

1960 einsatzbereit, wo hingegen diese Untersuchung 1950 endet. Das wiederum ist besonders, da die Frühphase des Radars zwar mitunter erschöpfende technik-historische Aufmerksamkeit erfuhr,⁵² seine medienkulturwissenschaftliche Untersuchung aber aussteht. Grundsätzliche These ist, dass in dieser historischen Frühphase bereits die entscheidenden technischen, theoretischen und epistemischen Grundlagen zu finden sind, die seit den 1950er Jahren erst zum bspw. SAGE führen konnten. Ebenso können hier die Fundamente identifiziert werden, die später – bspw. auf den Macy-Konferenzen⁵³ – als wesentliche Momente des Digitalen definiert werden sollten. Ein durch Radartechnik evoziertes, zunächst technikspezifisches Denken wurde mithin zum Denken des Digitalen.

Diesem Desiderat widme ich mich im Folgenden anhand von acht Aspekten, die mir wesentlich erscheinen, die medienkulturelle Relevanz von Radar aufzuzeigen. Die ersten beiden Beispiele sind spezifisch für das Dowding System und die britische Radarkette Chain Home: die Infrastrukturierung von Radar und die Etablierung von System Design sowie Operations Research. Danach werde ich den größeren Medieneffekten im Sinne einer Epistemologie des Radars nachspüren. Konkret sind dies Radar Beacons; die Radio-Navigationsinfrastruktur LORAN; die US-amerikanische Radarindustrie; das Operieren von Radar als Impulstechnik; die Verwobenheit von Radar- und Digitalcomputer-Geschichte; Verfahren der Pulse-Code-Modulation; und schließlich der Transfer von RadARBildschirmen in andere Kontexte.

Die Infrastruktur des Mediums

Radar ist nicht *ein* Medium. Es ist eine medientechnische Funktion, die differente Ausprägungen erfahren konnte.⁵⁴ Es war das Verdienst der britischen Radarpioniere, die praktische Unbestimmtheit jener medialen Funktion zum gegebenen

gy of Operations: Vigilance, Radar, and the Birth of the Computer Screen", in: *Representations* 147(1), 59-95.

52 Verwiesen sei an dieser Stelle auf die umfangreichen und spezifischen Arbeiten von Fritz Trenkle für das deutsche Radar bspw. (1979): *Die deutschen Funk-Navigations- und Funk-Führungsverfahren bis 1945*, Stuttgart; (1981): *Die deutschen Funkpeil- und -Horch-Verfahren bis 1945*, Ulm; (1982): *Die deutschen Funklenkverfahren bis 1945*, Heidelberg; (1987): *Die deutschen Funkführungsverfahren bis 1945*, Heidelberg.

53 Vgl. Pias, Claus (Hrsg.) (2003), *Cybernetics-Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953. Band 1: Transactions/Protokolle*, Zürich.

54 Wie bei allen technischen Medien bezeichnet der Name „Radar“ nicht eine einzelne Apparatur, sondern eine technische Funktionalität, die mitunter sehr unterschiedliche praktische Implementierungen erfahren kann, wie bereits im historischen Kontext betont wurde, vgl. Kelly (1945): „Radar and Bell Laboratories“, 221.

Zeitpunkt angesichts der Luftkriegsbedrohung produktiver auszunutzen, als dies im historischen Kontext in Nazideutschland⁵⁵ oder andernorts geschah. Das britische Radar war seit seinen Anfängen grundlegend dazu intendiert, eine vernetzte Medientechnik zur Frühwarnung vor feindlichen Flugzeugen darzustellen. Radar konnte nur dann einen strategisch veritablen Vorteil im *Battle of Britain* zeitigen, wenn es in eine Infrastruktur integriert war, die menschliche und technische Akteure in einer kollaborativen Operationskette verschaltete, um die RAF ins buchstäbliche Bild der Luftsituation zu setzen. Im Dowding System stellten dabei zwei epistemische Dimensionen in ihrer Kombination ein historisches Novum dar: die *Verarbeitung großer Datenmengen* und die *Echtzeitlichkeit* dieser Prozessierung.

