

LEBENSTREUE MEDIEN

VON IMMERSIERTEN KÖRPERN ZU DIGITALEN MENSCHMODELLEN

Dawid Kasprowicz

Zusammenfassung/Abstract

Nimmt man den Begriff Immersion wörtlich, so steht dahinter die Technik, einen Körper in eine Flüssigkeit und damit in eine andere Umwelt zu tauchen. Das Eintauchen von Körpern in fremde Umwelten erlebt mit der Luft- und Raumfahrt sowie mit der U-Boot-Fahrt ab der Mitte des 20. Jahrhunderts einen besonderen Wechsel. Hiermit ändern sich auch die Techniken, diese «immersierten Körper» zu modellieren – v. a. mit dem Eintritt des digitalen Rechners und der Computergrafik. Der Artikel geht dem spezifischen Bruch nach, den die immersierten Körper in den Ingenieurwissenschaften und der Ergonomie hinterlassen haben. Des Weiteren zeigt er am Beispiel aktueller digitaler Menschmodelle auf, dass sich in den immersierten Körpern eine spezifische Grauzone auftut, wenn es darum geht, das Verhältnis von digitalen Medien und Körpern zu beschreiben. Einem Verhältnis zwischen dem Fühlen und Berechnen von Körpern, dem man in der Wahrnehmung des Ubiquitous Computing noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Taken the concept of immersion literally, one detects a technique of plunging or submerging of bodies into a liquidity, thus into a different environment. The immersing of bodies into an alien environment changes from the mid-20th century on heavily with phenomena like aviation, spaceflight as well as with submarines. Thus, the techniques how to model these «immersed bodies» change as well – especially with the advent of the digital computer and computer graphics. The article traces the specific break that the immersed bodies left behind in the engineering sciences and in the human factors engineering. Hence, it takes up the example of current digital man models to show that these immersed bodies opened up a grey zone when dealing with the relation of digital media and the body. A relation between feeling and calculating a body, that has been so far quite neglected in the realm of ubiquitous computing.

1. Ubiquitous Computing und Immersion

Die Frage nach dem Begriff der Medien und dessen Reichweite ist erneut prekär. Boten einst Massen- und Unterhaltungsmedien einen festen Ankerpunkt, ist an deren Stelle ein Sammelsurium digitaler Medienangebote getreten, dass durch die Einbettung der medienspezifischen Rezeptionsweisen geprägt ist. Die mit der Rolle des Digitalen ein-

hergehende Intermedialität der Rezeptionsformate sowie die Computerisierung des Medienbegriffes haben dem entsprechend mehrfach die Frage nach Grenzen und Zuständigkeiten eines Medienbegriffes evoziert (vgl. Featherstone 2009: 2).¹ Diese Situa-

¹ Zur Beschreibung der Transformation einer Massenmedienlandschaft hin zur intermedialen Situation sowie zur Begriffsgeschichte und Systematik von Intermedialität vgl.

tion hat sich mit dem Wechsel vom Personal Computer hin zu einer Struktur, in der mehreren Nutzern mehrere Computergeräte dauerhaft zur Verfügung stehen, nochmals grundlegend verändert. Das Eintreten einer Phase des *Ubiquitous Computing*, in der Computer – um hier der Vorstellung eines ihrer Pioniere, Mark Weiser, zu folgen – miteinander jenseits unserer Wahrnehmbarkeit interagieren, so wie es bis dato nur Stromkabel hinter der Tapete taten, beschleunigt die immense Streuung des Begriffes «Medien» (vgl. Weiser 1991: 98; Feathers-tone 2009: 3). Die Frage nach den Medien scheint, im Zuge der Einbettung datenverarbeitender und -prozessierender Endverbrauchergeräte samt miniaturisierter Displaytechnologien, in alle Versuche einzuziehen, sozio-kulturelle oder gar gesellschaftliche Prozesse zu theoretisieren (ebd.). Folglich bleiben neue Schlüsseltermini nicht aus, im Falle von immersiven Medien stellt sich hier besonders die Frage nach dem Verhältnis von Umwelt und Medien. Denn was Umschreibungen einer «technologischen» Bedingung unserer Umwelt (Hörl 2011), oder einer Zeit der «ubiquitous computational environments» (Hansen 2013: 72) übergreifend deklarieren, ist die Einebnung und Durchdringung sowohl menschlicher, animalischer, organischer wie nicht-organischer Entitäten in einer scheinbar holistischen Medienumwelt, die gemeinsam jenen «chaotic nexus» bilden, in dem sich die ganze Bandbreite an Einstellungen zum Technischen findet, vom erneuten Befreiungs- bis zum bekannten Überwachungspotenzial (Hayles 2013: 504). Da aber eine Bemühung um die Erfassung zunehmender Hybridisierungsphänomene zwischen Technik und Natur, Umwelt und System einem kritischen – im Sinne von eingrenzenden – Verwendungskanon voraus geht, droht hieraus eine inflationäre Präsenz des Umweltbegriffes zu folgen. Man kann hierzu festhalten, dass die Omnipräsenz des Umweltbegriffes dazu führe, diesen mit genau jenem metaphysischen «Grundgehalt» zu versehen, den dieser nach seiner Emanzipation aus der Ökologie in den 1960ern aufgeladen bekam (vgl. Sprenger 2014: 9). Aus diesem Umstand folgt ein Problem, das in der Frage nach immersiven Medien zu beachten

Schröter (2004; sowie Schröter & Paech 2008). In diesem Rahmen sei noch die Verbindung mit der Debatte um den Begriff *Medienästhetik* in den 1990ern zu erwähnen (vgl. Schröter 2008). Im anglo-sächsischen Raum geht die Computerisierung des Medienbegriffes einher mit dem weit umfassenden Begriff *New Media* (vgl. Manovich 2001; Wardrip-Fruin & Montfort 2003).

wäre: Mit der Einebnung der Begriffe Medien und Umwelt wird ein Szenario unmittelbarer und teilweise unbewusster Interaktionsweisen von und mit Medien suggeriert, wie es im Falle sensorischer Umwelten der Fall sein soll. Damit erfährt der Umweltbegriff eine Erweiterung um den Einkapselungscharakter menschlicher Wahrnehmung, der bisher – zumindest in seiner kulturwissenschaftlichen Auslegung – prägend für den Terminus der Immersion war (vgl. Huhtamo 2008: k.S.). Jegliches Eintreten in die ubiquitär computerisierte Umgebung könnte dann potenziell – und nicht metaphorisch – als Immersion gelesen werden, zumal hiermit gerade eine Semantik der natürlichen und Schnittstellen im Zeitalter proaktiver Computer zwischen Nutzer und Medium suggeriert wird (vgl. Hellige 2008: 72). Wann eine immersive Medienerfahrung beginnt und wann sie aufhört, verschiebt sich somit mehr und mehr in den medienpsychologischen Bereich einer Präsenzforschung.² Die damit einhergehende Frage nach der Unscheinbarkeit des Medialen als Bedingung einer Wechselwirkung zwischen System und Umwelt, Ich und immersive Umgebung stellt neben die Immersion als kultur- und damit auch technikhistorisches Phänomen das Austarieren eines bestimmbar Zustands der Einbettung in technische Umwelten in den Vordergrund (vgl. Huhtamo 2008: 43). Beide Ansätze müssen und können sich langfristig auch nicht ausschließen.

