

GEHEN IN DER DATENBANK – DER BMLWALKER

Datenbanken folgen Prinzipien der Verarbeitung und Repräsentation von Daten und Datenbanken bergen Versprechen. Offensichtlich sammeln und speichern sie Daten. Etwas weniger offensichtlich ordnen Datenbanken im Speichern die Daten an und machen diese durchsuchbar. Sie verknüpfen Daten, machen sie zugänglich und sichtbar. Dadurch, so lautet ein Versprechen, schaffen sie neues Wissen. Andere Versprechen und Inszenierungen von Datenbanken zielen auf die Vollständigkeit von Datenerfassung und die grenzenlose Erweiterbarkeit der Datensätze sowie eine damit einhergehende Objektivität des auf vollständige Daten gestützten Wissens oder auf einen unmittelbaren Zugang zu Daten und Wissen. In meinem Beitrag möchte ich den Schwerpunkt darauf legen, dass Datenbanken konstruktiv werden können. Nicht nur durch die (relationale) Verknüpfung vorhandener Datensätze in einer Suchabfrage entstehen überraschende Ergebnisse. Vielmehr ist es in der Verkreuzung von statistischen Verfahren und Künstlicher Intelligenz (KI) möglich und üblich, neue, so nie gemessene Datensätze zu erzeugen. Diese Datensätze können auf die gleiche Art weiterverarbeitet werden, wie solche, die mittels Messverfahren aus einem stattgefunden Ereignis gewonnen werden. Tatsächlich handelt es sich aber um komplexe Konstruktionen, resultierend aus Verrechnungen anderer Datensätze mittels Statistik und KI.

Am Beispiel des so genannten *Biomotionlab-Walker* (*BMLwalker*) gehe ich dem Konstruktiv-Werden der Datenbank nach. Der *BMLwalker* ist ein Forschungsprojekt des kanadischen *Biomotion Labs*. Dieses *Lab* erforscht visuelle Wahrnehmung unter kognitionswissenschaftlichen Aspekten. Es geht darum, welche Informationen oder welches Wissen ein Betrachter aus körperlicher Bewegung gewinnt. Was erfahren wir, wenn wir Bewegung sehen? Dem Betrachter tritt der *BMLwalker* in Form einer bewegten Punktwolke gegenüber, die in ein GUI (*Graphical User Interface*) eingebettet ist.◀ Die Nutzer können mit vier Reglern die animierte Punkte-Darstellung der gehenden Figur beeinflussen. Für den *BMLwalker* wurde eine mathematische Formalisierung des menschlichen Gehens entwickelt, welche als animierte Punktmenge, als Strichmännchen oder neuerdings als Skelett dargestellt wird. Dabei sollen die berechneten

und dargestellten Gangmuster vom Betrachter als realistisch wahrgenommen werden.

Man kann den *BMLwalker* als ein mathematisch-empirisch-mediales Framework zur Erforschung der menschlichen Wahrnehmung betrachten. Dessen Kern besteht in der Verbindung einer Datenbank mit der Konstruktion und der interaktiven Darstellung von Gangmustern. Damit ist der *BMLwalker* ein Beispiel für eine mediale Praxis, in der die Datenbank konstruktiv wird. Entscheidend für dieses Konstruktiv-Werden ist die Verbindung einer mathematischen Beschreibung des Gehens mit dessen Bewertung und spezifischen technisch-medialen Verfahren (und Inszenierungen). Die körperliche Bewegung erhält darin einen speziellen Status: Sie wird vom Körper abstrahiert, gibt diesen dennoch zu sehen und ist lesbar in Hinblick auf ein ›Innen‹ des Körpers. Dieses Verständnis von Bewegung verknüpft bestimmte historische Traditionen. Zu fragen ist, welche Form und welche Praxis von Wissen diese Art der Datenbank erzeugt und adressiert.

Gänge auf der Oberfläche

Der *BMLwalker* besteht aus einer flash-animierten GUI, die ein bewegtes Punktemuster, Schieberegler und Knöpfe umfasst.

Die Knöpfe schalten die Bewegung der 15 Punkte aus oder zeigen Linien zwischen diesen an – ein sich bewegendes Strichmännchen wird sichtbar. Verschiebt man die Regler, ändern sich die Abstände zwischen den Punkten sowie die Dynamik der Bewegung. Die Gänge variieren zwischen »männlich« und »weiblich«, »schwer« und »leicht«, »nervös« und »entspannt« sowie »fröhlich« und »traurig«. Glaubt man der Oberfläche, so geben die rhythmisch bewegten Punktemuster also biologische Eigenschaften oder innere Zustände beziehungsweise Emotionen zu sehen.

Der *BMLwalker* inszeniert also die Bewegung (in den Punktemustern) als eine vom Körper abstrahierte Darstellung. Diese Darstellung gibt einen Körper zu sehen und zu lesen. In Bezug auf die Lesbarkeit scheint die Darstellung Stereotypen zu produzieren, zumindest in den Extrempositionen der Regler. So erscheint der männliche Gang als Klischee des ›vor Kraft kaum laufen können‹, während der weibliche Gang hüftschwingend und x-beinig daherkommt. Auffällig ist am *BMLwalker* darüber hinaus, dass die Regler stufenlos verstellbar sind und sich die animierten Gänge mit der Bewegung der Regler gewissermaßen stetig verändern.

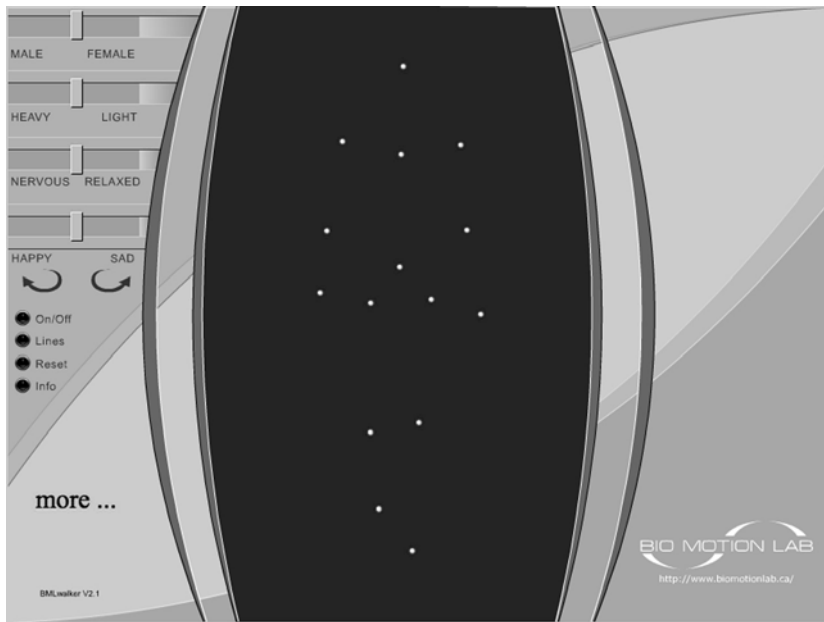


Abb. 1: Die grafische Benutzeroberfläche des *BMLwalker*

Unter der Oberfläche: das Verfahren

Betrachtet man die dem *BMLwalker* zugrunde liegenden Verfahren, so wird deutlich, dass dieser keinesfalls eine Darstellung von irgendwann vermessenen Gängen laufender Menschen ist und auch keine rein zeichnerisch-rechnerisch hergestellte Animation. Vielmehr verbindet er Vermessung, statistische Methoden und Verfahren aus der KI mit Empirie und Darstellungsmethoden. Der *BMLwalker* berechnet Gangmuster, die so nie aufgenommen wurden. Dabei stammen die Verfahren der Berechnung der Gangmuster weniger aus einem biologisch fundierten Berechnungsmodell. Vielmehr werden Verfahren kombiniert, die die Relationen der Punkte im (Koordinaten-)Raum untereinander sowie deren jeweiliges Verhalten in der Zeit erfassen. Insofern, so möchte ich argumentieren, sind diese Berechnungen eher Beschreibungen zur Herstellung von Mustern (die als körperliche Bewegung wahrnehmbar sind) als Erklärungen oder Bewegungsmodelle. Die Darstellungen werden von Versuchspersonen bewertet. Indem diese Wertungen in die Berechnungen integriert

werden, wird es möglich, dass sich die Gangmuster entlang der in den Reglern angezeigten Kriterien stetig verändern.

»We developed a framework that transforms biological motion into a linearized representation which enables us to apply linear methods from statistics and pattern recognition to its analysis. Initially, we used gender classification as an example and created a simple classifier, whose performance was compared to psychophysical data from human observers« (Webseite des Bio-motion Lab, [<http://www.biomotionlab.ca/walking.php>]; letzter Abruf 01.03.2012.).

