

Facetten der Wahrnehmung

Über die Erforschung des Komplexauges,
autokinetische Empfindungen und die Innsbrucker Umkehrbrillen

Ändern Sie das Auge des Menschen, und Sie verändern seine Weltanschauung“,¹ hatte der bekannte Experimentalphysiker Ernst Mach festgestellt. Die tatsächliche Tragweite dieser Erkenntnisse trat jedoch, wie so oft, erst viel später im historischen Rückblick zu Tage. So war etwa der Kybernetiker Norbert Wiener im 20. Jahrhundert davon überzeugt, dass die rasche Vernetzung auf der Basis technischer Mobilität der einzige wesentliche Grund dafür war, dass sich im 19. Jahrhundert die so genannten Vereinigten Staaten von Amerika sowohl politisch als auch kulturell zusammenschließen konnten.² Die aufkommenden technischen Bildmedien evozierten Anfang des 20. Jahrhunderts eine radikale Wende, die zur Bilderexplosion, zum so genannten *pictorial turn* führte – zunächst ausgelöst durch Fotografie und Film. Später folgten Television, Video, Computer sowie Internet und schließlich die *mobile devices* wie iPhones etc. Da die technischen Bild-, Ton- und andere Kommunikationsmedien plötzlich auch für Außenstehende, Nicht-Wissenschaftler und -Künstler zur Verfügung standen, brach der *pictorial turn* signifikanterweise über die epistemisch arbeitenden Bereiche und visuellen Künste herein. Die Animation von bislang statischen Bildern, die erstmalig durch die stroboskopische Scheibe erfolgte – die Geburtsstunde des Films – und aus der später mithilfe der Informationstechnologie interaktive Medien entstehen sollten, war bloß ein weiterer logischer Schritt in die Richtung dieser medialen Entwicklungen.

Mit dem Aufkommen von technischen, schnelleren Fortbewegungsmöglichkeiten wurden die neuen Einrichtungen der Mobilität (Eisenbahn, Telegrafie, Fotografie) auch für die Sinnesphysiologie und die Wahrnehmungspsychologie entdeckt. Der Wahrnehmung von Bewegung kam damit größere Bedeutsamkeit

zu als jemals zuvor. Dass das menschliche Sehen mit speziellen Sehgeräten oder Wahrnehmungsapparaten verändert, gesteuert oder manipuliert werden kann, war bereits in frühen psychologischen und physiologischen Versuchen registriert worden.

Seit Anfang des 19. Jahrhunderts wird das Sehen von Bewegung aus einem ausgesprochen empirischen Blickwinkel wissenschaftlich-experimentell forciert. Wesentliche Impulse lieferten unter anderem zwei Erfindungen: die des Stroboskops (Plateau, 1832; Stampfer, 1833) und des Stereoskops (Wheatstone, 1838). Diese bedeutsamen Innovationen auf dem Gebiet der Produktion von beweglichen bzw. dreidimensionalen Bildern führten nicht nur zur Intensivierung der Forschung des menschlichen Sehens von Bewegung, sondern bewirkten gleichzeitig eine wahre Flut von Erfindungen – alle nur denkbaren Wahrnehmungsapparate, die dazu dienen sollten, detaillierte Fragen mithilfe einer neuen wissenschaftlichen Methodik, der experimentellen Empirie, zu erarbeiten: Wie sehen wir Bewegung, und aus welchem Grund kommt es zur Entstehung von Phänomenen wie Bewegungstäuschung, Scheinbewegung oder Scheinräumlichkeit? Welche Reize lösen bei der Wahrnehmung von realen Bewegungen und auch von Scheinbewegungen Reaktionen auf der Netzhaut aus? An welcher Stelle auf der Netzhaut wird die Bewegung am deutlichsten registriert?

Die naturwissenschaftlichen Untersuchungen aus den Disziplinen der psychologisch-physiologischen Forschung, die sich mit den Wahrnehmungsgrenzen des Übertritts zwischen Sehen der wirklichen Bewegung und Sehen der Scheinbewegungen beschäftigt hatten, bildeten die Grundlage der weltweiten, alles um-

¹ Ernst Mach, Wozu hat der Mensch zwei Augen? (1866), in: ders., Populärwissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig 1896, S. 93

² Norbert Wiener, Mensch und Mensch-Maschine, Berlin 1952, S. 45

fassenden Tendenz zur Mobilität. In den dreißiger Jahren im vergangenen Jahrhundert entstanden neue Forschungsdisziplinen wie Kybernetik und später Kognitionswissenschaften, die nach einer universellen Rechenmaschine suchten, deren Funktionen das selbstständige Erkennen von Bewegung ebenso ermöglichen sollten wie auch die direkte Interaktion zwischen Mensch und intelligenter Maschine. Durch die modernen Medien der Gegenwart, wie die *virtual reality* im Allgemeinen oder ihre Fortführung zu einer *augmented reality* – erweiterten Realität –, sind reale und virtuelle Bewegungen oder Scheinräumlichkeiten als Selbstverständlichkeit in sämtliche Lebensbereiche integriert.

