

DIETER BINGMANN

SYNÄSTHESIE – AUCH EIN THEMA FÜR DIE GENDERFORSCHUNG

**ANNÄHERUNG UND GRENZÜBERSCHREITUNG: KONVERGENZEN GESTEN VERORTUNGEN
SONDERBAND 1 DER SCHRIFTEN DES ESSENER KOLLEGS FÜR GESCHLECHTERFORSCHUNG
(HG.) ILSE MODELMOG, DIANA LENGERSDORF, MONA MOTAKEF
2008, DIGITALE PUBLIKATION
DRUCKAUSGABE: ISSN 1617-0571**

**DER SONDERBAND DER SCHRIFTENREIHE IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT. ALLE RECHTE
BLEIBEN VORBEHALTEN. JEDE VERWERTUNG AUßERHALB DER ENGEN GRENZEN DES URHE-
BERRECHTSGESETZES IST UNZULÄSSIG UND STRAFBAR.**

Synästhesie – auch ein Thema für die Genderforschung

Ein Pianist berichtet, dass er Klaviertastaturen solange als weiß empfindet, bis er den ersten Akkord angeschlagen hat. Bis zum Verklingen der Töne sieht er farbige Tasten vor sich. Klänge lösen bei ihm also zusätzlich Farbempfindungen aus. Anderen schmeckt der Wein lila. Wenn ein Sinnesreiz neben der normalen Wahrnehmung zusätzliche Sinnesempfindungen auslöst, sprechen wir von Synästhesie und Personen, die solche Vermischungen von Sinnesempfindungen haben, bezeichnen wir als Synästhetiker.

Etwa ein Prozent der Menschen zählt zu der Gruppe dieser Synästhetiker, deren Erlebniswelt ungleich farbiger sein kann als die „normaler“ Menschen. Möglicherweise ist aber die Häufigkeit der „Synnies“ größer, weil sich viele ihrer Sinnesvermischungen nicht bewusst sind oder sie verschweigen. Besonders interessant für die Genderforschung wie für die Neurowissenschaften ist der Befund von Cytowic (1989), dass Frauen dreimal häufiger zu den Synästhetikern gehören als Männer. Baron-Cohen (1996) gibt dieses Verhältnis sogar mit 8:1 an. Daraus ergeben sich die folgenden Fragen: Warum unterscheiden sich die Angaben von Cytowic und Baron Cohen über die Prävalenz von Synästhesie bei amerikanischen und englischen Frauen so deutlich? Beeinflussen mögliche kulturelle Unterschiede zwischen den USA und England das Auftreten von Synästhesie? Erlauben Analysen von Erregungsausbreitungswegen in Gehirnen „normaler“ Menschen und von Synnies Rückschlüsse auf Entstehungsmechanismen von Empfindungen und Wahrnehmungen? Unterscheiden sich diese Mechanismen etwa bei Frauen und Männern?

Um sich diesen Fragen zu nähern, soll zunächst kurz skizziert werden, warum bei den meisten Menschen Sinnesreize isoliert wahrgenommen werden. In einem zweiten Schritt wird die Phänomenologie der Synästhesie näher beschrieben, bevor Vorstellungen über die Genese von Synästhesie diskutiert werden. Schließlich ist nach ersten Antworten auf die Frage zu suchen, warum Frauen häufiger als Männer zu den Synnies zählen.

