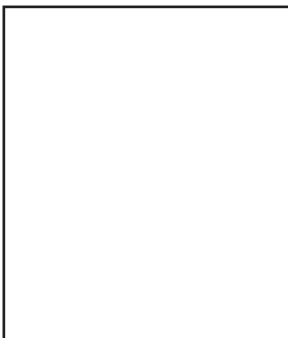


DIE KUNST DER SINNE – DIE SINNE DER KUNST. ,Digitale Synästhesie‘ als Modell für eine Kybernetik der Ästhetik

erscheint 2015 in:

Jeschke S, Schmitt R, Dröge A (Hg.), *Exploring Cybernetics - Kybernetik im interdisziplinären Diskurs*, WienNewYork: Springer.



„Der Schlüssel zur Perzeption sind nicht die Sinnesorgane allein, sondern ihr Wechselspiel mit dem Bewegungsapparat; oder, wie mein Freund Humberto Maturana zu sagen pflegte: „Man sieht mit den Beinen.““
(Heinz von Foerster)

1. Einleitung

Die Neurowissenschaften haben das Phänomen der Synästhesie, das seit Mitte des 19. Jahrhunderts ein ausgedehntes Feld wissenschaftlicher und künstlerischer Forschung gewesen ist, seit den 1990ern wiederentdeckt und seither äusserst umfassend und intensiv erforscht (Marks 1996; Baron-Cohen & Harrison 1997; Campen 1999, 2010; Zeki 1999, 2010; Martino & Marks 2001; Cytowic 2002; Ramachandran & Hubbard 2001, 2003; Ward 2008). Synästhesie ist der Begriff für ein Phänomen multisensorischer Empfindungen wie zum Beispiel das „Farbenhören“. Grundsätzlich handelt es sich dabei um cross- und transmodale Überschreitungen bei der Verarbeitung von Sinnesreizen im Gehirn. Moderne Untersuchungs- und Beobachtungstechnologien, die die Gehirnfunktionen bis in den molekularen Bereich sichtbar machen – wie etwa die Positronenemissionstomographie (PET), die funktionale Magnetresonanztomographie (fMRT), die Computertomographie (CT) oder die *single-photon emission CT* (SPECT) – ermöglichen es, diese Prozesse zu untersuchen und Hypothesen zu erstellen. Besonders der Anteil der neuronalen Aktivitäten an kognitiven und sinnesverarbeitenden Tätigkeiten und ihre Rolle für die Gedächtnisforschung sowie für die Erforschung des Bewusstseins sind von großem Interesse für die Neuro- und Kognitionswissenschaften. Die Möglichkeiten der bildgebenden Verfahren haben daher wesentlich zu einer „Renaissance“ der Synästhesieforschung in jüngster Zeit beigetragen.

Synästhesieforschung kann auch als Wahrnehmungsforschung *per se* bezeichnet werden. Sie berührt dabei aber nicht nur neuro- und kognitionswissenschaftliche Aspekte, sondern stellt darüber hinaus ein wichtiges Untersuchungsfeld für medien- und medienästhetische Fragestellungen dar (Filk et al. 2004; Heibach 2004). Aus diesem Grund, und weil (Syn)ästhesie und Ästhetik sozusagen die Perzeptions- und die Produktionsseite ein und derselben Medaille (der *Aisthesis*) darstellen, spielt die Kunst für die Synästhesieforschung immer schon eine wichtige Rolle. Dabei wurden ihr die unterschiedlichsten Rollen und Funktionen zugeteilt, von denen ich einige anführen möchte, die besonders oft in Anspruch genommen werden:

— Der Künstler/die Künstlerin als Synästhet_in: Dieses Konzept ist von der Vorstellung geprägt, dass besonders kreative Personen – wie es Künstler und Künstlerinnen ja zu sein scheinen – oft auch über synästhetische Fähigkeiten verfügen bzw. liegt dem umgekehrt die Hypothese zugrunde, dass synästhetische Fähigkeiten auch eng mit kreativen gekoppelt sind. Berühmte Musiker, Schriftsteller und bildende Künstler – weniger die Künstlerinnen – wie Wassily Kandinsky, Arthur Rimbaud, Alexander Skrjabin, Vladimir Nabokov, David Hockney und andere werden gerne *post mortem* oder auch noch im Leben als Synästheten bezeichnet bzw. wird ihnen diese Eigenschaft aufgrund eigener Aussagen oder auch zugeschriebener Vermutungen mehr oder weniger spekulativ unterstellt. Der renommierte Synästhe-

sieforscher John Harrison etwa bezweifelt in seiner Anthologie “Wenn Töne Farben haben”, dass ein Großteil der vermuteten synästhetischen Personen über “echte” Synästhesie verfügt. (Harrison 2007, 128f).

— Kunst als “Testmaterial” für wissenschaftliche Forschung über Synästhesie: Kunstwerke und künstlerisch inspiriertes Bild- und/oder Soundmaterial werden verwendet, um synästhetische Empfindungen, Eindrücke und Erfahrungen bei Probanden zu testen. In einer aufwändigen Studie von 2008 wurde das anhand von 100 digitalen Animationen, die von einer Künstlerin auf Basis der Beschreibung von Synästhet_innen produziert wurden, durchgeführt (Ward et al. 2008, 1288).

— Kunst als prototypisches Material für die Repräsentation universeller Theorien zur Wahrnehmung: In diesem Konzept fungieren Kunstwerke als Matritzen für psychologische Interpretationen über die ästhetischen Intentionen ihrer Urheber_innen und führen dann zu Überlegungen über die Psychologie der Wahrnehmung im Allgemeinen: “... diejenigen, die Kunst schaffen, [projizieren] in ihr Werk - sei es eine Erzählung, eine Symphonie oder ein Gemälde - gewisse Denkweisen und Empfindungen [...], die vielen Menschen gemeinsam sind, weil ihr Gehirn auf einer gewissen grundlegenden Ebene nach ganz ähnlichen gemeinsamen Linien organisiert ist.” (Zeki 2010, 14)

Auch in den Kunstwissenschaften bleibt die Synästhesie bisher ein Phänomen der Forschung, das anhand künstlerischer Werke (oder auch einzelner Künstler_innen) untersucht wird, die sich historisch mit den Phänomenen synästhetischer Wahrnehmung befasst haben. Gegenstand der Untersuchung ist dabei vor allem das Zusammenspiel der künstlerischen Medien, die synchrone Empfindungen in allen Sinnen auslösen (sollen). Es kann hier nicht genauer auf diese Thema eingegangen werden, Schlagworte wären aber “Gesamtkunstwerk”, Musiktheater, Farbenmusik, das Spiel mit visuellen und auditiven Trugbildern usw. (Vgl. Schuler 2015). Auch im kunstwissenschaftlichen Zugang spielen aber die Künstler_innen oder die Kunstwerke selbst nicht die Rolle der Forschenden, sondern bleiben im Modus des Anschauungsobjekts stecken.

Diese Art der Forschung bleibt einer Vorstellung verhaftet, die Kunst als Objekt der Beobachtung für die Wissenschaften sieht. Trans- und interdisziplinäre Zugänge, die Künstler und Künstlerinnen in ein interdisziplinäres Forschungsdesign integrieren, sind hier die Ausnahme.¹

Digital Synesthesia hingegen ist ein “arts-based” Forschungsprojekt, das die Möglichkeiten der digitalen Kunst, translationale und cross-modale Sinneswahrnehmungen und Empfindungen für Nicht-Synästhet_innen herzustellen, erforscht. Das inter- und transdisziplinäre Projekt, das an der Abteilung für Digitale Kunst der Universität für angewandte Kunst Wien von 2013 bis 2016 durchgeführt wird, wird innerhalb des Programms PEEK² des Österreichischen Forschungsförderungsfonds gefördert.³

¹ Der Künstler Robin Hawes hat z.B. künstlerische Experimente zur Ästhetik der Wahrnehmung durchgeführt, in denen er sich auf Zekis und vor allem auf Noës Theorien stützt (Hawes 2012). (Siehe auch Abschnitt 2.2.1. „Die Frage der Sinnesmodalitäten“)

² “Programm zur Entwicklung und Erschließung der Künste”

³ www.digitalsynesthesia.net

Im Gegensatz zu den weiter oben aufgezählten Rollen von Kunst und Künstler_innen innerhalb der bisherigen Synästhesieforschung, ist *Digital Synesthesia* jedoch weder an Künstler_innen als Synästheten interessiert, noch an Kunst als Material zur Testung von Proband_innen, noch an der ästhetischen Interpretation von Kunstwerken, als vielmehr an den synästhetischen Möglichkeiten der digitalen Kunst. Was bedeutet das nun im konkreten, vorliegenden Fall? Zuerst einmal zeigt sich das in der Forschungsmethode, die – kybernetisch inspiriert – einen autologischen und medienreflexiven Prozess darstellt, in dem als wesentliche Elemente kommunikative Feedback-Loops sowie die Medienbeobachtung und -reflexion eingebaut sind. Weiters ist die Inter- und Transdisziplinarität ein fundamentales Kriterium, in dem Künstler_innen mit Neurowissenschaftler_innen sowie mit Kunst- und Medientheoretiker_innen kooperieren. Es werden in diesem Prozess eine Reihe von digitalen Kunstwerken geschaffen, die einerseits naturgemäß hohen künstlerischen und ästhetischen Ansprüchen genügen sollen, andererseits aber auch als experimentale Installationen dienen sollen, um ihre synästhetische Wirkung zu überprüfen.

