

## Der geheimnisvolle Blick

Hans Joachim Schlichting

### Das Phänomen

Auf der Phänomena [1], jener Superschau physikalischer Erscheinungen und Spielereien, erregte eine Galerie von Hohlköpfen, deren umgekrempelte Phisiognomie bekannten Persönlichkeiten nachempfunden war, mein besonderes Interesse.

Als ich, von einer Attraktion zur anderen hastend, dem "Speicherüberlauf" nahe, eine größere Glasvitrine passierte, nahm ich zunächst mit stark eingeschränkter Aufmerksamkeit, gleichsam aus dem Augenwinkel, nur die Information auf: Hier sollen Büsten an die vergangenen Größen dieser Welt erinnern. Doch halt! Irgend etwas stimmte nicht. Ein eigenartiges Gefühl, von diesen Gipsköpfen mit kritischem Auge verfolgt zu werden, machte sich breit. Ich ging noch einmal zurück und dann für die nächste Viertelstunde, groteske Hypothesen bildend, vor der Glasvitrine auf und ab. In der Tat: Die Figuren schienen sich zu bewegen und die Vorbeigehenden mit - ihrer Natur entsprechend - steinernen Blick zu verfolgen. Ging man näher an die Figuren heran oder betrachtete sie von der Seite, so erkannte man, daß es sich gar nicht um erhabene, sondern hohle, nach innen gewölbte Gesichter handelte.

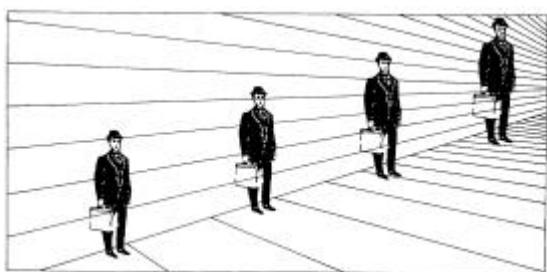


Abb. 1: Gleichgroße Personen erscheinen in perspektivischer Darstellung unterschiedlich groß

### Ein Experiment

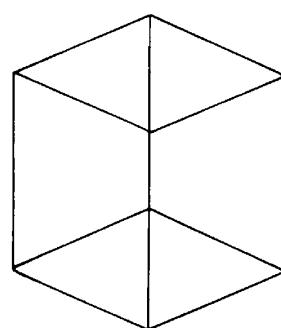
Einige herumstehende "Fachleute" sahen in diesem Phänomen einen holografischen Trick. Man kann sich jedoch schnell davon überzeugen, daß in der Hohlheit der Gesichter das ganze Geheimnis verborgen liegt: Dazu besorge man sich eine Maske (z.B. Karnevalsmaske), eine hohle Gießform für einen Kopf oder etwas entsprechendes und stelle dassel-

be so auf, daß man die hohle Seite sieht. Aus einiger Entfernung und/oder Zuhalten eines Auges betrachtet, erlebt man zu seinem Erstaunen das eben beschriebene Phänomen. Um sicher zu sein, mir nichts einzureden, holte ich mehrere Personen und ließ diese aus sicherem Abstand beschreiben, was sie sahen. Keiner kam auf die Idee, auf eine Hohlform zu blicken. Es empfiehlt sich allerdings, gegebenenfalls der Maske von innen durch Ausmalen wenigstens grobe Gesichtszüge zu verleihen, damit der Betrachter nicht anderweitig Verdacht schöpfen kann.

### Eine Deutung

Verwirrend erscheint zunächst die Tatsache, daß es sich hier einerseits um ein Phänomen der räumlichen Wahrnehmung handelt, andererseits aber gerade das räumliche Wahrnehmungsvermögen aufgrund des größeren Abstands bzw. der einäugigen Betrachtung ausgeblendet zu werden scheint.