Trennung von Modalitäten durch getrennte Verarbeitung verschiedener Sinnesreize

Die Verarbeitung von Sinnesreizen erfolgt über spezifische Sinneskanäle. Sie transportieren Informationen, die spezifische Sinnesorgane über Änderungen der Außen- und der Innenwelt melden. Solche Fühler reagieren besonders empfindlich auf die ihnen adäquaten Reize. So reichen geringste Energiemengen (10^{-20} Joule) aus, um innere Haarzellen des Ohrs oder Photorezeptoren zu stimulieren und auditorische oder visuelle Empfindungen auszulösen. Diese Empfindungen werden auch ausgelöst, wenn mit inadäquaten Reizen, z.B. einem Boxhieb Ohr oder Auge gereizt werden. Auch hier werden wir in der Regel auditorische oder visuelle Signale empfinden und z.B. hohe Pfeiftöne hören oder Sterne sehen. Die Sinnesmodalitäten Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen usw. werden also getrennt aufgenommen. Sie werden zunächst auch getrennt verarbeitet, was klare Zuordnungen von Reizquellen erleichtert. Zu dieser Trennung tragen separate Leitungsstrukturen zu verschiedenen lokalisierten primären sensorischen Arealen in der Hirnrinde bei (Auditorischer Kortex im Temporallappen, visueller Kortex im Okzipitallappen, Somatosensorischer Kortex im Parietallappen usw.). Zum anderen agieren Hemmmechanismen als Signalfilter, die das Profil von Kanalinformationen schärfen und so trennend wirken.

Phänomenologie der Synästhesie

Wie bereits erwähnt, sind bei etwa 1% der Bevölkerung Trennungen von Modalitäten zwischen einzelnen Sinneskanälen nicht so strikt wie bei der Normalbevölkerung (s. Cytowic 2002). Sie schmecken Wörter oder riechen Farbtöne. Andere lesen oder hören Zahlen und erleben dabei Farben, in denen die Zeichen leuchten. Das schwarze M auf weißem Hintergrund leuchtet grün, das N gelb. Bei einem anderen Synästhetiker wird das schwarze M dagegen als blau oder orange empfunden. Die farbigen Buchstaben können auch durch gehörte Wörter ausgelöst werden. Eine Studentin erzählt, dass auch Zahlen, die sie sich vorstellt, ohne ihr bewusstes Zutun spontan farbig umhüllt sind. Ihre Drei leuchtet gelb, die 5 rot. Andere erleben andere Farbzuordnungen, aber für jedes betroffene Individuum sind diese Zuordnungen konstant. Wieder andere ordnen das Dezimalsystem

in Farben. Ziffern der Zwanzigerreihe sind z.B. grün, die der Fünzigerreihe rot. Der Name eines Nachbarn löst vielleicht Himbeergeschmack aus, der eines anderen schmeckt nach Bratwurst. Zeitangaben können ebenfalls mit Farben assoziiert sein. Der Mittwoch ist möglicherweise gelb, der Dezember weinrot.

Die folgende Tabelle gibt die acht häufigsten Synästhesien an:

Auslöser/ Primärwahrnehmungen	Synästhetische Sekundärwahr- nehmungen	Häufigkeit bei Synästhetikern
Buchstaben und Zahlen	Farbe	33%
Zeiteinheiten /Zeitdaten	Farbe	11%
Töne, Klänge, Laute	Farbe	26%
Gerüche	Farbe	4%
Geschmack	Farbe	3%
Klänge	Geschmack	3%
Wörter	Geschmack	<3%
Rest	Rest	Rest

Bei Synästhetikern lösen Primärwahrnehmungen (wie z.B. Hören) Sekundärwahrnehmungen (z.B. Farben) unfreiwillig und passiv aus. Synästhesien sind selten umkehrbar. Die Ziffer 5 löst z.B. die Farbe Rot aus, bei der Farbe Rot wird aber nicht zwangsläufig die Ziffer 5 wahrgenommen.

Das Auslösen von Farbempfindungen durch akustische Reize, wie es bereits eingangs beschrieben wurde, ist recht häufig und für Musiker unter Umständen sehr hilfreich. So berichtet eine Sängerin mit absolutem Gehör, dass sie beim Hören des Kamertons A ein intensives Blau wahrnimmt, das bei Abweichungen um 2-3 Hz verschwindet. Sie hat damit stets eine farbige Intonationshilfe.

