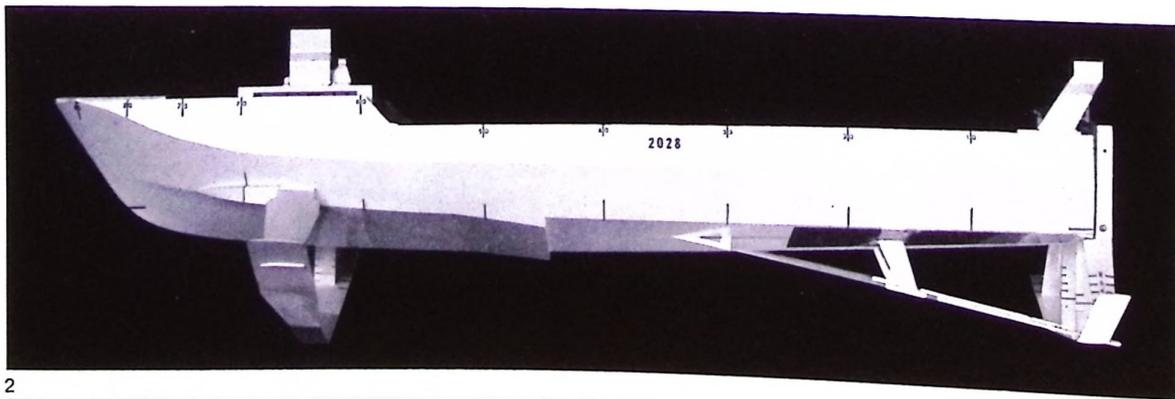
Als älteste deutsche Forschungsstätte ihrer Art blickt die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau auf eine bedeutende wissenschaftliche Tradition zurück. Mit Weitsicht und Initiative wurde hier eine jener Voraussetzungen geschaffen, die den hohen technischen Stand des nationalen Schiffbaus, der deutschen Häfen und Wasserwege sicherstellen und den Ruf der Bundesrepublik als einer führenden Nation in der Hochsee- und Binnenschifffahrt begründen. So gehört die Grundlagen- und Zweckforschung auf den verschiedensten Gebieten der Schiffshydrodynamik und des Wasserbaus heute wie in der Gründungszeit zu Anfang dieses Jahrhunderts zum Aufgabenkreis des Instituts. Mit Hilfe modernster Methoden der Versuchstechnik werden theoretische und praktische Untersuchungen für Behörden und private Auftraggeber durchgeführt. Zahlreich sind die Versuchseinrichtungen, die von Tief- und Flachwasserrinne, über Kavitationstank und Isotopenlabor bis zum 1000 qm großen wasserbaulichen Versuchsfeld reichen.

Besonderes Ziel im Rahmen der Institutsarbeit ist die enge Verzahnung von Versuchspraktiken und wissenschaftlichen Auswertverfahren, die sich strengen Gesichtspunkten sowohl der Wirtschaftlichkeit als auch der Exaktheit der Ergebnisse unterordnen. Hier kommt dem programmgesteuerten Digitalrechner — es handelt sich um eine ZUSE Z 23 Anlage — eine grundsätzliche Bedeutung zu. In einer gut eingespielten Zusammenarbeit zwischen Versuchsingenieuren und Wissenschaftlern aus den verschiedenen Forschungsbereichen wird laufend auf die Verbesserung der Meßeinrichtungen, der Datenerfassungstechnik und der

automatischen Datenverarbeitung hingewirkt. Zahlreiche spezielle Programme, die für die verschiedenen statistischen Auswertungsmethoden benötigt werden, sind im Institut erstellt worden, darunter ein komplexes Programmsystem, mit dem die Versuche weitgehend automatisiert ablaufen können. Bemerkenswertes Resultat dieser Bemühungen ist ein Versuchsverfahren mit radioaktiven Markierungstoffen. Zur Bestimmung der Verweilzeiten in Klärungs- und Absetzbecken ermittelt eine Meßfühleinrichtung die radioaktiven Zerfallsakte und registriert die Häufigkeit direkt auf Lochstreifen, welcher zusammen mit einem entsprechenden Auswertprogramm in die Rechenanlage eingelesen wird. Das Ergebnis erscheint über eine Ausdruckstation als Klartext. Parallel dazu fällt ein Steuerlochstreifen für den Graphomaten ZUSE Z 64 an. Mit der graphischen Darstellung der Versuchsergebnisse auf dem Zeichentisch ist die automatische Datenerfassung und -auswertung vollständig.



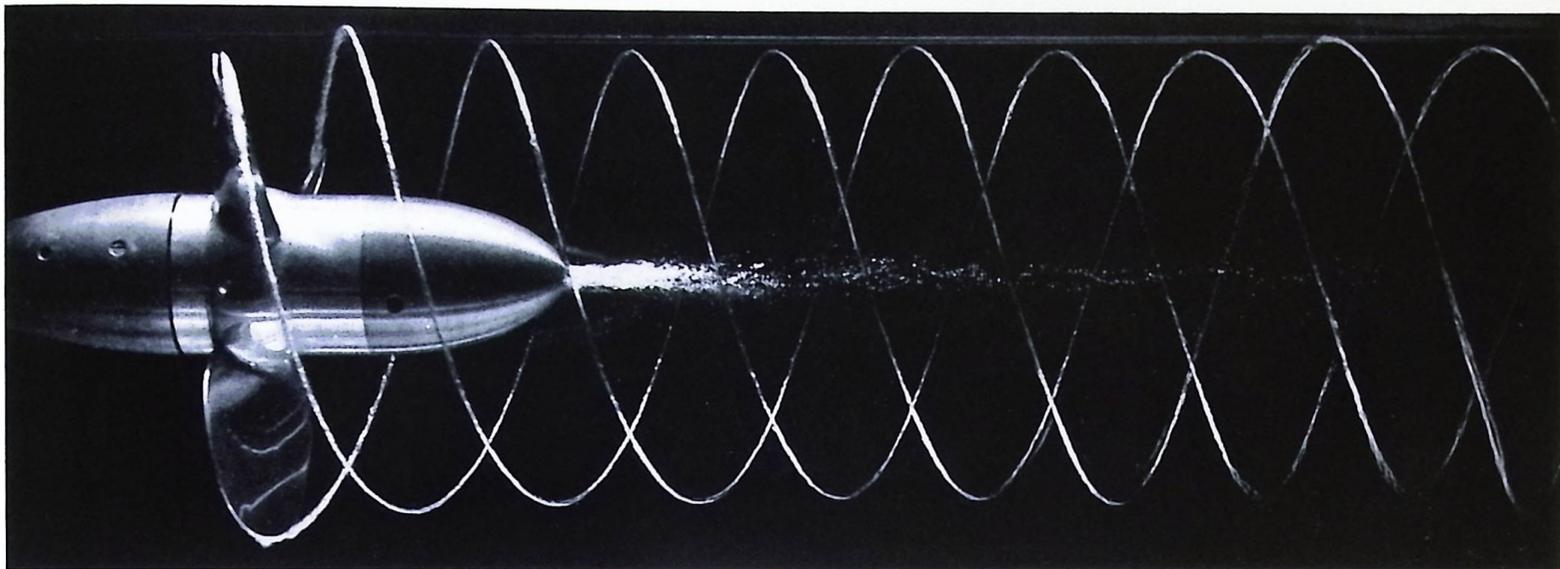
1



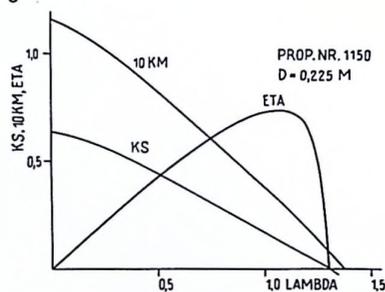
2

Das programmgesteuerte Zeichen-  
gerät wird nicht nur zur Erstellung  
von Diagrammen aufgrund ex-  
perimentell erlangter Daten und  
Meßergebnisse eingesetzt. Ein  
weites Anwendungsspektrum bie-  
tet sich auch im Bereich der Kon-  
struktion. So ist z. B. neben der  
Berechnung der Schrauben-  
propeller auf der Rechenanlage  
— sozusagen als programmiertes  
Abfallprodukt — das automatische  
Zeichnen von Schablonen für den  
Kopierflügel möglich. Die Lage  
der Erzeugenden, der Vorder-  
und Hinterkante der Propellerna-  
be, sowie die Steigung des  
Profils sind mit entsprechender  
Beschriftung berücksichtigt.  
Weitere Beispiele für die Bestre-  
bungen um eine fortschrittliche  
Meß- und Auswertetechnik sind  
die Widerstands- und Propulsions-  
versuche mit Schiffsmodellen so-  
wie die Propellerfreifahrtversuche  
in der 250 m langen Tiefwasser-  
rinne.

Die Meßwerte der Strömungsge-  
schwindigkeit, der vertikalen  
Tauchbewegungen und anderer  
physikalischer Größen fallen  
in überwiegendem Maße in Form  
analoger Signale an. Meßwert-  
geber, Abgleichgerät und Analog-  
Digitalwandler stehen zu einer  
sogenannten Datenerfassungs-  
kette gekoppelt auf der Plattform  
des Schleppwagens. Für die Aus-  
wertung während des Versuches  
steht im parallelen Betrieb der  
Digitalrechner ZUSE Z 23 zur Ver-  
fügung. Eine Fernübertragung der  
anfallenden Meßwerte über Funk-  
oder Kabelverbindung in die  
Rechenanlage ist projektiert, um  
auch bei nichtstationären Ver-  
suchsständen eine weitgehende  
Automatisierung der Datenerfas-  
sung und -verarbeitung zu  
erreichen.



3



4

1 Schleppwagenvorrichtung über der Tiefwasserrinne mit eingespanntem Versuchsmodell.  
Im Hintergrund: als Meßstand ausgebaute Plattform mit Instrumenten und Geräten zur Daten- und Meßerfassung

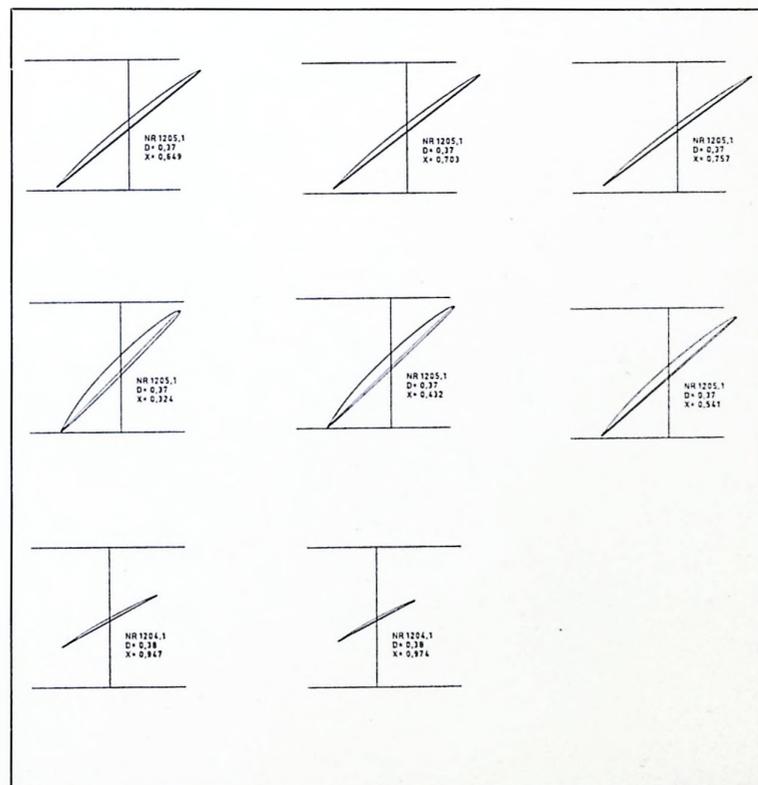
2 Modell eines Tragflächenbootes mit einer Wasserverdrängung von 55 t, Maßstab 1 : 10

3 Schiffsschraubenversuch im Kavitationstank:  
Hohlraumbildung in den Spitzenwirbeln von Schraubenpropellern

4 Zeichnerische Darstellung des Ergebnisses eines Propellerfrei-fahrtversuches (gezeichnet mit dem „Graphomaten“ ZUSE Z 64)

5 Profilschnitte eines Schraubenpropellers, Profil unter Berücksichtigung der Steigung sowie der Lage der Erzeugenden und der Nabe.

$x$  = Radius in %, Abstand von der Außenkante der Propellerflügel. (Gezeichnet mit dem „Graphomaten“ ZUSE Z 64)



5

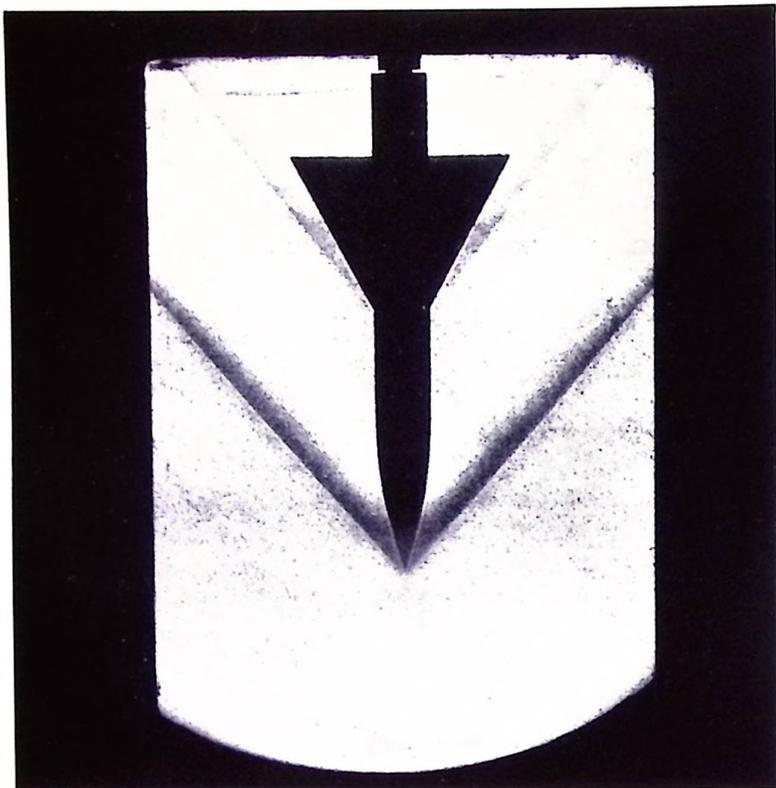
**Die ZUSE Z23  
im Institut  
für Luftfahrzeugbau  
an der TU-Berlin  
(ILTUB)**

Das Institut befaßt sich vornehmlich mit der Grundlagenforschung im Luftfahrzeugbau. In enger Zusammenarbeit mit der Flugzeugindustrie konzentriert sich die Forschungstätigkeit auf das Konstruktions- und Entwurfs-wesen, wobei die aufgegriffenen grundlegenden Probleme sich speziell auf die Vertikalstart-Technik und auf die Entwicklung neuer Flugzeugformen beziehen. So sind aus der Fülle der Entwurfsstudien eine Reihe von interessanten Flugzeugtypen und Zellenkonstruktionen entstanden, deren moderne konstruktive Konzeption der privaten Luftfahrt-industrie in mannigfaltiger Weise zugute kommt. Modelle und Strukturelemente werden im praktischen Versuchsbetrieb erprobt und erhärten die erarbeiteten theoretischen Grundlagen.

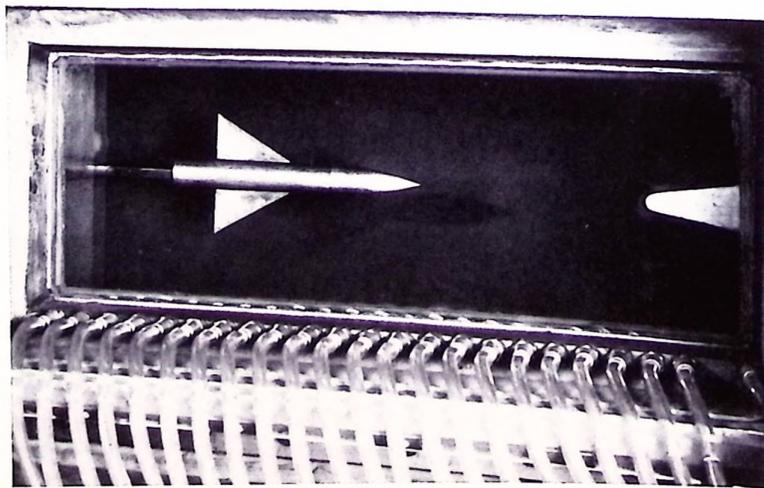
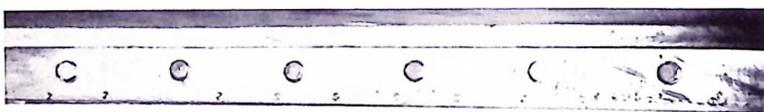
Bei der vielgestaltigen Institutsarbeit ist die elektronische Datenverarbeitung eine wertvolle Hilfe, auf die heute kein Forscherteam mehr verzichten kann. Die am ILTUB installierte ZUSE Z 23-Anlage hat die Entwicklungs- und Versuchsarbeiten in bedeutendem Maße rationalisiert und in vielen Fällen die korrekte Versuchsauswertung erst möglich gemacht. Ebenso können zahlreiche Berechnungen aus der Thermodynamik oder die sehr umfangreichen Parameterstudien, die in den verschiedenen Teilgebieten anfallen, in hinreichendem Umfang und mit genügend hoher Genauigkeit nur mit Hilfe der Rechenanlage durchgeführt werden.







