

Bild, Differenz und (Un-)Vergleichbarkeit. Fotografische Strategien der Visualisierung von Bewegung im 19. Jahrhundert

Marcel Finke

I. Bewegung, Wahrnehmung, Sichtbarmachung

»Motion is the most apparent of the characteristics of live; it manifests itself in all the functions; it is even the essence of several of them«¹ – kurzum: Einblicke in die Gesetzmäßigkeiten von Bewegungen versprechen Einsichten in die Strukturiertheit des Lebens selbst. Die kurze Formulierung des Physiologen Etienne-Jules Marey deutet an, weshalb der Analyse von Veränderungen, Übergängen und Umwandlungen im 19. Jahrhundert eine so enorme wissenschaftliche Relevanz zuwuchs. Die Erforschung von Bewegung blieb jedoch stets auf die Grenzen der Wahrnehmung verwiesen, insofern sie des Öfteren die Defizite der visuellen Perzeption deutlich werden ließ.

In der relativen Unfähigkeit des Gesichtssinns, den sehr schnellen oder sehr langsamen Wandel von Objektkonfigurationen zu sehen, wurde ein solcher Mangel erkannt. Deutlich zeigte sich dies auch in Studien, die sich mit bewegten Objekten befassten und Gestaltwechsel in ihrem Verlauf nachzuvollziehen suchten. In Forschungen zur Biomechanik wurde dieser Problematik deshalb bereits früh im 19. Jahrhundert Ausdruck verliehen.² Zumeist wiesen die Wissenschaftler jedoch im gleichen Atemzug darauf hin, dass

die Defizite menschlicher Wahrnehmung durch die Hinzuziehung von Apparaturen ausgeglichen werden könnten. Den Problemen bei der Beobachtung und Speicherung von Bewegungsabläufen, so das wirkmächtige Argument, lasse sich mit Hilfsmitteln begegnen, welche es zudem ermöglichten, »die zusammengesetzten Erscheinungen zu zerlegen und ihre einzelnen Theile und deren Zusammenhang zu erforschen«.³ Der dabei zur Sprache kommende Konnex von Registrierung, Notation, Isolierung von Phänomenen sowie die Differenzierung ihrer Bestandteile und deren Vergleich ist charakteristisch für die Erforschung von Bewegung, insbesondere jener von lokomotorischen Abläufen im ausgehenden 19. Jahrhundert.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf Studien zur Fortbewegung belebter Körper, die im Zeitraum von etwa 1876 bis 1895 entstanden. Es wird jedoch nicht der Versuch unternommen, eine Chronologie der Bewegungsdarstellungen oder der Techniken ihrer Erzeugung zu rekonstruieren. Und obschon die Erörterungen an konkreten Darstellungen entlang geführt werden, geht es um mehr als faktische Bilder. Im Mittelpunkt stehen komplexe Strategien der Visualisierung von Bewegung, die sich verschiedener medialer Verfahren bedienen und auch unterschiedliche Bildformen erzeugen konnten. Für die Herausarbeitung der Taktiken war maßgeblich, auf welche Weise sich diese dem Wechselverhältnis von bewegtem Körper, durchschrittenem Raum und zeitlichem Vollzug näherten und versuchten, dieses in Bildern darstellbar zu machen. Anhand von Aufnahmen des Fotografen Eadweard Muybridge, des Malers Thomas Eakins, des Physiologen Marey sowie der Anatomen Christian Braune und Otto Fischer werden Visualisierungsstrategien diskutiert, aus denen epistemische Bilder hervorgingen, die nicht illustrierten, sondern aus denen Wissen über Bewegung allererst gewonnen werden konnte. Bei allen Beispielen handelt es sich um fotografische Verfahren zur Erzeugung von Sichtbarkeit, die Phänomene mediatisierten, welche sich jenseits ihrer Visualisierung dem menschlichen Sehen entziehen. Die Herstellung von Sichtbarkeit bedeutete darüber hinaus immer auch die mediale Ermöglichung von Vergleichbarkeit und forderte auf unterschiedliche Weise ein vergleichendes Sehen.

Eine Erörterung jener Visualisierungsstrategien könnte demzufolge dazu beitragen, die Erkenntnisteknik des vergleichenden Sehens genauer zu bestimmen. Besonders im Hinblick auf die Rede von der Evidenz des visuellen Vergleichs werden sich von den fotografischen Bewegungsstudien ausgehend Antworten finden

lassen, wie und weshalb diese Evidenz stets in ein Verhältnis von Sichtbarkeit und Nichtsichtbarkeit verwickelt bleibt. Es ist damit allerdings noch keine Kritik des vergleichenden Sehens formuliert. Es wird vielmehr darauf gezielt, zunächst die eigentlichen Potentiale eines vergleichenden Sehens anzudeuten.

II. Bewegungsvisualisierung – Versuch einer Typologie

Nicht allein die optische Analyse der Bewegung zeichnete sich durch Schwierigkeiten aus. Gerade die Motorikstudien zeigen, dass auch deren bildhafte Darstellung problematisch war, insofern nicht nur räumliche, sondern auch zeitliche Verhältnisse in die Abbildungen Eingang finden mussten. Die Auseinandersetzungen mit der Darstellbarkeit von Zeit waren wiederum nicht auf die Erforschung von Bewegung beschränkt. Sie waren vielmehr eingebettet in von Ambivalenzen geprägte Diskussionen über Temporalität, welche die Moderne generell kennzeichneten.⁴ In diesem Zusammenhang hat Stephen Kern für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts festgehalten, dass bereits hinsichtlich der Textur der Zeit zwei konkurrierende Modelle existierten. Zeit konnte demnach entweder als kontinuierlich, d. h. als unteilbare Dauer gedacht werden oder aber als diskontinuierlich, d. h. als Abfolge diskreter Einheiten.⁵ Diese fundamentale Unterscheidung eignet sich auch dafür, eine grundlegende Differenzierung der Erfassung temporaler Ereignisse in den Bewegungsstudien vorzunehmen.

1. Strategien kontinuierlicher Erfassung

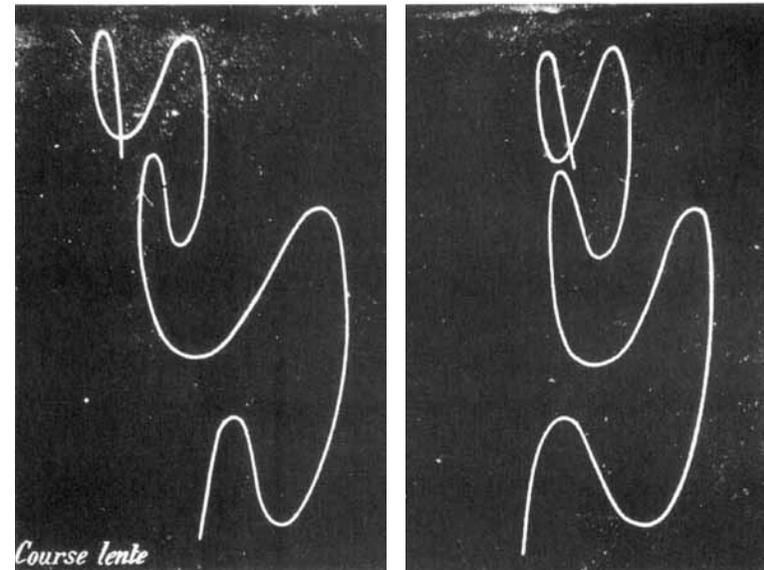
Die Linie ist das prototypische Darstellungsmittel einer Konzeption von Zeit als Kontinuum. Die Physiologie des 19. Jahrhunderts hat für ihre Erforschung der Lebensvorgänge und Körperfunktionen davon regen Gebrauch gemacht. So wird beispielsweise in den Diagrammen der »grafischen Methode« Etienne-Jules Mareys die beständige und lückenlose Aufzeichnung zeitlicher Vorgänge durch kontinuierliche Kurven angezeigt.⁶ Während die ununterbrochene Notation von Prozessen den grafischen Aufschreibegeräten zumeist wesentlich war, lassen sich nur wenige fotografische Strategien zur kontinuierlichen Erfassung von Bewegung finden.