Von Person zu Person können verschiedene synästhetische Verknüpfungen auftreten. Zum Beispiel sind gleiche Töne und Klänge bei verschiedenen Personen von unterschiedlichen Farbwahrnehmungen begleitet. Das wird an unterschiedlichen Farben deutlich, die verschiedene Synästhetiker der Klaviatur zuordnen. Zu diesen Synästhetikern zählt auch der russische Komponist Alexander Skrijabin. Er ließ ein Farbklavier bauen, dessen Farbzuordnung zu den Tönen der Tastatur in der Abbildung 1 zu se-

hen ist. Mit der Projektion dieser Farben während der Aufführung einer von ihm komponierten Symphonie wollte er das Nicht-Synästheten-Publikum an seinem bunten Musikerleben teilhaben lassen. Die individuelle Ton-Farbe Synästhesie ließ das Experiment auch unter Synästhetikern scheitern, denn sie hatten bei den Tönen und Klängen z.T. andere Farbwahrnehmungen.

Seltener lösen Farben Ton- oder Klangempfindungen aus. Im Bild „Dreiklang“ des Synästhetikers und Malers V. Kandinsky (Abbildung 2) dominieren die Farben braun, blau und gelb. Wie diese Zuordnung der Klaviatur zu Skrijabins Farben zeigt, würden sie z.B. dem Dreiklang: G H D entsprechen. Der Bildtitel ist so nachvollziehbar. Dass viele Bilder Kandinskys den Titel „Komposition“ tragen, kann ein Hinweis darauf sein, dass dieser Maler stets auch an die musikalische Ebene in seinen Bildern gedacht hat. Ähnliches gilt sicher für Paul Klee (siehe auch Emrich 2002; Emrich et al. 2003).

Nachweis einer Synästhesie

Viele Synästhetiker sprechen nicht über ihre reichere, buntere Erlebniswelt, weil das schnell zu dem Schluss der Nicht-Synästhesie führt: „Der hat einen Schaden“. Manche Menschen versuchen aber, sich aus Unkenntnis oder Eitelkeit als vermeintliche Synästhetiker zu outen. Sie haben gehört, dass Synästhetiker besonders kreativ sind (Ward et al. 2007) – und wer möchte das nicht auch sein? Wie lässt sich feststellen, ob ein Mensch Synästhetiker ist? Im Internet finden Sie inzwischen ein Dutzend Synästhesie-Tests, in denen Sie Zahlen, Buchstaben etc. Farben zuordnen sollen. Die Konstanz der Zuordnung ist dann Indikator, ob die Testperson Synästhetiker ist. Als Alternative wird ein einfacher Zetteltest benutzt. Ein Kandidat schreibt auf einem Blatt Papier neben vorgegebenen Ziffern, Buchstaben, Wochentage und Monatsnamen seine spontanen Farbempfindungen. Das gleiche Testpapier wird ihm nach einer Stunde oder später vorgelegt und der Test wird wiederholt. Stimmen mehr als 70% der angegebenen Empfindungen bei beiden Tests überein, so liegt wohl eine Synästhesie vor. Ein besonders eleganter Test wurde von den Neurologen Ramachandran und Hubbard (2003) entwickelt und benutzt. Man bietet einer Person für 2-3 Sekunden ein Gemisch aus den schwar-

zen und gleichgroßen Ziffern 2 und 5 an, in dem z.B. die Verbindung der Zweien eine Figur, ein Quadrat, eine Pyramide oder ähnliches ergibt. Nicht-Synnies werden während der kurzen Präsentation keine Figur sehen. Synnies erkennen die Pyramide, das Quadrat oder andere Körper innerhalb dieser 2-3 Sekunden, wenn ihre 2 z.B. farbig leuchtet. Mit diesem Test hat Ramachandran natürlich nur die Graphem/Farbe Synästhesie erfasst. Da diese Synästhesieform aber mit 34% besonders häufig ist, lässt sich auf Grund seiner Versuche abschätzen, dass etwa 1% der Bevölkerung zu den Synästhetikern gehört (s.o.).