Gleichwohl möchte ich im Folgenden einem Verhältnis nachgehen, das bis dato hinter der Frage nach immersiven Medien noch unzureichend thematisiert wurde. Es handelt sich um das Eindringen bzw. Eintauchen des physischen Körpers in technisch konstruierte Umwelten. Im Zentrum soll ein problemhistorischer Rahmen von Mensch-Maschinen-Interaktionen stehen, der sich vor allem vor und nach dem Eintritt digitaler Rechner aufspannt. Der Ausgangspunkt hierfür sind spezielle Mensch-Maschinen-Interaktionen wie sie ab dem Zweiten Weltkrieg in U-Booten, Flugzeugen oder Raumfahr-

2 Hierbei meine ich nicht Rezeptionssituationen im Kino oder im Computerspiel. Die mit dem *Ubiquitous Computing* assoziierte «Seamlessness» des Technischen geht eben nicht von einer Rezeptionssituation vor dem Bildschirm aus. Der Bildschirm wäre – im Sinne Mark Weisers – mehr eine potenzielle Schnittstelle im Raum zur sinnesphysiologischen Kapazität des Menschen, Bewegtbilder auf einer Fläche zu «lesen», die dorthin über die *embodied virtuality* von Tablets nicht projiziert, sondern prozessual generiert werden (vgl. 1991: 102).

zeugen stattfinden.³ Wenn also im Folgenden von Umwelt gesprochen wird, so ist diese als ein technisch vermitteltes, notwendiges Konstrukt zu verstehen, das den Körper umschließt, ihn begleitet. Daher werden zunächst Stationen kybernetischer Körpermodellierungen nachgezeichnet. Hierbei wird mit der Raumfahrt ein vorläufiger Höhepunkt erreicht, wenn es darum geht, Bewegungen in Schwerelosigkeit per Computer und in physischem Training zu simulieren. Letztere stellen dabei nicht nur biomechanische und ingenieurwissenschaftliche Formalisierungen dar, sondern mediale Anordnungen um ein spezifisches Körpergefühl, für das sich bis dato vor allem die Phänomenologie verantwortlich zeichnete. Diese Verschränkung bodenloser Körper als Reflexionsgegenstand der Phänomenologie mit den kybernetischen Formalisierungstechniken bringt damit eine Episteme zutage, die bisher im Kontext digitalisierter Körper insgesamt nicht betrachtet wurde. Immersion, oder, wie ich in Zukunft sagen werde, immensierte Körper, tauchen hierbei nicht als Effekt eines medialen Settings auf, sondern als virtuelles Wissen um den modellierten Körper, dessen Beschreibungen stets zwischen konkreter Funktionalität und reflexiver Ich-Suche oszillieren. Für die Immersionsforschung stellen diese Grenzphänomene der Körperlichkeit damit mehr als technische Exegesen dar. Sie verweisen auf eine Wissensgeschichte um ein exzentrisches Subjekt, dessen kühne Steuerungstechniken die Grundlage digitaler Menschmodelle darstellen, wie sie mit den ersten Software-Avataren im Flugzeugbau der 1960er-Jahre auftauchen und wie sie seit den 1980er-Jahren als digitale Menschmodelle wieder für softwaregestützte Großproduktionen von Autos oder Fabriken z. B. virulent werden. Der Weg wird also von den immensierten Körpern zu den digitalen Menschmodellen führen.

Mit Blick auf das Verhältnis von Immersion, Medien und Umwelt, werden damit zwei epistemologische Brüche nachgezeichnet, die für eine Heuristik von digitalen Medien und dem Körper zentral erscheinen. Zum einen der Wechsel von einer arbeitsphysiologisch geprägten hin zu einer umweltphysiologisch geprägten Ergonomie, die hier mit der Raumfahrt endet. Zum anderen von der

3 Beispielhaft für die Bedeutung eines epistemologischen Einschnitts des Zweiten Weltkriegs in die Mensch-Maschinen-Interaktionen und dem Einfluss kybernetischer Steuerungstechniken sei hier auf Pias (2002a; 2002b) sowie Edwards (1996) verwiesen.

Raumfahrt als einen Ort, an dem der Körper noch systematisch vermessen wird, aber bereits in die Berechnungen und Animationen digitaler Rechner Einzug findet, hinüber zu den digitalen Menschmodellen von heute als Avatare am Rechner designter Umwelten. Der verbindende Faden entlang dieser zwei Phasen von Körpermodellierungstechniken wird die für ubiquitär computerisierte Umgebungen nicht marginale Frage sein, wie anhand von technisierter Umwelten ein Wissen um die Steuerbarkeit von Körperbewegungen im Raum generiert wird, das nicht nur die menschliche Bewegung selbst, sondern auch ihr spezifisches Empfinden zu einem Gegenstand technischen Wissens werden lässt.

2. Der Körper in der neuen Ergonomie

Das Problemfeld einer Modellierung von Mensch-Maschinen-Interaktionen, aus der das heutige Feld der «Human Factors» erwächst, tritt während und unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg auf (vgl. O'Brien & Meister 2008: 14).⁴ Einmal wird das männliche Menschmaterial an die Front und damit die Frauen in die zu Rüstungsfabriken umfunktionierten Großindustrien verschoben. Zum andern stellt sich mit der Etablierung des Luft- und Seeraumes als Kriegstopos die Frage nach dem Entwurf einer Umgebung, in der das Personal sowohl sicher überleben als auch militärisch operieren kann, ein. Zwar gibt es bereits vor den 1940er-Jahren Piloten und U-Boot-Besatzungen, aber der Bedarf war noch nicht so enorm, um großformatige Körpervermessungen und Modellierungen vornehmen zu müssen. Alphonse Chapanis, ausgebildeter experimenteller Psychologe, der sein Laboratorium gegen das «System Research Lab» der Navy eintauscht, beschreibt die Situation so: Während man früher einen Piloten für ein besonderes Flugzeug suchte, so war es ab den 1940er-Jahren umgekehrt. Man konzipierte ein Flugzeug, das optimal die Qualitäten des Piloten bediente (vgl. Chapanis et al. 1947: 13).⁵ Sicherlich hängen

4 Im Folgenden werden die Begriffe *Human Factors* und *Ergonomie* synonym benutzt, wobei *Human Factors* ein allein für die amerikanische Entwicklung der Ergonomie seit dem Zweiten Weltkrieg gebrauchter Begriff ist, während der Ergonomie in Europa eine etwas andere Geschichte vorausgeht (vgl. hierzu Singleton 1982; Gangné 1962).

5 So ist Alphonse Chapanis vor allem durch sein Cockpitdesign bekannt geworden, in dem er verschiedene geometrische Formen verwand (Kreis, Dreieck), um allein haptisch den Steuerknüppel des Landeantriebs von jenem der Landeklappen zur

solche Verschiebungen in den Auswahlkriterien mit der Psychologisierung der Einstellungstests zusammen, insbesondere, wenn es um prekäre Einsatzfelder wie Luft- und Unterwasserstreitkräfte geht. Jedoch fällt die von Chapanis beschriebene Neuausrichtung in den Vereinigten Staaten zusammen mit einer Zäsur in der Erforschung des Arbeiterkörpers nach Tayloristischem Vorbild sowie als physiologische Universalkraft für die Produktionsfähigkeit der Gesellschaft. Darüber hinaus tritt mit solchen breitangelegten Konstruktionen von technischen Umgebungen, nicht zuletzt am Vorabend der Raumfahrt, die Frage nach einer neuen Form der Ergonomie auf. Anstelle wissenschaftlicher Untersuchungen nach dem optimalen Einsatz der Muskelkraft sowie der Aufmerksamkeitsspanne des Arbeiters an der Werkbank treten nun vermehrt kommunikationstechnische und vor allem kognitive Aspekte in den Vordergrund, die nicht zuletzt auch mit einer neuen, kybernetisch geprägten Vorstellung von Körperlichkeit einhergehen (Rabinbach 1990: 351). Hiermit wird in erster Linie der Eintritt der Automatik verbunden, in der die ein- und ausgehenden «Signale» zwischen Körper und Umwelt in mathematische Wahrscheinlichkeiten transformiert werden. Mit der Vision einer allgemeinen Steuerungstechnik durch symbolverarbeitende Rechenmaschinen fallen die seriell-monotone Arbeit und ihre körperlichen Kraftressourcen in der Großindustrie nicht gänzlich aus, allerdings treten für die Ergonomie damit zwei völlig neue Faktoren in die Mensch-Maschinen-Modellierungen ein, die bis dato außen vor blieben oder stark reduziert wurden: Die Einwirkung einer dynamischen Umwelt – d.h. nicht monoton oder iterativ verlaufend – und ihre Einwirkungen auf die sensomotorischen, kinästhetischen sowie kognitiven Fähigkeiten des Körpers. Konkret heißt das, dass sich der Körper eben nicht als Lieferant von Signalen erschöpft, deren Eintreten oder Ausbleiben mit Wahrscheinlichkeitswerten belegt werden kann. Stattdessen stehen die ausgebildeten Psychologen oder Ergonomen vor dem Problem, den Körper nach einer *offenen Maschine* zu modellieren. Diese ist das Gegenteil der Fließbandverläufe, mit denen noch Ergonomen wie Frank Gilbreth (1921) ihre Time-and-Motion-Studies durchführten, um die Bewegungsabläufe des Arbeiters möglichst

