

**Skriptum**

# **Medientechnik**

**2. Klasse**



**Christian Haabs**

Das Skriptum ist ausgedruckt in jeder Stunde mitzuhaben!

# Teil I Licht und visuelle Wahrnehmung

---

1.	Optik .....	4
1.1.	Das Wesen des Lichts .....	4
1.1.1.	Lichtstrahlen .....	4
1.1.2.	Lichtentstehung .....	5
1.1.3.	Welle-Teilchen-Dualismus .....	5
1.2.	Wellenoptik .....	6
1.2.1.	Wellenlänge .....	6
1.2.2.	Amplitude .....	6
1.2.3.	Polarisation .....	7
1.2.4.	Interferenz .....	7
1.2.5.	Beugung .....	7
1.3.	Strahlenoptik–Geometrische Optik .....	8
1.3.1.	Reflexion .....	8
1.3.2.	Brechung .....	8
1.3.3.	Totalreflexion .....	9
1.3.4.	Streuung .....	9
1.4.	Lichttechnische Grundgrößen .....	10
1.4.1.	Lichtstärke .....	10
1.4.2.	Lichtstrom .....	10
1.4.3.	Beleuchtungsstärke .....	11
1.4.4.	Leuchtdichte .....	12
1.4.5.	Lichtausbeute .....	13
1.5.	Farbe .....	14
1.5.1.	Farbensehen .....	14
1.5.2.	Farbwahrnehmung .....	15
1.5.3.	Farbmischungen .....	16
1.5.4.	Farbordnungssysteme .....	17
1.5.5.	Farben im Computer .....	18
2.	Visuelle Wahrnehmung .....	23
2.1.	Grundsätze der Gestaltung .....	24
2.2.	Gestaltgesetze .....	24

2.2.1.	Figur-Grund-Beziehung.....	24
2.2.2.	Das Gesetz der Nähe .....	25
2.2.3.	Das Gesetz der Geschlossenheit.....	25
2.2.4.	Das Gesetz der Kontinuität.....	25
2.2.5.	Das Gesetz der Ähnlichkeit.....	26
2.2.6.	Das Gesetz der Prägnanz .....	26
2.2.7.	Das Gesetz der Erfahrung .....	26
2.3.	Formelemente der Gestaltung .....	27
2.3.1.	Der Punkt.....	27
2.3.2.	Die Linie .....	27
2.3.3.	Die Fläche .....	28
2.4.	Gestalten mit Formen.....	28
2.4.1.	Formanordnung.....	28
2.4.2.	Formbeziehung.....	29
2.4.3.	Formwirkung.....	30
2.5.	Gestalten mit Farbe.....	31
2.5.1.	Farbwirkung.....	31
2.5.2.	Farbkontraste .....	33
2.5.3.	Farbharmonie .....	34

# 1. Optik

**Definition lt. Duden:**

1. Wissenschaft vom Licht, seiner Entstehung, Ausbreitung und seiner Wahrnehmung.
2. der Linsen enthaltender Teil eines optischen Gerätes.
3. optischer Eindruck, optische Wirkung, äußerer Erscheinungsbild.

## 1.1. Das Wesen des Lichts

Licht ist derjenige Anteil der elektromagnetischen Wellen, die für das Auge sichtbar sind.

### 1.1.1. Lichtstrahlen

**Warum ist der Weltraum dunkel, obwohl die Sonne und die Gestirne Licht nach allen Seiten hin abstrahlen?**

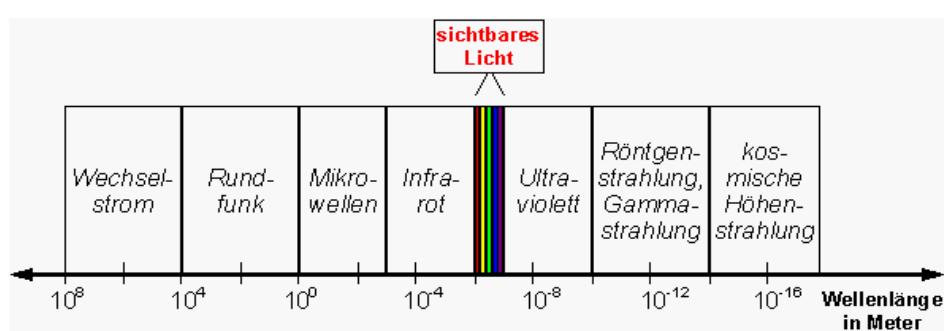
Leuchtende Körper geben Licht nach allen Richtungen hin ab. Diese Wege werden als Lichtstrahlen bezeichnet. Wir können Lichtstrahlen nur wahrnehmen, wenn sie direkt in unser Auge gelangen. Durch Streuung an Staubteilchen kann ein Strahl (z.B. Laserstrahl) sichtbar gemacht werden. Im Weltall herrscht **Hochvakuum**. Daher wird das Licht auch nicht gestreut. Der "Himmel" ist für den Astronauten vollkommen schwarz.