Wie können solche Vermischungen entstehen? Vorstellungen über die Genese der Synästhesie

Wie bereits erwähnt, sind Sinneskanäle über weite Strecken anatomisch und durch laterale Hemmung voneinander getrennt. Erst nach Erreichen der primären sensorischen Areale im Kortex werden Informationen aus verschiedenen Sinneskanälen zu polymodalen Signalen verknüpft, die für komplexe Wahrnehmungen unserer Um- und Innenwelt benötigt werden. Solche Verknüpfungen finden sich vor allem in Assoziationsarealen.

Bei der Normalbevölkerung wird das Ausmaß der Erregungsausbreitungen und der möglichen Interaktionen zwischen den Signalkanälen u.a. durch synaptische Hemmmechanismen kontrolliert, damit keine unkontrollierte Erregungsausbreitung eintritt. Würden solche GABAergen oder opioiden Hemmmechanismen durch LSD oder THC, Meskalin, Muskarin oder Alkohol geschwächt und damit glutamaterge Mechanismen enthemmt, so erführen wir alle synästhetische Erlebnisse, die aber mit Ende des Rauschzustands verschwinden. Amphetamin schwächt umgekehrt Vermischungen von Wahrnehmungen.

Der Dichter Théophile Gautier, der einem provokativ zigeunerhaften Künstlermilieu zur Zeit Victor Hugos angehörte, beschreibt z.B. ein durch ein Halluzinogen ausgelöstes Rauscherlebnis: „Mein Gehör hatte sich merkwürdig gesteigert, ich hörte das Geräusch der Farben; grüne, blaue, gelbe Töne kamen in scharf unterschiedlichen Wellen zu mir“. Nach Ende der Wirkung des Halluzinogens war aber der farbigere Rauschzustand wieder verflo-

gen. Synnies vermischen aber spontan – ohne Pharmaka – stets ihre Sinneseindrücke.

Wie das geschieht, ist bis heute nicht eindeutig geklärt. Eine Reihe von Arbeitshypothesen sind in den letzten Jahren veröffentlicht worden, von denen ich einige vorstellen möchte:

Die erste Hypothese nimmt an, dass wir alle als Synästhetiker geboren werden und dass erst im Laufe der Hirnreifung eine Trennung der Sinneskanäle z.B. durch Wegfall von neuronalen Verbindungen entsteht. Danach wäre eine Synästhesie auf eine Reifungsstörung zurückzuführen. Gegen dieses Konzept sprechen zahlreiche Befunde. Sie lassen es u.a. wahrscheinlich erscheinen, dass die Verknüpfungen erst hinter den primären sensorischen Rindenarealen auftreten.

Denkbar ist auch, dass Filterfunktionen im Kortex durchlässiger sind als bei der Normalbevölkerung und dementsprechend Signalvermischungen in ihr Bewusstsein gelangen können.

Die Feststellung, dass Frauen viel häufiger als Männer Synnies sind und dass Synästhetiker gehäuft in Familien mit weiteren Synnies auftreten, wurde als Hinweis auf ungewöhnliche Ausbreitungswege von Sinnessignalen gedeutet, die X-chromosomal ererbt sind. Das Konzept wurde widerlegt, als eineiige Zwillinge gefunden wurden, von denen nur einer Synästhetiker war. Es gibt aber sicher eine genetische Disposition zur Synästhesie.

Es wird auch diskutiert, dass eine gesteigerte Ausbreitung von Erregungen nach Sinnesreizen funktionelle Brücken zwischen sonst getrennten Hirnarealen entstehen lässt. Für ausgeweitete Erregungsausbreitungen sprechen Nuclear Magneto-Resonanz-(NMR)-Untersuchungen sowie die Angabe der Synästheten, dass sie Reizüberflutungen scheuen. Für eine funktionelle Basis der „cross-modalities“ spricht auch der Befund von Esterman et al (2005), dass Graphem/Farbe-Verknüpfungen durch transkranielle Magnetstimulation aufgehoben werden kann.