Vergrößerung des Luftwiderstandes zu unterscheiden. Durch dieses «passive System» sind die Crashes beim Landeanflug erheblich zurückgegangen (Hou/Banbury/Burn 2015: 2).

effektiv an den optimalen Produktionsablauf anzupassen. Für Alphonse Chapanis und seine Mitarbeiter stellt sich dies nach dem Zweiten Weltkrieg folgendermaßen dar:

With time-and-motion study, it is assumed that the machine is already there, and that the task at hand is to determine the individual's best way of operating that machine. Thus, time-and-motion engineers, as they are called, are concerned with the human being in relation to the physical environment in which he must work. But they are primarily concerned with the human being, and not the machine. The machine is a given, a fixed entity. Time-and-motion engineers do not want to redesign equipment, do not want to make over systems of equipment. They are simply attempting to determine the best way to work in a given situation. And «the one best way to work», to use the Gilbreths phrase, means the most efficient way to work in terms of total time and output. (1947: 8)

Ist die Maschine ein laufend Feedback prozessierendes System, das zwischen die Eingabe des Man-in-the-Loop und der Umwelt geschaltet ist, stellt sich die Frage, wie man im Laufe des Designs den immersierten Körper zugunsten einer optimalen Interaktion mit der technischen Umwelt vereinfacht und welche Parameter man im Hinblick auf diese – wie man sie nennen könnte – doppelte Kontingenz wählt. Statt einer monotonen Aufgabenverrichtung treffen nun verschiedene Bewegungsabläufe auf, die innerhalb eines beschränkten Raumes (z. B. Cockpit, Fahrerkabine oder U-Boot-Operationszentrale) ausgeführt werden müssen, um überhaupt per Interface in die Umwelt eingreifen, ja sie *erfahrbar* und kommunizierbar machen zu können.⁶ Obgleich also das ausgehende 19. und das angehende 20. Jahrhundert eine Bandbreite an Vermessungstechniken und Körpermodellierungen kreierten, tritt mit den, wie ich sie hier nennen möchte, *immersierten Körpern* der Ergonomie eine epistemologische Neuausrichtung ein, die von einer Arbeitsphysiologie der Kraftressourcen übergeht zu einer Physiologie der Mensch-Maschinen-Umwelt, in der es primär um eine Adaption und Operationalisierbarkeit des «Man-in-the-Loop» geht (Singleton 1982: 11). Das

6 Dies trifft in der *Human Factors*-Forschung v.a. auf Techniken der Distinktion relevanter von irrelevanten Signalen zu. Wie kann man in Höhenlagen von Jets über Funk kommunizieren, wenn es zunehmend an Sauerstoff mangelt? Wie gut lässt sich im U-Boot das Signal eines Zielobjekt akustisch von einem Störgeräusch unterscheiden, das von Fischen oder sonstigen Elementen verursacht wurde (vgl. Chapanis et al. 1947: 16 f.)?

Fachwissen der «neuen» Ergonomen wandert nach der Kriegszeit in die Industrieunternehmen, deren Kompetenz an der Schwelle zwischen militärischer Forschung und volkswirtschaftlicher Großproduktion angesiedelt war (vgl. Singleton 1982: 3). Unternehmen wie IBM, Ford oder Boeing seien hier beispielhaft angeführt. Auf erste Modellierungen in der Fahrzeug- und Luftfahrtindustrie wird nun näher eingegangen.

3. Umwelt-Körper-Interface

Für die Körpermodellierung sind in den *Human Factors* zwei Disziplinen ausschlaggebend: die Anthropometrie, quasi als vermessende, strukturelle Anatomie und die Biomechanik zur Berechnung der Kraftverteilung in Bewegungsabläufen (vgl. Bubb & Fritzsche 2009: 3-14, 3-16). Ziel ist es, für eine möglichst breite Nutzerzahl das Maß einer optimalen Schnittstelle zu ermitteln. Wie kriegt man einen möglichst großen Teil der Bevölkerung dazu, die eine geplante Tür einwandfrei zu nutzen? Anhand so genannter Perzentile wird ermittelt, wie viel Prozent der Bevölkerung unterhalb einer bestimmten Normgröße fallen würden. So werden Türen beispielsweise nach dem 95. Körpergrößenperzentil gebaut, d.h. das 95% der Bevölkerung nicht den Kopf einziehen müssen, um durch die Tür zu kommen (vgl. Jürgens 1989: 8). Will man als Ergonom aber mehrere Bewegungen innerhalb einer Umgebung darstellen und damit einen Handlungsverlauf nachbilden, wird die Sache komplizierter. Demnach handelt es sich bei den ersten Crash-Test-Dummies noch um nachgebaute Pilotenkörper, die für das Testen von Notausstiegsszenarien genutzt wurden. Ende der 1950er-Jahre und bis Mitte der 1960er-Jahre dienen diese dann als Vorlage für die ersten Crash-Test-Dummies. Ein modelltechnischer Befund hierfür liegt auf der Hand. Weniger ausgeführte Bewegungen und die darin liegenden Intentionen sind von Bedeutung, denn die Verformungen eines passiven Körpers aufgrund von externer Krafteinwirkung, die durch die Crash-Simulationen reproduziert und damit prognostizierbar gemacht werden sollen. Ebenso ist den Crash-Test-Ingenieuren der entstandene «Schaden» als Fahrzeugschrott reinstes Informationsmaterial für folgende Fahrzeugentwürfe (vgl. Bickenbach & Stolze 2014: 33). Dabei zeigt sich früh die Dringlichkeit abzuwägen, welche Körperteile nun im Vordergrund stehen sollen, denn nicht alle, die sicherheitsrelevant waren, waren auch leicht zu modellieren. Es müssen also Wahrchein-

lichkeiten verteilt werden, welche Umweltkräfte in welcher Relation zu welchen Körperteilen auftreten. Hierzu wählen die Ingenieure den Begriff einer *biofidelity*, die im Crash-Test den Verlauf einer Unfalleinwirkung auf den Körper indizieren soll. Am Rande solcher Kriterien für eine Simulation versammelt sich nicht nur ein Wissen um die wertbare Reproduktion eines Unfalls, sondern auch das Wissen darum, was per se nicht modellierbar ist. Mit den ersten Crash-Test-Dummies als Grundlage für Sicherheitstests rund um Massenproduktionen taucht somit die Frage nach einem virtuellen Körper als Probabilitätskontinuum auf, dessen einzig gewisse Konstante es ist, nie komplett modellierbar – und damit auch nie komplett – formalisierbar zu sein. Dies verschärft sich noch im Falle von Menschmodellen, die aktive Bewegungen repräsentieren sollen.

In der Biomechanik segmentiert man den Körper daher in verschiedene Teile, die über Gelenke miteinander verbunden sind. Der Körper wird somit zu einem System aus geometrischen Formen, da sich diese besser in die mechanischen Bewegungsgleichungen, die nach den Newtonschen Gesetzen formuliert sind, integrieren lassen (vgl. Bubb & Fritzsche 2009: 3-20). Die Gelenke werden in verschiedenen Varianten und Freiheitsgraden – mit je maximal drei rotationalen und translationalen Achsen – modelliert. Jedes Gelenk ist in seiner Funktion damit in einem Cartesianischen Koordinatensystem (x, y, z) repräsentierbar. Was eine annähernde Berechenbarkeit des gesamten Körpermodells betrifft, kommt man schnell an eine kritische Größe – auch, wenn man zahlreiche Parameter vernachlässigt.⁷ Vor diesem Hintergrund ist die Erstellung einer Umwelt, wie sie den immersierten Körpern der Luft-, Raum- und Seefahrt begegnet, nicht mit der Frage verbunden, wie sich eine realitätsgetreue Darstellung körperlicher Bewegungen simulieren lässt. Vielmehr gehe es seit jeher um eine technische Symbiose, die als «Interface Model» fungieren solle (Kroemer et al. 1988: 43).

