

Jasmin Kathöfer
HBK Braunschweig

Optische Pulsmessung Digitales Tracking als Weiterführung der Chronofotografie?

Abstract: Ausgehend von aktuellen Trackingtechnologien beschäftigt sich der Text mit einem möglichen Aspekt der Technikgeschichte dieser Medien. Am Beispiel der Pulsmessung mit optoelektronischen Sensoren soll gezeigt werden, dass heutige Verfahren des digitalen Tracking in der Tradition des fotografischen Dispositivs stehen und diese weiterführen. Der erste Teil des Textes wird sich mit der Vermessung des Körpers beschäftigen und die Lücke im Tracking-Diskurs in Bezug auf die Technikgeschichte aufzeigen. Im zweiten Teil wird genauer auf das Beispiel der optischen Pulsmessung eingegangen, um diese in Bezug zur Chronofotografie zu stellen.

Jasmin Kathöfer (MA), seit Oktober 2016 Doktorandin im Graduiertenkolleg „Das fotografische Dispositiv“ an der HBK Braunschweig mit dem Thema „Dem Index auf der Spur. Das fotografische Dispositiv in aktuellen digitalen Körpertechniken des Tracking“ (Arbeitstitel). Studium an der Universität Siegen (Literatur Kultur Medien und Kunstgeschichte B.A., Medienkultur M.A.), Oktober 2015 bis Mai 2016 Lehrauftrag an der Fachhochschule des Mittelstands (Köln), seit Januar 2016 Mitarbeit im VW-Projekt „Die Gesellschaft nach dem Geld“ (Universität Bonn).

© AVINUS, Hamburg 2017
Curschmannstr. 33
20251 Hamburg

Web: www.ffk-journal.de
Alle Rechte vorbehalten
ISSN 2512-8086

1. Einleitung

Seit einigen Jahren erfreut sich Self-Tracking immer größerer Beliebtheit – und das nicht nur im Profisport, sondern auch bei Freizeitsportlern und Sportanfängern oder Mitgliedern der Quantified-Self-Bewegung. Grund hierfür mag die Erhebung relativ genauer Daten und die einfache Handhabung der Trackinggeräte sein, die intuitiv verwendet werden können, ohne medizinisches Vorwissen vorauszusetzen. „Self-tracking bündelt Technik, Wissen, Körper und Praxis in eine Lebens-Form, die von der Quantified-Self-Bewegung prägnant als *knowledge through numbers* bezeichnet wird“.¹ Quantified-Self, also die Quantifizierung des Selbst, meint die Übersetzung des eigenen Körpers in Zahlenwerte.

Die Vermessung des Körpers bzw. das Sammeln von Körperdaten ist jedoch keine Neuerung, die mit dem Aufkommen portabler, digitaler Medientechnologien beginnt. Ganz im Gegenteil gibt es in vielen Bereichen wie zum Beispiel der Medizin (Medizintechnik), der Biologie (hier vor allem Animal-Tracking) und des Sports eine lange Tradition der Körpervermessung: die Überwachung von Blutdruck, Sauerstoffzufuhr und Schlaf, die Messung der zurückgelegten Strecke und der Geschwindigkeit, das Dokumentieren von Gewicht (eigenes sowie bewegtes), Kalorienzufuhr und vieles mehr. Das Sammeln und die Überwachung von Körperdaten hat eine lange Tradition. Dazu wurden „[d]iverse technische Geräte wie Stoppuhr, Pulsmesser, Tachometer oder Papier und Stifte“ verwendet.“²

Darüber hinaus hat die Sport- und Fitnessbranche in den letzten Jahren Sport-Apps wie etwa Runtastic, und damit (kompatible) mobile Fitness-Tracker in Form von Brustgurten, aber vor allem Armbändern auf den Markt gebracht. Hinzu kommen einige Smart-Watches wie beispielsweise die Apple Watch, die seit 2015 erhältlich ist. Gemein haben alle Geräte, dass sie mit Hilfe von Sensoren Daten sammeln, die es dem Nutzer erlauben, den eigenen Körper und dessen Funktionen in Form von Zahlen und Graphen wahrzunehmen.