Insgesamt stehen im Zentrum der verschiedenen Erklärungsversuche Annahmen über die Bildung oder die fehlende Rückbildung von ungewöhnlichen neuronalen Verbindungen - unabhän-

gig von der Frage, ob diese Verbindungen genetisch bedingt sind oder erlernt werden (Konzept 1). Konzept 2 geht davon aus, dass das Erregungsniveau der Synästhetiker soweit erhöht ist, dass sich daraus neue Signalausbreitungswege ergeben (siehe auch Cytowic 1989; 2002; Rizzo/Esslinger 1989; Schiltz et al. 1999; Emrich 2002 et al.; 2003; Hubbard et al. 2005; Weiss et al. 2005).

Ein möglicher Ort, wo Vermischungen von sensorischen Signalen entstehen könnten, ist der Gyrus angularis. Er befindet sich an der Nahtstelle zwischen Scheitel- Hinterhaupts- und Schläfenlappen. Hier werden sowohl visuelle wie auditorische Signale verarbeitet. Dieser Gyrus trägt in der linken Hemisphäre wesentlich dazu bei, dass wir Lesen, Schreiben und Rechnen lernen können. Infarkte dieser Region sind in der Regel mit Schreib-, Rechnen- und Leseunvermögen verbunden. Da in unmittelbarer Nachbarschaft zum Gyrus angularis das visuelle Farbzentrum V4 ist, sind in dieser Region Vermischungen von Ziffern, Buchstaben oder Klängen mit Farbe am ehesten denkbar. Diese Vermutung wird durch zahlreiche Befunde gestützt. So nimmt ein Synästhetiker, der seit 20 Jahren blind ist, trotz seiner Blindheit bei Schlüsselwörtern Farben wahr. Beim Lesen von Blindenschrift werden von einigen Probanden ebenfalls Farben wahrgenommen. Dabei zeigt die funktionelle **Nuclear-Magneto-Resonanz Tomographie** (fMRT) eine Aktivierung von V4 links.

Dass das linke V4 Gebiet aktiviert wurde, ist besonders interessant. Nunn et al. (2002) und Gray (2006) haben kürzlich gefunden, dass die linke V4 Region bei der Präsentation von realen Farben stumm bleibt, wenn sein Proband ein Synästhetiker ist, nicht aber bei der Nennung von Schlüsselwörtern.

In V4 rechts wurde bei Synästhetikern wie bei Normalpersonen dagegen eine ganz normale V4 Aktivierung nach Stimulation mit farbigen Reizen gefunden. Daraus ist zu schließen, dass in dieser Hirnregion bei Synästhetikern offenbar ungewöhnliche Erregungsausbreitungswege existieren.

Fast alle Synästhetiker berichten, dass die Vermischung ihrer Wahrnehmungen schon immer da war. Es gibt aber auch Synästhetiker, die Synästhesien zum ersten Mal während der Pubertät

bewusst erleben. Daraus resultiert die Frage, ob Synästhesie auf Lernprozessen beruht, die auf der Bildung neuer neuronaler Verknüpfungen basieren, wie sie generell im Laufe eines Lebens erfolgen können. Da neuronale Plastizität bei Kleinstkindern besonders leicht abläuft, ließe sich das üblicherweise frühe Auftreten von Synästhesie leicht erklären. Weil aber auch, wie bereits erwähnt, erblindete Erwachsene erst beim Erlernen der Brailleschrift eine Zahlen- oder Buchstaben-zu Farbe Synästhesie entwickeln können, die vor der Erblindung nicht vorhanden war, kann Synästhesie wahrscheinlich auch außerhalb der Kindheit „erlernt“ werden.

