

[4]

Schnittstelle „Mensch“: Zum Forschungsinstitut für Anthropotechnik

Kevin Liggieri

Die Untersuchung soll ihren Fokus auf die Institutionalisation des zumindest in Europa wirkmächtigen Begriffes *Anthropotechnik* in der Ergonomie richten und stellt die Frage, was für ein Menschenbild/Anwenderbild die Felder der modernen Ergonomie anhand des von Rainer Bernotat begründeten Forschungsinstituts für Anthropotechnik generieren und welche verschiedenen Wissenschaftsfelder für die Konstitution dieser ergonomischen Anthropotechnik notwendig sind. *Anthropotechnik* ist im Feld der deutschen Arbeitswissenschaft in den 1960er–1990er Jahren (sowie teilweise bis heute) ein wichtiger und geläufiger Terminus, der die Anpassung der Maschine an den Menschen bezeichnet.

Besonders im Feld der Ergonomie und der Mensch-Maschine-Schnittstelle zeigt sich jene Konnotation von Anthropotechnik als zentral, die sich im Deutschland der 1960er Jahre ausbildete. Das vorliegende Projekt versucht in diesem Sinne zu zeigen, wie sich in der Position gleichwertiger Mensch-Maschine-Aktanten eine Möglichkeit der Konstitution von Systemen als menschlich-maschinelle Konstrukte aufdeckt, und wie man sich dem essentiellen Problem der Positionierung des Menschen in diesem technischen System in einer (nach-)kybernetischen Epoche annähert (aber auch, wo man kybernetisches Denken übernimmt).

Der Mensch schuf sich die Technik. Wird er ihr Diener, so hat er seine Fähigkeiten nicht genutzt. (Bernoat 1965, I)

Das voranstehende Zitat leitet nicht nur die Habilitationsschrift *Die Informationsdarstellung als anthropotechnisches Problem der Flugführung* (1965) des Elektrotechnikers und Begründer des Forschungsinstituts für Anthropotechnik (FAT), Rainer Bernoat, ein, sondern bildet außerdem das Programm und den Auftakt seiner Arbeiten zur Mensch-Maschine-Interaktion. Das Zitat zeigt eindrücklich, die besondere Stellung des Menschen, der sich selbst nicht mehr degradiert als Diener (oder technischer Servo) einer Maschine versteht, sondern als autonomer

Handlungs- und Verantwortungsträger.¹ Die vorliegende wissenschaftshistorische Untersuchung orientiert sich an dieser Programmatik und will den Fokus auf die Institutionalisierung des wirkmächtigen Begriffes *Anthropotechnik* in den deutschen Ingenieurwissenschaften richten. Dieser Terminologie liegt eine anthropophile Vision einer Technik zugrunde, die sich in Form von Konstruktionen (u. a. Interfaces) an den Menschen anpassen sollte. Die technikwissenschaftliche *Anthropotechnik* war ab den 1960er Jahren zum humanistischen Schlagwort für eine benutzerfreundliche Technikgestaltung geworden, mit denen die Akteure eine bestimmte Vorstellung vom Menschen wie von der Maschine verbanden. Das Interface sollte für eine effiziente Interaktion *natürlich* (u. a. intuitiv, effizient) gestaltet sein und das bedeutet hier: angepasst an die dynamische „Natur“ des Menschen. Der Mensch sollte sich als Bediener nicht mehr nur nach der Technik richten, sondern die Technik sich nach den *natürlichen* Leistungsgrenzen des Menschen, welche (u. a. in Laboruntersuchungen) das Forschungsinstitut für Anthropotechnik untersuchte. Nicht nur rhetorisch, sondern ebenso praktisch wurde der Mensch Ausgang und Ziel der technischen Konstruktion. In diesen historischen (wie aktuellen) User-Konzepten schrieb sich ein anthropozentrischer Impetus mit ein, der den Menschen als *außerordentliches* Glied in der Mensch-Maschine-Interaktion begriff, das sich einer reinen mathematisch-rationalen Ordnung immer auch entzog.² Wie weit der „Mensch“, von dem man hier spricht und zu „dessen Befreiung [von der Technik, K.L.] man einlädt“, wie Michel Foucault es in seinem berühmten Buch Überwachen und Strafen formulierte, am Ende selbst durch die Anthropotechnik unterworfen wurde, muss dabei mitberücksichtigt werden (Foucault

- 1 Vgl. zum Diener Krajewski 2010 sowie zum Menschen als kybernetischen Servo Scherffig 2009, zum technischhistorischen Kontext der 1950/60er Jahre Heßler 2015.
- 2 Vgl. zur aktuellen humanistischen Rhetorik einer Anpassung der Technik an den Menschen das sprechende Forschungsprogramm „Technik zum Menschen bringen“ vom Bildungsministerium für Bildung und Forschung von 2015 (BMBF 2015).

80 1994, 42). Die Rhetorik anthropotechnischer Akteure, die den Mensch als „Herrscher-Subjekt“ und die Technik als „Dienerin“ proklamierten, stellt dabei ein Symptom der Zeit dar. So richteten sich im deutschen Diskurs die Ingenieure gegen eine geisteswissenschaftliche Technikkritik (u. a. des Automatisierungsdiskurses der 1950/60er Jahre) wie gegen eine Kybernetisierung des Menschen. Dabei wird allerdings im Diskurs um die *Anthropotechnik* verschwiegen, dass, wie ebenfalls Foucault erkennt, das

Wort Subjekt [...] einen zweifachen Sinn [hat]: vermittels Kontrolle und Abhängigkeit jemandem unterworfen sein und durch Bewußtsein und Selbsterkenntnis seiner eigenen Identität verhaftet sein. Beide Bedeutungen unterstellen eine Form von Macht, die einen unterwirft und zu jemandes Subjekt macht. (Foucault 1987, 246ff.)

Trotz der humanistischen Proklamationen und dem dynamischen Menschenbild generierten die Forschungen der Anthropotechnik demnach ebenfalls Subjekte (User), die in der Interaktion mit den Maschinen als Gesamtsystem effizient und ökonomisch funktionieren sollten. Mit Blick auf diese Problematisierungen muss die Frage gestellt werden, was für ein Menschenbild/Anwenderbild die Felder der ergonomischen Anthropotechnik (seit 1960) im deutschen Raum erzeugten und welche verschiedenen Wissenschaftsbereiche für die Konstitution dieser Anthropotechnik notwendig waren (wie Anthropometrie, Psychotechnik, Psychologie der Wahrnehmung, Regelungstechnik und Kybernetik). Anhand von Primärquellen sowie Nachlässen wird versucht, die Bedingungen des Forschungsinstitutes für Anthropotechnik (gegr. 1969) ausfindig zu machen und in Form einer wissenschaftshistorischen Rekonstruktion den Konzeptionen von Mensch, Maschine und Vermittlung nachzugehen. Abschließend sollen auf dieser Basis philosophische Reflexionen über die Beziehung zwischen Mensch und Maschine sowie über eine anthropotechnische Anthropologie versucht werden.

1. Die Anfänge einer Anthropotechnik

Das weite Begriffsfeld einer *Menschenbehandlung* (als andere Form einer Anthropotechnik im Unterschied zur Sloterdijkschen *Menschenzucht*) zentriert und modifiziert sich im Deutschland der 1950/60er Jahre, da sich hier neben einem traditionellen Gebrauch ein Wandel im τέχνη- und ἄνθρωπος-Begriff andeutet. Folgt man dem Wissenschaftshistoriker Henning Schmidgen, so mag zwar ein „Begriff [...] die kleinste Einheit epistemischer Integration sein, seine Wirkungen entfalten sich aber nicht unabhängig vom globalen Zustand eines theoretischen Terrains, auf dem er angesiedelt ist“ (Schmidgen 2008, 161). Ändert sich das historische wie theoretische „Terrain“, so verschiebt bzw. ändert sich auch die Begriffsbedeutung. In diesem Sinne bildet *Anthropotechnik* im Feld der deutschen Arbeits- und Technikwissenschaften in den 1960er bis 1990er Jahren (sowie teilweise bis heute, vgl. den Fachausschuss Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt) einen wichtigen und geläufigen Terminus, der die Anpassung der Maschine an den Menschen bezeichnet; also das englische *Human Factors Engineering*, an dem der Begriff angelehnt ist.