In den Experimenten Mareys sind kontinuierliche Visualisierungen bereits seit etwa 1876 anzutreffen, also geraume Zeit vor den berühmten Motorikstudien der 1880er Jahre.⁷ In seiner umfassenden Abhandlung *La méthode graphique* (1878) erörterte er die Möglichkeiten des fotografischen Mediums und betonte, dass sich

auch damit grafische Verlaufsbahnen aufzeichnen lassen. Seine Erläuterungen zur Logik dieses Verfahrens sind sehr einfach und stellen einen metaphorischen Bezug zwischen der fotosensiblen Platte der Kamera und der Retina des menschlichen Auges her.⁸ Noch Jahre später schreibt Marey:

»[So] thut es [das Auge] in Wirklichkeit nichts anderes, als auf seiner Netzhaut die Bahnlinie eines leuchtenden Punktes zu photographiren; diese Bahnlinie fällt freilich nicht sehr lang aus, weil die Netzhaut nicht im Stande ist, den empfangenen Eindruck lange Zeit zu bewahren; die photographische Platte würde im gleichen Falle das vollständige und dauerhafte Abbild des gesamten Weges liefern, den der Lichtpunkt durchlaufen hat.«⁹

Erzeugt werden können derartige Aufnahmen dadurch, dass der Verschluss der Kamera über die gesamte Dauer der Erfassung eines Phänomens geöffnet bleibt, d. h. dass eine Belichtung der Fotoplatte über einen längeren Zeitraum ohne Unterbrechung stattfindet. Infolgedessen entstehen Bilder durchgängiger Bewegungsbahnen, in denen der räumliche Verlauf als kontinuierliche Spur auf die fotosensible Platte projiziert wird. Die Dauer des Phänomens bleibt dabei intakt, ist aber in Form einer Linie oder eines Bandes verräumlicht.



Marey nutzte kontinuierliche Visualisierungen für seine biomechanischen Forschungen, in denen er unter anderem den Vogelflug oder den menschlichen Gang analysierte (Abb. 1). Um beispielsweise den Weg aufzuzeichnen, den die Flügelspitze einer Krähe während des Fliegens zurücklegt, versah er deren Schwungfedern mit einem lichtreflektierenden Metallflitter und ließ den Vogel vor schwarzem Hintergrund mit einer langen Belichtungszeit fotografieren. Von der Platte wurde dabei allein die »seltsame Curve« des leuchtenden Punktes registriert, die im Bild als gewundene Linie auf dunklem Grund zu erkennen war.¹⁰ In seinen fotografischen Experimenten zur Motorik des Menschen verwendete er eine ähnliche Strategie, um die Oszillationen der Hüfte während des Gehens abzubilden. Zu diesem Zweck wurde das Modell schwarz eingekleidet und ein heller Knopf an jener Stelle angebracht, deren Bewegungsbahn später in der Fotografie deutlich werden sollte. Mit einer stereoskopischen Kamera wurde die Versuchsperson dann für die Dauer einiger Schritte aufgenommen (Abb. 1). Es entstanden dadurch zwei Aufnahmen ein und derselben kompletten Verlaufsspur einer Markierung, jedoch keine Fotografien des bewegten Körpers selbst.

Beide Beispiele zeigen, dass fotografische Strategien kontinuierlicher Erfassung stets äußerst limitierte Abbilder von Bewegung hervorbrachten, die zumeist nur einen Aspekt des Verlaufs darstellen konnten: So geben die Fotografien zwar das Heben und

1 Etienne-Jules Marey, Stereoskopische Aufnahme der Bewegungsbahn eines Punktes der Hüfte, 1880er Jahre.

Senken der Flügelspitze wieder, nicht aber die leichte Drehung des Flügels geschweige denn dessen Verhältnis zum Rest des Körpers oder das Tempo, mit dem bestimmte Phasen eines Flügelschlags durchgeführt werden. Gleiches gilt für die Aufnahmen der Hüfte, die schon deshalb nicht umfassend über eine bestimmte Fortbewegung aufklären können, weil auf ihnen die Zusammenhänge zwischen den Gliedern nicht einsehbar sind. Sie liefern keine vollständige äußere Ansicht eines komplexen Bewegungsablaufs. Fotografische Verfahren, die auf der durchgängigen Einschreibung temporal ausgedehnter Phänomene basierten, erzeugten demnach differenzarme Darstellungen. Aufgrund ihres Mangels an innerer Gliederung bleiben einem vergleichenden Sehen bei der Betrachtung der kontinuierlichen Visualisierungen Grenzen gesetzt. Dies schon deshalb, weil sich darin zumeist nur wenig vergleichen lässt. In ihnen kann mitunter allein das Mäandern einer Linie verfolgt werden. Zur Erzeugung ihrer Sichtbarkeit war es dennoch häufig notwendig, das gesamte Aufzeichnungsfeld auf verschiedene Weise bis auf jenen Punkt zu bereinigen, dessen Bahn es zu fotografieren galt. Die kontinuierliche Aufzeichnung von Bewegung brachte nämlich zwei Probleme mit sich, die im fotografischen Medium selbst wurzelten. Durch die Dauerbelichtung des Negativs konnte vom bewegten Objekt entweder nur eine unscharfe Verwischung gespeichert werden oder aber das Objekt erschien aufgrund der Zügigkeit seiner Bewegung überhaupt nicht in der Abbildung. Im letzten Fall zeigte der Abzug nur die unbeweglichen Elemente des Aufnahmeortes, jedoch keinen Vogel oder Läufer – in etwa so, wie Daguerres *Boulevard du Temples* einen Straßenzug ohne Spaziergänger vorführt. Um detailliertere Bilder von lokomotorischen Akten zu erzeugen, mussten Verfahren konzipiert werden, die in die Indifferenz des Bewegungsflusses eine medial organisierte Ordnung brachten.

2. Strategien diskontinuierlicher Erfassung

Demgegenüber besteht die Möglichkeit, Zeit als Abfolge diskreter Einheiten bzw. Aneinanderreihung von Momenten aufzufassen. Zeit ist demnach unendlich teilbar und mit dieser die Vorgänge, welche sich in ihr vollziehen. Bewegungsphänomene beispielsweise lassen sich von diesem Standpunkt aus in temporale Abschnitte untergliedern, die sich als differenzierbare Phasen aneinanderordnen. Auf dieser Idee beruhen die fotografischen Strategien diskontinuierlicher Erfassung. Erneut war es Marey, der diese Konzeption zusammenfasste:

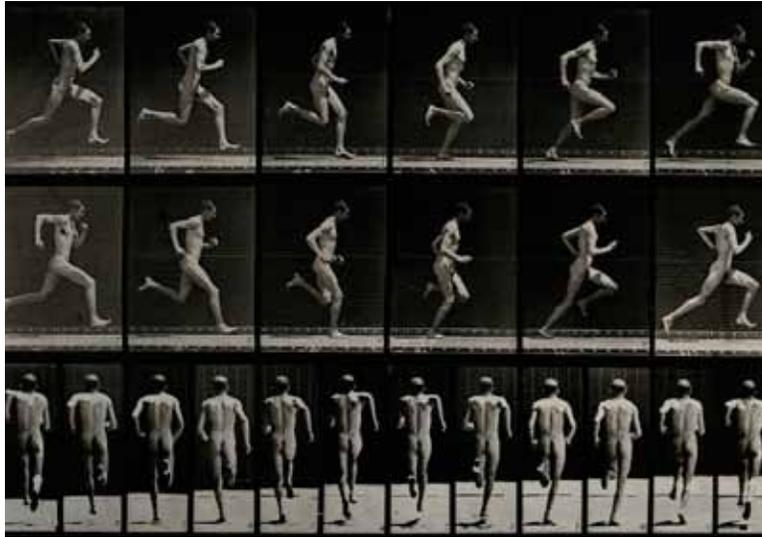
»Und in der That, ein jedes Phänomen, was ist es anderes als eine Reihenfolge von Zustandsänderungen, die ein Körper durchläuft? Ein Phänomen erforschen, was heisst es also anders als diese Veränderungen der Reihe nach beobachten und mit einander vergleichen?«¹¹