In der folgenden Analyse soll deutlich werden, wie das Konstruktiv-Werden der Datenbank durch die Verbindung von Beschreibung und Bewertung mit den rechnerisch-programmierten Verfahren charakterisiert ist.

In der dem *BMLwalker* zugehörigen Datenbank sind *Motion-Capturing*-Daten von 40 Frauen und 40 Männern gespeichert. Die Versuchspersonen wurden von neun Kameras 20 Sekunden lang dabei gefilmt, wie sie über ein Laufband gehen. Sie sind mit reflektierenden Markierungen ausgestattet, mit kleinen Bällen, die an ausgezeichneten Körperstellen befestigt sind. Die neun Videoaufnahmen werden so ausgewertet, dass aus den Positionen der Markierungen in den Einzelbildern 15 Punkte und deren Positionen in einem Koordinatenkreuz berechnet werden. Diese 15 Punkte entsprechen ausgezeichneten Stellen eines Skeletts: Kopf, Schultern, Schlüsselbein, Ellenbogen und Händen, Hüfte, Knien und Füßen. Ein Gang besteht aus einer Folge von Vektoren mit 45 Einträgen, drei pro Punkt. Hier wird also von den konkreten Aufnahmen so abstrahiert, dass die gefilmten Punkte auf der Körperoberfläche im Bild vermessen und so verrechnet werden, dass daraus Punkte auf einem Skelettmodell resultieren. Jede der Gang-Vektor-Folgen wird als eine Funktion berechnet.❖ Dabei wird das statistische Verfahren der Hauptkomponentenanalyse mit Fourieranalyse kombiniert. Die Hauptkomponentenanalyse zerlegt eine Menge von Punkten mathematisch hinsichtlich ihrer Varianz, das heißt der größten Abstände von ihrem Mittelpunkt. Die Kovarianz wiederum ist eine Art Maß, wie stark ein Punkt in zwei Dimensionen gleichzeitig von den jeweiligen Mittelwerten der Koordinaten abweicht. Mathematisch gesprochen entsprechen die Hauptkomponenten einer Punktmenge den so genannten Eigenvektoren der Kovarianzmatrix. Jeder Punkt lässt sich damit als Summe von Mittelwerten und Eigenvektoren darstellen. Anschaulich gesprochen wird die Folge der Gangvektoren als Punktmenge aufgefasst. Der Mittelwert ist dann so etwas wie die Durchschnittsposition aller Gangpositionen eines Gehenden. Ein Eigenvektor ist eine Gangposition, die bezüglich bestimmter Merkmale am weitesten von der Durchschnittsposition entfernt ist. Die Hauptkomponentenanalyse fasst also eine Menge von Punkten als ein Muster auf, indem sie diese durch Ähn-

lichkeiten und Unähnlichkeiten ordnet. Jede Gangposition (also ein Vektor mit 45 Einträgen) wird dann als Summe des Mittelwerts und der vier unähnlichsten Gangpositionen dargestellt, wobei diese mit einer Konstante multipliziert werden.

Um die Werte dieser Konstanten auszurechnen, wird die Fourieranalyse benutzt. Die Fourieranalyse ermöglicht jede hinreichend »glatte« periodische Funktion als unendliche Reihe trigonometrischer Funktionen (das heißt als Summe von Cosinus- und Sinusfunktionen) darzustellen. Im *BMLwalker* wird davon ausgegangen, dass der Gang ein periodisches Phänomen ist. Das heißt, dass die zu berechnenden Konstanten im Laufe einer Gangsequenz als periodische Funktion darstellbar sind. Die in gewisser Weise statisch und diskret konstituierte Muster-Ordnung der Hauptkomponentenanalyse wird also hier durch eine kontinuierliche Ordnung von Schwingungen ergänzt. Am Ende dieser Berechnungen liegen 80 Funktionen vor, deren Ergebnisse zu einem Zeitpunkt t ein Vektor mit 45 Einträgen ist, welcher als Punktmenge dargestellt wird.

Die im obigen Zitat erwähnte Linearisierung ist der nächste Schritt des Verfahrens. Dazu wird jede der vorliegenden Gangfunktionen als eine Abbildungsmatrix dargestellt und als Element eines Vektorraums **43** begriffen. Jedes solche Element kann als Linearkombination der Basisvektoren des Vektorraums dargestellt werden. Wer kein Grundstudium der Mathematik absolviert hat, kann sich folgendes vorstellen: Das bekannte Koordinatenkreuz mit x - und y -Achse lässt sich als 2-dimensionalen Vektorraum auffassen. Jedes Element beziehungsweise jeder Punkt darin, zum Beispiel $(3,5)$ lässt sich als Summe von gestreckten oder gestauchten Koordinatenachsen-Abschnitten beschreiben, im Beispiel $(3,5) = 3(1,0) + 5(0,1)$ oder auch mit der Anweisung: »Gehe drei Kästchen nach rechts und fünf Kästchen nach oben«. Die Schwierigkeit beim *BMLwalker* ist die Basisvektoren aus den vorliegenden Matrizen zu berechnen – bei dieser Berechnung spielt wiederum die Hauptkomponentenanalyse eine Rolle. Sind die Basisvektoren gefunden, kann jede beliebige Matrix in dem vorliegenden Vektorraum erzeugt werden. Der Kern des Verfahrens ist, dass jede dieser Matrizen als Gangfunktion in der Zeit interpretierbar ist. Das heißt, die Transformation von biologischen Gängen in Punktemuster und Funktionen und deren Auffassung als Vektorraumelemente erlaubt es, mathematisch alle möglichen Gänge als Linearkombinationen von Basisvektoren zu erzeugen.

Allerdings sind diesen Gängen keine »Eigenschaften« wie »männlich«, »fröhlich« oder »nervös« inhärent. Die Eigenschaften werden den Gangmustern durch Klassifikationsverfahren (aus der KI) zugewiesen. Jedem der aufgenommenen Gänge beziehungsweise den daraus gewonnenen Funktionen und Darstellungen

als bewegte Punktmenge werden je vier so genannte Merkmalsvektoren zugewiesen. So beschreibt ein Vektor, ob der Gehende weiblich oder männlich ist und ein weiterer Vektor beinhaltet das Gewicht der gehenden Person – diese Daten sind bei den Aufnahmen abgefragt worden.◀4 Die beiden weiteren Vektoren codieren eine Skala mit sechs Stufen. Zum einen von ›nervös‹ bis ›entspannt‹ und zum anderen von ›fröhlich‹ bis ›traurig‹. Um den Gängen die Eigenschaften zuzuordnen, beurteilen Versuchspersonen die gezeigten Gangmuster bezüglich der angebotenen Skala.◀5

Mathematisch betrachtet wird hier das Verfahren der linearen Diskriminanzanalyse eingesetzt. Dabei wird eine Klassifikationsfunktion berechnet, die – angewandt auf ein Gangmuster – als Ergebnis den Merkmalswert ausgibt, also beispielsweise ob ein Gangmuster ›männlich‹ oder ›weiblich‹ ist.◀6 Die Regler wirken nun proportional auf diese Klassifikationsfunktion ein, die in die Gangerzeugungsfunktion eingerechnet wurde. Das heißt, $(3,5) = 3(1,0) + 5(0,1)$ hat durch die Klassifikationsfunktion einen bestimmten Wert auf der Skala ›männlich–weiblich‹ und der Punkt wird erzeugt, wenn der Regler auf diesem Wert eingestellt wird.

Entscheidend für den *BMLwalker* als mathematisch-empirisches-mediales Framework ist also: Bewegung erscheint als rhythmisches Punktemuster. Dieses basiert auf aufgenommenen Daten (den gefilmten Gängen), die als Folge von Vektoren gespeichert werden und zu Gangfunktionen transformiert werden. Diese Transformation nutzt Verfahren der Statistik und der Funktionenanalyse. Sie beschreibt eher die Bewegung von Punkten in einem Koordinatensystem, als dass sie eine mathematische Formalisierung eines körpermechanischen Modells ist – die Gangmuster sagen wenig über den kausalen Zusammenhang von Traurigkeit und deren Auswirkungen auf Körperspannung oder Geschwindigkeit aus, sie beschreiben oder zeigen etwas, das sich so interpretieren lässt. Darüber hinaus geht es um die Bewertung des Gezeigten, wobei die Bewertung in die Konstruktion der Muster eingeht.

