

Arbeitsplatz GD'71 – KRS 4201 – ESER für Computergraphik und Computergeometrie

Manfred Ludwig	Wolfgang Franke	Rainer Ortleb	Dieter Monjau
Institut für Wissenschaftliches Rechnen Technische Universität Dresden Mommsenstraße 13 01062 Dresden ludwig@math.tu-dresden.de	An der Flutrinne 21 01139 Dresden	Am Landberg 16 01737 Tharandt/ OT Pohrsdorf	

These:

Bis weit in die siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts haben noch die rechentechnischen Verarbeitungs-, Speicherungs-, Darstellungs- und Kommunikationsmöglichkeiten die Grenze zwischen Wollen und Können am Arbeitsmittel Computer deutlich bestimmt.

Zur Einordnung des Beitrages in die wissenschaftlichen Arbeiten des Lehmann-Institutes an der TH/ TU Dresden sollen zunächst einige Seiten des Institutes kurz vorgestellt werden, die bisher in den Vorträgen dieser Tagung noch nicht erwähnt wurden.

Neben den bekannten Beiträgen zur Mathematik und zur Entwicklung der digitalen Rechenautomaten D1 bis D4a wurde an diesem Institut durch Anregung und Unterstützung von Lehmann von seinen Mitarbeitern eine Anzahl von Geräten entwickelt und bis zur Funktionsfähigkeit gebaut, die der vorangestellten These voll und ganz entsprachen. Dazu zählen in den fünfziger und sechziger Jahren u.a. elektronische Analogiegeräte zur

- Nullstellenbestimmung von Polynomen,
- Lösung von linearen Gleichungssystemen,
- Lösung gewisser partieller Differentialgleichungen mittels Widerstandsnetzwerken,
- Lösung spezieller Rand- und Eigenwertproblemen durch Erweiterung konventioneller Analogrechner mit Hybridsteuerzusatzgeräten.

Anfang der siebziger Jahre, das Ende der Analogrechnerära war bereits abzusehen, begannen am Lehmann-Institut Arbeiten zur Entwicklung von gerätetechnischen Voraussetzungen zur Behandlung von graphisch-geometrischen Problemen. Dazu schlossen sich 1972 an der Sektion Mathematik der TU Dresden einige Geometer und Rechentechniker zu einer Forschungsgruppe Digitalgeometrie, später Computergeometrie, zusam-

men, deren wesentliche Zielrichtung darin bestand, Methoden der konstruktiven, analytischen und Differentialgeometrie unter Einbeziehung moderner Mittel der Informationsverarbeitung für die Bearbeitung natur- und ingenieurwissenschaftlicher Aufgaben zu entwickeln und für die Ausbildung und Praxis bereitzustellen.

Zu dieser Zeit stand für derartige Arbeiten in der DDR praktisch nur ein importiertes grafikfähiges Bildschirmgerät im Kombinat Schiffbau Rostock zur Verfügung. So entstand im Wissenschaftsbereich von Professor N. J. Lehmann an der Technischen Universität Dresden (Sektion Mathematik) in der Zeit von 1976 bis 78 auf der Grundlage eines ungarischen interaktiven graphischen Bildschirmgerätes GD'71 und dem DDR-Kleinrechnersystem KRS 4201 ein ESER-koppelbarer Digitalgeometrischer Arbeitsplatz.

1 Gerätetechnische Konfiguration

1.1 Graphisches Bildschirmgerät GD'71

Die wesentlichen Bestandteile des ungarischen graphischen Displays GD'71 waren der vektororientierte Bildschirm, der Bilderzeugungsteil (Generatoren und Ablenkverstärker) und die Displaysteuereinheit.

Technische Daten

Bildschirm (Vektor-Display)

Durchmesser: 24" (60 cm), rund

Nutzbare Fläche: 36 cm x 36 cm

Auflösung: 1024 x 1024 Punkte durch Vektor ansteuerbar

Abstand zwischen zwei Punkten (etwa) 0,35 mm

Bilderzeugungsteil (Generatoren und Ablenkverstärker)

Vektorgenerierungszeit:

10 - 100 ms in Abhängigkeit von den Vektorlängen

Gesamtlänge einer flimmerfreien Vektordarstellung: 220 m

Generierung einer Position: 8 - 40 μ s

Zeichengenerierung:

64 ASCII Zeichen (4 mm x 6 mm)

minimale Zeichenanzahl für flimmerfreies Darstellen: 2000

Displaysteuereinheit

Periphere Einrichtungen, Lichtstift, Positionierkugel, Funktions- und alphanumerische Tastatur

Der **Bildwiederholpeicher** ist nicht Bestandteil des GD'71 und wird im KRS- Hauptspeicher mit 4k-KRS-Worte (8 KByte) realisiert.