**Licht** und Materie sind **farblos**. Farbe ist immer und ausschließlich die Sinnesempfindung eines Betrachters.

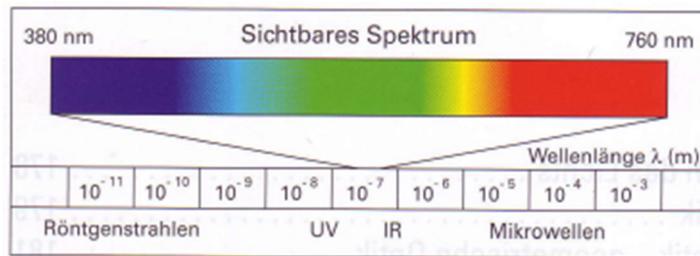
Die etwa 150 Millionen km von der Erde entfernte Sonne, Hauptquelle des Lichtes für unseren Planeten, liefert der Erde jährlich 175 Milliarden Megawatt Energie. Im bis zu 16 Millionen Kelvin heißen Kern der Sonne verschmelzen pro Sekunde etwa 650 Millionen Tonnen **Wasserstoff zu Helium**. Die kontinuierlich ablaufende **Kernfusion** setzt Licht – Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung – frei. Die von der Sonne ausgehende Strahlung breitet sich mit **Lichtgeschwindigkeit** in alle Richtungen aus. Die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum beträgt etwa 300.000 km/s.

Licht breitet sich in Form einer elektromagnetischen Welle in einem Wellenlängenbereich von 380nm bis 780nm aus. Dies entspricht den Farben Violett bis Rot.

Licht ist ein **Teil der optischen Strahlung**. Diese umfasst Wellenlängen von 100nm bis 1 mm. Man unterscheidet drei Bereiche der optischen Strahlung: **Ultraviolet (UV)-Bereich, Licht, Infrarot (IR)-Bereich**.



Strahlung mit einer Wellenlänge von ca. 425nm wird von unserem Sehorgan als „blaues“ Licht, bei ca. 535nm als „grünes“, ab etwa 600nm als „rotes“ Licht registriert. Infrarot-Strahlung (IR) jenseits von etwa 780nm wird von unserem Sehorgan nicht mehr als Lichteindruck wahrgenommen. Ultraviolett-Strahlung (UV) im Bereich von unter 380nm ist für das menschliche Auge ebenfalls nicht mehr wahrnehmbar.

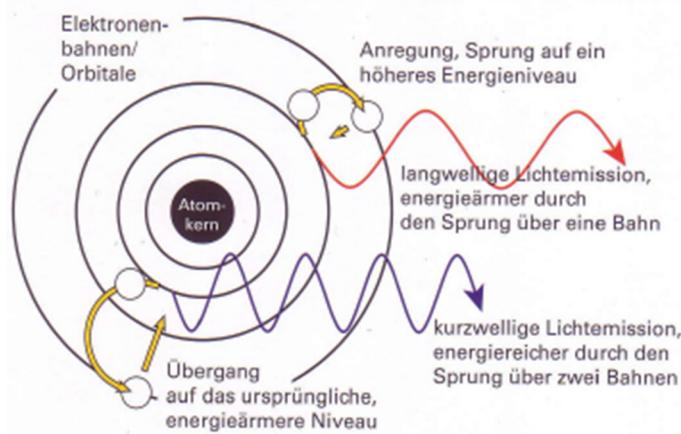


Die meisten elektromagnetischen Wellen wie **Radiowellen** oder die **Röntgenstrahlung** sind für unser Auge **nicht sichtbar**. Die Wellen unterscheiden sich in ihrer Wellenlänge: Rundfunkwellen können mehrere hundert Meter lang sein, während kosmische Höhenstrahlung Wellenlängen im Bereich von Millionstel Nanometer ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) besitzt. Das nicht mehr sichtbare Infrarot wird als **Wärmestrahlung** wahrgenommen. Das nicht mehr sichtbare Ultraviolett erzeugt **Sonnenbrand** (Zellschädigungen von Hautrötungen bis zu schweren Verbrennungen).