Die Oberflächeninszenierung legt nahe die bewegten Punktemuster in Hinblick auf dem ihnen vermeintlich zugehörigen Körper (mit Geschlecht und Gewicht) und deren innere Zustände zu lesen. Dabei beruht diese Lesbarkeit auf Klassifikationsverfahren der Informatik und der Bewertung der Muster durch die Nutzer. Um die Regler mit den ihnen zugehörigen Merkmalsvektoren zu erzeugen, müssen BetrachterInnen die Darstellungen auf einer Skala bewertet haben. Wenn die Nutzer an den Reglern der Oberfläche spielen, sind sie eingeladen die Darstellungen in Hinblick auf die Eigenschaften nachzuvollziehen. Betrachtet man wie die mathematischen Verfahren im *BMLwalker* eingesetzt werden, fällt zweierlei auf. Die Verfahren zielen *erstens* auf unterschiedliche

mathematische Objekte. Die Hauptkomponentenanalyse untersucht Punktmengen als Muster, das heißt als diskrete und statische Objekte – seien es die Gang-Vektor-Punktmengen oder Gang-Funktionsmatrizen als Elemente in einem Vektorraum. Für diese Punktmengen schreibt die Hauptkomponentenanalyse die Abhängigkeiten der Punkte untereinander als (korrelierte) Abweichungen von einem Mittelwert an. Die Fourieranalyse verzeitlicht (im *BMLwalker*-Beispiel) diese Abhängigkeiten als Gangfunktionen und macht sie so im Kontinuum anschreibbar. Die Diskriminanzanalyse wiederum skaliert die Abhängigkeiten oder Ähnlichkeiten zwischen den Gangfunktions-Matrizen. Sie weist ihnen auf einer kontinuierlichen Skala Positionen zu, die durch die Regler anzusteuern sind. Damit – so scheint mir – spielen die Verfahren *zweitens* auch auf unterschiedlichen Interpretationsregistern. In die Beschreibung der Punktmuster und ihrer Strukturen gehen bestimmte Annahmen über die Punktmengen und ihre Varianzen ein, allerdings keine (biomechanischen) Modelle des Körpers oder der Gehens. Für die Anwendung der Fouriertransformation geht die Annahme ein, dass Gehen ein stetiger, periodischer Prozess ist – und damit eine tendenziell biomechanische Modellierung. Entscheidend ist, dass bei der Anwendung der Diskriminanzanalyse Semiotisierungen vorgenommen werden, dass hier die bewegten Punktmuster ›bedeutet‹ werden.

Den *BMLwalker*, betrachtet als mathematisch-empirisch-mediales Framework, zeichnet also aus, dass Darstellung und Formalisierung so mit Bewertung und Empirie verschmolzen werden, dass die Datenbank in der Darstellung konstruktiv wird und die Bewertung in diese Konstruktion eingefügt hat. Das Konstruktiv-Werden der Datenbank entsteht durch das hier dargelegte Verhältnis von Beschreibung (der Gänge als zeitlich anschreibbare Punktemuster), Bewertung (der Gänge in Hinblick auf einen Körper mit bestimmten Eigenschaften) und den automatisierten Verfahren. Gleichzeitig bekräftigt der *BMLwalker* in seiner Inszenierung, dass Bewegung ein Medium des Körpers sei, das von diesem abgelöst werden kann und in Hinblick auf Eigenschaften des Körpers lesbar ist, wobei die Bewertung in gewisser Weise unter die Oberfläche und in die Datenbank eingewandert ist. Das hier vorzufindende Verhältnis von Beschreibung, Bewertung und automatisierten Verfahren ist also von drei zentralen Vorstellungen geprägt: Bewegung kann vom Körper abstrahiert werden; die abstrahierte Bewegung gibt einen Körper zu sehen; Körper und Bewegung sind in Bezug auf ein Inneres des Körpers lesbar. Alle diese Vorstellungen knüpfen an historische Traditionen an, die ihrerseits in bestimmten Praxis- und Wissenskontexten situiert sind.

Historische Traditionen und ihr Wissen

Im Folgenden skizziere ich deswegen in Hinblick auf die Charakteristika des *BMLwalkers* Stationen einer Technikgeschichte der Bewegungserkennung und Stationen einer Geistesgeschichte der ›Bewegung als Ausdruck‹. Ich möchte an einem Beispiel aus den frühen 1930er Jahren den Einbruch der Empirie in die Bewegungs-Lesbarkeit skizzieren, an die eine wahrnehmungspsychologische Erforschung von Bewegung und ihrer Wahrnehmung anknüpft.◀7

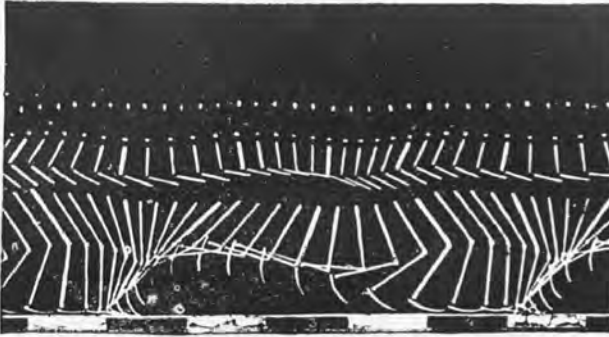
Technikgeschichte der Bewegungserkennung

Als eine der ersten systematischen Untersuchungen des Gehens mit dem Ziel seiner Formalisierung gilt die *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge* der Brüder Weber, die 1836 erscheint. Wilhelm Eduard Weber (1804-1891, Physiker) und Eduard Friedrich Weber (1806-1871, Physiologe und Anatom) suchen nach den Gesetzen des Gehvorgangs. Sie sehen im Gang eine Art ›Gehmaschine‹ am Werk, deren Regeln sie mathematisch darstellen wollen. Da das Gehen zu den willkürlichen Bewegungen gehört, die der Freiheit des Willens unterliegen, sowie abhängig von Milieu und Umgebung des Gehenden sind, müssen die mannigfaltigen Abänderungen und Variationen des Ganges einzelner Individuen möglichst minimiert und aus den Ergebnissen herausgerechnet werden.

Die Webers nehmen Versuche an Leichen vor, um Beinwinkel und deren Varianzen auf einer körpermechanischen Ebene zu bestimmen. Um zu berechnen, wie ein Doppelschritt des Menschen verläuft, lassen sie darüber hinaus 15 Soldaten über ebenes Gelände marschieren. Deren Gänge werden vermessen (nach Schrittlängen, -anzahl und der Gangschnelligkeit) und statistisch ausgewertet, um bestimmte Zeitwerte eines ›normalen‹ Gangs zu erhalten. Anhand dieser Werte wird der Gang beziehungsweise ein Doppelschritt durch geeignete Vereinfachungen des Skelettmodells mittels Differentialgleichungen berechnet. Zum Schluss werden Phasenbilder der berechneten Bewegung erstellt, damit man sich per Augenschein von der Richtigkeit der Rechnungen überzeugen lassen kann.◀8 Die Webers erzeugen eine Simulation des menschlichen Gangs, die aus abstrahierten Messdaten und einem vereinfachten Modell des gehenden Körpers besteht und sich an einen zu überzeugenden Betrachter richtet. Bewegung wird dabei als Veränderung von Lage und Form des Körpers verstanden, die durch Pendelgleichungen berechenbar ist.

Während die Brüder Weber noch beobachten und die Zeit des Gehens stoppen müssen, nutzt (und entwickelt) der Mediziner und Physiologe Étienne-Jules Marey für seine Bewegungsstudien die Chronofotografie (vgl. Marey 1985). Er untersucht seit den 1870er Jahren den Gang von Pferden und Menschen und

Fig. 7.



Schematisches Bild eines Läufers, reducirt auf ein paar helle Linien, welche die Stellungen der Gliedmassen andeuten. — Chronophotographie mit fester Platte.

Abb. 2 Kurvengraph eines Läufers, Chronofotografie

beginnt in den 1880er Jahren die Momentfotografie einzusetzen. Er baut eine chronofotografische Kammer, in der eine rotierende Schlitzscheibe, drehbar mittels einer Kurbel, vor dem Objektiv einer Kamera angebracht ist. Je nach Anzahl der Schlitze und der Geschwindigkeit der Drehung erhält Marey eine bestimmte Anzahl von Momentaufnahmen eines Bewegungsablaufs, die in Form von Mehrfachbelichtungen auf eine fotografische Platte gebannt werden. Entscheidend ist, dass Marey die Bewegung visuell von den Körperbildern ablöst: Er stattet die Modelle mit schwarzer Kleidung aus, auf die weiße Punkte und Striche gemalt sind. Es entstehen Folgen wellenartig angeordneter Geraden und Punkte, die eine Bewegungsabfolge darstellen, zum Beispiel Laufen oder Springen. Bewegung ist also nicht mehr Veränderung von Lage und Form eines Körpers, sondern Veränderung der relativen Lage von Punkten und Strichen zueinander. Die geometrischen Linienfolgen kann Marey als Kurvengraphen physiologisch auswerten. Das Ziel von Mareys Methode ist die Messung von Bewegung zur physiologischen Auswertung.

