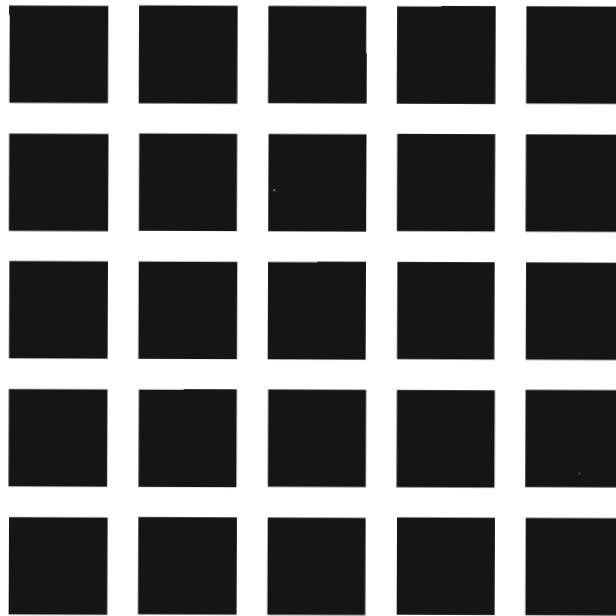


Da traut man ja seinen Augen nicht !

«Reine Täuschung», sagen die einen. Zu Recht ?

Es ist jedoch unbestritten, dass wir uns zuweilen von optischen Täuschungen in die Irre führen lassen !

Der Beweis ? Wir wissen alle, dass vertikale Streifen schlanker machen als horizontale, Schwarz «dünn» und Weiss «dick» macht.

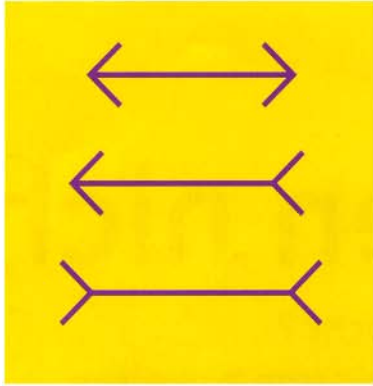


Was sehen Sie zwischen den Quadraten des Hermann-Gitters? Graue Punkte? Das ist normal! Und trotzdem ist dem nicht so... Das schon vor mehr als einem Jahrhundert entdeckte Phänomen ist klassisch. Das Gehirn nimmt die Farben in Bezug auf die Umgebung wahr. Leuchtet Weiss weniger hell, liegt das daran, dass das Weiss von noch hellerem

Weiss als die Linien umgeben ist, was das Weiss leicht grau erscheinen lässt. Wenn Sie hingegen eine Kreuzung fixieren, erscheint diese weiss, denn jetzt treten die Zellen der zentralen Zone der Netzhaut auf den Plan, und diese nehmen wesentlich weniger Korrekturen gegenüber der Umgebung vor.

Das Verblüffendste daran: Nicht das Auge ist dafür verantwortlich! Alles ist Ansichtssache, sagt eine alte Volksweisheit. Zu Recht. Mit unseren Sinnen empfangen wir verschiedenste Informationen, die zusammen ein bestimmtes Abbild der Realität ergeben. Aufgrund der Erfahrungen und der Interpretation des Einzelnen ist diese Realität jedoch nicht unbedingt für alle die

gleiche. Die Wahrnehmung der umfassenden, subtilen Sinneswelt ist subjektiv. Das menschliche Wesen ist komplex, und es ist selten, dass einer der Sinne – Gehör, Auge, Geruchssinn, Tastsinn oder Geschmacksinn – wirklich allein wirkt. Optische Täuschungen sind der schlagende Beweis dafür. An Beispielen für optische Täuschungen fehlt es nicht. Denken wir nur