Der Zweite Weltkrieg war der erste militärische Konflikt, der eine umfassende Organisation, Infrastrukturierung und Koordination der Luftverteidigung auf Radardatenbasis ausprägte. Dies bestimmte das Wesen des Krieges entschieden mit. Anfang der 1930er Jahre war die „militärische Welt“, so Wolfgang Hagen,

„noch in einer mechanischen Raumvorstellung gefangen, bei der es um physische Massen an Material, ihre Beschleunigungen und Geschwindigkeiten ging, um eine Welt, in der in einem Guderian'schen Blitzkrieg aus raumgreifend schnellen Panzern, koordiniert über drahtlose Kommandoketten und taktisch unterstützt von Flugzeugen, die Gegner mit Masse und Schnelligkeit geschlagen werden sollten.“⁵⁶

Ähnlich schreibt John Shiga, dass sich im Ersten Weltkrieg das Potenzial einer Nation nach ihrer möglichen Produktion von Kohle und Stahl bemaß. Dahingegen war im Zweiten Weltkrieg die Geschwindigkeit von Datenverarbeitungen essenziell geworden: „Between the two world wars, speed became paramount in decision-making about the development and organization of both transportation and communication infrastructures.“⁵⁷ In der zweiten Hälfte der 1930er Jahre nahm die militärische Situation in England, induziert durch praktische Radarforschung, Abstand von mechanisch geprägten Raumkonzeptionen. Priorisiert wurde eine in-

55 Vgl. von Ardenne, Manfred (1988): *Sechzig Jahre für Forschung und Fortschritt*, Berlin, 158-160. Ardenne entwickelte bspw. bereits 1936 in Deutschland einen „Polarkoordinaten-Elektronenstrahl-Oszilloskop“, der allerdings aufgrund der dortigen Skepsis gegenüber Radar zunächst keine Berücksichtigung fand.

56 Hagen, Wolfgang (2018): „Sunday Soviets und Blackett's Circus. Zur Entstehung des Operations Research aus dem Geiste des Radars“, in: Lars Nowak (Hrsg.), *Medien – Krieg – Raum*, Paderborn, 235-260, 235.

57 Shiga, John (2016): „Ping and the Material Meanings of Ocean Sound“, in: Nicole Starosielski/Janet Walker (Hrsg.), *Sustainable Media: Critical Approaches to Media and Environment*, New York, 128-145, 136.

formatische Behandlung der Luftlage, da Radar als Technologie der Lokalisierung entfernter Präsenzen vormalige Momente der Überraschung berechenbar machte, wie es Zeitzeugen formulierten:

„In the past, surprise has been achieved by the deployment of forces in the darkness of night or under a covering of fog, cloud, or smoke. The early warning of enemy approach afforded by our ever-improving radar equipments and the increasingly effective techniques for their use deprived the enemy of the advantage of surprise attacks.“⁵⁸

Da die Jagdflugzeuge der RAF Bomberangriffe quantitativ nicht verhindern konnten, galt es, das Bomberproblem qualitativ auf Basis von Datenprozessierung zu parieren. Notwendig wurden Informationen, wann und wo sich Flugzeuge der britischen Küste näherten und welches Ziel sie womöglich ansteuerten. Bezeichnend ist, dass die Berechnung jener Zukünfte auf Basis von Radardaten im historischen Kontext nicht an Computer delegiert werden konnte – sie musste von menschlichen Akteuren praktiziert werden. Die Formalisierung vormaliger Überraschungsmomente war irreduzibel an menschliche Ko-Operationsketten zur Visualisierung von Luftlagebildern gekoppelt. Diese Luftlagebilder hatten Radardaten als Grundlage; allerdings galt es, diese Daten kooperativ zu zentralisieren, zu visualisieren, zu kombinieren, zu filtern, weiterzuleiten und zu distribuieren – und zwar in einem Tempo, das sich an der Einfluggeschwindigkeit etwaiger Bomber bemaß. Dies machte eine militärische Organisation notwendig, deren Schlagkraft sich an der Geschwindigkeit der Verarbeitung und Visualisierung großer Datenmengen ausrichtete. Die Echtzeitlichkeit der Prozessierung von Luftlagedaten wurde zum informativen Gehalt des Dowding Systems.

