Programm und Diagramm

Überlegungen zum digitalen Bild und zur Automatisierung anhand der Computergrafik der 1960er Jahre von Frieder Nake

Michael Rottmann

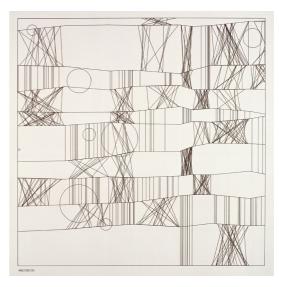
Es gibt keine Daten ohne Datenträger. Es gibt keine Bilder ohne Bildschirme.¹ Claus Pias (2003)

Ein technisches Bild entziffern heißt nicht, das von ihnen Gezeigte entziffern, sondern ihr Programm aus ihnen herauszulesen.² Vilém Flusser (1985)

1. Was war ein digitales Bild?

[...]

Gebraucht wurde die am 13. September 1965 am Recheninstitut der Technischen Universität Stuttgart entstandene Computergrafik 13/9/65 Nr. 2, "Hommage à Paul Klee" (1965) im engeren Sinne nicht, jedenfalls was die beruflichen Zielsetzungen ihres menschlichen Erzeugers, dem damals 26-jährigen Mathematiker Frieder Nake, angeht (Abb. 1). Sie repräsentierte keine technisch-wissenschaftlichen Sachverhalte, mit ihr waren nicht etwa Differentialgleichungen grafisch zu lösen, ohne dafür händisch Zahlenwerte auf Millimeterpapier zu zeichnen.⁴ Es sei dahingestellt, ob die Grafik zum Zeitpunkt ihrer Entstehung als ein Kunstwerk gelten kann, als ein solches war sie gedacht und wird sie heute wahrgenommen.5 In jedem Fall erweist sie sich als ein interessanter Gegenstand und fruchtbarer Ausgangspunkt für Überlegungen zum digitalen Bild,



1 Frieder Nake, 13/9/65 Nr. 2, "Hommage à Paul Klee" (1965), Computergrafik, Zuse Z 64 Graphomat, schwarze Tinte auf Papier, 40×40 cm [1966 auch als Klee, mittlerweile kurz als Hommage à Paul Klee bezeichnet]



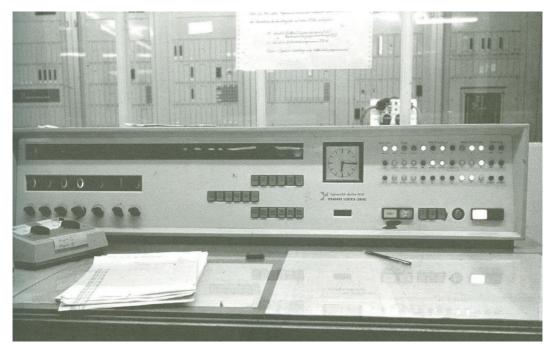
2 Anlage des SEL ER 56 (undatiert, um 1961)

weil letzteres historisch zu denken ist und die durch Paul Klees Werk *Hauptweg und Nebenwege* (1929) inspirierte Grafik durch Anwendung eines digitalen Großrechners entstanden ist – zu einer Zeit, in der die heutige digitale Kultur maßgeblich einsetzte.

Ein solches Verständnis von einem digitalen Bild, das im Zusammenhang mit einem Digitalcomputer steht, hatte sich maßgeblich seit den 1940er Jahren herausbilden können. Der traditionsreiche Begriff, digital' wurde vermutlich 1938 im Umfeld der Elektrotechnik um seine mathematisch-medientechnische Bedeutung erweitert - im Sinne von diskret, in endlichen, getrennten Einheiten, symbolisch-numerisch, ohne Umwandlung in physikalische Größen operierend - und wurde sodann zur Abgrenzung vom Analogrechner und dessen Funktionsweise auf den Digitalcomputer bezogen, womit die medientechnische Leitdifferenz ,analog/digital' geboren war.6 Letztere machte eine beachtliche Diskurs-Karriere, die im Speziellen durch ihre Erörterung in Nelson Goodmans Symboltheorie Languages of Art (1968) angekurbelt wurde, und erfuhr mittlerweile,