Insgesamt stehen im Zentrum verschiedener Erklärungsversuche zum einen Annahmen über die Bildung oder die fehlende Rückbildung von ungewöhnlichen neuronalen Verbindungen – unabhängig von der Frage, ob diese Verbindungen genetisch bedingt sind oder erlernt werden (Konzept 1). Ein zweites Konzept geht davon aus, dass das Erregungsniveau der Synästhetiker soweit erhöht ist, dass sich daraus neue Signalausbreitungswege ergeben (siehe zu beiden Konzepten Beeli et al. 2007; Cytowic 1989; 2002; Rizzo/Esslinger 1989; Schiltz et al. 1999; Emrich 2003; Hubbard et al. 2005; Weiss et al. 2005). Wenn wir diese neurophysiologische Besonderheit verstehen, dann haben wir viel über unser Gehirn gelernt. Daraus wird verständlich, dass das relativ seltene Phänomen der Synästhesie so viele neurowissenschaftliche Arbeitsgruppen beschäftigt.

Warum sind 80 Prozent aller SynästhetikerInnen Frauen?

Die Frage, warum die überwiegende Zahl der SynästhetikerInnen Frauen sind, ist für die Wissenschaft besonders reizvoll. Alle Vorurteile scheinen hier schnell Nahrung zu finden. Hat man nicht schon immer gewusst, dass Gehirne von Frauen anders „ticken“ als die der Männer? So schreibt Herschkowitz (2007):

„Es sollte keine Überraschung sein, dass Männer- und Frauengehirne unterschiedlich aufgebaut sind. Schließlich enthalten sämtliche Körperzellen die genetischen Anweisungen für die Entwicklung einer Frau und eines Mannes.“

Er verweist darauf, dass die Hirnreifung bei Mädchen deutlich schneller verläuft als bei Jungen. Sie reagieren in der frühkindli-

chen Phase eher auf schreiende Babies und betrachten Gesichter länger als Jungen, die sich eher für mechanische Objekte zu interessieren scheinen. Die Präferenz der Jungen für Autos und die der Mädchen für Puppen, die auch bei Affen nachgewiesen wurde (Alexander/Hines 2002), wird in diesem Zusammenhang immer wieder zitiert (vgl. Hines 2002). Auch im Schulkindalter persistieren offenbar Unterschiede, die u.a. auf unterschiedliche Hirnentwicklungen hinweisen. Das lässt sich sowohl an der Reifungsgeschwindigkeit des Elektroenzephalogramms der Hirnrinde wie dem Spiel- und Lernverhalten von Jungen und Mädchen ablesen. Im Erwachsenen Gehirn sind anatomische Unterschiede immer wieder benannt worden. So soll die Hirnrinde von Frauen in Relation zur weißen Substanz dicker sein als die von Männern. Die Nervenzellen seien im „kognitiven“ wie im „limbischen“ Teil des Frontallappens bei Frauen dichter vernetzt als bei Männern. Balkenfasern, die eine intensive Kooperation des linken und des rechten Gehirns sicherstellen, sind angeblich bei Frauen stärker ausgeprägt. Viele andere Unterschiede werden benannt- ob es sich um Zellformen im Hypothalamus oder um Verknüpfungen zwischen den Zellen des Mandelkerns und dem frontalen Kortex handelt. Nicht eindeutige Unterschiede werden auch benutzt, um bequeme Vorurteile zu bedienen. Besonders haben sich hier Baron-Cohen (2004) mit seinem Buch „Vom ersten Tag anders. Das weibliche und das männliche Gehirn“ sowie Brizendine (2007) mit ihrem Buch „Das weibliche Gehirn. Warum Frauen anders sind als Männer“ hervorgetan. Diese populäre Sichtweise – es ist immer schön, wenn Erklärungen plausibel zu sein scheinen – ist aber von anderen Stimmen harsch kritisiert worden (z.B. Schmitz 2002).