Vor dem Zusammenlaufen der vorhin angesprochenen doppelten Kontingenz im Interface Model

7 So sind es z.B. weniger die Gelenkkarten, die so in der Modellierung problematisch sind, denn die Verknüpfung mehrerer Glieder durch n -Gelenke mit n -Freiheitsgraden. Zwar hat der Mensch nur fünf Gelenkkarten, aber um eine bestimmte Bewegung zu modellieren, müssen auch zusätzlich Gelenke entworfen werden. So hat man für wichtige Regionen beim Crash artifizielle Gelenke für die Schulter oder den Ellenbogen entworfen (vgl. Cheng & Rizer 1975: 14).

führen die auf Letzterem basierenden Simulationen aber bald in einen problematischen Gegensatz der modellierbaren und der gefühlten Bewegung, der berechenbaren und der erfahrbaren Körperhaltung. Inwiefern lassen sich also physikalische Fixpunkte einer Bewegung wie die Verlagerung des Zentrums der Schwerkraft im Körper so vermitteln, dass eine ideale Vorhersage über das Verhalten des Körpers in der Umwelt getroffen werden kann? Wie wird das Wissen um den vermessenen Körper, als Informationen prozessierendes Element, mit Körpertechniken (wie z. B. dem Balancieren) in Verbindung gebracht, um somit den Bewegungsablauf als Bestandteil zwischen Körper und Interface integrieren zu können? Diese primär ingenieurwissenschaftliche Frage führt in einem speziellen Falle eben nicht hinüber zu einem Automatismus, sondern zu einem wesentlichen Ausgangsszenario digitaler Menschmodelle, nämlich der Frage nach der Modellierbarkeit eines Körpers, der nicht mehr auf festem Boden ruhen kann und dem die Schwerkraft entzogen ist. Infolge des Übergangs von einer «Work Physiology» hin zu einer «Environmental Physiology» wird anhand des Astronautenkörpers nachgezeichnet, wie zwischen dem formalisierten Körper und einer technisierten Umwelt ein Zwischenraum generiert wird, der bis dato eher durch philosophische Fragen nach einer Reflexion von Körper und Leib besetzt war.

4. Astronautenkörper und erste digitale Menschmodelle

Bisher gelangte die Figur des Astronautenkörpers entweder als Gegenstand von Narrationen in einen kulturwissenschaftlichen Fokus oder – seit den 1990ern – als Synonym zur Figur des Cyborgs. Der Cyborg repräsentiert dabei die selbst produzierte «Exzentrizität» des Menschen, die zugleich Gegenstand dessen Reflexion und damit Ausgang einer zunehmenden Einebnung der bis dato getrennten Wissensgebiete von Technik und Natur, Maschine und Mensch wird (vgl. Spreen 2004: 337; Haraway 2004). Daneben verbindet der Astronautenkörper aber vor allem den Eintritt zweier Medien in die Körpermodellierung, die auch für den Diskurs um immersive Medien unabdingbar sind: den Digitalrechner und die Computergrafik (vgl. Wu 2011: 42 f.). Mit Ivan Sutherlands *Sketchpad* ließen sich bekannter Weise nicht nur Linien und andere geometrische Elemente zeichnen, ein

Computerprogramm «interpretierte» auch erstmals die Eingaben des Users und führte die gezeichneten Elemente zu Figuren zusammen, was man heute allgemein als interaktive Computergrafik bezeichnet (vgl. Sutherland 1963: k.S.; Pias 2002a: 66–77). Im Jahr 1960, in dem Sutherland seine Dissertation beginnt, entwickelt ein Designer namens William Fetter bei der Boeing Aircraft Corporation den von ihm benannten *First Man*. Fetter, der heute zu den Pionieren des Computer Aided Designs (CAD) gezählt wird, reduziert sein Modell auf sieben bewegbare Körpersegmente, die alle auf spezifische Piloten- bzw. Passagierbewegungen ausgerichtet waren, so dass z. B. nur eine sitzende, nicht aber eine stehende Position eingenommen werden konnte, weswegen viele Gelenke am *First Man* keinen Freiheitsgrad hatten (vgl. Fetter 1982: 10).⁸ Wenngleich solche Vorläufer der in CAD-Systemen visualisierten Modelle die Vision eröffneten, für jedes Individuum die optimale technische Umwelt zu konstruieren, dauert es bis zum Ende der 1980er-Jahre, bis sich branchenübergreifende und ergonomisch einsetzbare Modelle entwickeln. Das lag zum einen daran, dass jedes Großunternehmen wie Boeing sein eigenes Modell hatte, auf der anderen Seite waren die Rechnerleistungen noch nicht soweit, um verschiedene Datenbanken in die Software aufzunehmen und einen Austausch diverser Modelle zu fördern, der ein branchenübergreifendes Modell zur Folge gehabt hätte (vgl. Mühlstedt/Kaußler/Spanner-Ulmer 2008: 81).

Im Falle der NASA aber war dies anders. Hier galt es, die bis dato getrennt operierenden Einheiten von Ingenieurwissenschaftlern, Ergonomen, Medizinerinnen und Designern unter einer prestigeträchtigen Mission zu vereinen. Was hier jenseits der Kalten-Krieg- und Space-Race-Rhetorik in den Vordergrund tritt, ist die Erforschung einer Schnittstelle von komplexen, ganzkörperlichen Erfahrungen und ihren möglichen und unmöglichen Anknüpfungspunkten in den Entwurf eines Bewegungsverlaufs. Denn im Falle der NASA-Simulationen herrscht das für Ergonomen ideale Testverhältnis von einem zu optimisierendem Raum und einer sehr begrenzten Anzahl von Nutzern vor. Wie sich diese zu verhalten haben, um auch ohne Schwerkraft das mathematische Konstrukt einer

⁸ Anders dagegen Fetters Entwurf *Second Man*, der nicht mehr für Boeing war und 19 Segmente führte. In der Abfolge der Körperpositionen bei einer Bewegung orientierte sich Fetter an den Serienaufnahmen Eadweard Muybridges (vgl. 1982: 11).

Strecke von A nach B zu überwinden, war eine Herausforderung, die ohne den Einsatz von digitalen Rechnern ziemlich hoffnungslose Aussichten versprochen hätte. Denn ohne eine zu Boden ziehende Kraft, die den Körper zur Ruhe brachte, war es sowohl schwierig, Anfang und Ende einer Bewegung zu bestimmen als auch die Auswirkung der eigenen Bewegung auf die Umweltwahrnehmung (vgl. Passarello & Huston 1971: 95).

So versucht man mit Methoden der Biomechanik ein «biofideles» Modell zu erstellen, in dem man die möglichen Drehbewegungen in Gleichungen integriert. Diese Übersetzung biologischer in physische Bewegungskonzepte ist in der angewandten Mechanik der 1960er und 1970er-Jahre ein präsent Thema. So schreiben die Mathematiker T.R. Kane und M.C. Scher in ihrem Artikel *Human Self-Rotation by Means of Limb-Movements*:

«It is not difficult to establish qualitative relationships between certain limb movements and associated rotations of the torso. For example, it is apparent that symmetrical, rotational motions of the arms of a man whose torso is initially without rotational motion will lead to a pitch rotation of the torso. What is more difficult, is to arrive at a quantitative description of such a maneuver. (1970: 39)

Solch ein Anschreiben von kontinuierlichen, möglichst symmetrischen Bewegungen in diskreten Operationen ist allerdings nötig, um eine Prognose machen zu können, welchen Drehwinkel nun die Glieder bei der Drehung einnehmen sollten, um die gewünschte Bewegung auszuführen. In einem Raum, der nicht für das lineare Cartesianische Koordinatensystem geeignet ist, sind geradlinige Bewegungen schierer Optimismus. So werden IBM Digitalrechner eingesetzt, um aus den bereits stark vereinfachten, approximativen nicht-linearen Gleichungen Werte zu ermitteln, die als Orientierungshilfe für ein Interface-Design dienen könnten (vgl. Passarello & Huston 1971: 99). Worauf man aber bei der NASA nicht verzichtet, bleibt die Messung vor Ort an einem physischen Körper. Und so sammeln die Ergonomen und Designer der NASA unzählige Daten von Körpern vor und nach dem Abenteueraufenthalt, um der doch in der Raumfahrt stets präsenten und kühnen Idee, man könne den Menschen an sein neues Environment technisch adaptieren, ergonomisch und designtechnisch einen positivistischen Unterboden zu verleihen. Das Ergebnis dieser Bestrebungen findet sich im *NASA Anthropometric Source Book*,

dessen dreibändiger Umfang eine Art Big Data vor der Explosion des Speicherplatzes darstellt und bis heute als Datenbankquelle in diversen Körpermodellierungen der Ergonomie, der Robotik oder der Ingenieurwissenschaft dient (vgl. NASA 1978: k.S.).⁹ Sowohl aus vergangenen anthropometrischen Sammlungen der Air Force und der NASA als auch aus Messungen an Kadavern wird das ergonomische Maß ermittelt, das in die Bewegungsgleichungen integriert werden kann. Auch hierbei ist der Aufwand nicht unerheblich. So formuliert der Biomechaniker und Co-Autor des *Anthropometric Source Books*, Herbert M. Reynolds:

Thus, in order to determine the location of the center of mass for any given body, it is necessary to measure either every possible body or to measure the location of the center of mass in each body segment and model the whole body from the sum of its segments. The latter approach has been emphasized [...] since it provides information on a wider range of body types and body positions (1978: IV-2)

Was hier als Methode wieder auftaucht, ist der segmentierte Körper mit seinen geometrischen Gliedern als Ausgang einer Bewegungsprognose, sei diese nun real für das Schweben auf Weltraumstationen, wie sie seit 1973 auf der von den USA eingerichteten Skylab-Station möglich wurden, oder virtuell in den ersten komplett am Computer animierten Körpermodellen. Die Vermutung allerdings, die zunehmende Formalisierung ersetze einen präsenten physischen Körper und der Terminus «Simulation» residiere allein auf einem Abarbeiten von Algorithmen, würde zu kurz greifen. Vielmehr müssen die NASA-Ingenieure unter irdischen Verhältnissen kreative Simulationsumgebungen konzipieren, die zumindest in der Technik, seinen Körper zur Umwelt auszurichten, nachhaltige Einwirkungen versprechen sollen. Durch das Eintauchen von Astronauten samt Raumanzügen ins Schwimmbecken, der so genannten «Neutral Buoyancy Simulation», soll der neutrale Auftrieb, wie er in der Schwerelosigkeit vorkommt, simuliert werden (Trout Jr. 1966). Im Weltraum, wo keine Muskelspannung durch eine nach unten ziehende

9 Insbesondere die einzelnen Gelenkvermessungen sowie ihre Freiheitsgrade werden heute in sogenannten *Multi-Body-Systems* der Robotik verwendet, um parallel und autonom arbeitende Industrieroboter dezentral zu steuern (Simonidis 2010). Zur Balance als Körpertechnik in der Raumfahrt und Robotik vgl. Kasprovic (2014).

Kraft abgenommen werden kann, zehrt jede Körperhaltung an der Energiekapazität des Astronauten. Daher wird mit den ersten Versuchen eines mehrwöchentlichen Aufenthalts im Weltraum den Astronauten dringend empfohlen, eine ruhende, neutrale Position einzuüben, eine so genannte «weightless» oder «relaxed body posture» (Thornton 1978a: I-25). Sie stellt weniger eine Pause zum Aufladen der Energie, denn eine ergonomische Ausgangshaltung dar, die als homöostatischer Fluchtpunkt dem Körper in seiner neuen Umwelt dienen soll. Selbst Geräte wie Stühle oder Betten, die eine irdische Körperhaltung suggerierten und damit eher störend auf die neue immersive Körper-Umwelt-Relation wirken würden, sollten von nun an abgeschafft werden (vgl. Thornton 1978a: I-25).

An dem Punkt, an dem sich der Aspekt eines technischen Umweltdesigns mit einer natur-, ingenieurwissenschaftlichen, medizinischen und ergonomischen Perspektive kreuzen muss, konstatiert sich ein Verhältnis von Körper, Umwelt und Medien, dem bereits im Vorwort zum *Anthropometric Source Book* der Mediziner und Astronaut William E. Thornton eine Bedeutung zuschreibt, in der der Begriff «Interface» als synonym zu Umwelt verstanden wird:

The more dependent man is upon his creations the more critical is the connecting link and nowhere has he been more absolutely dependent upon the man-machine interface than in space flight. For every second of existence in Space, for every moment of comfort, for every endeavor, man is completely dependent upon devices of his own making. The interfaces—whether they be space suits or rocket controls and displays—are crucial. (1978b: iii)

Weniger die Überwindung einer »Final-Frontier«, die der «man» (ebd.) mit der Raumfahrt passiert hätte, ist hieran bemerkenswert, als die Idee eines holistischen Umweltdesigns, das folglich den Menschen dort noch konstituiert, wo er bereits nicht mehr ist. Dazu werden an ihm nicht nur bestehende Körpertechniken ausgereizt, sondern auch ein Erfahrungsbereich zutage gefördert, dessen Fragestellungen nicht zuletzt im Dunstkreis phänomenologischer Wissensgebiete residieren.

5. Bodenlose Körper und die (Un)scheinbarkeit des Leibes

Um die Erfindung eines ins Weltall immersierten Astronautenkörpers dreht sich aber nicht nur ein

ingenieurwissenschaftlich-ergonomischer High-Tech-Diskurs, sondern auch ein philosophisches Problemfeld: die Rast- und Lokalisationslosigkeit der Gattung Mensch. Sowohl in der philosophischen Anthropologie wie in der Phänomenologie sind die beschriebenen immersierten Körper indirekter Gegenstand eines irdischen Subjekts, das seine bewusste Körperlichkeit in eine zunehmend mobilisierte Welt trägt. Um diese Phänomenwelt einer aufgelösten Verhaftung am Boden beschreiben zu können, muss der Körper selbst zum Untersuchungsgegenstand einer Grenzziehung mit der Umwelt werden.

Die Trias von Körper, Umwelt und Boden ist seit Edmunds Husserl ein Feld, in dem das transzendente Subjekt aus dem Rampenlicht rückt und seinen Leib vorschiebt (vgl. Husserl 2012 [1934]: 155–158). In die Erlebniswelt eines bodenlosen Körpers versetzt sich denn auch Herrmann Schmitz, seines Zeichens Begründer der *Neuen Phänomenologie*, wenn er in seinem 1967, also zwei Jahre vor der Mondlandung, erschienenen Werk *Der leibliche Raum* von eben jenem neuen Richtungszentrum des Leibes spricht, dem die NASA-Ingenieure mit den komplexen, nicht-linearen Gleichungen nachkommen wollen.

Dieses Zentrum fungiert dann als «Mittelpunkt, gesetzt, daß das Erleben in der Tat von der Aufgabe des Balancierens momentan absorbiert ist. Von diesem Zentrum strahlen Richtungen aus, von denen zwei eine Achse bilden, um die sich das in die Balance investierte Körperschema organisiert. (...) Die Achse ist selbstverständlich nicht gerade, da die Erhaltung des labilen Gleichgewichts in der hier betrachteten Situation zu mannigfachen, mehr oder minder komplizierten Verschiebungen und Knickungen zwingt. Sie wird auch nicht als gerade gespürt, ebenso wenig als eindimensional, sondern tritt für die Orientierung am eigenen Leib während des Schwankens an die Stelle der mehr senkrechten Geraden, die das Standard-Körperschema bei stabilem Gleichgewicht, wenn beide Beine auf der Erde stehen, beherrscht. (1967: 65: Herv.d.V.)