Um eine solche Vergleichung zu ermöglichen, wurden seit den 1870er Jahren zahlreiche fotografische Dispositive entwickelt, die auf verschiedenen medialen Taktiken beruhten. Für die Visualisierung motorischer Akte erwiesen sich diese als äußerst fruchtbar, insofern sie eine Vielzahl an Bildern hervorbrachten, in denen Bewegung mitunter höchst unterschiedlich dargestellt wurde. Es lassen sich dennoch drei grundlegende Strategien feststellen, die als *analytisch*, *synthetisch* respektive *diagrammatisch* bezeichnet werden können. Diese Begriffe legen allerdings eine Trennschärfe der zu beschreibenden Phänomene nahe, die den Phänomenen selbst in dieser Form nicht eigen ist. Die Bildbeispiele werden wiederholt zeigen, dass zwischen den Darstellungsformen in medialer Hinsicht zahlreiche Überschneidungen und Übergänge existieren. Die terminologische Differenzierung wird gleichwohl vorgenommen, um das Charakteristische der jeweiligen Visualisierungen herauszustellen.

a. Analytische Darstellungen: Eadweard Muybridges synoptische Tableaus

Diskontinuierliche Verfahren arbeiten mit der Zerlegung von Bewegungsabläufen in Phasen. Ein solches Vorgehen ist zunächst nicht auf das Medium der Fotografie beschränkt, sondern findet sich bereits in Dürers Fechtbuch oder den Bildreihen für Zoetrope.¹² Es war jedoch Eadweard Muybridge, der in seinen ab 1878 entstandenen seriellen Momentfotografien erstmals Bildsequenzen herstellte, die sich als analytisch kennzeichnen lassen. Zur vollen Ausbildung seines Verfahrens kam es um 1885 an der Universität von Pennsylvania. Die Ergebnisse dieses fotografischen Großunternehmens wurden 1887 in den elf Bänden von *Animal Locomotion* in Form synoptischer Bildtafeln veröffentlicht (Abb. 2).¹³

Für die Erzeugung der Aufnahmen verwendete Muybridge mehrere, nebeneinander angeordnete Apparate, die in kurzen zeitlichen Abständen jeweils eine Haltung des Körpers innerhalb einer Aktion aufzeichneten.¹⁴ Infolgedessen zerlegte er den motorischen Ablauf in eine Serie distinkter Momente. Analytisch sind diese Aufnahmen deshalb, weil die Bewegung in gleichwertige Einheiten segmentiert wurde, die in einem kausalen Verhältnis zueinander



2 Eadweard
Muybridge, Analyti-
sche Aufnahmen
eines Sprinters, 1885.

stehen und in jeweils separaten Fotografien gespeichert wurden. Jedes einzelne Bild der fotografischen Reihe repräsentierte *eine* beliebige Position des bewegten Körpers, die als logisches Glied einer in ihre Bestandteile aufgelösten Bewegung erschien. Zudem sind diese Bilderfolgen weitestgehend temporal homogen, insofern sowohl die Belichtungszeiten für die einzelnen Aufnahmen von gleicher Dauer waren als auch die Intervalle zwischen diesen.

Muybridges synoptische Fototafeln verlangten nach einer spezifischen Form der Rezeption. Seine Tableaus waren nämlich zunächst nichts weiter als Sammlungen variierender Körperhaltungen. Die analytischen Aufnahmen gewährleisteten eine Verbildlichung von Bewegung nur dadurch, dass sie den bewegten Körper an jeweils einer Raum-Zeit-Stelle fotografisch fixierten. Da das bewegte Objekt in der Einzelaufnahme somit von jedweder Bewegung abstrahiert wurde, war jede singuläre Fotografie für sich genommen ohne Erkenntniswert. Der Bewegungseindruck resultierte letztlich daraus, dass sich die Positionen des Körpers innerhalb der Serie sukzessive verändern. Erst die editorische Aneinanderreihung der Bilder in der Tafel erlaubte die Registrierung von Differenzen in den Körperhaltungen.

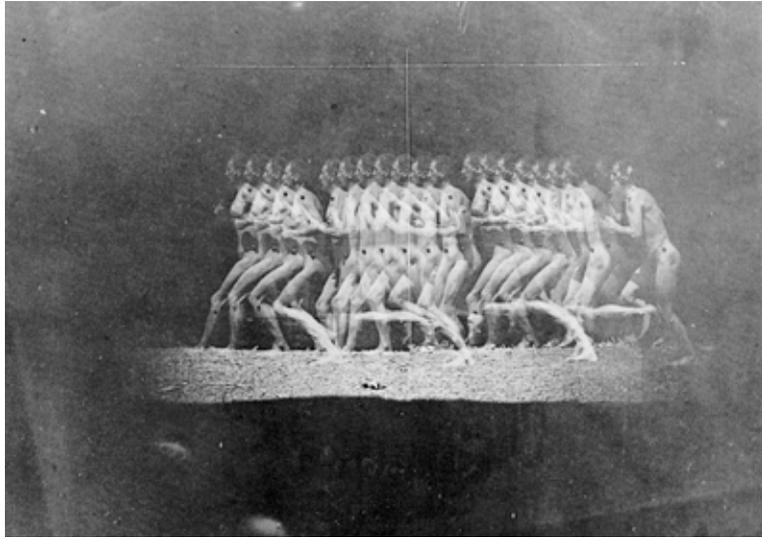
Der temporale Aspekt der Bewegung aber wurde im Einzelkader getilgt und in die Zäsuren zwischen den Aufnahmen verlagert. Demnach war ein vergleichendes Sehen notwendig, das sowohl die Veränderungen räumlicher Verhältnisse von Aufnahme

zu Aufnahme erkannte als auch die Lücken zwischen den Einzelbildern als zeitliche Einschnitte zu lesen wusste: ein vergleichendes Sehen also, das die analytischen Aufzeichnungen rückwirkend als Kontinuum zu imaginieren vermochte.

Trotz allem generierte auch die serielle Anordnung der Momentaufnahmen bei Muybridge nur bedingt exakte Informationen über die Entfaltung eines Bewegungsablaufs. Dies lag darin begründet, dass durch die totale Isolierung einzelner Haltungen die Verhältnisse zwischen den Phasen schlecht nachvollzogen werden konnten. Um dies zu ermöglichen, war es wiederum nötig, *alle* erfassten Phasen in *einem* Bild zu integrieren.

b. Synthetische Darstellungen: Unterbrochene Spuren bei Eakins und Marey

Muybridges momentfotografische Reihen stießen um das Jahr 1880 international auf breites sowohl künstlerisches als auch wissenschaftliches Interesse. Schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt setzte sich auch der Maler Thomas Eakins mit diesen Aufnahmen auseinander: 1878 wertete er die Tableaus zeichnerisch aus, kommunizierte im Frühjahr 1879 in Briefen mit Muybridge über deren Wert und deren Mängel, verwendete die Bildtafeln im selben Jahr als Referenzmaterial zur Herstellung eines Gemäldes und nutzte sie zu Lehrzwecken in seinen Vorlesungen an der *Academy of Fine Arts* in Philadelphia.¹⁵ Eakins' eigene Beschäftigung mit dem Medium der Fotografie datiert wahrscheinlich bis in die Mitte der 1870er

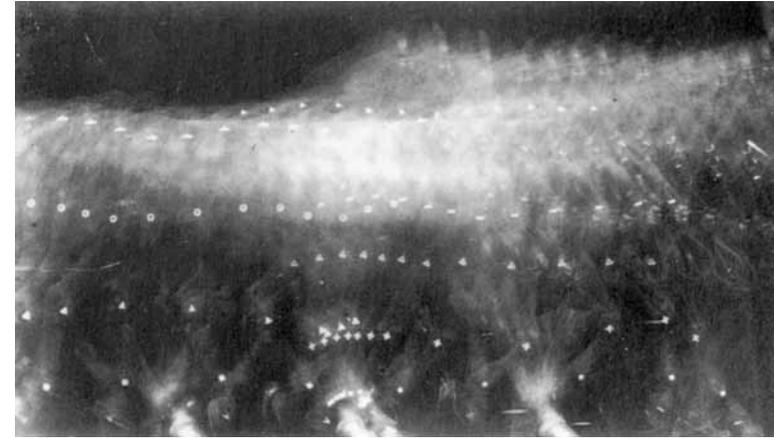


3 Thomas Eakins, Synthetische Aufnahme eines Läufers, 1884.

Jahre zurück. Ab 1880 avancierte es zu einem integralen Teil seiner Kunst- und Forschungspraxis sowie seiner pädagogischen Bemühungen.¹⁶ In diesem Zusammenhang entstanden ab 1884 auch solche Aufnahmen, in denen motorische Abläufe synthetisch erfasst wurden (Abb. 3).