Schaut man genauer auf den deutschen Sprachraum, so wird deutlich, dass der Begriff *Anthropotechnik* im frühen zwanzigsten Jahrhundert wenig ausgeprägt bleibt und bis 1960 im Sinne William Sterns in Abgrenzung zu *Psychotechnik* und *Biotechnik* gebraucht wurde (vgl. Liggieri 2016). 1960 erfuhr der Begriff *Anthropotechnik* allerdings eine nicht minder bedeutsame Umdeutung, die den Anstoß zur Etablierung einer eigenen technikwissenschaftlichen Disziplin sowie eines Institutes geben und seine historische Polyvalenz auf eine bestimmte Definition (zumindest im deutschen Sprachraum) festlegen wird. Diese zentrale Definition bekam der Begriff im flugmedizinischen Diskurs rund um die bemannte Raumfahrt. Dieses geschah Anfang der 1960er Jahre durch den Flugmediziner und oft betitelten Begründer des Begriffes Heinz von Diringshofen

82 (1900–1967). Der frühere Oberstabsarzt der Luftwaffe Diringshofen, dessen nationalsozialistische Vergangenheit in Bezug auf den KZ-Arzt Sigmund Rascher und den Unterdruckversuchen in Dachau in diesem Rahmen nicht genauer betrachtet werden kann, verwendete den Begriff als Synonym für die amerikanische Forschung zur Cockpitgestaltung *Human Factors Engineering*. „Die Anthropotechnik hat im Sinne des ‚Human Engineering‘ die Aufgabe“, so Diringshofen, „möglichst günstige Bedingungen für die Funktionen der Menschen im technischen System zu suchen, um Zuverlässigkeit und Leistung eines Mensch-Maschine-System zu optimieren“ (Diringshofen 1963, 500). Die Anthropotechnik agierte demnach bei Diringshofen als zweckmäßiger Begriff einer Anpassung von Führungssystemen der Luft- und Raumfahrzeuge an medizinisch-physiologische Leistungsgrenzen, wobei Mensch und Maschine eine Funktionseinheit herstellen sollten. Der Begriff von Diringshofen wurde zwar in einem flugphysiologischen und flugmedizinischen Feld begründet, dann aber bereits Ende der 1960er Jahre vom Elektrotechniker Rainer Bernotat als führendem Denker der deutschen *Anthropotechnik* als Leitbegriff einer „bestmöglichen Gestaltung“ vom „Zusammenwirken von Mensch und Maschine [...] durch Anpassung der Maschine an den Menschen“ hinsichtlich Leistung, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit verwendet (Bernotat 1987, 8). Da die Anthropotechnik (Human Factors Engineering) in der Luftfahrttechnik und -forschung in Deutschland insbesondere im Vergleich zu England und den USA bis dahin wenig Beachtung gefunden hatte, wurden in ersten, meist theoretischen Studien relevante psychologische Fragestellungen zu Problemen der Flugmechanik, Flugregelung und Instrumentierung eruiert (Diringshofen), aus denen dann einschlägige Forschungsvorhaben entwickelt werden sollten (Bernotats Forschungsinstitut).

Wo der Begriff und das Programm *Anthropotechnik* bei Diringshofen noch eine konzeptuelle Form hatte, die noch nicht mit expliziten Praktiken verbunden war, wurde er bei

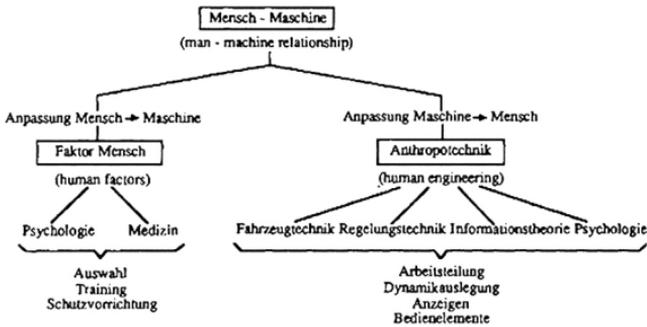
Bernotat zum forschungsleitenden Konzept, in dem sich nicht nur epistemische, politische, soziale oder militärische Interessen wiederfinden lassen, sondern auch – das scheint den aufgeladenen Termini *anthropos* und *téchne* immer miteingeschrieben – anthropologisch-praktische. Will man Bernotat, der den Begriff aufnahm, weiterentwickelte und in der Ingenieur- und Arbeitswissenschaft institutionalisierte, glauben, so war in den 1960er Jahren Diringshofens Idee „der Anpassung der Technik an den Menschen [...] für die Techniker in Industrie und Verwaltung neu“ (Bernotat/ Seifert 1998, 2). Diese Aussage ist allerdings mit Blick auf das Konzept der objektpsychotechnischen Sinnfälligkeit der 1920er Jahre sowie mit Blick auf das US-amerikanische und britische Ausland fragwürdig. Die Idee der Anpassung von Arbeitsgeräten (sowie des Arbeitsumfeldes) war keineswegs gänzlich innovativ, wie die Objektpsychotechnik von Fritz Giese aus den 1920er Jahren verdeutlicht (vgl. Liggieri 2017a). Die Psychotechnik bereitete somit teilweise den wissenschaftlichen Rahmen vor, in dem sich zumindest strukturell ebenfalls die *Anthropotechnik* (Objektpsychotechnik) und der *Faktor Mensch* (Subjektpsychotechnik) wiederfinden ließen. Giese, als einer der wichtigsten psychotechnischen Vertreter, formulierte 1928 dementsprechend:

Wird der Mensch als Betriebsfaktor angepaßt den Bedingungen des Wirtschaftslebens, so sprechen wir von ‚Subjektpsychotechnik‘. Wird dagegen die Materie, der Gegenstand, die Umwelt oder das Gerät angepaßt der gegebenen psychologischen Natur des Menschen, so heißen wir dies ‚Objektpsychotechnik‘. (Giese 1928, 8)

Diese strukturelle Verbindung war interessanterweise auch dem Institutsgründer Bernotat bewusst, wenn er anmerkt, dass *Anthropotechnik* eine historische Verbindung zur *Psychotechnik* in der Arbeitswissenschaft der 1920er Jahre aufweist, „[w]ann und wieso diese Arbeitsbereiche verschwanden, ist den Autoren aber nicht bekannt“³ (Bernotat/

3 Ob die Arbeitsbereiche überhaupt verschwanden, bleibt fragwürdig, eher transformierten und modifizierten sich diese Problematiken.

84 Seifert 1998, 3). Trotz dieser strukturellen Ähnlichkeit muss man durch Einflüsse der Kybernetik, Regelungstechnik sowie der pragmatisch ausgerichteten US-amerikanischen Forschung von einer veränderten Aufnahme des *Faktors Mensch* sprechen, auf die der (vermeintliche) Neologismus Anthropotechnik in Inhalt und Praxis reagierte. Dabei bekam gerade die Maschine (und Information), mit der der Mensch interagiert, einen anderen Stellenwert als noch bei Gieses meist mechanischer Objektpsychotechnik. Dennoch finden sich Aufteilungen der Subjekt- und Objektpsychotechnik ebenso bei den technikwissenschaftlichen Lösungsansätzen wieder, die Bernotat verwendete. So wurde *Anthropotechnik* komplementär zum Begriff *Faktor Mensch* entworfen, welches die traditionelle Anpassung des Menschen an die Technik bezeichnete. Beide Kategorien waren in Bernotats Schema gleichrangig und ergaben zusammen das Mensch-Maschine-System (vgl. Abb. 1). Im folgenden Abschnitt soll nun konzis auf den angeführten Institutsgründer Rainer Bernotat eingegangen werden, da seine Geschichte eng mit der des Institutes für Anthropotechnik und dessen Forschungsaufgaben verknüpft ist.