Die Bandbreite der Vermessungs-Geräte und der mit ihnen verbundenen Praktiken ist groß, findet im Diskurs um Self-Tracking und Quantified-Self aber kaum Beachtung. Anstatt auch die Geräte zu untersuchen, beschäftigt sich die Forschung im deutschsprachigen Raum zum großen Teil mit der Frage nach dem Nutzer bzw. dem Körper: Wer vermisst? Wie wird vermessen? Das Gerät selbst dient dabei als Hilfsmittel. Stefanie Duttweiler und Jan-Hendrick Passoth beispielsweise beschränken sich auf die Beschreibung:

Die sogenannten Self-Tracking-Gadgets sind häufig nicht besonders komplizierte Verbindungen von Hard- und Software: Schrittzähler, Blutdruck- und Pulsmesser oder Waagen registrieren die Umwelt auf bestimmte Weise, Algorithmen in

¹ Gugutzer/Duttweiler o.J.: 2.

² Ebd.: 1.

entsprechenden Apps verrechnen und visualisieren Daten in Zahlen, Bildern oder anderen Symbolsystemen.³

Auch Simon Schaupp – um noch ein weiteres Beispiel zu nennen – geht es für seine Arbeit „nicht primär um die technische Ebene, sondern vielmehr um die Frage, welche Mensch-Maschinen-Interaktion die Funktionalität der Maschine voraussetzt.“⁴

Im Diskurs um (Self-)Tracking stellt die Auseinandersetzung mit den Messgeräten und ihrer (Technik-)Geschichte bisher ein Desiderat dar. Die Frage nach dem Gerät wird außen vor gelassen, dabei zeigen Studien zum Beispiel, dass die Geräte teilweise ungenau und fehlerhaft sind⁵, d.h. dass sie nicht so funktionieren, wie sie es eigentlich sollten. Auch aus diesem Grund ist es durchaus wichtig, sich mit der Beschaffenheit des Messgeräts auseinanderzusetzen und zu erforschen, wie die Geräte funktionieren, welche technischen Entscheidungen in ihrer Entwicklung getroffen wurden und aus welchem Grund sie getroffen wurden oder werden mussten. Damit würde eine wichtige Lücke im Diskurs um (Self-)Tracking geschlossen.

Dieser Text sollte hierzu als Versuch gesehen werden, (Self-)Tracking im Hinblick auf seine Technik zu betrachten und die Fragen zu präzisieren, die dabei auftreten. Am Beispiel der Pulsmessung – genauer, der Pulsmessung mittels optoelektronischer Sensoren gängiger Fitnessarmbänder (beispielsweise von Garmin, Polar oder Fitbit) – möchte ich zeigen, dass Tracking-Technologien als Technologien betrachtet werden können, die in der Tradition fotografischer Spurensammlungs- und Vermessungsverfahren stehen.

Ich möchte mit diesem Text den Versuch wagen, Tracking als Index- bzw. Spur-schaffende Technologie zu betrachten. Dazu möchte ich im Folgenden zuerst kurz die Entwicklung der Pulsmessung skizzieren, um anschließend die Messung via Tracking-Gerät darin zu verorten. Danach möchte ich darauf eingehen, inwieweit diese Vermessungsprozesse Teil des fotografischen Dispositivs sein können.

2. Pulstracking als Weiterführung der Chronofotografie?

Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen, gegründet auf eine neue Methode der bildlichen Darstellung des menschlichen Pulses ist der Name eines Buches des deutschen Physiologen Karl von Vierordt, das 1855 veröffentlicht wurde. Darin beschreibt Vierordt auf das Genaueste die Technik der Pulsuntersuchung und die allgemeine Mechanik des Pulses bezogen auf den Wissens- und Technikstand der damaligen Zeit. Er bestimmte „den Druck der Radialis [Puls am Handgelenk] durch Auflegen von Gewichten“,

³ Duttweiler/Passoth (2016): 10

⁴ Schaupp (2016): 33.