Sigmund Exners frühe Experimente zum Sehen und zum Facettenauge

Als primäre Forschungsmaterie für die Beobachtung des Sehens von (Schein-)Bewegungen zogen die frühen Physiologen im 19. Jahrhundert vorzugsweise spezielle bildliche Konstruktionen von optischen Täuschungen wie das Müller-Lyersche oder das Zöllnersche Muster heran. Für Naturforscher spielten auch natürliche Erscheinungen im Bereich der Bewegungstäuschungen wie die Mond- oder Ufertäuschung sowie viele Beobachtungen aus dem Tierreich eine wesentliche Rolle.

Eine der renommiertesten Studien dieser Zeit, die sich mit dem Thema „Sehen von Bewegung“ befasste und dieses erstmals im Kontext des Komplex- oder Facettenauges zu erklären versuchte, war jene des bekannten Wiener Physiologen Sigmund Exner (1846–1926). Exner hatte bei Ernst Wilhelm Brücke in Wien und bei Hermann Helmholtz in Heidelberg studiert. Beide, Brücke und Helmholtz, waren Studienkollegen von Du Bois-Reymond, und sie alle hatten wiederum bei dem berühmten „Vitalisten“ Johannes Müller studiert. Die drei Wissenschaftler bezeichneten sich selbst ab 1847 als „organische Physiker“, um sich damit vom vitalistischen Ansatz ihres Lehrers zu distanzieren. Vor allem Helmholtz beschäftigte sich ausführlich mit optischen Phänomenen; er gilt als einer der Begründer der empirischen

Wahrnehmungstheorie, die auf wesentliche Elemente der Assoziationspsychologie³ Bezug nahm und später von Helmholtz' Schüler Wilhelm Wundt weiterentwickelt wurde. Exner dagegen formulierte 1896 als Erster ein Konzept des neuronalen Netzes und ging von der Annahme aus, dass das Gehirn ein Speicher für Assoziationen sei, der mittels einer Art Matrix die neuronalen Verknotungen als Elemente benutze.

Exner drückte zeitlebens häufig seine Unzufriedenheit mit der begrifflichen Ungenauigkeit aus, die er im Bereich der Wahrnehmungstheorie vorfand. Daher versuchte er zunächst, die Begrifflichkeit von „Wahrnehmen“ und „Empfinden“ mithilfe von Überlegungen zu den Sekunden- und Minutenzeigern auf einer Uhr exakter abzugrenzen. Zu diesem Zweck versetzte er eine schwarze Scheibe, deren Durchmesser weiß markiert war, in Rotation. Die Umlaufgeschwindigkeit entsprach derjenigen eines Minutenzeigers einer Uhr. Die Bewegung wurde allmählich in dem Maß erkenntlich, in dem die weiße Markierungslinie langsam ihre Lage veränderte. Wurde die Umdrehungsgeschwindigkeit jedoch erhöht, trat ein Moment ein, an dem für den Beobachter eine Bewegung deutlich zu werden schien, während bei der langsamen Umdrehungsgeschwindigkeit zuvor auf die Bewegung nur geschlossen werden konnte. Demnach, so Exners Definition, zähle der Eindruck von der langsamen Bewegung zu den Wahrnehmungen, bei der schnelleren Bewegung fände dagegen eine reine Bewegungsempfindung statt. Diesen Bewegungsempfindungen ordnete Exner in Folge auch alle anderen Möglichkeiten von Bewegungstäuschung zu. Somit besagte seine Theorie, dass sämtliche Versuche mit stroboskopischen Scheiben nicht nur Bewegungstäuschungen seien, sondern in jedem Fall auch tatsächliche Bewegungsempfindungen. Exner war damit zu der Ansicht gekommen, dass die „primitivsten Eigenschaften unseres Auges“⁴ explizit nur für das Sehen von Bewegung vorgesehen seien. Diese Bedeutung von Bewegung für das Sehen finden wir ansatzweise bereits bei Aristoteles (384–322 v. Chr.), der auch das Licht als Form einer Bewegung betrachtete, die von einem leuchten-

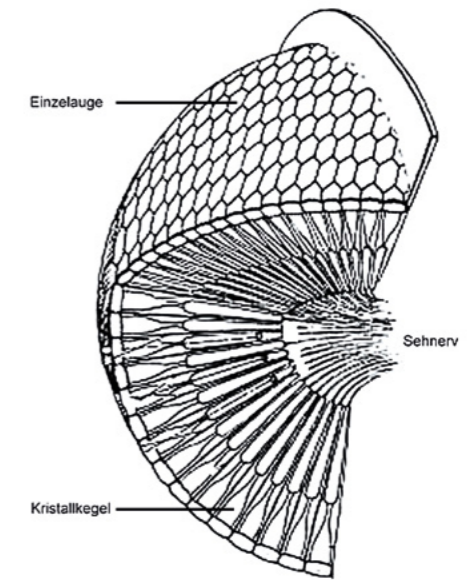
den Körper ausgehe; die eigentliche Wahrnehmung mit dem Auge erfolge daher allein durch die Bewegung der leuchtenden Körper.⁵