### 1.1.2. Lichtentstehung

Wie entsteht Licht oder wie kommt es zur Energieabgabe in Form von Strahlung?

Im **Ruhezustand eines Atoms** sind seine Elektronen auf den jeweiligen Energieniveaus (je nach Modell: Elektronenbahnen oder Orbitale) im energetischen Gleichgewicht. Durch **äußere Energiezufuhr** wird das Atom angeregt und **in Schwingung versetzt** (z.B. durch Erwärmung wird einem Metall Energie zugeführt → beispielsweise dem Wolframfaden einer Glühlampe). Das bedeutet, dass einzelne Elektronen auf ein **höheres Energieniveau** springen. Beim Übergang zurück auf das niedrige Energieniveau wird die Energiedifferenz in Form eines **Photons** abgegeben. Die zugeführte Energie wird in Form von Strahlung wieder abgegeben. Ein einzelner Vorgang dauert durchschnittlich  $10^{-8} \text{ s}$ .



### 1.1.3. Welle-Teilchen-Dualismus

Auf die Frage, ob Licht aus Teilchen oder Wellen besteht, hat man im Laufe der Jahre unterschiedliche Antworten gegeben:

- **Huygens** (1629-1695) gilt als Begründer der **Wellenoptik**, konnte seine Annahmen allerdings nicht experimentell beweisen.
- **Newton** entwickelte im 17. Jahrhundert die **geometrische Optik** unter der Annahme, das Licht bestehe aus Teilchen.
- 1802 zeigte **Young** experimentell, dass Licht sich durch Interferenz *auslöschen* lässt. Das wurde als eindeutiges Indiz für dessen **Wellencharakter** interpretiert. Die Polarisierbarkeit sorgte Ende des 19. Jahrhunderts dafür, dass die Wellennatur des Lichtes allgemein anerkannt wurde.
- Die Entdeckung und Untersuchung des **photoelektrischen Effektes** im gleichen Zeitraum zeigt, dass sich dieser Effekt sicher *nicht* mit Lichtwellen erklären lässt. Die Erklärung durch **Einstein** im Jahr 1905 beruht auf der **Annahme von Lichtteilchen**.

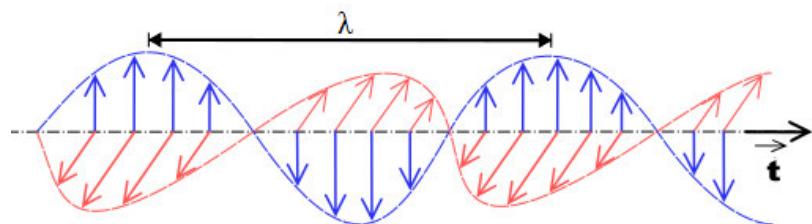
Das Teilgebiet Optik, das die Eigenschaften von Licht untersucht, unterteilt sich daher in **geometrische Optik (Strahlenoptik)** und **Wellenoptik**. Dabei wird Licht im Modell entweder als Strahl oder als Welle beschrieben.

Der Wellencharakter beschreibt die **Ausbreitungs-, Beugungs-** (Ablenkung einer Welle) und **Interferenzerscheinungen** (Überlagerung mehrerer Wellen).

Der Teilchencharakter erklärt **Emissions- und Absorptionserscheinungen**. Demzufolge ist Licht eine Teilchenstrahlung, in der die Teilchen bestimmte Energiewerte haben. Die Lichtteilchen werden als **Quanten oder Photonen** bezeichnet.

## 1.2. Wellenoptik

In der Wellenoptik betrachtet man Licht als **elektromagnetische Welle**. Somit ist Licht eine transversale Welle, dh. die Welle **schwingt senkrecht zu ihrer Ausbreitungsrichtung**. Sie wird durch Wellenlänge, Amplitude und Phase beschrieben.