Wie genau eine solche Überprüfung vor sich gehen kann, und welche medialen, ästhetischen und perzeptiven Parameter dabei zu berücksichtigen sind, darauf werde ich weiter unten noch genauer eingehen. Zuerst möchte ich im Folgenden den Begriff der Synästhesie, wie er in der aktuellen wissenschaftlichen Forschung diskutiert wird, kurz vorstellen. Ich werde zeigen, dass die Forschung in diesem Bereich in den letzten Jahren zu neuen Erkenntnissen über die Merkmale von Synästhesie geführt haben. Wissenschaftliche Konzepte, die vor allem auf die *cross-modale* Interaktion der sinnesverarbeitenden Areale im Gehirn fokussiert sind, wurden immer mehr zugunsten eines breiteren Verständnisses von Synästhesie verworfen, das diese nicht bloss als ein durch Sinnesreize evoziertes Phänomen versteht, sondern als eine perzeptive Leistung, die auch *semantisch*, also bedeutungsabhängig, herbeigeführt werden kann.

Auf diesen Überlegungen aufbauend, werde ich abschliessend am Beispiel von einigen historischen und zeitgenössischen künstlerischen Werken aufzeigen, wie diese – wiederum aus kybernetischer Perspektive – Aufschluss über (syn)ästhetische Parameter der Wahrnehmung geben können, und wie Synästhesie und digitale Kunst als Prototypen für die Forschungsfelder der Ästhetik fungieren können.

2. Was ist Synästhesie?

Der Begriff “Cross-Modalität” bezeichnet das physiologische und ästhetische Phänomen, Informationen aus verschiedenen Sinnesbereichen wie dem Sehen, Hören, Riechen, aber auch dem Bewegen oder Schmerzempfinden, miteinander zu verknüpfen. Diese grundsätzliche, bei fast allen Menschen vorkommende Fähigkeit, wird auch als “schwache” oder “assoziative” Synästhesie bezeichnet. Sie zeigt sich im Alltag etwa an der Vielzahl sprachlicher Metaphern, die Eigenschaften aus einer Sinnesmodalität auf eine andere übertragen: ein “spitzer Schrei” etwa überträgt eine haptische Eigenschaft (spitz) auf einen auditiven Gegenstand (Schrei). Weitere Beispiele dafür sind etwa die universal verbreitete Korrelation zwischen tiefen Tönen und dunklen Farben bzw. zwischen hohen Tönen und hellen Farben (Lakoff & Johnson 1980; Ramachandran & Hubbard 2001).

Die "echte" bzw. "starke" Synästhesie wird hingegen als eine besondere Fähigkeit des Gehirns beschrieben, Stimuli aus zwei oder mehreren Sinnesbereichen miteinander zu verknüpfen und damit Phänomene zu erzeugen, wie etwa das Farbenhören oder sogar die Wahrnehmung, dass Gegenstände schmecken oder Wörter riechen können. Nach aktuellem Stand der Forschung verfügen heute etwa 3,5 Prozent (Day 2014a) bis 4 Prozent (Sagiv et al. 2011, 82) der Weltbevölkerung über synästhetische Wahrnehmungsfähigkeiten.

In August 2014 hat Sean Day, Präsident der *American Synaesthesia Association*, 63 verschiedene Arten von Synästhesie aufgelistet. Zu den am meisten verbreiteten zählen dabei die Graphem-Farb-Synästhesie (62 Prozent aller Synästhet_innen), die Zeiteinheiten-Farb-Synästhesie (21 Prozent aller Synästhet_innen), die Musik-Farb-Synästhesie (18,6 Prozent aller Synästhet_innen) und die Ton-Farb-Synästhesie (15 Prozent aller Synästhet_innen) (Day 2014b). Days Liste ist eine beeindruckende Darstellung von Synästhesie, für wissenschaftliche Forschung ebenso wie für ihre Bedeutung im Alltag. Viele neueste und ältere Forschungen (Hale et al. 2014; Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014; Marks & Mulvenna 2013; Moos et al. 2013) beziehen sich auf diese Auflistung als eine verlässliche Quelle, die vom Autor auch regelmäßig auf den neusten Stand gebracht wird. So ist das letzte Update mit August 2014 zu vermerken und hält als Begriffsdefinition fest:

"Synesthesia is the general name for a related set (a 'complex') of various cognitive states. Synesthesia may be divided into two general, somewhat overlapping types. The first, which I sometimes call 'synesthesia proper', ... in which stimuli to a sensory input will also trigger sensations in one or more other sensory modes. The second form of synesthesia, called 'cognitive' or 'category synesthesia', involves synesthetic additions to culture-bound cognitive categorizational systems. In simpler words, with this kind of synesthesia, certain sets of things which our individual cultures teach us to put together and categorize in some specific way – like letters, numbers, or people's names – also get some kind of sensory addition, such as a smell, color or flavor." (Day 2014c)

Neben dieser existieren naturgemäß eine Reihe weiterer Definitionen von Synästhesie, die den Begriff - je nach Theorie- bzw. Forschungsziel bzw. -hintergrund beschreiben. Marks Definition ist zum Beispiel von einem sprachwissenschaftlichen Diskurs geprägt ("the translation of attributes of sensation from one sensory domain to the other" (Marks 1997, 49). Evers, der einen kunstpädagogischen Hintergrund hat, betont den kreativen Aspekt von Synästhesie und bezeichnet sie als "the perceptual-cognitive condition in which inter-modal relations are involuntary experienced as a characteristic aspect of perception or as a voluntary expression of the unity of the senses in the form of a creative act using language, audiovisual imagery or any other combination of media." (Evers 2012, 7). Campen wiederum referiert auf Wahrnehmungskonzepte aus der Kunsttheorie und hier speziell auf die Gestalttheorie: "the simultaneous perception of two or more stimuli as one gestalt experience." (Campen 2010).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die aktuellen Neurowissenschaften davon ausgehen, dass es sich bei Synästhesie nicht unbedingt um eine Dysfunktion des Gehirns handelt (wie bis Ende des 20. Jahrhunderts noch argumentiert wurde), sondern vielmehr um ein Phänomen, das einen normalen Modus der Kognition reflektiert ("one reflecting a normal mode of cognition" – Sagiv & Ward 2006, 261). Sagiv et al. (2011) haben zum Beispiel gezeigt, dass es keine Unterschiede bei der Gehirnstruktur von Synästheten und Nicht-Synästhet_innen gibt. Die Autor_innen haben festgestellt, dass es sich bei einigen Mechanismen der Synästhesie um dieselben handelt wie bei "normaler", cross-modaler

Wahrnehmung. Dennoch wurden Unterschiede zwischen Synästheten und Nicht-Synästhet_innen beobachtet; und andererseits wiederum gibt es Ähnlichkeiten in Bezug auf das Erscheinen von Synästhesie: Sie ist unbeabsichtigt, wird automatisch hervorgerufen und ist meistens unidirektional von einem Sinnesreiz zu einer anderen Sinnesmodalität ausgerichtet, wobei wiederum einige Forschungen auch bidirektionale Übertragungen und Transmodulationen festgestellt haben (Sagiv & Ward 2006, 261). Synästhesie wird also immer öfter als ein Phänomen betrachtet, dass zwar bei manchen Menschen besonders stark ausgeprägt ist, funktional aber grundsätzlich einer perzeptuellen Normalität entspricht.

2.1. „Starke“ und „Schwache“ Synästhesie

Je mehr die Wissenschaften über das Phänomen Synästhesie erfahren, desto klarer wird, dass die Grenze zwischen „echter“ und „falscher“ Synästhesie schwer zu ziehen ist. Dennoch wird nach wie vor an der Abgrenzung dieser beiden Phänomene voneinander gearbeitet und die wissenschaftlichen Diskussionen zu diesem Streitpunkt finden seit den 1990er Jahren intensiv statt. Cytowic (2002), Ramachandran & Hubbard (2003) oder Martino & Marks (2001) vertreten etwa die These, die „schwache“ Synästhesie sei eine bloss metaphorische, assoziative, durch Sprache, Ähnlichkeiten und Interaktionen während eines neuronalen Informationsverarbeitungsprozesses ausgelöste Wahrnehmung. Marks & Mulvenna (2013) haben deswegen versucht, „echte“ Synästhesie von sechs ihr ähnlichen Wahrnehmungsformen abzugrenzen. Sie führen hier „cross-modale Korrespondenzen“, „cross-modale bildliche Vorstellungen“, das sogenannte *Proust Phänomen* (benannt nach der Beschreibung der Erinnerung, die der Geschmack von *Madeleine*-Kuchen bei dem französischen Romancier ausgelöst hat), „Empathische Wahrnehmung“, „Halluzinationen“ und die *Doppler Illusion* (die Änderung der Tonhöhe von Sirenen, je nach dem Ort ihres Zu- oder Wegbewegens von der Hörerin) an. Schliesslich schlagen sie vor, Synästhesie in drei verschiedenen Theoriegebäuden zu charakterisieren: Im *monistischen* Konzept wird Synästhesie als ein Spektrum oder Kontinuum der Wahrnehmung betrachtet, also als etwas „Normales“: der *dualistische* Ansatz unterscheidet zwischen der „traditionellen“ Synästhesie und den ihr ähnlichen Phänomenen, wie ich sie oben kurz angeführt habe. Das *pluralistische* Konzept schliesslich verbindet beides: es unterscheidet Synästhesie von ihr nur ähnlichen Erscheinungen, charakterisiert sie aber als eine *teeming multiplicity*, also als eine Art multiples Gewusel (Marks & Mulvenna 2013, 3).

Sagiv et al. wiederum schlagen die Unterscheidung in drei Klassen von Wahrnehmungsphänomenen vor, die in ihren Erscheinungsformen der Synästhesie ähnlich sind, jedoch über keinen „echten“ Stimulus verfügen. Dazu zählen spontane Halluzinationen, *metamorphosia* (Stimulus im selben Sinnesbereich wie jenem, in dem die synästhetische Erfahrung passiert) und synästhetische Halluzinationen, die in zwei verschiedenen Sinnesbereichen ausgelöst bzw. erfahren werden (Sagiv et al. 2011, 83).