Aufgrund von Beobachtungen tierischen Verhaltens, von Tieren, die ihre Beute nur aufgrund äußerer Bewegungsvorgänge erkennen und somit agieren und erfolgreich jagen können, manifestierte sich für Exner die Idee, dass das Sehen mit solcherart Augen, wie sie bei Mensch und höheren Tieren angelegt sind, wahrscheinlich nur vonnöten sei, um Bewegung erkennen zu können. Dieser Gedankengang brachte ihn dazu, die Funktion des Facettenauges zu untersuchen, um die Frage zu erklären, wofür das Bewegungssehen eigentlich dienlich sei.

Wenn nun Licht auf eine einzige Facette falle und dann auf die nächste und so weiter, dann müsse der Lichtstrahl (zum Beispiel durch Kerzenlicht) als eine sehr intensive Bewegungsempfindung aufgenommen werden. Die Intensität sei von der Anzahl der durch das Licht erregten Nervenendigungen abhängig.⁶ Das Komplexauge könne sich außerdem nach zwei Richtungen orientieren: einmal nach der Lokalisierung der Bewegungen und zusätzlich nach der Empfindungsintensität. Je mehr Facetten vorhanden seien, desto besser sei die Lokalisierung. Mithilfe eines stark lichtbrechenden so genannten Kristallkegels, der hinter der Cornea liegt, werde verhindert, dass die Empfindungsintensität sich verringere. Exner verglich das Facettenauge mit einer Art von Lichtkondensator, einem ähnlichen Instrument, wie er es an seinem Mikroskop zur Beleuchtung der Untersuchungsobjekte vorfand.

Eine Frage schien Exner besonders interessiert zu haben: ob das Sehen mit dem Facettenauge ein Bildchen auf der Retina ergebe, wie ein solches vom Wirbeltierauge bereits bekannt war. Die Wiederholung eines früheren Experiment mit einer Fliege (*Musca vomitans*), das auf Johann Christoph Gottsche zurückging, blieb erfolglos. Erst beim Wasserkäfer (*Hydrophilus piceus*) vermutete Exner so genannte Facettenbildchen zu erkennen.

In seinem Versuch zum Facettenauge brachte Exner eine Konvexlinse von zwei Zoll Brenn-



Schematischer Schnitt durch ein Facettenauge

weite so in einem Zimmer an, dass er durch die Linse das Bild des Fensterkreuzes sehen konnte. Acht Zoll vor der Linse positionierte er senkrecht einen Bleistift. Befand sich nun das Auge des Betrachters ca. einen Fuß hinter der Linse, so erkannte dieser das Fenster und auch den Bleistift in ziemlicher Deutlichkeit. Mittels eines durchscheinenden Schirms nahm Exner dann das Bild des Fensters auf, „vermisst vollständig das Bild des Bleistiftes. Schiebe ich den Schirm um 2–3 Zoll weiter von der Linse weg, so erhalte ich das Bild des Bleistiftes, und vom Fenster nur mehr einen verwaschenen hellen Fleck als Bild.“⁷ Exner vermutete, dass das Bild des Facettenauges, falls es wirklich existierte, auf verschiedenen Ebenen liegen müsste. Schließlich gelangte er zu der Überzeugung, dass das zusammengesetzte Auge aufgrund seiner Anatomie und optischen Voraussetzungen kein Bildchen, wie es uns vom Netzhautbildchen bekannt war, produzieren könne. Aufgrund der vielen Einzelaugen sei allerdings eine beträchtliche Empfindungserhöhung vorhanden, welche von den „Lichtkondensatoren“ ausgehen müsse. Allein das Licht einer Kerzenflamme stimuliere mehr Nervenendigungen, als dies im menschlichen Auge möglich sei. Exner erschien das Facettenauge damit als „Schlüssel“ in der „Funktion des Auges als Bewegung erkennendes Organ“⁸. Es sei zwar nicht optimal für flächige oder räum-

3 Maßgebliche Initiatoren der Assoziationspsychologie, deren Ansichten das gesamte 19. Jahrhundert bis zu den modernen Gestalttheorien Anfang des 20. Jahrhunderts dominiert hatten, waren David Hartley (1705–1757) und später John Stuart Mill (1806–1873).

