

Zum Autor



Prof. Dr. rer. nat. Michael Bach war bis zu seiner Emeritierung Professor für Neurobiophysik an der Universitätsaugenklinik in Freiburg. Er leitete dort die Sektion „Funktionelle Sehforschung, Elektrophysiologie“.

Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören die funktionelle Sehforschung und elektrophysiologische Diagnostik von Augenerkrankungen. Er erhielt 2006 den Elfriede-Aulhorn-

Preis für seine Forschungen zur Physiologie und Pathophysiologie des Sehens sowie der Neuroophthalmologie und 2018 den von-Graefe-Preis der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft. Im Rahmen des DOG-Kongresses 2021 hielt er die Elfriede-Aulhorn-Vorlesung über die „Bedeutung des Kontrastsehens“.

Mit optischen Täuschungen beschäftigt sich M. Bach schon seit Langem. Er hat sie gesammelt und auch gedeutet. In dem vorliegenden Buch stellt er die eindrucksvollsten davon dar.

Vorwort

Die Leistungen unseres Sehsystems nehmen wir als selbstverständlich hin und sind uns gar nicht bewusst, dass es ständig Erstaunliches leistet: Das ganze Gesichtsfeld erscheint scharf, obwohl nur die Makula eine gute Auflösung hat und das Auflösungsvermögen zur Peripherie hin stetig abnimmt. Der blinde Fleck wird „intelligent“ eingefüllt: Obwohl sich an der Stelle des Sehnervenaustritts keine Rezeptorzellen befinden, sondern ausschließlich Sehnervenfasern, fällt dies nicht auf – weshalb das so ist, steht im Kapitel „Blinder Fleck“. Ein „innerer“ dreidimensionaler Sehraum wird empfunden, selbst wenn man ein Auge schließt. Ein großer subjektiver Farbraum wird empfunden, errechnet aus nur drei Rezeptortypen; etcetera. Die genauen Mechanismen der Rekonstruktion dieser reichen inneren Sehwelt aus reduzierter Information sind noch nicht völlig geklärt, es wird jedoch angenommen, dass man das jeweils „Wahrscheinlichste“ sieht. Wenn dann „unwahrscheinliche“ Bilder zu sehen sind, können optische Täuschungen auftreten. So gesehen stellen diese keine Fehlleistung unseres Sehapparates dar, sondern sind seltene Nebenwirkungen der normalerweise völlig korrekten (und schnellen!) Wahrnehmung.

Eine allgemein gültige Definition von Sehphänomenen/optischen Täuschungen erweist sich als praktisch unlösbar, wohl weil Nietzsches Beobachtung aus dem Jahr 1887 („Zur Genealogie der Moral“, Zweite Abhandlung: „Schuld“, „Schlechtes Gewissen“ und Verwandtes, S. 13) auf sie zutrifft: „... alle Begriffe, in denen sich ein ganzer Prozeß semiotisch zusammenfaßt, entziehen sich der Definition; definierbar ist nur das, was keine Geschichte hat.“ In der Tat ist die Geschichte der Sehphänomene schon lange – seit Aristoteles – dokumentiert (Bewegungsnachwirkung).

Meine Einteilung erfolgt nach der Sehdimension, die das Phänomen primär ausmacht: Farbe, Bewegung, Helligkeit ... Danach ist auch dieses Büchlein strukturiert.

Wegen der beschriebenen Probleme von Definition und Klassifizierung habe ich hier eine subjektive Auswahl getroffen, geleitet von diesen Gedanken: Ist das Phänomen

für ein Buch geeignet (denn etliche, vor allem neue, sind nur dynamisch wirksam)? Ist es ästhetisch ansprechend? Ist das Phänomen ausreichend stark, um direkt ins Auge zu springen? Insofern ist die Auswahl etwas willkürlich – Ziel war nicht, ein vollständiges Kompendium mit allen Phänomenen zu präsentieren.

Die Namensgebung ist auch nicht immer trivial: Die älteren Bezeichnungen sind im Allgemeinen namentlich eindeutig, einige der neueren haben keinen wohldefinierten Namen, zumindest im Deutschen nicht. In diesen Fällen habe ich eine kongeniale Übersetzung gewählt, z. B. „Lila Jäger“ für „Lilac Chaser“. In manchen Fällen habe ich Namen erfunden („Gittermaskierung“).