2.2. „Niedere“ und „höhere“ Synästhesie

Die Unterscheidung zwischen „starker“ und „schwacher“ Synästhesie bezieht sich vor allem auf die Betonung der *Sensory Domain* (des sensorischen Bereichs) des auslösenden Stimulus und inwiefern dieser zu einer Wahrnehmungserfahrung in einem anderen Sin-

nesbereich führt. Dabei wird davon ausgegangen, dass Stimuli vorwiegend in Form von Sinnesreizen passieren, also aus der visuellen, auditiven, gustatorischen, olfaktorischen oder haptischen Domäne stammen.

“Niedere” Synästhesie wird daher auch dem sensorischen Aspekt, “höhere” Synästhesie dem kognitiven, konzeptuellen Aspekt synästhetischer Phänomene zugeordnet. Der Terminus “nieder” (Englisch: *lower*) ist historisch darauf zurückzuführen, dass Synästhesie sehr lange (seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts bis in Ende des 20. Jahrhunderts) für eine Dys- oder Fehlfunktion des Gehirns bei Wahrnehmungsvorgängen gehalten wurde, deren perzeptueller, neuronaler Charakter auf einer evolutionär “niederen” Stufe angesiedelt ist, als die “höheren”, konzeptuellen Fähigkeiten des Gehirns.

Wenn man diese dualistische Sichtweise weiter denkt, dann ergeben sich daraus jedoch zumindest zwei Fragestellungen, die die Trennung in eine evolutionsgeschichtlich „niederen“ von einer „höheren“ Synästhesie hinfällig, bzw. deren Beantwortung nach aktuellem neurowissenschaftlichen Stand eine solche Trennung obsolet machen müsste. Ich möchte im Folgenden die beiden Fragestellungen kurz skizzieren:

2.2.1. Die Frage der Sinnesmodalitäten

Die Reduktion unserer sinnlichen Wahrnehmungskapazitäten auf die klassischen fünf Sinne ist längst obsolet. Wahrnehmung ist nicht nur eine Angelegenheit der *exterozeptischen* Sinne Sehen (visuell), Hören (auditiv), Riechen (olfaktorisch), Schmecken (gustatorisch) und Tasten (haptisch), sondern wird ebenso durch eine Reihe von weiteren Sinnen beeinflusst, die als die *interozeptischen* Sinne bezeichnet werden: *Propriozeption* (Gleichgewichtssinn und *kinästhetischer* oder Bewegungssinn), *Viszerozeption* (Wahrnehmung der inneren Organe), *Thermozeption* (Temperaturwahrnehmung) und *Nocizeption* (Schmerzempfindung).

Synästhesieforschung bestätigt immer mehr, dass all diese Sinne eine Rolle bei (syn) ästhetischen Empfindungen spielen. In Bezug auf Theorien des *cognitive embodiment*, die die Verkörperung unserer Erfahrungen als fundamental für die Wahrnehmung und damit für die Konstruktion von Wirklichkeiten beschreiben, macht das auch Sinn. Beispielhaft wurde dies von Lakoff & Johnson (1980) im Bereich der *cognitive linguistics* am Beispiel der Sprache demonstriert: Metaphern als bildliche Übertragungen körperlicher Wahrnehmungseigenschaften bzw. -gegensätze wie hoch/tief, warm/kalt usw. werden als *image schemata* auch auf Gegenstände oder Konzepte übertragen.

Nur, wenn wir auch die Bewegungssinne und Selbstwahrnehmungsempfindungen in ein ganzheitliches Konzept der Wahrnehmung miteinbeziehen, wird erklärbar, wie selbst Raum und Zeit als scheinbar abstrakte Konzepte Eingang in unsere Wahrnehmung finden. Die Bewegung als *kinästhetischer* Sinn wird dann zur Grundlage aller sinnlichen Erfahrung. Dies beschreibt zum Beispiel der Künstler Robin Hawes im Rahmen seiner Wahrnehmungsforschung: “I began to recognize that perhaps the significance of an aesthetic experience lies in *the very nature* of our perceptual process, which can be said to be temporally extended and performative *in itself* and, of course, on which all kinds of art must depend.” (Hawes 2012, 336) Hawes bezieht sich in seinen künstlerischen Experimenten auf die Synästhesie-Theorie Zekis (2010) einerseits, und andererseits auf eine ästhetische

Theorie Noës, der Kunstwerke aus einer Perspektive beschreibt, die “the qualities of seeing itself” herausfordert (Noë 2000, 124). Letzterer hält fest,

“... that perceptual experience, in whatever sensory modality, is a temporally extended process of exploration of the environment on the part of an embodied animal. ... If perceptual experience is in fact a temporally extended process, then to investigate experience we need to turn our gaze ... to the activity itself in which this temporally extended process consists, to the things we do as we explore the world.” (Noë 2000, 128)

Die Selbstbeobachtung als kybernetisches Prinzip ist es also, die Rückschlüsse über die Wahrnehmung als „zeitlich ausgedehnter Prozess“ leisten soll.⁴ Dies soll vor allem in der Reflexion der Wahrnehmung von Kunst möglich werden, die Noë als *experiential* bezeichnet, als “Erfahrungskunst”, und die er von der “Repräsentationskunst” unterscheidet. *Experiential art* zeichnet sich durch vier Eigenschaften aus, sie ist *environmental*, *lacking in perspicuity*, *overwhelming* und *particular*. Solche Kunst bewirkt laut Noë, dass wir darüber nachdenken, wie wir in Bezug auf unsere Wahrnehmung fühlen, was wir also empfinden (Noë 2000, 131). Noë und Hawes gehen beide aber trotz aller Erweiterung des Verständnisses von sinnlichen Komponenten beim Wahrnehmen nur auf den Sehsinn als Ausgangspunkt ihre Überlegungen zur kinästhetischen Komponente der Wahrnehmung ein; Hören, Riechen und die anderen Sinne werden nicht miteinbezogen.

Wenn man nun nochmals auf die Unterscheidung zwischen „schwacher“ und „starker“ Synästhesie zurückkommt, in der zwischen einer quasi “perzeptuellen” und eine “konzeptuellen” Art differenziert wird, dann müsste auch die “niedere” Synästhesie aufgrund der eben diskutierten Erweiterung der Sinnesmodalitäten als ein breiteres Spektrum betrachtet werden, in dem auch andere als die fünf Sinne eine Rolle spielen, und zwar sowohl als *inducer* (Auslöser) als auch als *concurrent* (mit ausgelöster Sinnesbereich).

2.2.2. Die Frage nach Raum und Zeit als abstrakte Konzepte in der Synästhesie

An diese Fragestellung im Kontext der Verbreiterung des sensorischen Spektrums in der Synästhesie möchte ich mit meiner zweiten Überlegung zur Unterscheidung von „niederer“ und „höherer“ Synästhesie anschliessen, die sich auf jüngste neurowissenschaftliche Erkenntnisse in Bezug auf die Rolle von abstrakten Konzepten für die Synästhesie stützen. Wenn man die Vorstellung eines körperlichen Daseins in der Welt mit der Möglichkeit, sich im Raum und in zeitlichen Dimensionen zu bewegen, koppelt, dann passen Erkenntnisse, die besagen, dass wir neben den extero- und interozeptischen Sinnen auch über einen Raumsinn und einen Zeitsinn verfügen, sehr gut in dieses Konzept.

Für diese These sprechen vor allem vier Argumente:

A) Kalendarische Einheiten wie Tage, Monate oder Jahre sind abstrakte Konzepte, die durch keine sensorischen Stimuli repräsentiert werden können. Dennoch scheinen sie für die Synästhesie eine Rolle zu spielen. Es ist schon länger bekannt, dass eine relativ große Anzahl an Synästhet_innen über die sogenannte Kalender-Farb-Synästhesie verfügt, bei der Tage, Monate und Jahre als räumlich um den Körper der jeweiligen Person angeordnet wahrgenommen werden. Dieses Phänomen hat u.a. zur These geführt, dass es

⁴ Im Abschnitt 4.6. „Das Prinzip der Wahrnehmungsbeobachtung“ werde ich dies anhand einiger Kunstwerke genauer explizieren.

sich dabei auch um eine erlernte Form der Synästhesie handeln könnte, die sich aus den kindlichen Fähigkeiten entwickelt, einerseits zu abstrahieren und andererseits, sich Objekte, die nicht da sind, vorstellen zu können (als Gedächtnisleistung). Beide Fähigkeiten führen in der kindlichen Entwicklung schliesslich dazu, abstrakte Konzepte überhaupt zu begreifen (Was ist ein “Dienstag”?) und vermutlich auch dazu, so schwierige Dinge wie einen Wochentag überhaupt begreifbar und verfügbar zu machen, indem sie (unbewusst) um den eigenen Körper räumlich drapiert werden (cf. Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014, 8). Diese Fähigkeit zur räumlichen Anordnung abstrakter Begriffe in der Synästhesie ist ein Hinweis auf die mögliche Rolle abstrakter, nicht sensorischer Konzepte als *inducer* von Synästhesie.

B) Auch die Zeit selbst wird mittlerweile als ein Art Sinnesmodalität bezeichnet. So scheint der *zirkadische* Rhythmus auf einer Art *Chronozeption* oder einem Zeitsinn zu beruhen, über den wir verfügen (Rao et al. 2001).

C) Darüber hinaus spielen die raum-zeitlichen Parameter einer Bewegung auch eine wichtige Rolle bei der (syn)ästhetischen Wahrnehmung von Farben, Tönen und Zahlen. Wie Ward et al. (2008) in einer groß angelegten, interdisziplinären Studie zeigen konnten, scheint es eine grundlegende Tendenz zu geben, dass visuelle Eindrücke sich von links nach rechts bewegen (Ward et al. 2008, 1295). In diesem Experiment wurden Nicht-Synästhet_innen mit 100 digitalen Animationen der Künstlerin Samantha Moore konfrontiert, die entweder nach genauen Beschreibungen von Synästhet_innen angefertigt wurden, die musikalische Töne als Farben wahrnehmen, oder von der Künstlerin frei entworfen wurden.⁵ Die Autor_innen der Studie betonen, dass die Ergebnisse in Bezug auf diesen *directional bias* ganz und gar nicht trivial seien, da diese aufgetreten sind, obwohl es in den verwendeten Ausgangstönen keine wie auch immer gearteten räumlichen Bewegungen gab. Die Autor_innen schliessen daraus, dass dieses Phänomen zwei mögliche Gründe haben könnte, nämlich einerseits eine Repräsentation der Spezialisierung der rechten Gehirnhälfte auf räumliche Prozesse und andererseits auch eine kulturelle Repräsentation des von links nach rechts Lesens (Ward et al. 2008, 1295).