### 1.2.1. Wellenlänge

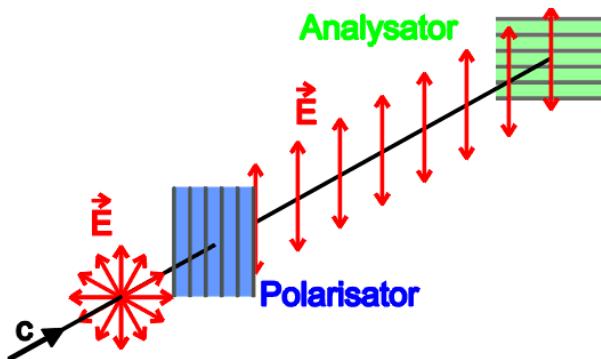
Als Wellenlänge  $\lambda$  (griechisch: Lambda), wird der **kleinste Abstand zweier Punkte gleicher Phase** einer Welle bezeichnet. Dabei haben zwei Punkte die gleiche Phase, wenn sie sich in gleicher Weise begegnen, d.h., wenn sie im zeitlichen Ablauf die gleiche Auslenkung (Amplitude) und die gleiche Bewegungsrichtung haben. Die Wellenlänge wird **in Meter** angegeben.

### 1.2.2. Amplitude

Die Amplitude ist die **maximale Auslenkung** der Lichtwelle. Je größer die Amplitude, desto **heller** erscheint die Farbe. Bleibt die Wellenlänge unverändert, dann ändert sich nur die Helligkeit, nicht der Farnton des Lichtes.

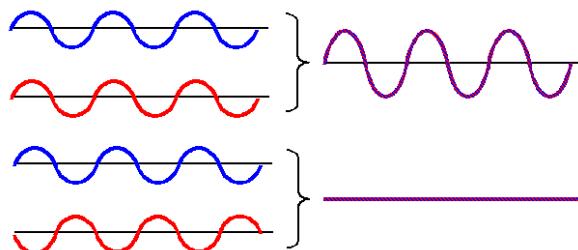
### 1.2.3. Polarisation

Licht, das durch Glühemission erzeugt wird, beispielsweise Licht von der Sonne oder aus Glühbirnen, ist **unpolarisiert** und enthält Wellen mit allen möglichen Schwingungsebenen. Durch das Einbringen eines **Polarisationsfilters** können alle Schwingungsebenen bis auf eine Vorzugsrichtung ausgeblendet werden.



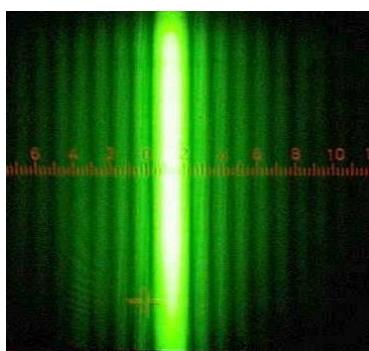
### 1.2.4. Interferenz

Interferenz beschreibt die **Überlagerung von zwei oder mehr Wellen**. Je nach Verhältnis der Phasen kommt es zu einer Verstärkung, Abschwächung oder Auslöschung der Wellen. Bei einer Phasenverschiebung von  $\lambda/2$  heben sich die beiden gegenläufigen Amplituden auf. Das Licht dieser Wellenlänge wird somit nicht mehr sichtbar.

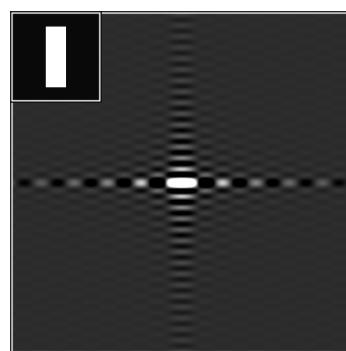


### 1.2.5. Beugung

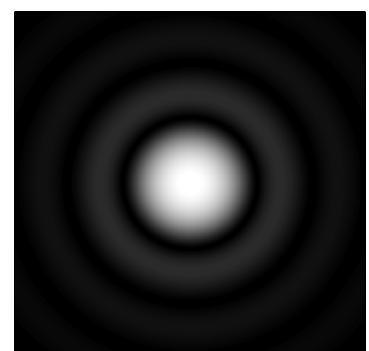
Beim **Auftreffen einer Welle auf eine Kante** wird die Welle abgelenkt, d.h. sie breitet sich auch hinter der Kante aus. Bei Beugungerscheinungen kann sich die Welle im geometrischen Schattenraum des Hindernisses (Spalt, Gitter, Fangspiegel usw.) ausbreiten. Zur Beugung kommt es durch **Entstehung neuer Wellen entlang einer Wellenfront**.