Für die Herstellung seiner Bewegungsstudien griff Eakins auf eine fotografische Strategie zurück, die maßgeblich von Marey entwickelt worden war. Im Gegensatz zu Muybridges komplizierter Einrichtung mit mehreren Kameras setzte diese auf die Verwendung eines einzelnen Apparates. Von einer normalen Kamera unterschied sich dieser hauptsächlich darin, dass der Lichteinfall auf die feststehende Fotoplatte anders reguliert wurde. Zu diesem Zweck fügte man eine rotierende Verschlusscheibe ein, in die in gleichen Abständen Öffnungen eingeschnitten waren. Infolge der Drehbewegung wurde die Belichtung innerhalb minimaler Zeitintervalle wiederholt unterbrochen. Die intermittierende Aufzeichnung erzeugte synthetische Darstellungen von Bewegungsabläufen, in denen sich mehrere, zeitlich nacheinander folgende Eindrücke einer Aktion auf *einem* fotografischen Negativ eintrugen.¹⁷

Auch diese Aufnahmen basierten demnach auf einer diskontinuierlichen Erfassung, die Bewegung in eine Abfolge von Momenten zerlegte. Im Unterschied zu Muybridges Tafeln wurden hier allerdings alle aufgezeichneten Einzelphasen eines motorischen Ablaufs zugleich in einem einzigen statischen Bild synthetisiert.



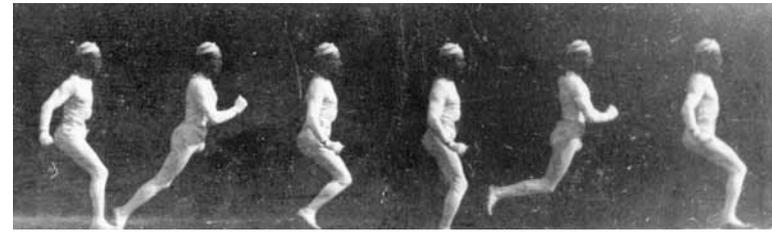
4 Etienne-Jules Marey, Bewegung eines Pferdes mit markierten Gelenkpunkten, 1886.

Dadurch werden sowohl die räumlichen Beziehungen zwischen den Körperteilen als auch die temporalen Relationen zwischen den jeweiligen Positionen feststellbar. Da die zeitlichen Abstände der einzelnen Belichtungen von gleicher Dauer waren, konnte anhand der Abbildung zudem auf die Beschleunigung einer Bewegung geschlossen werden. Je größer die zurückgelegte Distanz zwischen zwei Phasen auf dem Foto ist, desto höher war das Tempo in diesem Abschnitt des Aktes.

Synthetische Visualisierungen hatten gegenüber den analytischen den Vorteil, dass sie den Faktor Zeit besser in das Bild integrierten. Aus der spezifischen Form ihrer Darstellung resultierten jedoch ihrerseits Probleme, die vorrangig die Erkennbarkeit des Abgebildeten betrafen. Die charakteristische Mehrfachbelichtung des Fotonegativs führte nämlich zu einer Multiplizierung des aufgezeichneten Modells, das sich im Bild scheinbar selbst verfolgte (Abb. 3). Während sich der Betrachter in die Logik dieser Doppelgänger einsehen konnte, ergaben sich durch die Vervielfältigung aber Überlagerungen, die das bewegte Objekt verundeutlichten. Die Überblendung erzeugte Transparenzeffekte, durch die der fotografierte Körper seine Konsistenz und distinkte Kontur einbüßte. Der Versuch, durch den Zusammenschluss einer möglichst großen Anzahl an Phasen in einem Bild, eine bessere Sichtbarmachung von Bewegung zu gewährleisten, mündete mitunter in den visuellen Entzug jenes Körpers, deren leiblicher Ausdruck diese Bewegung war.

Die Bilder synthetischer Erfassung räumten demzufolge einerseits neue Möglichkeiten des Vergleichs ein, wie sie andererseits aber gerade wegen ihrer medialen Eigenart Zonen der Unvergleichbarkeit erzeugten. Neben den Unschärfen durch die Simultaneität der Ansichten des fotografierten Körpers stellten nämlich die Intervalle zwischen den Einzelaufnahmen ein Problem dar. Der Registrierung durch die Apparatur drohten dadurch wichtige Informationen zu entgehen. Die Intervalle, die überhaupt erst diskontinuierliche Aufzeichnungen ermöglichten, waren gewissermaßen der inhärente Mangel dieser Visualisierungsstrategie. Durch die Isolierung von Momenten erzeugten sie Sichtbarkeit nur um den Preis einer Reduzierung oder Ausdünnung der Fülle eines zusammenhängenden Ablaufs.¹⁸ Besonders am Beispiel der synthetischen Darstellung lässt sich aber erkennen, dass diese in gewisser Weise zu einem kontinuierlichen Ideal tendierten und versuchten, wenn schon nicht alle, dann doch so viele Phasen wie möglich in einem Abzug zu integrieren. Stets waren sie um ein Gleichgewicht zwischen der Vergleichbarkeit von Einzelhaltungen einer Bewegung und der Vollständigkeit ihrer Aufzeichnung bemüht. Um ein Maximum an Information zu erhalten und dabei zugleich ein Optimum an Sichtbarkeit zu bewahren, musste notwendigerweise auf die »Anwendung gewisser Kunstgriffe«¹⁹ zurückgekommen werden.

Entscheidend ist hier, dass dazu nicht die chronofotografische Apparatur verändert wurde, sondern allein die Erscheinung des aufzuzeichnenden Objekts. Ausgehend von der Neigung des Mediums, bestimmte Beleuchtungsverhältnisse besonders gut oder aber besonders schlecht auf der fotosensiblen Platte zu speichern, wurde die Erkennbarkeit des bewegten Körpers entsprechend der Zielsetzung einer Aufnahme variiert. Ein solcher Eingriff ist deutlich in Eakins' synthetischer Darstellung eines Läufers auszumachen (Abb. 3). Um klar erkennbare Referenzpunkte im Bild zu erhalten, wurden von Eakins an signifikanten Körperstellen Materialien angebracht, die das Licht reflektierten und deshalb im Fotoabzug prägnant