Offen bleibt zwar die Frage, wie weit Gene, Hormone und Umwelt zu den oft überzeichneten Unterschieden zwischen dem weiblichen und dem männlichen Gehirn führen. Es ist immerhin bemerkenswert, dass anatomische Unterschiede zwischen Frauen und Männern vor allem in den Strukturen gefunden werden, deren Neurone eine besonders hohe Dichte an Östrogen- und Testosteronrezeptoren haben und dass unterschiedliche Verschaltungsstrategien im Gehirn bei Frauen zu einer linksseitigen Aktivierung des Amygdala-Komplexes führt, während bei Männern eine rechtsseitige amygdaläre Aktivierung erfolgt. Es scheint also bei Frauen und Männern unterschiedliche Verschaltungen zu geben (Güntürkün/Hausmann 2007). Das würde dann auch die

oben genannte Vermutung (Konzept 1) stützen, dass Synästhesie durch Bildung oder fehlende Rückbildung ungewöhnlicher neuronaler Verbindungen entsteht. Ob eine Überschätzung der Prävalenz der Synästhesie bei Frauen auch durch eventuell intensivere Selbstbeobachtungen und durch ihre Bereitschaft entsteht, über eigene Empfindungen und Wahrnehmungen zu sprechen, ist meines Erachtens ein wichtiges Forschungsthema für die Genderforschung.

Zusammenfassung

Bei Synästhesien verschmelzen Verarbeitungen von Empfindungen und Wahrnehmungen in sonst getrennten Sinneskanälen. Geräusche oder Klänge werden nicht nur gehört. Unwillkürlich werden diese Wahrnehmungen von Farben und Formen begleitet. Solche Wahrnehmungen sind individuell verschieden. Farben lösen Geruchserlebnisse aus, Buchstaben sind farbig usw. Solche Synästhesien sind keine pathologische Abnormität, sondern ein Variante, die das Leben der Synnies meistens bunter macht. In dieser Bevölkerungsgruppe findet man besonders häufig Künstler, deren Kreativität, Gedächtnis und Sensibilität ausgeprägter ist als in der Normalbevölkerung. So ist es nicht überraschend, dass unter den prominenten Synnies des neunzehnten und zwanzigsten Jahrhunderts zahlreiche bedeutende Künstlerinnen und Künstler zu finden sind. Dazu zählen z.B. der Pianist und Komponist Franz Liszt, die Komponisten Jean Sibelius, Alexander Skrijabin und Olivier Messiaen sowie die Pianistin Helène Grimaud und der Maler Wassily Kandinsky. Wie und wann sich Synästhesie bei diesen herausragenden Menschen und bei sonst unauffälligen Mitmenschen entwickelt hat – bleibt vor allem eine interdisziplinäre Aufgabe nicht nur für NeurowissenschaftlerInnen, sondern auch für SoziologInnen wie Frau Prof. Dr. D. Janshen, der ich herzlich zum Geburtstag gratuliere.