⁵ Vgl. Stiftung Warentest 1/16: 83.

und zwar mithilfe einer freistehenden Metallvorrichtung, an der Hebel und Waagschalen angebracht waren – eines Sphygmographen⁶. Der *Sphygmograph*, zusammengesetzt aus den griechischen Worten für ‚Puls‘ und ‚Schreiben‘, wurde vom (weitaus bekannteren) französischen Physiologen und Instrumente-Erfinder Etienne-Jules Marey 1860 wenn auch nicht erfunden (wie bei Snyder nachzulesen), so doch als sein erstes erfolgreiches Instrument eingeführt. Das Gerät wurde am Handgelenk befestigt und maß die Druckschwankungen von Systole und Diastole mit Hilfe eines Hebels, der an einem Ende auf dem Pulsschlag ruhte, am anderen Ende einen Stahlstift betätigte, der den Pulsschlag (über den Hebel übertragen) auf einem beweglichen rauchgeschwärzten Papier einzeichnete.⁷

Joel Snyder vermutet, dass Marey den Sphygmographen (weiter)entwickelte⁸, um das traditionelle „Pressen von zwei Fingern auf die pulsierende Arterie – zu ersetzen.“⁹ Caius Burri gibt in seinem Buch *Die einfachen Kreislaufgrößen beim chirurgischen Patienten* einen kurzen Überblick über die Geschichte der Pulsmessung, in der auch Marey vertreten ist, wenn auch mit anderen Experimenten zur Pulsmessung als dem Sphygmographen. Die erste dokumentierte Pulsmessung fand um das Jahr 1550 v. Chr. im alten Ägypten statt.¹⁰ Auch in China und in Griechenland war bekannt, dass der Puls an verschiedenen Körperstellen gemessen werden konnte.¹¹ Burri erklärt: „Praxagoras von Cos schrieb um 400 v. Chr. die erste wissenschaftliche Abhandlung über den Puls und Herophilus von Alexandrien maß die Frequenz mit Hilfe einer Wasseruhr.“¹² Diese Wasseruhr – eine Klepsydra – war aller Wahrscheinlichkeit nach das erste Gerät, das zur Messung des Pulses verwendet wurde und die Intervalle zwischen Systole und Diastole genauer beobachtbar machte. Erst die Sphygmographen erlaubten allerdings eine direkte und genaue graphische Darstellung des Pulses.¹³

Alanzo Thrasher Keyt entwickelte Mareys Instrument weiter und baute 17 Jahre später einen zusammengesetzten Cardiosphygmographen mit eingebautem Chronometer. Der Pulsmesser ist verbunden mit zwei Schläuchen, die mit Wasser gefüllt sind. Das Wasser wird durch den Puls in Schwingung versetzt, welche über eine empfindliche Membran auf einen Stift übertragen

⁶ Burri 1971: 3, Vgl. Vierordt 1855: 20ff.

⁷ Vgl. Snyder 2002: 151.

⁸ Snyder verwendet den Begriff „erfand“ (Snyder 2002: 152), da er anscheinend nichts von der Existenz des Sphygmographen Vierordts wusste.

⁹ Snyder 2002: 152.

¹⁰ Vgl. Burri 1971: 1.

¹¹ Vgl. ebd.: 2.

¹² Ebd.

¹³ Obwohl es natürlich Versuche mit Pulsmanometern gab, deren Ergebnisse allerdings vom Puls abwichen: „Immer sieht [sic] man, dass die Curven [...] welche das Instrument verzeichnet, von denjenigen, welche dem Pulsgang entsprechen [...] so bedeutend abweichen, dass es durchaus nicht erlaubt sein kann, aus den ‚Pulskurven‘ auf die Gesetze des Pulsganges einen Schluss zu ziehen“ (Vierordt 1855: 14).

wird, welcher die Pulskurve auf geschwärztem Glas einzeichnet. Dieses Glas ist beweglich und fungiert darüberhinaus als Chronograph; die Zeit wird an der unteren Seite des Glases in Sekunden und Quinten angegeben. Der zweite Stift hängt an einem gleichartigen Aufbau und macht es möglich, gleichzeitig Herzbewegungen, Puls und Atmung aufzuzeichnen und die Messwerte in Bezug zueinander zu setzen.¹⁴

