

Bidirektionale Bildschirme: graphische User-Interfaces

Radar war von Beginn an eine genuine Bildschirmtechnologie. Kann man sich das Medium Fernsehen nur schwerlich ohne einen Bildschirm vorstellen, gilt dasselbe für Radar.²⁴⁸ Die Radar-„Displays“, wie die Radarbildschirme im historischen Kontext genannt wurden,²⁴⁹ waren eine Notwendigkeit, um Menschen an elektromagnetischen Ortungen teilhaben zu lassen. Aber mehr noch: Entscheidend ist, dass Radar im historischen Kontext dieser Arbeit ein ausschließlich bildgebendes Medium war, kein datengebendes. Bild- und datengebende Verfahren waren strikt getrennt.²⁵⁰ Zwar lautet die Rhetorik der Quellen anders, insofern dort betont wurde, das „cathode-ray-tube display“ sei „the most effective method of data indication for the purposes of distance measurement“.²⁵¹ Allerdings war die als Delaymessung ausgestaltete Entfernungsmessung auf dem Radarbildschirm Dienstaufgabe der Bedienenden: Bildgebung war ‚Sache des Mediums‘, Datengebung war genuin menschliche Fertigkeit. Und diese Fertigkeit erforderte eine Arbeit an und in elektronischen Bildern und realisierte Bildschirmpraktiken, wie sie in unserer aktuellen Medien- als ‚screen culture‘ normativ geworden sind. Daher waren die Bildschirme des Radars als *bidirektionale* Interfaces konzipiert. Von Interesse sind im Folgenden drei Dinge: die Datafizierung von Delays; die Funktionalität der Radarbildschirme; und die Produktivität von Radarbildschirmen jenseits ihres originären Kontextes.

Im Unterschied zum analogen Fernsehen wurde beim Radar nicht nur rezipiert – also auf ein Universum technischer Bilder geschaut –, sondern mit dem technischen Bild interagiert und dieses manipuliert, wenn auch zunächst nur mit den eingangs erwähnten Winkelmessern und Knöpfen sowie der „fruit machine“.

248 Ähnlich fasste es Henry Guerlac zusammen: „It is hard to imagine radar without the cathode-ray oscilloscope.“ Guerlac, Henry (1950): „The Radio Background of Radar“, in: *Journal of the Franklin Institute* 250(4), 285–308, 292.

249 Die sichtbare Oberfläche der Bildröhre des Radars wurde Display genannt, die Röhre entsprechend Display Tube oder Scope, vgl. Haworth, L.J. (1947): „Types of Radar Indicators“, in: Ridenour (Hrsg.), *Radar System Engineering*, 161–175, 161. Ein Band der MIT Rad Lab Series trug diese Bezeichnung bereits prominent im Titel: Soller, Theodore/Star, Merle A./Valley, George E. (1948) (Hrsg.), *Cathode Ray Tube Displays* (MIT Radiation Laboratory Series 22), New York.

250 Eingehender hierzu Thielmann, Tristan (2018): „Der einleuchtende Grund digitaler Bilder. Die Mediengeschichte und Medienpraxistheorie des Displays“, in: Ursula Frohne/Lilian Haberer/Annette Urban (Hrsg.), *Display/Dispositiv. Ästhetische Ordnungen*, Paderborn, 525–575.

251 Chance, Britton (1949): „General Considerations“, in: Chance/Hulsizer/MacNichol/Williams (Hrsg.), *Electronic Time Measurements*, 178–180, 178.

Der Screen stellte die systemische Schnittstelle dar, welche Menschen und Radare miteinander in Beziehung setzte und realisierte ein erstes bildschirmbasiertes, bidirektionales *human-machine-interface* (vgl. das Cover dieses Buchs). Erst diese Kopplung von Radar mit Menschen, d.h. die Integration menschlicher Akteure in den Radar-Feedbackloop, realisierte die Medienfunktion der Ortung. Ohne *human operator* war eine Radarortung bloß ein visueller Blip – ohne Daten, ohne Speicherung, ohne Prozessierung. Es galt in der Praxis des Radars, die Zielidentifikation als manuelle Operation des „*pip*“ bzw. „*blip matching*“ am Bildschirm vorzunehmen. Die Radarbedienerin sah die auf dem Bildschirm visualisierten Radarechos und nutzte ein Handrad, um einen Ausschlag auf der Grundlinie des Screens auszuwählen, d.h. zu entscheiden, was ein tatsächliches Echo darstellte. Dieser Blip und nicht das Radarecho in Gänze galt als Signal.

Das Radar-Display visualisierte also allein Delays. Wie schon im Falle von Hermann von Helmholtz erlaubte das chronographische, nunmehr elektrotechnische Regime von Radar ein „measuring time in terms of distance“,²⁵² wobei diese Zeitmessung bei entsprechender Skalierung der s.g. Zeitlinie des Bildschirms mit einer Distanz im Georaum idealerweise korrelierte. Elektronisch visualisiert wurden mithin mikrotemporale Verzögerungen zwischen Senden eines Impulses und Empfangen seines Echos. Noch grundlegender formuliert, visualisierten frühe Radarbildschirme unsichtbare elektromagnetische Phänomene in ihrer Zeitlichkeit, die durch die kontrollierte Manipulation der Bewegung des Elektronenstrahls einer Kathodenstrahlröhre Bilder ergaben, die von Bedienenden gelesen werden konnten.²⁵³ Grundsätzlich basierten die gängigsten Radarbildschirme auf der hori-

252 Hulsizer, B.I./Williams, Frederic C. (1949): „Techniques of Automatic Time Measurement“, in: Chance et al. (Hrsg.), *Electronic Time Measurements*, 275-340, 276.