Liegt der Fokus beim *Battle of Britain* meist auf den als heroisch stilisierten Taten der RAF und den Spitfire- und Hurricane-Piloten oder allein auf der Technik des Radars, ist es aus wissens- und wissenschaftshistorischer sowie medienwissenschaftlicher Perspektive vielmehr Radar als Praxis, welche Aufmerksamkeit verdient. Die infrastrukturelle Arbeit, die Radar begründete und die in Luftlagebildern kulminierte, war buchstäblich entscheidend für die Luftschlacht um England. Die echtzeitliche Übersetzung des Luftkrieges in miniaturisierte Luftbilder als Ergebnis kooperativer Datenpraxis war der entscheidende Effekt der Radartechnologie in ihrer systemischen Verschaltung. Damit teile ich eine Annahme, die David Zimmerman äußerte: Radar als neue Wahrnehmungstechnologie konnte nur dann einen Vorteil für den Luftkrieg um England bringen, wenn es in eine Infrastruktur

58 Kelly (1945): „Radar and Bell Laboratories“, 222.

integriert war, die die einzelnen, räumlich verteilten Radardaten zentralisiert in Luftlagebildern darstellte.⁵⁹

Es lässt sich argumentieren, die Infrastruktur „Dowding System“ wurde überhaupt erst um die erforderliche Logistik der kollaborativen Datenprozessierung herum aufgebaut. Die ersten drei Radartürme von Chain Home wurden 1937 in Bawdsey, Canewdon und Dover errichtet.⁶⁰ Im September 1939, zum Ausbruch des Zweiten Weltkriegs, verfügte Chain Home über 18 Radarstationen. Sämtliche in den Radarstationen akquirierten Daten wurden – wie bereits dargelegt – in den erwähnten zentralen Filterraum in Stanmore gesendet. Anschließend wurde das dort entstandene Luftlagebild an den benachbarten Operations Room weitergeleitet, dort mit den Meldungen von Horch- und Sichtposten kombiniert und schließlich an die betreffenden untergeordneten Gruppen- und Sektoren-Gefechtsstände distribuiert. Für ein Verständnis der infrastrukturellen Kanalisierung des Datenflusses zur Darstellung und Verteilung von Luftlagebildern im Dowding System hilft es, sich – in Anlehnung an die Maxime der Akteur-Netzwerk-Theorie des „follow the actor“ – auf die dynamische Spur der historischen Daten zu begeben. Dadurch wird die Bedeutung menschlicher Akteure evident: Bei jedem Glied der Operationskette zur Her- und Darstellung umfassender Luftlagebilder waren es Praktiken, die über die Funktionalität der gesamten Infrastruktur entschieden.⁶¹

Bereits im November 1935 – dem Jahr des initialen Radar-Memorandums – machte sich Robert Watson-Watt Gedanken über die Darstellung von Radardaten und die infrastrukturelle Ausgestaltung kommunikativer Pfade; denn wie es ein am Dowding System beteiligter Akteur 1937 formulierte: „in full operations the communication problem is vital, and that communications are frequently, almost invariably, the weakest link in the operational chain.“⁶² Damit wurde der Begriff der ‚Operationskette‘ für die infrastrukturelle Ausgestaltung von Radar explizit. Es setzte ein Radardenken⁶³ ein, das bestrebt war, ein verteiltes Netz der Produktion,

59 Zimmerman schreibt: „Yet radar only provided raw data which was useful only if it could be distilled into a useful form of information which could be disseminated to the proper operational units quickly and accurately.“ Zimmerman, David (2004): „Information and the Air Defence Revolution, 1917-40“, in: *The Journal of Strategic Studies* 27(2), 370-394, 370.