Für die Technikgeschichte der Bewegungserfassung ist hier der Einsatz der Fotografie entscheidend. Damit löst sich die Bewegung visuell vom Körper und bildet sich gewissermaßen selbst ab. So kann Bewegung als sichtbares Muster die Wahrheit über sich nun ohne Körper direkt ins Bild bringen.

Dieser Aspekt wird in den Arbeiten von Christian Wilhelm Braune (1831–1892, deutscher Anatom) und Otto Fischer (1861–1916, deutscher Physiologe) wei-



Abb. 3 Soldat in Ausrüstung



Abb. 4 Fotografische Aufnahme

ter ausgebaut. In sechs Teilen stellen sie – nach dem Tod Braunes veröffentlicht Fischer alleine – ihre detaillierten Untersuchungen über die Bewegungsabläufe beim Gehen vor. Es geht ihnen vor allem um die Frage, welchen Einfluss die Muskelkontraktionen auf den Gang haben. Um das herauszufinden sei es nötig, die Stellungen und Formänderungen der Beine genauestens zu messen. Für *Der Gang des Menschen* wurde ein Soldat mit 44 so genannten Geissler'schen Röhren ausgestattet (einer frühen Form von Neonröhren), die in genau getakteten Zeitintervallen aufleuchten, während zwei Fotokameras den laufenden Soldaten von unterschiedlichen Seiten aufnehmen.⁴⁹ Die technische Anordnung kehrt die Chronofotografie insofern um, als dass die Kameras keine Momentaufnahmen machen, sondern das fotografierte Objekt (das heißt, der gehende Soldat) »selbstleuchtend« (Braune und Fischer 1895, 179 (29)) gemacht wird. Die entstehenden fotografischen Aufnahmen werden so ausgewertet, dass sie auf ein Koordinatensystem bezogen werden. Die Lage einzelner Körperglieder beziehungsweise ihrer Schwerpunkte zu bestimmten Zeitpunkten in diesem Koordinatensystem wird in Tabellen eingetragen und in Form von Bewegungsfunktionen einzelner Körperglieder visualisiert.⁴¹⁰

Bewegung wird räumlich vermessen und berechnet und als Funktionsgraph ausgewertet. Nach wie vor steht ein biomechanisches Wissen im Zentrum, das Ziel der hier vorgestellten Methoden ist die Vermessung und Berechnung des Gehens in Hinblick auf ein biomechanisches Körpermodell und in Hinblick auf die Leistungsfähigkeit des Körpers. Vom Bild wird in den Raum gerechnet (allerdings in Form von Tabellen und nicht in Form von Darstellungen in einem Koordinatenraum) und dann auf die Ursache der Wir-

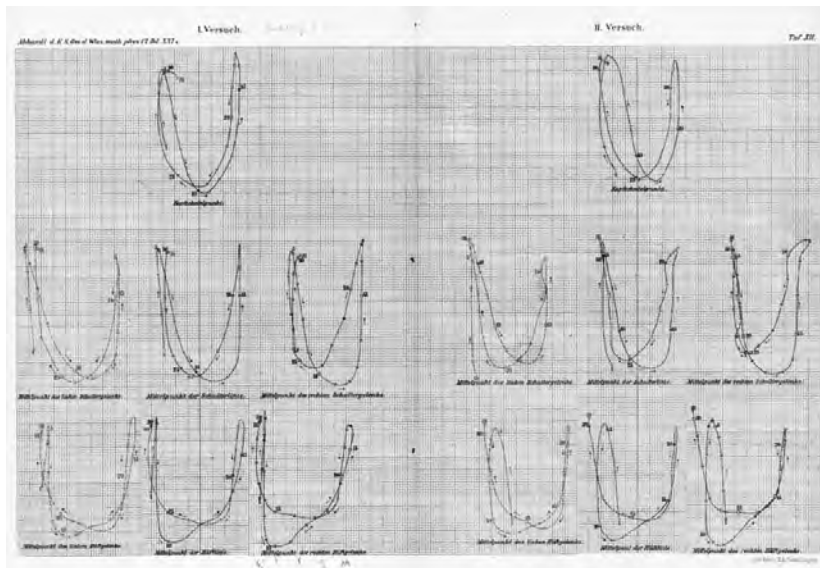


Abb. 5 Visualisierung

kungen (nämlich der Bewegungskurven einzelner Körperpunkt-Trajektorien) zurück geschlossen.

In den 1910er Jahren schließt Frank Bunker Gilbreth an dieses Denken in Bewegungskurven an und löst die Erforschung von Bewegung vom biomechanischen Modell zugunsten eines Effizienz- und Trainingsgedankens ab. Er lässt die zerhackte Bewegung der Chronofotografie als Lichtspur erscheinen und baut diese als Drahtmodell nach.◀11

Entscheidend ist, dass die Arbeitswissenschaft in der Tradition von Taylors *Scientific Management* Bewegung in elementare Bewegungen zerlegt und unter arbeitswissenschaftlichen Aspekten untersucht. Die biomechanische Forschung von den Brüdern Weber, Marey und Braune/ Fischer will durch Messungen ein berechenbares Modell von Körperbewegungen erstellen, welches Wahrheit über menschliche Bewegung aussagt. Gilbreths Bewegungsstudien haben das Ziel elementare Arbeitsbewegungen zu identifizieren und zu verbessern, indem unnütze Bewegungen eliminiert werden. Gilbreth entwickelt unterschiedliche Messinstrumente und -routinen (weiter), um auf Basis der Messung von Bewegung diese zu verbessern. Die Bewegungsbahnen werden dabei durch eine Vereinfachung und Weiterführung des Verfahrens von Braune und Fischer aufgenommen: Gilbreth stattet die Hände der Arbeitenden so-

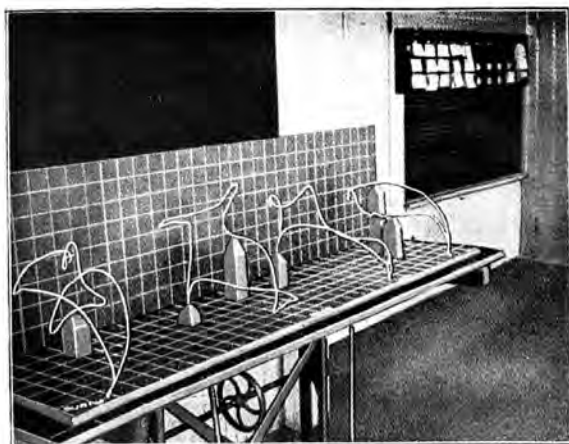


Abb. 9. Drahtmodelle, die den Fortschritt in der Erlernung des besten Arbeitsverfahrens zeigen. Die Drähte zeigen den Weg der linken Hand an der Bohrmaschine. Es handelt sich in diesem Falle um den Leiter eines Betriebes, der seit 25 Jahren die betreffende Maschine nicht angerührt hatte.

Abb. 6 Drahtmodelle

wie die Werkzeuge und Maschinen mit Glühlampen aus und nimmt die Arbeitsbewegungen mit stereoskopischen Kameras auf. Die Bewegung erscheint als Lichtspur auf der Fotografie. Um genaue Informationen über die Zeitspannen zu erhalten, erlöschen die Glühlampen in kurzen Abständen. Das heißt, es findet eine Umkehrung des Licht-Dunkel-Verhältnisses im Vergleich zu Braune/Fischer statt. Auf Basis dieses Verfahrens werden die Arbeitsbewegungen verschiedener Arbeiter vermessen und nach Schnelligkeit, Wirksamkeit/ Effizienz und geringstmöglicher Ermüdung beurteilt. Daraufhin wird eine ideale Bewegung als Norm bestimmt und diese als Drahtmodell verräumlicht.

Es geht also bei Gilbreth nicht mehr um die Berechnung von Bewegung. Sein Verfahren zielt eher auf die Extraktion von (typischen) Bewegungsmustern, welche in eine Norm überführt werden und als Trainingsmodell vergegenständlicht werden. Empirie, Muster und Bewertung werden im Zeichen von Effizienz und arbeitswissenschaftlicher Optimierung zu Typus und Norm.

In dieser Rekonstruktion einer Technikgeschichte der Bewegungserfassung sollte deutlich werden, in welchen Kontexten und durch welche (Wissens-) Praktiken die Vermessungstechnologie und die ihr zugehörigen Darstellungsverfahren historisch zu verorten sind: Dabei wird die Bewegung vom Körper abstrahiert und zunächst in Hinblick auf (biomechanische) Wahrheit analy-

siert. Später wird sie im Hinblick auf Effizienz als Muster beschrieben und modelliert.