[Abb. 1] Faktor Mensch –Anthropotechnik (Bernotat 2008 [1987], 2).

Der Autor arbeitet momentan an einer Studie zu diesen Modifikationsprozessen.

2. Rainer Bernotat und das FAT

Rainer Bernotat (1932–2011) studierte an der TU Berlin Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik und wurde 1959 Forschungsassistent im Bereich Flugführung bei Edgar Rößger.⁴ Obwohl er stets, und das scheint bezeichnend, für die Anthropotechnik als internationales Konzept eintrat, wandte er sich gegen die Ergonomie, da diese für ihn eine englische Richtung war, die zu stark Arbeitsphysiologie betrieb und damit weniger auf den psychophysischen (Problem-)Faktor Mensch im Regelkreis als mehr auf physiologische Aspekte einging. Für Bernotat stand der Mensch, dessen Leistungsgrenzen und die Anpassung der Technik im Vordergrund. In seiner Anthropotechnik musste der Mensch daher immer mitgedacht werden.⁵ Wie sich dieses geisteswissenschaftlich-fundierte „Mitdenken des Menschen“ ausgehend von humanistischer Rhetorik in Form einer anthropozentrischen Verbindung von Technik und Mensch nicht nur im Begriff der Anthropotechnik selber, sondern eben auch in verschiedenen Forschungsprogrammen und praktischen Umsetzungen manifestierte, scheint dabei philosophisch interessant zu sein, wie noch gezeigt werden soll.

Nach Bernotats Promotion 1963 zum Thema *Zur Kompensation magnetischer Störfelder und ihrer Auswirkung in kompaß-gestützten Kurskreisel-Anlagen von Großflugzeugen* und seiner Habilitation 1965 zum Thema *Informationsdarstellung als anthropotechnisches Problem der Flugführung* war die Möglichkeit auf einen Lehrstuhl eher gering. Die Alternative also: eine eigene Forschungsgruppe *Anthropotechnik* in Berlin gründen. Zu seinem Glück und obendrein

- 4 Für diese biographischen Angaben sowie der Zusendung von Unterlagen aus dem Nachlass von Rainer Bernotat danke ich Bernhard Döring.
- 5 Bernotat zufolge wurde „[a]usgehend von der ingenieurwissenschaftlichen Betrachtungsweise des Menschen als Element des Regelkreises das Forschungsinstitut für Anthropotechnik ab August 1967 aufgebaut“ (Bernotat 2008 [1987], 4). Hierfür wurde Bernotat dann von seiner Lehrtätigkeit an der TU Berlin freigestellt.

86 als Zeichen, dass *Anthropotechnik* als Konzept und Forschungsvorhaben die Probleme und Vorstellungen der Zeit widerspiegelte, kam ein Angebot vom Bundesamt für Verteidigung (unter dem persönlichen Einsatz vom Ministerialdirigent Ernst Schulze) für den Aufbau eines ganzen Institutes für Anthropotechnik. Dass die 1955 gegründete Bundeswehr mit Blick auf das angelsächsische Human-Engineering-Programm Interesse an militärischer Grundlagenforschung und auf diese Weise an Projektverbänden (zu denen das Anthropotechnische Institut zählen sollte) hatte, scheint dabei wenig überraschend, dass sie einem relativen Neuling wie Bernotat kurz nach seiner Habilitation diese Aufgabe übertrugen allerdings umso mehr. Die militärpolitische Bedeutung des Anwendungsfeldes der Anthropotechnik zeigte sich vor der Gründung des Institutes im *Bundesbericht Forschung III* (Beschluss des Deutschen Bundestages vom 30. Juni 1965), der auf die Problematisierungsdiskurse einer *Anthropotechnik* referierte und sie damit auf die politische Agenda setzte. Unter dem Punkt 1.3.5 „Forschung und Entwicklung für die Verteidigung“, Unterpunkt „Wehrmedizinische Forschung“ (hier noch am flugmedizinischen Gebiet des terminologischen Vaters Diringshofen angelehnt) wird demzufolge vermerkt, dass die

fortschreitende Entwicklung der hochtechnisierten Waffensysteme [...] den Menschen, der sie bedienen soll, an die Grenze der Leistungsfähigkeit [bringt]. Die Wehrmedizin hat sich besonders der Ermittlung physiologischer Daten zur Leistungsfähigkeit zu widmen und in enger Zusammenarbeit mit den technischen Disziplinen die wechselseitige Anpassungsfähigkeit zu testen. Um die Anpassung der Waffensysteme an den Menschen zu optimieren, werden Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Anthropotechnik durchgeführt. Zu den Problemen der Wehrmedizin besteht eine enge Verbindung. (Bundesbericht Forschung III 1965, 103)

Ein weiterer Bezug kam im gleichen Bericht unter dem Punkt 87 „Halbleiter, Fernmeldetechnik, Datenverarbeitung“ auf, wobei es besonders um die als produktiv rezipierte Datenverarbeitung ging:

Die Forschung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung hatte ihren Schwerpunkt in der Realzeitdatenverarbeitung. Künftig wird noch größere Aufmerksamkeit der Datenverarbeitung für den Aufbau von Führungssystemen gewidmet werden. Dazu ist der Aufbau verschiedener Forschungsinstitutionen notwendig [gemeint war das Forschungsinstitut für Funk und Mathematik, welches Fragen der Realzeitdatenverarbeitung und die Anwendung der Rechenmaschine für Führungssysteme bearbeitete, sowie Bernotas Forschungsgruppe für Anthropotechnik, die sich den Fragen nach Anpassung der Maschine an den Menschen widmete, K.L.]. (Bundesbericht Forschung III 1965, 105)

Besonders das Gebiet der Anthropotechnik und die Etablierung des dazugehörigen Institutes (aus der Forschergruppe) galten somit für das Militär aufgrund seiner Forschungsgebiete zur EDV-gestützten Führung von Luft-, See- und Landfahrzeugen, Sensortechnik sowie zu militärischen Simulationsanlagen als zentral. Das zeigt sich deutlich im sicherheitspolitischen Grundlegendokument, welches durch das Bundesministerium der Verteidigung erarbeitet und durch die Bundesregierung verabschiedeten wurde, dem *Weißbuch* von 1970. Hier wird neben der Nennung des FAT (gegr. 1969) auch der finanzielle Betrag genannt, der für Wehrforschung veranschlagt war. So standen für das Jahr 1970 insgesamt „fast 160 Millionen DM“ zur Verfügung (*Weißbuch* 1970, 151). Davon bekam die Astrophysikalische Gesellschaft (Vorgängereinrichtung der Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften e. V.) – worunter das FAT fiel – 1969 6,6 Millionen (*Weißbuch* 1970, 152). Im *Bundesbericht Forschung IV. Band 2: Bericht der Länder* von 1972 zeigt sich der Bezug zur Anthropotechnik unter 2.5 „Forschung und Entwicklung

88 für die Verteidigung und für den Zivilschutz“, Unterpunkt 2.5.2 „Wehrtechnische Forschung für breitere Anwendungsbereiche“ (Bundesbericht Forschung IV 1972, 44). Finanziert wurden diese Forschungen aus dem Ressort des Bundesministeriums der Verteidigung mit dem klaren Ziel einer „Bereitstellung allgemeiner technologischer Erkenntnisse für wehrtechnische Verteidigung“ (Bundesbericht Forschung IV 1972, 44). Die Schwerpunkte reichten dabei von Leistung und Manövrierfähigkeit von Flugzeugen, über Verbesserung und Erweiterung der Einsatzmöglichkeit und -bereitschaft von fliegenden Waffenträgern bis zu dem für die Anthropotechnik wichtigen „Zusammenwirken Mensch/technische Systeme zur erleichterten Handhabung komplexer Waffensysteme“ (Bundesbericht Forschung IV 1972, 45). Der User war hier kein ausgebildeter Ingenieur oder Informatiker, sondern der Soldat, der schnell und einfach „komplexe Waffensysteme“ handhaben musste. Die Relevanz der *Anthropotechnik* für die Konstruktion bedienungsfreundlicher Systeme wurde, wie die Zahlen und Daten zeigen, zuerst vom Bundesministerium der Verteidigung erkannt, welches auch die Zielsetzung und Vorgaben für Bernotats Institut lieferte (Bundesbericht Forschung IV 1972, 45; Der Bundesbeauftragte für die Unterlagen des Staatssicherheitsdienstes der ehemaligen DDR 2013, 213ff.).