1



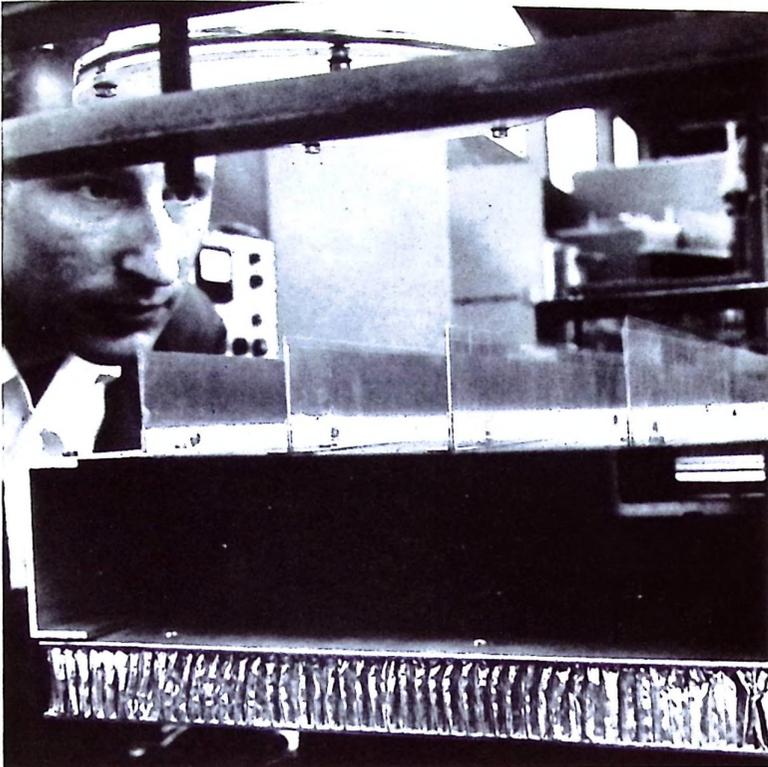
2

Nüchternes Ingenieurdenken kombiniert mit schöpferischem Forschergeist — charakteristisch für die Institutsarbeit — hat die Grundlage geschaffen für die zahlreichen Versuchsarbeiten. Mit zum Teil erstaunlich geringem Aufwand aufgebaut stehen verschiedenartige Versuchsanlagen wie Überschallkanal, Schleppinnen, Strömungskanäle zur Verfügung, die über das reine Forschungsprogramm hinaus auch zu Demonstrationszwecken im Lehrbetrieb Verwendung finden. Als besonders interessanter Versuchstand sei hier der Überschallkanal genannt, der vor allem den grundsätzlichen Untersuchungen der Momente und Kräfte im Transschall- und Überschallbereich dient. Die Messungen erfolgen mit der Sechs-Komponentenwaage über Dehnungsstreifen wobei analoge Meßwerte anfallen. Gegenstand weiterer bedeutender Versuche ist die Überschallverbrennung, wo die Beeinflussung der Überschallströmung durch örtlich eingeführte Freistrahlen beobachtet und gemessen wird.

Die Meßwernerfassung ist mit Hilfe einer Analog-Digital-Meßkette weitgehend automatisiert, sodaß auch umfangreiche Serienversuche schnell und kostengünstig durchgeführt werden können. Die Datenerfassungskette ist mit direkter Lochstreifenausgabe ausgestattet und steht damit in engem Zusammenhang mit der ZUSE Rechenanlage.

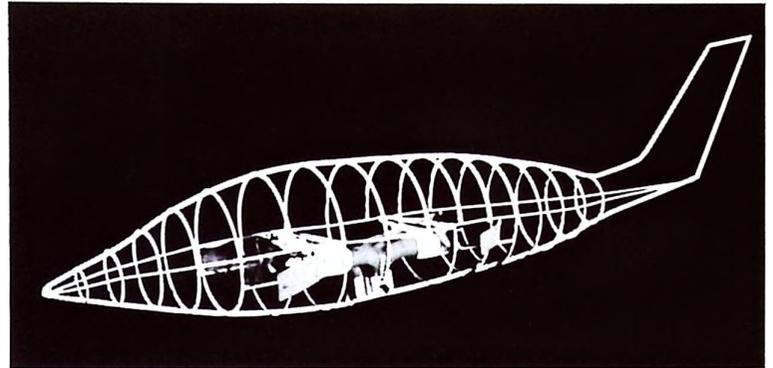
Eine Reihe von Versuchsanlagen dient der Untersuchung von Entwicklungsobjekten aus dem Bereich der Konstruktionsforschung. Gegenstand dieser wissenschaftlichen und konstruktiven Arbeiten ist die Entwicklung fortschrittlicher Strukturen, wie sie den modernen Entwürfen zugeordnet sein müssen. Von beson-

derer Bedeutung sind die Untersuchungen der dynamischen Festigkeit von Strukturelementen und -systemen für die Flugzeugzellen. Auch hier werden die mit den statischen und dynamischen Festigkeitsversuchen Hand in Hand gehenden Festigkeitsrechnungen weitgehend mit dem Rechner durchgeführt. Die sehr komplexen Programmierungsprobleme werden entscheidend vereinfacht durch die für wissenschaftlich-technische Zwecke entwickelte Formelsprache ALGOL, welche als fester Bestandteil der Programmbibliothek für die ZUSE Z 23 verfügbar ist.

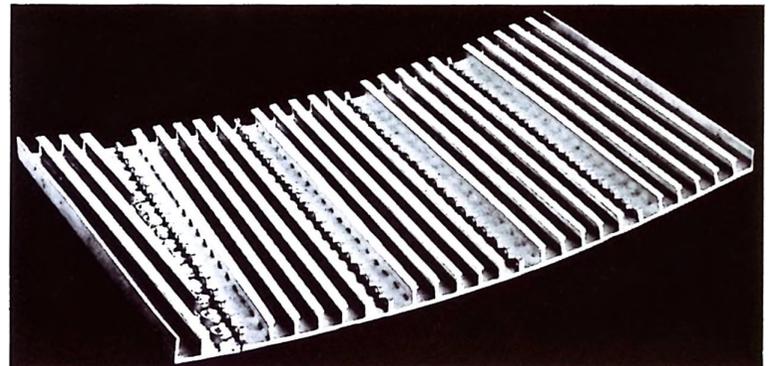


3

1 Schlierenaufnahme von einem mit 1,4-facher Schallgeschwindigkeit (Mach = 1,4) angeströmten Flugzeugmodell  
 2 Überschallwindkanal – Meßstrecke mit Flugzeugmodell  
 3 Schwingungsanalyse einer versteiften Platte

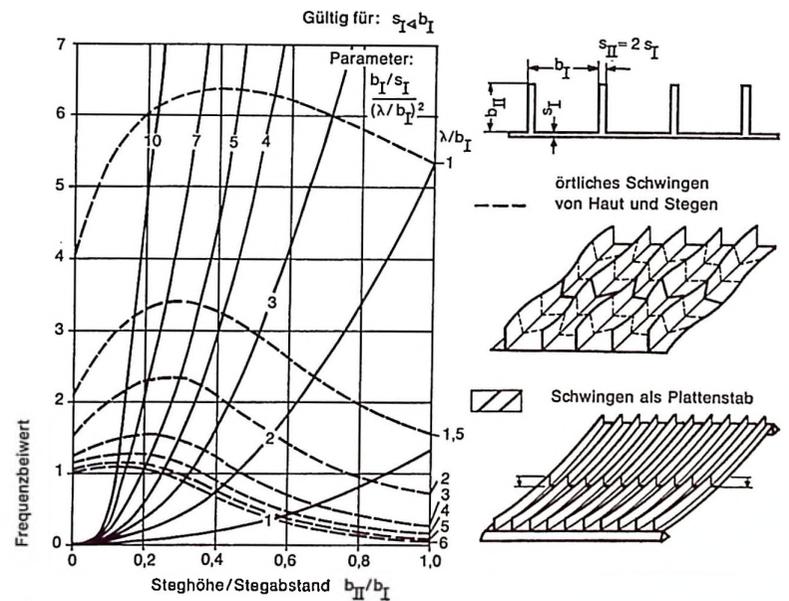


4



5

4 Strukturmodell eines VTOL-Verkehrsflugzeuges mit Unterflureinbau der Hubtriebwerke  
 5 Modell einer Tragflügelgurtplatte mit kerbarmen Längsfügungen  
 6 Graphisch dargestellte Versuchsergebnisse (Ermittlung der Frequenzbeiwerte)





---

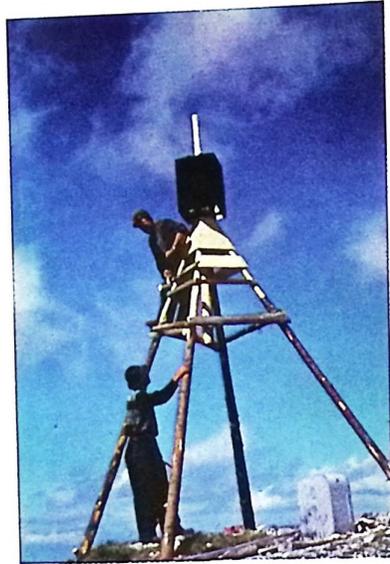
## ZUSE-Anlagen in der wissenschaftlichen Geodäsie und im praktischen Vermessungswesen

Die graphische Wiedergabe der Erdoberfläche mit ihren topographischen Eigenschaften und Eigentumsgrenzen auf Karten und Plänen ist Ziel und Aufgabe des Vermessungswesens. Im Zuge der laufenden Vervollkommnung und Systematisierung der einzelnen Arbeitsgänge — Messen, Berechnen und Kartieren — wurden seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf der Basis ständig verfeinerter mathematischer Methoden feste Rechenschemata entwickelt. Die so fixierten Berechnungsroutinen konnten auch von Hilfskräften ausgeführt werden. Dadurch wurde der gesamte Arbeitsablauf beschleunigt, während der Geometer, von dieser Tätigkeit befreit, sich in verstärktem Maße der Lösung neuer geodätischer Probleme zuwenden konnte.

Eine so orientierte Entwicklung war ein idealer Boden, auf dem Mitte der Fünfziger Jahre die in rascher Evolution befindliche automatische Datenverarbeitung zahlreiche Ansatzpunkte fand. In

enger Zusammenarbeit mit Vermessungsfachleuten aus geodätischen Instituten, Kultur- und Vermessungsämtern hat sich die ZUSE KG auf die Entwicklung von technisch-wissenschaftlichen Rechenanlagen konzentriert, die sich speziell für die Belange des praktischen Vermessungswesens und der wissenschaftlichen Geodäsie eignen. Ausgehend von diesen Erfahrungen sind in den letzten Jahren eine Reihe von Geräten und Spezialverfahren entstanden. Mit diesen Entwicklungen hat ZUSE eine wesentliche Voraussetzung für die integrierte Datenverarbeitung im Vermessungswesen geschaffen.

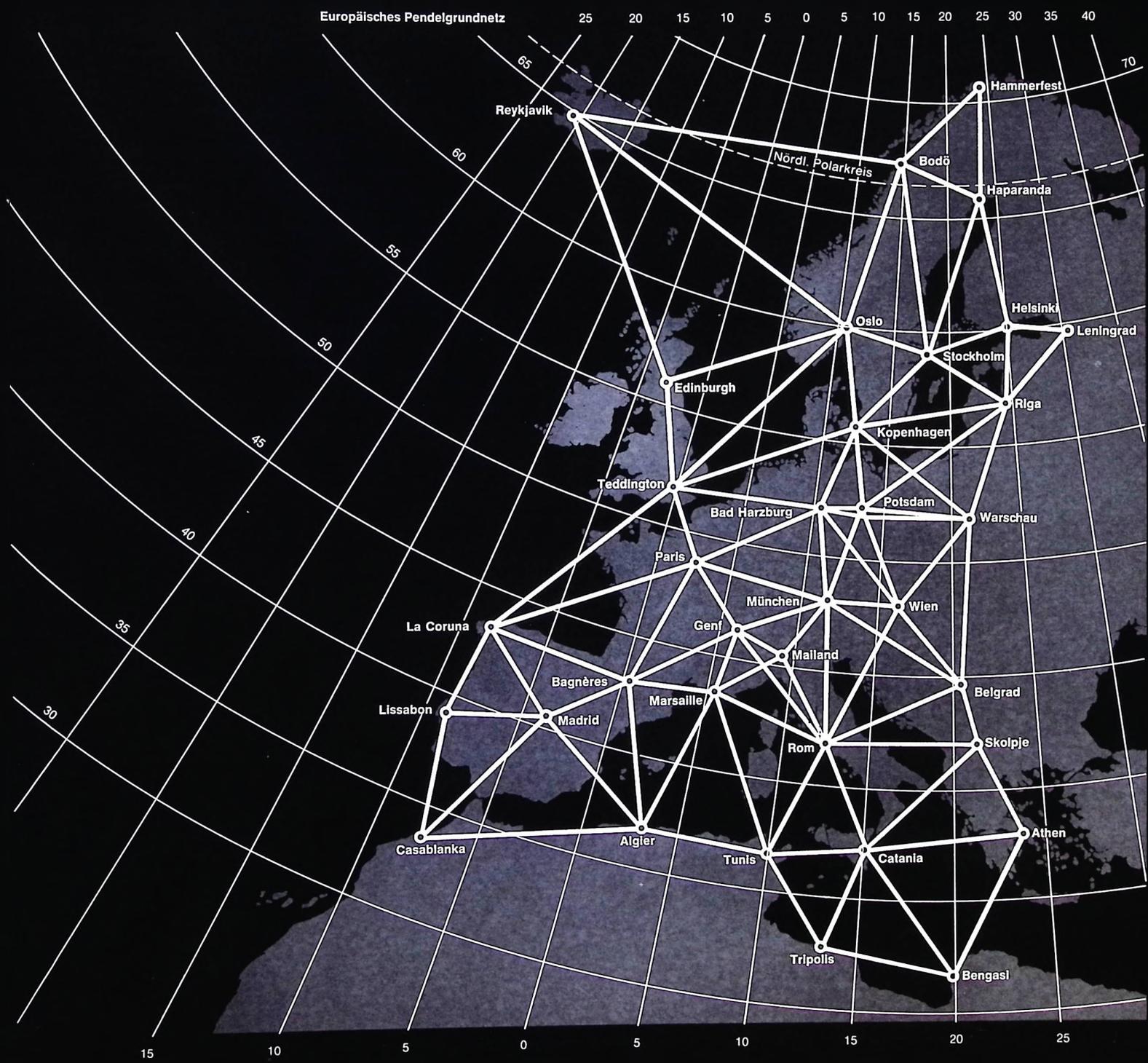
## Höhere Geodäsie, Erd- und Landesver- messung



Das Geodätische Institut der Technischen Hochschule München ist Sitz einer Arbeitsgemeinschaft für Elektronische Datenverarbeitung in der Geodäsie. Fast alle deutschen geodätischen Hochschulinstitute und eine Reihe von Landesvermessungsämtern und Flurbereinigungsbehörden gehören zu dieser Interessengemeinschaft. Der Leiter des Geodätischen Institutes, Prof. Dr.-Ing. Max Kneißl, hat sich schon frühzeitig der automatischen Datenverarbeitung zugewandt und ihre weitreichenden Anwendungsmöglichkeiten in der Geodäsie erkannt. Es gelang, für den unter diesem Gesichtspunkt geplanten Ausbau des Institutes den Geometer Dr. Heinrich Seifers als Mitarbeiter zu gewinnen. Dr. Seifers arbeitete damals am Bau eines Vermessungsrechners, der unter dem Namen SMA bekannt und als Prototyp am Flurbereinigungsamt München erprobt wurde. Die mit diesem Prototypen, der nach dem Prinzip der festverdrahteten Programme arbeitet, erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen waren Grundlage für die in Relaisbauweise konstruierte Rechenanlage ZUSE Z 11. Dr. Seifers ist heute Dozent für Elektronische Datenverarbeitung in der Geodäsie und gleichzeitig wissenschaftlicher Leiter des Rechenzentrums am Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München. Zur Zeit verfügt das Geodätische Institut über zwei Anlagen vom Typ ZUSE Z 11, die ausschließlich für Studierende verwendet werden, und über eine ZUSE Z 23, die zu institutseigenen Forschungsarbeiten eingesetzt ist. Darüber hinaus steht ein programmgesteuerter Zeichentisch ZUSE Z 64 „Graphomat“ für Kartierungsarbeiten zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Anlagen werden umfangreiche Programme zur

praktischen Anwendung im Vermessungs- und Flurbereinigungsdienst entwickelt und erprobt. Es gehört zur besonderen Zielsetzung des Instituts, alle Grundprogramme sowie die Programme von allgemeiner Bedeutung im Rahmen der Veröffentlichungen der Deutschen Geodätischen Kommission in allen Einzelheiten zu veröffentlichen und interessierten Benutzern zugänglich zu machen. Durch den Einsatz elektronischer Rechen- und Kartieranlagen sowie der hierfür entwickelten Programme konnten die Probleme wichtiger Teilbereiche der wissenschaftlichen Geodäsie und des praktischen Vermessungswesens nicht nur rationeller, sondern auch mit höherer Genauigkeit bearbeitet werden.

Europäisches Pendelgrundnetz



Charakteristisch für die höhere Geodäsie sind die übergeordneten Netzberechnungen und die strenge Ausgleichung dieser Netze. Neue Verfahren und Geräte wie beispielsweise Satellitenvermessung, Schweremessung u. a. haben diesem Gebiet in jüngster Zeit starke Impulse gegeben und damit der automatischen Datenverarbeitung ein zusätzliches Anwendungsfeld eröffnet. Folgende praktische Arbeiten werden inzwischen durchgeführt und die hierzu erforderlichen Programme entwickelt:

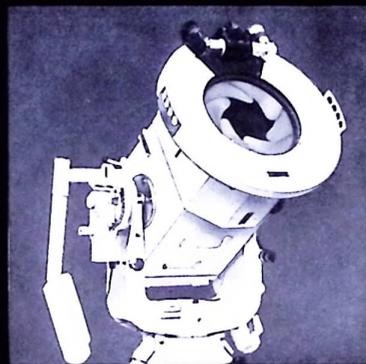
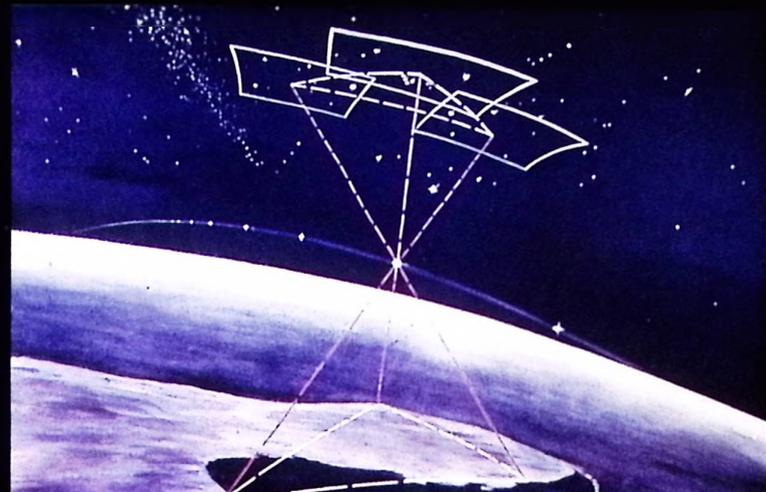
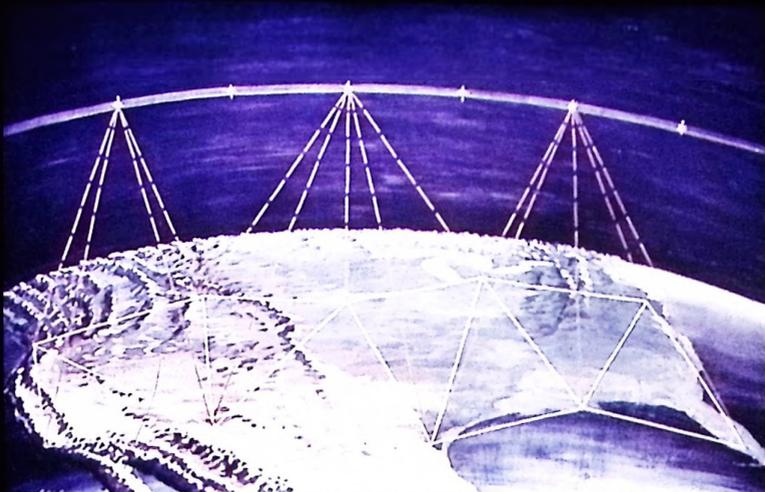
- Bahnberechnungen für geodätische Satellitnetzbeobachtungen
- Ausgleichung der Ausmessung von Satellitenaufnahmen
- Harmonische Analysen für die Ergebnisse der Erdzeitenmessung
- Reduktionsformeln für Schweremessungen
- Ausgleichung des europäischen Pendelnetzes
- Ausgleichung deutscher und europäischer Gravimeternetze
- Berechnung langer geodätischer Linien bis zu 20 000 km (I. und II. geodätische Hauptaufgabe)
- Berechnung von Ellipsoidübergängen und Koordinatenumwandlungen
- Transformation und Vergleich der deutschen Hauptdreiecksnetze mit dem zentraleuropäischen Netz
- Transformation geographischer Koordinaten in verschiedene Meridianstreifen des Gauß-Krüger-Systems
- Ausgleichung großer Hauptdreiecksnetze und Nivellementnetze.