wie die Begriffe 'analog' und 'digital', im Zuge des Post-digital-Diskurses ihre Dekonstruktion.⁷ Zur 'Bild-Maschine' geworden war der Digitalcomputer um 1950, als erste Exemplare wie *Whirlwind* mit Bildschirmen (etwa Kathodenstrahlröhren), verschaltet wurden.⁸ Spätestens mit Ivan Sutherlands grafikfähigem Interface-System *Sketchpad* (1963) und Michael Nolls Aufsatz *The Computer as a Creative Medium* (1967) wurde der Digitalcomputer als ein Bildmedium aufgefasst und in seiner Anwendung als ein solches, auch interaktiv operabel.⁹ Wurden 1966 in einer Werbung der General Motors Research Laboratories "picture" und "digital computer" im Zusammenhang genannt, so war spätestens 1974 im deutschsprachigen Diskurs vom "digitalen Bild" die Rede.¹⁰

Gut nachvollziehbar sucht und nennt die Mediengeschichte solch historische Primate. Technikgeschichtlich wäre die Bildschirmarbeit für Frieder Nake möglich gewesen. Computergrafiken wie Hommage à Paul Klee entstanden jedoch weder am Bildschirm, noch wurden sie auf einem solchen dargestellt. 11 Dafür ist weniger entscheidend, dass Nake 1963, als er mit seinen Computergrafiken begann, nichts von dem im gleichen Jahr in den USA entwickelten "Sketchpad'-System wusste, 12 sondern vielmehr, dass in den 1960er Jahren Großrechner-Anlagen verbreitet bildschirmlos waren: Demgemäß verfügt der seit 1960 an der Technischen Universität Stuttgart betriebene "elektronische Rechenautomat" SEL ER 56, der seit 1956 von der Firma Standard Elektrik Lorenz AG in Stuttgart-Zuffenhausen gebaut wurde, lediglich über ein numerisches Kontrolldisplay (Abb. 2 und 3). 14 Die Grafik wurde also programmiert, prozessiert und geplottet, ohne dass Nake in diesem "unsichtbaren Prozess' wissen konnte, wie sie aussehen würde, weshalb sie 1966 von der Kritik als "reine Maschinenkunst" 15



3 Konsole des Großrechners SEL ER 56 an der Technischen Universität Stuttgart vor der Trennscheibe des gekühlten Rechnerraums (um 1965)

bezeichnet wurde. All dies macht Nakes Computergrafik interessant für Überlegungen zum digitalen Bild, insbesondere zu dessen Medialität und Entstehungsprozess.

[...]

[...]

4. Im Zentrum des Rechnens: Programmieren um 1965

Wie lief der Entstehungsprozess der Grafik Hommage à Paul Klee ab? In den 1960er Jahren war die Vorstellung verbreitet, dass der Computer von selbst arbeitet – diese mehr als fragwürdige Vorstellung von der Autonomie der Maschine wirkt bis in die aktuellste Debatte um Künstliche Intelligenz (KI) hinein. Als der Kunstkritiker Günther Vogt in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 9. Februar 1966 bezüglich der künstlerischen Computergrafik die wiederkehrende Rede vom Knopfdruck be-diente, so relativierte er sie immerhin, indem er notwendige Vorarbeiten eines (selbstredend männ-lichen) Programmierers beschrieb.⁵⁰ Diese Rede mag sich durch die vorherrschende, auch existentiell aufgeladene, besonders auf den Bereich der Ökonomie bezogene Automatisierungsdebatte sowie die Geschichte von Apparate-Werbung erklären, die (etwa im Haushalt) Simplifizierung versprach und in welcher der Kodak-Slogan für Fotoapparate You press the button, we do the rest. vermutlich am nachhaltigsten Eingang in das kollektive Gedächtnis gefunden hat. Der Realität der Computerpraxis in den 1960er Jahren entsprach dem keineswegs, im Gegenteil: Die Herstellung von Computergrafik war ein aufwendiger, mehrstufiger, auch nicht linearer, teils rekursiver Prozess, der sich, je nach techni-schen Gegebenheiten, mehr oder weniger komplex gestaltete. Man ist geneigt zu sagen, Nake drückte Knöpfe und tat den Rest. Im Fall des Settings an der TU Stuttgart handelte es sich wenigstens um ein Zusammenwirken von Programmierer, Computer, Programmen, Datenträgern sowie Peripheriegerä-ten, insbesondere einem Plotter sowie Papier und Farbstiften. Im Kern musste ein Programm erstellt und auf dem Computer ausgeführt, dessen Ergebnisse über einen Datenträger auf den Plotter übertra-gen und von diesem gedruckt werden. Demgemäß beschrieb Nake 1966 seine Vorgehensweise, typisch für die Zeit die Automatisierung betonend, mit folgenden "drei Arbeitsgängen": 1. "Aufstellen eines Programms für die Rechenanlage", 2. "Automatisches Durchführen des Programms auf der Rechen-anlage", 3. "Automatisches Umsetzen der ausgegebenen Informationen, die in einem Lochstreifen ent-halten sind, in die Linien der Zeichnung durch die Zeichenmaschine". 51