D) Synästhetische Phänomene wie die *mirror-touch*-Synästhesie, die Personifizierung von Graphemen (Amin et al. 2011), temperaturgeleitete synästhetische Empfindungen (Day 2014a) oder die “Schwimmstil-Synästhesie” (Banissy & Ward 2007; Nikolic et al. 2011; Rothen et al. 2013) stellen einen weiteren Beweis dafür dar, dass Synästhesie nicht nur durch sinnliche Stimuli ausgelöst werden kann.

2.2.3. “Höhere” („kognitive“, “semantische” Synästhesie)

2.2.3.1. Synästhesie Lernen

Wie bereits erwähnt, hat sich die Synästhesie-Forschung sehr lange entlang der sogenannten *cross-activation Hypothese* (Baron-Cohen & Harrison 1997; Ramachandran & Hubbard 2003; Cytowic 2002) bewegt, die von einer durch Sinnesreize ausgelösten intermodalen Verschränkung bei der Wahrnehmung solcher Reize ausgeht. Einige Wissenschaftler_innen haben jedoch diese These in den letzten Jahren immer mehr in

⁵ Die Animationen sind auf *youtube* veröffentlicht: https://www.youtube.com/watch?v=O8Die3XX_NY (Accessed January 7, 2015)

Frage gestellt, weil sie – basierend auf Ergebnissen aus einer Reihe von Untersuchungen – herausgefunden haben, dass Synästhesie nicht nur eine Besonderheit in Bezug auf die Sinneswahrnehmung darstellt, sondern eine Fähigkeit, die auch gelernt werden kann (Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014; Pfeifer et al. 2014; Bor et al. 2014). Es wurde sogar festgestellt, dass “semantische” Auslöser – also rein abstrakte Konzepte wie Wochentage oder Zahlen – alleine und ohne einen zusätzlichen Trigger genügen würden, um synästhetische Empfindungen auszulösen: “... Cognitive or concept-dependent mental states are reported to be sufficient to elicit synesthetic perceptual concurrents in the absence of any related physical stimulation” as for example an auditory stimulus in form of a musical sound.” (Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014, 3)

Bor et al. (2014) haben beispielsweise gezeigt, dass beim Erlernen von synästhetischen Assoziationen von 13 Buchstaben des Alphabets mit spezifischen Farben Nicht-Synästhet_innen eine frappante Erhöhung synästhetischer Fähigkeiten antrainiert werden konnte. Die Studienautor_innen schliessen daraus, dass Synästhesie nicht nur bei einer kleinen Anzahl von besonders ausgezeichneten Menschen der Fall zu sein scheint (Bor et al. 2014, 5). Weiters stellen die Autor_innen einen engen Zusammenhang zu weiter reichenden mentalen Fähigkeiten wie Kreativität, Vorstellungskraft und Gedächtnisleistungen her (Bor et al. 2014, 7).

2.2.3.2. *Ideasthesia*

Es gibt aber auch Bemühungen, eine andere Form der Unterscheidung von Synästhesie und Synästhesie zu treffen, die u.a. von Mroczko-Wasowicz & Nikolic (2014) – beziehend auf frühere Studien von Mroczko et al. (2009) und Pfeifer et al. (2014) – , Rothen & Meier (2014) und Bor et al. (2014) vorgeschlagen werden. Synästhesie wird hier nicht nur als ein Phänomen intermodaler Übertragungen von Sinnesreizen gesehen, sondern vielmehr als ein Wahrnehmungsphänomen, das sowohl auf Sinnesreizen als auch auf Bedeutungsassoziationen (*semantic associations*) beruht (Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014, 1). Mroczko-Wasowicz & Nikolic (2014) schlagen dafür das Konzept der *Ideasthesia* vor, die sich von Synästhesie insofern unterscheidet bzw. diese phänomenal erweitert, als dafür ein *semantic knowledge network* als Grundlage für ebenen-übergreifende, synästhetische Erfahrungen dient.

Interessanterweise schlagen die Autor_innen nun gerade in diesem Zusammenhang und an diesem Stadium der Synästhesieforschung ein neues Konzept für die Beobachtung dieser Wahrnehmungsphänomene vor, und zwar eine Theorie der Organisation von lernenden Systemen (*adaptive systems*), die *Practopoiesis* (Nikolic 2014), die als ein Modell für “höhere”, also bedeutungsgetriebene Synästhesie fungieren könnte:

„According to this theory, semantic mechanisms are closely related to the mechanisms of general knowledge stored in long-term memory on the basis of which more specific knowledge is extracted, which is stored in working memory. The theory suggests that not only phenomenal experiences in synesthesia, but also everyday experiences, may be related to the process of categorization - synesthesia being a useful trait to enhance this process ...” (Mroczko-Wasowicz & Nikolic 2014, 8).

Nikolic schlägt aus kybernetischer Perspektive vor, ein Modell für lernende Systeme (egal ob künstliche oder lebende Systeme) zu errichten, in dem Lernen auf mehreren Ebe-

nen passiert, die hierarchisch zueinander strukturiert sind. Ohne hier auf die Details eingehen zu wollen, lässt sich festhalten, dass das Modell der *Practopoiesis* nicht nur für die Beobachtung von Handlungen von Systemen anwendbar ist, sondern eben auch für die Beobachtung von Wahrnehmungsprozessen auf neuronaler und physiologischer Ebene. Wahrnehmung als holistischer Prozess eines lebenden Systems, würde hier anhand der kybernetischer Prinzipien des *praktopoietischen* Lernens als „Handlung“ auf mehreren Ebenen beschrieben werden können. Die Hypothese, dass synästhetische Empfindungen daher auch auf mehreren Ebenen – also auch auf der semantischen oder „Bedeutungsebene“ – vor sich gehen, wäre damit erhärtet.

Das Konzept einer semantischen Synästhesie spielt nicht nur für die neurowissenschaftlichen Forschungen eine eminent wichtige Rolle, sondern auch für die Hypothesen des interdisziplinären Forschungsprojekts *Digital Synesthesia*. Die Hauptannahme, dass digitale Kunstwerke synästhetische Empfindungen aufgrund ihrer binären Verfasstheit produzieren, lässt sich durch die Erweiterung des Begriffs der Synästhesie um Bedeutungsassoziationen erhärten: vermitteln doch Kunstwerke nicht nur sinnliche Eindrücke qua ihrer medialen Ästhetik, sondern adressieren sie auch metaphorische und andere intermediale Assoziationen bei ihren Betrachter_innen.⁶

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass ein aktuelles Modell von Synästhesie durch folgende vier Merkmale – neben den eingangs beschriebenen funktionalen Eigenschaften „unabsichtlich“, „automatisch“ und „(meistens) unidirektional“ – definiert ist:

- A) Synästhesie funktioniert cross- und multimodal.
- B) Synästhesie kann durch sensorische und semantische Induktoren ausgelöst werden.
- C) Synästhesie stellt einen Spezialfall des „normalen“ Wahrnehmens dar.
- D) Synästhesie ist erlernbar.

Wie eingangs erwähnt, bietet sich die Synästhesie also durch ihre starke Ausprägung einzelner perzeptueller Aspekte als Prototyp für die Wahrnehmung *per se* an. Auf der Seite der Produktion von Wahrnehmungsangeboten stehen dem die Künstler_innen als Expert_innen für die gestalterischen Aspekte der Ästhetik gegenüber. Wie sich die beiden Bereiche im Zuge der Wahrnehmungsforschung koppeln lassen, werde ich nun im folgenden Kapitel behandeln.

3. Kybernetik der Ästhetik

Bevor ich am Beispiel von Kunstwerken demonstriere, wie Synästhesie in digitalen Kunstwerken als Modell für eine Kybernetik der Ästhetik fungieren kann, möchte ich diesen Begriff kurz umreißen.

3.1. Kunst als perzeptives Medienangebot

In Anlehnung an die systemtheoretische Soziologie Niklas Luhmanns übernimmt das Kunstsystem für moderne Gesellschaften die Funktion der „Weltkontingenz“ (Luhmann

⁶ Vgl. dazu auch meine Vorschläge zum Vergleich struktureller Korrelationen zwischen Synästhesie und digitaler Kunst (Gsöllpointner 2015).

1995). Kunst bietet demnach der Gesellschaft einen Spiegel an, in dem diese sich und ihre – nicht realisierten – Wirklichkeiten beobachten kann. Dies passiert mithilfe von Kunstwerken, die als ästhetische Medienangebote (Schmidt 2000) das Wahrnehmen, Handeln und Kommunizieren als konstitutive Akte der Wirklichkeitskonstruktion thematisieren. Die medienreflexive Gestaltung von Kunstwerken etwa ermöglicht Reflexion über die Medien der Kunst und der Kommunikation. Wahrnehmungsreflexive Gestaltung ermöglicht eine Reflexion über Wahrnehmungsmodi bzw. -gewohnheiten.