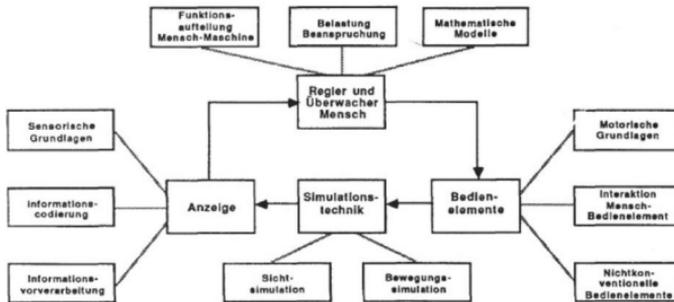
1967 siedelte Bernotat diesem Angebot des Militärs folgend mit 7 Mitarbeitern nach Meckenheim bei Bonn, wo das Institut errichtet wurde. Bernotat selbst wurde 1969 Direktor des international agierenden Institutes, welches schnell auf 50 Mitarbeiter expandierte, davon 20 Wissenschaftler.

Das Institut war in verschiedene Forschungsgruppen aufgeteilt, die im Folgenden genauer erläutert werden sollen:

1. Anzeigen
2. Bedienelemente
3. Simulationstechnik
4. Regler Mensch

Die Forschungsgruppen richteten sich, programmatisch für die Anthropotechnik, auf den „Regler und Überwacher

Mensch“ aus (vgl. Abb. 2), wobei der dargestellte Regelkreis zwischen „Mensch“, „Bedienelemente[n]“, „Simulationstechnik“ und „Anzeige“ für die Bearbeitung der Probleme ausschlaggebend war. Alle vier Bereiche bedingten sich gegenseitig und mussten für eine optimale Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion mit Blick auf den User abgestimmt werden.



[Abb. 2] Forschungsansätze im FAT (Bernetot 2008 [1987], 4).

Im ersten Jahrzehnt des FAT stellten sich die Abteilungen samt Forschungsansätzen folgendermaßen dar:

In der Abteilung „Anzeige“ wurde hierfür die visuelle Wahrnehmung mit dem Ziel untersucht, Erkenntnisse für die Gestaltung optischer Anzeigen zu gewinnen, so dass der Informationsfluss Maschine-Mensch mit den Kriterien Menge, Geschwindigkeit und Fehlerfreiheit bei gleichzeitiger Vermeidung von Überbeanspruchung des Menschen optimiert werden konnte. Aufgabe der Abteilung „Bedienelemente“ war die Untersuchung der Informationsübertragung vom Menschen zur Maschine. Neben Messung und Beschreibung menschlicher Sensomotorik wurden dafür empirische Vergleiche von Bedienelementen vorgenommen, sowie Messtechniken für Bedienbewegungen entwickelt. Die Abteilung „Simulationstechnik“ untersuchte die menschliche Wahrnehmung von optischer und mechanischer Bewegung (Bernetot 2008 [1987], 9). Die vierte Abteilung „Regler Mensch“ befasste sich mit der Messung

- 90 und Beschreibung des menschlichen Regelverhaltens bei Lenk- und Zielaufgaben.

Schaut man schematisch auf die Forschungsansätze des FAT in der ersten Phase der 1970er Jahre nach seiner Gründung, so bildeten sich verschiedene Schwerpunkte aus:

1. Konzentration auf 1-Mann-Maschine-Systeme,
2. Ausdehnung von Problemen der Luftfahrt (Diringshofen) auf See- und Landfahrtprobleme sowie auf Leitwarten und Konsolen für komplexe technische Prozesse,
3. Konstanthalten der Umwelt bei allen Versuchen, d. h. die Umwelteinflüsse auf den arbeitenden Menschen wurden nicht untersucht (wie schon in der Kybernetik auch hier Problemvermeidung des nicht-linearen, stochastischen Faktors Mensch (vgl. dazu Johannsen u. a. 1976)), sowie
4. der Einsatz von Simulatoren in Laborforschungen.⁶

In den Simulatoren wurden Arbeitsmittel, Arbeitsplatz sowie der Arbeitsverlauf nachgestellt, wobei der Ablauf in Echtzeit geschehen sollte, um die Leistungsgrenzen des Menschen bei der Aufgabendurchführung genau messen zu können. Die angestrebten Darstellungen in Modellversuchen sollten dem Ingenieur bestenfalls schnell verständlich sein, damit die Ergebnisse nicht nur im Militär, sondern auch in der industriellen Praxis zeitnah umgesetzt werden konnten (Bernotat 2008 [1987], 8ff.). Wichtig war deswegen, dass die „Versuchspersonen typisch sind für die späteren Benutzer oder Bediener“⁷ (Bernotat 2008 [1987], 7). Die unterschiedlichen User-Subjekte (Arbeiter, Soldat, etc.) mussten passend in die Versuchspraxis eingebunden werden, damit sich die technische Konstruktion nach ihren individuellen Leistungsgrenzen richten konnte. Der jeweilige User wurde daher in Form eines frühen Rapid Prototyping („konstruktive Ergonomie“ (Bernotat 1979b,

6 Die Punkte 1 bis 3 waren dabei, nach Bernotat, auch an der „Personal-kapazität“ des FAT angelehnt (Bernotat 2008 [1987], 5). Der Einsatz von Simulatoren für Laborforschung hatte dagegen wissenschaftliche Gründe.

7 Diese Benutzer mussten dabei auf eine bestimmte Gruppe zugeschnitten werden.

28)) soweit möglich mit in die Versuche einbezogen. Nur so war das Design einer „natürlichen“ (intuitiven) Schnittstelle möglich. Bernotat vermerkte in diesem Sinne kritisch, dass in „vielen Handbüchern der Ergonomie [...] Angaben über die Versuchspersonen und die Versuchsbedingungen [fehlten], unter denen die Daten gewonnen wurden“ (Bernotat 1979, 4). Im Gegensatz dazu sollte in seinem FAT „besonders darauf geachtet [werden], repräsentative Versuchspersonen einzusetzen und die Versuchsbedingungen realitätsnah zu gestalten“ (ebd.). Die *Natürlichkeit* des Interface hing immer auch von der realen Natur des Bedieners ab. Das ist eben das, was Bernotats Modell des *man-machine relationship* in seiner beidseitigen Anpassung darzustellen versuchte (vgl. Abb. 1).

3. „Menschenfreundliche“ Anthropotechnik

Mit Blick auf die Anthropotechnik stellen sich unterschiedliche philosophische wie historische Fragen nach der Form der Interaktion sowie Konstruktion „menschenfreundlicher“ Interfaces: Welche verschiedenen Zuschreibungen erfährt der Mensch im Wandel von der Objektpsychotechnik zur postkybernetischen Anthropotechnik? Wie wird diese Änderung im Mensch-Maschine-System dargestellt und wie ändert sich damit das Konzept von Interaktion?