253 Diese neue Bildlichkeit zu lesen, musste erlernt werden. Das Interpretieren des Radarbildes erforderte Übung, um eine Expertise zu entwickeln, welche Semantik dem technischen Bild innewohnte. So beschrieb das Rad Lab das ‚Lesen‘ des Bildschirms von Bordradaren in Anlehnung an das ‚Lesen‘ von Röntgenaufnahmen: „It is equivalent to analyzing an X-ray in which bright blobs must be recognized as towns and cities, dark spots as lakes or mountain shadows. (...) At least 25 to 50 hours of actual operating experience are required to learn the proper technique to make railroads, buildings, etc. stand out clearly.“ Hagler, D.L. et al. (1947): „Characteristics of Airborne Radar“, in: Hall (Hrsg.), *Radar Aids to Navigation*, 89-121, 105. Erlernt werden musste dieses Lesen nicht unter den Bedingungen tatsächlicher Flüge, sondern konnte auf US-amerikanischer Seite ab 1943 im kontrollierten Umfeld von Simulationen mit dem „supersonic radar trainer“ stattfinden. Gelände wurde dabei mit Materialien wie Glas oder Sand simuliert, welche in einem Wasserbecken per Ultraschall im Sonarverfahren detektiert wurden, was auf Radarbildschirmen zu ähnlichen Bildern führte wie unter tatsächlichen Bedingungen von Bordradaren. Vgl. Bray, Douglas W. (1947): „Standardized Performance Checks“, in: Stuart W. Cook (Hrsg.), *Psychological Research on Radar Observer*

zontalen und vertikalen Ablenkung eines Elektronenstrahls. Auf dem „A-Scope“ schrieb der Strahl eine horizontale Grundlinie – die Zeitlinie –, auf welcher empfangene Radarechos als vertikale Ausschläge visualisiert wurden (vgl. Abb. 43 links). Verfügte eine Radarstation über eine um die eigene Achse um 360° drehbare Antenne, und wurde diese Drehung mit der Zeitschreibung auf dem Screen synchronisiert, konnte eine quasi-kartographische Darstellung des georteten Luftraums stattfinden: Die Position der Radarstation wurde auf dem Screen zentral dargestellt, sämtliche Reflektoren erschienen als Punkte um die Station herum. Bilder von in Flugzeugen integrierten Bordradaren folgten einer ähnlichen Bildsprache (vgl. Abb. 43 rechts). Diese Darstellung mit dem s.g. Panoramaradar bzw. „Plan Position Indicator“ (PPI) stellt die noch heute gemeinhin mit dem Radarbildschirm assoziierte Bildform dar, die auch Einzug in das populäre Imaginäre hielt und in Video- und Computerspielen anzutreffen ist.

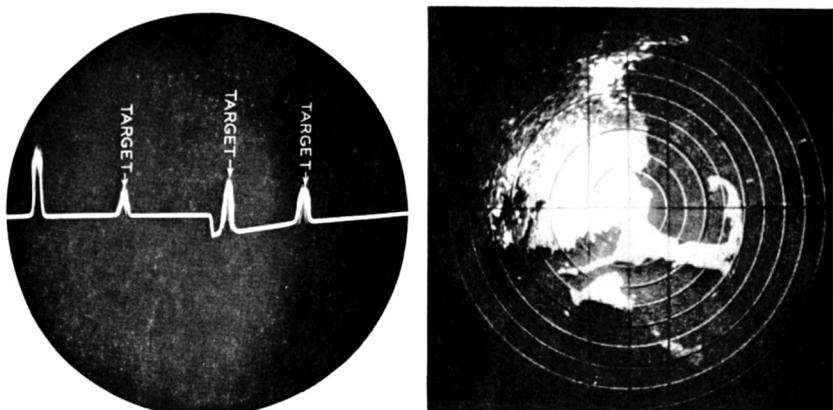


Abbildung 43: Links die Visualisierung von Echos auf dem Radarbildschirm in Amplitudendarstellung („A-Scope“); rechts der „Plan Position Indicator“: eine quasi-kartographische Darstellung von Radarechos, hier eine Radar-Luftbildaufnahme des Gebiets um Boston, MA.

„The measurement of range by means of radar is thus a straightforward problem of time measurement“,²⁵⁴ fasste man seitens des Rad Lab zusammen. Dass Radar von Anbeginn an genuines Bildschirmmedium war, liegt in der Verwendung von Kathodenstrahlröhren als Instrumenten mikrotemporaler Delaymessung begrün-

Training (Army Air Forces Aviation Psychology Program Research Reports 12), Washington, D.C., 95-125, 106-107.