In einer früheren Forschungsarbeit konnte am Beispiel von Sprachmedien, die Künstler_innen in ihren Kunstwerke verwenden, festgestellt werden, dass diese über ein spezifisches *Ästhetisches Know-how* verfügen, ein Wissen über die Gestaltung von Kunstwerken (als Medienangebote) unter besonderer Berücksichtigung von ästhetischen, also Wahrnehmungsprozessen (Gsöllpointner & Moser 2009). Andere Untersuchungen haben ebenfalls herausgefunden,

„dass sich Künstler bei der Bildgestaltung die Prinzipien der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung in gezielter Weise zunutze machen. [...] Auch kognitive Interpretationsleistungen – wie etwa das Wahrnehmen von Kontext- und Kausalzusammenhängen – werden gezielt von Künstlern beeinflusst, und es hat sich gezeigt, dass die beabsichtigte Wirkung tatsächlich auch eintritt.“ (Schwan & Zahn 2006: 224)

Wie ich an anderer Stelle demonstriert habe, reflektiert besonders ein Gestaltungsmerkmal die ästhetischen, also Wahrnehmungskomponenten von Kunstwerken besonders: die Medienreflexivität (Gsöllpointner 2012). Wie Künstler_innen diesen Gestaltungsparameter genau einsetzen, wurde dort an vier Beispielen analoger und digitaler Kunst gezeigt.⁷

Eine Kybernetik der Ästhetik beobachtet also ästhetische, d.h. Wahrnehmungsvorgänge aus kybernetischer Perspektive und mithilfe kybernetischer Prinzipien. Wahrnehmungsvorgänge können einerseits die neuronalen und physiologischen Prozesse bei der Perzeption selbst sein, wie es etwa Nikolic mit seinem kybernetischen Konzept der *Practopoiesis* beschreibt (Nikolic 2014). Weiters kann es sich um kognitionspsychische Prozesse bei der Wahrnehmung handeln, wie dies etwa Belke & Leder (2006) anhand der Rezeption visueller Kunstwerke untersucht haben (Belke & Leder 2006). Drittens kann eine ästhetische Kybernetik auch auf die Beschreibung der Strategien von Künstler_innen bei der Gestaltung ihrer Werke ausgerichtet sein, die u. U. auf die multimodale und synästhetische Wahrnehmung ihrer Arbeiten abzielen. Derartige kybernetischen Gestaltungsparameter können unterschiedlichster Art sein, und ich werde später einige beispielhaft herausgreifen, die sich anhand wahrnehmungstechnischer Komponenten beschreiben lassen.

3.2. Kunst irritiert Wahrnehmung

Noë hat diese Aufforderung zur Reflexion durch Kunstwerke am Beispiel von Richard Serras Metallsulpturen demonstriert. Er bezeichnet die (wahrnehmende) Erfahrung als “temporally extended pattern of exploratory activity” (Noë 2000, 126) und betont dabei

⁷ Es handelte sich dabei um einen Popsong von “Attwenger” im Medium der Live-Stimme, um ein Acrylgemälde von Florentina Pakosta, um ein gedrucktes Booklet von Gerhard Rühm und um das digitale Kunstwerk *Der Zerseher* von Joachim Sauter und Dirk Lüsebrink (Gsöllpointner 2012, 33ff). Vgl. zu letzterer Arbeit auch Abschnitt 4.6. „Das Prinzip der Wahrnehmungsbeobachtung“.

den prozessualen, also zeitlichen und aktiven, Aspekt des Wahrnehmens. Noë spricht auch von “perceptual experience”. Aus kybernetisch-konstruktivistischer Perspektive wird Wahrnehmen als ein aktiver Prozess verstanden, der zum Einen Sinnesreize mit Erfahrungsmustern vergleicht und sie aus Gründen der Komplexitätsreduktion in vorhandenes Wissen (Erfahrungen) integriert (als Beispiel sei hier die *Gestalt*-Wahrnehmung genannt.) Zum Anderen leitet sich daraus eine individuelle Wirklichkeitskonstruktion ab, die als ein aktiver Teil des Wahrnehmungsprozesses betrachtet werden kann. Schliesslich wird diese je individuelle Wirklichkeit im Zuge von Kommunikationsprozessen mit anderen (psychischen) Systemen auf ihre Validität im Sozialen in Form von Feedback-Loops immer wieder überprüft (Vgl. Luhmann 1997). Wesentlich dabei ist, dass die sinnlichen Eindrücke normalerweise so verarbeitet werden, dass sie in das jeweils individuelle „Weltbild“ integriert werden können. Wenn ästhetische Erfahrungen aber ausreichend neu und ungewöhnlich sind, dann irritieren sie herkömmliche Wahrnehmungsgewohnheiten und führen neben anderen Wirkungen auch zur Reflexion des Wahrnehmungsprozesses selbst (Vgl. Belke & Leder 2006; Gsöllpointner 2012)

Im vorliegenden Zusammenhang soll nun dargelegt werden, wie Kunstwerke durch die Auswahl und die Gestaltung ihrer Medien auf die Wahrnehmung referieren und diese intermedial und intermodal reflektieren.

4. Die Kunst der Sinne

Ich habe an anderer Stelle die Frage der Kybernetik im Zusammenhang mit der Medienkunst bereits ausführlich diskutiert. In meiner Arbeit über “Medialität und Kybernetik” stand die Beobachtung der Medienkunst aus kybernetischen Perspektiven im Vordergrund. In diesem Zusammenhang habe ich vier kybernetische Kategorien der Kunst vorgeschlagen: Selbstreferentialität, *First Order Maschinen*, Systemische Interaktionen und intersystemische Aktionen sowie *Second Order Maschinen*. Zu letzteren habe ich Interaktive Installationen, *net.art* und *time-space*-Konstruktionen gezählt (Gsöllpointner 2004, 20ff).

In der vorliegenden Arbeit geht es mir aber um die Perspektive auf die Wahrnehmungsprozesse, die digitale Kunstwerke auslösen, reflektierbar machen und damit das aktive Wahrnehmen als blinden Fleck bei der Wahrnehmung sichtbar machen. Ich werde daher im Folgenden sechs Prinzipien der sinnlichen Wahrnehmung aus kybernetischer Perspektive vorstellen, die von digitalen Kunstwerken “repräsentiert” werden.

Kunst macht Wahrnehmung wahrnehmbar. Dieses kybernetische Prinzip, nämlich “die Wahrnehmung der Wahrnehmung”, zieht sich kunstgeschichtlich durch alle Epochen. Das Sehen – und später naturgemäß auch das Hören, Schmecken sowie alle weiteren Sinnesmodalitäten – war immer Gegenstand der (bildenden) Kunst. Mit Kunst wurde schon immer etwas sichtbar gemacht, was anders nicht zu sehen war. Egal ob die frühzeitliche Höhlenmalereien, mittelalterliche Ikonen, die Darstellung der Renaissance-Welten, romantische Malerei, Impressionismus, Moderne oder die medienbasierten Künste Fotografie, Film, Video, Fernsehen usw. – es ging immer um das – der jeweiligen Zeit adäquate – Darstellen von Wirklichkeit(en). Dass diese Wirklichkeiten zu hinterfragen

bzw. zu reflektieren waren, weil sie immer schon der Konstruktion durch die individuelle Wahrnehmung verdächtig waren, zeigt sich an einer Reihe von ästhetischen Prinzipien in Kunstwerken, die ich im Folgenden vorstelle.

4.1. Das Prinzip der Beobachtung in der Kunst

These: Kunst macht den Beobachtungsprozess sichtbar/erfahrbar/wahrnehmbar

Eine Auseinandersetzung mit dem Prinzip der Beobachtung von Wirklichkeiten durch die Kunst lässt sich vielleicht am einfachsten mithilfe eines heute sehr alltäglichen Begriffs beginnen: mit dem "Selfie". Das "Selfie" ist ein Selbstporträt, das mithilfe eines *Smartphones* oder digitalen *Tablets*, manchmal auch mit einer Fotokamera, im wahrsten Sinn des Wortes "geschossen" wird. Es stellt mit seiner spezifischen Medialität (der stets und überall verfügbaren Kamerafunktion auf technischen Alltagsgeräten) eine Fortführung des künstlerischen Genres "Selbstporträt" dar, wenn auch naturgemäß mit anderen Mitteln. Diese Mittel bzw. Medien haben das Selbstporträt innerhalb kürzester Zeit zu einem ästhetischen Medienangebot werden lassen, das in Sekundenschnelle hergestellt und ebenso schnell über Social Media global verbreitet werden kann. In seiner medienabhängigen Ästhetik (die sich vor allem durch die Geschwindigkeit bei Produktion und Verbreitung, sowie durch die im Gegensatz zur traditionellen Porträtgestaltung auf den ersten Blick völlig irrelevanten Bildgestaltung ablesen lässt) wird der Produktionsprozess und das Medium selbst erkennbar. Ein "Selfie" wird zum selbstreflexiven Medium, das sich selbst zur Schau stellt, indem es sich als ein "Bild des Selbst" präsentiert. Bei einem "Selfie" ist von vornherein klar, dass es einer technisch basierten Selbstbeobachtung entstammt, der nicht zu entgehen ist, ansonsten es kein "Selfie" mehr wäre.

Selbstredend handelt es sich bei "Selfies" generell nicht um Kunst, wenn es naturgemäß auch künstlerische Strategien gibt, die dieses Genre ästhetisch nützen und reflektieren.⁸ Das Selbstporträt ist ein fundamental künstlerisches Genre. Es stellt den/die (weltliche/n) Künstler_in ins Zentrum der Beobachtung. Albrecht Dürers berühmtes Selbstporträt von 1500 hat das Thema aufgegriffen und einer neuen, radikalen Form zugeführt. Dürers Selbstdarstellung war zweifellos skandalös zu jener Zeit, da er sich nicht nur selbst ins Zentrum des Bildes gesetzt hat, sondern darüber hinaus in einer Position, in einem Aussehen und mit einer Geste, die den Vergleich mit Darstellungen des Jesus provoziert haben.