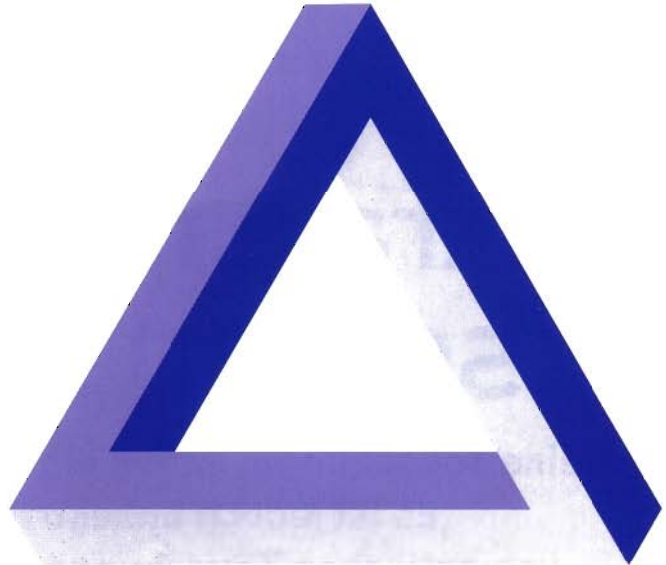


Geometrische Täuschungen basieren in der Regel auf zwei Elementen: einem induzierenden Element, das die Verzerrung bewirkt, und einem Testelement, das sie erleidet. In der Müller-Lyer-Illusion beispielsweise sind die Pfeilspitzen das induzierende Element und die horizontalen Linien das Testelement. **Welches ist Ihrer Meinung nach die längste Linie?**

an die ausgeklügelten Trompe-l'œil, die auf einer Fassade ohne Öffnung ein blumengeschmücktes, idyllisches Fenster vortäuschen, an die grafischen Effekte eines Escher, der uns drei verschiedene Welten in einem einzigen Bild vorgaukelt, oder an Vasarély, den grossen Meister der Op-art, der mit seinen repetitiven geometrischen Motiven Bewegungs- und Tiefeneffekte erzielt.

Von der Antike bis heute

Optische Täuschungen faszinieren nicht nur Normalsterbliche, Künstler und Architekten, sondern neuerdings auch Wissenschaftler. Die jahrtausendealte Faszination, die das scheinbar Unerklärliche auf uns ausübt, ist auch heute noch ungebrochen. Wetten, dass auch Sie sich von unseren Beispielen täuschen lassen? Mehrere Jahrhunderte v. Chr. wussten die griechischen Tempelbauer bereits die menschliche Wahrnehmung – und die Illusionen, denen sie unterliegen kann – zu nutzen. So wurden beispielsweise beim Bau des Parthenon gewisse Linien gekrümmt, damit sie gerade erscheinen. Eine wahre Meisterleistung für die damalige Zeit! Ab der Renaissance spielte auch die Kunst immer häufiger mit optischen Täuschungen, sei dies nun mit dem Trompe-l'œil oder später im Impressionismus, Pointillismus und Surrealismus. Die berühmtesten Vertreter der malerischen Sinnestäuschungen sind Leonardo da Vinci, Pablo Picasso, Salvador Dalí, Maurits Cornelis Escher und René Magritte. Vergessen wir dabei aber nicht die Zauberer und Illusionisten, diese grossen Meister der Tricks und optischen Täuschungen. Besonders interessant sind **die geometrisch-optischen Täuschungen**. Mitte des 19. Jahr-

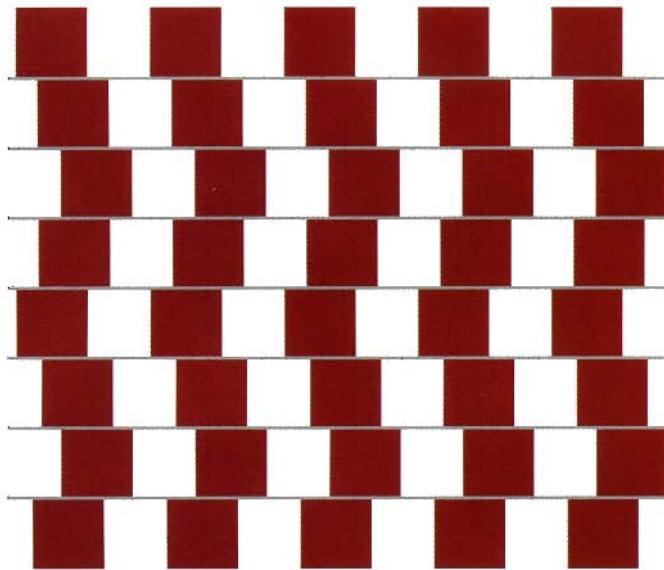


Höchst verwirrend ist auch die Tribar von Penrose. Es handelt sich dabei um die zweidimensionale Darstellung eines dreidimensional unmöglichen Gegenstandes, der aus drei Stäben gebildet wird, die ein räumliches «Dreieck» mit drei rechten Winkeln bilden.