Schmitz bezieht sich hierbei nicht auf den Weltraum. Allerdings markiert seine Idee eines um die Balance investierten Körperschemas im nicht-cartesischen Raum das Pendant zu den Körpervermessungen und Simulationskonstruktionen der NASA-Ingenieure, die einen fiktiven mechanischen Schwerpunkt in der Körperdynamik lokalisieren wollen. Der Astronautenkörper solle sich durch monatelanges Training den «Verschiebungen und

Knickungen» (ebd.) hingeben können, die ihm zunächst das Erleben der so vertrauten Leiblichkeit entwöhnen würden. Letztere, die bei Schmitz noch eine natürliche Konstante des Sich-Selbstempfindens darstellen soll, wird in einer anderen Beschreibung der Leibdynamik, nämlich bei Hans Blumenberg, mit der Teilung von *Gerät* und *Vehikel* aufgefasst (vgl. Blumenberg 2014: 667).¹⁰ Das Gerät kann als Objekt in der Umwelt auch ohne spezifisches Körpergefühl, also ohne «Kinästhesen», zu einem Teil des Leibes werden (Blumenberg 2014: 667). Hierin ähnelt es in der Beschreibung Blumenbergs durchaus einer Prothese. Nicht dagegen das Vehikel:

Das Gerät tritt in die mir ursprünglich eigene Verfügung über meinen Leib ein, während ich durch die Benutzung des Vehikels diese Verfügung hinsichtlich der Bewegung im Raum als selbstständige primär aufgabe, um die des Vehikels wenigstens partiell zu nutzen und anzueignen. Erst durch die Preisgabe dieser Selbstintegration, etwa beim Abspringen von einem Wagen, aber potenziell auch beim Aussteigen aus dem stillstehenden Fahrzeug, überlasse ich den physischen Körper wieder sich selbst als einen intentionalen Gegenstand im Modus des Dort, gewinne zugleich für meinen Leib die Selbstverfügung wieder, die nicht genuin die kinästhetische Relationsveränderung zu anderen intentionalen Körpern ist, sondern der Übergang vom Steh- ins Gehempfinden und mit diesem zu dem Boden, *auf dem* ich mich befinde. (Blumenberg 2014: 667f.: *Herv.i.O.*)

Während bei Schmitz der Verlust (also der Mangel) des Gleichgewichts ein erweitertes Körperschema hervorruft, dessen Quelle die Körpertechnik sei, benennt Blumenberg mit dem Vehikel eine Transposition, in der das Entscheiden über die körperliche Bewegung sich in ein Technisches übergibt. Mehr noch. Mit der freiwilligen «Selbstintegration» (ebd.) in die Fremdbewegung stellt er die Fragilität eines bodenorientierten Eigenleiblichen heraus. Dies verweist im Umkehrschluss auf das, was als «Anthropologie der Exzentrizität» (Spree 2004: 337) stellvertretend für eine Moderne angeführt wird, die sich der porösen Trennlinien zwischen einem natürlichen und einem technischen Körper-Umwelt-Verhältnis bewusst wird und beginnt, dies mit zu reflektieren¹¹.

¹⁰ Ursprünglich geht die Unterscheidung zwischen Gerät und Vehikel auf Husserl (1932) zurück.

¹¹ Der Begriff der Exzentrizität taucht in der Anthropologie mit Helmuth Plessners Werk *Die Stufen des Organischen und der Mensch* (1928) erstmals auf.

Ein wenig weiter an dieser Stelle vergleicht Blumenberg den Seegang mit einer simulierten Erschütterung des Bodens, die bei einem Erdbeben eintreten würde und jene Leibverfügung zerstöre. Über das bekannte Phänomen des Schwindelns hinaus zeigen solche Umschreibungen eine Dekonstruktion jener autonomen Leibverfügung an, an deren Ende das in virtuelle Umwelten immersierte Ich als Vorlage eines kommenden Avatars wartet. Damit verweisen immersierte Körper auf Phänomene, die noch – nahezu ironischerweise – bei Blumenberg «Medium» heißen (2014: 670). Gerade der Leib und die Luft sind dort die unmittelbaren Dinge, die sich im Modus des Vehikels aus der Selbstverständlichkeit als Medien in den Vordergrund schieben (vgl. ebd.). Immersierte Körper sind damit – abseits aller Science-Fiction-Reminiszenzen – ein Ort, an dem der Mensch seine «Selbstintegration» technisch reaktualisiert – und sich dabei als Medium eines Wissens um Umweltadaptionen mitführt. Dass dies entlang eines Designs für todesmutige Piloten und geschichtsträchtige Raumfahrtmissionen verhandelt wird, die wenig später Gegenstand popkulturell-immersiver Welten wie Computerspielen oder Themen-Parks werden, trägt die Handschrift einer Wissensfigur der Immersion, die ihre Produktivität an einer seit der Moderne virulenten Ko-Präsenz von Erfahrungen der Kontrolle und der Katastrophe ausspielt (vgl. Huhtamo 2008: 61). Dabei bleibt es allerdings nicht. Vielmehr wird diese Fallhöhe von minutiöser Vermessung des Körpers bis zur animierten Computergrafik in der rechnergestützten Modellierung von Mensch-Maschinen-Schnittstellen virulent, wenn es darum geht, eine «biofidele» Modellierung zu erstellen. Wie bei Blumenberg noch der Leib und die Luft als Medien die Handschrift der Unscheinbarkeit tragen, so verspricht das heutige Design von Mensch-Maschinen-Schnittstellen «biofidele» Übergänge, die nicht zuletzt eine nahtlose Integration des Leibes in die Bewegungsroutinen gewähren soll.

6. Digitale Menschmodelle und Prevention Space

Seit den 1990er-Jahren werden in der Ergonomie unter dem Namen «Virtual Ergotyping» verstärkt digitale Menschmodelle eingesetzt, um Anforderungen rechtlicher Sicherheitsnormen und Gesundheitsvorschriften mit einer optimalen Bewegungsmodellierung des Arbeiters zu verbinden oder aber

auch um Schnittstellen zwischen dem Produkt-Interface und dem Nutzer zu testen (vgl. Kamusella & Schneider 2009: 214). Als softwarebasierte Avatare können digitale Menschmodelle mit anthropometrischen Datenbanken kombiniert werden und so verschiedene Nutzergruppen simulieren. Eine Simulation des jeweiligen Bewegungsablaufs in der spezifischen Umgebung (wie z. B. einer Fahrzeugkabine), wird jedoch nicht allein per CAD-Animationen ausgeführt, sondern bedarf einer interaktiven Computersimulation, die häufig in Virtual Reality-Umgebungen stattfindet.¹² Schließlich müssen die wesentlichen Parameter wie z. B. Greifreichweiten zwischen massenproduziertem Design und individuellem Komfort übereinstimmen. Auch hier spielt wieder der Umfang der anthropometrischen Daten eine wesentliche Rolle. So findet sich in einem der ersten in Deutschland erstellten ganzkörperlichen Modelle, dem ANTHROPOS, das *Anthropometric Source Book* der NASA als Datenquelle für Bewegungsübergänge beim Ein- und Aussteigen aus dem Fahrzeug. In anderen Menschmodellen wie JACK oder RAMSIS werden diese Datenquellen genutzt, um zu bestimmen, ab wann in einer Bewegung ein Diskomfort, also ein zu spürendes Unbehagen entstehen könnte (vgl. Mühlstedt 2011: 51). Dies hängt auch davon ab, wie minutiös das Intervall sein soll, das man wählt, um bestimmte Teile von Bewegungssequenzen sehen und animieren zu können, die bis dato weder sicht- noch benennbar waren. Der Einsatzort von Modellen wie JACK oder RAMSIS ist dabei nicht nur jener von Raumschiffen oder Cockpits. Er umfasst iterative Hebe- und Tragarbeiten, die im industriellen Bereich ebenso optimiert werden müssen wie regelmäßige Schaltbewegungen beim Autofahren. Es geht hier nicht nur um die Frage der Skalier- oder der grafischen Umsetzbarkeit, sondern mit Blick auf die Gestaltung «natürlicher» Schnittstellen darum, welcher Körper hier ins Spiel gebracht wird? Denn was unter so unglamourösen und dem *uncanny valley* fernen Gestalten wie den CAD-Modellen in den Design- und Kons-

12 Dabei kann es sich um CAVE-Umgebungen handeln oder aber auch um digitale Mock-Ups, bei denen wesentliche Teile der Fahrerkabine nachgebaut werden, während die Fahrtumgebung gänzlich rechnergeneriert ist und mittels eines Head-Mounted-Displays angeschaut wird (vgl. Mühlstedt/Kaußler/Spanner-Ulmer 2008: 83). Heute wird verstärkt auch mit Motion-Capture-Techniken gearbeitet, die zwar preiswerter sind, aber Probleme bei der Integration von dynamischen Umweltwiderständen haben.