Literatur

- Alexander, Gerianne Mary/Hines, Melissa (2002): Sex differences in response to children's toys in nonhuman primates. In: *Evolution and Human Behavior* 23 (6), 467-479.
- Baron-Cohen, Simon/Burt, Lucy/Smith-Laittan, Fiona et al. (1996): Synaesthesia. Prevalence and familiarity. In: *Perception* 25, 1073-1079.
- Baron-Cohen, Simon (2004): Vom ersten Tag an anders. Das weibliche und das männliche Gehirn. Düsseldorf.
- Beeli, Gian/Esslen, Michaela/Jäncke, Lutz (2007): Time course of neural activation correlated with coloured-hearing synesthesia Cerebral Cortex. In: *Advance Access published online on June 14.*
- Brizendine, Louanne (2007): Das weibliche Gehirn. Warum Frauen anders sind als Männer. Hamburg.
- Cytowic, Richard E. (1989): Synesthesia and mapping of subjective sensory dimensions. In: *Neurology* 39, 849-850.
- Cytowic, Richard E. (2002): Synesthesia. A union of the senses. Cambridge.
- Emrich, Hinderk (2003): What hides behind the phenomenon of synesthesia? When tones have colors and patterns taste. In: *MMW Fortschr. Med.* 22, 145 (21), 17.
- Emrich, Hinderk/Schneider, Udo/Zedler, Marcus (2002): Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie. Das Leben mit verknüpften Sinnen. Stuttgart.
- Esterman, Michael/Verstynen, Timothy/Ivry, Richard B. et al. (2006): Coming Unbound. Disruption Automatic Integration of Synesthetic Color and Graphemes by Transcranial Magnetic Stimulation of the Right Parietal Lobe. In: *J. Cogn. Neurosci* 18, 1570-1576.
- Gray, J. (2006): Mit den Ohren sehen. In: *Spektrum der Wissenschaft. Dossier 2 Gehirn und Erleben*, 22-29.
- Güntürkün, Onur/Hausmann, Markus (2007): Funktionelle Hirnorganisation und Geschlecht. In: Lautenbacher, Stefan/Güntürkün, Onur/Hausmann, Markus (Hg.): *Gehirn und Geschlecht: Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Mann und Frau*. Heidelberg, 87-104.
- Herschkowitz, Norbert (2007): *Das Gehirn*. Freiburg.

- Hines, Melissa (1994): Gender labels and play styles. Their relative contribution to children's selection of playmates. In: *Child Dev.* 65 (3), 869-879.
- Hubbard, Edward M./Arman, A. Cyrus/Ramachandran, Vilayanur S. et al (2005): Individual differences among grapheme-color synesthetes: brain-behaviour correlations. In: *Neuron.* 45, 821-823.
- Nunn, Julia A./Gregory, Lloyd J./Brammer, Michael J. et al (2002): Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words. In: *Nature Neuroscience* 5, 371-375.
- Ramachandran, Vilayanur S./Hubbard, Edward M. (2003): Blauer Dienstag, duftende Fünf. In: *Spektrum der Wissenschaft. Dossier 2/06 Gehirn und Geist* 5, 58.
- Rizzo, Matthew/Eslinger, Paul J. (1989): Coloured hearing synesthesia: an investigation of neural factors. In: *Neurology* 39, 781-784.
- Schiltz, Kolja/Trocha, Karen/Wieringa, Bernardina M. (1999): Neurophysiological aspects of synesthetic experience. In: *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 11, 58-65.
- Schmitz, Sigrid (2002): Hirnforschung und Geschlecht. Eine kritische Analyse im Rahmen der Genderforschung in den Naturwissenschaften. In: Bauer, Ingrid/Neissl, Julia (Hg.): *Gender Studies – Denkachsen und Perspektiven der Geschlechterforschung.* Innsbruck, 109-125.
- Ward, Jamie/Thompson-Lake, Daisy/Ely, Roxanne et al. (2007): Synaesthesia, creativity and art: What is the link? In: *Br. J. Psychol.* (in press).
- Weiss, Peter H./Zilles, Karl/Fink, Gereon R. (2005): When visual perception causes feeling. Enhanced cross-modal processing in grapheme-color synesthesia. In: *Neuroimage* 28, 859-868.

Abbildungen

Abbildung 1: Skrijabins Klaviatur mit Ton-Farbe-Zuordnung

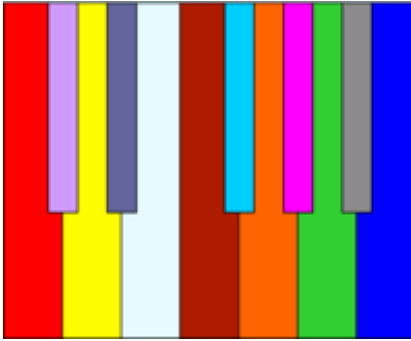


Abbildung 2: W. Kandinsky: Dreiklang (nach Alexander Skrijabins Farbklaviatur: G H D)