60 Air Ministry (Hrsg.) (1950), *Signals Vol. IV: Radar in Raid Reporting*, London, 15.

61 Dieses historiographische „follow the data“ im Dowding System findet sich in Borbach, Christoph/Thielmann, Tristan (2019): „Über das Denken in Ko-Operationsketten. Arbeiten am Luftlagebild“, in: Sebastian Gießmann/Tobias Röhl/Ronja Trischler (Hrsg.), *Materiellität der Kooperation*, Wiesbaden, 115-167.

62 TNA AVIA 10/47.

63 Das für dieses Kapitel titelgebende „Radardenken“ entlehne ich Gottfried Benns Traktat „Radardenker“, das bezeichnenderweise bereits 1949 erstveröffentlicht wurde. Für Benn

Übertragung, Visualisierung, Prozessierung und Verteilung von Daten zu konstruieren, das von der Maxime ‚das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile‘ gekennzeichnet war. Die Datenproduktion in den einzelnen Radarstationen – die 1935 noch nicht existierten – war angedacht, integrierter Teil eines systemisch-dynamischen Prozesses zu sein. Insbesondere die Verbindungen zwischen den für das Netzwerk relevanten „centers of calculation“⁶⁴ – wo Daten zu Bildern und mithin Wissen werden konnten –, wurde dabei zugunsten einer möglichst schnellen, d.h. zeitverlustfreien Datenpraxis als kritisch angesehen. Damit der Luftraum im Miniaturformat in Luftlagebildern auf Radarbasis beobachtbar werden konnte, wurde die datenlogistische Funktion des Dowding Systems bereits 1935 derart konzeptualisiert, möglichst in Echtzeit große Datenmengen des Luftraums, nämlich die Positionen von (feindlichen) Flugkörpern, zu akkumulieren und zu prozessieren.

Es formte sich ein Infrastrukturdenken, das im Unterschied zu vorigen elektrotechnischen Netzwerken, wie die Telegraphen- oder Telefonnetze, davon gekennzeichnet war, Signale und Daten nicht nur zu übertragen, sondern auch zu verarbeiten. Dies lässt das Dowding System postmodern erscheinen: Es war eine oder die erste Infrastruktur der Übertragung *und* Prozessierung – und zwar im Unterschied zu anderen kooperativen Datenpraktiken in *Echtzeit* und von *großen Datenmengen*. Denn in seiner Skalierung bestand ein Novum gegenüber vorigen Operationsketten zur (militärischen) Informationssammlung und -verarbeitung: Waren echtzeitliche Datenprozessierungen bereits im Ersten Weltkrieg praktiziert worden, handelte es sich dort um buchstäblich übersichtliche Räume, da sie bspw. von Ballons aus überschaubar waren.⁶⁵ Dahingegen war der gesamte Luftraum vor der britischen Küste im besten Sinne unsichtbar. Die für den Überblick auf Kartentischen in Operations Rooms erforderliche Anzahl an Radarstationen sowie Horch- und Sichtposten erzeugte dementsprechend *viele Daten*, modern gesprochen *Big Data*. Die notwendig echtzeitliche, mithin zeitkritische Verfasstheit der Infrastruktur ergab sich wiederum aus der militärischen Brisanz der Situation und wurde von ihren Akteuren intensiv betont. Das belegt schon das Eingangszitat dieses Ka-

war Radar mehr als ein technologisches Prinzip und evozierte einen Typus Mensch, der durch eine bestimmte ‚kalte‘ Wahrnehmungsweise gekennzeichnet sei, vgl. Benn, Gottfried (1991 [1949]): „Der Radardenker“, in: *Sämtliche Werke. Band V. Prosa 3*, hrsg. v. Gerhard Schuster, Stuttgart, 65-79. Ebenso ist es These dieses Kapitels, dass Radar nach dem Vorbild seines Mediums ein zeitkritisches Denken evozierte, das bei den ihrerzeit praktizierenden Akteuren zu identifizieren ist.