Auch zuvor gab es bereits die Versuche einiger Künstler, sich selbst in Bildern darzustellen, wobei es da noch nicht um die Explizitheit der Darstellung des "Selbst" gegangen ist. Das eigene Bild als Spiegelung in einem Kunstwerk hat bereits Jan van Eyck in seiner berühmten Darstellung der Arnolfini-Hochzeit von 1434 thematisch vorweg genommen, indem er als Medium und als Symbol für die (Selbst)reflexion einen Spiegel ins Bild setzte. Der konvexe Spiegel, der sich im Zimmer des Hochzeitspaares und gleichzeitig in der Mitte des Bildes befindet, zeigt bei genauerer Betrachtung einerseits das Brautpaar von hinten sowie zwei weitere Personen, die sich in einem Türrahmen befinden. Dieser pik-

⁸ Vgl. hier zwei Ausstellungen, die sich erst kürzlich mit dem Selbstporträt als künstlerisches Genre im Kontext von (nicht nur) Social Media auseinander gesetzt haben: „Self-Timer Stories“ im Austrian Cultural Forum New York (Kuratorin: Felicitas Thun-Hohenstein) von 18. Juni bis 8. September 2014 (<http://www.acfny.org/event/selftimer-stories-1/>) und als *extended version* unter dem Titel „Selbstausröser“ von 29. November 2014 bis 15. März 2015 im Museum der Moderne Salzburg (<http://www.museumdermoderne.at/de/ausstellungen/aktuell/details/mdm/selbstausröser/>).

torale Hinweis ist einerseits in Hinsicht auf die Anwesenheit des Künstlers im Geschehen verstanden worden. Er kann aber aus kybernetischer Perspektive auch als Hinweis auf die (doppelte) Reflexion des Mediums im Bild verstanden werden: zum Einen als Spiegel, der die/den Betrachter_in in das Bild holt und damit eine Wirklichkeit des Geschehens im Hier und Jetzt herzustellen versucht; und zum Anderen als rückbezüglicher Verweis auf die Konstruiertheit, also „Unwirklichkeit“ des Bildes.

Eine ähnliche Konstruktion stellt auch das berühmte Gemälde „Las Meninas“ von Diego Velazques (1656) dar, in dem sich der Künstler selbst als Maler auf dem Bild so verewigt hat, als wäre das Gemälde ein Spiegelbild der gemalten Szene. Zudem setzte Velazques ebenso einen Spiegel in das Geschehen, in dem auch dort zwei Gestalten erscheinen, entweder das Königspaar, das die Szene betrachtet, andere Personen, die das Geschehen beobachten, oder der/die „virtuelle“ Betrachter_in des Bildes selbst, die dort „virtuell“ und sich selbst im Spiegel des Bildes reflektierend vorweggenommen wurde (Vgl. Gsöllpointner 2004).

4.2. Das Prinzip der Selbstbeobachtung in der Kunst

These: Kunst macht den Prozess der Selbstbeobachtung sichtbar/erfahrbar/wahrnehmbar

Diese Selbstbeobachtung, die durch das Genre des Selbstporträts darstellbar ist, wurde – so wie der Beobachtungsprozess überhaupt – im 20. Jahrhundert durch die Kybernetik quasi obsolet gemacht. Plötzlich gab es keinen objektiven Beobachter mehr, der von aussen auf ein unveränderbares Objekt/einen Prozess schaut, sondern einen, der das Beobachtete verändert, mitbestimmt und im Prozess der Beobachtung erschafft. Diese Selbstbeobachtung, die prozessual durch die Medien der Beobachtung mit konstruiert ist, haben zahlreiche Medienkünstler_innen mit ihren Arbeiten thematisiert. Ich kann aus Platzgründen hier nicht annähernd eine repräsentative Aufzählung dieser Arbeiten anführen, und verweise daher nur beispielhaft auf eine Ikone dieses Themas: auf Nam June Paiks berühmte Serie des „TV Buddha“ (Abb. 1). Buddha, der gleichzeitig sich selbst – mithilfe eines *Closed Circuit* – beim Meditieren beobachtet und dabei beobachtet, wie ihn die Kamera filmt.



Abb.1 *TV Buddha* (Nam June Paik, 1974)

4.3. Das Prinzip der (Unmöglichkeit der) Selbstbeobachtung in der Kunst:

These: Kunst macht die „Medien als blinde Flecken in ihrem Gebrauch“ (Krämer 1998) sichtbar

Die Selbstbeobachtung wird im 20. Jahrhundert als Heinz von Foersters “Beobachtung 2. Ordnung” (Foerster 1998) zum kybernetischen Problem. Es stellt sich konsequenter Weise heraus, dass, wenn der Beobachter das System durch seine Beobachtung verändert, er sich selbst nicht beobachten kann, ohne sich selbst, und damit seinen Beobachtungsprozess, mit zu verändern. Dieser paradoxe *Loop* führt zur Konsequenz der Unmöglichkeit der Selbstbeobachtung. Die Medienkunst hat dieses Paradoxon schon früh aufgegriffen. Peter Weibel zeigte mit der Installation *Beobachtung der Beobachtung: Unbestimmtheit* bereits 1973, dass der Selbstbeobachtungszirkel nur bei der entsprechenden räumlichen Positionierung von Beobachter und Beobachtungsmedien durchbrochen werden kann (Abb. 2). Diese Beobachtung durch die Medien führt aber zu einem tödlichen Perspektivenwechsel: „Der Beobachter seiner selbst sieht von sich nur differierende Teile. Er kann nicht sein Gesicht sehen. Eingeschlossen im Raum, ist jeder Raumpunkt sein Gefängniswärter, die Perspektive sein tödliches Schicksal.“ (Weibel 1982, 118)



Abb.2. *Beobachtung der Beobachtung: Unbestimmtheit* (Peter Weibel, 1973) (Foto: ZKM/Yvonne Mohr)

So wie Weibel die räumliche Position in der Selbstbeobachtung ins Zentrum seiner Arbeit stellt, so macht Dan Graham ein Jahr später auch auf die Zeit als Kriterium der Unbeobachtbarkeit aufmerksam: In *Present Continuous Past(s)* zeigt er auf, wie die Zeit und der Raum durch die Medien konstituiert sind und jede Selbstbeobachtung nur Illusion sein kann. (Abb. 3)

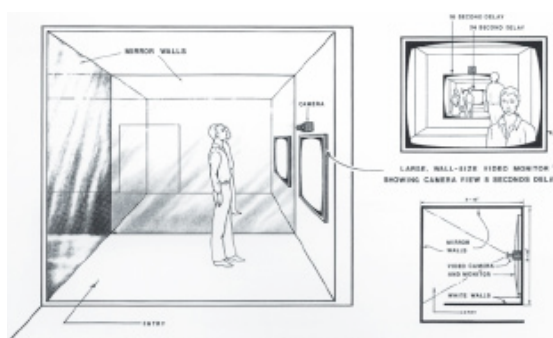


Abb.3. *Present Continuous Past(s)* (Dan Graham, 1974)

4.4. Das Prinzip der Selbstbezüglichkeit (Selbstreferentialität):

These: Kunst macht ihre materielle und mediale Produziertheit sichtbar/erfahrbar/wahrnehmbar

Die Selbstbeobachtung in der Kunst wird allerdings dann möglich, wenn die Selbstbezüglichkeit der Arbeit sowohl materiell als auch „semantisch“ (in Bezug auf ihren „Inhalt“) wahrnehmbar wird.

Die Künstlerin Brigitte Kowanz setzt sich beispielsweise in ihren Lichtarbeiten mit der materiellen Grundlage des Mediums Licht auseinander und zeigt auf, dass Sehen vom Medium Licht abhängig ist, das als Materie schon die Paradoxie der Wahrnehmung mitträgt: Licht als gleichzeitig Welle und Teilchen verkörpert quasi idealiter das systemische Prinzip des „Sowohl als auch“. Es ist das Eine, aber auch das Andere. Dieses paradoxe Medium nun ist die Voraussetzung für visuelle Wahrnehmung schlechthin. Kowanz macht in ihren Arbeiten deutlich, dass das Sehen eine materiell verfasste Beweglichkeit von Licht voraussetzt. In *Lichtgeschwindigkeit 6m/sec* von 1993 etwa zeigt sie in Form einer leuchtenden Zahl auf einer Stele jene Zeit in Sekunden, die das Licht benötigt, um eine Entfernung zu überwinden, die der Länge der Stele entspricht (Abb. 4) Der Titel der Arbeit referiert direkt auf den Inhalt der Arbeit, nämlich auf die materielle Grundlage des Mediums selbst, indem dargestellt wird, dass Raum und Zeit nötig sind, um Licht auf die Netzhaut treffen zu lassen, bevor dieser Stimulus als visueller Reiz physiologisch verarbeitet werden kann. Die dargestellte Zahl und mit ihr das ganze Kunstwerk repräsentiert sich selbst und wird damit für die Betrachter_in sichtbar, erfahrbar und begreifbar.



Abb.4. *Lichtgeschwindigkeit 6m/sec* (Brigitte Kowanz, 1993)

4.5. Das Prinzip der Medienreflexivität:

These: Kunst macht ihre Medien sichtbar/erfahrbar/wahrnehmbar

Wie Kunst ihre Medien und deren multimodalen Eigenschaften sichtbar macht, wurde von mir am Beispiel der Verwendung von Texten in Kunstwerken untersucht (Gsöllpointner & Moser 2009). Dabei hat sich gezeigt, dass durch den ausgesuchten Einsatz bestimmter Sprachmedien für Texte in Kunstwerken die Multimodalität der Medien erfassbar und damit reflektierbar wird. Modale Eigenschaften, die dem jeweiligen Sprachmedium zugeordnet werden können, wie etwa die auditive Lautstärke der Stimme oder die kinästhetische Beweglichkeit der Digitalschrift, werden dabei von den Künstler_innen durch die ästhetische Gestaltung ihrer Texte aufgezeigt. So stellt zum Beispiel Ruth Schnell mit ihrem Lichtbild *PLOP* von 2004 einerseits das Medium Licht als Trägermedium eines Textes heraus, und verweist damit andererseits auf das Sehen bzw. Lesen als nicht nur visuelle, sondern auch kinästhetische Sinnesmodalität (Vgl. Gsöllpointner 2009a). Peter Weibel wiederum macht die Beweglichkeit der Digitalschrift sichtbar, indem sich die Betrachter_innen seiner interaktiven Installation *Zur Rechtfertigung der hypothetischen Natur der Kunst und der Nicht-Identität in der Objektwelt (Text-Welt)* von 1992 ausgiebig bewegen müssen, um diese als Texte lesbar und damit wahrnehmbar werden zu lassen (Vgl. Gsöllpointner 2009b).