Diese Instrumente zur Pulsmessung, insbesondere die von Marey und Keyt, weisen Ähnlichkeiten mit heutigen digitalen Trackingarmbändern auf, denn Mareys Gerät wurde ebenfalls am Arm getragen und maß den Puls am Handgelenk, zudem maß es den Druck, den das Blut auf den Hebel ausübte mittels mechanischen bzw. hydraulischen Mechanismen. Sicherlich waren sie aber nicht dazu gedacht z. B. beim Sport verwendet zu werden, sondern um den Ruhepuls zu messen. Trackingarmbänder jedoch stellen sicher, dass man beides messen kann, den Ruhepuls und den Puls während körperlicher Belastung. Die Messung des Blutdrucks während einer Sporteinheit war in den letzten Jahren zuletzt nur mit einem Brustgurt möglich. Im Dezember 2015 allerdings veröffentlichte der Hersteller Polar in einer Pressemitteilung: „Polar kommt mit dem neuen Standard der Pulsmessung!“¹⁵ Durch optoelektronische Sensoren ist es mit neusten Fitnessstrackern nun möglich, den Puls am Handgelenk zu messen, ohne Brustgurt oder Armmanschette.

Der Polar A360 verwendet zwei grüne LEDs und einen lichtempfindlichen Sensor, um den Puls akkurat am Handgelenk zu messen. Der Sensor, der an der Rückseite der Uhr platziert ist, durchleuchtet die Haut und misst dann die Lichtintensität. Jedes Mal, wenn das Herz schlägt, wird mehr Blut durch die Venen gepumpt, mehr Licht von der Haut absorbiert und die Lichtintensität verringert. Das Produkt misst die Intervalle zwischen den Wechseln der Intensitätslevel, und errechnet daraus, wie oft das Herz pro Minute schlägt.¹⁶

Oder anders gesagt: Wenn sich das Herz während der Systole zusammenzieht, nimmt der Blutfluss in den Gefäßen zu; sie dehnen sich aus. Entspannt sich das Herz wieder, wird auch der Druck in den Gefäßen geringer. Das Blut fließt zum Herzen zurück, die Gefäße werden schmaler. Das grüne Licht an der Innenseite der Armbänder durchleuchtet die Haut und trifft auf das Blut, welches uns rot erscheint. Dies bedeutet, dass Blut lediglich den roten Farbanteil des Lichtes reflektiert. Fällt nun grünes Licht auf das Blut, werden diese Anteile absorbiert. Je nachdem wie viel Blut sich gerade in den Gefäßen befindet, desto weniger grünes Licht wird zurück zum Sensor geworfen.

War es bei Marey und Keyt zuerst eine Messung des Puls' mittels Sphygmograph, so ist es nun das Licht, das die Blutfülle in den Gefäßen abtastet, wie ein Hebel, der bewegt wird. Hier funktioniert dies aber nicht mehr mecha-

¹⁴ Vgl. Hart 1887: 192f.

¹⁵ Siems 2015: polar.com/de.

¹⁶ Ebd.

nisch, sondern optisch. Im Prinzip – rein wörtlich genommen – handelt es sich bei der optischen Abtastung bzw. Messung des Pulses mit Trackinggeräten um eine Art Chronofotografie, weil mit Licht und der Zeitspanne zwischen Systole und Diastole gemessen wird: chrono (Zeit), foto (Licht), grafie (Schreiben). Die Frage soll im Folgenden sein, ob optische Pulsmessung tatsächlich eine Art Chronofotografie darstellt.