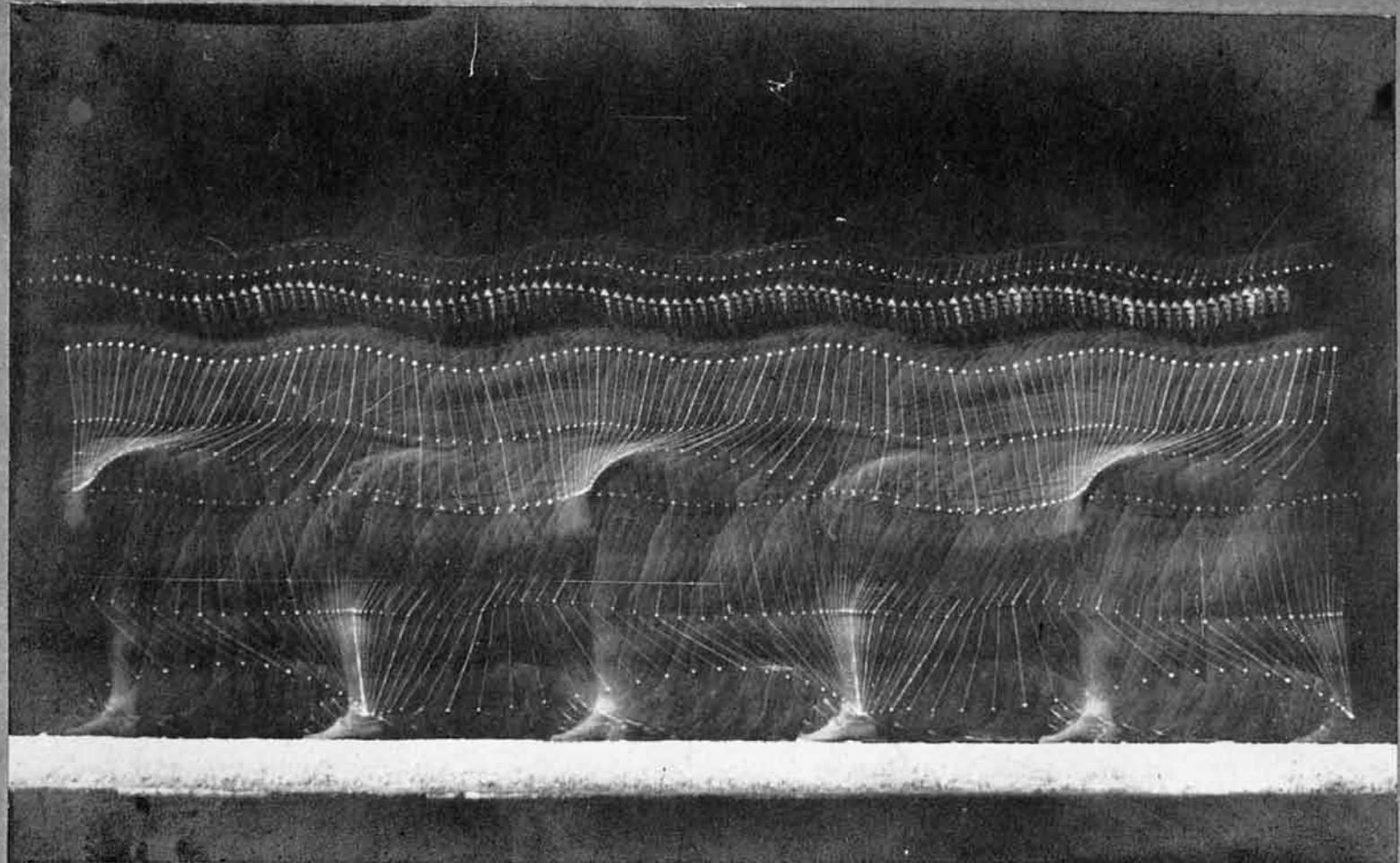
5 Etienne-Jules Marey, Chronofotografie der rechten Körperhälfte eines rennenden Mannes, 1880er Jahre.

hervortraten. Dass diese Taktik der Bildung von Prägnanz nur teilweise erfolgreich war, zeigt eine chronofotografische Studie Mareys, in welcher der Gang eines Pferdes festgehalten wurde (Abb. 4). Zwar zeichnen sich auch hier die Reflektoren als Leuchtpunkte im Bild ab, doch scheitert die Aufnahme beinahe an einem Zuviel an Information: An manchen Stellen ist sie bis zur Unkenntlichkeit verwaschen, und zwar vorrangig in jenen Bereichen, in denen sich der Körper des Tieres mehrfach überlagert. Konsequenterweise ging die Hervorhebung relevanter Körperzonen in synthetischen Visualisierungen häufig mit der Reduktion der Sichtbarkeit des Körpers einher. Zumeist wurden dazu jene Glieder, die nicht in der fotografischen Aufnahme erscheinen sollten, abgedunkelt, so dass sie für die Kamera vor einem schwarzen Hintergrund kaum registrierbar waren. Auf diese Art wurde es zum Beispiel möglich, nur eine Seite des Körpers oder gar nur ein einzelnes Bein in Bewegung abzubilden (Abb. 5).²⁰

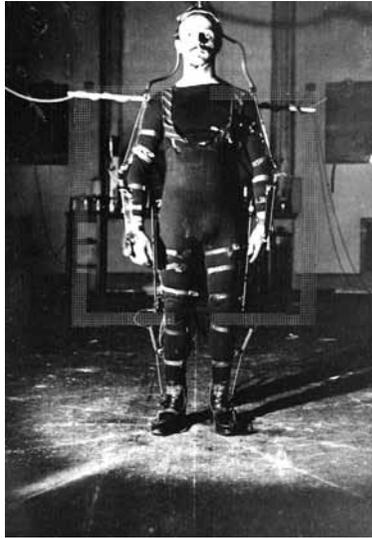
In den Bildern der synthetischen Repräsentationsstrategie zeichnet sich ein Wandel in der Konzeption des Verhältnisses von bewegtem Objekt und Bewegung ab. Einerseits ermöglichte die typische Vervielfältigung des Modells in einer einzigen Fotografie den direkten Vergleich von sukzessiven Positionen innerhalb eines motorischen Aktes und infolgedessen auch Einsichten in die Relationen zwischen diesen Haltungen. Andererseits legte die Gleichzeitigkeit der Positionen in der Abbildung nahe, dass sich die Gesetzmäßigkeiten der Bewegung vor allem aus Darstellungen ableiten lassen, die von der natürlichen, sichtbaren Erscheinung des bewegten Objekts abstrahierten. Zudem führten die Erzeugung von Prägnanz durch die Einführung bedeutsamer Punkte oder Linien sowie die Einschränkung der Sichtbarkeit des Körpers verstärkt zu schematischen Darstellungen. Letztlich eignet der synthetischen Visualisierung von Anbeginn eine Tendenz zur Diagrammatisierung.

c. Diagrammatische Darstellungen: Dynamische Muster bei Marey und Braune

Analyse Chronophotographique



Legs de marche normale - Steiner -
45 Images à la seconde



6 Vorherige Seite: Etienne-Jules Marey, Diagrammatische Aufnahme eines laufenden Mannes.

7 Christian W. Braune und Otto Fischer, Das Versuchsindividuum in voller Ausrüstung, 1891.

Die Herstellung von diagrammatischen Visualisierungen von Bewegung ist weder auf die chronofotografische Methode, noch auf synthetische Darstellungen angewiesen. Ihre Produktion ist von der fotografischen Technik generell unabhängig, und erste Beispiele finden sich schon zu Zeiten, in denen das Medium der Fotografie noch längst nicht erfunden war.²¹ Es ist also nur teilweise die Darstellungsform, die Aufnahmen wie Mareys Wiedergabe eines laufenden Mannes von älteren Bewegungsdiagrammen unterscheidet (Abb. 6). Bemerkenswert ist hier vor allem, dass sie ein eigenartiger Realismus charakterisiert: Denn gerade aufgrund der mechanischen Aufzeichnung sind diese Diagramme mimetische Abbilder von rein virtuellen Mustern. Während für ihre Vorgänger typisch war, dass sie die Nachahmung des Sichtbaren zugunsten einer dichten visuellen Rekonstruktion von Funktionen und Beziehungen aufgaben, verhält es sich bei den vorliegenden Beispielen genau andersherum. Erst deren fotografisch garantierter mimetischer Nachvollzug von zeitlich generierten Strukturen aus Linien und Punkten ermöglichte es, Einsichten in die Regularität motorischer Aktionen zu gewinnen. Um Abstraktionen des sichtbaren Körpers in Bewegung handelte es sich aber in jedem Fall.²²

Der entscheidende Vorteil des diagrammatischen Verfahrens wiederum war die Erfassung einer besonders großen Anzahl von Phasen auf einem Fotonegativ. Marey beispielsweise hob als die Qualität seiner diagrammatischen Visualisierung die hohe Dichte

der Aufzeichnung hervor, die die Fülle eines Bewegungsablaufes nahezu intakt lasse und dennoch Rückschlüsse auf den vom Objekt zurückgelegten Raum sowie die zeitlichen Verhältnisse zwischen den Phasen gewähre.²³ Allerdings zeichnete seine Fotografie ein Mangel aus, der allen bisher diskutierten Bildbeispielen eigen war: Sie erlaubten die Analyse von Ortsveränderungen nur in zwei Richtungen. Aus ihnen sind ausschließlich die horizontale Progression sowie das vertikale Auf- und Absinken von Markierungen einsehbar, weil die Optik der Kamera räumliche Verhältnisse auf die plane Fläche der Fotoplatte projiziert (Abb. 6). Alle Bewegungen in die Tiefe sind nicht sichtbar, sie erscheinen entweder als Verkürzungen von Linien oder sind gar falsch als Hebung bzw. Senkung im Bild dargestellt.