254 Ridenour, Louis N. (1947): „How Radar Works“, in: ders. (Hrsg.), *Radar System Engineering*, 3-6, 6.

det. Radarbildschirme sind als *Uhren* beschreibbar, die chronographisch, d.h. zeitschreibend operierten, sodass das Ergebnis von Delaymessungen als Bild erschien. Im Unterschied zur medialen Infrastrukturierung vergleichsweise langer Zeiträume, waren Bildschirme die idealen Instrumente elektromagnetischer Delayvisualisierungen, wie ihnen die Bell Labs bereits 1932 attestierten: „For recording long times we have clocks and calendars; for making a record of happenings that take place in a time too short for us to think of, we use oscilloscopes.“²⁵⁵ Aus diesem Grund führten bereits Breit und Tuve ihre Delaymessung der Höhe der Ionosphäre mit Kathodenstrahleröhren als bildgebenden Anzeigern von mikrotemporalen Zeitdifferenzen durch.

Bezeichnend ist, dass Radarbildschirme als Instrumente der Zeitmessung im historischen Kontext nicht auf *einen* Darstellungsmodus beschränkt waren – und dies stellt eine wesentliche Grundlage ihres späteren Medienwerdens dar. Blieben bild- und datengebende Prozeduren beim frühen Radar zwar strikt getrennt, waren die Bilder variant, was hinsichtlich der weiteren Genese elektronischer Bildschirmtechniken hin zu einem postdigitalen Verständnis des Screens relevant ist: Empfangene Echos konnten vielfältig dargestellt werden, d.h. visualisierte Signale konnten diverse Gestalten annehmen. Modern ist diese Ausprägung elektrotechnischer Bildlichkeit, weil sie eine Künstlichkeit des Bildes begründete. Besonders sind Radarbildschirme mithin, da sie grundlegend bidirektionale Interfaces waren – also Interaktion zwischen *human operator* und technischem System ermöglichten – und als Form bildgebender Verfahren multivariate Repräsentationsmodi von Radarechos anboten. Was bildlich zur Darstellung kam und was nicht, war durch technische Verfahren der Manipulation präfiguriert, wie bspw. die Festzielunterdrückung (auf englisch: *moving target identification*). Ebenso war es möglich, nur Echos für einen bestimmten Zeitbereich, d.h. von einer bestimmten Entfernung zur Radarantenne, zu visualisieren und sämtliche anderen Echos zu unterdrücken.²⁵⁶ Und auch die Echadarstellung selbst konnte verschiedene Formen annehmen (vgl. Abb. 44). Es war diese der Bildlichkeit vorgelagerte Manipulation elektronischer Signale, die Radar als eine Wahrnehmungstechnologie charakterisierte und einen bis dato unbekannten Wahrnehmungsraum des Synthetischen aufspannte. Radarbilder unterschieden sich von anderen Formen medialer Bildlichkeit wie dem photographischen oder kinematographischen Sichtbarkeitsregime. Wenn Charlie Gere den Wahrnehmungsraum, den Radar eröffnete, „indexika-

255 Johnson, J.B. (1932): „The Cathode Ray Oscillograph“, in: *The Bell System Technical Journal* 11(1), 1-27, 1.

256 Williams (1949): „Basic Concepts and the Method of Approach“, 13.

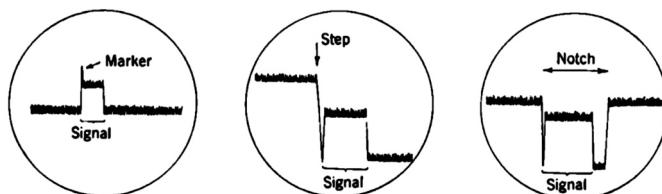
lisch' nennt,²⁵⁷ erstaunt diese Fehlinterpretation der Medientechnik. Radar basierte zum ersten Mal in der Geschichte von Bildmedien auf Verfahren, die durch die konsequente und fortwährende elektronische Manipulation des zu generierenden Bildes gekennzeichnet waren.

Bei den frühen Repräsentationsmodi des Radars war ein „computational screening“ im Sinne Bernard Geoghegans virulent, auch, wenn die Berechnungen nicht automatisiert, d.h. computerisiert durchgeführt worden waren und Geoghegan den Begriff auf historisch späteres Radar bezieht. Der Begriff bezeichne „the productive integration of visualization technologies (that is, screen displays) and information processing (the screening and filtering of incoming data) that gave birth to digital graphics.“²⁵⁸ Entscheidend ist, dass Radarbildschirme als Medien, die Radar und Bedienende synthetisierend miteinander in Beziehung setzten oder gar als Kooperationsbedingung zwischen Mensch, Radar und Computer fungierten – wie im Falle des kanadischen Informationssystems DATAR –, aus der exklusiven militärischen Luftraumüberwachung in *andere* Umgebungen transferiert wurden. In der Terminologie von Thomas Kuhn handelte es sich beim Radar nämlich um einen bild-technischen und bildschirm-praktischen Paradigmenwechsel, der weitreichende Konsequenzen für digitale Medienkulturen entfalten sollte.²⁵⁹

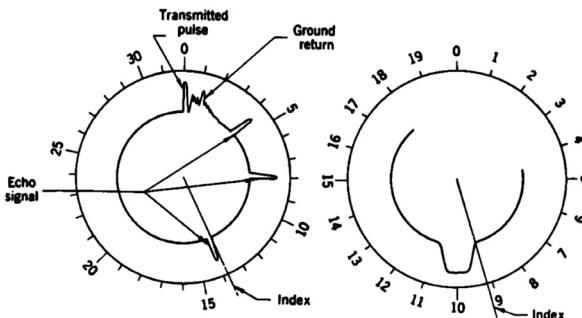
257 Gere schreibt: „The radar screen is arguably the most indexical technology of representation ever devised, presenting as it does nothing more than a visual trace of the objects it tracks.“ Gere, Charlie (2006): „Genealogy of the Computer Screen“, in: *Visual Communication* 5(2), 141-152, 151.