Eine weitere Arbeit hatte die Ausgleichung des europäischen Nivellementnetzes REUN zum Gegenstand. Sie wurde nach der Methode vermittelnder bedingter

Beobachtungen und durch schrittweise Annäherungen durchgeführt. Spezielle Untersuchungen galten großräumigen Schollenbewegungen am Bodensee, die mit Hilfe der Beobachtung und Ausgleichung des Bodensee-Nivellementnetzes realisiert wurden. In diesem Zusammenhang sei auch die Bodensee-Spezialtriangulation I. Ordnung genannt, welche die deutschen, österreichischen und schweizerischen Hauptnetzteile umfaßt.

Weitere besonders wichtige Anwendungen von internationaler Bedeutung waren die Ausgleichung eines europäischen Gravimeter-Eichnetzes in verschiedenen Stufen und nach verschiedenen Verfahren, sowie die Teilberechnungen zur Neuausgleichung der europäischen Hauptdreiecksnetze.

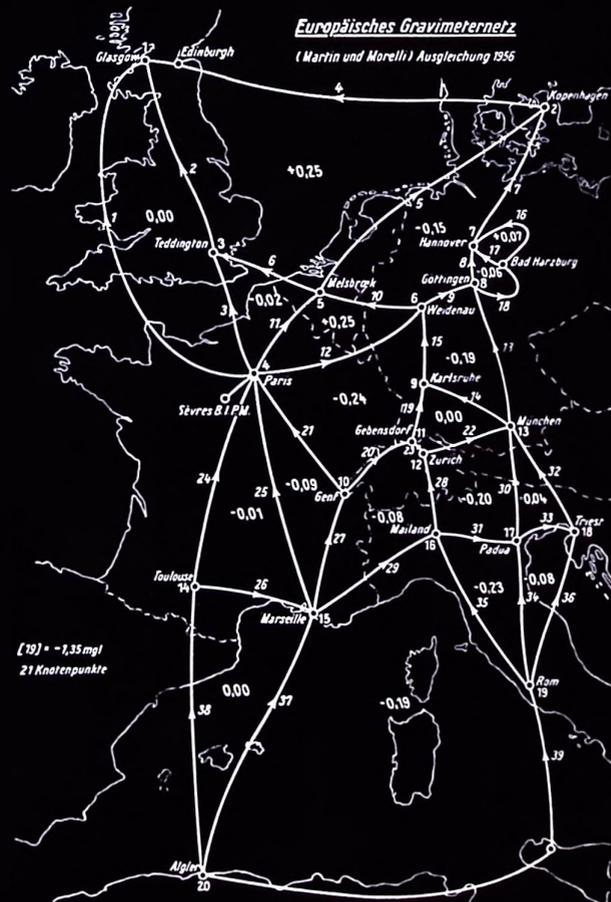
Für die allgemeine Landesvermessung wurde zur Ausgleichung gemischter Triangulations- und Trilaterationsnetze III. u. IV. Ordnung ein Grundprogramm erstellt, welches der angestrebten Automation im Vermessungswesen schon weitgehend Rechnung trägt. Die Beobachtungen können unmittelbar abgelocht werden, ausserdem gilt die rechnerische Berücksichtigung der Beobachtungsmittel und deren mittlere Fehler bereits als erster Rechenschritt. Die Ausgleichung selbst berücksichtigt bis zu 40 Punkten und erfolgt in einem einzigen zusammenhängenden Rechenablauf. In ähnlicher Form wurden für die Landesvermessung Ausgleichsverfahren für Nivellementnetze programmiert und bereitgestellt.



1 u. 2  
Satellitenweltnetz des U.S. Coast  
and Geodetic Survey (Aufnahme-  
und Abbildungsschema)

3 u. 4  
Ballistische Kammer Wild BC 4  
mit Cosmotar  $f:3,4/ f = 450$  mm  
und Henson-Vorsatzverschluss  
zur Aufnahme der Satellitenbahn.  
Von mehreren Bodenstationen  
aus werden gleichzeitig Auf-  
nahmen der Satellitenbahn  
gemacht. Die Auswertung der  
Aufnahmen, d. h. die Einmessung  
des Satelliten gegenüber dem  
mitabgebildeten Sternsystem  
ergibt die Daten für die Bere-  
chnung des weitgespannten  
Triangulationsnetzes

5  
Netzskizze zur Ausgleichung  
eines Gravimeternetzes



## Praktischer Vermessungsdienst



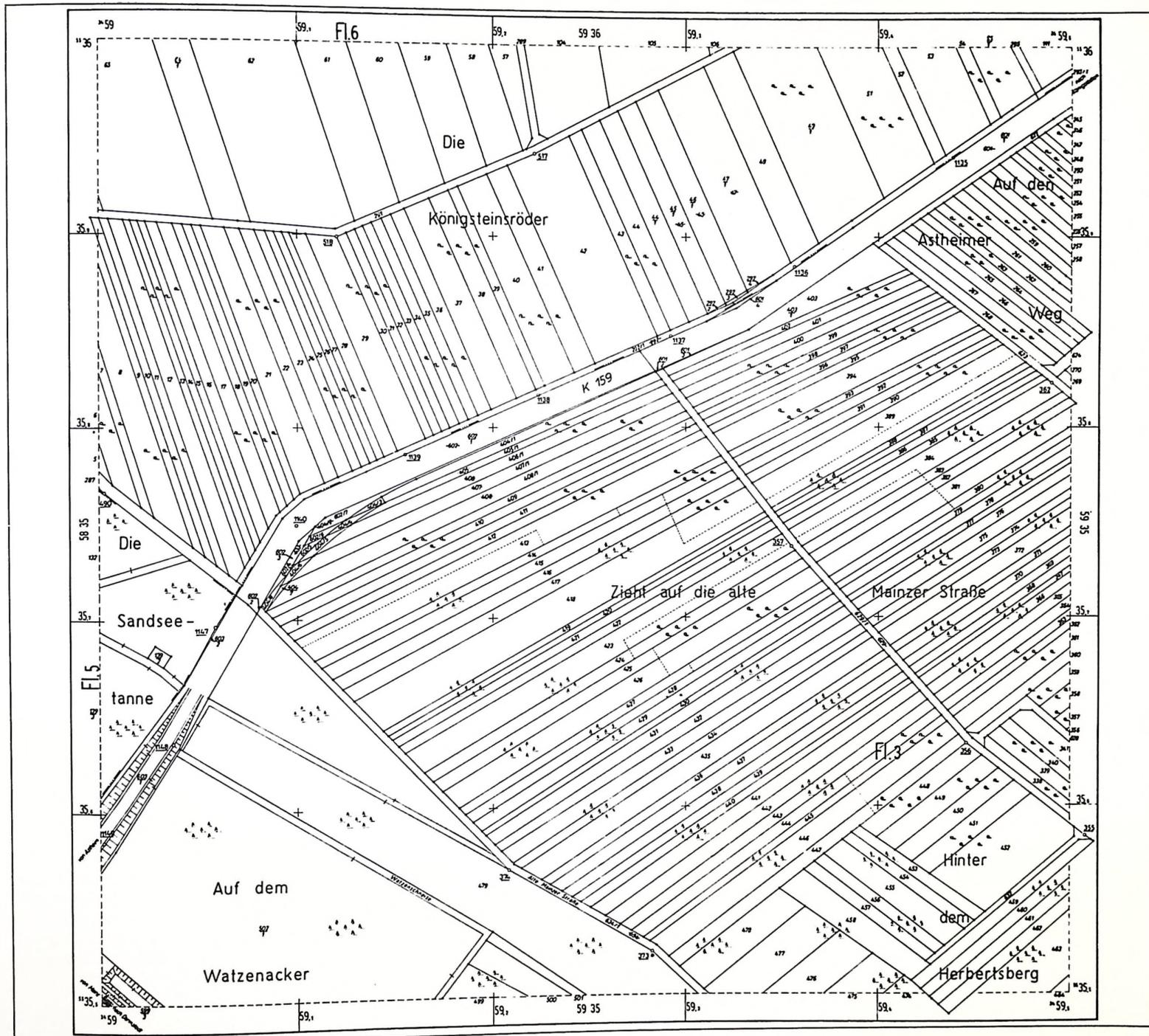
Die Firma ZUSE hat durch die Entwicklung spezieller für den praktischen Vermessungsdienst geeigneter Geräte die Voraussetzungen für eine integrierte Datenverarbeitung geschaffen, wie sie in diesem Umfang von keiner anderen Firma geboten werden. In einer lückenlosen Kette werden von der Feldmessung bis zur Kartierung alle Bearbeitungsvorgänge nahezu ohne menschlichen Eingriff automatisch durchgeführt. Diese Lösung bietet nicht nur erhebliche wirtschaftliche Vorteile, sondern gewährleistet durch Ausschaltung aller menschlichen Fehlerquellen Ergebnisse mit einem Höchstmaß an Exaktheit und Zuverlässigkeit. Darüberhinaus ist die rationelle Durchführung auch solcher Aufgaben möglich geworden, die wegen ihres Umfangs manuell nicht bewältigt werden konnten.

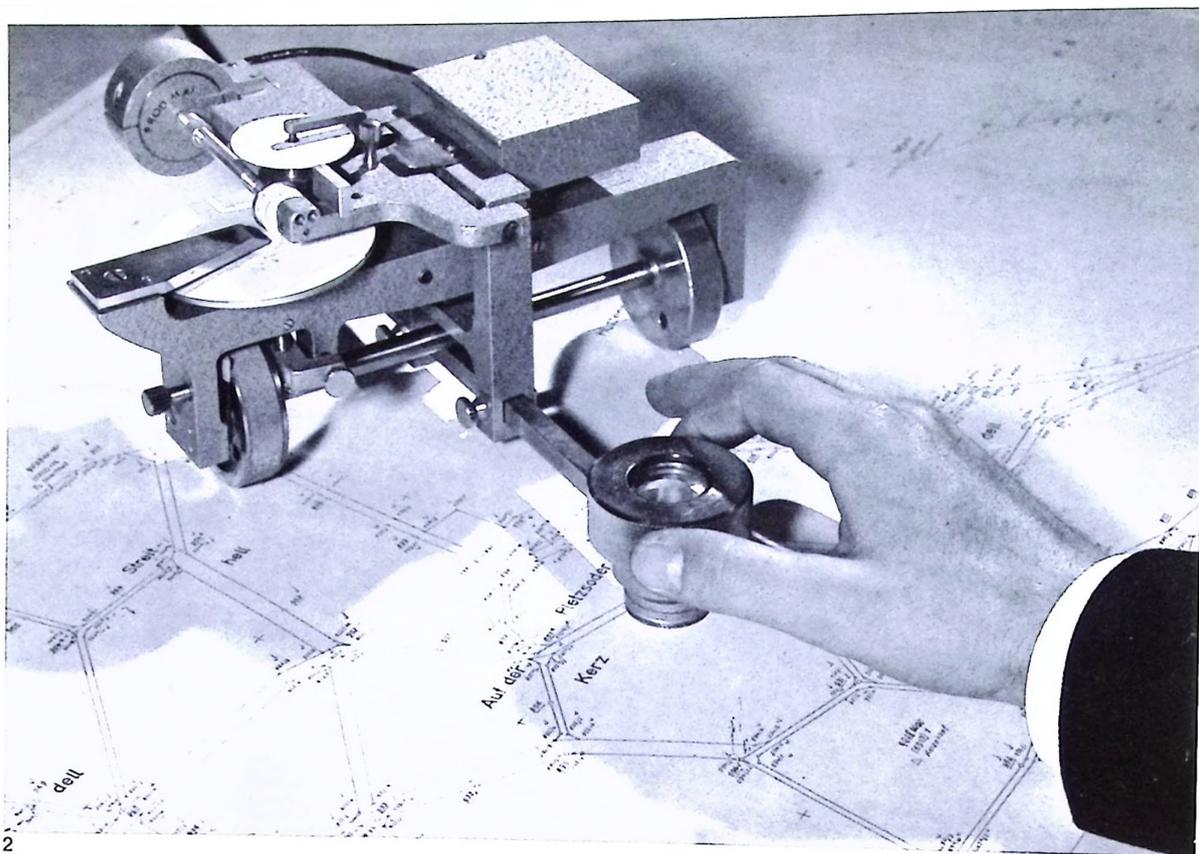
In Zusammenarbeit mit der Firma Fennel & Co GmbH in Kassel wurde in diesem Rahmen ein neues Verfahren sowie die dazugehörigen Geräte – der Fennel-Code-Theodolit und das Filmumsetzgerät ZUSE Z 84 – entwickelt. Diese Arbeiten stützten sich insbesondere auf Wünsche und Anregungen von Regierungsdirektor Dr. Dr. E. Lang vom Hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Forsten in Wiesbaden. Grundgedanke zu dieser Neuentwicklung ist die automatische Registrierung der in der Feldmessung ermittelten Werte auf Film und das Umsetzen dieser Code-Theodolit-Filme auf Lochstreifen. In einem weiteren Arbeitsgang können die so erfaßten Daten in einer Rechenanlage ausgewertet, aufbereitet und nach den üblichen vermessungstechnischen Rechenmethoden bearbeitet werden. Aus den anfallenden Rechenergebnissen werden mit Hilfe des automatischen Zei-

chentisches ZUSE Z 64 „Graphomat“ Karten und Pläne erstellt. Ein weiteres ZUSE-Sondergerät, das elektronische Planimeter ZUSE Z 80, wird für die in der Flurbereinigung auftretenden Probleme der Flächenerfassung eingesetzt. Die einzelnen Parzellen bzw. Flächenkonturen, die üblicherweise auf Katasterzeichnungen und Plänen erscheinen, werden manuell mit dem Planimeter umfahren, wobei die Flächenwerte in entsprechende elektrische Impulse umgewandelt und über eine Steuereinrichtung sowohl als Kennzeichen auf Lochstreifen ausgestanzt, als auch als Zwischenergebnisse auf einem Protokoll ausgeschrieben werden.

Zu den verschiedenen Programmen, die im Hinblick auf eine optimale Nutzung aller Möglichkeiten dieser ZUSE-Sondergeräte erstellt worden sind, gehört ein ausführliches Katasterprogramm. Ausgehend von der Berechnung des Polygonnetzes umfaßt das Programm die Koordinierung aller nach dem Orthogonal- oder Polarverfahren aufgemessenen Einzelpunkte und liefert als Schlußergebnis den Flächennachweis für die Grundstücke. Das Katasterprogramm ist so angelegt, daß mit dem Berechnungslochstreifen die Kartierung auf dem Graphomaten ZUSE Z 64 möglich ist.

1  
Kartierung – Pläne dieser Art werden im Vermessungswesen aus den Werten der Feldmessung und nachfolgender Berechnung auf einer Datenverarbeitungsanlage mit hoher Genauigkeit automatisch gezeichnet oder auf beschichteter Folie graviert



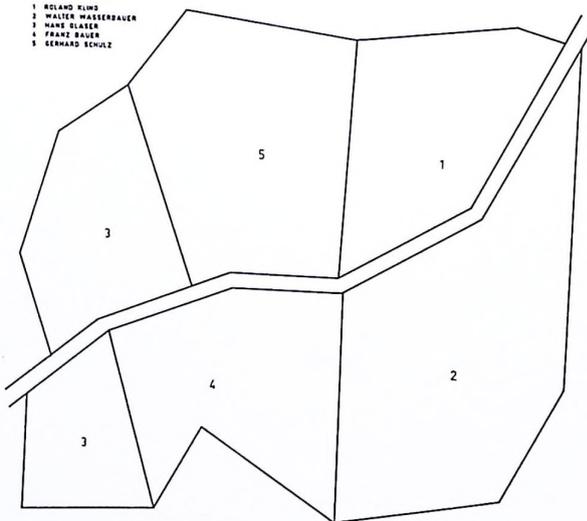
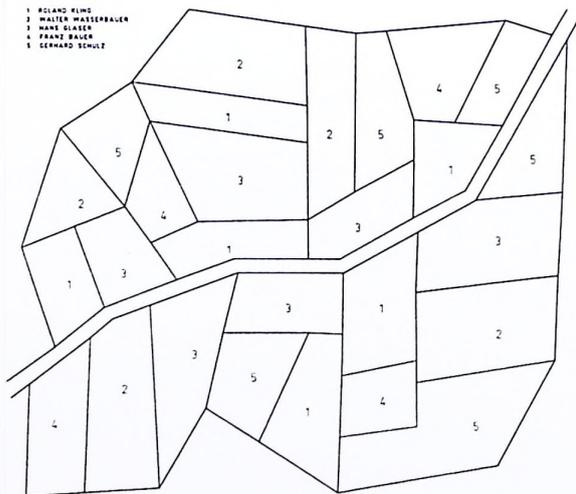


Das Geodätische Institut hat im Rahmen der Bemühungen um rationelle Methoden bei der Flurbereinigung zwei Großprogramme – Polygonierung und Zuteilung – für die ZUSE Z 25 bereitgestellt. Das eine erlaubt die Durchrechnung und Ausgleichung eines ganzen Polygonnetzes in einem Ablauf, wobei grobe Vermessungsfehler ermittelt und auf der Ausdruckstation der Rechanlage protokolliert werden. Das andere, die „Zuteilung“ stellt die Berechnung der Absteckungsmaße und der Landeskoordinaten der neuen Grenzpunkte sicher. Die Berechnung erfolgt automatisch, da die Einspeicherung aller Brechnpunkte in Landeskoordinaten, die dazugehörige Eingabe der Reihenfolge der Punkte des Gewannumfanges und die in der Forderungsfläche definierten Bedingungen als feste Bestandteile des gesamten Arbeitsablaufes vorausgesetzt werden.