4 Sigmund Exner, Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges, in: Sitzungsberichte der Math.-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Bd. 72, Abt. III, Jg. 1875, Wien 1876, S. 164

5 Vgl. Julius Hirschberg, Die Optik der alten Griechen, in: Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Leipzig 1898, Bd. 16, S. 322

6 Sigmund Exner, Über das Sehen von Bewegungen, a. a. O., S. 166–167

7 Ebd., S. 171–172

8 Vgl. Sigmund Exner, Über das Sehen von Bewegungen, a. a. O., S. 165

liche Aufnahme der äußeren Welt geeignet, dafür jedoch sei das Komplexauge, bestehend aus vielen Einzelaugen, ideal für das Erkennen von Bewegungen. Die Anordnung von Facettenaugen als Halbkugelformen ermöglicht ein Gesichtsfeld von nahezu 360 Grad. Das wahrzunehmende Objekt wird gleich durch eine ganze Gruppe von Augen erkannt, und daher wird auch jede Lageänderung des bildlichen Gegenstandes erst durch die Empfindungsänderungen der gesamten Gruppe von Facetten registriert. Exner verglich die Funktion des Facettenauges mit der Reaktion der peripheren Stellen der menschlichen Netzhaut auf Bewegungsempfindungen.⁹

Am 15. Juli 1875 reichte er seine Studie an der Wiener Akademie der Wissenschaften für die Wiener Sitzungen ein. Unter dem Titel *Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges* wurde die Untersuchung 1876 veröffentlicht.

Autokinetische Empfindungen

Im Jahre 1896 publizierte Exner seine Abhandlung *Über autokinetische Empfindungen*¹⁰, in der er Erscheinungen von subjektiven Bewegungsempfindungen in verdunkelten Räumen beschrieb. Dazu hatten ihn die frühen Forschungen seines Freundes Hermann Aubert (1826–1892) angeregt, der sich mit dieser Art von Täuschungen beschäftigt und um 1887 einen Aufsatz zu Bewegungsempfindungen publiziert hatte. Neben der Beschreibung seiner eigenen Experimente stellte Exner in diesem Aufsatz auch eine historische Rückschau zu diesem Phänomen zusammen: So hatte beispielsweise Alexander von Humboldt 1799 tief stehende Sterne beschrieben, die schwankende Bewegungen ausführten. Humboldts

astronomische Beobachtung wurde 1858 von Gottfried Schweizer, dem Direktor der Sternwarte in Moskau, im Rahmen der Studie *Über das Sternschwanken* zu einer subjektiven Erscheinung erklärt. Schweizer hatte mit einem so genannten „künstlichen Stern“, einer undurchsichtigen Laterne mit einem engen Lichtschlitz, die er in einem dunklen Raum beobachtete, experimentiert und die Erscheinung auf eine Scheinbewegung zurückführen können. Schweizers Experimente waren für Exner von speziellem Interesse, weil jener die bisher größten Elongationen der Bewegungen von Objekten beobachtet hatte. Schweizer beschrieb dazu unter anderem folgenden Versuch: „Zeichnet man einen schwarzen Punkt oder auch größeren Flecken auf eine weiße Wand und stellt man sich in eine Entfernung, dass Punkt und Flecken noch recht deutlich sichtbar sind, so wird sich, wenn man dieselben längere Zeit unverwandt ansieht, die merkwürdige Erscheinung zeigen, daß Punkt oder Flecken anfängt, sich scheinbar allmählich von der Stelle zu bewegen, und zwar nach verschiedenen Richtungen hin, aber jedesmal wieder an den früheren Ort zurückkehrt. [...] Zugleich mit den geringen Ortsveränderungen der getrennten Objekte schienen diese auch an den Rändern ihre Gestalt zu verändern, so daß besonders der schwarze Punkt den Eindruck machte, als ob auf der weißen Wand sich ein Insekt befände, das versuchte, bald da-, bald dorthin zu kriechen, aber immer wieder auf den Anfangspunkt zurückkehrte. Die Täuschung, etwas Lebendes auf der Wand zu sehen, ist so vollkommen, daß derjenige, welcher nicht das Gegenteil ausdrücklich weiß, sich von dem letzteren erst durch Nähergehen vergewissern muß.“¹¹