Konkret war es die Aufgabe des Programmierers, den Rechenautomat in solch einer Weise in Ma-schinencode beziehungsweise Assembler mit Anweisungen beziehungsweise Zahlen zu 'füttern', so-dass ein Programm, weil es zu dieser Zeit zumeist nicht kommerziell erworben werden konnte, zur Verfügung stand, das bei seiner Ausführung die gewünschten Berechnungen durchführte und Ergeb-nisse lieferte. Dafür besaß der SEL ER 56 ein Bedienungspult mit Kontrolllampen, einer Uhr und vor allem Knöpfen und Drehreglern als Eingabeeinheit, das um eine Tastatur ergänzt werden konnte (Abb. 3). Die sieben Drehschalter (links unten) dienten der Eingabe der Werte 0 bis 9 in die Bereiche 'Adresse' (vier Stellen), 'Register' (eine Stelle eines besonders schnellen Speichers) und 'Code' (zwei Stellen), zum Beispiel bedeutete "1000/1/15" Addieren, was in der siebenstelligen numerischen An-zeige darüber angezeigt wurde (hier "0000010"). In der 14-stelligen Anzeige ganz oben gaben die ers-



4 ZUSE Z 64 Graphomat, Anlage an der Technischen Universität Stuttgart (vermutlich 1965, nicht später als 1966)

ten sieben Stellen den Inhalt des Akkumulators, die nächsten sieben Stellen den Inhalt des Multiplikators in Dezimalziffern von 0 bis 9 an.

Wie die Programmierer seiner Zeit, musste Nake, anders als in der Theorie des Programmierens, die sich an dem idealen, abstrakt-mathematischen, mit sequenziellen Abläufen operierenden Modell der Turing Maschine orientierte, mit einer realen, konkreten, physikalischen Maschine und ihren Eigenheiten zurechtkommen. Diese Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis war seit den 1940er Jahren erkannt worden: Programmierung galt nicht mehr als eine rationale und simple 'straight-forward'-Angelegenheit, sondern eine spezielle intellektuelle Aktivität, die Kreativität, ein individuelles Vermögen und einen idiosynkratischen Stil erforderte, weshalb – wohl auch in Anlehnung an die frühe Druckkunst – im Feld der 'Computer Science' von "black art" und mit Blick auf die notwendigen, aber merkwürdigen und trickreichen Vorgehensweisen von "unhygienic'-creativity" gesprochen wurde. Das "Problem des Programmierens" hatte sich in den 1960er Jahren verschärft, da immer mehr und leistungsfähigere Computer nicht mehr nur für spezifische Nutzungsanforderungen von Kunden gefertigt und eingerichtet wurden, sondern von diesen selbst für alle erdenklichen Aufgaben – dem Versprechen des Universalrechners gemäß – genutzt und programmiert werden wollten. Die Kluft zwischen der Leistungsfähigkeit von Hardware und Programmen wurde als "software crisis" bezeichnet.

An der TU Stuttgart musste Frieder Nake 1963, als der Zeichenautomat Z 64 Graphomat der Konrad Zuse KG Bad Hersfeld installiert wurde, ein "Übersetzungsprogramm"⁵⁸ erstellen, weil der Plotter mit dem SEL ER 56, also einem Großrechner eines anderen Herstellers betrieben werden sollte und für den Datenaustausch zwischen beiden Maschinen kein Druckertreiber, wie wir heute sagen würden, existierte. Im Zuge der Erarbeitung dieser Software, die für wissenschaftliche Anwendungen gedacht war, überlegte Nake eigene Grafiken zu schaffen. Einerseits, um den Graphomat aus-