In größerer Entfernung und bei einäugiger Betrachtung ist der räumliche Eindruck nicht mehr physikalisch, sondern hirnphysiologisch bedingt. Er kann ohne Schwierigkeiten durch flächenhafte Abbildungen wie Fotografien und perspektivische Zeichnungen und Bilder täuschend echt simuliert werden, wie man aus vielen Beispielen weiß. Ja, der durch Abbil-



dungen vermittelte räumliche Eindruck kann so stark sein, daß ein Betrachter "sehenden Auges" über die tatsächlich herrschenden Verhältnisse hinweggetäuscht werden kann: Auf der Phänomena gab es beispielsweise einen räumlich sich verjüngenden Korridor, den eine Person durchqueren konnte. Die Verjüngung täuschte dem außen stehenden Betrachter Perspektive vor und ließ die durch den

Korridor gehende Person mit jedem Schritt größer erscheinen (vgl. Abb. 1).

Betrachtet man zweideutige räumliche Darstellungen, bei denen keine der beiden Möglichkeiten ausgezeichnet ist, so kann man durch Zufall (unbewußt) oder durch bewußtes Bemühen wahlweise die eine oder die andere aktualisieren. Ein bekanntes Beispiel ist der in Abb. 2 gezeichnete "Würfel", den man nach innen oder außen stülpen (aber auch als flächenhaftes Gebilde) sehen kann oder die in Abb. 3 dargestellte Treppe, die einmal von links oben nach rechts unten führend oder auf dem Kopf stehend umgekehrt gesehen werden kann. Bei der Treppe wird jedoch jeweils jene Sehversion bevorzugt, die die Treppe "richtig" herum zeigt, wie man sich leicht klarmacht, wenn man das Bild auf den Kopf stellt. Dann erscheint die vorher nur schwer hervorzuweisende Version. Aus diesem Befund folgt, daß bei zweideutigen Darstellungen bekannter Gegenstände meist zugunsten der vertrauten Version "entschieden" wird.

Damit wird jetzt auch verständlich, warum uns die hohle Maske erhaben erscheint: Nachdem durch den Abstand bzw. die Einäugigkeit die räumliche Dimension ausgeschaltet worden war, konnte rein physikalisch nur noch ein flächenhaftes Objekt wahrgenommen werden. Da es sich um ein Gesicht handelt, das man gewohnt ist, räumlich zu sehen, und zwar erhaben, wurde diese Version bevorzugt, obwohl man tatsächlich auf eine hohle Maske blickte. Lebte man in einer Welt von Hohlköpfen, so sähe die Situation allerdings anders aus. Erst nach einem Üben gelang es mir, ähnlich wie im Falle der Abb. 2 und 3 auch die Hohlversion zu "sehen".

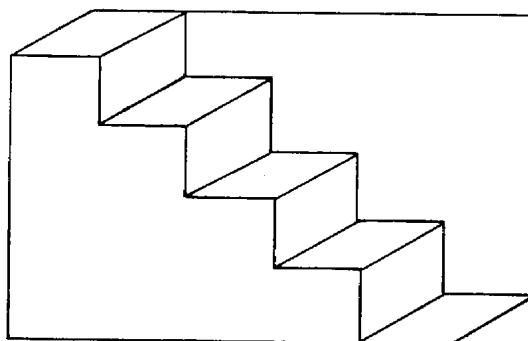


Abb. 3: Darstellung einer Treppe die wahlweise, von links oben nach rechts unten führend oder auf dem Kopf stehend von rechts unten nach links oben führend gesehen werden kann.