1886 unternahm der französische Physiologe und Neurologe Pierre-Marie-Augustin

Charpentier (1852–1916) ganz ähnliche Versuche, wahrscheinlich ohne Schweizers Experimente gekannt zu haben. Charpentier beschrieb, dass ein Lichtpunkt, den man für Minuten in einem verdunkelten Raum fixiert, alsbald bewegt erscheine. Laut seinen Aufzeichnungen trete dieser Effekt schon nach wenigen Sekunden ein, und man gewinne den Eindruck einer sanften Verschiebung. Charpentier bezeichnete derartige Phänomene als „subjektive Gesichtsempfindungen“. Hermann Aubert kam in seinen Studien zur Bewegungsempfindung zu beinahe identischen Beobachtungen und dürfte erstmalig diese Erscheinungen mit dem Begriff *autokinetische Empfindung* bezeichnet haben. Laut Exner handle es sich dabei um Assoziationen von Vorstellungen. Die Vorstellung der Richtung vermittele den Eindruck von Scheinbewegungen des fixierten Lichtpunktes nach derselben Richtung. Exner war überzeugt, dass die alleinige Vorstellung bewirke, dass ein in der Ferne schwebender Luftballon zum Beispiel auch mit einem Vogel assoziiert werden könne. Ungeklärt blieb für ihn jedoch die Frage: „Warum drängt sich die Bewegung dem Bewusstsein auf? Das geschieht nämlich lange, ehe eine Vorstellung auftaucht, die sich mit der Wahrnehmung des Lichtpunktes assoziieren kann.“¹² Mit diesen Überlegungen wies Exner wahrscheinlich erstmals auf die Bedeutung von neuronalen Verbindungen hin, die bewirken, dass Denken und Bewusstsein mit dem Sehen verknüpft sind.

Die Innsbrucker Sehexperimente mit Umkehrbrillen

Nachdem der Experimentalpsychologe Franz Hillebrand 1896 als ordentlicher Professor für Philosophie an die Innsbrucker Universität berufen worden war, richtete er dort Anfang des 20. Jahrhunderts ein Labor für psychologische Experimente ein. Hillebrand hatte bei Franz Brentano Philosophie studiert und war nach seiner Promotion 1881 bei Ewald Hering¹³ und bei Ernst Mach in Prag tätig gewesen. In seinen späteren Forschungen konzentrierte er sich vorwiegend auf die visuelle Raumwahrnehmung, die Geometrie des Raumes und

die Erkenntnistheorie. Ausgehend von den Erkenntnissen des Hirnforschers Ewald Hering und des Physikers Ernst Mach legte er seinen eigenen Forschungsschwerpunkt auf Bereiche der visuellen Wahrnehmung. Franz Hillebrand beschäftigte sich eingehend mit der stroboskopischen Bewegung und veröffentlichte 1922 seine Untersuchungen zum Thema der scheinbaren Bewegungen, eine Studie, die in der Absicht verfasst wurde, „stroboskopischen Bewegungen eine möglichst hypothesenfreie Theorie zugrunde zu legen“¹⁴. „Wir fassen die stroboskopische Bewegung als Ausdruck einer allmählichen Umwertung [des retinalen Ortswertes, eingef. R.S.] [...] Nicht als Ergänzung einer Lücke sehen wir die Bewegung an, sondern als eine Umwertung, die der retinale Ort des zweiten Objektes erfährt. Man kann, um mit Wertheimer zu sprechen, zwischen einer Pflanze, einem Vogelkäfig und einer Weintraube stroboskopische Bewegung erzeugen; und in der Tat beobachtet man solche Effekte zwischen Wahrnehmungsobjekten, die nicht die mindeste innere Ähnlichkeit haben, bei denen also von Identifikation gar nicht die Rede sein kann. Wenn die Buchstaben einer elektrischen erleuchteten Reklametafel, die das Wort KINO zeigt, sukzessive aufleuchten, so hat jedermann einen Bewegungseindruck, aber man kann nicht sagen, das K gehe in das I, dieses in das N usf. über. Vielmehr verschwindet das K und das I kommt von links her bis an seine endgültige Stelle.“¹⁵ Hillebrand nahm also an, dass unter bestimmten Verhältnissen die Verrückung des Sehfeldes nicht synchron mit einer Erweiterung des Aufmerksamkeitsortes (retinaler Ortswert) verlaufe, sondern sich verzögere.

Hillebrand verstarb 1926 völlig unerwartet. Als sein Nachfolger wurde der Schweizer Psychologe Theodor Erismann nach Innsbruck berufen. Ab 1928 begann sich Erismann mit dem Phänomen des umgekehrten Bildes auf der Retina zu beschäftigen, indem er für das normal sehende Auge „künstliche“ Sehstörungen in Form von Brillenexperimenten provozierte. Der Wissenschaftler suchte insbesondere nach Möglichkeiten der Regeneration von Sehbehinderungen – das gehäufte Auftreten von Augenverletzungen zählte zu den

9 In seinem 1894 erschienen Hauptwerk *Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen* formulierte Exner schließlich: „Ich nannte Empfindung denjenigen sensorischen Erregungscomplex, der zwar zum Bewusstsein kommt, aber von diesem nicht mehr in Theile aufgelöst werden kann; und nenne Wahrnehmung einen einheitlichen Erregungscomplex, der durch das Bewusstsein in Empfindungen aufgelöst werden kann.“ In: Sigmund Exner, *Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen*, Leipzig, Wien 1894, S. 224. Hier nahm Exner Bezug auf die damals äußerst populären Theorien zum Begriff der „Empfindungskomplexe“ von Ernst Mach, der die Ansicht vertrat: „Nicht die Körper erzeugen Empfindungen, sondern Elementenkomplexe (Empfindungskomplexe) bilden die Körper. Erscheinen dem Physiker die Körper als das Bleibende, Wirkliche, die ‚Elemente‘ hingegen als ihr flüchtiger vorübergehender Schein, so beachtet er nicht, dass alle ‚Körper‘ nur Gedankensymbole für Elementenkomplexe (Empfindungskomplexe) sind.“ In: Ernst Mach, *Die Analyse der Empfindungen* (1885), Darmstadt 1991 (Wiederabdruck d. 9. Auflage 1922), S. 23.