Neben Eadweard Muybridge und Ottmar Anschütz gilt Marey wohl als einer der bekanntesten und bedeutendsten Vertreter der Chronofotografie (auf deren Entwicklung an dieser Stelle verzichtet werden soll). Er betrachtete seine Arbeit mit der Fotografie nicht als künstlerisch, sondern lediglich als ein wissenschaftliches Hilfsmittel, das es ihm erlaubte, genaue(re) Studien der Bewegungsarten, -abläufe und Muskelfunktionen zu erstellen.¹⁷ Bevor er nämlich 1878 auf Muybridges Reihenaufnahmen des Pferde-Galopps stieß, experimentierte er mit einer Apparatur, die Marey „Experimentalschuh“ nannte. Die Schuhe besaßen mit Luft gefüllte Sohlen, die bei jedem Schritt (also Druck-Ausübung) die Luft durch einen Schlauch in eine Trommel pressten und dort einen Hebel betätigten, der eine Linie auf einem beweglichen Papier einzeichnete. „Die so entstandenen Graphen zeichnen Dauer, Phasen und Intensität des Drucks auf, der von jedem Fuß auf eine Oberfläche mit gleichmäßigem Widerstand ausgeübt wurde, und erlaubten Marey zu bestimmen, wie die Füße, angetrieben von der Beinmuskulatur, ihre Arbeit beim Vorwärtstreiben des Körpers verrichteten.“¹⁸ Diese Messungen des Gangs aber auch die zuvor vorgestellte Pulsmessung mit Sphygmograph stellen, wie Snyder betont eine grafische Methode Mareys dar, Bewegung analytisch darzustellen.¹⁹

Aufgrund der höheren Genauigkeit der Ergebnisse wechselte Marey von der gerade beschriebenen grafischen Methode zur fotografischen bzw. chronofotografischen Methode. Das Problem für seine Arbeit bestand nun darin, „ein Mittel zu finden, das es erlauben würde, auf einer Fotografie ‚die Beziehung zu zeigen, die zu jedem gegebenen Zeitpunkt zwischen der zurückgelegten Distanz und der benötigten Zeit existierte‘.“²⁰ Die Lösung, die Marey aufzeigte, war eine Hochgeschwindigkeitsverschlussklappe in Form einer Scheibe, die vor der Linse befestigt wurde und Aufnahmen hell erleuchteter Dinge vor schwarzem Hintergrund möglich machte. Vorteil dieser Scheibe war, dass sowohl die Verschlusszeit als auch die Intervalle zwischen den Aufnahmen bestimmbar waren. So entstanden u.a. Chronofotografien (s. dazu beispielsweise die „Geometrische Chronofotografie der Schwingungen der Beine“ von 1883), die wie grafische Strichzeichnungen die Position des

¹⁷ Vgl. Marey 1985: 3.

¹⁸ Snyder 2002: 152.

¹⁹ Vgl. ebd.: 154f.

²⁰ Ebd.: 156, Snyder zitiert hier Marey (1895): *Movement*, S.33.

Körpers in der Bewegung im Raum abbildeten.²¹ Zudem war die Zeit bekannt, die eine Bewegung dauerte und konnte aus der Fotografie abgelesen werden, wie aus der vormals mit Experimentalschuhen entstandenen Grafik. Auch Stephan Mamber unterstreicht in seinem Text „Marey, the analytic and the digital“, dass Mareys Arbeiten als Analysepraktiken gesehen werden sollten. Seines Erachtens ist auch die Chronofotografie eher eine Analyse-, Datenerhebungs- und Vermessungstechnik, allerdings weniger (zumindest nicht nur) ein Vorläufer des Films (da dies die Arbeit in ihrer Fülle beschneiden würde):

The most brilliant component of Marey's use of the photographic methods is that his chronophotographs are still a form of visual graphing, a mapping of data for analysis, and are not in themselves conceived or meant to be solely a scientific record.²²

Die Chronofotografien Mareys sind also nicht bloße Aufnahmen von Bewegung, sondern machen sie grafisch zugänglich. Marey betont selbst:

Da es der Gegenstand der Chronofotografie ist, mit Exaktheit die Eigenarten von Bewegungen zu bestimmen, sollte eine solche Methode die verschiedenen Positionen eines bewegten Objekts im Raum, d.h. seine Verlaufsbahn, ebenso repräsentieren, wie sie die verschiedenen Positionen dieses Körpers in jedem einzelnen Moment bestimmen sollte.²³