Schaut man auf die Aufnahme der Kybernetik, die häufig mit Mensch-Maschine-Analogien arbeitete (Rieger 2003, 509; Liggieri 2017b) in der Anthropotechnik, so ist sie bilateral. Auf der einen Seite war die Kybernetik (u. a. vom Psychologen Friedhart Klix, dazu Krause 2013) in ihren Termini und modellhaften Problematisierungsweisen für die Anthropotechnik rund um Bernotat fruchtbar, weil hiermit Regulationsprozesse im Menschen sowie in der Mensch-Maschine-Interaktion („Regler Mensch“) gedacht und beschrieben werden konnten. Auf der anderen Seite lag diese kybernetische Denkart dem Institutsleiter Bernotat

92 fern, da für ihn (und hier ist Bernotat exemplarisch für viele Ingenieurwissenschaftler und Psychologen der 1960er Jahre) der Mensch ein komplexeres Problem darstellte, das nicht durch reine Maschinen-Analogie beschrieben werden konnte. In der Rhetorik wie in den Konzepten der Anthropotechniker war der Mensch mehr als nur eine „Denkmaschine“, die man einfach ohne anthropophile Schnittstelle mit einer anderen technischen Maschine koppeln konnte. In diesem Sinne war der von der Anthropometrie gern verwendete „Durchschnittsmensch“ für Bernotat auf der einen Seite zwar als eine statische Modellierung wichtig, auf der anderen Seite erkannte er aber auch, dass dieser *homme moyen* eine „reine Rechengröße“ war und dem individuellen Menschen nicht gerecht wurde (Bernotat 1979a, 6; Bernotat 1970, 357). So blieben bei jeder mathematischen Berechnung des Menschen immer Restgrößen, welche als Problem der Modellierung angesehen wurden.⁸ Dieser psychophysische unerklärbare Rest benötigte neben dem Mathematiker und Ingenieur ebenso den Psychologen – das galt erst recht für die sich interdisziplinär aufstellende Anthropotechnik (Bernotat 1969, 204; Bernotat 1970, 353; Seifert 1965, 322). Dementsprechend arbeitete der Psychologe Rüdiger Seifert mit Bernotat Anfang 1964 eine Vorlage für den Fachausschuss „Anthropotechnik“ der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt aus (Bernotat 2008 [1987], 2; Beyer 1969, 208) und übernahm sogar 1967 die Forschungs- und Entwicklungsabteilung „Anthropotechnik“ in der damaligen Firma Bölkow Entwicklungen K.G. (später Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH; heute DASA), die Diringshofen 1961 mitaufbaute.⁹ Seifert fasste den „anthropotechnischen Aspekt“

8 Obwohl Bernotat gerne die regelungstechnischen Modelle verwendete, um Ergebnisse „nicht nur in Form von Diagrammen darzustellen, sondern soweit möglich in Form von Modellen, die auch Zusammenhänge zwischen mehreren Elementen und Einflussgrößen integriert beschreiben“ konnten (Bernotat 2008 [1987], 8).

9 Vgl. Diringshofen, *Lebenlauf*, S. 3; Diringshofen, *Zusätzliche Personalangaben*, 2 (Diringshofen Nachlass, unverzeichnet). Zur Gruppe „Anthropotechnik“ bei der Firma Messerschmitt-Bölkow-Blohm

als Kooperation zwischen Technik, Medizin und Psychologie folgendermaßen zusammen: Der Techniker, so Seifert, „fragt den Mediziner und den Psychologen nach den Faktoren der menschlichen Morphologie und Leistungsfähigkeit, die er bei der Konstruktion einer Maschine berücksichtigen muß, welche von Menschenhand bedient und kontrolliert werden soll“ (Seifert 1961, 156). Der Mensch wurde folglich trotz oder gerade wegen seiner problematischen, wenig feststellbaren Komplexität ein wichtiges „Element des Regelkreises“, den es zwar wie andere Faktoren zu analysieren und in Kooperation mit der Maschine zu optimieren galt, der aber eine besondere Aufmerksamkeit und Forschung benötigte (Bernoat 2008 [1987], 9; Bernoat 1969, 204; Seifert 1965, 320). Er war gleichzeitig Problem und Chance, da er weniger determiniert bzw. linear sowie gleichzeitig anpassungsfähiger und flexibler war als die Maschine (Bernoat 1979b, 31; Bernoat 1970, 353; Bernoat, 1978, 73; vgl. dazu die MABA-Konzeption Paul Fitts 1951). Unverkennbar ging die humanistische Rhetorik hierbei über eine rein diskursive Ebene hinaus, da sie auch in der praktischen Forschung des Institutes wirksam wurde. Der Mensch als Forschungsobjekt sollte in den Untersuchungen mit all seiner psychophysischen Komplexität und Unbestimmtheit den Ausgangspunkt technischer Konstruktionen bilden. Der Übergang von einer eher medizinisch, psycho-physiologischen Blickweise im historischen Diskurs der Raumfahrt (bei Diringshofen) hin zur ergonomischen Betrachtung unter dem Fokus einer Technikwissenschaft (Bernoat und Seifert) hing ebenfalls mit einem Übergang zur experimentellen Praxis sowie mit der Institutionalisierung zusammen. Die vormalige anthropophile Rhetorik wurde in den Forschungspraktiken umgesetzt, was bedeutete, dass die Maschinenkonstruktionen durch verschiedene Userkonzepte evaluiert werden mussten. Das humanistische Menschenmodell Diringshofens und Bernoats musste

94 sich durch die Institutionalisierung zwangsläufig einer ingenieurwissenschaftlichen Praxis stellen, der es mit Blick auf die militärpolitischen und ökonomischen Forderungen vorwiegend um Effizienz ging.

4. Anthropotechnische Konzepte von Mensch-Maschine-Relationen

Schon zu Beginn der Konzeption *Anthropotechnik*, welche Bernotat vielleicht ein wenig zu emphatisch mit „Neuland“ betitelte, rückte das Problemfeld Mensch-Technik in den Vordergrund. Obwohl Bernotat erkennt, dass der Mensch „von jeher bestrebt [war], sich die Technik zum eigenen Nutzen aufzubauen“ (Bernotat 1969, 30), so veränderten sich doch mit dem Übergang von mechanischen zu informationsverarbeitenden Maschinen nicht nur das technologisierte, regelungstechnische Umfeld (bspw. eines Cockpits, vgl. Bernotat und Gärtner 1980, 844), sondern auch die Systematik und die Modelle, mit denen Mensch und Maschine interagierten.

Diesem Aspekt des zunehmenden Einsatzes von Computern und der hiermit zusammenhängenden Automatisierung von komplexen technischen Prozessen Rechnung tragend wurden im zweiten Jahrzehnt des Institutes Untersuchungen zum „Regler Mensch“ abgeschlossen (1977 von Johannsen, Boller, Donges und Stein) und zunehmend die menschliche Leistung bei Überwachung, Entscheidung, Fehlerdiagnose sowie Planung gemessen und beschrieben. Zur selben Zeit wurden am Institut unter dem Label „Systemergonomie“ Untersuchungen angefangen. Diese hatten das Ziel, die Methoden der Systemtechnik mit den Verfahren der Anthropotechnik zu kombinieren, um zusätzliche und komplexere Mensch-Maschine-Systeme sowie Analyse- und Gestaltungsverfahren entwerfen zu können. Systemergonomie wurde als methodische Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen verstanden, welche auf der Denkweise der Systemtechnik basierte (vgl.

Döring 1982). Die Fortschritte der Arbeiten führten bald zur Einstellung der Thematik „Simulationstechnik“ und 1984 zur Umstellung der Abteilung auf „Systemergonomie“ als neues Problemfeld. In der Abteilung „Anzeige“ vollzog sich ebenfalls ein Wandel von der reinen Anzeigenoptimierung zur Interaktion Mensch-Rechner, d. h. zu Themenbereichen, die oft mit dem Begriff „Softwareergonomie“ bezeichnet wurden. Dieser Übergang vom menschlichen „Bediener“ zum „Systemmanager“, „Überwacher“ und „Dialogpartner“ forderte dementsprechend die Anpassung der Maschine vor allem an die, so Bernotat, „kognitiven“ Fähigkeiten des Menschen (Bernotat 2008 [1987], 11). Das wesentliche Ziel in dieser „Kooperation Mensch-Rechner“ nach dem Master-Slave-Prinzip („Slave“ von Bernotat euphemistisch übersetzt mit maschineller „Geselle“ (Bernotat 1979a, 9)) war somit die Anpassung von User-Interfaces an die „mental[e] Informationsverarbeitung“ zur Sicherstellung und Optimierung der „Erlernbarkeit und Benutzerfreundlichkeit“ (Bernotat 2008 [1987], 13).¹⁰ Der Motor „Mensch“, den der Historiker Anson Rabinbach für die historische Phase vor 1950 beschrieb (Rabinach 1990), war vermittelt durch informationstechnische Paradigmen gänzlich zum Monitor und zur dialogischen Schnittstelle geworden.¹¹ Nach Bernotat befand sich die Anthropotechnik demzufolge Ende der 1980er Jahre in ihrer (wissenschaftstheoretisch gesprochen) synthetischen Phase und stellte konstruktive Arbeitsansätze und Methoden vor, die bereits quantitative Problemlösungsansätze erlaubten.