Abbildung 1: Graphisches Bildschirmgerät GD'71

Der Rechner KRS 4201 diente als Steuerrechner für das graphische Display.

1.2 Kopplung des GD'71 an den KRS 4201

Zur Kopplung des GD'71 mit dem KRS 4201 wurde eine Displaysteuereinheit entwickelt, die folgende Aufgaben zu bewältigen hatte:

- Sicherung des Direktzugriffs der Bildschirmeinheit über den nichtprogrammierbaren Speicherkanal zum Speicher des Steuerrechners für die Abarbeitung des Displayfiles zum Zwecke der ständigen Bildwiederholung. Dazu war eine Decodierung der Displaybefehle (Steuer- und Bildbefehle), einschließlich der Festlegung der internen Operationsfolge, der Ansteuerung der Bildgeneratoren und der Steuerelektronik notwendig.
- Verarbeitung der Unterbrechungsanforderungen der Dialogeinrichtung.
- Füllen und Lesen der Register vom Display-Steuerrechner aus, die in der Display-Steuereinheit selbst enthalten sind, um die Dialogaktivitäten im Steuerrechner verarbeiten zu können.

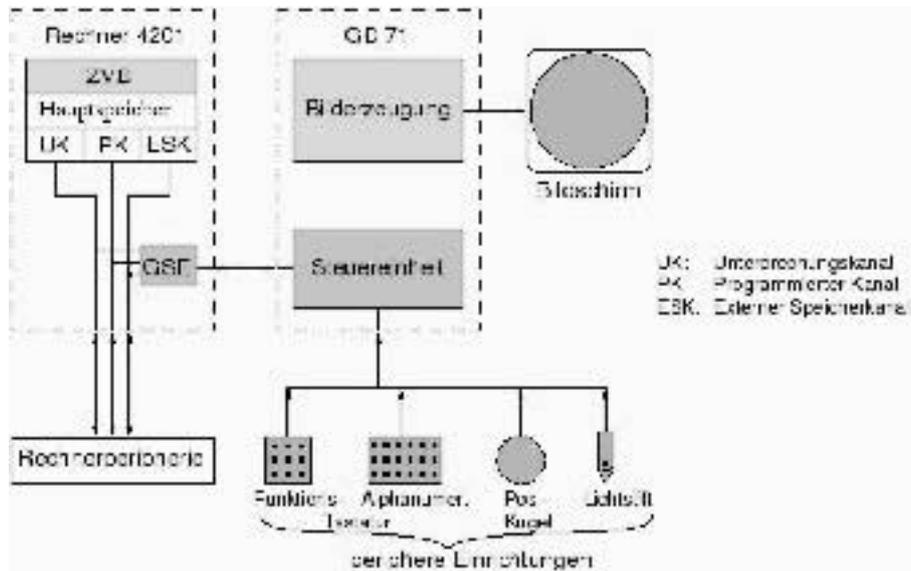


Abbildung 2: Bestandteile des graphischen Terminals

1.3 Kopplung des graphischen Terminals KRS/GD'71 an ESER

Die ESER-Kopplung erfolgte speziell an den Rechner ES-1022. Dabei galt es zu beachten:

- Erreichen einer hinreichend großen Übertragungsgeschwindigkeit der Informationen (Bildschirminhalt max. 8 KByte)
- Überwindung einer vorgegebenen Entfernung zwischen Terminal und Großrechner (etwa 120 m)