10 Sigmund Exner, *Über autokinetische Empfindungen*, in: *Zeitschrift für Physiologie und Psychologie*, Leipzig 1896, S. 313–330.

11 Gottfried Schweizer, *Über das Sternschwanken*, in: *Bulletins de la Soc. Imp. des Naturalists de Moscou*, Moskau 1858, Nr. II, S. 17; zit. n. Sigmund Exner, *Über autokinetische Empfindungen*, a. a. O., S. 315f. Später können wir in der kinetischen Kunst und im experimentellen Film wie beim Expanded Cinema ähnliche Methoden zur Bildproduktionen entdecken.

12 Ebd., S. 317.

13 Ewald Hering (1824–1918) war Physiologe und Hirnforscher; in den Jahren von 1870 bis 1895 leitete er den von Jan Purkinje gegründeten Lehrstuhl für Physiologie an der Karls-Universität Prag.

14 Franz Hillebrand, *Zur Theorie der stroboskopischen Bewegungen*, in: *Zeitschrift für Psychologie*, Leipzig 1922, Bd. 90, S. 28.

15 Ebd., S. 28–29.

Folgen des Ersten Weltkriegs.¹⁶ Er stützte sich dabei auf die Untersuchungen des amerikanischen Experimentalpsychologen George M. Stratton¹⁷, der 1895/96 an der University of California eine Reihe von Untersuchungen zur Netzhaut und zum aufrechten Sehen durchgeführt hatte. Seine Fragestellungen richteten



Versuchsperson mit Umkehrbrille in der Maria-Theresien-Straße in Innsbruck Anfang 1950er Jahre

sich generell auf die Notwendigkeit der Bild-Umkehrung für unser aufrechtes Sehen.¹⁸ Gegen Ende des 19. Jahrhunderts dominierten im Wesentlichen zwei Theorien – die Projektionstheorie und die Augenbewegungstheorie –, um das Problem der „verkehrten“ Stellung der Netzhautbilder zu erklären. Stratton konstruierte nun ein Sehinstrument, das den Blick des rechten Auges durch zwei konvexe Linsen mit gleicher Brennweite lenkt, die eng zusammen auf einer Blickachse platziert sind. Die Röhre am linken Auge war mit schwarzem Papier abgedeckt. Er trug sein Sehgerät beim ersten Mal für die Dauer von drei Tagen. Mit der doppelten Linsenbrille erschien ihm ein völlig neues Gesichtsfeld, das alles verkehrt darstell-

te. Das Gesehene musste mental umgedeutet werden, damit der Forscher sich wieder orientieren konnte. Körperliche Bewegungen wurden jedoch nicht automatisch in die neue Richtung ausgeführt, und so entstand ein Widerspruch zwischen den visuellen Erscheinungen und dem taktilen Sinn. Die Richtung, in die Stratton griff, stimmte mit seiner visuellen Wahrnehmung anfangs nicht überein. Mit der Zeit aber ging der verkehrte, fantastische Charakter des Gesichtsfeldes verloren, und er fand zu einer annehmbaren Seh-Normalität zurück. Für Stratton war damit bestätigt worden, dass das Zusammenspiel zwischen taktilen Sinn und dem Sehen für die Raumorientierung bedeutend sein müsse.¹⁹ „The experiment indicates that if we were to see a thing long enough in any given place, we should, sooner or later, also feel it there.“²⁰

Am Innsbrucker Institut für Psychologie verwendete Theodor Erismann für ähnliche Versuche zunächst einen Metallspiegel, der unterhalb der Augen waagrecht angebracht wurde. Je größer der Spiegel, umso größer war das Gesichtsfeld. Allerdings konnte man mit dieser Konstruktion die eigenen Füße nicht mehr erkennen, weshalb die Versuche nur innerhalb des Instituts durchgeführt werden konnten. Ab 1939 arbeitete Ivo Kohler, damals noch als Student von Erismann²¹, an den Versuchen mit. Neben der Wiederholung der Experimente von Stratton beschäftigten sich Erismann und Kohler aber auch mit der Fragestellung des Sehens von Formen und Gestalten, von Größe und Bewegungen sowie von Farben. Die Ergebnisse der Untersuchungen führten zu neuen Erkenntnissen über den Aufbau und das Zustandekommen von physiologischen Wahrnehmungen im Rahmen eines alltäglichen Reizmilieus.