"Was ein Mensch sieht, hängt sowohl davon ab, worauf er blickt, wie davon, worauf zu sehen ihn seine visuell begriffliche Erfahrung gelehrt hat" [2]. Diese in einem viel allgemeineren Zusammenhang

gewonnene Einsicht von T.S. Kuhn gilt offenbar erst recht für das normale Sehen. Da wir die Räumlichkeit der Maske durch Abstandnehmen oder einäugige Betrachtung ausgeschaltet haben, wirkt die Maske in der Aufsicht wie eine flächenhafte Darstellung und wäre von einer Fotografie derselben nicht zu unterscheiden. Dies gilt aber nur solange, wie man seine Blickrichtung nicht ändert. Bewegt man sich nämlich relativ zu einem Objekt, so tritt ein weiterer "räumlicher" Effekt auf, die sog. Parallaxe, derzufolge sich unterschiedlich weit entfernte Objekte gegeneinander zu verschieben scheinen: Sehr weit entfernte Gegenstände, z.B. der Mond bewegen sich mit einem bewegten Beobachter mit, während sehr nahe Gegenstände sich schnell "entfernen". Die Parallaxe ist durch Abstandnehmen und einäugige Betrachtung nicht zu beseitigen und muß daher wahrnehmungsmäßig als räumliches Phänomen verarbeitet werden. Damit wird jetzt auch der Unterschied zwischen den Eindrücken verständlich, die eine hohle, erhabene und flächenhafte Maske bewirken: Die parallaktischen Verschiebungen in einem erhabenen Gesicht, die bis zur Verdeckung einzelner Gesichtspartien durch andere führen können (z.B. Verdeckung des linken Auges durch die Nase bei einer Bewegung des Beobachters nach rechts), scheinen im Bezugssystem des Beobachters der Drehbewegung des Gesichts vom Beobachter weg zu bewirken, die gewohnheitsmäßig (im Falle des sich bewegenden Beobachters) als Unbeweglichkeit des Gesichts gedeutet wird. Bei einem flächenhaften Gesicht, in dem keine parallaktischen Verschiebungen auftreten, muß der Beobachter dementsprechend bei einer Bewegung den Eindruck haben, das Gesicht bewege sich mit. Bei einem hohlen Gesicht muß schließlich die Umkehrung der Verhältnisse beim erhabenen Gesicht der Eindruck einer über die bloße Mitbewegung hinausgehenden zusätzlichen Bewegung des Gesichtes entstehen. In der Tat, betrachtet man die Hohlmaske im Lichte dieser Erkenntnis, so erkennt man deutlich, daß das Gesicht sich schneller in die Richtung zu bewegen scheint, in die man selber geht.

Der auffällige Eindruck, vom Gesicht verfolgt zu werden, läßt sich im Nachhinein nur so deuten, daß es gerade die ungewohnte, weder von erhabenen noch (flächenhaft) abgebildeten Gesichtern bekannte schnellere scheinbare Gesichtsbewegung war, die meine Aufmerksamkeit auf sich zog.

### Ein physikalisches Modell

Dieser Befund legt eine einfache physikalische Modellierung des Phänomens nahe: Da bei einem hohlen Gesicht nicht die von einem erhabenen gewohnten parallaktischen Verschiebungen (insbesondere

kaum Verdeckung) auftreten, kann der Eindruck entstehen, man sähe das Gesicht stets direkt von vorn. Die wahrgenommene Ausstülpung entspricht so gesehen einer Spiegelung an einer Ebene senkrecht zur Blickrichtung, gleichgültig, ob man direkt von vorn oder schräg von der Seite auf die Maske schaut.

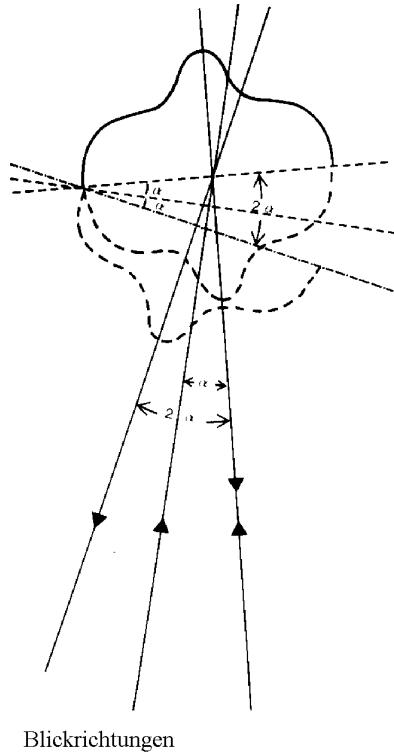


Abb. 4: Schematische Darstellung der Hohlmaske (durchgezogene Linie) und der entsprechenden Inversionen (gestrichelt) (Erläuterungen im Text).