Die Chronofotografie Mareys kann (muss) also als Grafik gelesen werden. Zudem möchte ich nun aber auf ihre Lesart als Fotografie eingehen. Dass chronofotografische Aufnahmen Fotografien und damit Bilder sind, ist sicherlich weniger strittig, als ihre Bezeichnung als Grafik (das möchte ich auch gar nicht anzweifeln). Meines Erachtens (und auch bei Stephan Mamber klingt das an) sind sie schlicht beides, je nachdem, wer sie betrachtet, können mehr oder weniger Informationen herausgezogen werden. Mit ihrer Zuschreibung als Fotografie sind Chronofotografien aber auch den Selbstaufzeichnungsverfahren zugehörig und darum indexikalisch. So heißt es in der Einleitung des Bandes *Analog/Digital - Opposition oder Kontinuum?*:

Mit der Erfindung von Selbstaufzeichnungsverfahren wie den Klangfiguren Chladnis (1787), der Fotografie (1826/1839), dem Sphymographen [sic] Mareys (1860), dem Phonographen (1877), dem Grammophon (1887) und dem Film (1895) oder Übertragungsmedien wie dem Telefon etc. wird so gesehen die Ära analoger Medien eröffnet. Analoge Medien werden in einem solchen Modell mit indexikalischen, also auf einer Kausalbeziehung von Referent und Repräsentation beruhenden, Medien gleichgesetzt.²⁴

²¹ Aber eben nicht nur. Wenn man z.B. „Chronofotografie eines Fechtlers“ von 1890, anschaut, sieht man nicht bloß Striche die ein Körperteil repräsentieren; der Körper des Fechtlers ist gut zu erkennen.

²² Mamber 2006: 87.

²³ Marey zitiert nach Snyder 2002: 156.

²⁴ Schröter 2004: 25.

Interessanterweise ist in dieser Aufzählung analoger Selbstaufzeichnungsverfahren auch vom Sphygmographen die Rede. Denn auch dort besteht, wie im Zitat zu lesen, genauso wie bei den Bewegungsanalysen mit Experimentalschuhen (durch tatsächliche Berührung), ähnlich wie bei einer Fotografie, eine kausale Beziehung von Referent und Repräsentation. In einer Fotografie kommt diese durch das Licht zustande, welches vom Objekt ausgeht und sich auf dem Bildträger abdrückt, darauf einschreibt, manifestiert (vgl. Krauss, Didi-Hubermann, Barthes). Ich muss an dieser Stelle auf eine ausführliche Diskussion der verschiedenen Indexbegriffe der Fototheorie verzichten und möchte mich stattdessen auf Charles Sanders Peirce berufen, der in *Die Kunst des Raisonierens* (1893) einerseits zwischen drei Zeichentypen unterscheidet: 1. Similes/Ikons, 2. Indikatoren/Indizes „die etwas über Dinge zeigen, weil die physisch mit ihnen verbunden sind“²⁵ und 3. Symbolen; und andererseits die Fotografie als Index einordnet:

Photographien, besonders Momentaufnahmen, sind sehr lehrreich, denn wir wissen, daß sie in gewisser Hinsicht den von ihnen dargestellten Gegenständen genau gleichen. Aber diese Ähnlichkeit ist davon abhängig, daß die Photographien unter Bedingungen entstehen, die sie physisch dazu zwingen, Punkt für Punkt dem Original zu entsprechen. In dieser Hinsicht gehören sie also zu der zweiten Zeichenklasse, die Zeichen aufgrund ihrer physischen Verbindung sind.²⁶

Wir halten fest, dass Chronofotografie 1. als Grafik gelesen werden kann und 2. indexikalisch ist. Doch wie verhält sich dies für Pulstracking mit optoelektronischen Sensoren?