Versuche mit binokularen Prismenbrillen hatte Erismann bereits 1933 durchgeführt. Nach zwei Tagen, an denen diese Prismenbrillen

permanent getragen wurden, waren die zunächst wahrgenommenen Scheinbewegungen verschwunden, und die anfänglichen Krümmungen von Linien und Verzerrung von Figuren hatten sich merklich verbessert. Laut Aussagen der Probanden traten nach zehn Tagen keinerlei Sehstörungen mehr auf. Nach Abnahme der Brille aber kam es neuerlich zu starken Scheinbewegungen, Krümmungen sowie zu Zerrfiguren. Es sei wie im Rausch, beschrieb die Versuchsperson den Zustand, der sich am vierten Tag, an dem die Brille nicht mehr getragen wurde, auflöste. Kohler selbst als Versuchsperson benutzte die binokularen Prismenbrillen bis zu einer Dauer von 124 Tagen.

Ab 1947 konnte der Metallspiegel durch eine neu entwickelte Konstruktion, ähnlich einer Schirmmütze, über den Augen angebracht werden. Damit konnten die Forscher doppelt so große Spiegel verwenden, und die neu gestaltete Umkehrbrille wurde „straßenfähig“. Bereits am vierten Tag wurde eine Fahrradtour und am sechsten Tag sogar ein Skiausflug unternommen. Nach Abnahme der Brille kam es laut der Versuchsperson in den ersten Minuten zum verkehrten Sehen von aufrecht gezeigten Gegenständen; Kohler zog den Vergleich mit dem Betrachten von Inversionsbildern, zum Beispiel der Schröderschen Treppe.²²

Die Innsbrucker Forscher erhielten vielseitigen internationalen Zuspruch. Unter anderem empfand der deutsch-amerikanische Kunsthistoriker Rudolf Arnheim die Innsbrucker Zerrbrillen-Experimente deswegen so beeindruckend, weil mit diesen neuen Wahrnehmungsbildern eine so genannten „Gummimwelt“ erzeugt werden konnte.²³

Für den bekannten Neurowissenschaftler Richard Gregory, Autor von „Auge und Gehirn“ (1966), zählen Strattons und Erismanns/Kohlers Forschungen zu den besten visuellen Experimenten, die bis heute diskutiert werden und Wissenschaftler weltweit, von Japan bis in die USA, zu zahlreichen Wiederholungen und Nachfolgeexperimenten animiert haben. Zuletzt wurden die interessanten Langzeitexperimente mit Umkehrbrillen beispielsweise am Max-Planck-Institut in Frankfurt a. M. unter der Leitung des Neurologen Wolf Singer

1999/2001 im Rahmen einer Dissertation wiederholt. Der damalige Dissertant, heute Professor an der Bangor University (Wales), David E. J. Linden, kommentierte zehn Jahre nach Abschluss seiner Arbeit: „Ich halte die Frage der Adaption (perzeptuell vs. kognitiv/motorisch) an Umkehrbrillen und andere



Standbild des Lehrfilms der Innsbrucker Umkehrbrillenversuche, Produktionsfirma Dr. Pacher & Peithner, Psychologisches Institut, Universität Innsbruck 1954

Transformationen des sensorischen Inputs weiterhin für eine faszinierende Frage.“²⁴

Allein anhand der hier skizzenhaft dargestellten Wahrnehmungsexperimente zum Sehen von Bewegung lässt sich nachvollziehen, wie stark der menschliche Gesichtssinn für bewusst irreführende (Schein-)Realitäten empfänglich ist, was wiederum Fragen zum Denk- und Handlungsvermögen im Umgang mit Scheinbewegungen und Scheinräumlichkeiten aufwirft. Relativ einfach konstruierte Sehapparate mit Spiegeln und Prismen erweisen sich als völlig ausreichend dafür, dass unsere Sinnesorgane neben der physiologischen Wahrnehmungsfähigkeit auch künstlich erzeugte verzerrte Vorstellungen und Informationen aufnehmen und diese nach einer Lernphase auch praktikabel verarbeiten können. Das „Problem der Wahrheit“, der „Realität“, die wir wahrnehmen oder wahrzunehmen vermeinen, hat im Wesentlichen immer schon den Aufbau unseres Weltbildes bestimmt. Möglicherweise ist hier der

16 Theodor Erismann war Schweizer, 1883 in Moskau geboren, wo er auch seine Kindheit verbrachte. Er strebte zunächst ein Studium der Physik an und besuchte 1908 auch Vorlesungen von Albert Einstein in Zürich.