Bewegung als Ausdruck und Zeichen

Neben den mathematischen und technologischen Traditionen, die der *BMLWalker* aufruft, ist das entscheidende Charakteristikum, dass die (vom Körper in der Darstellung abgelöste) Bewegung als ein Zeichen für körperliche Eigenschaften inszeniert wird. Sie zeigt das Geschlecht und das Gewicht, aber auch ›innere‹ Zustände wie ›nervös‹ und ›entspannt‹ oder ›fröhlich‹ und ›traurig‹ sowie deren Mischformen.

Die Möglichkeit Bewegung derart zu lesen, basiert auf der Annahme einer Analogie zwischen inneren und äußeren Vorgängen. Diese wird in unterschiedlichen Epochen unterschiedlich theoretisch begründet – in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen medizinischen und anthropologischen Diskurs. Darüber hinaus wird sie tradiert oder ›praxeologisch‹ aktualisiert – in unterschiedlichen Epochen sind die dabei vorherrschenden Wissens- und Praxisgebiete die Physiognomik, die Etikette- oder Anstandsregeln (und die dazugehörigen Bücher) sowie Schauspiel und Schauspieltheorie. Eine wichtige Rolle spielt darüber hinaus die Ausdruckstheorie, die insbesondere am Anfang des 20. Jahrhunderts fragt, wie sich Charakter in Handschrift, Gang, Mimik und anderen Formen und Spuren des bewegten Körpers erkennen lässt.

Das Historische Wörterbuch der Philosophie definiert im Eintrag »Physiognomik, Physiognomie«:

»Die Ph. gilt seit der Antike als die (Kunst-)Lehre, bei Lebewesen – vor allem beim Menschen – von äußeren Zeichen und Merkmalen (Gesichtszüge, Mimik, Kopfform, Körperbau, Haltung, Gebärden usw.) auf seelische Eigenschaften (Fähigkeiten und Anlagen, Gefühle, Temperament und Charakter sowie Krankheiten und Schicksalsverlauf) zu schließen« (Ritter/ Gründer 1989, 955).

Voraussetzung dafür ist, wie Aristoteles ausführt, »daß alles, was physische Affektion ist, Leib und Seele zugleich verändert« (ebd., 955). Insbesondere im anthropologischen Diskurs tradiert die so genannte Temperamentenlehre den Zusammenhang von Äußerem und Innerem.◀12

Während sich die Temperamentenlehre eher statischen (Charakter-)Eigenschaften und den idealen Mischverhältnissen von Körpersäften widmet, zielen Etikette- oder Anstandsbücher auf die veränderbaren Verhaltensweisen. Bewegung und Handlungen werden hier zu Zeichen innerer Haltungen. Dabei fassen solche Sittenbücher das Verhältnis von Moral, Anstand/ Angemessenheit und Anmut in unterschiedlichen Epochen sehr unterschiedlich auf.◀13 In der Antike

liegt beispielsweise ein Schwerpunkt darauf moralisches Handeln schön auszuführen – gefasst wird das mit dem Wort »decorum«, das als das »Schickliche« übersetzt wird (vgl. Göttert 2009, 52ff., 55). Im Mittelalter geht es stärker um ein angemessenes Verhalten, das insbesondere auf das richtige Benehmen am Hofe zielt. In der frühen Neuzeit wird dieses angemessene Verhalten an Anmut gekoppelt, während im Barock das Verhältnis von Schein und Sein und die Frage nach der Wirksamkeit des Handelns in den Mittelpunkt rückt.

Im 18. Jahrhundert sind Natürlichkeit, Aufrichtigkeit und Authentizität die Schlagwörter, die vor allem den deutschsprachigen Diskurs über Charakter und Etikette bestimmen. Zentral ist hier die Frage nach dem Ausdruck, die in Anstandsbüchern verhandelt wird. So stehen zum Beispiel in Georg Christoph Lichtenbergs *Natürliche und affektierte Handlungen des Lebens* (1779/80) mit Kupferstichen von Chodowiecki die adeligen und französischen Gepflogenheiten des Ausdrucks, die gemeinhin als affektiert eingestuft werden, den wünschenswerten Ausdrucksgesten oder -haltungen gegenüber, die bürgerlich, deutsch und natürlich sind. ◀14

Auch in der (sich erstmals formierenden) Schauspieltheorie der Zeit spielt die Natürlichkeit eine große Rolle: Bewegung wird zum natürlichen Ausdruck der Seele.

»Als Ursprung der lebendigen Bewegung bildete die Seele bzw. das Seelenorgan in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts den gemeinsamen Fluchtpunkt einer empirisch-experimentellen und einer transzendental-philosophischen Rede vom Menschen« (von Herrmann 2005, 94).

Das heißt Seele, Bewegung und Ausdruck werden als eine Einheit aufgefasst, in der Bewegung als natürlicher Ausdruck erscheint. Johann Jakob Engels *Ideen zu einer Mimik* von 1785 sind der Höhe- und Endpunkt dieser Entwicklung. Günther Heeg schreibt in *Das Phantasma der natürlichen Gestalt*:

»Die ›Mimik‹ übersteigt bewußt den Status eines Handbuchs der Schauspielkunst und sucht Anschluß an umfassendere Theoriezusammenhänge. Engels ›ganzheitlicher‹ Ansatz, der, dem Verfahren der Popularphilosophie folgend, anthropologisch-psychologische, ethische und ästhetische Einsichten der Zeit kombiniert, kann als eine Hermeneutik des Ausdrucksverhaltens angesehen werden, das im Bezugsrahmen einer Handlung Signifikanz gewinnt, in die mime-tisches Verhalten sich übersetzt« (Heeg 2000, 310).

Bewegung wird hier also zum lesbaren Zeichen für innere Zustände und zielt damit auch auf dynamische Phänomene, auf Emotionen und nicht nur auf charakterliche Eigenschaften. Mit der Vorstellung von Natürlichkeit und Authentizität und deren Festschreibung in Schauspiel- und Anstandsbüchern mit

den dazugehörigen Illustrationen wird auch ein Gestenrepertoire festgelegt, welches sich eignet, als Stereotype tradiert zu werden.

Nachdem etabliert ist, dass körperliche Bewegung authentischer Ausdruck und natürliches Zeichen des Inneren ist, wird dieser Zusammenhang im 19. Jahrhundert vor allem im Kontext der Physiologie und der Evolutionsbiologie erforscht. Im Zentrum steht die Frage, wie die Mimik durch Nervenreize und Muskeltätigkeit beeinflusst wird. ◀15

Im Rahmen einer sich entwickelnden Ausdruckspsychologie wird die Frage nach Physiognomik, Bewegung und inneren Zuständen am Anfang des 20. Jahrhunderts schließlich ausgesprochen populär. Ludwig Klages, Autor des bekannten Buchs *Handschrift und Charakter* von 1917 (2008 in der 30. Auflage erschienen), begründet eine eigene Ausdruckslehre, die auch das »Grundgesetz des Bewegungsausdrucks« formuliert. ◀16

Die Lesbarkeit von Bewegung als Zeichen für Inneres tradiert sich also über lange Zeiträume als Verhaltenskonvention sowie als Ausdruck von Charakter und Emotion. Gefragt wird auch nach den Ursachen, warum Bewegung zum Zeichen wird. Es bilden sich kulturell geprägte Stereotype heraus, die in unterschiedlichen Wissensgebieten immer wieder reaktualisiert werden. Im Kontext der empirischen Forschung, so möchte ich mit dem folgenden Beispiel aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zeigen, wandern diese Stereotype in die Studienergebnisse ein.

Die Publikation *Gang und Charakter* (Bogen/ Lipmann, 1931), herausgegeben von Hellmuth Bogen und Otto Lipmann, entsteht im psychologischen Kontext. Es handelt sich um eine Ausgabe der *Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Psychologie* von 1933, die die Ergebnisse eines Preisausschreibens versammelt. Mehrfach wird betont, dass es sich um eine große Anzahl von Laienbeiträgen handelt.

Die zentrale Fragestellung ist, was sich am Gang über den Charakter des Menschen ablesen lässt, das heißt unabhängig von Körperbau, kultureller und sozialer Prägung, seinen bewussten Bewegungen und der Bodenbeschaffenheit? Viele der Beiträge diskutieren, was zur Erforschung des Gehens in Hinblick auf den Charakter bedacht werden muss und treffen Aussagen über die Relevanz dieser Forschung. So werden etymologische Überlegungen zum Zusammenhang von Gang und Charakter angestellt:

»Wie bereits frühere Geschlechter den Gang als Ausdrucksbewegung gedeutet haben, zeigt ein Blick in die Sprachüberlieferung. Das Wort vom ›Stolzieren‹ ruft in uns die Vorstellung einer stelzbeinigen, gestreckten Gangart wach [...] Das Strolchen ist die Gangart des Strolches. [...] In die entgegengesetzte Richtung weisen Ausdrücke wie ›sich gehen lassen‹, ›sicheres, ge-

Übersicht über Körperbau,

[illegible]

Temperament, Gangart und Charakter

[illegible]

Abb. 7 Typologie-Tabelle

wandtes Auftreten, »kopfhängerische Haltung«. Während bei der ersten Kategorie eine Gangart verdeutlicht wird durch die Angabe der ihr zugrunde liegenden Charaktereigenschaft, wird bei der letzteren eine Charaktereigenschaft angegeben mit Hilfe der Ausdrücke für ihre äußere Erscheinungsform« (Karl Wals in Bogen/ Lipmann 1931, 20f.).