64 Latour, Bruno (1987): *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge, MA, insb. 215-257.

65 Vgl. Bender, Hendrik/Kanderske, Max (2022): „Co-Operative Aerial Images: A Geomedia History of the View from Above“, in: *New Media & Society* 24(11), 2468-2492.

pitels von Watson-Watt, der die notwendige Echtzeitlichkeit der Datenprozessierung in ihren epistemischen Mittelpunkt stellte. Solche fortwährenden Verweise auf die zeitkritische Bedingung finden sich in der Autobiographie von Eileen Younghusband, die als „Plotter“ und „Filterer“ arbeitete: „speed and accuracy were essential to give the maximum warning of the approach of enemy aircraft, thus ensuring fast interception by our fighters“⁶⁶, „as Plotters, you always keep the information up-to-date.“⁶⁷

Schaut man sich die Praktiken der Datenprozessierung im Dowding System an, wird deutlich, dass es sich um eine manuelle Form des infrastrukturellen Analog-Computings handelte: eines, das sich an Plotting Tables symbolisch-figürlich ausgestaltete. Menschliche Akteure als Glieder einer komplexen Kette der Datenverarbeitung – in Quellen findet sich explizit die Rhetorik von Personen als „link in the chain“⁶⁸ – hatten je spezifische Aufgaben zu erfüllen, die wiederum die Grundlage für nachfolgende operative Praktiken des *data processing* waren. Ist die Bildlichkeit moderner, digitaler Screens eine Bedingung, Menschen interaktiv mit der Datenprozessierung digitaler Maschinen zu verschalten, war die Bildlichkeit beim Dowding System eine Bedingung für die figürlich ausgestaltete Datenprozessierung durch menschliche Akteure. Auch bildliche Prozessierungsleistungen auf Datenbasis in Echtzeit sind demnach kein Spezifikum digital-algorithmischer Prozesse, sondern können von Menschen Hand geleistet werden.

Die visualisierten Luftlagebilder waren keine Darstellung des Geschehens im Luftraum. Sie waren ein qua Infrastrukturarbeit echtzeitlich in Symbole und Figuren übersetztes Datenkonstrukt. Dieses hatte den Anspruch, ein reales Geschehen zu repräsentieren, seine potenzielle Vagheit musste jedoch unweigerlich akzeptiert werden. Die Luftlagebilder waren keine indexikalischen Dokumente des Luftraums – wie es analoge Fotographien wären⁶⁹ –, sondern Ergebnis zeitkritischer Datenmanipulationen: Sie wurden kooperativ berechnet, gefiltert, kombiniert, korrigiert usw. Besonders ist im Unterschied zu digitaler Prozessierung, dass die

66 Younghusband (2013): *One Woman's War*, 105-106.

67 Ebd., 98.

68 TNA AVIA 7/183, E. C. Williams: „Filter Room Organization and Technique“.

69 Zum Medienunterschied zwischen Fotographie und Radar hält Lev Manovich zudem hinsichtlich der Zeitdimension mit einem klassischen Verständnis von Delay fest: „Massively employed in World War II, it [radar] provided important advantages over photography. Previously, military commanders had to wait until pilots returned from surveillance missions and film was developed. The inevitable delay between time of surveillance and delivery of the finished image limited photography's usefulness because by the time a photograph was produced, enemy positions could have changed. However, with radar, imaging became instantaneous and this delay was eliminated.“ Manovich, Lev (2001): *The Language of New Media*, Cambridge, MA/London, 98-99.

Datenverarbeitung im Dowding System im Sinne einer historischen Praxeologie sichtbar gemacht werden kann. Es handelte sich bei dieser nicht um phänomenologisch unsichtbare, nämlich algorithmische Prozesse in vernetzten Digitalcomputern, sondern um menschliche Praxis (vgl. emblematisch Abb. 35 u. 36).