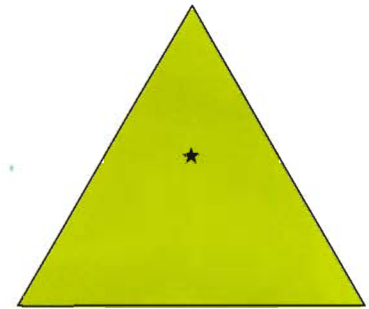
hunderts haben Pioniere der experimentellen Psychologie über 200 solcher Täuschungen entwickelt und ihnen ihren Namen gegeben. Diese Täuschungen zeigen geometrische Figuren, die zu Fehlschlüssen hinsichtlich Schätzung, Dimension, Interpretation und Richtungsweisung der betrachteten Elemente verleiten. Anhand der gezeigten Beispiele lässt sich das einfach und überzeugend feststellen. Selbst die grössten Rationalisten können sich nur über die Verwirrung wundern, die das Phänomen in uns hervorruft! Doch wie sind solche Täuschungen überhaupt möglich?

Nicht das Auge ist schuld!

Zum besseren Verständnis dieses Phänomens muss man sich vorstellen, dass das Auge in etwa wie ein Fotoapparat funktioniert. Die Hornhaut und die Linse entsprechen dabei dem Objektiv, die **Netzhaut** dem Film. Das Auge, dieses kleine, kugelförmige Organ mit einem Durchmesser von 2,5 cm und einem Gewicht von rund 7 g ist mit einer transparenten, lichtdurchlässigen Substanz gefüllt. Das aus dem **Glaskörper** (einer durchsichtigen, gallertartigen Masse) bestehende Auge wird von der **Sclera** umschlossen, einer Membran, die das Augenweiss darstellt und im vorderen Teil des Auges in die durchsichtige **Hornhaut** übergeht. Durch die Hornhaut hindurch sieht man eine runde Muskelblende, die **Iris**, die dem Auge seine Farbe verleiht und in deren Zentrum sich die **Pupille** befindet. Direkt hinter der Iris befindet sich die bikonvexe **Linse**, die die Lichtstrahlen durchlässt und sie auf der **Netzhaut** fokussiert. Genau wie ein Fotoapparat nimmt das Auge automatisch gewisse Einstellungen zur Anpassung an die äusseren Bedingungen vor. So zieht sich die



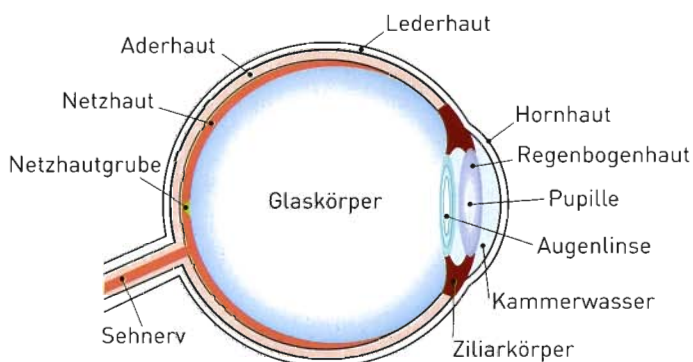
Sind die horizontalen Linien parallel? Sie sind es! Überprüfen Sie es ruhig mit einem Massstab. Auch hier basiert die Täuschung auf dem Kontrast mit der Umgebung: Die Versetzung der schwarzen Quadrate verleiht dem Ganzen ein wackliges Aussehen.



Auf den ersten Blick würde **man wetten, dass sich der Stern näher bei der Spitze als an der Basis des Dreiecks befindet.** Reine Täuschung! Dies liegt an den Strichen, die eine Perspektive suggerieren.