Über die verschiedenen Arbeiten, die für die Flurbereinigung durchgeführt worden waren, ergaben sich naturgemäß auch Kontakte zur Photogrammetrie. Im Laufe der letzten Jahre konnten umfangreiche Programme bereitgestellt werden, mit deren Hilfe eine geschlossene Blocktriangulation und -ausgleichung über ein Gebiet von mehr als 30 Flurkarten mit der dazugehörenden Koordination der Neupunkte in Dreiecksmaschen möglich wurde. Die Blocktriangulationen gehen von der Basis der trigonometrischen Festpunkte IV. Ordnung sowie der im Stereoplanigraphen vermessenen Luftbilder aus und werden nach den Richtlinien der iterativen Helmert-Transformation gerechnet.

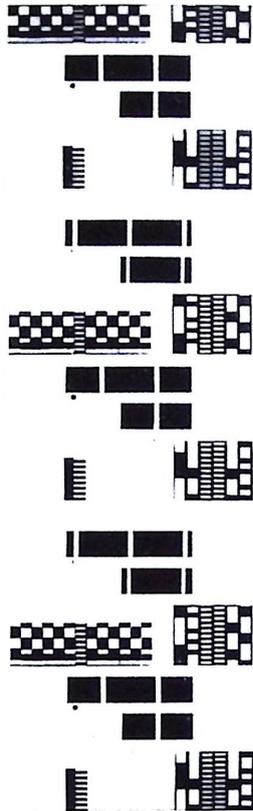
2  
GEMEINSCHAFT MACKENZELL  
1 ROLAND KLING  
2 WALTER WASSERBAUER  
3 HANS GLASER  
4 FRANK BAUER  
5 GERHARD SCHULZ

GEMEINSCHAFT MACKENZELL  
1 ROLAND KLING  
2 WALTER WASSERBAUER  
3 HANS GLASER  
4 FRANK BAUER  
5 GERHARD SCHULZ



3  
GEZEICHNET MIT DEM GRAPHMAT ZUSE Z 25  
ZEICHENDAUER 8 MINUTEN

4  
GEZEICHNET MIT DEM GRAPHMAT ZUSE Z 25  
ZEICHENDAUER 8 MINUTEN



5

2  
Flächenermittlung aus vorliegenden  
Kartierungen mit dem Elek-  
tronischen Planimeter ZUSE Z 80  
(mechanischer Teil)

3 u. 4

Vereinfachtes Vorführbeispiel für  
die im Rahmen der Flurbereinigung  
durchzuführende Zusammen-  
legung von Grundstücken

5

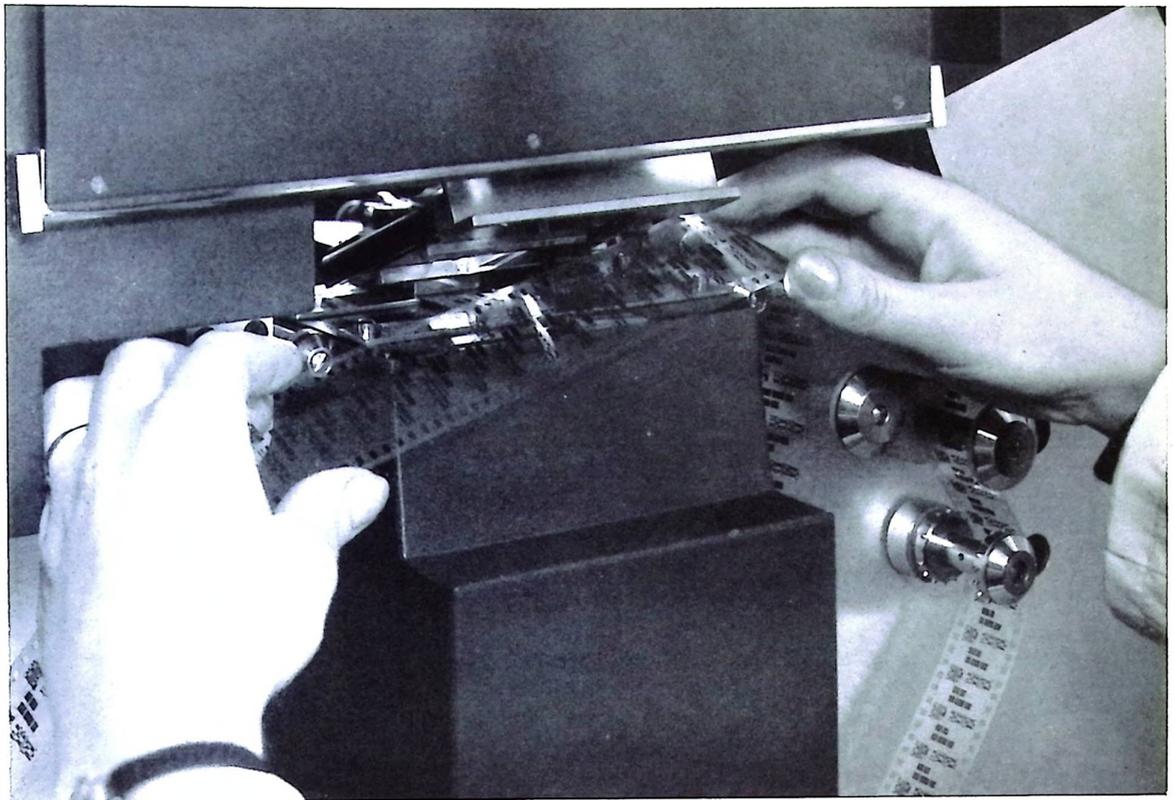
Registrierfilm mit Meßwerten aus  
einem Code-Theodoliten in  
verschlüsselter Form

6 u. 7

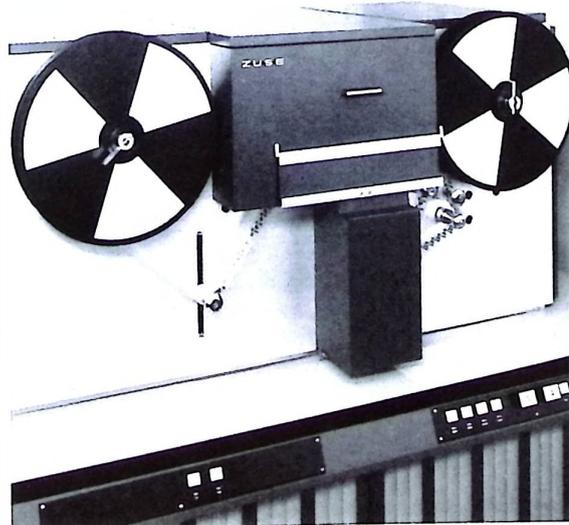
Einlegen des Filmes zur Aus-  
wertung im Filmumsetzgerät  
ZUSE Z 84

8

Automatische Zeichenanlage  
ZUSE Z 64 Graphomat



6



7

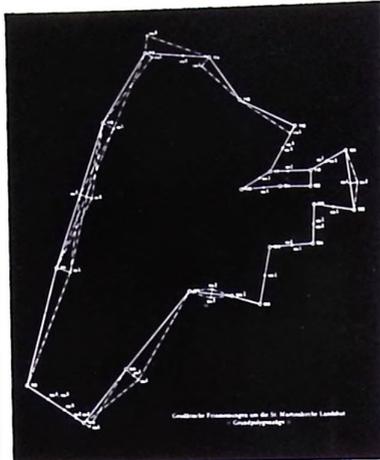


8

## Ingenieur- vermessungen



1



2



3

1  
Martinsdom in Landshut, Ansicht

2  
Grundpolygon zur Triangulation  
des Turmes mit rund 135 m Höhe,  
Überprüfung der Lotrechtstellung

3  
Präzisionspolygonnetz zur Unter-  
suchung von Senkungserschei-  
nungen

4  
Tabelle: Überprüfung der Lot-  
rechtstellung des Turmes, Abwei-  
chungen vom Mittelwert in mm

ST. MARTIN'SCHEN KANALLET  
Schichtpunkte der Zielmarken in gleichem Stockwerk

Punkt Nr.	Mittel aller Messungen	Mittel ohne 1. Messung	Mittel ohne 2. Messung	Mittel ohne 3. Messung	Mittel ohne 4. Messung	Mittel ohne 5. Messung
<b>Vier Zielmarken in jedem Stockwerk</b>						
x - Koordinaten						
1 M	-0,344	0	-1	-2	+1	+4
2 M	-0,294	-1	-1	+2	+1	+3
3 M	-0,324	0	-1	-2	+1	+3
4 M	-0,333	0	0	-2	+1	+3
5 M	-0,290	0	0	-2	0	+3
y - Koordinaten						
1 M	-10,078	+1	+4	+2	-4	-4
2 M	-10,090	+1	+2	+2	-3	-3
3 M	-10,095	+2	+2	+2	-3	-2
4 M	-10,085	+1	+1	+1	-2	-2
5 M	-10,093	0	+2	+2	-1	-1
<b>Zwei Zielmarken in 6. Stockwerk</b>						
x - Koordinaten						
6 M	-0,211	+3	-2	-2	-2	+1
y - Koordinaten						
6 M	-10,003	+1	+1	0	-2	-2
<b>Zwei Zielmarken in jedem Stockwerk</b>						
x - Koordinaten						
7 M	-0,320	+9	-2	-2	-3	0
8 M	-0,312	+9	-4	+1	-3	0
9 M	-0,272	+7	-1	0	-4	0
y - Koordinaten						
7 M	-10,165	-6	0	0	+2	+2
8 M	-10,110	-3	0	-2	+1	+2
9 M	-10,072	-3	0	-1	+2	+1

4

Zu den für die Öffentlichkeit fraglos interessantesten Problemen, die vom Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München bearbeitet worden sind, zählen die bauingenieurtechnischen Untersuchungen und Gutachten. Unter der Leitung von Prof. Kneißl hat das Institut in den letzten 12 Jahren mehr als 150 spezielle Vermessungsarbeiten an öffentlichen Bauten realisiert.

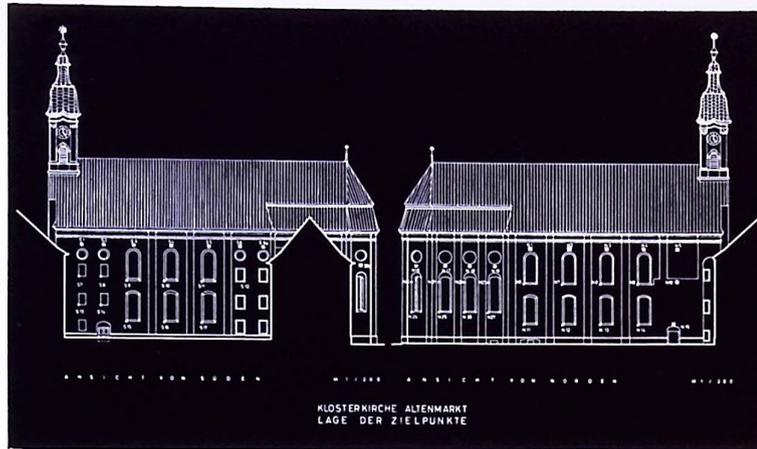
Bei diesen mit wissenschaftlicher Gründlichkeit durchgeführten Aufträgen handelt es sich in erster Linie um geodätische Feinmessungen zur Sicherung einsturzgefährdeter historischer Bauwerke. Kleintriangulation, Präzisionspolygonierungen und -nivellierungen sowie Messungen mit Hilfe der Schlauchkanalwaage sind die vermessungstechnischen Methoden, die zur Bewältigung solcher Aufgaben angewendet werden. Die Differential-Längenmessungen setzen Genauigkeiten zwischen  $\pm 1$  mm und  $\pm 0,1$  mm in der Horizontalen und in der Vertikalen voraus. In einzelnen Fällen waren außerdem Strecken- und spezielle Höhenmessungen mit einer Genauigkeit von einigen hundertstel Millimetern notwendig.

Sämtliche Messungen in diesem Arbeitsgebiet werden in Form von Dreiecks-Polygon- und Höhennetzen durchgeführt, wobei hauptsächlich die Erfahrungen der Triangulation I. Ordnung Berücksichtigung finden. Die Ausgleichung der Triangulations-, Polygon- und Trilaterationsnetze erfolgt gleichzeitig. Außerdem wird durch geometrische sorgfältige Erkundung sowie durch Messungen nach dem Prinzip der Zwangszentrierung und mit Hilfe speziell entwickelter Zielmarkierungen das bei diesen Untersuchungen notwendige Höchst-

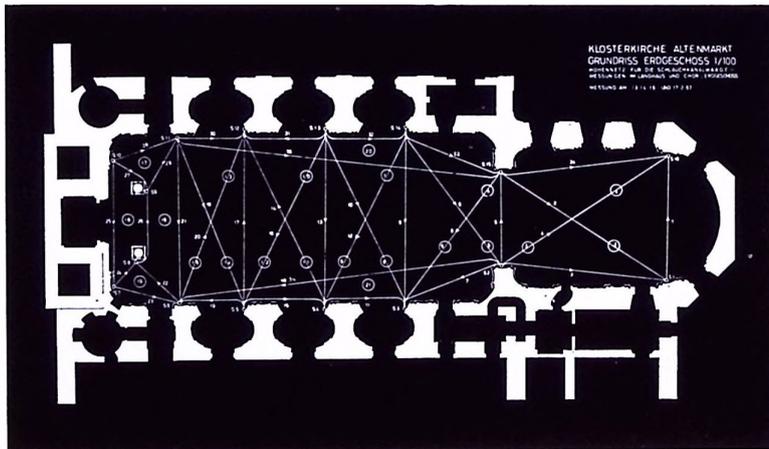
maß an Genauigkeit sichergestellt. Weitere Beobachtungen mit jeweils mehrfacher Ausgleichung sowie Wiederholungsmessungen in halbjährlichem Abstand über mehrere Jahre hinweg gestatten einen genauen Einblick in Horizontalbewegungen und Senkungen der Bauwerke. Repräsentativ für diese bautechnischen Vermessungsarbeiten sind die Untersuchungen an folgenden historischen Bauten: Martinskirche in Landshut, die Mariensäule in Eichstätt, die Pfarrkirche von Fürstenfeldbruck, die Kuppel des Domes zu Passau, die Klosterkirche in Altenmarkt-Osterhofen, sowie die Würzburger Residenz.



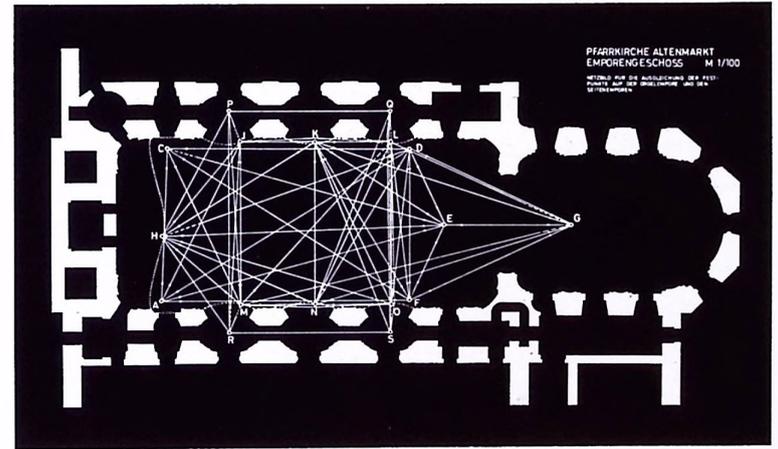
5



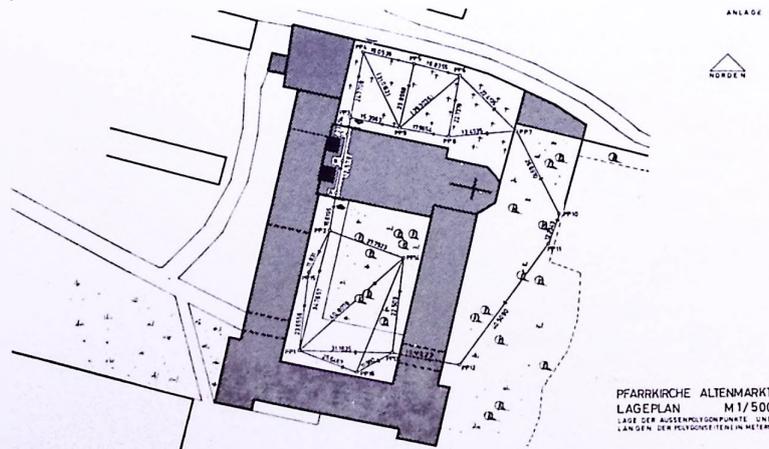
6



7



8



9

5  
Klosterkirche Altenmarkt-  
Osterhofen – Außenansicht

6  
Außenansicht mit Zielmarken zur  
Überprüfung der Lotrechtstellung  
der Mauern des Längsschiffes  
(Architektenzeichnung)

7  
Grundnetz für Schlauchkanal-  
waagemessungen

8  
Trigonometrisches Grundnetz zur  
Überprüfung der Lotrechtstellung  
der Pfeiler (Innenseite)

9  
Grundpolygonnetz zur Triangula-  
tion der Außenzielmarken  
(vgl. Bild 2)

## Bauwerksabsteckungen höchster Genauigkeit

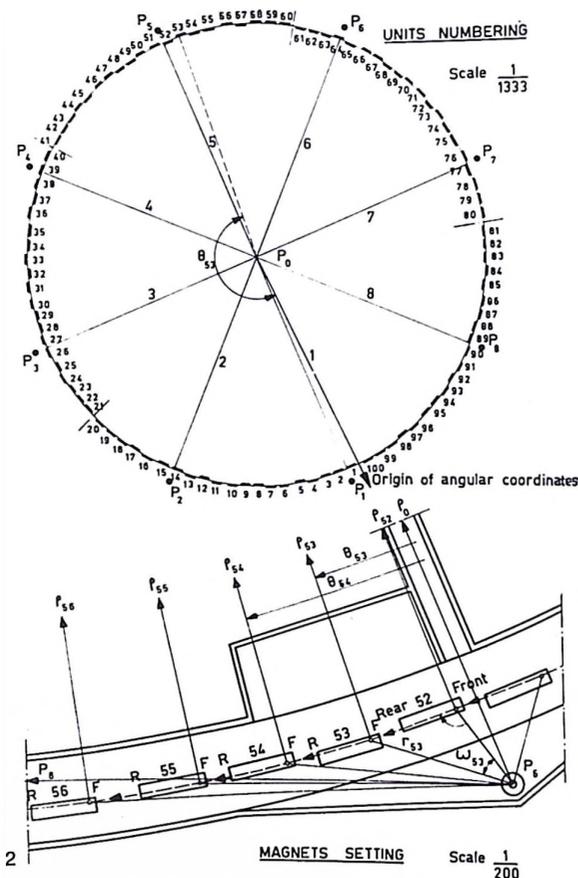


Die Geodäsie hat viele Facetten. Eine davon ist die Vermessungstechnik im Hoch- und Tiefbau. Verbesserte Konstruktionsverfahren und neuartige Materialien lassen immer kühnere Bauwerke entstehen. Parallel zu diesen in den letzten Jahrzehnten erzielten Fortschritten in der Bautechnik wurde auch die Entwicklung geeigneter Methoden auf dem Gebiete der geodätischen Feinmessungen mit Intensität vorangetrieben. Die verfeinerten vermessungstechnischen Verfahren und die geodätischen Präzisionsinstrumente haben einen bedeutenden Anteil an der Realisierung von modernen Bauprojekten, bei welchen die statischen Möglichkeiten von Material und Form in extremer Weise ausgeschöpft werden. Auch zahlreiche Bauwerke für spezielle technische oder wissenschaftliche Zwecke setzen eine mit höchster Genauigkeit ausgeführte Konstruktion voraus und verlangen nach einer laufenden Überwachung durch den Vermessungsfachmann.