Das weibliche Personal der WAAF war entscheidend für die Her- und Darstellung der Luftlagebilder. Sie führten die essenziellen Praktiken der Datengenerierung, -filterung, -visualisierung, -prozessierung und -weiterleitung durch. Sie praktizierten als menschliche Akteure die Arbeit, die später – wie im Falle des US-amerikanischen SAGE – vollständig an Digitalcomputer ausgelagert, mithin automatisiert und rationalisiert wurde. Was Mar Hicks für *female labour* am Fallbeispiel der britischen History of Computing aufarbeitete,⁷⁰ zeigt sich auch hier: Die Arbeit der WAAF im Zweiten Weltkrieg kann als *invisible labour* bezeichnet werden. Sie erfuhr in der Nachkriegszeit keine systematische Aufarbeitung oder Dokumentation und dadurch gerieten die beteiligten weiblichen Akteure als menschliche proto-Computer in Vergessenheit.⁷¹ Es verhielt sich sogar so, dass die Protagonistinnen der WAAF nach Kriegsende den „Official Secrets Act“ unterzeichnen mussten. Das bedeutete, dass es ihnen 30 Jahre lang verboten war, über ihre dienstlichen Tätigkeiten während des Krieges zu berichten.⁷²

Die Verarbeitung großer Datenmengen ist bekanntlich kein Novum des Digitalcomputers. Techniken und Praktiken von Big Data „have histories, and (...) those histories stretch back well before the advent of electronic computing“.⁷³ Die klassischen historischen Beispiele hierfür wären Datenverarbeitungen im Kontext von Volks- oder nationalen Wahlauszählungen. Teils erfolgten diese bereits semi-automatisiert durch analog-mechanische Tabellier- bzw. Lochkartenmaschinen wie die s.g. Hollerith-Maschinen. Auch dass die Verarbeitung großer Datenmengen eng verzahnt mit händischen Praktiken war, d.h. gekoppelt an menschliche Leistungen des Zählens und des buchstäblichen Übertragens materieller Datenträger, hat Christine von Oertzen – für das Fallbeispiel des preußischen Zensus – aufgearbeitet.⁷⁴ Die Verarbeitung großer Datenmengen *in Echtzeit* ist dahingegen ein Si-

70 Hicks, Mar (2017): *Programmed Inequality. How Britain Discarded Women Technologists and Lost Its Edge in Computing*, Cambridge, MA/London.

71 Hierzu grundlegend – mit Referenz zum ENIAC – Light, Jennifer S. (1999): „When Computers Were Women“, in: *Technology and Culture* 40(3), 455-483.

72 Vgl. Younghusband (2013): *One Woman's War*, 267.

73 Aranova, Elena/von Oertzen, Christine/Sepkoski, David (2017): „Introduction: Historicizing Big Data“, in: *Osiris* 32, 1-17, 2.

74 von Oertzen, Christine (2017): „Die Historizität der Verdatung. Konzepte, Werkzeuge und Praktiken im 19. Jahrhundert“, in: *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 25, 407-434.

gnum postmoderner Datenprozessierung. Hier scheidet sich die Verhandlung großer Datenmengen von analogen Formen der Prozessierung durch ihre Geschwindigkeit. Bei Volkszählungen oder Wahlen war es nicht zeitkritisch, wann ein Ergebnis vorlag – wenige Minuten, Stunden oder gar Tage schlügen nicht ins Gewicht. Der Shift zur zeitkritischen Verarbeitung von Big Data lässt sich historisch klar verorten: Es war im Dowding System, dass eine erste echtzeitliche Prozessierung großer Datenmengen praktiziert wurde. So hält auch David Zimmerman fest:

„Dowding's air defence system was the first weapons system of the age of information. (...) With very little assistance from mechanical computers, the air defence system pushed the very limits of human ability to analyse and disseminate information to deal with a rapidly approaching air threat.“⁷⁵

Ähnlich wurde bereits im historischen Kontext dem Dowding System von US-amerikanischer Seite Folgendes bescheinigt:

„A fact that has been too little recognized when radar systems are discussed is that the organization which is to make use of the positional information afforded by radar is usually at least as important as is the radar itself. A good organization can make excellent use even of inferior radar information, as was proved by the success of the British Home Chain of radar stations, the first large-scale radar installation to be made.“⁷⁶