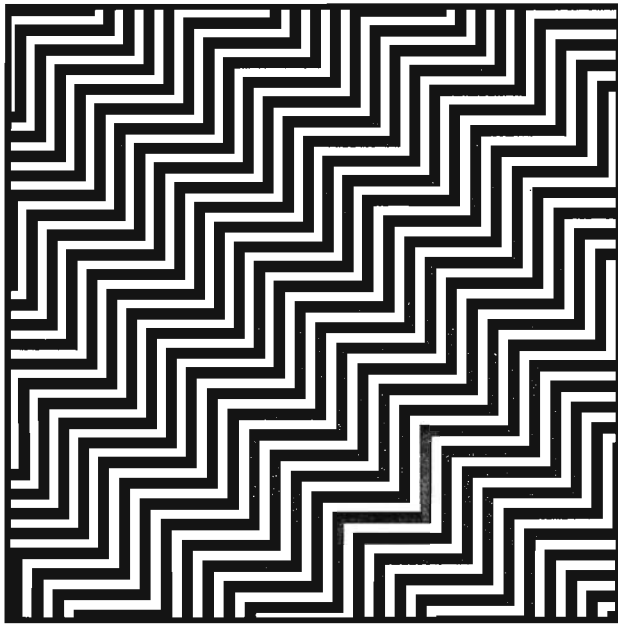
Pupille bei starker Lichteinwirkung zusammen und reduziert dadurch die in die Iris einfallende Lichtmenge. Bei schwacher Lichteinwirkung weitet sich die Pupille. Doch das ist noch nicht alles. Aufgrund der Distanz nimmt das Auge die Fokussierung vor, damit das Bild auf der **Netzhaut** scharf ist. Diese Fokussierung geschieht durch die Veränderung der **Linsewölbung**. Die Linse, ein leicht elastischer Körper, wird durch glatte Muskelfasern fixiert, die in der Lage sind,

durch Spannung und Entspannung deren Form und dadurch deren optische Eigenschaften leicht zu verändern. Diese Fähigkeit der Wölbungsveränderung ermöglicht dem Auge eine sofortige Anpassung an die Distanz zum betrachteten Objekt. Dank der Linse und ihrer Anpassungsfähigkeit sind wir somit in der Lage, die Zeitung zu lesen oder eine weit entfernte Szene zu beobachten. Das auf der Netzhaut entstehende Bild bringt die **Nervenzellen** zum Reagieren – die Zapfen übernehmen das Erkennen von Farben, die Stäbchen ermöglichen das Sehen bei Dämmerlicht –, wobei die Lichtwellen in Nervenimpulse umgewandelt werden. Hinter der Netzhaut übernimmt dann der **Sehnerv** und leitet die Nervenimpulse ähnlich wie verschlüsselte Botschaften ins Gehirn weiter.



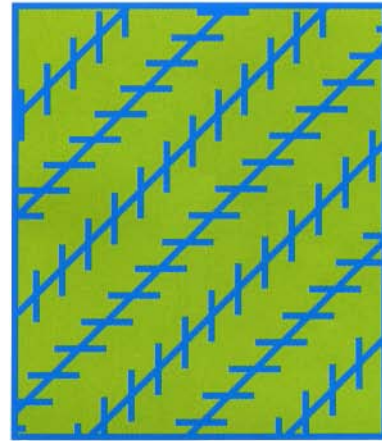
Täuschungen = Fehlinterpretationen?

Dieser komplexe Prozess bewirkt, dass wir dreidimensional sehen, Objekte im Raum sowie im Verhältnis zueinander ordnen und Licht und Schatten wahrnehmen können. Doch genau darin liegt die Gefahr der optischen Täuschung. Es ist nämlich nicht das Auge, das dafür verantwortlich ist, sondern das Gehirn! Im Sehfeld des Auges gibt es einen blinden Fleck, den so genannten Mariotte-Fleck. Dort, wo der Sehnerv und die Netzhaut zusammentreffen, dort wo sämtliche Endäste der Sehfasern sich vereinen, gibt es auf einem Punkt mit einem Radius von rund 1,2 mm keine Sehzellen. Verschwindet ein Teil eines Bildes, nimmt