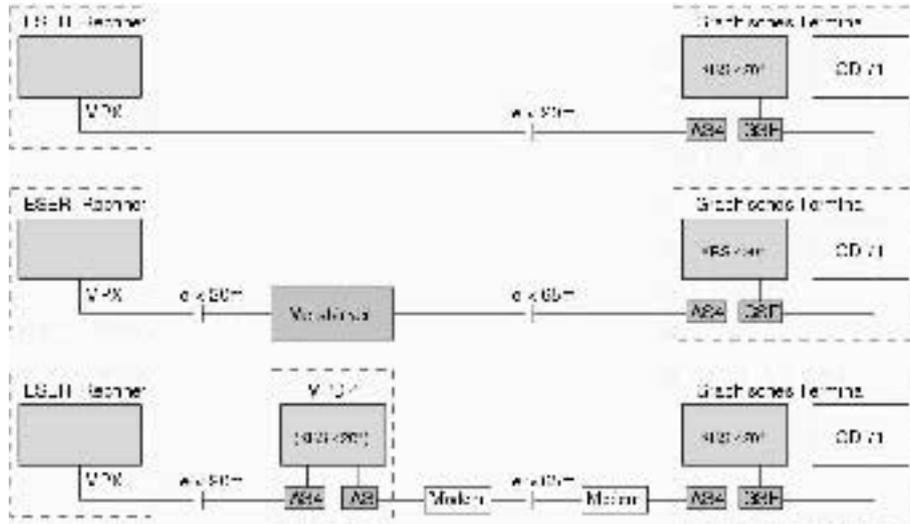


Abbildung 3: Kopplungsvarianten des graphischen Terminals mit ESER-Rechnern

Der KRS als Displaysteuerrechner wurde durch eine Anschlußsteuereinheit AS4 erweitert und übernahm somit gleichzeitig die Funktion des Multiplexers MPD4.

Zwischen KRS und ESER wurde eine Verstärkerstation geschaltet. Die reale Übertragungsgeschwindigkeit (auch bedingt durch das Betriebssystem ES/OS bzw. ES/DOS) lag in der Größenordnung von 20 KByte/s.

Softwareseitig wurde eine Terminalzugriffsmethode entwickelt und für ESER und KRS 4201 funktionsfähig implementiert. Sie gestattete den Austausch von Steuerinformationen und Daten in Blöcken variabler Länge zwischen dem ESER-Rechner und dem KRS während im KRS Applikationsprogramme liefen. Der Aufruf der Routinen erfolgte E-SER-seitig im Betriebssystem DOS/ES bzw. OS/ES in PL1, FORTRAN oder Assembler, KRS-seitig in FORTRAN oder Assembler.

2 Programmierung des DGA

Für graphische Bildschirmsysteme sind folgende drei Aufgaben charakteristisch:

- **Anpassung des** für graphische interaktive Bildschirmgeräte spezifischen **Ein-/Ausgabeverhaltens** an die Bedürfnisse des Systemanwenders durch entsprechende vermittelnde Software,
- **Bereitstellung eines problemorientierten, allgemeinen oder graphischen Alphabets** für die Kommunikation zwischen Anwender und System über das Bildschirmgerät,

- **Organisation von Strukturbeziehungen**, die die Tätigkeit des Anwenders unterstützen,
- **Einbeziehung der interaktiven Bedienelemente** Lichtstift, Funktionstastatur, alphanumerische Tastatur und Positionierkugel für einen Bildschirmdialog mit dem Rechner im Rahmen des Nutzerprogramms.

Zur Darstellung eines Bildes auf dem Bildschirm mußte im Hauptspeicher des Kleinrechners eine durch die Steuereinheit des Bildschirmgerätes interpretationsfähige zusammenhängende Folge von 16-Bit-Bildschirmworten erzeugt werden. Die Folge bestand aus Befehls- und Datenworten für u.a. das Positionieren sowie das Darstellen von Strecken, Kreisbogen und Schriftzeichen. Die Helligkeit konnte in 4 verschiedenen Intensitätsniveaus gesteuert werden. Es standen 4 Linienarten zur Verfügung. Das durch die Bildschirmwortfolge beschriebene Bild war sichtbar, wenn innerhalb dieser Folge für einen zyklischen Durchlauf gesorgt wurde (Sprung zum „Anfang“ am „Ende“).

Die Menge aller darstellungsfähigen Speicherbelegungsabschnitte war das sogenannte Displayfile.

Die Erzeugung von Bildschirmwortfolgen konnte auf verschiedenen Niveaus vollzogen werden:

- unmittelbarer **bitweiser Aufbau** des Bildschirmcodes
- Benutzung von **Bildschirmcodegeneratoren** (eine Art Unterprogrammtechnik)
- **Erzeugung** bildinhaltlich orientierter Unterprogramme, programmiert in Assemblersprache, **aufrufbar in höheren Sprachen** auch über den Großrechner

Auf allen Stufen der Programmierung sollte ein Eingriff in die Struktur des Displayfiles möglich sein (einhergehend mit dem Aufbau und der Verwaltung einer geeigneten Datenstruktur).