Trotz aller Forschungsfortschritte ist festzustellen, dass wir nicht wirklich wissen, wie der Sehvorgang funktioniert. Die Sehkaskade, also die Auslösung von elektrischen Potentialen in den Photorezeptoren nach Absorption von Lichtquantenabsorption ist zwar bekannt, aber schon in den nachfolgenden Netzhautzellen und erst recht im Gehirn kennen wir nur Puzzlestücke der Verarbeitungsprozesse. Da wundert es nicht, dass es viele Sehphänomene gibt, die wir nicht erklären können. Dabei ist meine Forderung, dass nicht etwa eine Theorie für jedes einzelne dieser Sehphänomene entwickelt werden sollte. Vielmehr muss die Erklärung aus dem allgemeinen Verständnis der beim Sehen beteiligten Mechanismen sich „von alleine“ ergeben. Als gelungenes Beispiel dafür ist die „Rotating Snakes Illusion“ anzusehen: Wir haben kürzlich festgestellt, dass diese sich als Nebeneffekt einer (fast beliebigen) Nichtlinearität bei der Verschaltung von elementaren – recht gut verstandenen – Bewegungsdetektoren ergibt (Bach und Atala-Gérard 2020). Einige Erklärungen sind reine Hypothesen von mir. Sie sind im Buch als solche gekennzeichnet. Hier sind spannende Entwicklungen zu erwarten: Auch wenn die Phänomene in ihrer Faszination bleiben, so werden sich doch bezüglich der Erklärungen Neuigkeiten ergeben.

Alle vorgestellten Phänomene sind mit einem QR-Code versehen, der direkt zur entsprechenden Kolumne auf meiner Internetseite <https://michaelbach.de/ot> führt. Dort kann man dynamische Effekte sehen und viele Parameter interaktiv verändern.

Michael Bach, Freiburg im Februar 2022

Inhalt

Farbe	1	Schräges Gitter	42	Größe und Raum	87
Wasserfarben-Täuschung	2	Schiefer Tisch	44	Schwebendes Fingerwürstchen	88
Farbassimilation	4	Fraser-Spirale	46	Necker-Würfel	90
Neonfarben	6	Bourdon-Täuschung	48	Würfecke	92
Chromostereopsis	8	Dreiecks-Puzzle	50	Anamorphose	94
McCollough	10			Schiefe Türme	96
Rotfreie Erdbeeren	12	Helligkeitsphänomene	53	Ponzo-Täuschung	98
„Das Kleid“ – Welche Farbe?	14	Hermann-Gitter	54	Delboef-Täuschung	100
		Funkelgitter	56		
Bewegungsphänomene	17	Ehrenstein-Täuschung	58	Gestalt und	
Enigma	18	12 (?) Punkte	60	kognitive Phänomene	103
„Rotating Snakes“	20	Adelsons Schachbrettschatten	62	Blinder Fleck	104
„Rotating Snakes“, radial	22	Vasarely-Pyramide	64	Backsteinmauer	106
Pinna-Brelstaff	24	Rautensprung	66	Versteckte Buchstaben	
Ōuchi-Phänomen	26	White'sche Täuschung	68	– Unschärfe hilft	108
„Spine drift“	28	Kontrast-Verstärkungsregelung	70	„Unmögliche“ Objekte	110
		Shape-from-Shading	72	Marsgesicht – Pareidolie	112
Winkeltäuschungen	31	Craik-O'Brien-Cornsweet-Täuschung	74	Rotation ändert Bedeutung	114
Poggendorff-Täuschung	32	Simultankontrast	76	Pop-out	116
Bogen-Täuschung	34	Gittermaskierung	78		
Café-Wand	36	Mach-Bänder / Chevreul-Treppe	80	Stichwortverzeichnis	119
Münsterberg-Täuschung	38	Nachbild	82		
Schachbrettblase	40	Flatternde Herzen	84		



Enigma

Was sehen wir hier?