5 ZUSE Z 64 Graphomat in einer kompakteren Version, ein Teil des Lochstreifens liegt auf dem Boden (rechts unten)

zuprobieren und funktional zu testen, andererseits um ihn zu erkunden und seinen Möglichkeitsraum auszuloten. Es ist ein interessantes Detail, dass Nake seinen Gerätetest optimierte, indem er die Ansteuerung des Plotters nicht systematisch in alle Richtungen beziehungsweise für alle Positionen durchführte, sondern den selbst programmierten Zufall, auf Basis des informatischen Pseudo-Zufalls, nutzte, um nur die wenigen, sich daraus ergebenden Positionen, aber zugleich den Automat mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu prüfen.⁵⁹ Dies sei auch deshalb erwähnt, weil diese zufallsbasierte Vorgehensweise in gewisser Hinsicht der zur gleichen Zeit verbreiteten Strategie der methodischen Systematisierung von Entwurfsprozessen in Kunst und Design entgegenstand und der Zufall als Methode wegen seiner Nähe zur zeitgenössischen Physik in der Kunst, etwa in-

nerhalb der Minimal Art, auch abgelehnt wurde.⁶⁰ War schon Nakes Programmierpraxis für die wissenschaftliche Arbeit weit entfernt vom "Konsumverhalten des Knopfdrucks", wie Friedrich Kittler es einmal nannte, so musste er für seine zweckfreien Experimente mit der Computergrafik umso mehr "mit allen Knöpfen spielen", wie Kittler sein Plädoyer für "Synergien zwischen Mensch und Maschine" im Sinne einer kritisch-explorativen Praxis im Umgang mit Medientechnik umschrieb.⁶¹ Künstliche Intelligenz, die Nake während seines Studiums kennengelernt hatte, wurde in den 1960er Jahren in seinem Arbeitsumfeld diskutiert, sie spielte jedoch für seine Arbeit keine Rolle.⁶²

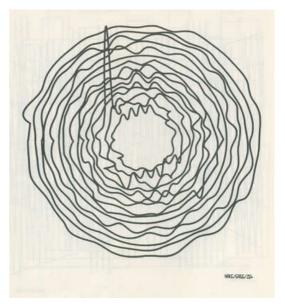
5. Computergrafik oder das Programm als Lochstreifen

Gedruckt wurde *Hommage à Paul Klee* mit einem Plotter, die hauptsächliche 'output-device' der 1960er Jahre. Der eingesetzte ZUSE Z 64 Graphomat (Abb. 4 und 5) war als ein lochkarten- oder lochstreifengesteuerter Zeichentisch und für Anwendungen des "automatischen Zeichnens"⁶³ etwa im Hoch- und Tiefbau, in der Geodäsie oder wissenschaftlichen Visualisierung entwickelt worden. Er bestand im Wesentlichen aus einer Bedienkonsole zur direkten Ansteuerung, einem Lochstreifenleser, dem flachen Zeichentisch für Großformate (Modell G1: 550 × 600 Millimeter, Modell G4: maximal 1200 × 1400 Millimeter) sowie dem Zeichenkopf, der mit vier Tuschestiften (Rapidograph), Punktstech- oder Graviernadeln bestückt und von zwei Dualstufengetrieben, mit einer Feinheit von einem sechzehntel Millimeter über Längs- und Querbewegungen in 225 Richtungen, exakt navigiert werden konnte, sodass gerade Strecken, Kurven, Buchstaben, Ziffern und weitere Schriftzeichen ausgegeben werden konnten, was dem Hersteller zufolge auf Papier, Karton, Folien, beschichtetem Glas und Metall geschehen konnte. ⁶⁴

Damit unterschied der Plotter sich beispielsweise von dem SEL Zeilen-Schnelldrucker SP 160, der keine Stifte aufnehmen konnte, und dem SEL Mosaik-Schnelldrucker, dessen Druckzeichen aus 5 × 5 Punkten zusammengesetzt wurden; beide Geräte konnten nur alphanumerische Zeichen drucken.⁶⁵ Nakes Grafik *Kreis-Variationen* (1966), in welcher die Radien konzentrischer Kreise zufällig

variiert werden, belegt eindrucksvoll, dass der Graphomat nicht bloß – wie oftmals in der Literatur beschrieben – gerade, sondern auch gekrümmte Linien zeichnen konnte (Abb. 6).