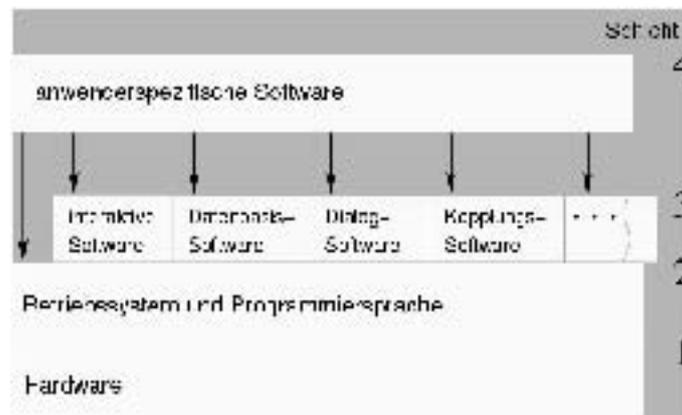


Abbildung 4: Generelle Softwarearchitektur

Mit der Einbeziehung der interaktiven Bedienelemente Lichtstift, Funktionstastatur, alphanumerische Tastatur und Positionierkugel konnte ein Bildschirmdialog mit dem Rechner im Rahmen des Nutzerprogramms ermöglicht werden.

Somit wurde für den Arbeitsplatz GD'71/KRS ein spezielles Betriebssystem (Erweiterung des KRS-Betriebssystems) entwickelt.

Bestandteile:

- Displayfilebereich: 4 k-Worte
- Konvertierung der KRS-Formate und konventionelle Ein-/Ausgabe: 2 k-Worte
- Kommando- und Steuerteil: 0,5 k-Worte
- Minimalversion einer graphischen Programmierung passiv GPP: 0,5 k-Worte
- Minimalversion einer graphischen Programmierung aktiv GPA: 0,5 k-Worte
- Nutzerunterstützungspaket: 3 k-Worte

Damit blieben noch 5,5 K-Worte des 32 Kbyte-KRS-Speichers zur Aufstockung des Betriebskomforts bzw. für Nutzerprogramme verfügbar.

In einer nächsten Ausbaustufe des DGA wurde das Betriebssystem dahingehend erweitert, daß mit Sprachelementen der Programmiersprache FORTRAN am KRS gearbeitet werden konnte. Der KRS-FORTRAN-Compiler war dabei verwendbar. Die Entwicklung der Basissoftware wurde von Robotron unterstützt.

Die weitere Entwicklung verlief in Richtung Entwicklung von „geometrieorientierten“ Fachsprachen, die intern spezielle Algorithmen zur Erzeugung und Darstellung graphisch/geometrischer Objekte ansteuerten zum Zwecke des „Rechnergestützten Konstruierens“. Programme derartiger Fachsprachen wurden mit Vorcompilern (DEPOT) in Programme gängiger Programmiersprachen übersetzt und konnten damit an „beliebigen“ Rechnern laufen.

3 Einsatz des Digitalgeometrischen Arbeitsplatzes

Der DGA wurde trotz seiner recht geringen Ressourcen für einfache Aufgaben der Modellierung und des „Rechnergestützten Konstruierens“ eingesetzt.

Mit Unterstützung von ZFT Robotron Dresden kam das Gerätesystem KRS-GD'71 an verschiedenen Stellen in der DDR und in Dubna (UdSSR) zum Einsatz.

An der TU Dresden wurde der KRS gerätetechnisch aufgerüstet (Speichererweiterung auf 32 k-Worte, Anschluß einer Magnetrommel und eines Magnetbandes).

Im Folgenden werden einige Einsatzgebiete vorgestellt.

Umformtechnik Erfurt: *Erstellung der Zuschnittlayouts für „Bleche“ von Schweißbaugruppen*

Im Rahmen einer Gesamtkonzeption für ein rechnergestütztes Entwurfssystem für Schweißbaugruppen wurde die Erstellung der Zuschnittlayouts für „Bleche“ von Schweißbaugruppen in Verbindung mit fertigungstechnischen Verfahren entwickelt.