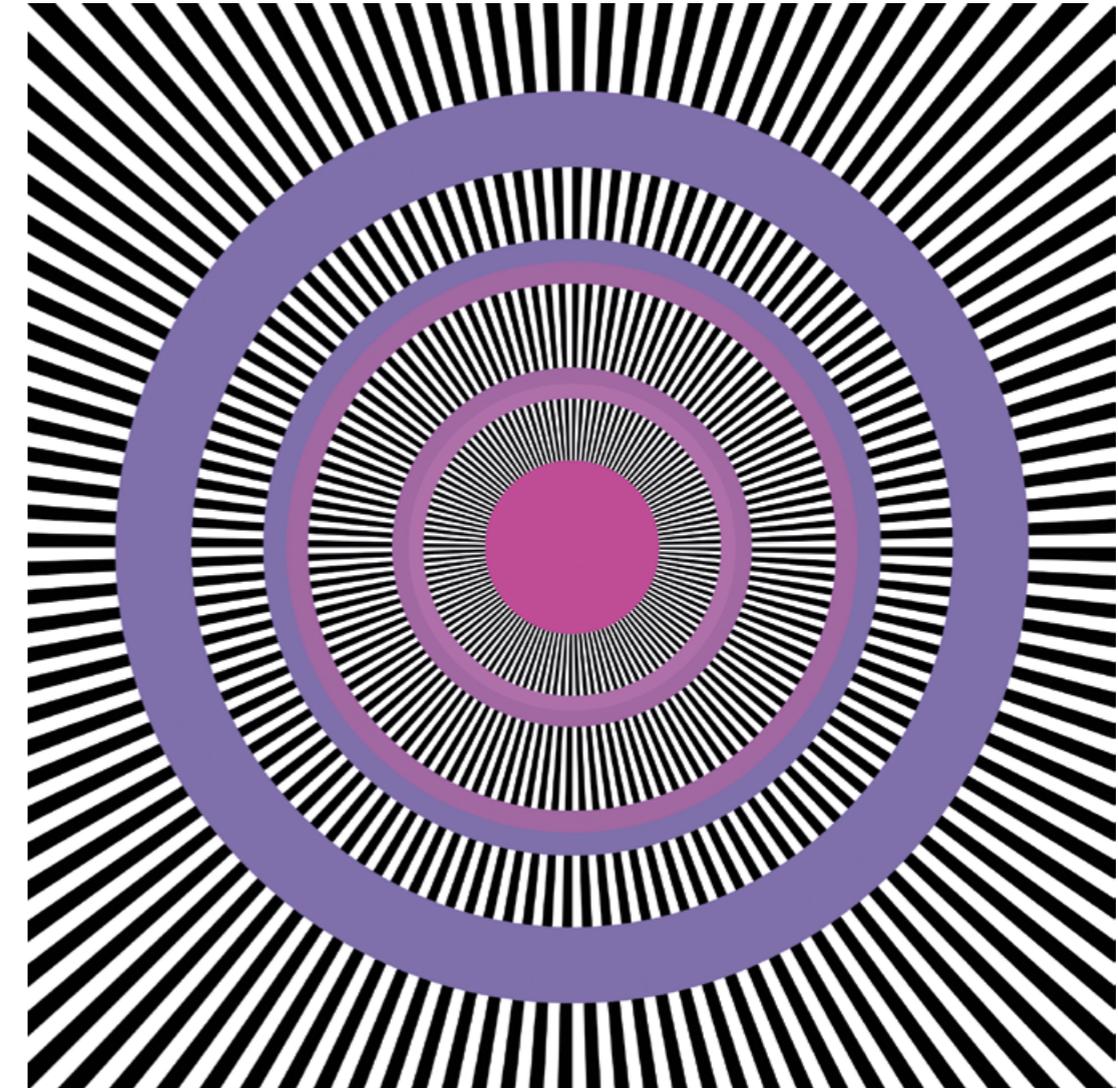
Wenn man ruhig in das Zentrum der Figur schaut, dann bemerkt man eine Unruhe im Bild. Die Streifen beginnen zu szintillieren, und in den Ringen scheint etwas umher zu sausen. Die Erscheinungen sind veränderlich und auch unterschiedlich von Person zu Person.

Der israelische Maler Isia Leviant (1914–2006) betitelt dieses Bild 1981 mit „Das Enigma“. Es wurde einige Jahre in der Ausstellung „Euréka“ im Palais de la Découverte in Paris ausgestellt. Aktueller Standort ist wahrscheinlich in der National Gallery of Art, New York, USA (<https://www.nga.gov/collection/art-object-page.170882.html>).