17 Stratton ging nach seinem Studium in den USA nach Leipzig, um bei Wilhelm Wundt seine Doktorarbeit zu schreiben.

18 George M. Stratton, Some Preliminary Experiments on Vision without Inversion of the Retinal Image, in: Psychol. Review III, 6, Nov. 1896, S. 611

19 „Such a harmony, it must be confessed, was only occasional; but that it could come at all, and particularly that it came more forcibly the longer the experiment was tried, shows clearly what the harmony of the tactual and the visual space-world consists in.“ (George M. Stratton, Experimental Psychology and Its Bearing Upon Culture, New York, London (1903), Wiederabdruck 1914, S. 148–149)

20 Ebd., S. 149. Siehe dazu auch: Max Ettliger, Literaturberichte, in: Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 18, Leipzig 1899, S. 130–140

21 1946 wurde Kohler Erismanns Assistent, 1956 dessen Nachfolger als Institutsvorstand.

22 Ivo Kohler, Über Aufbau und Wandlungen der Wahrnehmungswelt, Wien 1951, S. 19

23 Rudolf Arnheim, Kunst und Sehen (1954), Berlin 1978, S. 71

24 Antwort an die Autorin per E-Mail, erhalten am 23. Februar 2009

Grund dafür zu suchen, dass wir die Bezeichnung von neuen Medien wie „virtual“ oder „augmented reality“ stets mit einem Begriff von Wirklichkeit verbinden, um damit „Schein“ wie auch „Realität“ gleichwertig zu legitimieren – als ob es ein Grundbedürfnis sei, zwischen Schein und Realität eine qualitative Äquivalenz zu erzeugen. Bestimmte Gegebenheiten der technischen Möglichkeiten von Bildmedien weisen markante Ähnlichkeiten zu Versuchen mit Rauschmitteln auf, die in allen Epochen der Menschheit in mannigfacher Weise angewandt worden sind.²⁵ Die Assoziation, dass computergestützte virtuelle Welten unter anderem das Substitut von psychedelischen Drogen seien, ist demgemäß durchaus nahe liegend. Allerdings weisen diese technischen, „künstlichen“ Welten-Surrogate doch erhebliche Unterschiede zu den genannten „bewusstseinsweiternden“ Drogen auf: Die Erscheinungen, die auf unsere Sinneswahrnehmungen einwirken, sind tatsächlich gezielt programmiert worden und haben somit etwas im höchsten Maße Artifizielles an sich, das zudem die Illusion vermittelt, von welchen userInnen auch immer uniform wahrgenommen werden zu können.

Im 21. Jahrhundert leben wir in einem Zeitalter, das als die „postmediale Generation“²⁶ charakterisiert wird. Technische Medien erklären uns auf annähernd universelle Weise, für jede und jeden zugänglich, die Welt – was zu entdecken und wie zu kommunizieren sei, und ebenso, wie wir was und wann zu konsumieren zu haben usw. Die neuartige mediale Qualität, konsolidiert durch psychologisch-physiologische Forschungen, getragen von erst vor Kurzem gegründeten Disziplinen wie der Neuroästhetik oder molekularen Ästhetik, wird als postmedial definiert und gibt vor, neue Möglichkeiten eines demokratischen Lebens zu eröffnen. Die derzeitigen Entwicklungen in Wissenschaft und Kunst signalisieren, dass gerade für die postmediale Generation die Wahrnehmungsforschung, wie etwa die spezifische Fragestellung, ob nun eine reale oder doch nur scheinbare Bewegung stattgefunden habe, trotz des avancierten postmedialen technischen Supports hochaktuell bleiben wird.

25 Siehe dazu Aldous Huxley, *Die Pforten der Wahrnehmung. Himmel und Hölle* (1954), München 2010. Huxley beschreibt seine experimentellen Erfahrungen mit Meskalin und seine außergewöhnlichen visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten, die er unter dem Einfluss der Droge erlebte. Anfang der sechziger Jahre im 20. Jahrhundert erzeugte die amerikanische Gruppe USCO mithilfe von Mehrfachprojektionen von Dias, Filmen und mit stroboskopischen Effekten psychedelische Raum-Situationen. Gerd Stern, ein Gründungsmitglied von USCO, beschreibt diese Phänomene u. a. mit dem Ausdruck „mystical reality“. Vgl.: Gerd Stern im Interview mit Jonas Mekas, in: *Film Culture, Expanded Arts*, New York 1966, S. 3

26 Die Begriffe wie „Postmedialität“ oder „postmediale“ Phänomene finden derzeit in den wissenschaftlichen und künstlerischen Diskursen ein breites Interesse. Inspiriert durch den Ausstellungstitel „Postmediale Kondition“ (2005), eine Ausstellung, bei der Künstler Thomas Feuerstein ebenfalls vertreten war, kommt hier der Begriff „postmediale Generation“ in Verwendung. Siehe dazu auch den Beitrag von Peter Weibel, *Postmediale Kondition*, in: *Kat. Postmediale Kondition*, hg v. E. Fiedler, C. Steinle, P. Weibel, Graz 2005, S. 10–11