Ein äußerst interessanter Versuch, diesem Missstand zu begegnen, waren die biomechanischen Experimente der Leipziger Anatomen Christian Wilhelm Braune und Otto Fischer. Seit Beginn der 1890er Jahre entwickelten sie ein komplexes fotografisches Dispositiv, das zwar von Mareys Methoden maßgeblich beeinflusst wurde, aber dennoch einer anderen Logik folgte.²⁴ Braune und Fischer griffen darin zunächst sowohl auf Mareys Taktik der Verhüllung des Körpers zurück, als auch auf die Hervorhebung signifikanter Körperbereiche (Abb. 7). Der Unterschied lag allerdings darin, dass sie keine reflektierenden Materialien einsetzten, um die Hüfte, die Gelenke oder die Gliedmaßen zu markieren, sondern elektrische Leuchtmittel. Der in Schwarz gekleidete Proband wurde mit einer

8 Christian W. Braune und Otto Fischer, Diagrammatische Aufnahme eines laufenden Mannes, 1891.

Korsage aus Drähten und stickstoffgefüllten Glasröhren versehen, die intermittierend aufglühten und dadurch ein grelles Flackerlicht erzeugten. Während der fotografischen Aufnahme bewegte sich das Modell auf einer festgelegten Strecke durch einen dunklen Raum. Anders als Marey zeichneten Braune und Fischer die Aktion kontinuierlich auf, d. h. der Verschluss der Kamera blieb während ihrer gesamten Dauer geöffnet. Das daraus resultierende fotografische Bewegungsdiagramm ähnelte aber dennoch der Aufnahme des Läufers, die Marey mit seiner Apparatur hergestellt hatte (vgl. Abb. 6 und 8). Dies liegt darin begründet, dass Braune und Fischer das chronofotografische Verfahren gewissermaßen auf den Kopf stellten: Bei Marey war das bewegte Objekt permanent zu sehen, die Kamertechnik zeichnete dessen Bewegung aber diskontinuierlich auf. Im Gegensatz dazu nahmen Braune und Fischer den motorischen Akt ohne Unterbrechung auf, manipulierten das Modell jedoch so, dass dessen Haltungen abwechselnd sichtbar oder nicht sichtbar waren. Die Diskontinuität wurde in diesem Fall nicht durch die Einrichtung des fotografischen Apparats erzeugt, sondern durch die zeitliche Regulierung des Flackerns der Lichtquelle.

Braune und Fischer waren sich allerdings bewusst, dass eine einzelne Aufnahme, die nur eine Ansicht des Geschehens vor der Kamera wiedergibt, nicht genügte, um »zu einer exacten Feststellung des Bewegungsgesetzes« zu kommen.²⁵ Die diagrammatischen Fotografien waren gewissermaßen wertlos, weil die Abzüge durch die Gesetze der Optik verfälschte Muster zu Tage förderten. Um dies zu beheben, verwendeten sie insgesamt vier Kameras, von denen je zwei eine Körperhälfte aus standardisierten Winkeln aufzeichneten. Pro Körperseite erhielten sie dadurch jeweils zwei diagrammatische Darstellungen, die anschließend miteinander verbunden werden mussten, um eine dreidimensionale Idee der Bewegung zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurde über alle Aufnahmen ein rechtwinkliges Koordinatensystem gelegt, das in der jeweiligen Fotografie als Rahmung in der Mitte des Abzugs zu sehen ist (Abb. 8). Von da an diente das Bild als Ausgangspunkt für einen komplizierten mathematischen Prozess zur Auswertung der visuellen Daten: Im Diagramm mussten zuerst die Meßwerte Punkt für Punkt abgelesen werden, um diese danach in Algorithmen einfügen zu können, die es wiederum ermöglichten, die optisch bedingten Verzerrungen aus den Darstellungen herauszurechnen. Die dadurch erhaltenen Ergebnisse wurden dann mit den Werten der zweiten, simultan erzeugten Aufnahme korreliert und auf ein dreidimensionales Raster

projiziert. Braune und Fischer überführten die so gewonnenen Koordinaten zunächst aber nicht in eine visuelle Form. Vielmehr trugen sie die Messungen in Tabellen ein, wobei sie keinen Zweifel daran ließen, dass nur diese »die Unterlage für die Lösung aller Probleme bilden können, welche sich in irgend welcher Hinsicht auf das beim Gang des Menschen befolgte Bewegungsgesetz beziehen.«²⁶ Erst auf der Grundlage der Tabellen generierten sie auf zeichnerischem Weg erneut Bewegungsdiagramme. Diese basierten dann aber nicht auf sichtbaren Verhältnissen, sondern auf errechneten Werten.

Fotografisch erzeugte diagrammatische Darstellungen teilen bestimmte Eigenschaften der synthetischen Repräsentation von motorischen Abläufen. Auch in ihnen werden alle aufgezeichneten Phasen einer Aktion in einem Bild zusammengefasst (vgl. Abb. 3 bis 8). Noch stärker als die synthetischen Darstellungen abstrahieren sie das Bewegungsphänomen aber vom bewegten Objekt. Anhand der Fotografien von Marey, Braune und Fischer wird deutlich, dass die diagrammatischen Visualisierungen von Bewegung gewissermaßen auf einem medialen Paradox basieren: Um mehr Informationen über die Bewegung eines Körpers zu gewinnen, bedienen sich jene Verfahren gerade der Tilgung des plastischen Volumens dieses Körpers. Die Anschaulichkeit der Physis wird zugunsten der Freilegung von Kinesis aufgegeben. Es ging vermehrt um die Entbergung eines dynamischen Musters, das losgelöst vom tatsächlichen Aussehen des bewegten Körpers betrachtet werden konnte. Insofern handelte es sich aber auch um die Erschließung neuer Möglichkeiten der Vergleichbarkeit, da jene Verhältnisse, die nun in fotografischen Bildern sichtbar wurden, zuvor schlichtweg keine visuellen Phänomene waren. Besonders im Fall der Aufnahmen von Braune und Fischer zeigte sich darüber hinaus, dass die in den Diagrammen wiedergegebenen Muster nur insofern als visuelle Sachverhalte von Interesse waren, als sie die Basis für die Auswertung bewegungsinterner Relationen lieferten. Sichtbarkeit wurde hier nicht um ihrer selbst Willen erzeugt, sondern um sie zum Ausgangspunkt minutiöser Vergleiche zu machen, anhand derer die Gesetzmäßigkeiten der Bewegung entdeckt werden konnten.

III. Zusammenfassung: Bewegungsvisualisierung und Praxis des vergleichenden Sehens

Das Ziel aller hier vorgestellten Visualisierungsstrategien war es, Wissen über Lokomotion zu generieren. Gemeinsam war ihnen zudem, dass sie Phänomene des Wandels in statischen Bildern

zu speichern suchten. Anders als kinematografische Verfahren verzichteten sie somit auf die Nachahmung des optischen Bewegungseindrucks und stellten mitunter Darstellungen zur Verfügung, welche die gewöhnliche Erfahrung konterkarierten.