Neben klimatologisch-nationalistischen Klischees und der Abwägung von habituellen Einflüssen sowie Bewegungsroutinen des ausgeübten Berufes finden sich Klischees über Temperamente und Typen der Gehenden.

Der Wahrnehmungspsychologe Werner Wolff (1904–1957) – der auch nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA an Fragen von Bewegung und deren Bewertung arbeitet – berichtet in seinem Beitrag über eine empirische Studie über Geschlechterkennung und Charakterisierung von Personen anhand ihrer Bewegung (Bogen/ Lipmann 1931, 108–122).

13 Personen (alles Studierende am Psychologischen Institut der Universität Berlin) wurden bei einer Bewegungsfolge gefilmt – sie mussten einen Ring von einem Stuhl nehmen, zu einem bezeichneten Punkt gehen, den Ring über eine

Abb. 8, gegenüberl. Seite: Filmstills aus dem Experiment mit Bewertungen



Abb. 15. Vp. 33 geht einen Ring holen. Wir sehen eine rasche ungehemmte Bewegung. Das Urteil über diese Vp. ist: impulsiv, interessiert in geistigen Dingen, nicht so leicht niederzudrücken durch Mißerfolg, optimistisch, altruistisch. ...



Abb. 16. Vp. 37 geht zu dem bezeichneten Punkt, um den Ring zu werfen. Wir sehen eine ruhige, etwas lässige Bewegung. Die Urteile über diese Vp. sind: sachlich, bestimmt, selbstbewußt, ruhig, lässig, sozial, künstlerisch, gelockert, besonnen, vorsichtig. ...



Abb. 17. Vp. 71 geht den Ring werfen. Wir sehen eine zielbewußte energische Haltung. Die Urteile über diese Vp. sind: selbstbewußt, sachlich, zielbewußt, optimistisch, sicher, selbständig, Energie. Maskiert, Zielstrebigkeit ermöglicht Lebendigkeit.



Abb. 18. Vp. 66 hat gerade den Ring geworfen. Wir sehen eine etwas unbeholfene gehemmte Bewegung. Die Urteile über diese Vp. sind: t äppisch, eckig, gehemmt, etwas unentwickelt, t örricht, flach, jung, ungeziert. ...

Stange werfen, das Ganze mit einem zweiten Ring wiederholen und zurückkehren. Die Kameraeinstellung wurde so gewählt, dass die Köpfe der Personen nicht zu sehen waren. Darüber hinaus waren die Personen in einheitliche Trainingsanzüge gekleidet. Drei Tage später wurden die Versuchspersonen gebeten, sich die Filme anzusehen und den Charakter der gefilmten Person in Hinblick auf bestimmte Kategorien zu beschreiben. Es ging um deren Vitalität oder Gehemmtheit, Einsamkeit oder Soziabilität, Phantasie oder Rationalismus, Optimismus oder Pessimismus, Klugheit, Gesundheit, Weltanschauung, Geschlecht und Alter. Auch wurde gefragt, ob die Person erkannt wurde.

Wolff fasst in der Auswertung des Experiments zusammen, dass die Identifizierung (Geschlecht und Identität) statistisch schlecht abschneidet, aber die Persönlichkeiten der Personen gut erfasst wurden, da sich viele der Urteile ähneln. Dabei beträfe der Gang »mehr die psychisch emotionale Seite, das Affekt- und Triebleben. Nur ein Bezirk wird noch häufig berührt: die psychisch soziale Einstellung« (Bogen/ Lipmann 1931, 116). Diesbezüglich drücke »gebeugter Gang« Introspektion oder Abwendung von der Umwelt aus, »geknickter« Gang stehe für »ein gebrochenes, vom Ziele abgesplittertes Lebensgefühl« (ebd.). Zielstrebigkeit wird als Wendung zum Objekt und zum Sozialen interpretiert, schlendern als *laissez-faire* Haltung und das Heben der Füße zeigt Optimismus an.

»Wir wollen nun noch die Frage der Richtigkeit der Gang-Charakterologie untersuchen. Aus meiner persönlichen Kenntnis stimmt das meiste über den Gang gesagte mit dem im lebendigen Verkehr gewonnenen Charakterbild überein« (Bogen/ Lipmann 1931, 117f.).

Entscheidend scheint mir hier zu sein, dass die aus dem Gang gewonnenen Beurteilungen über die gehende Person nah an tradierten Stereotypen und Typen/ Temperamenten liegen. Sie reproduzieren auch die sprachlichen Konventionen der Gleichsetzung von Bewegungsbeschreibung und Charaktereigenschaften. Die Richtigkeit der Zuschreibung zeigt sich darin, dass diese dem eigenen Urteil des die Studie leitenden Psychologen entsprechen. Zugespitzt formuliert zeigt die empirische Studie, dass sich die Stereotype in der Wahrnehmung (der Versuchspersonen und des Leiters des Experimentes) bestätigen.

Wahrnehmung und Bewegung – wahrnehmungspsychologische Erforschung von Bewegung

Zu fragen bleibt, warum rhythmisch bewegte Punktemuster überhaupt als bewegte Körper wahrgenommen werden? Der *BMLwalker* zielt ja darauf, wie die Bewegung wahrgenommen beziehungsweise auf innere Eigenschaften hin ge-

lesen wird. Dafür muss allerdings zuerst im Wissen gesichert sein, dass bewegte Punktemuster einen Körper zu sehen geben, die Vorstellung eines bewegten Körpers evozieren.

Die Erfinder des *BMLwalker* verweisen auf die Einführung der Punktemuster in die Wahrnehmungspsychologie durch Gunnar Johansson, der in der Tradition der Gestaltpsychologie steht.

Die Gestaltpsychologie der 1910er und 20er Jahre fragt danach, nach welchen Prinzipien etwas in der Wahrnehmung Gestalt annimmt. Wichtige Protagonisten der frühen Gestaltpsychologie sind die Psychologen Max Wertheimer (1880–1943), Wolfgang Köhler (1887–1967) und Kurt Koffka (1886–1941). Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass Gegenstände in der Wahrnehmung nicht als zusammengesetzt erscheinen, sondern als Ganzes. Wir nehmen einen Gegenstand wahr, eine Figur, eine Melodie und ähnliches, also Strukturen, die von anderen Strukturen getrennt sind. Die Frage ist, nach welchen Prinzipien das Zusammen- oder Getrenntsein in der Wahrnehmung entsteht. Wertheimer untersucht zum Beispiel, welche Ordnung Versuchspersonen natürlicherweise in Punktgruppen sehen. Aus Experimenten mit Bildern angeordneter Punkte leitet er Sätze über Wahrnehmungsprinzipien ab. Entscheidend für die Wahrnehmung von Zugehörigkeiten sind beispielsweise der Faktor der Nähe (Wertheimer 1923, 308), der Faktor der Gleichheit (ebd., 309) und der Faktor des gemeinsamen Schicksals (ebd., 316). Dem liegt die Denkfigur zugrunde, dass die Wahrnehmungsempfindung biologischen Gesetzmäßigkeiten folgt, denn das »Nervensystem hat sich unter den Bedingungen der biologischen Umwelt herausgebildet« (ebd., 316). Deswegen passen die Gestalttendenzen in der Wahrnehmung und die Regularitäten in der Welt zusammen.

Johansson schließt in seinen Experimenten an das Ziel an, die Gesetze der Wahrnehmung zu formulieren. Er unternimmt Wahrnehmungsexperimente zur Bewegungserkennung von Menschen. Er stattet Versuchspersonen mit reflektierenden Markern aus und filmt diese mit Video. Die Kontraste der Aufnahmen werden so stark eingestellt, dass die Personen unsichtbar werden und nur die Marker zu sehen sind. Die Betrachter sollen erkennen, was auf den Videos zu sehen ist. Johansson berichtet von guter Erkennung der sich bewegenden Menschen. Aus den Punktdarstellungen werden gehende, laufende, tanzende und Rad fahrende Menschen erkannt (vgl. Johansson 1973).