In dieser Zeit wurden durch den technischen Fortschritt – u. a. von Mikroprozessoren, durch die eine Vielzahl von Einzelinformationen verarbeitet wurden, die dann der

10 Damit rückte neben der reinen Bedienung und der Informationsprozessierung der Dialog als zentraler Moment in den Mittelpunkt der Interaktion.

11 Rabinbach übersieht allerdings die Entwicklungen der Objektpsychotechnik, die den thermodynamischen Motor „Mensch“ schon in den 1920er Jahren durch ein sinnliches und signalaufnehmendes Menschenmodell abzulösen beginnen (vgl. Liggieri 2017).

96 Mensch „leichter, schneller und fehlerfreier“ aufnehmen konnte (Bernoat 1979a, 7) – auch die Anthropotechnik sowie die Berücksichtigung der menschlichen Leistungsgrenzen immer wichtiger. Durch diesen „Siegeszug der Digitaltechnik“, so Bernoat, rückten die Fragen der „Automation“, der „Softwareergonomie“ und im Besonderen die Frage nach der „Zuverlässigkeit des Menschen bei der Durchführung seiner Aufgabe“ zunehmend in den Fokus (Bernoat/Seifert 1998, 4). Nach Günter Rau, Arbeitsgruppenleiter am FAT von 1971 bis 1976, stellten zu dieser Zeit die Ingenieurwissenschaften zur Bearbeitung der technischen Aspekte „geeignete Vorgehensweisen zur Gestaltung und Realisierung bereit“ (Rau 2008, 35). Für die Lösung der Probleme bei der angesprochenen „Wechselwirkung“ zwischen dem Maschinensystem und dem Menschen als „Benutzer“ nahm die „Mensch-Maschine-Kommunikation eine zentrale Stellung“ ein, da der Mensch nun vermehrt eine „übergeordnete Überwachungsfunktion“ ausübte (ebd.). Diese Entwicklungen wurden, wie erwähnt, von Bernoat und seinem Forschungsinstitut wesentlich mitgeprägt.

1996 – drei Jahre nach Bernoats Beendigung seiner Tätigkeit als Direktor des Forschungsinstituts – wurde das Institut für Anthropotechnik aufgelöst und zusammen mit dem Forschungsinstitut für Funk und Mathematik sowie dem Institut für Fernmeldetechnik und Elektronik in das Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie eingegliedert, der Begriff jedoch existiert in der ingenieurwissenschaftlichen Prägung bis heute.

5. Philosophische Reflexionen

Die Problemkomplexe des Instituts für Anthropotechnik waren die Stellung des Menschen und seine Interaktion mit der Maschine. Schon Bernoat und Diringshofen machten in ihrem bilateralen Modell der Anthropotechnik deutlich, dass der Mensch nicht schlicht rational integrierbar war, da er Option und Problem gleichzeitig darstellte. So versuchte

man lange, so Bernotat, von der zwischenmenschlichen Kommunikation auf die Optimierung von Mensch-Maschine-Systemen zu schließen. Das allerdings funktionierte ihm zufolge nicht, da menschliche Kommunikation oft gerade „unregelmäßig“ vor sich ging (Redundanz, unvollständige Sätze, Verstöße gegen die Grammatik etc.). Wollte man demzufolge die Mensch-Maschine-Kommunikation „menschlich“ machen, dann musste man die „scheinbaren Unregelmäßigkeiten“ nicht nur einfach zulassen, sondern in den Prozess miteinbauen. Die Lösung einer gelingenden Dialogizität war nicht Toleranz, sondern Integration (Bernotat 1979a, 7). Auf diese Weise war der Mensch zwar in einem Mensch-Maschine-System „bisweilen das schwächste aber immer das wichtigste Glied“ (Diringshofen 1967, 122).

Bernotats Anthropotechnik versucht mit diesen „komplexe[n] und zeitveränderliche[n] Wesen wie den Menschen“, die man seiner Ansicht nach nicht „total in Form von mathematischen Modellen beschreiben“ konnte (Bernotat 2008 [1987], 9), umzugehen. Hierbei wurde ersichtlich, dass man den Menschen nicht gänzlich mathematisch beschreiben und in den Regelkreis integrieren konnte. Das Problem der totalen Mathematisierung bildete allerdings nicht nur eine rein technische Aufgabe, sondern, wie Bernotat es in seinen Texten immer wieder andeutet, eine Form, wie Helmuth Plessner sagen würde, von *Anthropina*, also Grundeigenschaften des Menschlichen (Plessner 1980: 208). Der *subjektive* Leib entzog sich mit seinen inter- und intraindividuellen (Leistungs-)Schwankungen dem Konzept des *objektivierbaren* Körpers (Bernotat 1970, 359; Heßler 2016).

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, eine historische Einordnung des FATs sowie seiner Akteure mit den zugehörigen systematischen Problemstellungen anzuführen. Dabei wurden zwei zentrale Aspekte mit Blick auf eine Mensch-Maschine-Interaktion herausgearbeitet: Zum einen stellte die *Anthropotechnik* als Idee und Forschungsprogramm ein Menschenmodell bereit, welches sich als

98 psychophysische Ganzheit und dynamisch-komplexer Faktor einer reinen Mathematisierung und Technisierung entzog. Zum anderen evozierte dieses humanistisch-aufgeladene User-Konzept einen anderen Umgang mit Technik. Maschinelle Schnittstellen mussten auf den Menschen und seine Leistungsgrenzen ausgelegt und konzipiert werden. Die, wenn man so will, *Natürlichkeit* eines Interfaces musste sich an die kognitiv-körperliche *Natur* des Menschen anpassen. So erst konnte man den Anthropotechnikern zufolge effiziente Mensch-Maschine-Systeme hervorbringen. Auf diese Weise wurden ergonomische Problembereiche der Funktionsaufteilung Mensch/Maschine freigelegt, sowie die „daraus resultierenden Aufbau- und Ablauforganisation des Systems“ gemäß den „Anforderungen für die Arbeitsbereichs- und Arbeitsplatzgestaltung“ (Bernotat 2008 [1987], 12) in den Blick genommen. Die anthropologische Frage nach dem „Menschen“ und seiner Interaktion mit der Maschine standen hierbei im Vordergrund. Die Schnittstelle kann dabei als Medium, Mitte und Vermittler in einem Zwischenraum verstanden werden, die nicht nur Informationen störungsfrei durchlässt (denn darum ging es den Forschungen), sondern auch hermeneutisch-lesbar (durch Anpassung des Interfaces an den Menschen) bzw. „benutzerfreundlich“ überbringt. Die Schnittstelle selbst wäre dann nach dem Schüler Georges Canguilhem, François Dagonet, kein passiver Durchgang, keine reine Oberfläche, sondern als Konstrukt produktiv: Sie wäre ein „fruchtbare[r] Nexus“ (Dagonet 1982, 49). Wenn die angepasste Maschine durch ein benutzerfreundliches Design eine „vertraute“ – nicht mehr unheimliche – Oberfläche bildet, generiert sie gleichzeitig auch Akzeptanz im Zuge einer, wie Schelsky es nennt, „Vertrautheitsselbsttäuschung“ (Schelsky 1965, 400). Die funktionale Einfachheit bleibt bei struktureller Komplexität erhalten: die Maschine sollte leicht zu bedienen sein, war aber schwer zu verstehen bzw. man benötigte viel Forschungsaufwand (Datenakkumulation, Modellbildung, Simulation), um diese reibungslose Übertragung und Interaktion zu ermöglichen.