258 Geoghegan, Bernard Dionysius (2019): „An Ecology of Operations: Vigilance, Radar, and the Birth of the Computer Screen“, in: *Representations* 147(1), 59-95, 59-60.

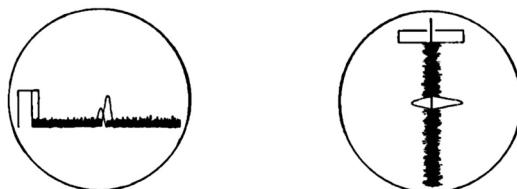
259 Kuhn, Thomas S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, Ill.



(a) R-scope with marker pip. (b) R-scope with step marker (M-scope).
 (c) R-scope with notch.
 FIG. 6-2.—Range scopes. Each displays a delayed, expanded, range interval.



(a) Reading in thousands of yards. (b) Reading in hundreds of yards.
 FIG. 6-3.—Coarse and fine J-scopes. The pair of scopes shown is that used in the SCR-584
 (Sec. 6-14).



(a) Side-by-side presentation (K-scope). Signal return from the right lobe is the stronger.
 (b) Back-to-back presentation (L-scope). Signal return from the right lobe is the stronger.
 FIG. 6-4.—Pip-matching displays.

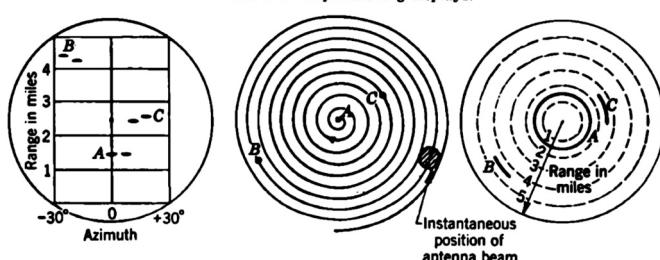


FIG. 6-12.—Three-dimensional displays. A, B, and C are targets.

Abbildung 44: Variante Repräsentationsmodi von Radarechos aus einer Quelle von 1947.

Bereits bevor Bildschirme an Computer gekoppelt wurden, war es ein unscheinbares Spiel, das für die seinerzeit künftige genealogische Entwicklung von Radarbildschirmen und visuellen Radarlogiken *jenseits* von Radar programmatisch war. Wenngleich es weder wirtschaftlichen Erfolg bescherte noch als frühes Videospiel bezeichnet werden sollte, ist besonders, dass im US-Patent unter dem bezeichnenden Titel „Cathode-Ray Tube Amusement Device“ von 1947 die aus dem Radar vertraute Logik der Feinddetektion im Kontext der Luftverteidigung zum Spiel avancierte. Die verwendete CRT diente nicht der Anzeige elektromagnetisch lokalisierter Objekte des Luftraums. Sie zeigte nunmehr simulierte Flugzeuge, die es durch Ablenkung der Zeitlinie des Elektronenstrahls durch die Drehung von Knöpfen zu zerstören galt: Die Zeitlinie fungierte in diesem Setting als Simulation der ballistischen Trajektorie eines Geschosses.²⁶⁰ Dies stellte die vermutlich erste Verwendung einer Braun'schen Röhre zum Zweck eines echtzeitlichen Spiels dar. Seine beiden Entwickler, die Physiker Thomas Goldsmith und Estle Ray Mann, waren inspiriert vom Radar, auch arbeitete Goldsmith im Zweiten Weltkrieg an Radarbildschirmen.

Diese zivile Entkopplung des Radarbildschirms aus seinen exklusiv militärischen Kontexten hatte Potenzial, das sich nicht im Spielerischen erschöpfte. Um 1950 erkannten Ingenieure u.a. am MIT den Nutzen der bidirektionalen Displays des Radars als graphische Interfaces erster Digitalcomputer zur echtzeitlichen Mensch-Maschine-Kommunikation.²⁶¹ Befördert wurde diese Medienkonvergenz durch die Biographien der frühen Pioniere von Digitalcomputern, denn diese hatten meist einen Hintergrund in der Radartechnik. Der Vorteil praktischer Radarerfahrung für die Entwicklung von tendenziell intuitivem Mensch-Computer-Schnittstellendesign wird bei Douglas Engelbart explizit. Engelbart, der bezeichnenderweise während seiner Zeit als Radartechniker zum Ende des Zweiten Weltkriegs auf den Philippinen Vannevar Bushs kanonischen Aufsatz „As We May Think“ las,

260 Goldsmith, Thomas T./Mann, Estle Ray (1947): „Cathode-Ray Tube Amusement Device“, United States Patent Office 2.455.992, Filed January 25, 1947, Patented December 14, 1948. Dass auch frühe Computerspiele nichts weiter taten, als die militärische Logik des Zielbeschusses in Modi der Kooperation zu wenden – wie bei *Tennis for Two* – oder die Umweltlichkeit von Radar bei gleichbleibender Logik der Zielauslösung in andere Umgebungen wie den Weltraum zu übertragen – wie bei *Spacewar!* –, ist bereits betont worden, vgl. bspw. Pias, Claus (2000): *Computer Spiel Welten*, Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar, insb. 11 u. 63-64. Zur potenziellen Gleichheit von militärischem Ernstfall und seiner spielerischen Simulation hinsichtlich der verwendeten symbolischen Operationen vgl. von Hilgers, Philipp (2012): *War Games: A History of War on Paper*, Cambridge, MA/London.