Charakteristische Beispiele hierfür sind die Auswertungen der Präzisionsvermessungen zum Bau des Münchener Atomreaktors sowie die Untersuchungen zur Ausgleichung der Feinvermessungen für die Absteckung und laufende Überwachung des Magnetringes des Hamburger Elektronen-Synchrotrons.

Auch beim Bau der neuen Gleishalle der Paketumschlagstelle der Oberpostdirektion München fand die Technik der geodätischen Feinmessungen Anwendung. Die freitragende Betondachhaut, deren höchster Punkt mehr als 30 Meter über dem Boden liegt, überspannt die rund 150 Meter breite und 120 Meter lange Ladegleisanlage des Paketumschlagbahnhofs. Die Konstruktion ist auf je 28 Widerlagern abgestützt,

deren Fundament 8 Meter unter Boden liegt. Bei der Absteckung mußte die Lage der Widerlager auf  $\pm 1$  mm festgelegt werden. Während des Baues wurden die laufenden Änderungen der Widerlager mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  mm periodisch untersucht; die Verkantungen und Kippungen der Widerlager galt es mit Hilfe von Präzisionsnivelements auf Zehntelmillimeter zu erfassen. Auch hier konnten die Methoden der Klein- und Präzisionstriangulation, der trigonometrischen Höhenmessungen und die Präzisionspolygonierung benutzt werden. Bei den umfangreichen Rechenarbeiten, die bei den Netzausgleichungen erforderlich waren und eine sehr hohe Genauigkeit voraussetzten, hat sich die ZUSE Z 23 hervorragend bewährt.

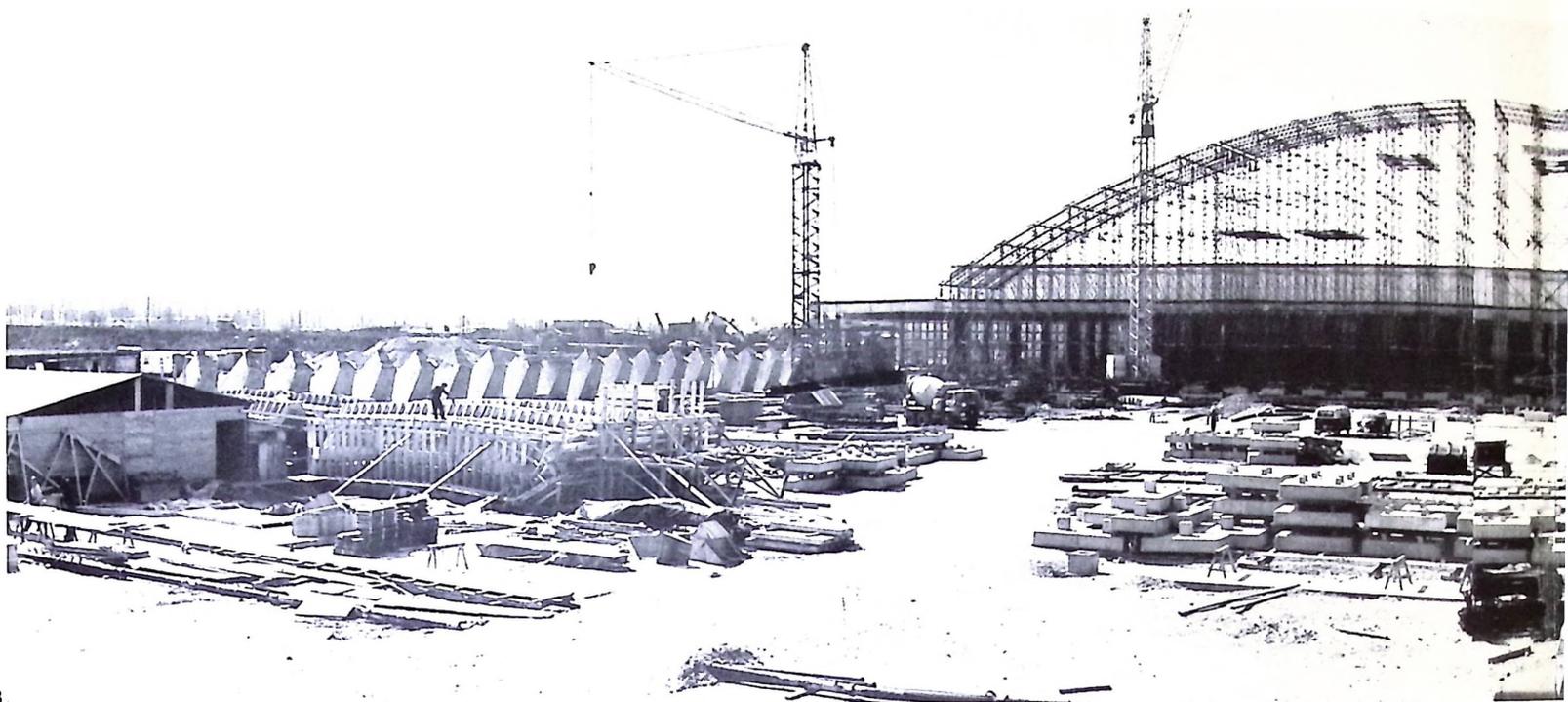


1  
Deutsches Elektronen-Synchrotron in Hamburg. Blick in den ringförmigen Tunnelbau.

Links: die Vermessungspfeiler für die Präzisionsmessungen

2  
Lageplan der Magnet-Sätze für die Teilchenbeschleuniger und Grundpolygon für die Präzisionsvermessung

Abb. Klappseite außen:  
Präzisionstheodolit Wild T II.  
Im Hintergrund der Kuppelbau des Münchener Atomreaktors



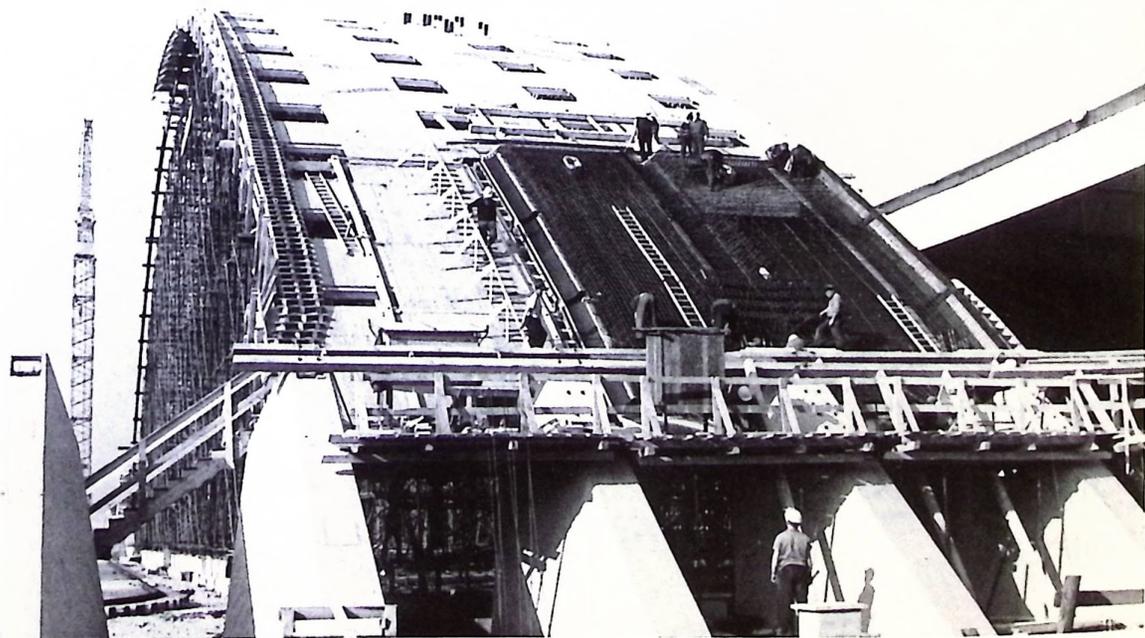
3

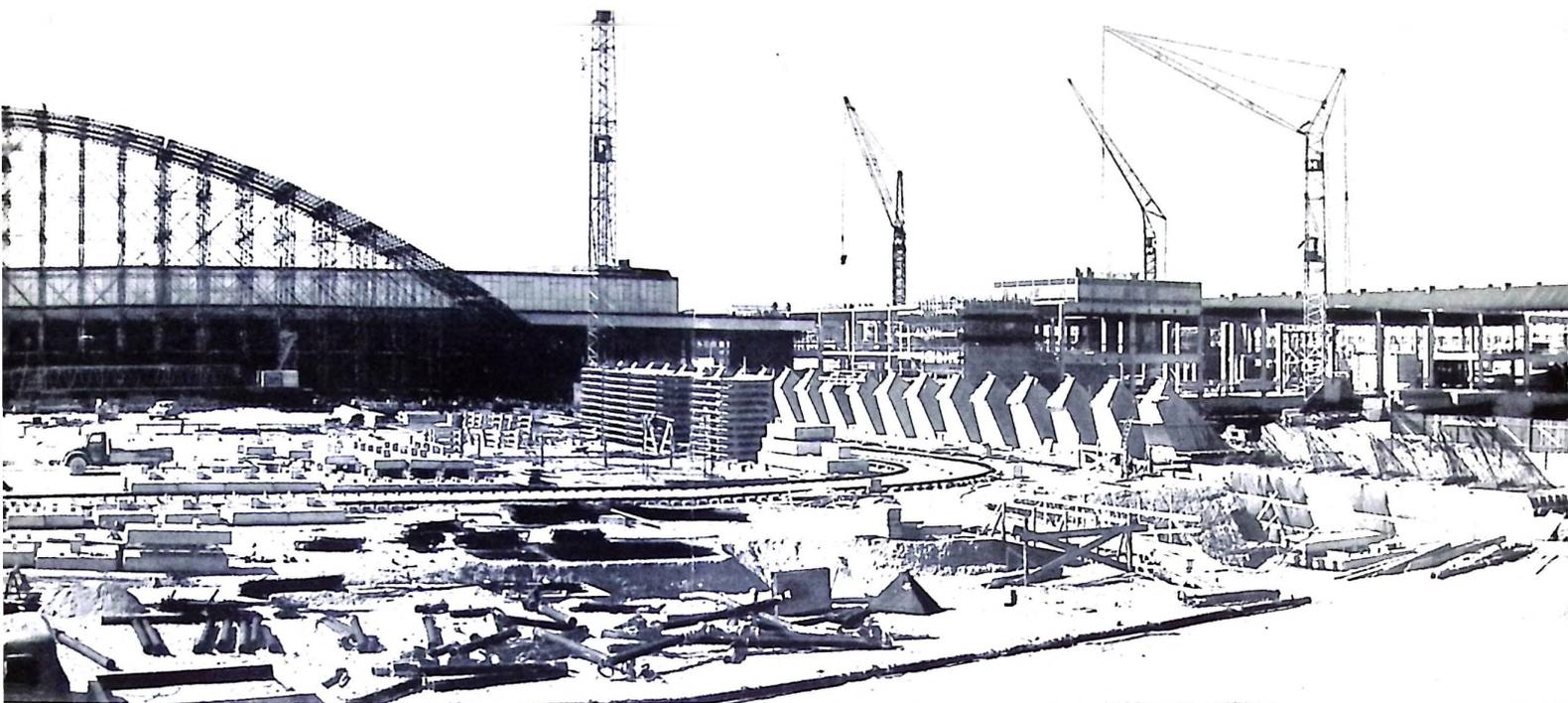
3  
Gesamtansicht vom Bau der Gleis-  
halle des Postbahnhofs in Mün-  
chen. Im Hintergrund das Lehr-  
gerüst für die aus Betonfertig-  
teilen zusammengesetzte Hallen-  
konstruktion. (Spannweite 150 m,  
freitragend; Länge 130 m; lichte  
Höhe 30 m). Links und rechts die  
28 Widerlager, deren Fundament  
8 m unter Hallenflur liegt

4

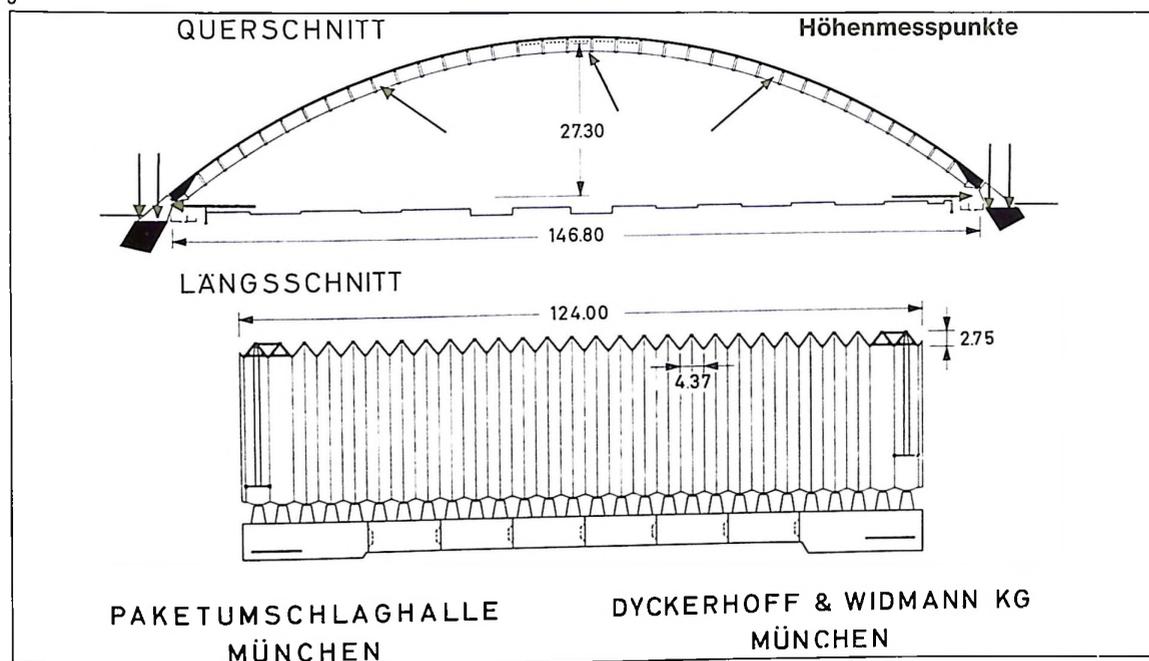
4

4  
Die ersten Bogenteile der frei-  
tragenden Betondachhaut werden  
auf das Lehrgerüst gesetzt. Wenn  
die Dachstücke fertig zusammen-  
gefügt sind, wird das Gerüst ge-  
senkt und seitlich verschoben,  
sodaß es für den nächsten Ab-  
schnitt wieder als Montagesstütze  
dient