Die geometrische Beschreibung der planaren Teile erfolgte mit einer dafür entwickelten Eingabesprache. Eine spezielle Menütechnik erlaubte eine interaktive rechnergestützte Anordnung der planaren Einzelteile unter Berücksichtigung von rechnergesteuerten technologisch bedingten Abstandsvorgaben und einer möglichst guten Flächenausnutzung.

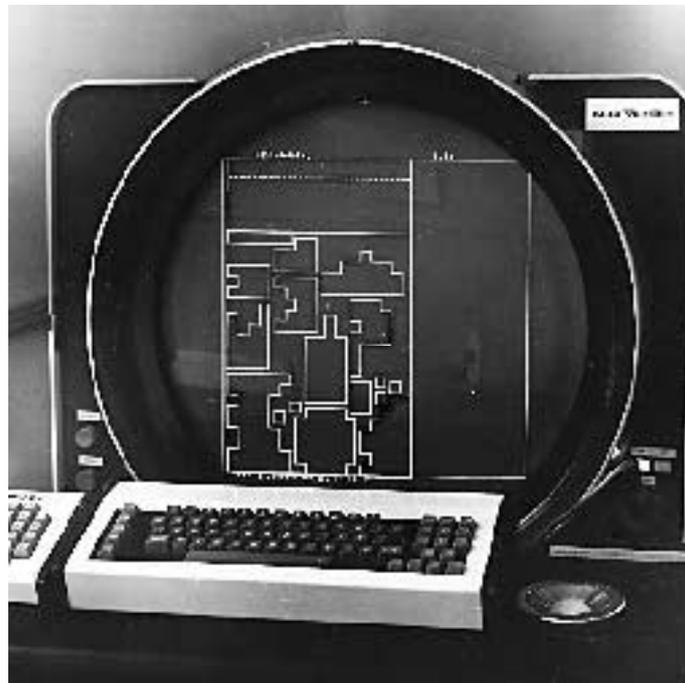


Abbildung 5: Bildschirm mit Layout für Blechplan

TU Dresden: *Simulation von Verfahren der Werkstoffdiagnostik in der Werkstoffkunde*

Werden Werkstoffproben (Einkristalle) mit feinfokussierten Elektronenstrahlen beschossen, entstehen Spektrogramme, die auf einer Fotoplatte aufgefangen werden können. Die fotografierten Muster lassen Schlüsse auf den Charakter des so untersuchten Werkstoffes zu. Die zu erwartenden Bilder wurden durch entsprechende Software auf dem Bildschirm simuliert. Im Dialog am Bildschirm konnten durch Veränderung der physikalischen Parameter schließlich mit dem Foto übereinstimmende Kreisschnittmuster erreicht werden, damit also die Probe durch Vergleich von Simulation und tatsächlicher Aufnahme diagnostiziert werden. Dadurch stand dem Werkstoffdiagnostiker ein schnelles und hocheffektives, international neuartiges Auswertungsverfahren zur Verfügung.