Es ist ein entscheidender Aspekt, dass der ZUSE Z 64 Graphomat in einer späteren Version, Compugraph genannt, "on-line" [sic!], das heißt über ein Datenkabel, mit dem Rechner Zuse Z 25 betrieben werden konnte,66 dass aber an der TU Stuttgart Graphomat und SEL ER 56 nicht direkt aneinander angeschlossen waren. Die Ergebnisse des Großrechners mussten zuerst auf einem Lochstreifen ausgegeben werden (auch eine Lochkarte war möglich), wofür SEL den Lochstreifenstanzer SL 614 und Lochstreifen-Schnellstanzer CR 3000 anbot. Der papierne Datenträger - heute würden wir einen USB-Stick für den Datenaustausch in relativer räumlicher Nähe benutzen - wurde vom Graphomat eingelesen. Auf Basis



6 Frieder Nake, Kreis-Variationen, Nr. 3 (04.05.1965), Computergrafik mit Zuse Z 64 Graphomat, schwarze Tinte auf Papier, 25×25 cm

dieser Anweisungen und indirekten Ansteuerung wurde *Hommage à Paul Klee* gedruckt. Man könnte formulieren: Das Programm als Lochstreifen. Tatsächlich erläuterte Nake 1967: "In unserem Fall ist das 'Programm' ein Lochstreifen, ein Magnetband oder ein Lochkartenstapel – je nachdem wie die Zeichenanlage gesteuert wird. Sie verarbeitet das vom Rechner gelieferte Material so, daß die Zeichnung entsteht." Allerdings war dies nicht immer so. Nachdem Nake eine Zeichnung programmiert und einen Lochstreifen erstellt hatte und damit nach Bad Hersfeld, dem Standort der Konrad Zuse AG, mit dem Zug fuhr, um den dortigen Graphomat zu nutzen, begann der Zeichenprozess, blieb aber stecken.

[...]

[...]

Vor Ort an der TU Stuttgart musste der Druckvorgang von Hommage à Paul Klee kontrolliert und gegebenenfalls in denselben eingegriffen werden: Die Tusche in den Stiften konnte eintrocknen, wenn sie längere Zeit nicht gebraucht wurden, was sich in der Farbgebung niederschlug. Das stellenweise feucht werdende Papier - Nake legte Wert auf qualitätsvolles und verwendete nicht etwa Standard-Druckerpapier - konnte sich wellen und musste korrigierend mit der Hand flachund dafür auf den Untergrund gedrückt werden.⁷² Er selbst beschrieb solcherlei Widrigkeiten: "Doch ist es in praxi eben so, daß Sie die Maschine selten unbewacht lassen können: die Tuschefüller trocknen ein oder schmie-ren, das Papier liegt nicht glatt auf der Glasplatte, der Lochstreifen reißt aus oder ist nicht einwandfrei gelocht."73 Nake, der seine Grafiken durchaus außerhalb der gewöhnlichen Arbeitszeiten schuf, wenn die Computersysteme nicht anderweitig im Einsatz waren, musste, um zeitökonomisch zu arbeiten, zwischen dem gekühlten Drucker- und Rechnerraum und seinem ungekühlten Arbeitsplatz "hin- und her rennen".⁷⁴ Manchmal entstanden dennoch Druckfehler beim Plotten, Artefakte auf dem Papier durch fehlerhafte Algorithmen oder Plotterfunktionen.⁷⁵ In solch unvorhergesehenen Phänomenen geht der Eigensinn der involvierten Materialien, ihre 'Agency' ein, zeigt sich im Bild die Technizi-tät der Medialität. Dabei handelt es sich nicht um eine Störung im Sinne einer künstlerischen Stra-tegie, sondern um Nebeneffekte der experimentellen Untersuchung eines Medien-Werdens. Es wird verständlich, weshalb Nake, wenn er 1967 feststellte, dass es in der Kunst Bereiche gebe, die "heute eben einfach programmierbar sind", zugleich klarstellte: "Mit Ausmerzung der Seele, Abschaffung des Schöpfungsprozesses, kaltem Automatismus hat das nichts, aber auch gar nichts zu tun." Die Unwäg-barkeiten bei der Materialisierung der digitalen Bilder machen umso mehr darauf aufmerksam, dass keine eineindeutige Abbildung zwischen Code und digitalem Bild in einem mathematischen Sinne existiert [...].