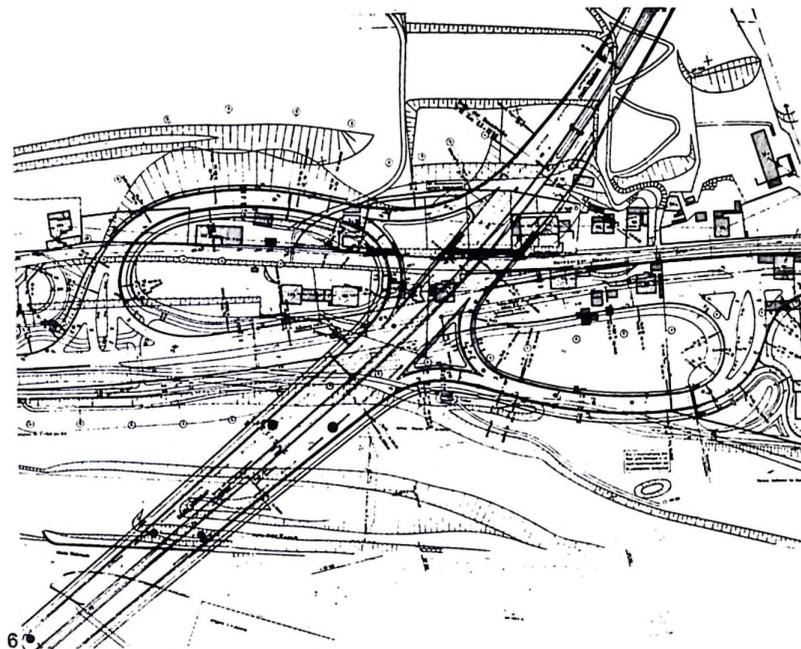


5



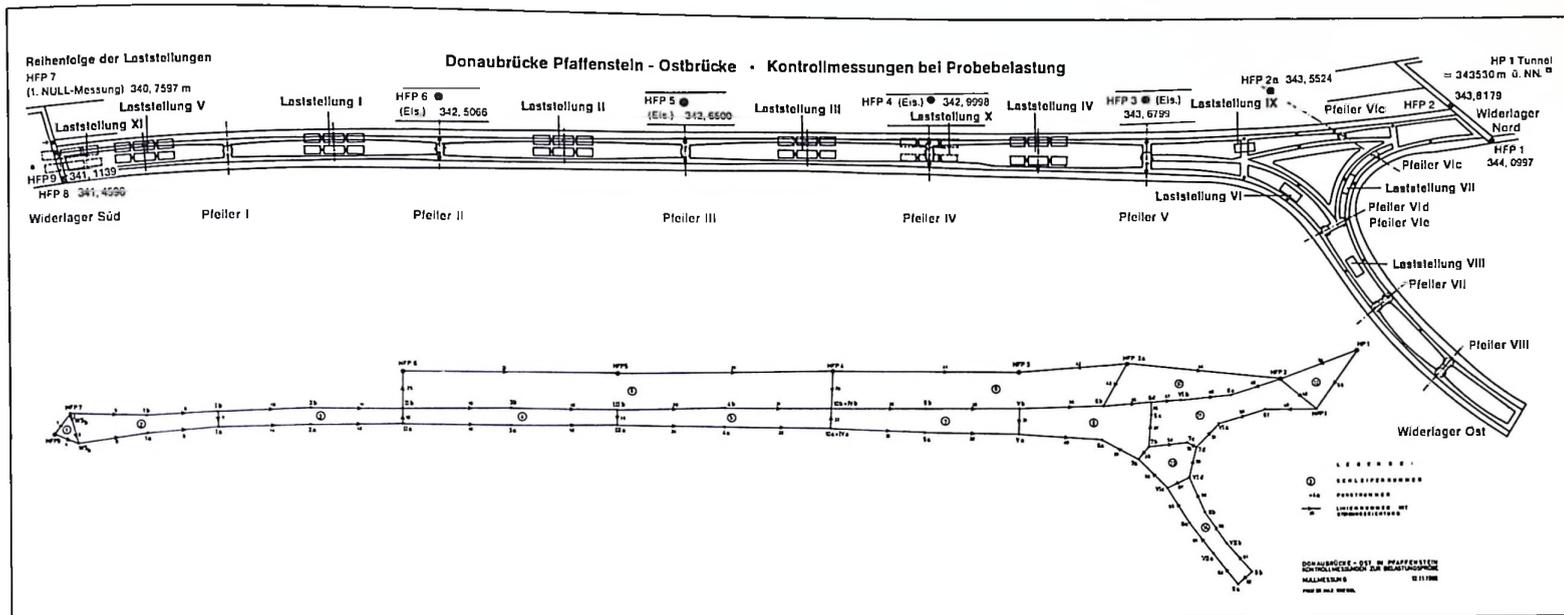
5  
Querschnitt und Längsschnitt  
durch die Gleishalle.  
Grüne Pfeile: Zielmarken für die  
Feinmessungen (Architekten-  
zeichnung)



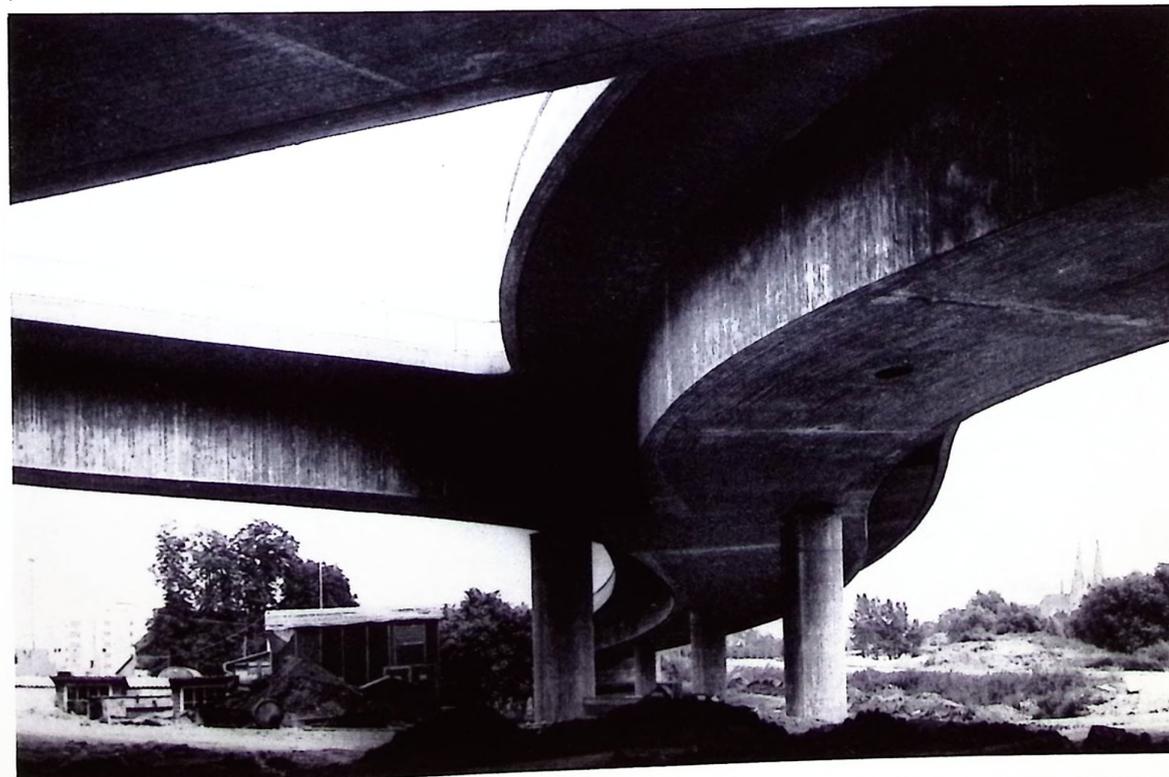


Als weiteres Beispiel aus diesem Arbeitsgebiet ist die Auswertung von Absteckungen der Längsachsen bei großen Straßen- und Eisenbahnbrücken zu nennen. Bei der Auswertung von Präzisionsnivelements bei Belastungsproben – hier: die neue Autobahnbrücke über die Donau bei Pfaffenstein in der Nähe von Regensburg – wird ebenfalls nach diesen vermessungstechnischen Verfahren gearbeitet. Umfangreiche Rechenarbeiten, die rationell und mit genügender Genauigkeit nur mit einer Datenverarbeitungsanlage bewältigt werden können, fallen bei Trassierungen, Kreis- und Klothoidenabsteckungen an. Ein neues Meßverfahren wurde für die speziellen Trassierungsprobleme entwickelt, welche bei Stollenabsteckungen über größere Strecken auftreten. Dies war der Fall beim Wasserversorgungsprojekt Garmisch – München, wo ein Tunnel über 20 km abzustecken war, der insgesamt an sechs Stellen an die

Oberfläche tritt. Die Absteckung der Stollenführung erfolgte nach dem Prinzip der Trilateration, während bei der Präzisionspolygonierung mit Geodimetern gearbeitet wurde. Das Rechenzentrum des Instituts übernahm die Aufgabe, die Reduktion der Meßergebnisse auf der ZUSE Z 23 zu programmieren und zu rechnen. Die bei diesem Großprojekt anfallenden umfangreichen Triangulationsnetze und Polygonschleifen, die sich über Strecken von mehreren Zehnerkilometern ausdehnten, werden teilweise einzeln berechnet und durch Helmert-Transformation zusammengefaßt. Die Trassenführung und die Ermittlung der Absteckwerte ließ sich bei fortschreitender Entwicklung der Netze und Schleifen in einem einheitlich ausgeglichenen System bestimmen.



7



6 Grundriß der neuen Pfaffensteinbrücke bei Regensburg mit Abfahrt und Einfahrt in den Pfaffenstein-Straßentunnel

7 Übersicht zu den Kontrollmessungen bei der Probebelastung. Übersicht der Nivellementsleifen und der Höhenpunkte zu den Kontrollmessungen bei der Probebelastung

8 Ansicht vom Bau der neuen Pfaffensteinbrücke bei Regensburg

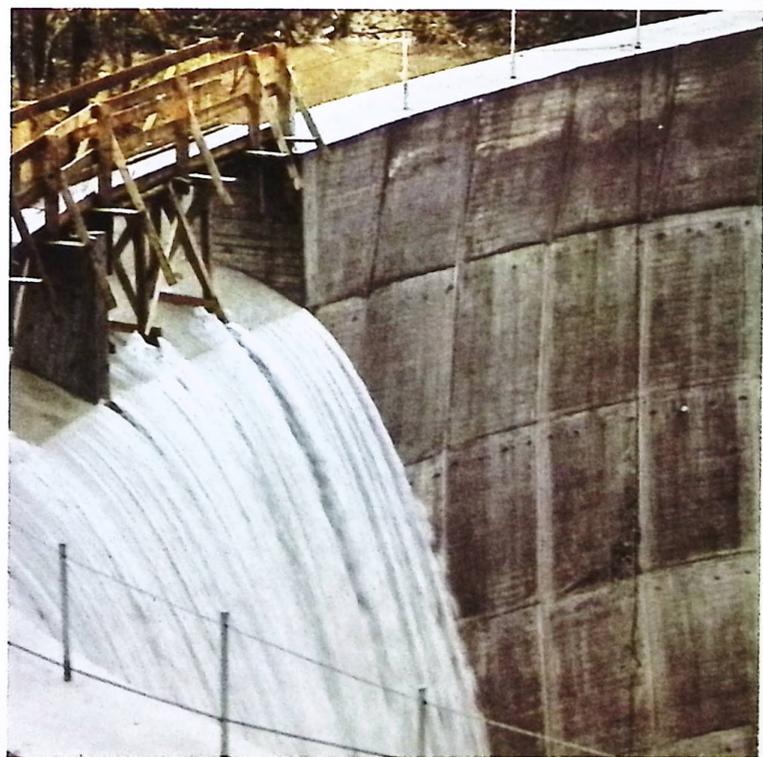
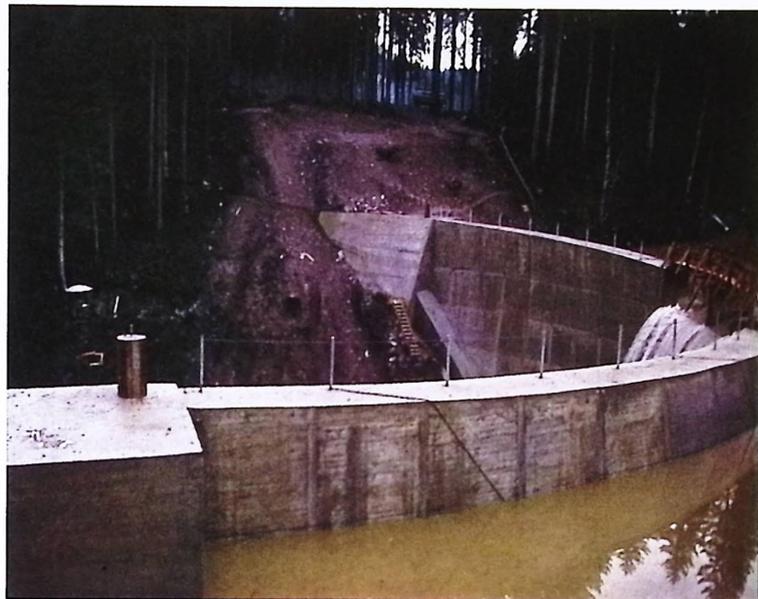
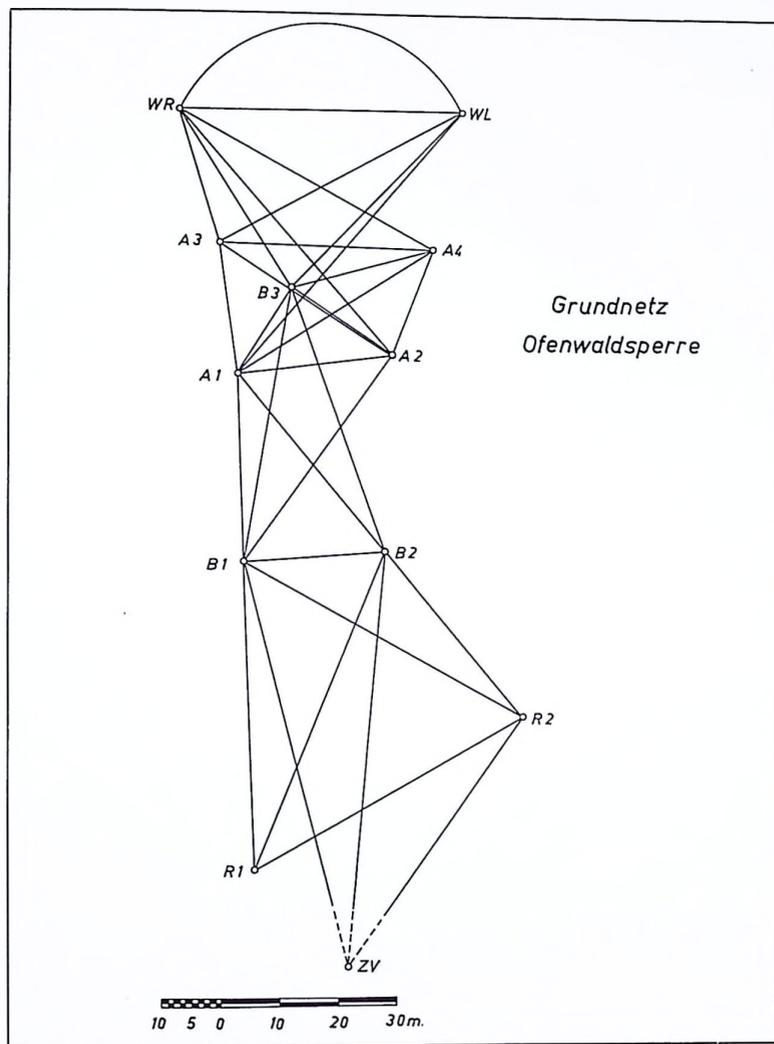
8

## Staudamm- über- wachung

Ähnliche Probleme, wie sie bei den Bauwerksabsteckungen im Hoch- und Tiefbau auftreten, stellen sich dem Vermessungsfachmann bei der Überwachung und Sicherung von Staudämmen. Vom Baubeginn bis zur Fertigstellung und auch noch nach dem Einstau werden in regelmäßigen Abständen die Staumauern mit Hilfe von Präzisionsvermessungen auf Änderungen in der Lage und in der Höhe untersucht. Diese Kontrollmessungen haben nicht allein die Überwachung des Bauwerkes selbst, sondern auch die Beobachtung des Terrains auf Bodenbewegungen zum Ziel. So ist es möglich, rechtzeitig Verschiebungen, Risse und ähnliche Erscheinungen, die einen Staudamm gefährden, festzustellen. Die periodischen Untersuchungen stellen auch sicher, daß bereits im Frühstadium allfällige Veränderungen des Bodens, hervorgerufen durch Erosion oder andere geologische Ursachen, erkannt und geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

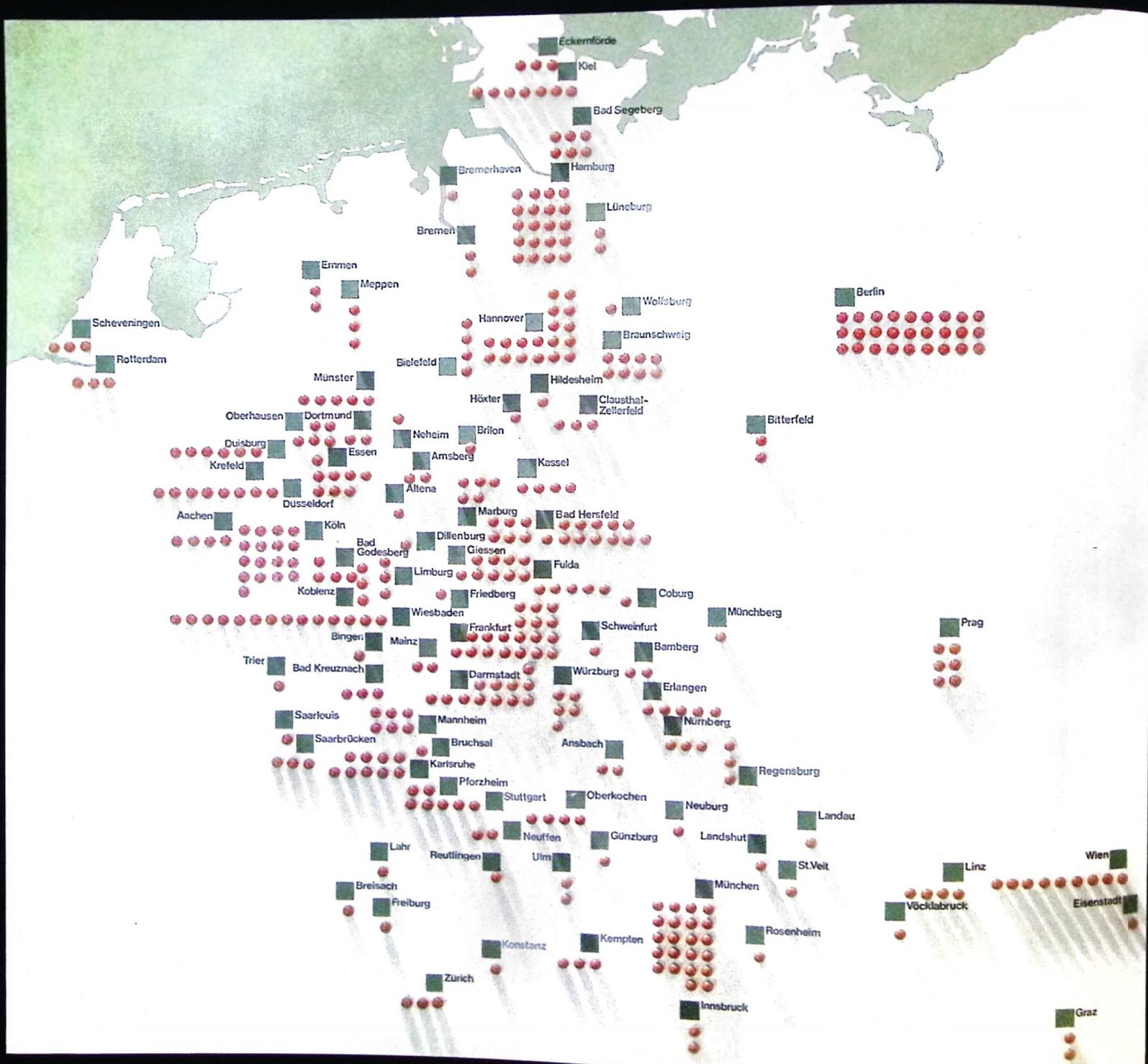
Spezialtriangulationen, Polygonierung, Präzisionsnivelllements gehören auch hier zu den praktisch erprobten Verfahren, deren sich der Geodät bei diesen Überwachungsmessungen bedient. Nach einem festen Plan werden laufend Vermessungsarbeiten an den zahlreichen bekannten Talsperren und Staudämmen in den Hochalpen und im Alpenvorland, etwa die Ofenwaldsperre bei Füssen, durchgeführt. In diesem Zusammenhang verdienen auch die Untersuchungen von Bodenbewegungen eines Hinweises, wie sie beispielsweise zur Sicherung der Burg Schwaneck an einem bergrutschgefährdeten Steilhang des Isartals vorgenommen werden.