261 Medienarchäologisch vertiefend zu den Ursprüngen heute ubiquitärer Screens und graphischer Mensch-Computer-Interaktion vgl. Gaboury, Jacob (2021): *Image Objects. An Archaeology of Computer Graphics*, Cambridge, MA/London.

schrieb später, 1996, in der Retrospektive über den Technologietransfer des Radarbildschirms in die Computertechnik Folgendes:

„I think it was just within an hour that I had the image of sitting at a big CRT screen with all kinds of symbols, new and different symbols, not restricted to our old ones. (...) I knew about screens, and you could use the electronics to shape symbols from any kind of information you had. If there was information that could otherwise go to a card punch or a computer printer, that they had in those days, you could convert that to any kind of symbology you wanted on the screen. That just all came from the radar training, and the engineering I had too, knowing about transistors. It's so easy for the computer to pick up signals, because in the radar stuff, you'd have knobs to turn that would crank tracers around and all. So the radar training was very critical, about being able to unfold that picture rapidly.“²⁶²

Engelbarts Computervision, insbesondere hinsichtlich des Interfaces und seiner „symbology“, war explizit inspiriert von Radar, auch, wenn er von vereinfachenden Adaptionen absah. Der durch den Radarbildschirm eröffnete symbolische Raum stand für ihn emblematisch für eine „virtual datascape“,²⁶³ dessen Mensch-Maschine-Schnittstelle die bis dato fast ausschließlich auf Papier beruhende Konzeption von User-Technologie-Beziehung ersetzte. Damit konnte eine neue, auf visueller Basis beruhende Kooperationsbedingung etabliert werden: Eine, die Mensch-Maschine-Kommunikation nicht über Lochkarten und Drucker realisierte, sondern sich durch und in Bildern symbolisierte. Der Digitalcomputer in seiner bekannten Formatierung – basierend auf Impulstechnik und mit einem *graphical user interface* – erweist sich damit als Ko-Emergenz aus Digital- und Radartechnik.

Eine medienhistorisch ebenso interessante Retrospektive auf die frühe Formatierung späterer Digitalcomputer findet sich bei Norman H. Taylor, einem Systemingenieur von SAGE und Mitentwickler des Whirlwind-Computers. Bezeichnenderweise berücksichtigte seine Retrospektive die für graphische Schnittstellen notwendigen Medien der Adressierung mit, um eine Mensch-Maschine-Interaktion zu ermöglichen. 1989 rekapitulierte er das Problem der Adressierung von Bildpunkten auf der Williams-Bildspeicherröhre, die eine quasi-digitale Zweckentfremdung analoger Radarbildschirme darstellte:

„Now, these points of light really were a picture of the deflection system of the storage tubes in Whirlwind I. We had a program called the Waves of One. Waves of One ran through the

262 Zit. n. Bardini, Thierry (2000): *Bootstrapping. Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford, 12.

263 Ebd., 165.

storage tubes as a test. If we read a one, the program continued, and if it didn't, it stopped. We were asking how we can identify the address of that spot. So Bob Everett, our technical director, said 'we can do that easily'. All we need is a light gun to put over the spot that stops and we'll get a readout as to which one it is. So he invented the light gun that afternoon and the next day we achieved man machine interactive control of the display – I believe for the first time. This was late '48 or early '49.²⁶⁴

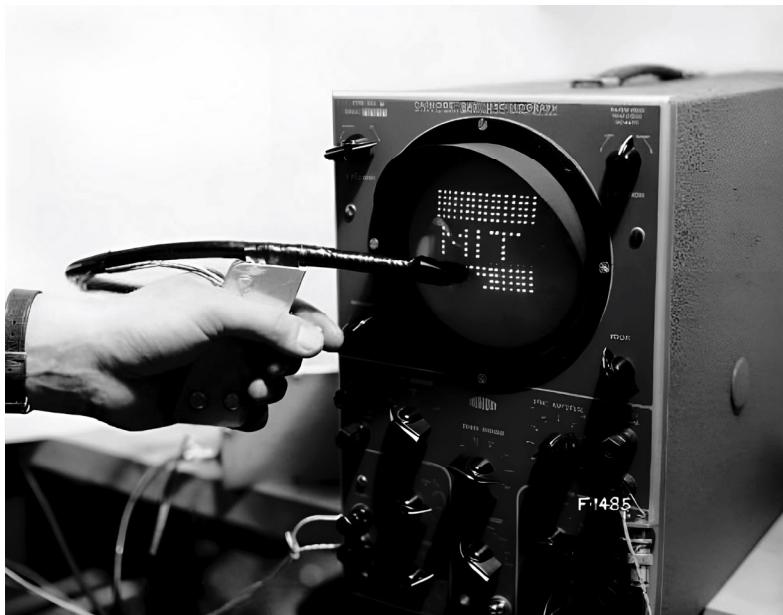


Abbildung 45: Synthetische Schriften auf einer Kathodenstrahlröhre und eine Light Gun als Medium der Adressierung von Bildschirmpunkten.