Ein Sensor ist darauf ausgelegt, sich auf spezifische, singuläre Ereignisse zu konzentrieren und alle anderen Informationen herauszufiltern. Alex Lambert argumentiert in einem aktuellen Text zum Thema *Bodies, Mood and Excess. Relationship Tracking and the Technicity of Intimacy* dass Sensoren in Tracking-Geräten ebenfalls Indizes produzieren:

In the language of semiotics, they produce what Peirce (1998) calls indexical signs, which come about through physical contact with their material referent. Yet the way in which sensors focus on singular events make them a particular kind of indexical media.²⁷

Darüber hinaus stellt Lambert Sensoren (und damit sensorbasiertes Tracking) und im besonderen Fall die Messung der Herzfrequenz in Beziehung zu einem Fotoapparat. Weiter Lambert:

This becomes clear when comparing a heart rate monitor to a camera, which is also indexical in its direct contact with light. The former filters out noise to focus on a singular signal and to track a singular type of event – the beating of a heart. The

²⁵ Peirce 2010: 77.

²⁶ Ebd.

²⁷ Lambert 2016: 81.

latter also captures a singular signal – the light flowing into a lens – but captures a variety of events: a woman running, a tea cup shattering, the sun rising.²⁸

Was hier als Unterscheidungsmerkmal zwischen Tracking und Fotografie gedeutet wird – das Einfangen von einem einzigen Ereignis vs. mehrere Ereignisse – kann angezweifelt werden, wenn man überlegt, dass ein Trackingarmband nicht nur den Puls, sondern auch den Standort bestimmen kann, oder die Körpertemperatur, das Stresslevel etc. Je nach Gerät ist es also auch im Tracking möglich, mehrere Vorgänge mit einem Gerät einzufangen. Zudem ist bei optischem Pulstracking durch das Licht eine Verbindung von Referent und Repräsentation gegeben. Das Licht trifft auf das Gefäß und zwar nicht kontinuierlich, sondern mit sehr kurzen Verschlusszeiten; fotografiert das Objekt und misst die Intervalle zwischen Systole und Diastole. Die Aufgabe eines optoelektronischen Sensors ist also mit Exaktheit die Blutfülle in den Gefäßen zu bestimmen, so wie die Chronofotografie ‚mit Exaktheit die Eigenarten von Bewegungen‘ bestimmt – um noch einmal Marey zu bemühen – und ‚die verschiedenen Positionen dieses Körpers [im Fall von Pulstracking des Blutes] in jedem einzelnen Moment [zu] bestimmen‘. Auch der Einwand, es handele sich bei sensorbasiertem Tracking nicht um ein analoges sondern ein digitales Selbstaufzeichnungsverfahren, lässt sich abweisen, da auch „digitalisierte Daten Abtastungen (von Licht oder Schall oder anderen Phänomenen) und somit auf eine gewisse Weise immer noch indexikalische Zeichen sind“.²⁹

Bisher wurde gezeigt, dass optisches Pulstracking indexikalisch, wenn nicht sogar fotografisch ist und dass die Zeit eine nicht unwesentliche Rolle für die Berechnung der Daten darstellt. Die Ausgabe dieser Daten wiederum ist eindeutig grafisch – im Sinne einer Illustration oder eines Schaubildes, in das Ereignisse (Daten) eingeschrieben werden, um daran Informationen ablesen zu können. Trackingdaten können also ähnlich wie eine Chronofotografie Mareys als Analysemittel Aufschluss über Körperfunktionen eines Menschen (und wenn man sich in den Bereich des Animal Tracking begibt auch eines Tieres) geben.

Zusammenfassend und abschließend kann gesagt werden, dass optisches digitales Pulstracking als eine Form von Chronofotografie gelesen werden kann, damit in der Tradition des fotografischen Dispositivs steht und dieses weiterführt. Beide – Chronofotografie und Pulstracking – messen mit Licht und Zeit, sind indexikalisch, ein grafisches Analysehilfsmittel, schaffen ein grafisches Bild. In einer weiteren Auseinandersetzung mit Trackingtechnologien könnte versucht werden, auch in Bezug auf andere Sensoren zu fragen, ob es ähnliche Berührungspunkte mit dem fotografischen Dispositiv gibt und wie sich der (fotografische) Indexbegriff über das Pulstracking hinaus auf das Tracking anwenden lässt. In diesem Punkt würde eine Ausei-

²⁸ Ebd.