Es ist klar, daß es in diesem Aufgabengebiet vor allem darauf ankommt, für jedes spezielle Vorhaben einen festen Beobachtungsplan und ein festes Auswerteprogramm für die Rechenanlage zu entwickeln. Die damit geleistete Vorarbeit gibt die Gewähr, daß bei den jeweils vier bis acht Wiederholungsmessungen, die oft mehrere Jahre bis zu einem Jahrzehnt auseinanderliegen, die vollautomatische Auswertung bis zur Kartierung der Schlußergebnisse durch den Zeichentisch ZUSE Z 64 nach einem festen Schema erfolgen kann.



1  
Geodätisches Grundnetz der  
Ofenwaldsperre bei Füßen

2 u. 3  
Ofenwaldsperre bei Füßen mit  
Zielmarken zur ständigen Über-  
wachung der Staumauer



---

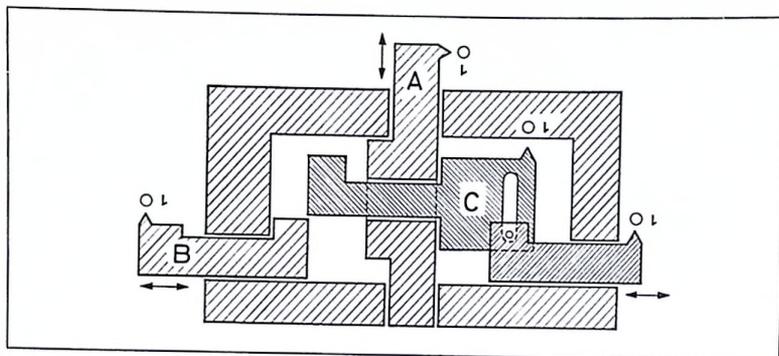
## **Kleine Chronik der ZUSE- Entwicklungen**

Über 200 ZUSE-Datenverarbeitungsanlagen stehen heute allein in Deutschland und im benachbartem Ausland im Einsatz

Das Grundprinzip der programmgesteuerten Rechenanlage ist unabhängig vom konstruktiven Aufbau der Schaltelemente und Baugruppen. 30 Jahre einer stetigen Entwicklung, die von den mechanischen Schaltelementen zur Relaisbauweise, von der Anwendung der Röhrentechnik zur modernen Halbleitertechnik geführt hat, bilden einen wertvollen Grundstock an Erfahrungen.

Auf der Basis dieser theoretischen Erkenntnisse der Schaltungslogik und Programmierung wird heute und in Zukunft die Entwicklung, insbesondere durch die Einführung der integrierten Schaltkreise, zügig fortgesetzt. Zuse gewann Erfahrungen in vier Technologien:

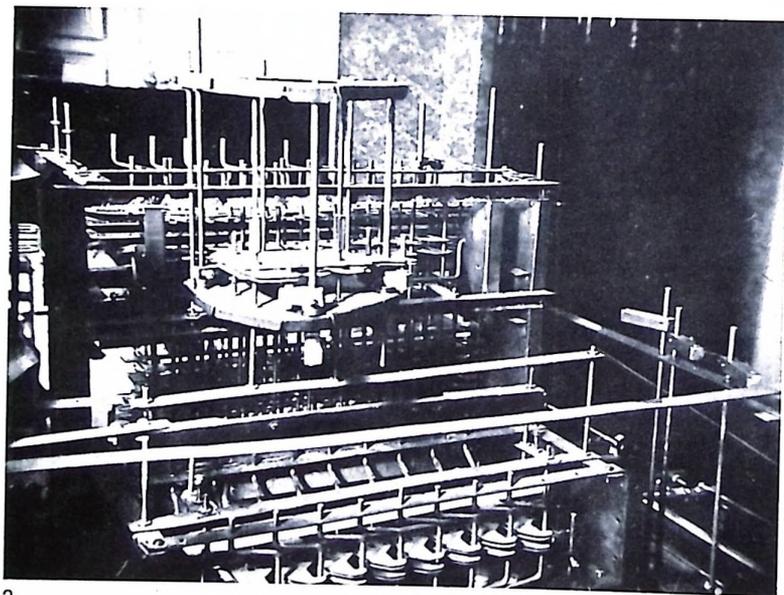
## Mechanische Bauelemente



1936  
experimentiert Zuse zunächst mit  
mechanischen Rechenanlagen

1937  
fertigt Zuse in mühsamer Hand-  
arbeit zunächst ein Speicherwerk  
für 64 Zahlen

1938  
erfolgt die Fertigstellung des  
vollständigen Rechenwerkes –  
das Modell ZUSE Z 1 ist funk-  
tionstüchtig

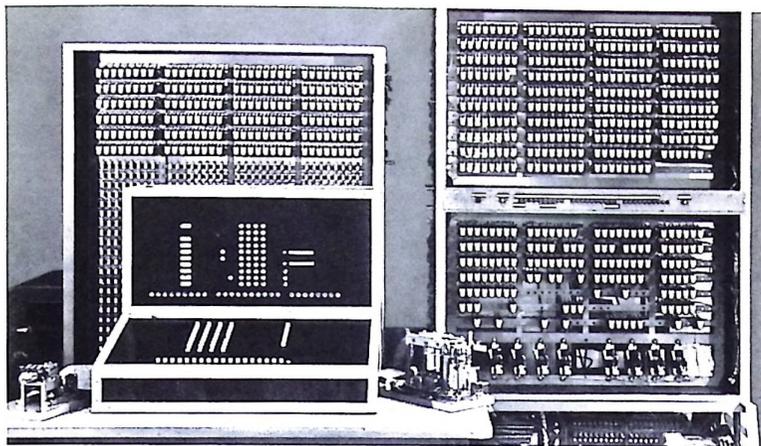


1  
Grundelemente einer mechani-  
schen UND-Schaltung

2  
Berlin 1936 – Die ZUSE Z 1 im  
Aufbau

3  
Konrad Zuse bei Arbeiten an der  
ZUSE Z 1

## Elektromechanische Bauelemente



4



5

4

Nachbau der durch Kriegseinwirkung zerstörten ZUSE Z 3, der ersten arbeitsfähigen, programmgesteuerten Rechenanlage der Welt

5

ZUSE Z 4

Die der Z 1 infolge der primitiven Bauweise und des verwendeten Materials anhaftenden Mängel bewegen Konrad Zuse, eine zweite, verbesserte Anlage zu bauen. Er entwirft ein Rechenwerk in Relaisbauweise, welches das bereits bewährte mechanische Speicherwerk ergänzen soll. Damit beabsichtigt Zuse zugleich auch, die vorhandene Skepsis zu zerstreuen und die Richtigkeit seiner Idee unter Beweis zu stellen.

1939

Dieser Versuch gelingt, die ZUSE Z 2 erbringt die erwarteten Leistungen und zerstreut die ursprünglichen Bedenken.

1940

Konrad Zuse erhält von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt den Auftrag, eine funktionsfähige Anlage aus einem Guß zu bauen: die ZUSE Z 3.

1941

Die ZUSE Z 3 – der erste voll arbeitsfähige Rechenautomat der Welt – wird in Dienst gestellt und erreicht eine Arbeitsgeschwindigkeit von 30–50 Operationen/Minute. Die Anlage besteht aus 600 Relais im Rechenwerk und 2000 im Speicher. Die Steuerung erfolgt durch einen gezeichneten Film, also mit unbegrenzt langem, aber linearen Programmablauf.

Ein Nachbau nach den Originalzeichnungen erfolgt für die IFIP-Interdata in München im Jahre 1964. Die Rechenanlage findet auf der Weltausstellung in Montreal 1967 im Deutschen Pavillon internationale Beachtung. Anschließend wird die ZUSE Z 3 dem Deutschen Museum in München übereignet.

1942

Fußend auf diesen ersten praktischen Erfahrungen wird eine

Sonderentwicklung in Arbeit genommen: die ZUSE S 1. Dieser Spezialrechner arbeitet mit festverdrahtetem Programm und ist mit 600 Relais ausgerüstet. Bei der Lösung flugtechnischer Probleme beweist die S 1 in jahrelangem Betrieb die Zuverlässigkeit der Bauprinzipien.

1944

Ein zweiter Spezialrechner wird gebaut und mit einer wesentlichen Erweiterung versehen: die ZUSE S 2 arbeitet mit Digitalabgriff von rund 100 Meßstellen.

1945

Eine zweite universelle Rechenanlage, die ZUSE Z 4, wird noch kurz vor Kriegsende fertiggestellt und bleibt als einzige von Zuses Entwicklungen im Original erhalten. Das Rechenwerk ist wieder in Relaisbauweise ausgeführt, während der für 500 Zahlen vorgesehene Speicher mechanisch ist.

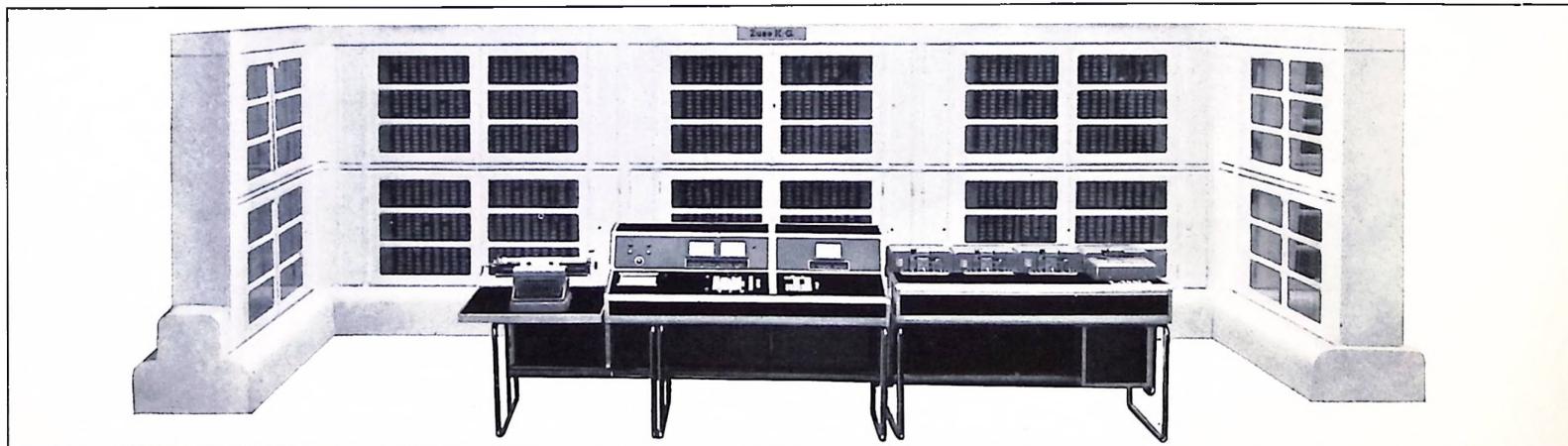
Die Anlage wird nach 1945 neu aufgebaut, mit Lochfilmabstastern ergänzt und arbeitet 5 Jahre lang im Institut für angewandte Mathematik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich unter der Leitung von Professor Eduard Stiefel. Zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme in Zürich ist die ZUSE Z 4 die einzige, praktisch eingesetzte programmgesteuerte Rechenanlage Europas. Anschließend kommt das Gerät im „Institut Franco-Allemand des Recherches de St. Louis“ in Frankreich zum Einsatz und arbeitet dort zur vollsten Zufriedenheit bis zum Jahre 1959. Zurzeit steht diese historische Anlage im Werk Bad Hersfeld, Teile davon werden nach Aufarbeitung im Deutschen Museum aufgestellt.

1950  
wird ein verbesserter Relais-  
rechner, ZUSE Z 5, für optische  
Berechnungen in Auftrag ge-  
geben. Dieser Rechner arbeitet mit  
mehreren Lochbandlesern für  
Unterprogrammsschleifen bereits  
sechsmal schneller als die  
ZUSE Z 4.

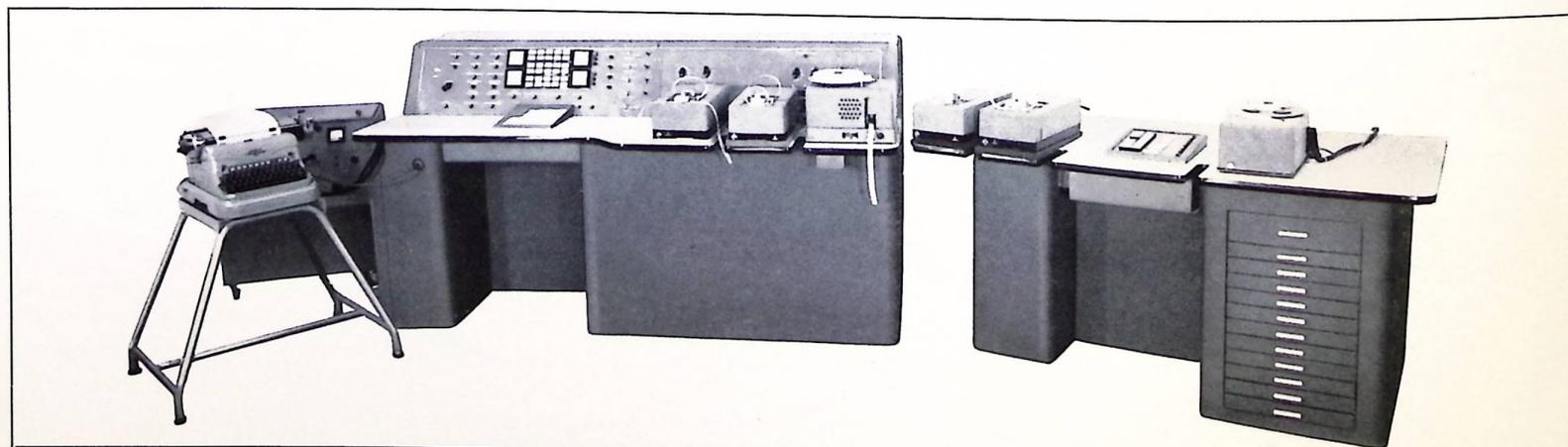
1952-55  
Durch Vermittlung Schweizer Ge-  
schäftsfreunde erhält die ZUSE  
KG einen Entwicklungs- und Lie-  
ferauftrag über 30 programmge-  
steuerte Rechenlocher mit Loch-  
kartensteuerung - Z 7, Z 8 und

Z 9 -, die von der Firma Reming-  
ton-Rand, Schweiz, übernommen  
werden. Dieser erste Serienauf-  
trag gibt die Grundlage für den  
eigentlichen Aufbau der Firma  
ZUSE.

1955  
wird der Relaisrechner ZUSE Z 11  
entwickelt. Durch Lochstreifen-  
programmeingabe ist das Gerät  
universell brauchbar und findet  
neben dem Einsatz im Vermes-  
sungswesen bei der Lösung op-  
tischer und versicherungsmathe-  
matischer Aufgaben Verwendung.  
Es werden 42 Anlagen geliefert.

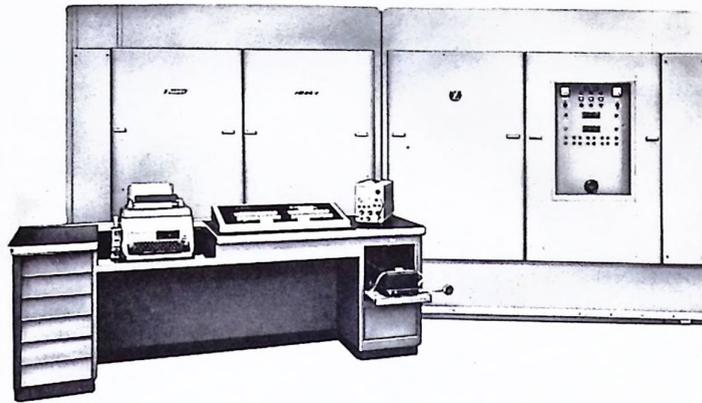


6



7

## Röhrentechnik



8

6  
ZUSE Z 5 – Spezialrechner für die  
optische Industrie

7  
ZUSE Z 11 – Programmge-  
steuerter Universalrechner in  
Relaistechnik

3  
ZUSE Z 22 – Erster Elektronen-  
rechner der ZUSE KG in Röhren-  
technik

1937

Zuses Freund und Mitarbeiter,  
Helmut Schreyer, regt an, die  
elektromechanischen Relais durch  
elektronische Schaltelemente in  
Röhrentechnik zu ersetzen.

1942

Diese Anregung Schreyers führt  
zum Bau eines Elektronenrechner-  
ners mit einem Rechenwerk für  
12 Binärstellen und einer Rechen-  
geschwindigkeit von etwa 5000  
Additionen/Sekunde.

Zuse und Schreyer schlagen vor,  
einen großen Rechenautomaten  
mit 2000 Elektronenröhren mit  
gleicher Geschwindigkeit wie das  
Versuchsmodell zu bauen. Wegen  
der zeitbedingten Schwierigkeiten  
wird das Projekt zurückgestellt.

1956–58

Aufbauend auf der Idee einer  
„Minima“ (universelle Rechenan-  
lage mit minimalem elektro-  
nischen Aufwand) von Theodor  
Fromme baut die ZUSE KG die  
Z 22. Dieser Rechner, dem eine  
Lochstreifenein- und -ausgabe  
angeschlossen wird und der nach  
dem von Fromme entwickelten Mi-  
kroprogrammssystem Programme  
im Magnettrommelspeicher ent-  
hält, erreicht eine Leistung von 35

arithmetischen Gleitkommaopera-  
tionen/Sekunde. Es werden 50  
Anlagen geliefert, von denen die  
meisten noch heute im Einsatz  
sind.

Im Jahre 1959 wurde Theodor  
Fromme aus seiner produktiven  
Arbeit durch einen plötzlichen  
Tod herausgerissen.