Mit anderen Worten wurden Radarbildschirme zunächst mit den nach Frederic Calland Williams benannten Williamsröhren als Speichereinheiten – die im Zitat genannten „storage tubes“ – zweckentfremdet. Diese hatten die Eigenschaft, ihren Speicher sichtbar zu präsentieren.²⁶⁵ Dabei war die Möglichkeit gegeben, den Speicherinhalt derart zu programmieren, dass das Speicherbild symbolische Botschaften präsentierte, wie etwa den Schriftzug „MIT“ (vgl. Abb. 45) oder den Namen des

264 Taylor, Norman H. (1989): „Retrospective“ (Review of the first 10 Years of Displays from '47 to '57), in: *SIGGRAPH '89 Panel Proceeding, Special Session: Retrospectives I: The early Years in Computer Graphics at MIT, Lincoln Lab and Harvard*, 20-25, 20.

265 Vgl. Gaboury, Jacob (2018): „The Random-Access Image: Memory and the History of the Computer Screen“, in: *Grey Room* 70, 24-53.

Reporters Edwin R. Murrow, der sich das vom Speicher- zum Bildmedium umfunktionierte technische Objekt Ende der 1940er ansah. Von Seiten der MIT-Konstrukteure war man sich der potenziell effektiven und effektheischenden Wirkung synthetischer Bildschirmschriften bewusst – im Unterschied zu ihrem informatischen Substrat –, wie Taylor kommentierte: „It was clear that displays attracted potential users – computer code did not.“²⁶⁶ Der Bildschirm als intuitives Interface der Mensch-Maschine-Kommunikation und -Interaktion deutete sich hier an. Es konnte eine Teilhabe am speicherprogrammierbaren Code-Subface technologischer Artefakte auf ihrem Surface stattfinden – ohne sich mit dem Code selbst beschäftigen zu müssen.²⁶⁷ Displays erlaubten es Usern, in der Mensch-Computer-Interaktion auf eine höhere Abstraktionsebene zu wechseln, die sich nicht mehr als Arbeit am Code verstand, sondern sich graphisch realisierte. Umso bedeutender ist diese frühe Form der Darstellung von Buchstaben, die auf kein bereits anderweitig existierendes Vorbild zu verweisen hatten (vgl. wieder Abb. 45), wenn dies der Mediengeschichte des Fernsehens und Kinos kontrastierend gegenübergestellt wird: Noch die bekannte ‚fliegende‘ Introschrift des originären STAR WARS-Films von 1977 war nicht programmiert worden, sondern es wurde ein tatsächlich geschriebener Text abgefilmt.

Technische Bilder-Schriften mussten also, im Unterschied zu Bildschirmen in ihrer Funktion bei der Radarortung, nicht mehr auf reale, d.h. existente Vorbilder verweisen – bspw. Flugzeuge im Luftraum –, sondern konnten, wie David Link formuliert, „signs of nothing“²⁶⁸ sein. Emblematisch für diesen neuen bildschirmbasierten, graphischen Raum der ‚Zeichen von nichts‘ ist die künstlerische Arbeit von Benjamin Francis Laposky. Um 1950 begann dieser nach eigener Angabe,²⁶⁹ die bis dato in zweckgerichteten Ko-Operationsketten implementierten Delay-Displays von Kathodenstrahlröhren zu ästhetisieren. Er versprach dadurch der künstlerischen Praxis ihrerzeit einen „new approach to design“, der sich – Zitat Laposky – in „visual effects of strange beauty“²⁷⁰ zeigte. Über die Vorteile elektronischer Sig-

266 Taylor (1989): „Retrospective“, 20.

267 Diese terminologische Trias entlehne ich Nake, Frieder (2008): „Surface, Interface, Subface. Three Cases of Interaction and One Concept“, in: Uwe Seifert/Jin Hyun Kim/Anthony Moore (Hrsg.), *Paradoxes of Interactivity. Perspectives for Media Theory, Human-Computer Interaction, and Artistic Investigations*, Bielefeld, 92-109.

268 Link, David (2007): „There Must Be an Angel – On the Beginnings of the Arithmetics of Rays“, in: Siegfried Zielinski/David Link (Hrsg.), *Variantology 2 – On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies*, Köln, 15-42, 42.

269 Laposky, Ben Francis (1958): „Electronic Abstracts – Art for the Space Age“, in: *Proceedings of the Iowa Academy of Science* 65(1), 340-347.

270 Laposky, Ben Francis (1953): *Oscillons: Electronic Abstractions. A New Approach to Design*, Cherokee, Iowa, 1.

nalmanipulationen mittels einer Kathodenstrahlröhre im Dienste der Ästhetik schrieb er, das „oscilloscope is highly versatile and has a number of controls which modify the size, shape, brightness and position of the traces which appear on the scope screen.“²⁷¹ Damit beschrieb er lediglich das, was Radarbedienenden seit Ende der 1930er Jahre als Teil beruflicher Praxis vertraut war: Die via Elektronenstrahl generierten technischen Bilder konnten durch haptische Steuerungseingaben verändert werden. Die erzeugten Graphiken, die Laposky „Oscillons“ nannte (vgl. Abb. 46), könnten kunsthistorisch der Tradition des Abstrakten bzw. Absoluten Films zugerechnet werden. Dessen Vertreter:innen waren seit den 1920er Jahren auf visuelle Wirkung statt kinematographische Narration bedacht. Medienhistorisch bedeutsamer ist jedoch, dass Displaygraphiken im Kontext jener elektronischen Abstraktionen auf Signaleingaben fußten, die nicht als Spuren realer Signifikate galten. Es kam zu einer Emanzipation des Symbolischen vom Realen bzw. einem Take-Off der Symbole. Der durch Radar eröffnete symbolische Bildraum war Teil künstlerischer Praxis geworden. Radardenken artikulierte sich graphisch als Bildschirmarbeit in einem Raum synthetischer Bilder und Symbole, der für unser postdigitales Verständnis von Screensymbolik programmatisch ist.