truktionswissenschaften reüssiert, ist mehr als ein immersierter Körper, der sich als Datenlieferant erschöpft. Während dieser im Zuge einer «Anthropologie der Exzentrizität» (Spren 2004: 337) den Ort darstellt, an dem sich das Wissen um die *kinästhetischen Relationen* zur verkapselten Umwelt sammelt, ist der virtuelle Körper als Cyberspace heute nicht mehr der extravagante Gegenpol zum Menschen. Blumenbergs Figur des Vehikels ist so gesehen auf dem Rückweg und setzt den wie auch immer affizierten Leib in die Virtual Reality- oder Motion-Kinect-Umgebungen mit ihren jeweiligen Trackingmechanismen. Den hieraus inzwischen erwachsenen Avataren und ihren Bewegungskonstruktionen gilt damit nicht zuletzt der ergonomische Auftrag, den Bewegungsverlauf zwischen Mensch und Maschine so «natürlich» und «biofidel» wie möglich zu gestalten. Ein Blick in das Buch *Advances in Applied Digital Human Modelling* zeugt von der Einsatzvielfalt digitaler Menschmodelle (vgl. Duffy 2010: k.S.). Titel wie *Modeling and Simulation of Under-Knee Amputee Climbing Task, Simulation of Body Shape After Weight Changes for Health-Care Service* oder *Toward a Digital Pregnant Woman Model and Posture Prediction* stehen dort neben den klassischen Disziplinen wie Einstiegs- und Ausstiegszenarios oder der Anordnung von Schultergelenken für die Modellierung von Fließbandarbeiten (vgl. Duffy 2010: k.S.).¹³ Vor dieser Diversifikation der virtuellen Körpermodelle hinein in das Alltägliche, scheint die Exzentrizität zum Normalfall geworden zu sein, vielleicht noch «normaler» und unscheinbarer als der Cyborg, der den Diskurs um Körper und digitale Medien so lange beherrschte.

Was bedeutet dies aber für das problematische Verhältnis von Körper, Medien und Umwelt? Vor allem zuerst, dass die zunehmende Virtualisierung alltäglicher Bewegungsräume nicht auf ihre technisch bedingte Infrastruktur reduziert werden sollte. Was anhand der Entstehung digitaler Menschmodelle sich abzeichnet, ist, dass man im Falle einer historischen Figur immersierter Körper von den *Human Factors* nicht nur als Ansammlungstechniken von Daten und ihre Auswirkung

13 Diese Arbeiten stehen repräsentativ für die Breite des Feldes digitaler Menschmodelle. Sie sollen nicht verstanden werden als direkte Nachfolger der oben erwähnten Menschmodelle. Die bekanntesten Modelle wie JACK oder RAMSIS werden heute kommerziell betrieben und erfahren regelmäßige Update-Versionen.



➔ Das digitale Menschmodell RAMSIS bei der Sichtfeldanalyse. (Quelle: Human Solutions GmbH)

auf die Technisierung des Menschen reden kann. Bisher scheinen die Seiten einer algorithmisch induzierten Bewegungsvorstellung und einer digitalen Körpererfahrung selten jenseits der Fallhöhe von Kontroll- und Befreiungsmedien aufeinanderzutreffen. Im Falle der digitalen Menschmodelle wird dabei das Technische in doppelter Weise zum Gegenstand einer Wissensproduktion: sowohl als *technisch investiertes Körperschema* (um hier Schmitz' Formulierung aufzugreifen), als auch im Falle prädiktiver Raumkonzeptionen, die in ihrer Konstruktion den Bewegungsraum antizipieren (vgl. Abdel-Malik et al. 2006: k.S.). Der Einzug virtueller Körpermodellierung in den Alltag müsste noch – jenseits der Emphasen einer omnipräsenten Mediatisierung – genauer in den einzelnen Einsatzgebieten betrachtet werden. Neben der Ergonomie wären noch Bereiche der Pflegewissenschaft, der Soziotherapie oder die Robotik Fälle, in denen die körperliche Immersion in virtuelle Welten mehr ist als ein reines Testverfahren, aber auch keinen Anspruch erhebt auf die Einlösung eines revolutionären Technikpotenzials.

7. Schluss

Der hier geschlagene Bogen einer doppelten Wende in den *Human Factors* sollte deutlich machen, dass sich der Komplex einer Digitalisierung des Körpers nicht entlang einer linearen Technikgeschichte beschreiben lässt. Formalisierungsversuche rund

um den Körper zu historisieren, ist dabei lediglich ein Ausgangspunkt. Im Fokus dieses Artikels stand die Absicht, das gelöste Selbstverständnis einer Körperlichkeit durch die Figur immersierter Körper, die hier als Sammelbegriff eines ergonomisch-ingenieurwissenschaftlichen Forschungsgegenstands dienen, in den Vordergrund zu rücken. Anhand der Wissensproduktion in den *Human Factors* – die per se eine Kategorie zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften darstellt – wurde aufgezeigt, wie sich die Ausdifferenzierung des Körpers im Zuge seiner Relation zu einer technisch konstituierten Umwelt, die zugleich sein Interface ist, ändert. Dies sollte hier aber nicht allein als Relikt kybernetischer Steuerungsphantasien präsentiert werden. Mit dem Astronauten als kultur- und technikhistorischer Schnittstelle des digitalisierten Körpers eröffnet sich der Gegensatz zwischen einer virtuellen Körpermodellierung und dem Wissen um ein naturwissenschaftlich unzugängliches Leibliches. Dieses bis dato dem phänomenologisch-reflexiven Denkkakt des Subjekts reservierte Feld rückt damit ins Licht technischer Wissensdomänen. Es ist diese asymmetrische Begegnung, die ich hier aufzeigte und die in der heutigen Immersionsforschung, wenn überhaupt, als Vorgeschichte unter Analogien wie Sea- und Cybersickness auftaucht. Die Ko-Präsenz technischer Umwelten und diffuser Leiberfahrungen zieht sich als Ort einer Wissensproduktion durch das gesamte 20. Jahrhundert. Hieran könnte in Zukunft angeknüpft werden, um

die Immersion nicht nur als Effekt positiver Sinnesstimuli zu betrachten, sondern auch als Genealogie eines Subjekts, das nur an den Rändern seiner Operationsfähigkeit zu sich kommt. So wurde gezeigt, wie diese «Exzentrizität» anhand digitaler Menschmodellen heute wieder als Frage nach der biofidelien, der gefühlten Natürlichkeit eines Interface auftaucht, das mehr und mehr zu steuern verspricht, in dem es sich mehr und mehr zurückzieht.

Das Verhältnis von der Immersion und den ubiquitären Medien hätte somit nicht den absoluten Charakter, der häufig suggeriert wird. Vielmehr bliebe eine kultur- und körperhistorische Blickweise auf die Techniken der Immersion das Feld, aus dem die Beispiele gegen das Argument einer Dematerialisierung des Körpers und seinem Ertränken vor einer Flut wie auch immer geariteter Algorithmen kommen sollten.

Zum Schluss wird der Leib ohnehin da gesehen, wo er dem irdischen Subjekt am liebsten ist: irgendwo jenseits der intern gespürten Störung und der externen Kontrolle – in seiner «Selbstunauffälligkeit» (Blumenberg 2014: 668).