Im Speziellen kann ein Programm so angelegt sein, indem es etwa mit Pseudo-Zufall arbeitet, dass es viele unterschiedliche Bilder erzeugen kann. Um dieses Verhältnis von Potenz und Akt zu fassen, bestimmte Frieder Nake, als Mathematiker, Pla-tonist und Marxist, das Verhältnis von Programm und Bild über das Konzept der "Klasse"82. Ein Pro-gramm, das nur eine einzige Grafik erzeugen kann, ist denkbar und würde eine Klasse mit genau einem Element erzeugen – so etwas sei nach Nake der Programmierung nicht würdig und verkenne die Mög-lichkeiten des Computers. Das Konzept der Klasse erinnert uns daran, dass die Maschinen dieser Zeit nicht kreierten, vielmehr sind die realisierten Zeichnungen, die uns als Kreativleistungen der Ma-schine vorkommen mögen, alle in dem durch das Programm definierten Möglichkeitsraum enthal-

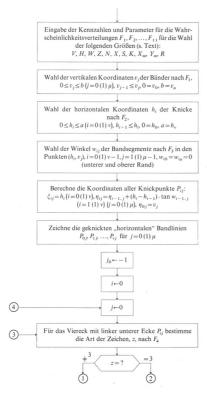
ten - daran ändern auch die oben angesprochenen Unvorhersehbarkeiten bei ihrer Materialisierung nichts. Was den Zufall angeht, so nutzte Nake nicht die Gleichverteilung, sondern arbeitete als promovierter Stochastiker mit eigenen Zufallsmethoden und insbesondere mit bedingter Wahrscheinlichkeit.84 Der Gebrauch des Zufalls adressiert, so möchte ich vorschlagen, das ohnehin mit der Computerarbeit aufgerufene kunsttheoretische Verhältnis von Original und Kopie. So werden die konkreten grafischen Blätter durch die mathematische Bestimmungsgröße Zufall in ihrem Sooder-So-Sein nicht nur auf einer ästhetischen. sondern auch auf einer konzeptuellen Ebene differenziert. Nicht alle möglichen Computergrafiken eines Programms – die Elemente einer Bild-Klasse - sind gleichwertig, weil manche grafischen Ausprägungen wahrscheinlicher, andere unwahrscheinlicher sind. Wird beispielsweise für jedes Feld eines gerasterten Blattes mit einer gegebenen Zufallsfunktion über die Füllung mit schwarzer Farbe entschieden, so ist ein vollständig bedrucktes oder unbedrucktes Blatt äußerst unwahrscheinlich.

	RECHENINSTITUT TH-STUTTGART					ER5	ER56	
	Pos.: Befehle:):	Befeh	l symbolisch:	Bemerkungen	
	лцоо	4000	0	67		1	Startleit	
		0000	0				Hamptoie	
		3000	0	67	-		£02720	_
		9,00 4	0	18	4			
5		91006	0	18	4.5		*	
	5	2000	0	49				
	- 3	4000	0	65	_		B03 P RO	_
	-	1999	0	6			Varuzi ffel	_
		1999	8	90		Vokol	→ 18	
10		9999	8	98		07106000	Brokadi = 9,993 1	
		4434	0	M.	-			
15	40	2,000	0	67			PROPRO	
		1999	0	23			-40 PKO	
			-			Wanzilla - o A		-
		800X	0	20	-	7	Mod anjable	-
	-	4.૧૧૧	0	_		90	00 XX	-
	15	0000	8	57		BAR netzen		
		1993	3	90		Blode an zake	-> 24	
15	-	0000	6	94				
	_	0010	3	9,8		-		
		9005	9	14				Н
	20	2,000	6	58	-	76 2000 1 (36)	10 Blocks - Troing	
		0.400	8	33	H	Blockada, so	no fines.	Н
	_	00 (0	5	95				Н
25		0100	6	9.3		KS - Adr.		H
25		9993	9	93.	T			-
	2.5	0000	3	38		widths meh	ibut ragui,	
		FOUR	0	14	1			-
		0000	+	83		911 8 max	netiece	-
30	-	0000	8	57		4		
35		1000	6	28				
	30	1407	9	91				
	-	8001	0	19	-		Socialtas, Ende Girdoner	H
		2997	0	-67	-		Parameter der Zeichnung.	
		1000	0	10	1		Startline!	
		2977	0	00	4			_
	35	1464	8	94	4	0 50 and	(ale Vertailes)	-
	-	1463	8		-			-
		8000	0	13		← (PROPRO)	Schalter, Eogin cins PROPRO	-
		00FA	0	67			Parameter find PROPRO	_