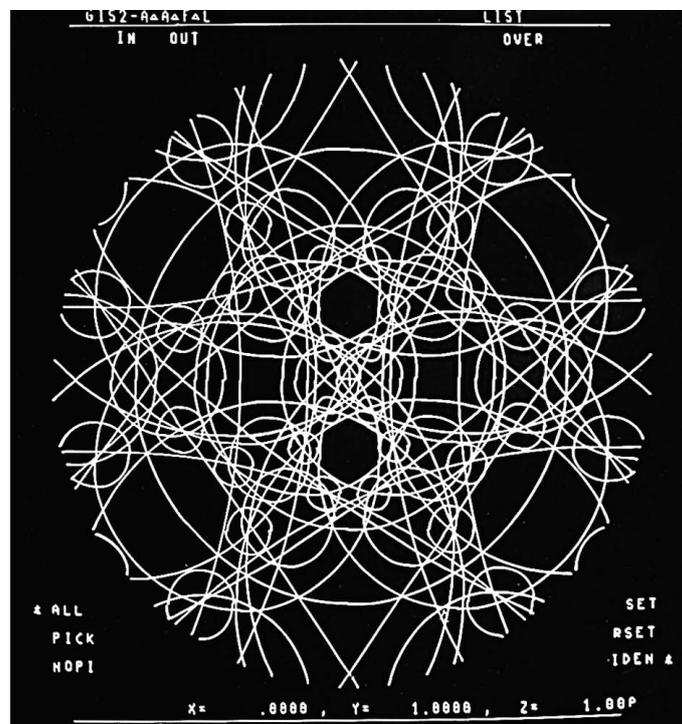


Abbildung 6: Simulation eines Spektrogrammes

TU Dresden: *Getriebetechnik*

Abstrakt sind Mechanismen, wie etwa ein Bagger, Gliedergetriebe. Im Dialog am Bildschirm werden aufwendige Konstruktionsaufgaben erleichtert, da der Entwickler visuell unterstützt wird und den Einfluß von Parameteränderungen prompt verfolgen kann. Gepaart mit seiner Erfahrung als Ingenieur lassen sich also die abschließenden genaueren Berechnungen etwa an einem leistungsfähigeren Großrechner gezielt vorbereiten.

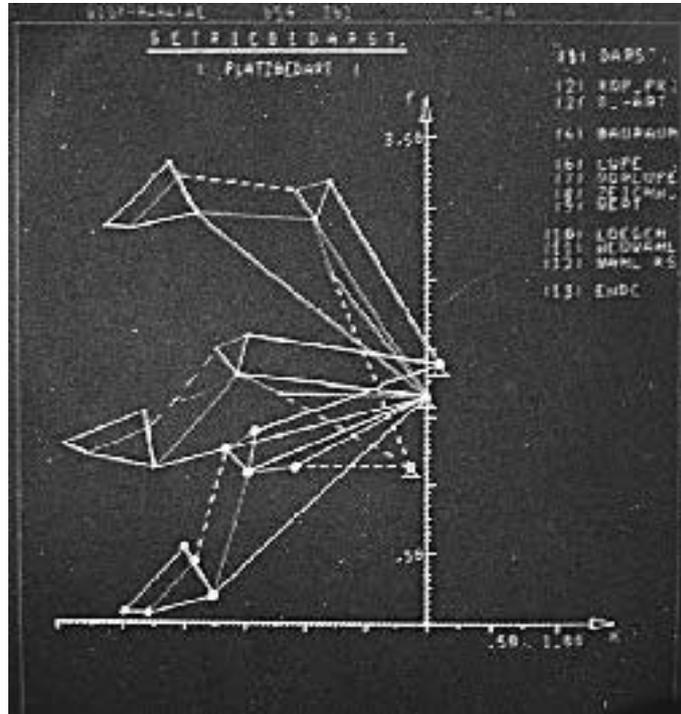


Abbildung 7: Entwurf eine Gliedergetriebes

Forschungszentrum Dubna: *Simulation von Prozessen in Kernreaktoren*

Im Forschungszentrum Dubna bestand der Bedarf, kerntechnische Versuche nach unterschiedlichen Kriterien ohne mühsame manuelle Aufbereitung auswerten zu können. Dazu wurden die umfangreichen Daten der z.T. über Monate laufenden Versuchsreihen am interaktiven graphischen Bildschirm im direkten Dialog aufbereitet. Diese Aufgabe in Dubna beschleunigte auch die Arbeiten zur Kopplung ESER-seitig wesentlich, da in Dubna großzügig Rechenzeit am ESER zur Verfügung gestellt wurde.



Abbildung 8: Dubna - Simulation von Prozessen in Kernreaktoren

Weiteren Einsatz fand der DGA u.a. im Chemieanlagenbau zur Konstruktion (von Teilen) von Chemieanlagen und im Kombinat Fritz Heckert Karl-Marx-Stadt zur Konstruktion und Berechnung von Werkzeugmaschinen

4 Schlußbemerkung

Teile des DGA's (GD'71 und Displaysteuereinheit) befinden sich heute in den Technischen Sammlungen der Stadt Dresden.

Literaturverzeichnis

- Franke, Wolfgang et al.: Gerätetechnische Voraussetzungen und Programmierungsmethoden für einen digitalgeometrischen Arbeitsplatz. In: *Wiss. Z. Techn. Univers. Dresden* 27 (1978), 2, S. 327-331.
- Lehmann, N. J. (Hrsg): Dokumentation Digitalgeometrischer Arbeitsplatz GD'71 – KRS 4201 – ESER, Seite Kleinrechner, Weiterbildungszentrum für Mathematische Kybernetik und Rechentechnik Informationsverarbeitung. *Techn. Univers. Dresden, Sektion Mathematik*, Heft 31 (1978).