Fragen, wie sich die anthropophile Schnittstelle als Forschungsnetzwerk etablierte, konnten am Beispiel des FAT, in dem sich diese Diskurse institutionalisierten, nur angedeutet werden, sie verweisen allerdings auf ihre Wirkmächtigkeit im deutschen Kontext.

In diesem Sinne versuchte der vorliegende wissenschaftshistorische Ansatz zu zeigen, wie sich zum einen in der diskursiven unterschiedlichen Zuschreibung von Mensch-Maschine-Entitäten eine Möglichkeit der praktischen Konstitution von Systemen als menschlich-maschinelle Konstrukte zeigte und zum anderen, wie man sich dem essentiellen Problem der Positionierung des Menschen in diesem technischen System in einer (nach-)kybernetischen Epoche anzunähern suchte. Der Terminus und die Forschung einer *Anthropotechnik* schien hierbei – zumindest für Bernotats Umkreis – produktiv, weil sie angelsächsische Pragmatik (Human Factors Engineering) mit deutscher Anthropologie (hier verstanden als Fokussierung auf schwer bis gar nicht zu mathematisierende Anthropina) verband. Aus einer geisteswissenschaftlich-humanistischen Tradition gesehen, verweigerten sich folglich die menschlichen Eigenarten dem rein rational-technischen Zugriff (Heßler 2015). Obwohl für Bernotat die statische Normung, die den Menschen und seine Eigenarten wenig beachtete, allgemein funktional war, war sie dennoch „im ergonomischen Feld nicht überall sinnvoll“ (Bernotat 1978, 76). Sie war für ihn immer auch Kompromiss, der Spezialfälle abschnitt und damit notwendigerweise nur suboptimale Ergebnisse hervorbrachte, da er am genuin individuell Menschlichen vorbeiging. Die Abweichung von der Norm dagegen brachte für Spezialfälle manchmal bessere Ergebnisse. Bernotat erkannte in seiner Programmatik einer Anthropotechnik, dass der Mensch selbst variabel war und keiner allgemeinen Norm (und Normierung) standhielt: „Wenn man das Letzte aus einer Konstruktion herausholen will, muß man im

- 100 Allgemeinen von der Norm abweichen“ (Bernotat 1978, 76).¹² Für die anthropotechnischen Akteure war unverkennbar, dass erst, wenn man die komplexe und oft ungenaue Stellung des Menschen (er)kannte, man auch Schnittstellen effizient gestalten konnte (Bernotat/Gärtner 1980, 843).

Literatur

- Bernotat, Rainer (1963): Zur Kompensation magnetischer Störfelder und ihrer Auswirkung in kompaß-gestützten Kurskreisel-Anlagen von Großflugzeugen. Berlin: Dissertation.
- Bernotat, Rainer (1965): Informationsdarstellung als anthropotechnisches Problem der Flugführung. Berlin: Institut für Flugführung und Luftverkehr der Technischen Universität Berlin, Bericht 37.
- Bernotat, Rainer 1969. „Technik und anthropotechnische Auslegung visueller Fluganzeigen. Teil 1: Einführung in die technische und anthropotechnische Entwicklung der Fluganzeigen.“ In: *Luftfahrttechnik-Raumfahrttechnik* 15, 204–206.
- Bernotat, Rainer 1970. „Plenary Session: Operation Functions in Vehicle Control. Anthropotechnik in der Fahrzeugführung“. In: *Ergonomics* 13, 353–377.
- Bernotat, Rainer 1978. „Ergonomische Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen.“ In: *Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften Vorträge N 275*, herausgegeben von der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften. Opladen: Westdeutscher Verlag, 51–77.
- Bernotat, Rainer 1979a. „Die ergonomische Gestaltung der Kommunikation Mensch-Maschine.“ In: *NTG-Fachberichte* Bd. 67, 4–14.
- 12 Das Problem bei diesem „ausreichende[n] Wissen“ über die menschlichen Eigenschaften und Fähigkeiten (Bernotat 1978, 55) war allerdings, wie Bernotat sah, dass der Mensch in seinem Verhalten und Fähigkeiten „vielseitig“ ist und damit Datenakkumulation nur schrittweise möglich zu sein schien. Das, wenn auch problematische, „Fernziel“ der Anthropotechnik war somit, so viel Wissen zu sammeln, dass eine geplante Maschine schon zu Beginn eine Prognose über die Systemleistung des menschlichen Systempartners stellen konnte, so dass es eben nicht zu bösen Überraschungen kam: „Tatsache ist, daß wir uns wegen der Komplexität des Menschen vielfach noch auf der Ebene der Datensammlung befinden, erst in einigen Teilbereichen brauchbare Analysen erreicht haben und von einer auch nur einigermaßen vollständigen Synthese so weit entfernt sind, daß diese wohl auch nach einigen Forschergenerationen noch nicht erarbeitet sein wird. Um ein besonders schwieriges Problem zu nennen: Diese Synthese muß, um brauchbar zu sein, auch die menschlichen Wahrnehmungs- und Denkvorgänge und ihre wahrscheinlichen Ergebnisse mit enthalten.“ (ebd.)

- Bernotat, Rudolf (sic!) 1979b. „Ein Mittel zur Leistungssteigerung von Mensch-Maschine-Systemen.“ In: *Zeitschrift für Wehrtechnik* (10/1979), 26–31.
- Bernotat, Rainer 1987. „Das Forschungsinstitut für Anthropotechnik – Aufgaben, Methoden und Entwicklung.“ In: ders./Gärtner, Klaus-Peter/Widdel, Heino (Hg.): *Spektrum der Anthropotechnik. Beiträge zur Anpassung technischer Systeme an menschliche Leistungsbereiche*. Meckenheim: Warlich Verlag, 7–21.
- Bernotat, Rainer 2008 [1987]. „Das Forschungsinstitut für Anthropotechnik – Aufgaben, Methoden und Entwicklung.“ In: Schmidt, Ludger/Schlick, Christopher M./Grosche, Jürgen (Hg.): *Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme*. Berlin u. a.: Springer, 1–16.
- Bernotat, Rainer/Gärtner, Klaus-Peter 1980. „Anthropotechnische Gesichtspunkte bei der Gestaltung der Kommunikation zwischen Mensch und hochautomatisierten Systemen.“ In: *Meß- und Automatisierungstechnik: Technologien, Verfahren, Ziele INTERKAMA-Kongreß*. Berlin u. a.: Springer, 843–864.
- Bernotat, Rainer/Seifert, Rüdiger 1998. „Wurzeln und Anfänge der Anthropotechnik in Deutschland.“ In: *Anthropotechnik: Gestern – heute – morgen (= DGLR-Bericht 1998-01)*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Beyer, Ralf 1969. „Technik und anthropotechnische Auslegung visueller Fluganzeigen. Teil 2: Verbesserung des Zusammenwirkens von Flugzeugführer und Flugzeug.“ In: *Luftfahrttechnik – Raumfahrttechnik* 15, 206–208.
- BMBF 2015. *Technik zum Menschen bringen: Forschungsprogramm zur Mensch-Technik-Interaktion*. Bonn: Thiel.
- Bundesregierung 1965. *Bundesbericht Forschung III* (Beschluß des Deutschen Bundestages vom 30. Juni 1965 (Drucksache IV/3644)). Bonn.
- Bundesregierung 1972. *Bundesbericht Forschung IV*. Band 2: Bericht der Länder. Bonn.
- Bundesregierung 1970. *Weißbuch 1970. Zur Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland und zur Lage der Bundeswehr* (Drucksache VI/765). Bonn.
- Dagonet, François 1982. *Faces, Surfaces, Interfaces*. Paris: Vrin.
- Der Bundesbeauftragte für die Unterlagen des Staatssicherheitsdienstes der ehemaligen DDR (Hg.) 2013. *Hauptverwaltung A (HV A): Aufgaben – Strukturen – Quellen (MfS-Handbuch)*. Berlin. Online: <http://www.nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0292-97839421303496> (gesehen am 07.07.2017).
- Diringshofen, Heinz von 1963. „Anthropotechnische Probleme bei Vtol- und Raumfahrzeugen.“ In: Blenk, Hermann/Schulz, Walter (Hg.): *Jahrbuch der wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt*. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 500–509.
- Diringshofen, Heinz von 1967. „Anthropotechnische Rationalisierung von Waffensystemen.“ In: *Wehrtechnische Monatshefte* 64, 113–122.
- Döring, Bernhard 1982. „System Ergonomics as a Basic Approach to Man-Machine-Systems Design.“ In: Schmidtke, Heinz (Hg.): *Ergonomics Data for Equipment Design*. London/New York: Plenum, 15–30.