4.6. Das Prinzip der Wahrnehmungsbeobachtung: Die Metaphern der Sinne

These: Kunst macht die Wahrnehmung sichtbar/erfahrbar/wahrnehmbar

Im Zusammenhang mit der o.a. Untersuchung zum Einsatz von Sprachmedien in Kunstwerken konnte auch gezeigt werden, dass das *ästhetische Know-how* von Künstler_innen unter anderem darin besteht, intermediale Übertragungen von Eigenschaften eines Mediums in ein anderes so durchzuführen, dass dadurch etwas Neues zum Vorschein kommt (Gsöllpointner & Moser 2007). Das metaphorische Prinzip der Abduktion (ein kreativer Prozess, der aus zwei Erfahrungen, die auf den ersten Blick nicht zueinander passen, eine neue Erkenntnis entstehen lässt; Vgl. Glasersfeld 1998) wird dabei in Bezug auf die Medien der Kunst angewandt. Ausgehend von McLuhans Prämisse, dass Medien immer Metaphern für andere Medien sind (McLuhan 1997) sowie auf Lakoff & Johnsons (1980) linguistische Metaphertheorie aufbauend, wurde gezeigt, wie Künstler_innen – vor allem mithilfe von körperlichen *image schemas* – intermediale Übertragungen von einer *source domain* zu einer *target domain* in Form von ästhetischen Gestaltungsentscheidungen bewerkstelligen. Das Neue, das in den dort vorgestellten Arbeiten zum Vorschein kommt, bezieht sich auf die Sinneseigenschaften der jeweilig benutzten Sprachmedien (Gsöllpointner & Moser 2009).

Im vorliegenden Kontext von Synästhesie als Modell für die Ästhetik der digitalen Kunst geschieht diese metaphorische Übertragung von modalen in mediale Eigenschaften nun in der Form, dass nicht nur Medien sichtbar gemacht werden, sondern der Wahrnehmungsprozess selbst als multimodale, zeit- und raumbasierte, aktive Handlung.

Intermodale Metapher 1: „Sehen ist Sich Bewegen“
(Joachim Sauter/Dirk Lüsebrink *Der Zerseher*, 1992)

Die Arbeit besteht aus der digitalen Reproduktion eines Renaissance-Gemäldes – Giovanni Francesco Carotos „Junge mit Kinderzeichnung in der Hand“, welches als die früheste bekannte Darstellung einer Kinderzeichnung gilt. Nähert sich die Beobachterin dem in einem Goldrahmen gefassten Bild an der Wand, beginnt sich dieses plötzlich zu verändern. Je länger sie mit ihrem Blick das Bild zu erfassen sucht, desto mehr zerfällt es in eine amorphe Fläche aus Farben und Formen. Das Sehen wird zum „Zersehen“ durch die Bewegung der Augen. Hinter dem Veränderungsprozess im Bild steckt ein digitales Eyetracking-System, das die Augenbewegungen des Betrachters aufnimmt, lokalisiert und algorithmisch verarbeitet. Ein Computerprogramm berechnet dann jene Stellen des Bildes, an an denen seine Augen vorbei wandern, und lässt die Malerei dort „zerfallen“. Das Sehen wird für die Betrachter_innen als Bewegungssinn erfahrbar, das metaphorische Wandern der Augen über die Leinwand wird durch die Arbeit explizit gemacht.

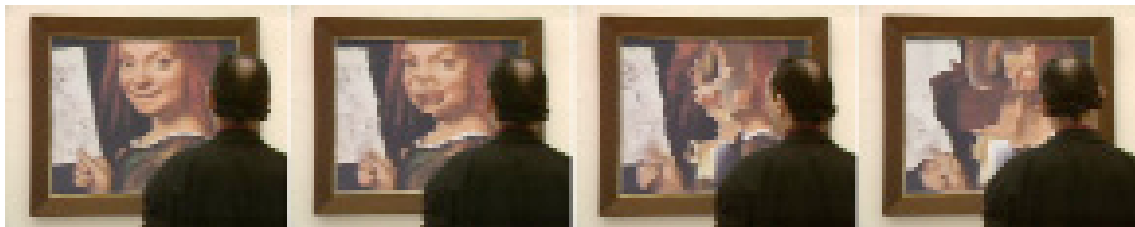


Abb. 5: © ART + COM: *Der Zerseher*

Intermodale Metapher 2: „Sich Bewegen ist Sehen“
(Ruth Schnell *Lichtbild*, 2011)

Ruth Schnells Bildserie der *Lichtbilder* machen, ähnlich wie bei *Der Zerseher*, Sehen als aktive Handlung sichtbar. Bei Schnell kommt als kybernetischer Nebeneffekt noch dazu, dass in ihren Arbeiten ein blinder Flecken des Sehens, nämlich der sogenannte „Nachzieheffekt“ als Voraussetzung für die visuelle Wahrnehmung erfahrbar wird. Sowohl die Beweglichkeit als auch die Trägheit des Auges geraten paradoxer Weise gleichzeitig in den Fokus des Wahrnehmungsprozesses. In die Bildträger integrierte LED-Leuchtstäbe senden hochfrequente Lichtimpulse aus und sind so programmiert, dass sie Begriffe und Wörter zum Vorschein bringen, die wortwörtlich nur „im Vorbeigehen“ gesehen werden können. Bei einigen Begriffen handelt es sich um onomatopoetische Ausdrücke, wie wir sie aus Comics oder aus der Sprache der Jugendlichen kennen, und welche explizit sinnliche Wahrnehmungsmodalitäten evozieren (AUTSCH, BLUBB, PLOP, PLUMPS usw.).



Abb. 6: Ruth Schnell: *Lichtbild* (Foto: Peter Kainz)

Intermodale Metapher 3: „Hören ist Tasten ist Sich Bewegen“ (Anke Eckardt *Between/You/And/Me*, 2011)

Bei der interaktiven Installation *Between/You/And/Me* von Anke Eckhardt handelt es sich um eine Wand aus Licht, die mit Sound „gefüllt“ einen architektonischen Raum definiert. Diese Wand kann nur wahrgenommen und erfahren werden, wenn die Betrachterin nahe bei ihr steht und durch Bewegungen mit ihr interagiert. Zwei dünne Membrane aus Licht bilden einen Rahmen für das „Soundmaterial“, das aus Hypersonic-Sound-Elementen von Tonaufnahmen von brechendem Glas komponiert ist. Das Zusammenspiel der Soundelemente ist an die Position und die Bewegungen der Besucher_innen gekoppelt. Aus der Distanz betrachtet, werden die Wände langsam unsichtbar und bleiben nur über den Hörsinn in Form von Tönen wahrnehmbar. Dem Sound eine Gestalt zu geben, war die wortwörtliche Intention der Künstlerin: “To shape sound literally, as sculpture, was the inspiration ...” (Eckardt 2015). Das Tasten mit den Händen bzw. mit dem ganzen Körper ermöglichen erst das Hören des “architektonischen” Sounds; die Kinästhetik des Körpers macht den Sound sichtbar und das Licht hörbar. Auch bei diesem digitalen Kunstwerk wird die Multimodalität jeglicher Wahrnehmung durch die künstlerische Arbeit reflektiert und für die Betrachter_innen erfahrbar gemacht.



Abb. 7: Anke Eckhardt: *Between/You/And/Me* (Foto: Marco Microbi)

5. Zusammenfassung

Ich habe gezeigt, wie Synästhesie als quasi idealer Prototyp für Wahrnehmung verstanden werden kann. Aufgrund der offensichtlich starken Ausprägung ansonsten “normaler” intermodaler Wahrnehmungsphänomene ist die Synästhesie daher auch ein äusserst beliebtes und reichhaltiges Forschungsfeld für die Neuro- und Kognitionswissenschaften. Als Äquivalent auf der Seite der Wahrnehmungsangebote bietet sich die digitale Kunst aufgrund ihrer Multi- und Intermedialität als Prototyp für die Ästhetik der Kunst an. Unter Ästhetik verstehe ich die in Richtung ihrer Wahrnehmbarkeit verfasste, medial basierte Form von Kunstwerken. Wenn also Wahrnehmung als aktiver, multimodaler, zeit- und raumdependenter Prozess aufgefasst wird, dann entspricht diesem Konzept auf der Seite der ästhetischen Produktion die digitale Kunst, die prozessual, multimedial und zeit- und raumorientiert ist. Das, was bei der Synästhesieforschung sozusagen auf der Seite der Rezeption (die, wie bereits mehrmals festgestellt, naturgemäß immer auch eine aktive ist) erforscht wird, ist auf der Seite der digitalen Kunst die Produktion bzw. “Produziertheit” einzelner Kunstwerke. Das was Synästhesie über das Wahrnehmen enthüllt, enthüllt die Kunst auf der anderen Seite über die Ästhetik.