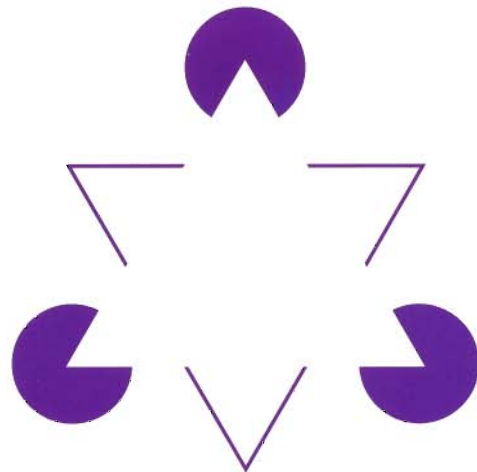
Schauen Sie genau hin : **Der sich bewegende Teppich beginnt zu vibrieren.** Wenn Sie mit den Augen zwinkern, erscheint der Raum zwischen den vertikalen Linien grau. Wie ist diese Bewegungsillusion möglich? Das menschliche Auge ermüdet sehr schnell. Wenn es einen Gegenstand stark fixiert, erscheinen imaginäre Bewegungen. Wenn man jedoch den Blick vom Gegenstand abschweifen lässt, trifft das Bild auf andere Teile der Netzhaut, die ihrerseits über die vollständige Leistungsfähigkeit verfügen.

das Gehirn eine Retusche vor und füllt die Lücke mit dem naheliegendsten bildhaften Inhalt. Da unsere Augen stets in Bewegung sind, ist das Gehirn praktisch immer ausreichend über das Gesamtbild informiert und daher in der Lage, den für das Auge nicht sichtbaren Teil mittels automatischer Gehirnmechanismen zu kompensieren. Dies kann bereits zu einer bestimmten Art der optischen Täuschung führen. Was die übrigen Täuschungen anbelangt, so entstehen auch sie nicht auf der Netzhaut, sondern im Sehsystem, wo die Informationen der beiden Augen zum ersten Mal zusammenlaufen. Auch wenn die visuelle Wahrnehmung – die Fähigkeit, Farben, Formen und Bewegungen zu sehen und zu unterscheiden – dem Auge zuzuschreiben ist, nimmt sie erst im Gehirn wirklich Form an. Die Interpretation, die das Gehirn von allen erhaltenen Informationen vornimmt, ist zum Teil mehrdeutig. Es kommt eben auch vor, dass sich das Gehirn selbst und damit uns täuscht, indem es uns etwas anderes als die Realität sehen lässt! Ist dies nun auf die Mechanismen der Sinnesorgane oder direkt auf das Gehirn zurückzuführen? Sind Täuschungen das Resultat eines Wettstreits zwischen den beiden Hirnhälften? Seit Mitte des 19. Jahrhunderts häufen sich die Theorien diesbezüglich. Sicher ist jedoch, dass optische Täuschungen eine Frage der Wahrnehmung sind und nichts mit Gedanken und Überlegungen zu tun haben. Der Beweis: Sie können sich noch so lange sagen, dass die nebenstehenden Abbildungen lediglich geometrische



Sind die geraden Linien parallel? Spektakulär sind auch die Täuschungen aufgrund der Winkelleffekte. Sie spielen mit unserer Tendenz, spitze Winkel zu überschätzen und stumpfe Winkel zu unterschätzen. In der Zöllner-Illusion erscheinen die schrägen Linien aufgrund der kleinen Striche, mit denen sie schraffiert werden, verzerrt. In der auf dem gleichen Prinzip basierenden Hering-Illusion erscheinen die horizontalen Linien gekrümmt, obwohl sie vollkommen gerade und parallel sind.

Täuschungen sind, das bewahrt Sie nicht davor, sich in die Irre führen zu lassen oder zumindest die Verzerrungen wahrzunehmen! Wir wünschen auf jeden Fall viel Spass!



Ein oder zwei Dreiecke? Es gibt in Wirklichkeit nur eines, aber das Auge nimmt zwei wahr. Diese Kanizsa-Illusion erklärt sich durch einen Vorgang unseres Gehirns, das unbewusst die Abschnitte der mittleren Region verlängert und ein Relief sucht.