Johansson will mit seinen Experimenten zeigen, dass die menschliche biologische Wahrnehmung eine Art automatische Vektoranalyse vornimmt – die Wahrnehmung gehorcht in seiner Auffassung mathematischen Gesetzen. Hommel und Stränger weisen in ihrer Übersicht über *Wahrnehmung von Bewegung und Handlung* darauf hin, dass in den 1980er Jahren ein Umschwung in der



Abb. 9 Veranschaulichung des
Lichtpunktprinzips

Erforschung von Bewegungswahrnehmung passiert. Es geht weniger darum herauszufinden, wie genau der Wahrnehmungsapparat funktioniert, welchen Gesetzen die Bewegungswahrnehmung gehorcht. Vielmehr wird gefragt, wie die Bewertung von Bewegung vorgenommen wird (ebd. 537).

Genau an diesem Punkt setzt der *BMLwalker* an: Zentral ist erstens die Wahrnehmung von Mustern als Körper und zweitens deren Zuordnung zu Kategorien. Damit steht der *BMLwalker* in einer hier kurz umrissenen Tradition der Wahr-

nehmungspsychologie. Diese – so sollte deutlich werden – knüpft einerseits an eine ältere Technik- und Wissensgeschichte über Messung und Darstellung an. Andererseits aktualisiert sie durch die Untersuchung der Korrelation von Musterwahrnehmung und Kategorien lang tradierte kulturelle Zuschreibungen. Die Verknüpfung von Beschreibung und Bewertung von körperlicher Bewegung beziehungsweise Gang und den automatisierten Verfahren im *BMLwalker* ist von drei Vorstellungen von Bewegung geprägt, so mein Ausgangspunkt für die historische Rekonstruktion: In der historischen Kontextualisierung wird deutlich, wie die Abstraktion der Bewegung vom Körper verspricht, Wissen über Bewegung zu ermöglichen – zunächst in Hinblick auf ein biomechanisches Modell, das Ursache-Wirkungs-Erklärungen gibt und später in Hinblick auf Norm und Effizienz. Die Vorstellung von der Lesbarkeit von Bewegung tradiert ihrerseits bestimmte Denkfiguren und Stereotype und etabliert den Betrachtenden als Lesenden und Beurteilenden. Die Frage danach wie rhythmische Punktemuster als bewegte Körper wahrgenommen werden (können), bindet Muster, ihre Wahrnehmbarkeit und die Regelmäßigkeit der Beurteilung zusammen.

Wissensformen der Datenbank

In der hier formulierten Perspektive zeigt der *BMLwalker*, dass und wie Stereotype der Wahrnehmung beziehungsweise Beurteilung Teil des Wissens (der Datenbank) werden.

Entscheidend für die Wissensform der Datenbank ist meines Erachtens, dass in der Datenbank bestimmte Formen von Beschreibung mit Bewertung verbunden werden und in die medial-technischen Verfahren eingelassen werden.

Dies ist möglich, weil die skizzierten Traditionen des Wissens von Bewegung im *BMLwalker* verkreuzt werden.

Dabei wandelt sich das Erkenntnisinteresse, das die Aufzeichnung der Bewegung leitet: Zunächst steht das Ziel im Mittelpunkt, ein berechenbares Modell des Gehens zu erstellen, welches die Messdaten in einer Ursache-Wirkungs-Relation erklärt. Die Bewegungsdarstellung richtet sich an einen Betrachter, der von der Richtigkeit des Modells überzeugt werden soll. Das Ursache-Wirkungs-Modell tritt zugunsten einer Praxis zurück, in der die Bewegungsabläufe als ein Muster behandelt werden, Bewegung also eher beschrieben als erklärt wird. Der betrachtende Mensch soll weniger überzeugt werden, als diese Muster als Trainingsvorlage benutzen. Er soll sie tätig nachvollziehen. Diese Tradition des Wissens um Bewegung wird mit einer des Wissens um Wahrnehmung verkreuzt, die fragt nach welchen Regeln Wahrgenommenes bewertet wird. Damit knüpft der *BMLwalker* drittens an eine Wissenstradition an, die Bewegung als lesbares Zeichen und Ausdruck der inneren Verfasstheit setzt. Indem diese Bewertungen in die technisch-medialen Verfahren eingelassen werden, entsteht eine Wissensform, die folgendermaßen charakterisiert werden kann:

Erstens wird Bewegung zu einem Medium des Körpers, welches Inneres kommuniziert. *Zweitens* wird der Betrachter aufgefordert, die Bewertungen, das von der Bewegung bezeichnete Innen des gehenden Körpers, nachzuvollziehen und sich davon überzeugen zu lassen. Der Mensch wird *drittens* zum Datengeber: Er ist Gangdatum, indem er die Daten für die Gangkonstruktionen bereitstellt und er klassifiziert die Ereignisse. Aber er tritt nicht als Konstrukteur und Wissender in Erscheinung (wird nicht so adressiert). Das Wissen selbst wird in der Rückkopplung von beschreibendem Muster und Bewertung dieser Beschreibung produziert.

Entscheidend ist, dass die Datenbank konstruktiv wird, indem sie Mustererzeugung und Darstellung so verbindet, dass für den Betrachter des *BMLwalkers* ein kohärenter Eindruck entsteht. Der Nutzer stiftet Daten in seiner Bewertung und wird zum Kohärenztest für die Konstruktion. Dabei wird der Nutzer im interagierenden Umgang mit den Darstellungen zum Nachvollziehenden dieses Wissens, über welches er Macht im Sinne von Bewertungen bekommt. Diese Bewertung dient aber hauptsächlich der Differenzierung der Daten, sie erzeugt (beim Neubewerten) neue Datensätze, die der statistischen Auswertung zur Verfügung stehen.

Anmerkungen

- 01►** Der *BMLwalker* ist unter [www.biomotionlab.ca/Demos/BMLwalker.html] zu finden, letzter Zugriff 10.06.2011.
- 02►** Für die detaillierte Beschreibung siehe Troje 2002.
- 03►** Ein Vektorraum ist eine Menge von Elementen, die bestimmten Bedingungen genügt. So muss die Summe zweier Elemente selbst wieder Element des Vektorraums sein. Das Produkt zweier Elemente muss nicht Element des Vektorraums sein, allerdings muss das so genannte Skalarprodukt Element der Menge sein. Der dreidimensionale Koordinatenraum lässt sich als Vektorraum begreifen. Ein Skalarprodukt ist dann beispielsweise ein Vektor, der mit einer reellen Zahl multipliziert wird.
- 04►** Wichtig ist hier der Hinweis, dass auch die abgefragten Daten innerhalb der Simulation »konstruktiv« fungieren. »Weiblich« / »männlich«, »schwer« / »leicht« sind in den Punktemustern bereits deshalb als Konstruktionen aufzufassen, weil hier aus 50 Datensätzen mit Eigenschaft »weiblich« und 50 Datensätzen mit Eigenschaft »männlich« potentiell unendlich viele Datensätze errechnet werden, die dann automatisch als weiblich oder männlich klassifiziert werden.
- 05►** Einen guten Eindruck dieses Verfahrens erhält man, wenn man beim *BMLwalker*-Rating mitmacht, siehe [<http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLrating.html>]; letzter Abruf 01.03.2012. Die Nutzer werden aufgefordert eine Eigenschaft und deren zwei Extrempole anzugeben. Im zweiten Schritt bewerten sie die gezeigten Gangmuster auf einer Skala von eins bis sechs. Nach der Bewertung von mindestens 20 Gängen kann das Experiment beendet werden. Es wird ein Regler erzeugt, der es erlaubt, den Gang durch einen Schieberegler mit der gewählten Eigenschaft zu beeinflussen. Bei den Interpretationen müssen die Nutzer ca. 20 Datensätze interpretieren und dann werden darauf aufbauend potentiell unendlich viele Datensätze erzeugt, die auf der Skala der vorgenommenen Interpretation eingeordnet werden.
- 06►** Mathematisch gesehen ist jedes Gangmuster ja eine Summe der Basisvektoren, die jeweils mit einer Konstante multipliziert werden. Die gesuchte Funktion sorgt nun dafür, dass sie, angewendet auf alle Konstanten, immer das richtige Merkmal errechnet.
- 07►** Ich nehme also keine Rekonstruktion der verwendeten mathematischen Verfahren und ihrer Kontexte vor, da dies den Rahmen dieses Textes sprengt. Ausgangspunkt einer detaillierten Rekonstruktion ist, dass jedes der Verfahren das Versprechen auf umfassendes Wissen oder Analysierbarkeit beinhaltet. Die Fouriertransformation verspricht (fast) jede Funktion durch die Summe von einfachen Funktionen anschreibbar zu machen. Das Verfahren wird 1807 vom französischen Mathematiker und Physiker Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) vorgestellt. Die Fouriertransformation entstand im Kontext der Diskussion um die schwingende Seite und der Frage, inwieweit willkürlich gezogene Linien mathematisch analysier-