In allen Beispielen handelte es sich um komplexe Verfahren der Sichtbarmachung, die maßgeblich die mediale Einschränkung von Sichtbarkeit nutzten. Um fotografische Bilder von Bewegung herzustellen, mussten sie im Feld ihrer Aufzeichnung auf unterschiedliche Weise Bereiche der Nichtsichtbarkeit einräumen. So erzeugten sie beispielsweise Intervalle, in denen Teile eines motorischen Ablaufs verschwanden, oder arbeiteten mit der Ausblendung von scheinbar unwesentlichen visuellen Informationen, indem sie künstliche Aufnahmesituationen schufen, die an den Eigenarten des fotografischen Mediums ausgerichtet waren. Als die entscheidenden Kunstgriffe können *Isolierung*, *Multiplizierung* und *Tilgung* genannt werden.

In den Bewegungskurven der kontinuierlichen Erfassung mussten einzelne, signifikante Körperstellen isoliert werden, um eine informative Fotografie zu erhalten, die nicht vollständig verwechselt war. Auch die synthetischen und vor allen Dingen die diagrammatischen Darstellungen teilten diese Form der Prägnanzbildung. Die analytischen Aufzeichnungen hingegen basierten auf der totalen Isolierung von Körperhaltungen in einzelnen fotografischen Aufnahmen. Der serielle Charakter dieser Bildfolgen resultierte dann aber in einer Vervielfältigung des Körpers, dessen Bewegung sich in die Statik einer Reihe von sukzessiven Haltungen verwandelte. In synthetischen und diagrammatischen Darstellungen war es möglich, die isolierten Haltungen zumindest in einer einzigen Abbildung zu vereinen. Die optische Multiplizierung des Akteurs im Einzelbild führte allerdings zum Verlust der Konsistenz des Körpers. Während also die analytischen Aufnahmen dazu neigten, den Körper aus der Bewegung herauszulösen, tendierten die kontinuierlichen, die synthetischen und die diagrammatischen Visualisierungen dazu, das Bewegungsphänomen vom Körper abzulösen. Vor allen Dingen in den kontinuierlichen und den diagrammatischen Darstellungen resultierte dies letztlich in der vollständigen Tilgung des Körpers im Bild.

Die fotografischen Strategien machten somit auf verschiedene Weise je spezifische Aspekte des erfassten Phänomens anschaulich. Die Resultate jener Taktiken waren Visualisierungen, die nicht nur gesehen werden wollten, sondern ihre Funktion allein dann

ausfüllten und ihren Erkenntniswert erst dann freisetzten, wenn sie sehend zum Objekt von Vergleichen gemacht wurden. Die Praxis des vergleichenden Sehens kam aber auf jeweils unterschiedlichen Ebenen zum Tragen. In den kontinuierlichen Darstellungen beschränkte sie sich weitestgehend auf die Analyse der Beziehung zwischen Figur und Grund, d. h. auf den Nachvollzug der mäandernden Spur einer bewegten Markierung, die als gewundene Linie auf dem Foto erschien. Die analytischen Reihenbilder hingegen erforderten den Vergleich geradezu. Die fixierten Positionen in den seriellen Einzelbildern erschienen als Referenzpunkte eines Kontinuums, das nur dann rekonstruiert werden konnte, wenn die Aufnahmen sukzessive miteinander in Beziehung gesetzt wurden. Ähnliches galt für die synthetischen und diagrammatischen Darstellungen, nur dass sich die Vorstellung eines motorischen Ablaufs durch den Vergleich der Körperhaltungen hier bereits im Einzelbild einstellte. Bewegung wurde in diesen Bildern demnach stets in spatiale Differenzen übersetzt, die sich nur dann feststellen ließen, wenn mindestens zwei Punkte mit einander verglichen wurden. Kurzum: Der epistemische Wert dieser Darstellungen erschloss sich nicht dadurch, dass man sie lediglich ansah. Erst dann, wenn man sie in einen Prozess des aktiven Vergleichens einband, konnten aus ihnen elementare Kenntnisse bezüglich der Dynamik einer Bewegung und deren Verkörperung gewonnen werden.

Die Beschreibungen der komplexen fotografischen Apparaturen, der diversen Eingriffe in die aufzuzeichnenden Objekte sowie der Zurichtungen der Aufnahmeräume, aus denen die besprochenen Darstellungen hervorgingen, deuten an, dass Vergleichbarkeit nicht einfach vorhanden ist. Sie muss mitunter höchst kompliziert erzeugt werden, vor allen Dingen dann, wenn Methoden der mechanischen Registrierung zum Einsatz kommen.²⁷ Ebenso wie die fotografischen Bewegungsvisualisierungen scheint aber auch die Praxis des vergleichenden Sehens generell auf die Etablierung von umgrenzten Einheiten angewiesen zu sein. Zurecht kann an einem solchen Vorgehen Kritik geübt werden, besonders dann, wenn es in einer durchgehenden Semiotisierung des Bildes erstarrt. Vergleichendes Sehen sollte aber nicht ausschließlich als Rezeptionsform eines ängstlichen Blicks begriffen werden, der sich stets auf Stabilität zu gründen und die ikonischen Vermögen des Bildes zu bändigen hofft.²⁸

Der epistemische Wert eines vergleichenden Sehens liegt nachgerade darin, Einsichten in Sachverhalte zu ermöglichen, die

sich aus der simplen Ansicht von Einzelheiten allein nicht gewinnen ließen. Es ist schon deshalb potentiell offen, weil es zwar von isolierten und fixierten Einheiten ausgeht, sein eigentlicher Erkenntnisgewinn jedoch aus jenem Wechsel resultiert, der zwischen diesen Einheiten stattfindet und im Bild selbst nicht dargestellt ist. Die Evidenz des visuellen Vergleichs setzt zwar am Sichtbaren an, erschöpft sich aber darin nicht. Hierin ist dann auch der Grund dafür zu sehen, dass sich für die statischen Bilder von Bewegung die Wahrnehmungspraxis des vergleichenden Sehens besonders eignet, da sie selbst auf der Beweglichkeit des Blicks beruht. Ein vergleichendes Auge ist stets auch ein wanderndes Auge, welches die Stabilität diskreter Elemente übersteigt und dadurch die Starre des Bildes mit einer neuen, perzeptiven Dynamik investiert.