## Transistorbauweise



9



10

9  
ZUSE Z 23 – Weiterentwicklung  
der ZUSE Z 22 in Halbleitertechnik

10  
ZUSE Z 31 – Bisher einziger  
Dezimalrechner im ZUSE-  
Programm

11  
August Thyssen-Hütte AG  
Z 25 Rechenzentrum der  
Technischen Datenverarbeitung

1959  
wird in der ZUSE Z 23 eine auf  
die moderne Halbleiter-Transistor-  
technik umgestellte Version der  
ZUSE Z 22 entwickelt, die deren  
sehr flexible Programmierung  
beibehält, aber zu einem weit  
ausbaubaren Rechnersystem  
erweitert wird.

1961  
Die Z 23 geht in Serienfabrika-  
tion, wird in 95 Exemplaren ge-  
liefert und steht heute noch voll  
im Einsatz.

1960  
Von einer zweiten Version in  
Halbleitertechnik, der ZUSE Z 31,  
die für kommerzielle Anwen-  
dungen alphanumerisch arbeitet,  
werden 7 Anlagen auf den Markt  
gebracht.

1962  
Ein kleinerer, jedoch sehr weit  
ausbaufähiger Universalrechner,  
die ZUSE Z 25, wird als letztes  
transistorisiertes Modell ent-  
wickelt und bewährt sich bereits  
vielfach im technisch-wissen-  
schaftlichen wie im kommerziel-  
len Einsatz.

1967  
Rund 200 Anlagen stehen im  
Einsatz, davon allein etwa 100  
vom Typ ZUSE Z 25. ZUSE ent-  
wickelt die Idee des kleinen Sy-  
stems weiter. Neue Labormodelle  
werden für kommerzielle (Z 40)  
und vermessungstechnische  
Zwecke (Z 41) entwickelt. Die  
ZUSE Z 41 ist bereits in integrier-  
ter Schaltungstechnik aufgebaut  
und auch für den Einsatz auf  
Fahrzeugen geeignet. Die Erfah-  
rungen aus den Labormodellen  
führen zu neuen strukturellen und  
technischen Überlegungen, an  
deren Realisierung ZUSE heute  
arbeitet.



## Sondergeräte

Die Entwicklung von Sondergeräten war von Anfang an eine besondere Stärke des Hauses ZUSE.

1942–1953

Neben den erwähnten Spezialrechnern S 1 und S 2 wurden Relaisrechner Z 7, Z 8 und Z 9 zum Einbau in Lochkartenmaschinen und die Z 12 als Divisionsgerät für Wiegeautomaten in kleiner Serie gebaut.

1960

kommt das elektronische Planimeter ZUSE Z 80 mit Zählwerk und Lochstreifenausgabe zur digitalen Erfassung von Flächenwerten erstmals zum Einsatz. In der Folge werden 45 Geräte ausgeliefert.

1959–1961

Das Problem der graphischen Darstellung von Rechenergebnissen wird mit dem automatischen Zeichentisch „GRAPHOMAT ZUSE Z 64“ gelöst. Der Zeichentisch ist mit Dualstufengetrieben ausgerüstet und geeignet, Strichzeichnungen in beliebiger Art herzustellen. Ausgeliefert werden 85 Anlagen.

1964

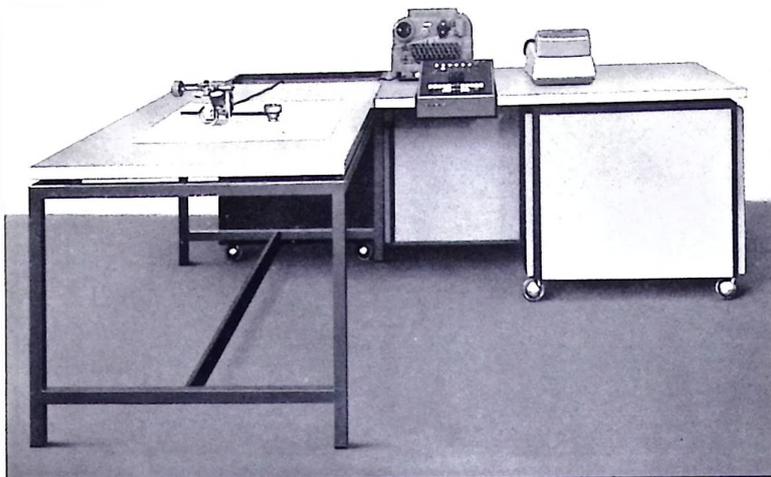
Der Datenerfassungsplatz ZUSE Z 16 dient zur Beschleunigung des Ablochens und Kopierens von Lochstreifen sowie der Prüfung von Daten. 150 Geräte kommen zur Auslieferung.

1965

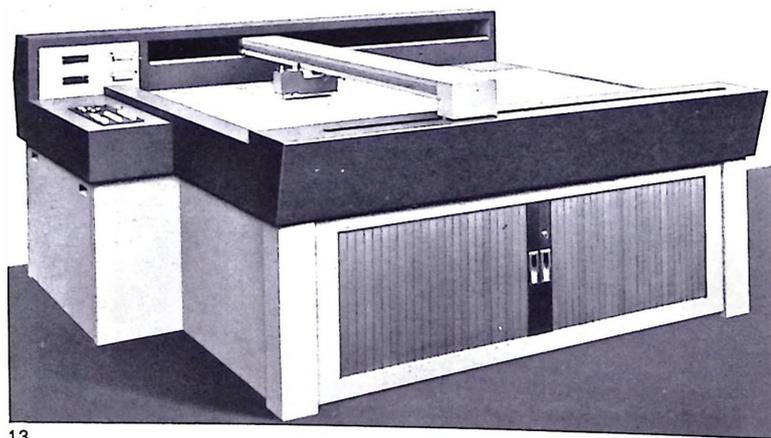
Zur rationellen Datenerfassung im Großhandel wird der automatische Kassenplatz ZUSE Z 19 entwickelt, welcher Etiketten (Lochstreifenkarten) liest, saldiert und einen für die Weiterverarbeitung notwendigen Lochstreifen erstellt. Zur Erstellung von Etiketten wird ein lochstreifengesteuerter Etikettenstanzer ZUSE Z 18 gebaut, der ebenfalls für die Rationalisierung im Großhandel eingesetzt wird.

Um im Vermessungswesen eine integrierte Datenverarbeitung von der Feldmessung über die Berechnung bis zur Kartierung zu ermöglichen, wurde das Filmumsetzgerät ZUSE Z 84 nach einer Anregung des bekannten Geodäten Dr. Dr. E. Lang entwickelt. Mit diesem Gerät können die Daten aus der Feldmessung, die im Code-Theodoliten auf Registrierfilmen aufgezeichnet werden, in Lochstreifen übernommen und einer direkten Weiterverarbeitung in einer Rechenanlage zugeführt werden.

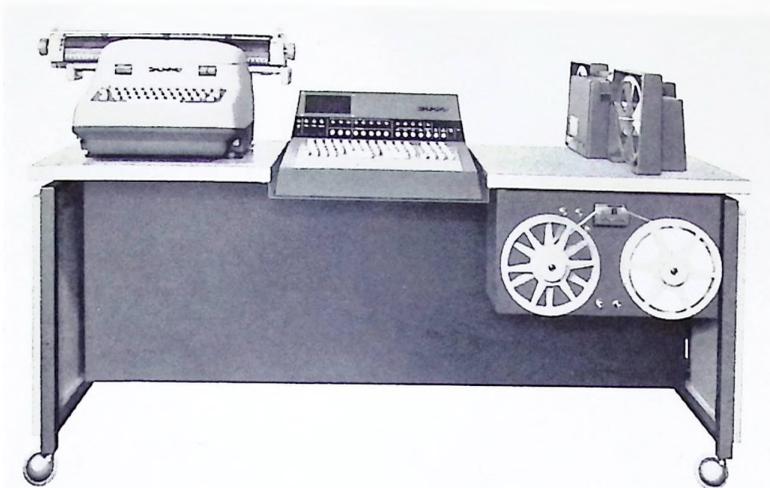
Diese Tradition und die reiche Erfahrung gewährleisten auch in Zukunft die Entwicklung zweckmäßiger Sondergeräte im Rahmen der automatisierten Informationsverarbeitung.



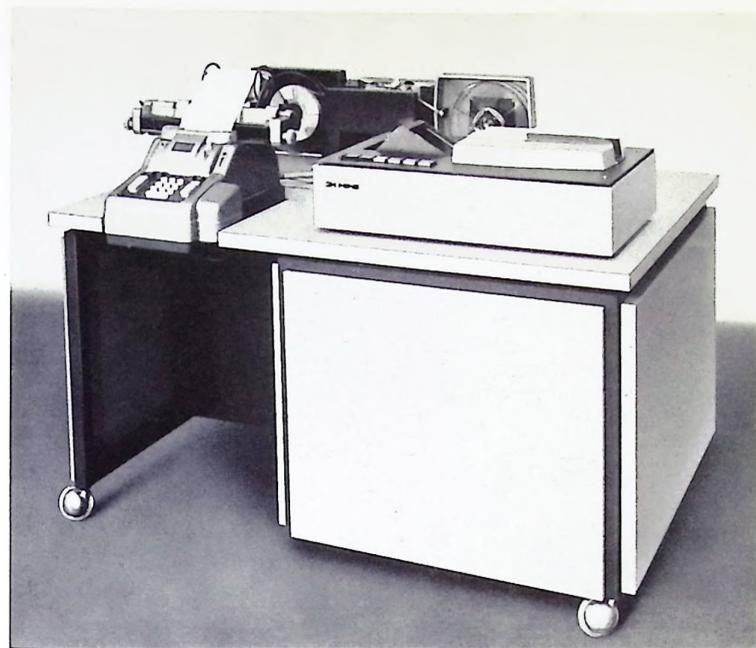
12



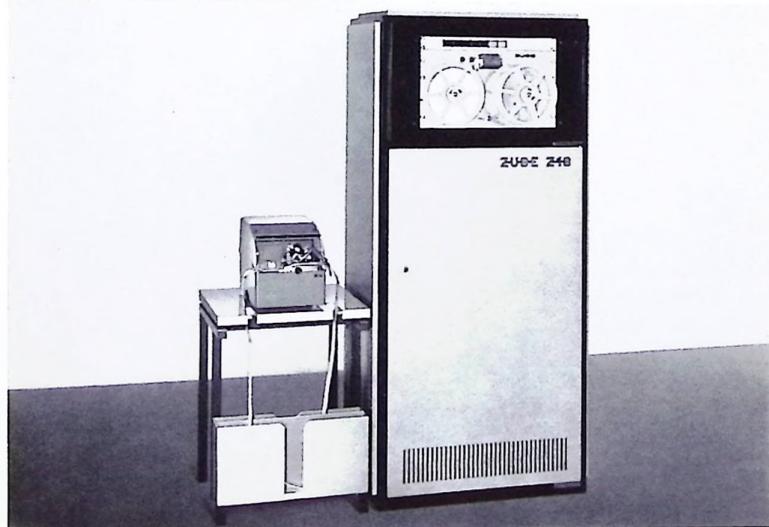
13



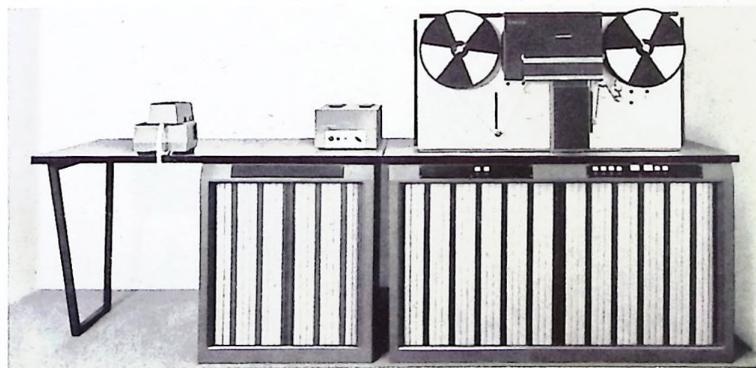
14



15



16



17

12  
ZUSE Z 80 – Elektronisches  
Zählgerät, in der Anwendung als  
Elektronisches Planimeter  
13  
ZUSE Z 64 Graphomat – Auto-  
matisches Zeichengerät

14  
ZUSE Z 16 – Datenerfassungs-  
platz zum Lochen, Prüfen und  
Duplizieren von Lochstreifen  
15  
ZUSE Z 19 – Automatischer  
Kassenplatz

16  
ZUSE Z 18 – Lochstreifen-  
gesteuerter Etikettenstanzer  
17  
ZUSE Z 84 – Filmumsetzgerät zur  
automatischen Auswertung von  
auf Registrierfilmen verschlüssel-  
ten Informationen

## Ehrungen für Konrad Zuse



Die selbsttätige Ausführung exakt formulierter Rechengänge war der Leitgedanke, den Dipl.-Ing. Konrad Zuse im Jahre 1934 dem Beginn seiner fast 30-jährigen Entwicklungsarbeit zugrunde legte. In Anerkennung dieses bedeutenden Beitrages, den Konrad Zuse in Theorie und Praxis zur Entwicklung von programmgesteuerten Rechenanlagen geleistet hat, verlieh ihm die Technische Universität Berlin am 18. 7. 1956 die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber.

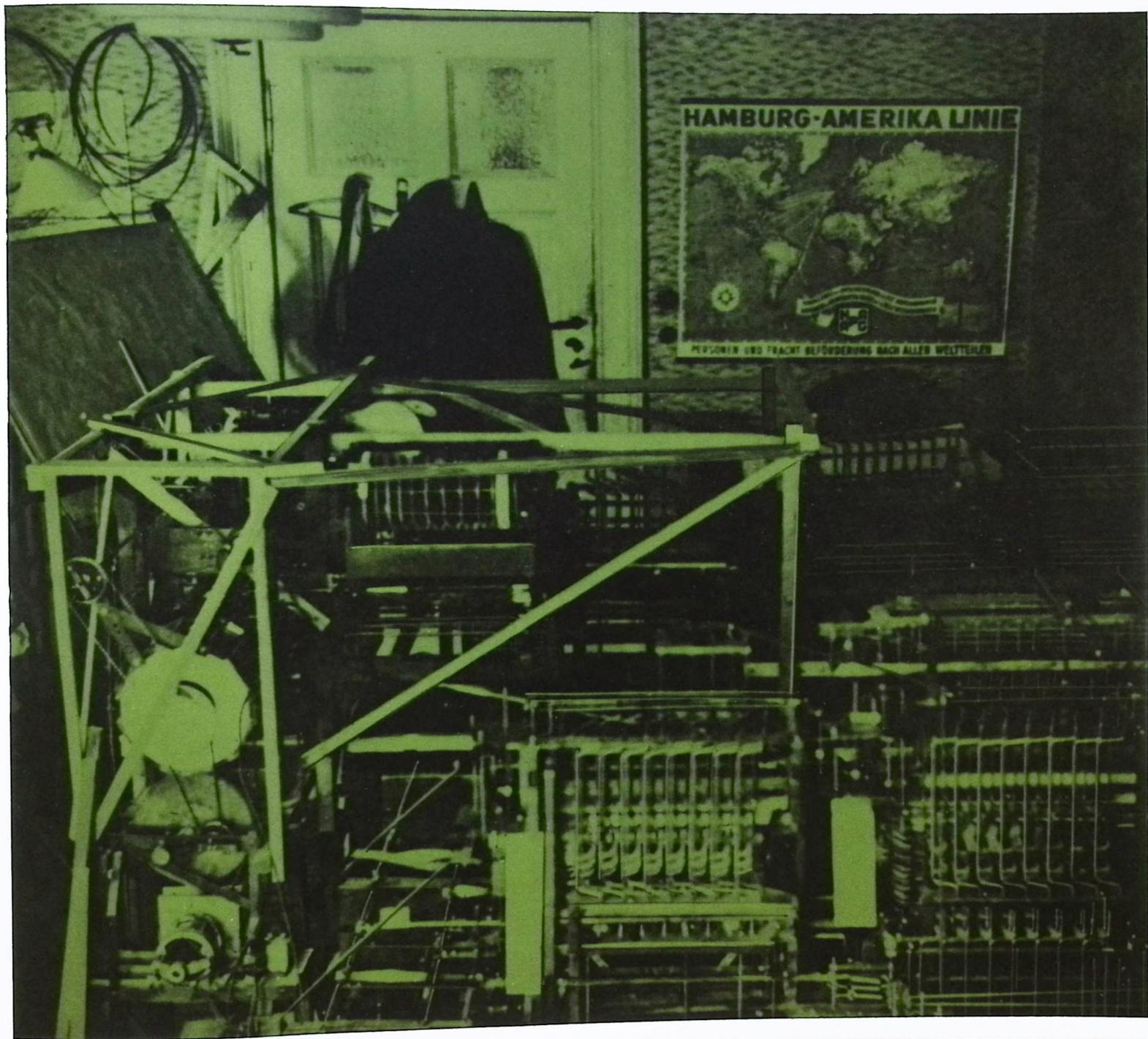
Von der American Federation of Information Processing Societies wurde Konrad Zuse zusammen mit Georg R. Stibitz am 1. 12. 1965 in Las Vegas (Nevada) die Harry Goode Memorial Award zugesprochen. Diese Auszeichnung trug vor Zuse und Stibitz nur Howard H. Aiken, der Schöpfer des ersten amerikanischen Rechenautomaten.

Wenig später, am 13. 12. 1965, erhielt Zuse die höchste deutsche Auszeichnung für Pionierleistungen auf dem Gebiet des Ingenieurwesens, den Werner-von-Siemens-Ring.

Ein Jahr später – 1966 – wurde Konrad Zuse zum Honorarprofessor der Universität Göttingen ernannt, nachdem er schon vorher von der ETH Zürich und der TU Berlin Lehraufträge erhalten hatte.



Abb. rechts:  
Berlin 1936 – Die ZUSE Z 1 im  
Aufbau



Wir danken allen Freunden des  
Hauses ZUSE, die uns Infor-  
mationsmaterial und Fotos zur  
Verfügung gestellt und damit die  
Herausgabe dieser Schrift ermög-  
licht haben.

Herausgeber: ZUSE KG, Bad Hersfeld

Schriftleitung, Presse- und Werbeabteilung  
Layout und Gestaltung: der ZUSE KG  
in Zusammenarbeit mit  
Glahé International GmbH, Köln  
und Walter Spahn, Fotograf,  
Heidelberg

Klischees: Hoppe, Ruthe & Co., Herford  
Gebr. Versloot, Kassel

Druck: Buchdruckerei Friedrich Mohr KG,  
Bad Hersfeld