²⁹ Schröter 2004: 346.

nersetzung mit dem digitalen Index bzw. der digitalen Spur interessant werden. Auch könnte und sollte stärker auf die Visualisierungen eingegangen werden und in Verbindung mit Wissensgenerierung gestellt werden. Dieser Text stellt in diesem Sinne – verkürzt gesagt – einen Überlegungs-Ausgangspunkt für die weitere Arbeit und Recherche dar. Vor allem die Technikgeschichte und die Genealogie der Messung in Hinblick auf den digitalen Index/die digitale Spur können hier aber als richtungsweisend genannt werden.

Literatur

- Duttweiler, Stefanie/Jan-Hendrick Passoth (2016): „Self-Tracking als Optimierungsprojekt?“ In: dies. (Hrsg.): *Leben nach Zahlen. Self-Tracking als Optimierungsprojekt?* Bielefeld: transcript. S. 9-42.
- Dziemba, Oliver (2015): „Wenn Körper, Geist und Seele die optimale Datenlage suchen.“ *Forschung Frankfurt* 1, S. 22–27.
- Burri, Caius (1971): *Die einfachen Kreislaufgrößen beim chirurgischen Patienten*. Berlin: Springer.
- Gugutzer, Robert/Stefanie Duttweiler (o.J.): *Call for Papers. Sich selbst vermessen. Self-Tracking in Sport und Alltag*. 27./28. Juni 2014. Goethe Universität Frankfurt/M.
- Hart, Samuel (1887): „Stethoscopy.“ *The Popular Science Monthly* XXV, S. 189–201.
- Lambert, Alex (2016): „Bodies, Mood and Excess. Relationship Tracking and the Technicity of Intimacy.“ In: Abend, Pablo/Fuchs, Mathias (Hrsg.): *Digital Culture & Society. Quantified Selves and Statistical Bodies* Vol. 2/2016/ Issue 1., Bielefeld: transcript. S.71-88.
- Mamber, Stephan (2006): „Marey, the analytic, and the digital“, in: Fullerton, John/Olsson, Jan (Hrsg.): *Allegories of communication. Intermedial concerns from cinema to the digital*. Rom: John Libbey Pub., S.83-91.
- o. V. (2016): „Noch nicht in Topform“ *Stiftung Warentest* 1/16, S.82-87.
- Peirce, Charles Sanders (2010): „Die Kunst des Rasonierens (1893)“ in: Stiegler, Bernd (Hrsg.): *Texte zur Theorie der Fotografie*. Stuttgart: Reclam, S.77.
- Schaupp, Simon (2016): *Digitale Selbstvermessung. Self-Tracking im kybernetischen Kapitalismus*. Heidelberg: Verlag Graswurzelrevolution.
- Schröter, Jens (2004a): „Analog/Digital. Opposition oder Kontinuum?“ in: Schröter, Jens/Böhnke, Alexander (Hrsg.): *Analog/Digital. Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld: transcript, S.7-30.
- Schröter, Jens (2004b): „Das Ende der Welt. Analoge vs. Digitale Bilder – mehr und weniger ‚Realität‘? in: Schröter, Jens/Böhnke, Alexander (Hrsg.): *Analog/Digital. Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld: transcript, S.337-354.

- Siems, Karin (2015): *Polar kommt mit dem neuen Standard der Pulsmessung!* Webseite: polar, https://www.polar.com/de/uber_polar/presse_bereich/polar_kommt_mit_dem_neuen_standard_der_pulsmessung (28.08.2016).
- Snyder, Joel (2002): „Sichtbarmachung und Sichtbarkeit.“ in: Geimer, Peter (Hrsg.): *Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S.142-167.
- Vierordt, Karl von (1855): *Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen, gegründet auf eine neue Methode der bildlichen Darstellung des menschlichen Pulses*. Braunschweig: Vieweg und Sohn.