Literatur

- Abdel-Malik, Karim et al. (2006): Towards a new generation of virtual humans. In: *International Journal of Human Factors Modelling and Simulation*, 1, 1. S. 2–39.
- Bickenbach, Matthias & Stolzke, Michael (2014): *Die Geschwindigkeitsfalle. Eine fragmentarische Kulturgeschichte des Autounfalls*. Berlin: Kadmos.
- Blumenberg, Hans (2014): *Die Beschreibung des Menschen*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Bubb, Heiner & Fritzsche, Florian (2009): A Scientific Perspective of Digital Human Models: Past, Present, and Future. In: *Handbook of Digital Human Modeling. Research for Applied Ergonomics and Human Factors Engineering*. Hg. von Vincent G. Duffy. Boca Raton: CRC Press. S. 3–1 – 3–29.
- Chapanis, Alphonse et al. (1947): *Lectures on Man and Machine. An Introduction to Human Engineering. Technical Information*. John Hopkins University. Baltimore.
- Cheng, Huaining & Rizer, Anette L. (1975): *Articulated Total Body Version V. Technical Report*. Dayton.
- Duffy, Vincent G. (Hg.) (2010): *Advances in Applied Digital Human Modelling* (Hg.). Boca Raton: CRC Press.
- Edwards, Paul N. (1996): *The Closed World. Computers and the Politics of Disclosure in Cold War America*. Cambridge&London: MIT Press.
- Featherstone, Mike (2009): Ubiquitous Media: An Introduction. In: *Theory, Culture, Society*, 26, 2–3. S. 1–22.
- Fetter, William A. (1982): A Progression of Human Figures Simulated by Computer Graphics. In: *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2, 9. S. 9–13.
- Gagné, Robert M. (Hg.) (1962): *Psychological Principles in System Development*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Geisberger, Eva & Broy, Manfred (2012): *Forschungsagenda Cyberphysical Systems*. Studie. Hg. von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Aachen.
- Gilbreth, Frank (1921): *Bewegungsstudien. Vorschläge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Arbeiters*. Berlin: Springer.
- Hansen, Mark (2013): Ubiquitous Sensation: Toward an Atmospheric, Collective, and Microtemporal Model of Media. In: *Throughout. Art and Culture Emerging with Ubiquitous Computing*. Hg. von Ulrik Erkman. Cambridge&London: MIT Press. S. 63–88.
- Hayles, N. Katherine (2013): Radio-Frequency Identification: Human Agency and Meaning in Information-Intensive Environments. In: *Throughout: Art and Culture Emerging with Ubiquitous Computing*. Hg. von Ulrik Ekman. Cambridge&London: MIT Press. S. 503–528.
- Haraway, Donna (2004): *The Haraway Reader*. New York: Routledge.
- Hellige, Hans Dieter (2008): Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion. In: *Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung*. Hg. von Hans Dieter Hellige. Bielefeld: transcript. S. 11–94.
- Hörl, Erich (2011): Die technologische Bedingung. Zur Einführung. In: *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Hg. von dems. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. S. 7–53.
- Hou, Ming/Banbury, Simon/Burns, Catherine (2015): *Intelligent Adaptive Systems. An Interaction-Centered Design*. London: CRC Press.
- Huhtamo, Erkki (2008): Unterwegs in der Kapsel. Simulatoren und das Bedürfnis nach totaler Immersion. In: *Montage A/V*, 17, 2. S. 41–68.
- Husserl, Edmund (1973): Zur Konstitution der physischen Natur. Zuerst Leib Auswendig, dann rückführend auf Hyle und Kinästhesie [1932]. In: *Husserliana XV*. Hg. von Paul Janssen. Den Haag: Martinus Nijhoff. S. 266–281.
- Husserl, Edmund (2012): Kopernikanische Umwendung der kopernikanischen Umwendung [1934]. In: *Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften*. Hg. von Jörg Dünne & Stephan Günzel. 7. Aufl. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. S. 153–165.

- Jürgens, Hans (1989): *Internationaler anthropometrischer Datenatlas*. Dortmund: Wirtschaftsverlag NW.
- Kamusella, Christiane & Schmauder, Martin (2009): Ergotyping im rechnergestützten Entwicklungs- und Gestaltungsprozess. In: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 63, 3. S. 212–222.
- Kane, T.R. & Scher, M.P. (1970): Human Self-Rotation by Means of Limb-Movements. In: *Journal of Biomechanics*, 3. S. 39–49.
- Kasproicz, Dawid (2014): Fluide Säcke. Raumanzüge als Operationalisierungstechniken des Körpers. In: *Haut und Hülle. Techniken des Umschließens und Verkleidens*. Hg. von Ute Seiderer & Michael Fisch. Berlin: Rotbuch. S. 258–271.
- Kroemer, Karl et al. (1988): *Ergonomic Models of Anthropometry, Human Biomechanics and Operator-Equipment Interfaces*. Proceedings of a Workshop. Washington D.C.: National Academy Press.
- Manovich, Lev (2001): *The Language of New Media*. Cambridge: MIT Press.
- Mühlstedt, Jens (2011): Entwicklung eines Modells dynamisch-muskulärer Arbeitsbeanspruchungen auf Basis digitaler Menschmodelle. Ing. Dissertation. TU Chemnitz.
- Mühlstedt, Jens/ Kaußler, Hans/ Spanner-Ulmer, Birgit (2008): Programme in Menschengestalt. Digitale Menschmodelle für CAx- und PLM-Systeme. In: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 62, 2. S. 79–86.
- O'Brien, Thomas & Meister, David (2008): Human Factors Testing and Evaluation: An Historical Perspective. In: *Handbook of Human Factors Testing and Evaluation*. Hg. von Samuel G. Charlton & Thomas G. O'Brien. 2. Aufl. New York: CRC Press. S. 5–20.
- Paech, Joachim & Schröter, Jens (Hg.) (2008): *Intermedialität analog/digital. Theorien, Methoden, Analysen*. München: Wilhelm Fink.
- Passerello, C.E. & Huston, R.L. (1971): Human Attitude Control. In: *Journal of Biomechanics* 4. S. 95–102.
- Pias, Claus (2002a): *ComputerSpielWelten*. Zürich & Berlin: Diaphanes.
- Pias, Claus (2002b): Wie die Arbeit zum Spiel wird. Zur informatischen Verwindung des thermodynamischen Pessimismus. In: *Anthropologie der Arbeit*. Hg. von Ulrich Bröckling und Eva Horn. Tübingen: Narr Francke. S. 209–230.
- Rabinbach, Anson (2001): *Motor Mensch. Kraft, Ermüdung und die Ursprünge der Moderne*. Wien: Turia + Kant.
- Reynolds, Herbert M. (1978): The Inertial Properties and its Segments. In: *Anthropometric Source Book*. Hg. von der NASA. Yellow Springs. S. IV-1 – IV-66.
- Schmitz, Hermann (1967): *Der leibliche Raum*. System der Philosophie. Bd. 3. Der Raum 1. Bonn: Bouvier.
- Schröter, Jens (2004): Intermedialität, Medienspezifität und die universale Maschine. In: *Performativität und Medialität*. Hg. von Sybille Krämer. München: Wilhelm Fink. S. 385–412.
- Schröter, Jens (2013): Medienästhetik, Simulation und 'Neue Medien'. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft*, 8, 1. S. 88–99.
- Simonidis, Christian A. (2010): *Methoden zur Analyse und Synthese menschlicher Bewegungen unter Anwendung von Mehrkörpersystemen und Optimierungsverfahren*. Ing. Diss. Univ. Karlsruhe.
- Singleton, W.T. (1982): Introduction. In: *The Body at Work. Biological Ergonomics*. Hg. von ders. Cambridge: Cambridge University Press. S. 1–28.
- Spreen, Dierk (2004): Menschliche Cyborgs und reflexive Moderne. Vom Jupiter zum Mars zur Erde – bis ins Innere des Körpers. In: *Vernunft – Entwicklung – Leben. Schlüsselbegriffe der Moderne*. Festschrift für Wolfgang Eßbach. Hg. von Ulrich Bröckling, Axel T. Paul und Stefan Kaufmann. München: Wilhelm Fink. S. 317–346.
- Sprenger, Florian (2014): Zwischen *Umwelt* und *milieu*. Zur Begriffsgeschichte des *Environment* in der Evolutionstheorie. In: *Forum interdisziplinäre Begriffsgeschichte*, 3, 2. S. 7–18.
- Sutherland, Ivan (2003): *Sketchpad: A man-machine graphical communication system* [1963]. In: *Technical Report*, 574. Hg. von Markus Kuhn. Cambridge. Online unter: <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf> [20.09.2015].
- Thornton, William E. (1978a): Anthropometric Changes in Weightlessness. In: *Anthropometric Source Book*. Hg. von der NASA. Yellow Springs. S. I-1 – I-105.
- Thornton, William E. (1978b): Foreword. In: *Anthropometric Source Book*. Hg. von der NASA. Yellow Springs. S. iii–iv.
- Trout Jr., Otto (1966): *A Water-Immersion Technique for the Study of Mobility of a Pressure-Suited Subject under Balanced-Gravity Conditions*. Techn. Report. Washington D.C.
- Wardrip-Fruin, Noah & Montfort, Nick (Hg.) (2003): *The New Media Reader*. Cambridge: MIT Press.
- Weiser, Mark (1991): The Computer for the 21st Century. In: *Scientific American*, September. S. 94–104.
- Wu, Jie (2011): *The 'Realism' of Algorithmic Human Figures. A Study of Selected Examples 1964 to 2001*. Ing. Diss. Univ. Bremen.