Endnoten

- 1 Etienne-Jules Marey, *Animal Mechanism. A Treatise on Terrestrial and Aerial Locomotion* [1873], London 1874, S. 27.
- 2 Vgl. etwa Wilhelm Weber und Eduard Weber, *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Eine anatomisch-physiologische Untersuchung*, Göttingen 1836, S. 6.
- 3 Ebd., S. 421.
- 4 Vgl. Mary A. Doane, *The Representability of Time*, in: dies., *The Emergence of Cinematic Time. Modernity, Contingency, the Archive*, Cambridge 2002, S. 1–32.
- 5 Stephen Kern, *The Culture of Time and Space, 1880–1918*, Cambridge 2003, S. 11. Kern verwendet statt des Begriffspaares »kontinuierlich/diskontinuierlich« die Termini »fließend« und »atomistisch«.
- 6 Zur Bedeutung der Linie in der Physiologie s. Soraya de Chadarevian, *Die »Methode der Kurven« in der Physiologie zwischen 1850 und 1900*, in: Hans-Jörg Rheinberger und Michael Hagner (Hg.), *Die Experimentalisierung des Lebens. Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950*, Berlin 1993, S. 28–49.
- 7 Erstmals setzte Marey kontinuierliche Verfahren der fotografischen Aufzeichnung in physiologischen Studien mit dem Lippmannschen Elektrometer ein, um Schwankungen elektrischer Spannung zu notieren. Etienne-Jules Marey, *Inscription photographique des indications de l'électromètre de Lippmann*, in: *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences* 83, 1876, S. 278–280.
- 8 Etienne-Jules Marey, *La méthode graphique dans les sciences expérimentales [...]*, Paris 1878, S. 451.
- 9 Etienne-Jules Marey, *Die Chronophotographie* [1891], übers. v. A. von Heydebreck, Berlin 1893, S. 4. Siehe auch ders., *Movement* [1894], hg. v. Eric Pritchard, London 1895, S. 20–22.
- 10 Marey, *Chronophotographie* (Anm. 9), S. 71. Ebenso ders., *Le vol des oiseaux*, Paris 1890, S. 140f.; ders., *Movement* (Anm. 9), S. 247f.
- 11 Marey, *Chronophotographie* (Anm. 9), S. 37.
- 12 Siehe Jörg J. Berns, *Film vor dem Film. Bewegende und bewegliche Bilder als Mittel der Imaginationssteuerung in Mittelalter und Früher Neuzeit*, Marburg 2000.
- 13 Eadweard Muybridge, *Animal Locomotion. An Electro-Photographical Investigation of Consecutive Phases of Animal Movement*, Philadelphia 1887.
- 14 Es muss hervorgehoben werden, dass Muybridges Verfahren keinesfalls die einzige Möglichkeit darstellte, um analytische Bewegungsbilder aufzunehmen. Andere Beispiele sind Eakins' und Mareys chronofotografische Aufnahmen mit rotierender Fotoplatte oder generell jede kinematografische Aufzeichnung auf beweglichen Filmstreifen. Vgl. Marta Braun, *Picturing Time. The Work of Etienne-Jules Marey*, Chicago 1992, S. 42–149.
- 15 Kathleen A. Foster (Hg.), *Thomas Eakins Re-Discovered. Charles Bregler's Eakins Collection at the Pennsylvania Academy of Fine Arts*, New Haven 1997; William I. Homer, Eakins, Muybridge, and the Motion Picture Process, in: *The Art Quarterly* 26/2, 1963, S. 194–216.
- 16 Zur Stellung der Fotografie bei Eakins siehe Susan Danly und Cheryl Leibold (Hg.), *Eakins and the Photograph. Works by Thomas Eakins and His Circle in the Collection of the Pennsylvania Academy of Fine Arts*, London 1994; Gordon Hendricks, *The Photographs of Thomas Eakins*, New York 1972.
- 17 Auch hier muss betont werden, dass weder Eakins der einzige ist, der Bewegung synthetisch erfasste, noch seine Methode die einzige war, mit der sich solche Aufnahmen erzeugen ließen. So hatte beispielsweise Muybridge noch vor Eakins ein eigenes Verfahren entwickelt. Siehe Ruth Bowman, *Nature, the Photograph, and Thomas Anshutz*, in: *Art Journal* 33/1, 1973, S. 32–40.
- 18 Vgl. Marey, *Movement* (Anm. 9), S. 287. Zum Intervall als virulenter Störung diskontinuierlicher Verfahren s. Marcel Finke, *Tableaus des Vergessens. Temporalität und produktive Krise bei Muybridge und Butler*, in: Sabine L. Müller und Anja Schwarz (Hg.), *Engendering the Past. Zur Performativität von Gedächtnis und Geschlecht*, Berlin 2008, S. 49–72.

Marcel Finke

Endnoten/Abbildungsnachweis

- 19 Marey, *Chronophotographie* (Anm. 9), S. 9.
- 20 Die »Kunstgriffe« Mareys waren verschieden: Im Fall menschlicher Modelle kleidete er diese zumeist in eng anliegende Anzüge aus schwarzem Samt; gelegentlich ließ er aber auch Pferde mit dunkler Farbe bemalen. Siehe Marey, *Chronophotographie* (Anm. 9), S. 10; ders., *Movement* (Anm. 9), S. 60.
- 21 Siehe Steffen Bogen, *Schattenriss und Sonnenuhr. Überlegungen zu einer kunsthistorischen Diagrammatik*, in: *Zeitschrift für Kunstgeschichte* 68, 2005, S. 153–176; Andreas Gormans, *Imaginationen des Unsichtbaren. Zur Gattungstheorie des wissenschaftlichen Diagramms*, in: Hans Holländer (Hg.), *Erkenntnis, Erfindung, Konstruktion. Studien zur Bildgeschichte von Naturwissenschaften und Technik vom 16. bis zum 19. Jahrhundert*, Berlin 2000, S. 51–71.
- 22 Vgl. Steffen Siegel, *Vom Bild zum Diagramm. Bildmediale Differenzen in Heinrich Lautensacks »Gründlicher Unterweisung«*, in: Klaus Sachs-Hombach (Hg.), *Bild und Medium. Kunstgeschichtliche und philosophische Grundlagen der interdisziplinären Bildwissenschaft*, Köln 2006, S. 115–131.
- 23 Vgl. Marey, *Movement* (Anm. 9), S. 145.
- 24 Christian W. Braune und Otto Fischer, *Die Bewegung des Kniegelenks nach einer neuen Methode am lebenden Menschen gemessen*, in: *Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* 17, 1891, S. 73–147; dies., *Der Gang des Menschen*, 1. Teil, Leipzig 1895.
- 25 Braune und Fischer, *Gang des Menschen* (Anm. 24), S. 176.
- 26 Ebd., S. 322. In den drei Experimenten zur Gehbewegung, d. h. an den insgesamt zwölf diagrammatischen Darstellungen, wurden mit Hilfe eines Präzisionsinstruments 6696 Einzelmessungen vorgenommen. Zur Messung und Interpretation der Werte s. ebd., S. 200–233.
- 27 Zum schwierigen Verhältnis von Visualisierung und »mechanischer Objektivität« im ausgehenden 19. Jahrhundert siehe Lorraine Daston und Peter Galison, *Objektivität*, Frankfurt a. M. 2007, S. 121–200.
- 28 Vgl. den Beitrag von Johannes Grave in diesem Band.

Abbildungsnachweis

- 1 Etienne-Jules Marey, *Stereoskopische Aufnahme der Bewegungsbahn eines Punktes der Hüfte, 1880er Jahre*, in: ders., *Movement* [1894], hg. v. Eric Pritchard, London 1895, S. 22.
- 2 Eadweard Muybridge, *Analytische Aufnahmen eines Sprinters, 1885*, in: ders., *Animal Locomotion. An Electro-Photographical Investigation of Consecutive Phases of Animal Movement*, Philadelphia 1887, Taf. 62.
- 3 Thomas Eakins, *Synthetische Aufnahme eines Läufers, 1884*, in: Gordon Hendricks, *The Photographs of Thomas Eakins*, New York 1972, S. 76, Abb. 103.
- 4 Etienne-Jules Marey, *Bewegung eines Pferdes mit markierten Gelenkpunkten, 1886*, in: Marta Braun, *Picturing Time. The Work of Etienne-Jules Marey*, Chicago 1992, S. 123, Abb. 68D.
- 5 Etienne-Jules Marey, *Chronofotografie der rechten Körperhälfte eines rennenden Mannes, 1880er Jahre, Collège de France*, in: Marta Braun, *Picturing Time. The Work of Etienne-Jules Marey*, Chicago 1992, S. 82, Abb. 44b.
- 6 Etienne-Jules Marey, *Diagrammatische Aufnahme eines laufenden Mannes*, in: Philip Prodger (Hg.), *Time Stands Still. Muybridge and the Instantaneous Photography Movement*, New York 2003, S. 174, Abb. 3/48.
- 7 Christian W. Braune und Otto Fischer, *Das Versuchsindividuum in voller Ausrüstung, 1891*, in: dies., *Der Gang des Menschen*, 1. Teil, Leipzig 1895, Taf. 1.
- 8 Christian W. Braune und Otto Fischer, *Diagrammatische Aufnahme eines laufenden Mannes, 1891*, in: dies., *Der Gang des Menschen*, 1. Teil, Leipzig 1895, Taf. 4.

Bild, Differenz und (Un-)Vergleichbarkeit. Fotografische Strategien der Visualisierung von Bewegung im 19. Jahrhundert