Demgegenüber fokussieren die überaus zahlreichen Geschichten von Radar zu meist auf militärische, politische oder rein technische Aspekte des Mediums, was insbesondere für technikhistorische Arbeiten gilt. So kritisiert Birgitta Godt, dass Bedienende selten vorkämen, was dem Mediensystem nicht gerecht werde. Vernachlässigt werde, dass sich die Funktionalität des Mediums nicht durch seine reine Technizität auszeichne oder sich in dieser erschöpfe. Denn sowohl „bei der Entwicklung der Luftraumüberwachung mit Hilfe der Radargeräte als auch beim Einsatz wird deutlich, wie wichtig ein gutes Ineinandergreifen der verschiedenen Informationsempfänger – seien es Geräte oder Personen –, danach der Informationsweitergabe und schließlich der Informationsverarbeitung war.“⁷⁷ Das Dowding System als praktizierte Daten-Infrastruktur war für Radar essenziell – was nach

75 Zimmerman (2004): „Information and the Air Defence Revolution“, 391-392.

76 Ridenour, Louis N. (1947): „Radar Systems“, in: ders. (Hrsg): *Radar System Engineering*, 12-13.

77 Godt, Birgitta (2003): *Aspekte der Radarentwicklung und -anwendung im Zweiten Weltkrieg*, Konstanz, 8.

einer medienpraxeologischen Neuperspektivierung des frühen Radars geradezu verlangt. Einerseits war Radarpraxis in England maßgeblich für eine erfolgreiche Frühwarnung vor anfliegenden Bombern. Andererseits erlaubte das technische Gerät erst durch eine professionalisierte Nutzung eine Datenproduktion. In Anlehnung an Markus Krajewski ließe sich aussagen, dass das Medium Radar zunächst nicht menschlichen Akteuren diente, sondern nach einer qualifizierten Bedienung verlangte.⁷⁸ Diese wiederum musste erlernt werden und die Besonderheiten des neuen Mediums berücksichtigen. Damit kam menschlichen Akteuren im Dowding System – *radar operators* –, aber ebenso den der konkreten Radardatenproduktion nachgelagerten Personen – *teller, filterer, filterer officers* usw. – eine mitunter buchstäblich entscheidende Bedeutung zu. Sie fungierten teils als menschliche Relais, nämlich als mündliche Weiterleiter:innen numerischer Daten.⁷⁹ Ebenso übernahmen Filterer entscheidungsträchtige Aufgaben, bspw. die Interpretationsleistung, ob etwaig ungenaue oder gar fehlerhafte Radardaten auf tatsächliche Flugzeugformationen verwiesen oder nicht. Dass menschliche Akteure eine essenzielle Bedingung für die Produktion veritabler Radardaten darstellten, wird demgemäß in Quellen intensiv betont bzw. wurde die Funktionalität des Mediums gar dezidiert an menschliche Bedienung gekoppelt:

„The amount of reliable data that can be obtained from any radar is dependent to a great extent on the proficiency of the operator. (...) Without an operator, a radar set is merely a large box of radio tubes. With a well-trained, alert, interested operator a radar set can become the most important equipment for determining information.“⁸⁰

78 Krajewski, Markus (2014): „Bedienen“, in Heiko Christians/Matthias Bickenbach/Nikolaus Wegmann (Hrsg.), *Historisches Wörterbuch des Mediengebrauchs*, Köln, 90-104.

79 „Prior to the advent of [automatic] radar relay such transmission was done by voice or not at all“, hieß es von Seiten des Rad Lab. Haworth, L. J./Tape, G. F. (1947): „The Uses of Radar Relay“, in: Ridenour (Hrsg.), *Radar System Engineering*, 680-681, 680.