In Abb. 4 haben wir eine solche Spiegelung für den Fall der direkten Aufsicht und für eine dagegen um den Winkel  $\alpha$  verschobene Blickrichtung konstruiert. Die bekannte Tatsache, daß ein unter dem Winkel  $\alpha$  auf eine spiegelnde Fläche auftreffender Lichtstrahl um den Winkel  $2\alpha$  verschoben reflektiert wird, entspricht daher einer Verschiebung der Reflexionsebene um  $2\alpha$ . Unter der obigen Voraussetzung, daß das Gesicht stets von vorn gesehen zu werden scheint, entsteht somit der Eindruck des Vorauseilens des Gesichts in Bewegungsrichtung des Beobachters. Der Effekt des Vorauseilens läßt sich übrigens dadurch abschwächen, daß man die Hohlform mit einem transparenten Material ausfüllt [3]. Wie man sich an dem physikalischen Modell der Inversion klarmachen kann, sorgt die Brechnung an dem optisch dichteren Medium für eine Verkleinerung von  $\alpha$ .

## Die Hohlmaske als Forschungsgegenstand

Die Hohlmaske ist natürlich keine Erfindung unserer Tage. Wie mein im Anschluß an das Phänomen-Erlebnis vorgenommenes Literaturstudium erbrachte, wurde bereits im 17. Jahrhundert über derartige Inversionsphänomene berichtet. Im 18. Jahrhundert wurde in zahlreichen Artikeln u.a. in Poggendorffs Annalen der Physik eine wissenschaftliche Deutung der Inversions- und ähnlicher Phänomene versucht (z. B. [4], [5]). In jüngster Zeit wurden optische Inversionen erneut untersucht [6]. Demnach soll es möglich sein, die Hohlmaske auch binokular, d.h. unter Beibehaltung des räumlichen Sehvermögens, invertiert zu sehen, was mir und anderen Personen an meiner Maske jedoch nicht gelang. Ja, es wird sogar vermutet, daß man mit einigem Training alle Gegenstände invertiert sehen könnte. Eine abschließende hirnphysiologische Erklärung für diesen Befund scheint es jedoch noch nicht zu geben.

## Die Hohlmaske im Unterricht

Die Hohlmaske ist ein idealer Gegenstand zur Belebung des Physikalltags in der Schule. Sie ist leicht herzustellen und unter den oben diskutierten Voraussetzungen mit rein geometrisch optischen Mitteln physikalisch zu beschreiben. Die hirnphysiologische Problematik erlaubt über das rein Physikalische hinaus, über die Verlässlichkeit der menschlichen Wahrnehmung zu spekulieren.

Auf jeden Fall ruft das Inversionsphänomen Verwunderung beim Betrachter hervor, und es vermag in dem einen oder anderen Fall zu kreativen Variationen zu stimulieren.

## Literatur

- [1] In Zürich 1984 und in Rotterdam 1985
- [2] T.S. Kuhn: Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt: Suhrkamp 1970.
- [3] W. Dulz: The Bust of the Tyrant: an optical illusion, Applied Optics 23/2, 20 (1984).
- [4] L. Necker: Poggendorffs Annalen der Physik 27, 502 (1833).
- [5] Ch. Wheatstone: Contributions to the theory of vision, Poggendorffs Annalen der Physik, Erg. Bd. 1, 1(1842).
- [6] J.I. Yellof Jr.: Binocular Depth Inversion, Sci. Am. 245/1, 118(1981).