- 102 Fitts, Paul 1951. „Engineering Psychology and Equipment Design.“ In: Stevens, Stanley S. (Hg.): *Handbook of Experimental Psychology*. New York: Oxford University Press, 1287–1340.
- Foucault, Michel 1987. „Das Subjekt und die Macht.“ In: Dreyfus, Hubert L./Rabinow, Paul (Hg.): *Michel Foucault: Jenseits von Strukturalismus und Hermeneutik*. Frankfurt/Main: Athenäum.
- Foucault, Michel 1994. *Überwachen und Strafen: Die Geburt des Gefängnisses*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Giese, Fritz 1928. *Psychotechnik*. Breslau: Hirt.
- Grandjean, Etienne 1979. *Physiologische Arbeitsgestaltung: Leitfaden der Ergonomie*. Thun: Ott Verlag.
- Graul, Emil Heinz 1961. „Raumfahrtmedizin als biophysikalisches und anthropotechnisches Forschungsproblem.“ In: *Jahrbuch der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V.* Braunschweig: Vieweg und Sohn, 145–154.
- Heßler, Martina 2015. „Die Ersetzung des Menschen? Die Debatte um das Mensch-Maschinen-Verhältnis im Automatisierungsdiskurs.“ In: *Technikgeschichte* 82, 109–136.
- Heßler, Martina 2016. „Der Mensch als Leib: Menschenbilder in einer technischen Kultur“. In: Sternagel, Jörg/Goppelsröder, Fabian (Hg.): *Techniken des Leibes*. Weilerswist: Velbrück, 217–236.
- Johannsen, Gunnar u. a. 1976. *Lineare Modelle für den Menschen als Regler*. Meckenheim: Forschungsinstitut für Anthropotechnik. (= FAT Bericht Nr. 24).
- Klee, Ernst 1997. *Auschwitz, die NS-Medizin und ihre Opfer*. Frankfurt/Main: Fischer.
- Klix, Friedhart 1968. *Kybernetische Analysen Geistiger Prozesse: Neue Ergebnisse Kybernetisch-Psychologischer Forschungen*. Berlin: De Gruyter.
- Krajewski, Markus 2010. *Der Diener: Mediengeschichte einer Figur zwischen König und Klient*. Frankfurt/Main: Fischer.
- Krause, Bodo 2013. „Der Einfluss der Kybernetik auf die psychologische Forschungsmethodik.“ In: *Zeitschrift der Leibniz-Sozietät e. V.* (Leibniz Online, Jahrgang 2013). Online: <http://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2013/05/bkrause-2.pdf> (gesehen am 07.07.2017).
- Liggieri, Kevin 2016. „Von der ‚Menschen-zucht‘ zur ‚Menschen-behandlung‘: Zur Begriffsgeschichte der ‚Anthropotechnik‘“. In: *Archiv für Begriffsgeschichte* 57, 235–258.
- Liggieri, Kevin 2017a. „‚Sinnfälligkeit der Bewegung‘: Zur objektpsychotechnischen Anpassung der Arbeitsgeräte an den Menschen“. In: *Zeitschrift für Technikgeschichte* 84, 29–61.
- Liggieri, Kevin 2017b. „‚Alles regeln, was regelbar ist‘: Die Geburt der Kybernetik aus dem Geiste der Ordnung. Zur Problematisierung einer totalen Berechenbarkeit.“ In: Wierschern, Markus u.a. (Hg.): *Patterns of (Dis-)Order: Kadrierung eines unscharfen Konzepts*. Münster/Wien: Lit-Verlag (im Druck).
- Morgan, Clifford T. et al. (Hg.) 1963. *Human engineering guide to equipment design*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Neumann, Alexander 2007. „Die Lurftfahrtmedizin von der Weimarer Republik bis zur frühen Bundesrepublik.“ In: Trischler, Helmuth/Schrogl,

- Kai-Uwe (Hg.): *Ein Jahrhundert im Flug. Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907–2007*. Frankfurt/Main: Campus, 138–155.
- Rabinach, Anson 1990. *The Human Motor: Energy, Fatigue, and the Origins of Modernity*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press.
- Rau, Günter 2008. „Ergonomie in der Medizin und Berühreingabe über Farbgraphik-Displays.“ In: Schmidt, Ludger/Schlick, Christopher M./Grosche, Jürgen (Hg.): *Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme*. Berlin, Heidelberg: Springer, 33–50.
- Rieger, Stefan 2003. *Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Roth, Karl Heinz 2000. „Strukturen, Paradigmen und Mentalitäten in der luftfahrtmedizinischen Forschung des ‚Dritten Reiches‘ 1933 bis 1941: Der Weg ins Konzentrationslager Dachau.“ In: 1999: *Zeitschrift für Sozialgeschichte des 20. und 21. Jahrhunderts* 15, 49–77.
- Schelsky, Helmut 1965. *Auf der Suche nach Wirklichkeit*. Düsseldorf: Diederichs.
- Scherffig, Lasse 2009. „The Human Being as a Servo: Von Feedback Control zur Kybernetik.“ In: Fischer, Stefan/Maehle, Erik/Reischuk, Rüdiger (Hg.): *Informatik 2009: Im Fokus das Leben, Lecture Notes in Informatics – Proceedings*. Bonn: Köllen Druck, 766–776.
- Schmidgen, Henning 2008. „Dreifache Dezentrierung: Canguilhem und die Geschichte wissenschaftlicher Begriffe.“ In: Müller, Ernst/Schmieder, Falko (Hg.): *Begriffsgeschichte der Naturwissenschaften: Zur historischen und kulturellen Dimension naturwissenschaftlicher Konzepte*. Berlin/New York: De Gruyter, 149–163.
- Seifert, Rüdiger 1965. „Die Berücksichtigung des Menschen bei der Entwicklung technischer Systeme (Vortrag gehalten am 30.04.1965 auf der Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft für Wehrtechnik in Bad Godesberg).“ In: *Wehrtechnische Monatshefte* 62, 320–329.
- Strzelewicz, Willy 1958. *Industrialisierung und Demokratisierung der modernen Gesellschaft*. Hannover: Landeszentrale für Heimatdienst.
- Weindling, Paul J. 2004. *Nazi Medicine and the Nuremberg Trials: From Medical Warcrimes to Informed*. New York: Palgrave Macmillan.

Archivquellen

- von Diringshofen, Heinz. Nachlass (Signatur 4.889, unverzeichnet), im Institut für Stadtgeschichte Frankfurt/Main.
- Ausschuss für Funktortung. Geschäftsbericht 1961 (FA 003/0149), im Firmenarchiv Messerschmitt-Werke (FA 003) im Archiv des Deutschen Museums München.

Abbildungen

- Abb. 1 und 2: Bernotat, Rainer 2008 [1987]. „Das Forschungsinstitut für Anthropotechnik – Aufgaben, Methoden und Entwicklung.“ In: Schmidt, Ludger/Schlick, Christopher M./Grosche, Jürgen (Hg.): *Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme*. Berlin u. a.: Springer, 1–16.