Dementsprechend war es nur ein kleiner Schritt von der Sichtbarkeit eines Programmspeichers bei den Williamsröhren hin zur Visualisierung mathematischer Kurven, wie sie am MIT echtzeitliche Manipulation erfahren hatten. So gelangte man von den originären Delaymessungen auf Radar-Displays zu dynamischen Bildschirmpraktiken des Spielens. Bereits 1949 schrieb der Programmierer Charlie Adams am MIT das vielleicht erste Bildschirmprogramm: das „Bouncing Ball“. Dieses wiederum nahmen Adams und Jack Gilmore als Grundlage, ein elektronisches Bildschirmspiel zu realisieren. Ziel war es bei diesem, durch Frequenzänderungen einen hüpfenden ‚Ball‘ in ein Loch auf einer zum ‚Boden‘ stilisierten, horizontalen Zeitlinie auf dem Display fallen zu lassen (vgl. Abb. 47) – sehr zur Unterhaltung der Beteiligten am MIT und programmatisch für die technische Ausgestaltung künftiger Mensch-Maschine-Interaktionen, da sie allein graphisch und d.h. im besten Sinne ‚oberflächlich‘ stattfand. Die Bildschirminteraktion bedurfte, so Norman Taylor, keiner Professionalisierung mehr, sondern gestaltete sich intuitiv aus: „This kept a lot of people interested for quite a while and it was clear that *man-machine interaction was here to stay. Anyone could turn the frequency knobs.*“²⁷²

271 Ebd., 2.

272 Taylor (1989): „Retrospective“, 21. Kursivierung C.B.

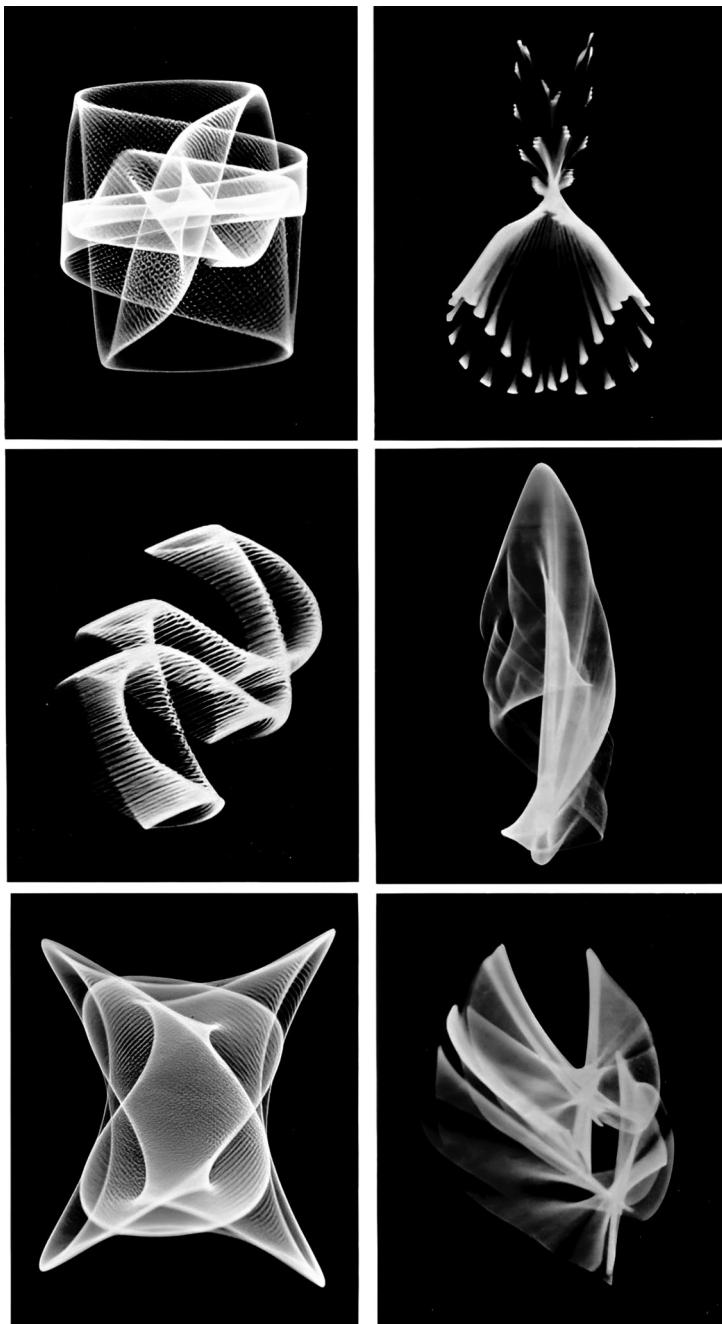


Abbildung 46: „Oscillons“ – einige der „electrical compositions“ von Benjamin Laposky.