80 Orman, Leonard M. (1947): „Training of Radar Operators“, in: *Coast Artillery Journal* 80(2), 22-27, 22 & 27. Sicher ist das Ungleichgewicht in bisherigen historischen Analysen von Radar, die seine Technizität überbetonen und Aspekte menschlicher Praxis im Kontext integrierter Feedbacksysteme vernachlässigen, einem Überlieferungsproblem geschuldet. Zum anderen tritt hier eine Spezifität von Archiven *ex negativo* zutage: Einzug in Archive konnte nur erfahren, was im historischen Kontext relevant erschien, dokumentiert zu werden – und dies war nicht die praktische Ausgestaltung der infrastrukturell-systematischen Kanalisierung von Daten für die Her- und Darstellung von Luftlagebildern. Vgl. hierzu auch Ernst, Wolfgang (2009): „Das Archiv als Gedächtnisort“, in: Knut Ebeling/Stephan Günzel (Hrsg.), *Archivologie. Theorien des Archivs in Philosophie, Medien und Künsten*, Berlin, 177-200. Zur Problematik (k)eines Archivs von Medienpraktiken vgl. Abend, Pablo (2013): „Schluss: Ergebnisse der Analyse und das Archiv der Medienpraktiken“, in: ders.: *Geobrowsing. Google Earth und Co. – Nutzungspraktiken einer digitalen Erde*, Bielefeld, 369-388.

Essenziell für eine fundierte historische Betrachtung von Radar sind mithin Aspekte der Radarpraxis und der Radar-Infrastruktur. Vor dem Hintergrund dieser für das Delaymedium Radar konstitutiven Infrastruktur-Dimension scheint es überhaupt sinnvoll, eine perspektivistische Verschiebung der Analyse von ‚Medien‘ hin zu ‚Infrastrukturen‘ und ihren ‚Datenpraktiken‘ vorzunehmen. Damit käme eine ‚infrastrukturelle Kehre‘ zum Tragen, wie sie Friedrich Kittler ausgerechnet für daselbe Medium beschrieb: „Infrastruktur ist ein Wort, das ich immer öfter verwen-de, um Medien zu umschreiben. Bei Medien fragt man immer: Ist dies oder das noch ein Medium? Ist das Radarsystem noch ein Medium? (...) Deshalb sage ich lie-ber Infrastruktur. Der Begriff schließt Dinge ein, die einen historischen Raum bes-ser definieren als vieles andere.“⁸¹

System Design und Operations Research

„The presentation of echo signals on an indicator by no means completes the problem of de-signing an operationally useful radar system. It is necessary that action of some sort be taken on the basis of the information afforded by the radar. To enable this action to be taken promptly, intelligently, and correctly, an organization must be created. This organization begins with the radar indication and extends to the execution of commands that arise from the situation as displayed by the radar“⁸²

– so hieß es über die Nutzbarmachung von Radardaten und die Bedeutung organi-sationaler Radarkooperationen von Seiten des MIT Radiation Laboratory im Jahr 1947. Dabei wurde hinsichtlich des Aufbaus einer solchen im Zitat genannten „or-ganization“ von Radar die Frage nach einem adäquaten „system design“⁸³ histo-risch früh explizit. Es galt, für die systemische Auswertung von räumlich verteilt erhobenen Radardaten ein zweckdienliches System zu gestalten. Kritisch wurde dabei ebenso die Frage nach Geräten, Medien und Methoden, „which have been worked out to translate into commands the decisions taken on the basis of radar

81 Barberi, Alessandro (2000): „Weil das Sein eine Geschichte hat: Ein Gespräch mit Fried-rich A. Kittler“, in: *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften* 11(4), 109-123, 115.

82 Ridenour (1947): „The Signal and Its Use“, 213.

83 Ebd., 214. Es ließe sich dem entgegnen, dass in der Telegraphie-, vor allem aber in der Telefontechnik bereits früher auf ein elektrotechnisches Systems Design umgeschaltet worden war, das von einem Denken in einzelnen Verbindungen zugunsten von Netzwerken absah. Im Unterschied zu diesen war die Infrastruktur des Dowding Systems aller-dings ein Netzwerk der Übertragung und Prozessierung und damit komplexer, was die Frage nach dem System Design verschärzte.