bar seien (vgl. Siegert 2003, 240-252). Allerdings sind diese epistemologischen Kontexte für den Einsatz der Fouriertransformation im *BMLwalker* kaum relevant - auch wenn die Frage nach Willkürlichkeit und Gesetzmäßigkeit in der Erforschung des Gehens eine Rolle spielt. Die Erfindung der Hauptkomponentenanalyse wird Karl Pearson (1857-1936, britischer Statistiker und Eugeniker) zugeschrieben. Er führt sie als Instrument der evolutionistischen Biologie ein und situiert sie auch rhetorisch in diesem Kontext. Die Hauptkomponentenanalyse (so wie sie auch im *BMLwalker* eingesetzt ist) verspricht unübersehbare Mengen zu geordneten Mustern zu machen. Gleichzeitig richtet sie damit den Fokus auf die Oberflächen und weniger auf die Frage nach den Ursachen von messbaren Phänomenen. Das belegt auch eine große Debatte um den erkenntnistheoretischen Status der Statistik, die Pearson mit anderen Statistikern seiner Zeit führt (vgl. Desroisières 2005, 16off.). Ronald Aylmer Fisher (1890-1962, britischer Statistiker und Eugeniker) führt 1936 die lineare Diskriminanzanalyse ein – wiederum im Kontext der Biologie und speziell Taxonomie. Sie verspricht die automatische Klassifikation und zielt damit auf die Frage von Ordnung und sogar Bewertung. Welche Kontexte von dem jeweiligen Einsatz der Verfahren und ihrer Verbindung im *BMLwalker* tatsächlich aufgerufen werden, und deren genealogische Rekonstruktion in Hinblick auf ihre Wissensformen und Praktiken, muss an dieser Stelle offen bleiben.

- 08►** Zu den Untersuchungen der Brüder Weber siehe Weber / Weber 1836; von Herrmann 2005, 16off.; Kittler 2003.
- 09►** Zum Versuchsaufbau siehe Braune / Fischer 1895, 182ff.
- 10►** Es gab auch Zeichnungen, die – ähnlich wie die Fotografien – als abstrahierte Strichmännchen im Koordinatensystem dargestellt wurden.
- 11►** Zu Gilbreths Studien siehe (Pias 2000, 26ff.; von Herrmann 2005, 167ff.).
- 12►** Demnach entsprechen den vier Elementen (Feuer, Wasser, Luft und Erde) vier Körpersäfte (Gelbe Galle, Schleim, Blut und schwarze Galle) und diese entsprechen wiederum vier Temperamenten (Choleriker, Phlegmatiker, Sanguiker und Melancholiker). Die Gleichsetzung von Elementen und Körpersäften wurde in der Antiken Medizin ca. 400 v. Chr. vorgenommen (Viersäftelehre). Galenus oder Galen verbindet diese im 2. Jh n. Chr. mit der Vorstellung der vier Grundtemperamente des Menschen. Im medizinischen Kontext war die Viersäftelehre bis ins 19. Jahrhundert ein wichtiges Modell.
- 13►** Einen soziohistorischen Abriss mit der Perspektive auf Geschlechtermodelle bietet Burmann 2000, 29–46.
- 14►** Siehe dazu Heeg 2000, 16off.; Warneken 2010.
- 15►** Charles Bell (1774-1842, schottischer Anatom und Physiologe) führt Anfang des 19. Jahrhunderts die Frage nach dem mimischen Ausdruck mit dem Nervensystem ein (vgl. Bühler 1933, 53 ff.). Mitte des Jahrhunderts knüpft Theodor Piderit (1826-1912, deutscher Arzt und Schriftsteller) an diese Arbeiten an, während Charles Darwin in *Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren*, erschienen 1872, evoluti-

onsbiologisch argumentiert. Auf der anderen Seite wird die klassische Physiognomik in der Kriminologie re-aktualisiert, auf der Suche nach Identifikationsmöglichkeiten für Verbrecher (Phrenologie und Biometrie entstehen beispielsweise in dieser Tradition). Wie sich im Rücken der physiologischen und evolutionsbiologischen Forschung ein Verständnis von Bewegung als Rausch, Traum und Übertragungsgeschehen ausbildet, zeichnet von Herrmann 2005, 179 nach.

- 16 ► Diesen Titel trägt ein Artikel von 1905, der 1924 von Klages wiederveröffentlicht wird (Klages 1926, 135-150).

Bibliografie

Bogen, Hellmuth/ Lipmann, Otto (Hrsg.) (1931) Gang und Charakter. Ergebnisse eines Preisausschreibens. Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Psychologie. Beiheft 58. Leipzig: Barth.

Braune, Christian Wilhelm/ Fischer, Otto (1895) Der Gang des Menschen. Versuche am unbelasteten und belasteten Menschen. Theil 1. Abhandlungen der Mathematisch-Physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften; 21,4. Abhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften; 35,4. Leipzig: Hirzel.

Burmann, Henriette (2000) Die kalkulierte Emotion der Geschlechterinszenierung. Galanterierituale nach deutschen Etikette-Büchern in soziohistorischer Perspektive. Konstanz: UVK Universitätsverlag Konstanz.

Bühler, Karl (1933) Ausdruckstheorie. Das System an der Geschichte aufgezeigt. Jena: Fischer.

Desroisières, Alain (2005) Die Politik der großen Zahlen. Eine Geschichte der statistischen Denkweise. Berlin/ Heidelberg: Springer.

Gilbreth, Frank B./ Gilbreth, Lillian Moller (1920) Angewandte Bewegungsstudien. Neun Vorträge aus der wissenschaftlichen Betriebsführung. Berlin: Verlag des Vereines deutscher Ingenieure.

Götttert, Karl-Heinz (2009) Zeiten und Sitten. Eine Geschichte des Anstands. Stuttgart: Reclam.

Heeg, Günther (2000) Das Phantasma der natürlichen Gestalt. Körper, Sprache und Bild im Theater des 18. Jahrhunderts. Frankfurt/ M.: Stroemfeld Verlag.

Hommel, Bernhard/ Stränger, Jürgen (1994) Wahrnehmung von Bewegung und Handlung. In: Enzyklopädie der Psychologie. Hrsg. von W. Prinz & B. Bridgeman. Göttingen: Hogrefe.

Johansson, Gunnar (1973) »Visual perception of biological motion and a model for its analysis«. In: Perception & Psychophysics 14, 2, S. 201–211.

- Kittler, Friedrich** (2003) Der Mensch, ein betrunkenener Dorfmusikant. In: Bühnen des Wissens. Interferenzen zwischen Wissenschaft und Kunst. Hrsg. von Helmar Schramm. Berlin: Dahlem University Press, S. 300–318.
- Klages, Ludwig** (1926) Zur Ausdruckslehre und Charakterkunde. Gesammelte Abhandlungen. Heidelberg: Kampmann.
- Marey, Étienne-Jules** (1985) Die Chronophotographie. Aus dem Französischen übersetzt von A. von Heydebreck. [1893] Kinematograph Nr. 2, Frankfurt/M.
- Pias, Claus** (2000): Computer Spiel Welten [<http://e-pub.uni-weimar.de/voltexte/2004/37/pdf/Pias.pdf>]; letzter Aufruf: 01.03.2012.
- Ritter, Joachim/ Gründer, Karlfried** (1989) Historisches Wörterbuch der Philosophie. Bd. 7: P-Q. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Siebert, Bernhard** (2003) Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500 – 1900. Berlin: Diaphanes.
- Troje, Nikolaus F.** (2002) »Decomposing biological motion: A framework for analysis and synthesis of human gait patterns.« In: Journal of Vision 2, 5, S. 371–387. Online: [www.journalofvision.org/content/2/5/2.full_]; letzter Aufruf: 08.08.2011.
- von Herrmann, Hans-Christian** (2005) Das Archiv der Bühne. München: Fink.
- Warneken, Bernd Jürgen** (2010) Biegsame Hofkunst und aufrechter Gang. Körpersprache und bürgerliche Emanzipation um 1800. In: Populäre Kultur: Gehen - Protestieren - Erzählen – Imaginieren. Hrsg. v. Thomas Fliege & Stefan Beck. Köln/ Weimar/ Wien: Böhlau, S. 57–69.
- Weber, Wilhelm/ Weber, Eduard** (1836) Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Eine anatomisch-physiologische Untersuchung. Göttingen: Dieterich.
- Wertheimer, Max** (1923) »Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt.« In: Psychologische Forschung: Zeitschrift für Psychologie und ihre Grenzwissenschaften 4, S. 301–350.