Beim nebenstehenden Bild handelt es sich nicht um eine Reproduktion des echten Enigma-Bildes, sondern um das Ergebnis eines Programmes, fein abgestimmt, um dem Original möglichst nahe zu kommen. Online kann man die Farben ändern, der Effekt bleibt, daran erkennt man, dass die Scheinbewegungen nicht von den genauen Farben abhängen.

Hintergrund

Die Effekte entstehen aller Wahrscheinlichkeit nach durch Augenbewegungen (Zanker 2004), wie oft in der Op Art. Ich stelle mir das so vor: Während eines Fixationsintervalls von $\approx 0,3$ s tritt eine leichte Adaptation ein. Nach der nächsten Sakkade gibt es eine 50 % Chance, dass die Streifen um $x \pm \frac{1}{2}$ Periode verschoben auf der Netzhaut landen. Durch die halbe Periode führt die Überlagerung mit dem Nachbild zu einer Verstärkung des gesehenen Gitterkontrastes. Wenn es keine halbe Periode ist, wird der wahrgenommene Gitterkontrast nicht verstärkt. Das führt zu einer zeitlichen Modulation des Gitterkontrastes, synchronisiert mit Augenbewegungen. Voraussetzung ist also eine Periodizität in den Mustern; doch überrascht hier (und bleibt unerklärt), dass die Bewegung in die unstrukturierten Ringe übergreift. Dass im „Bewegungszentrum“ (Area MT) des Gehirns entsprechende Aktivität auftritt (Zeki et al. 1993), überrascht weder noch erklärt es den Mechanismus.



Quellen

Leviant I (1982) Illusory motion within still pictures: The L-effect. Leonardo 15: 222–223

Zeki S, Watson JD, Frackowiak RS (1993) Going beyond the information given: the relation of illusory visual motion to brain activity. Proc R Soc Lond B Biol Sci 252: 215–22

Leviant I (1996) Does 'brain-power' make Enigma spin? Proc R Soc London B 263: 997–1001

Zanker J (2004) Naturwissenschaften 91: 149–156; PDF: https://pure.royalholloway.ac.uk/portal/files/22872704/2004_riley_review_NATWIS.pdf



Münsterberg-Täuschung

Was sehen wir hier?

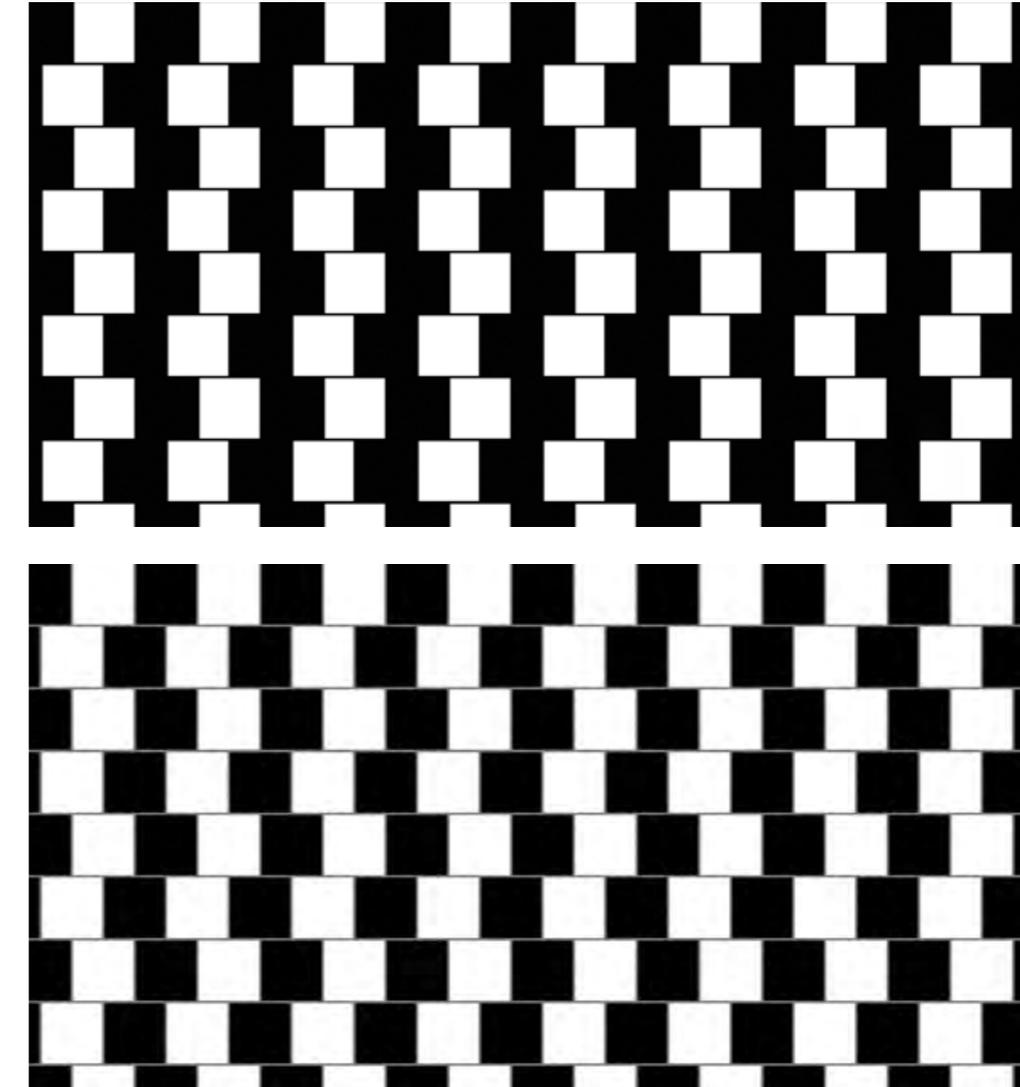
Wie beim vorherigen Beispiel sehen wir zwei Kachelmuster (hier schwarz-weiß, aber darauf kommt es nicht an). Das obere repräsentiert die Münsterberg-Täuschung, das untere ist durch die mittlere Helligkeit der „Mörtellinien“ zur Café-Wand-Täuschung geworden. Alles erscheint hier schief, ein Lineal kann uns leicht vom Gegenteil belehren.