Literatur

- Amin M et al. 2011. "Understanding grapheme personification: A social synaesthesia?" *Journal of Neuropsychology* 5: 255–282.
- Banissy M J & Ward J 2007. "Mirror-touch synesthesia is linked with empathy." *Nature Neuroscience* 10: 815–817.
- Baron-Cohen S & Harrison JE (eds.) 1997. *Synaesthesia: Classic and Contemporary Readings* Cambridge: Blackwell.
- Belke, B. & Leder, H. (2006), Annahmen eines Modells der ästhetischen Erfahrung aus kognitionspsychologischer Perspektive, in: *Ästhetische Erfahrung. Gegenstände, Konzepte, Geschichtlichkeit*. FU Berlin Sonderforschungsbereich 626. Accessed February 02, 2015. http://www.sfb626.de/veroeffentlichungen/online/aesth_erfahrung/aufsaeetze/belke_leder.pdf,
- Bor D et al. 2014. "Adults Can Be Trained to Acquire Synesthetic Experiences." *Scientific Reports* 4, 7089: 1–8.
- Campen C 1999. "Artistic and Psychological Experiments with Synesthesia." *Leonardo* 32, 9–14.
- Campen C 2010. *The Hidden Sense. Synesthesia in Art and Science*. Cambridge: The MIT Press.
- Cytowic R E 2002. *Synesthesia: A Union of the Senses*. 2nd ed. Cambridge: MIT Press.
- Day S 2014a. *DaySynesthesia*. Accessed January 18, 2015. <http://www.daysyn.com/> (Last updated August 8, 2014)
- Day S 2014b. "Demographic aspects of synesthesia." *DaySynesthesia*. Accessed January 12, 2014. <http://www.daysyn.com/Types-of-Syn.html>
- Day S 2014c. *Synesthesia. Definition*. Accessed January 18, 2015. <http://www.daysyn.com/Definition.html>
- Eckhardt A 2015. *Between/You/And/me*. Accessed February 12, 2015. <http://ankeeckardt.com/?page=41&lang=1>
- Evers F 2012. *The Academy of the Senses. Synesthetics in Science, Art, and Education*. The Hague: ArtScience Interfaculty Press.
- Filk C, Lommel M & Sandbothe M, eds. 2004. *Media Synaesthetics. Konturen einer physiologischen Medienästhetik*. Köln: Herbert von Halem Verlag.
- Foerster H 1998. „Entdecken oder Erfinden. Wie läßt sich Verstehen verstehen?“ in *Einführung in den Konstruktivismus*. ed. Gumin H & Meier H. München: Piper. 41–88.
- Glaserfeld E 1998. „Scheme Theory as a Key to the Learning Paradox.“ Invited paper presented at the 15th *Advanced Course, Archives Jean Piaget, Geneva, September 20-24*. Accessed November 19, 2009. <http://www.univie.ac.at/constructivism/paper.html>
- Gsöllpointner K 2015. "Digital Synesthesia. The Merge of Perceiving and Conceiving." *Yearbook of the Moving Image Studies* 1, eds. Grabbe L, Rupert-Kruse P and Schmitz N. (Online Journal) BÜchner Verlag. (in Vorbereitung)
- Gsöllpointner K 2012. "Lernen von der Kunst." in *Medien der Beratung. Ästhetik, Methoden, Praxis*, ed. Gsöllpointner K. Wien: facultas. 25–42.
- Gsöllpointner K 2009a. „Ruth Schnell: PLOP“ *sprachmedien*. Accessed on January 23, 2015. http://www.sprachmedien.at/downloads/schnell_loop.pdf
- Gsöllpointner K 2009b. "Peter Weibel: Zur Rechtfertigung der hypothetischen Natur ..." *sprachmedien*. Accessed on January 23, 2015. http://www.sprachmedien.at/downloads/weibel_loop.pdf
- Gsöllpointner K 2004. *Medialität und Kybernetik. Interdependenzen zwischen Kunst und Technologie*. Forschungsbericht für den Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank. Wien. Accessed February 3, 2015. Online unter <http://www.katharinagssoellpointner.at/downloads/M&K.pdf>.
- Gsöllpointner K & Moser S 2007. *Aesthetic Know-how. Abduction, Metaphor, Synesthesia*. Conference Paper for 3rd Heinz-von-Foerster-Kongress. Accessed November 19, 2009. <http://www.loopmedienforschung.at/de/produktionen/HvFo7.pdf>
- Gsöllpointner K & Moser S 2009. "Sprache Beobachten." *sprachmedien*. Accessed January 19, 2015. http://www.sprachmedien.at/downloads/sprachbeobachtung_loop.pdf
- Hale et al. 2014. "Better together? The cognitive advantages of synaesthesia for time, numbers, and space." *Cognitive Neuropsychology*.
- Harrison J 2007. *Wenn Töne Farben haben. Synästhesie in Wissenschaft und Kunst*. Berlin/Heidelb.: Springer.
- Hawes R 2012. "Art & Neurophenomenology: Putting the Experience Before Words." *Constructivist Foundations* 8, 3: 332–338.
- Heibach C 2004. „Sprachkunst als synästhetisches Phänomen – Probleme und Fragestellungen.“ in *Media Synaesthetics. Konturen einer physiologischen Medienästhetik*. eds. Filk C, Lommel M & Sandbothe M. Köln: Herbert von Halem Verlag. 163–180
- Krämer S 1998. „Form als Vollzug oder: Was gewinnen wir mit Niklas Luhmanns Unterscheidung von Me-

- dium und Form?“ *Rechtshistorisches Journal* 17. Frankfurt/Main: Löwenklau Ges. 558–573.
- Lakoff G & Johnson M 1980 (2003). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- Luhmann N 1995. *Die Kunst der Gesellschaft*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Luhmann N 1997. „Was ist Kommunikation?“ in *Lebende Systeme. Wirklichkeitskonstruktionen in der systemischen Therapie*. ed. Simon F B. Frankfurt/Main: Suhrkamp. 19–31.
- Marks L E & Mulvenna C M 2013. „Synesthesia, at and near its borders.“ *frontiers in psychology* 4: 1–4.
- Marks L E 1974. “On Associations of Light and Sound: The mediation of brightness, pitch and loudness.” *American Journal of Psychology* 7: 173–188.
- Marks L E 1996. “On Perceptual Metaphors.” *Metaphor and Symbolic Activity* 11: 39–66.
- Marks L E 1997. “On Colored-hearing Synesthesia: Cross-modal Translations of Sensory Dimensions.” in *Synaesthesia. Classic and Contemporary Readings*, ed. Baron-Cohen S and Harrison J. Cambridge: Blackwell. 49–99.
- Martino G & Marks E L 2001. “Synesthesia: Strong and Weak.” *Current Directions in Psychological Science* 10: 61–65.
- McLuhan M 1997. *Understanding Media. The Extensions of Man. With a new introduction by Lewis H. Lapham*. Cambridge/London: The MIT Press.
- Moos A et al. 2013. “Color and texture associations in voice-induced synesthesia.” *Frontiers in Psychology* 4:568: 1–12
- Mroczo-Wasowicz A & Nikolic D 2014. “Semantic mechanisms may be responsible for developing synesthesia.” *Frontiers in Human Neuroscience* 8, 509: 1–13.
- Mroczo A et al. 2009. “Immediate transfer of synesthesia to a novel inducer.” *Journ. of Vision*, 9(12), 25: 1–8.
- Nikolic D 2014. “Practopoiesis: Or how life fosters a mind.” *bioRxiv arXiv*, 1402-5332.
- Nikolic D et al. 2011. “Swimming-style synesthesia.” *Cortex* 47: 874–879.
- Noë A 2000. “Experience and Experiment in Art.” *Journal of Consciousness Studies*. 7, 8–9: 123–135.
- Pfeifer G et al. 2014. “Associative memory advantage in grapheme-color synesthetes compared to older, but not young adults.” *Frontiers in Psychology* 5:696: 1–13
- Ramachandran V S & Hubbard E M 2001. “Synesthesia – A Window into Perception, Thought and Language.” *Journal of Consciousness Studies* 8(12): 3–34.
- Ramachandran V S & Hubbard E M 2003. “The Phenomenology of Synesthesia.” *Journal of Consciousness Studies* 10: 49–57.
- Rao S M et al. 2001. “The evolution of brain activation during temporal processing” *Nature Neuroscience* 4: 317–323.
- Rothen N et al. 2013. “Psychophysiological evidence for the genuineness of swimming-style colour synesthesia.” *Conscious. Cogn.* 22: 35–46.
- Rothen N & Meier B 2014. “Acquiring synaesthesia: insights from training studies.” *Frontiers in Human Neuroscience* 8, 109.
- Sagiv N, Ilbeigi A & Ben-Tal O 2011. “Reflections on Synesthesia, Perception, and Cognition.” *Intellectia* 1, 55: 81–94.
- Sagiv N & Ward J 2006. „Crossmodal interactions: lessons from synesthesia.“ *Progress in Brain Research* 155: 259–271.
- Schmidt S J 2000. *Kalte Faszination. Medien.Kultur.Wissenschaft in der Mediengesellschaft*. Velbrück: Weilerswist.
- Schuler R K 2015. *Seeing Motion. A History of Visual Perception in Art and Science*. Berlin/Boston: De Gruyter. (in Vorbereitung)
- Schwan S & Zahn C 2006. “Der Bildbetrachter als Gegenstand bildwissenschaftlicher Methodik.” in *Bild und Medium*. ed. Sachs-Hombach K. Köln: Herbert von Halem Verlag. 214–232.
- Ward J 2008. *The Frog Who Croaked Blue*. New York: Routledge.
- Ward J et al. 2008. “The aesthetic appeal of auditory-visual synaesthetic perceptions in people without synaesthesia.” *Perception* 37: 1285–1296.
- Weibel P 1982. *Mediendichtung*. Wien. [in *Peter Weibel* (Accessed February 12, 2015) http://www.peter-weibel.at/index.php?option=com_content&view=article&id=35&catid=13&Itemid=67]
- Whitelaw M 2008. “Synesthesia and Cross-Modality in Contemporary Audiovisuals.” *The Teeming Void*. Accessed January 13, 2015. <http://teemingvoid.blogspot.co.at/search/label/synaesthesia>
- Zeki S 1999. *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Zeki S 2010. *Glanz und Elend des Gehirns. Neurobiologie im Spiegel von Kunst, Musik und Literatur*. München/Basel: Ernst Reinhardt Verlag.