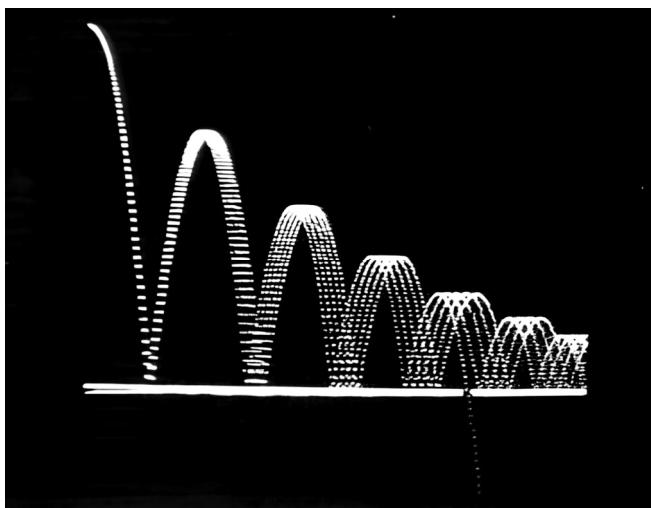


Abbildung 47: Die vom A-Scope des Radardisplays vertraute horizontale Zeitlinie ist nicht länger Skala zur Anzeige entfernter Präsenzen, sondern zur ‚Bodenlinie‘ geworden. Es galt im Spiel durch das Drehen von Knöpfen, einen ‚Ball‘ durch ein Loch in dieser Linie fallen zu lassen.

Ein Jahr nach der Entwicklung des Spiels *Bouncing Ball*, 1950 – demselben Jahr, als eine an den Whirlwind-Rechner angeschlossene CRT in ihrer Funktion als Echtzeit-Frühwarnsystem das erste Mal Radarsignale von Cape Cod visualisierte²⁷³ –, wurde ein Computer am MIT für eine graphisch ausgeführte Berechnung für eine studentische Abschlussarbeit verwendet. Es galt, die durch bestimmte räumliche Platzierung von Antennen erzeugten Strahlenmuster bildlich zu prüfen. Laut Taylor stellte dies das vermutlich erste „computer aided design program“ dar und – epistemologisch weitreichender – formulierte die möglichen Zukünfte der Kooperation zwischen Menschen und Computern: „So it was clear in 1950 that interactive displays were the real tool to link people with computers“.²⁷⁴

Interagierten britische *radar operators* bereits früher über Winkelmesser und der „fruit machine“ mit elektronisch generierten Bildern, war diese Interaktion nun aus der militärischen Umgebung des Luftkriegs in die nicht minder exklusive Umgebung wissenschaftlicher Labore gewechselt. Dort machten sich die beteiligten menschlichen Akteure nicht mehr Gedanken über die Produktion von Da-

273 Vgl. Pias, Claus (2005): „Die Pflichten des Spielers. Der User als Gestalt der Anschlüsse“, in: Martin Warnke/Wolfgang Coy/Georg Christoph Tholen (Hrsg.), *HyperKult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien*, Bielefeld, 313-341, 319.

274 Taylor (1989): „Retrospective“, 21.

ten entfernter Objekte im Luftraum, sondern um das In-Beziehung-Setzen von menschlichen Usern mit rechnenden Maschinen. Und so wurde bereits hier virulent, was Geoghegan dem späteren SAGE bescheinigt: „The screening technologies of midcentury air defense gave rise to the conception of computing as a multimedia collaboration among humans and machines.“²⁷⁵ Der Vorteil von Digitalcomputern in ihrer Echtzeitlichkeit der Datenverarbeitung war nunmehr bekannt; Bildschirme, die ‚Zeichen von nichts‘ präsentierten, waren Realität; die Praktikabilität graphischer Mensch-Computer-Interaktion konturierte sich deutlich; erste elaborierte Techniken der Bildschirmadressierung waren vorhanden – essenzielle Fundamente für die (ihrerzeit noch ungewissen) Zukünfte des Digitalcomputers waren damit gelegt; und zwar als unmittelbare Konsequenz des Radars.

Infrastrukturen der Verarbeitung von Big Data in Echtzeit; die dynamische Verhandlung und Konzeption ganzer Systeme statt die Priorisierung einzelner Komponenten gemäß eines sich formierenden System Designs; mikrotemporale Impulstechniken; binär codierte Datenverarbeitung auf Basis jener Impulstechniken;²⁷⁶ Pulse-Code-Modulation; Transponder- und Sensor-Technologien zur Fernidentifikation; Infrastrukturen zur Navigation auf Basis von Delay im tendenziell globalen Maßstab; bidirektionale Bildschirme zur Mensch-Computer-Interaktion; Medien der Adressierung von Bildpunkten auf digitalen Screens – um 1950 war dies im Kontext von Radar bereits angelegt. Elektromagnetische Delays waren Kern einer Medientechnik geworden und diese zeitigte nachgelagerte Medien, Theorien und Prozesslogistiken, die sich bis in rezente Medienkulturen fortschreiben. Daher endet an dieser Stelle meine Untersuchung der Medienkulturrelevanz des Delaymediums Radar – und damit schließen meine Mediengeschichten der Verzögerung.

275 Geoghegan (2019): „An Ecology of Operations“, 86.

276 Einen Überblick über die 1950 in Betrieb befindlichen Digitalcomputer und ihr technisches Operieren gibt Stifler, W.W. (1950) (Hrsg.), *High-Speed Computing Devices*, York, PA.