Kommentar

Diese Täuschung wurde von Hugo Münsterberg (1863–1916) vor über 100 Jahren publiziert und ist ein Beispiel für starke interindividuelle Unterschiede: Dr. Kaden findet die Täuschung stark, ich finde sie schwach – umso deutlicher ist die Café-Wand-Täuschung (unteres Bild bzw. vorherige Seite).

Quelle

Münsterberg H (1897) The displaced chessboard figure. Journal of Psychology 5:185–188





Delboef-Täuschung

Was sehen wir hier?

Rechts sind 2 blaue Kreisscheiben sowie zwei schwarze Kreise. Einer der Kreise ist ein bisschen, der andere erheblich größer als die blauen Scheiben. Erscheint Ihnen auch die rechte blaue Scheibe größer als die linke? Ja, das ist eine Täuschung, und eine, hmm, mittelstarke?

Hintergrund

Die Ursache für diese Täuschung ist mir nicht klar. Nach Coren et al. (1976) ist sie mit der Ebbinghaus-Täuschung verwandt und hat nichts mit Größenkonstanz (siehe vorheriges Beispiel) zu tun. Bei längerem Betrachten wird sie immer schwächer. Warum zeige ich diese schwache Täuschung hier? Wegen der hübschen Arbeit von Ittersum & Wansing (2012), die für mich überzeugend darlegt, dass die Tellergröße beeinflusst, wie viel wir essen. Die Tellergröße hat offenbar in den letzten 100 Jahren

um $\approx 15\%$ zugenommen, und das erklärt möglicherweise zum Teil, warum wir (zumindest ich) zu viel essen. Also einfach von kleineren Tellern essen!

Die Teller habe ich mit identischen Burgern auf beiden Seiten bestückt – hier sehe ich den Effekt (dass der rechte Burger größer wirkt) sogar stärker.

Quellen

Delboeuf, Franz Joseph (1865) Note sur certaines illusions d'optique: Essai d'une théorie psychophysique de la manière dont l'oeil apprécie les distances et les angles (Note on certain optical illusions: Essay on a psychophysical theory concerning the way in which the eye evaluates distances and angles). Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-arts de Belgique, 19, 2nd ser. 195–216

Coren S, Girgus JS, Ehrlichman H, Hakstian AR (1976) An empirical taxonomy of visual illusions. Percept Psychophys 20: 129–137

van Ittersum K, Wansing B (2012) Plate size and color suggestibility: The Delboeuf Illusion's bias on serving and eating behavior. J Consumer Res 39 (<https://doi.org/10.1086/662615>)