7 Frieder Nake, Code des Teilprogramms ZeiPro (Zeichenprogramm) des Programmpakets COMPART ER 56 (begonnen 1964)



8 Schablone aus Kunststoff für Flussdiagramme, Zubehör zum SEL 9829



9 Frieder Nake, Flussdiagramm zu Hommage à Paul Klee, 1974 (1965)

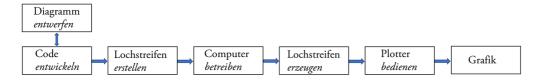
[...] Nake schrieb seine Programme zuerst mit dem Stift auf Papier – beide Hilfs-mittel liegen auf dem Arbeitstisch vor der Kon-sole des SEL ER 56 (Abb. 3). Für diese Arbeit standen vorgedruckte Codierungs-Blätter zur Verfügung (Abb. 7). Insbesondere, wenn es zu kompliziert wurde, etwa für komplexere Programme, nutzte Nake Flussdiagramme. 89

6. Das Programm als Diagramm

Ein Flussdiagramm (engl. ,flow chart') wird im Kontext der Programmierung verwendet, um die Funktionslogik eines Programms festzuhalten, zu kommunizieren und nicht zuletzt auszuarbeiten.90 In ihm können die Programmschritte je nach ihrer Funktion durch spezielle grafische Elemente - zum Beispiel ein Rechteck für eine einzelne Aktion, eine Raute für eine bedingte Verzweigung auf Basis einer Entscheidung oder ein Parallelogramm für eine Aus- oder Eingabe (etwa nach DIN 66001) mit darin befindlichen Anweisungen wiedergegeben und die lineare Abfolge (Sequenz) entsprechend der Verbindungen durch Linien oder Pfeile organisiert werden. Im Diagramm festgehalten ist im Speziellen eine 'reine', von Programmiersprachen losgelöste Funktionalität, deren Basis das Repertoire logischer Funktionen ist - ein Algorithmus. Zeichenschablonen aus Kunststoff waren als Zubehör für Großrechner wie den SEL ER 9829 erhältlich (Abb. 8). Noch in den 1970er Jahren wurden Lehrbücher der Datenverarbeitung mit Schablonen aus Papier ausgeliefert und deren Anwendung besprochen.⁹¹ Mit einer Schablone sind auch die Formen der Flussdiagramme zur Computergrafik Hommage à Paul Klee ge-

zeichnet und ihre Texte sind gesetzt, was die "Lesbarkeit' befördert (Abb. 9). Solch editierte Flussdiagramme wurden für Kommunikations-, Dokumentations- und Publikationszwecke, auch im Nachhinein, auf der Basis von bereits vorliegendem Programmcode angefertigt. In unserem Fall verweisen sie auf vorgängige Hand-Diagramme.

[...]



13 Schema eines mehrstufigen Herstellungsprozesses der Computergrafik und mit Transformationen im optimalen, nichtrekursiven Fall

[...] Weil die Maschine vor allem rechnen kann, basiert auch die Computergrafik in einem erheblichen Maße auf Mathematik. [...]

Wenn bei Nake Flussdiagramm und Programm oder, wie man sagen könnte, papierne und digi-tale Maschine gekoppelt sind, so geht es bei ihm nicht um theoretische Familienähnlichkeiten von Programm und Diagramm, sondern um ihr reales Zusammenspiel und ihre Überführung ineinan-der – und dies berührt nicht zuletzt das Verhältnis von Computer und Computergrafik. Gut nach-vollziehbar spricht Nake von einem Wandel vom Zeichnen mit der Hand zum "Zeichnen mit dem Kopf", wenn der Akt des Zeichnens an den Plotter übergeben wird und sich auf das Erstellen des Pro-gramms verlagert;¹²⁷ dies setzte jedoch in einem mehrstufigen Prozess (Abb. 13) – und das ist eine wei-tere Pointe – eine andere grafische Praxis mit der Hand, nämlich diejenige mit Diagrammen voraus.