Beugung am Einfachspalt



B. an einer rechteckigen Öffnung



B. an einer kreisförmigen Öffnung

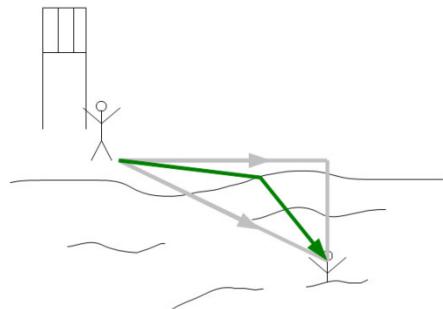
## 1.3. Strahlenoptik–Geometrische Optik

Die geometrische Optik **beschreibt Alltagserscheinungen** (z.B. Reflexion an Oberflächen oder Brechung an Grenzflächen). Sie vernachlässigt die Welleneigenschaften des Lichts. Sie geht vereinfachend von einem punktförmigen Strahl aus, welcher sich geradlinig ausbreitet. Sich kreuzende Strahlen beeinflussen sich dabei nicht gegenseitig.

Für die Ausbreitung von Licht gilt **das Fermat'sche Prinzip**:

Der Weg, den das Licht nimmt, um von einem Punkt zu einem anderen Punkt zu gelangen, ist stets so, dass die benötigte **Zeit** dafür **minimal** wird.

Analogie: Welchen Weg sollte ein Rettungsschwimmer nehmen, der jemanden aus dem Wasser retten will?



### 1.3.1. Reflexion

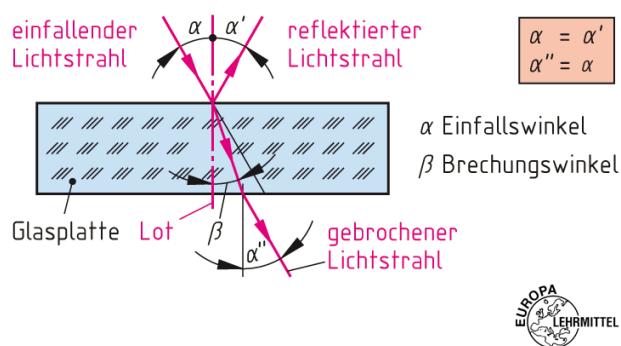
Reflexion bedeutet Rückstrahlvermögen. Je rauer die Oberfläche und je dunkler die Farbe eines Körpers ist, umso geringer ist die Reflexion. Der Reflexionsgrad wird **in Prozent** angegeben. Eine helle Wand kann etwa 80% des auftreffenden Lichtes reflektieren. Reale (raue) Oberflächen reflektieren nur einen Teil des einfallenden Lichts, der andere Teil wird diffus reflektiert.

Bei der Reflexion gilt das **Reflexionsgesetz**: Einfallswinkel und Reflexions- oder Ausfallswinkel sind gleich groß.

### 1.3.2. Brechung

Licht breitet sich in verschiedenen Medien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aus. Als Folge tritt beim **Übergang** von einem **Medium** in ein anderes im Allgemeinen eine **Richtungsänderung** auf, die man als Brechung bezeichnet.

Hat das neue Medium eine **höhere optische Dichte**, dann wird der Strahl **zum Lot** hin gebrochen (Einfallswinkel ist größer als der Brechungswinkel). Bei einer geringeren Dichte erfolgt die Brechung vom Lot weg (Einfallswinkel ist kleiner als der Brechungswinkel).



Reflexion und Lichtbrechung

Das **Verhältnis der beiden Ausbreitungsgeschwindigkeiten**  $c_1$  und  $c_2$  wird durch die sogenannte Brechzahl  $n$  angegeben. Die **Brechzahl n** (auch Brechungsindex) ist eine dimensionslose physikalische Größe.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n$$

Messungen haben ergeben, dass Licht in Wasser  $\frac{4}{3}$  der Lichtgeschwindigkeit des Vakuums  $c_0$  besitzt. In das Brechungsgesetz eingesetzt, erhält man

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{225\,000 \text{ km/s}} = \frac{4}{3} = 1,333$$

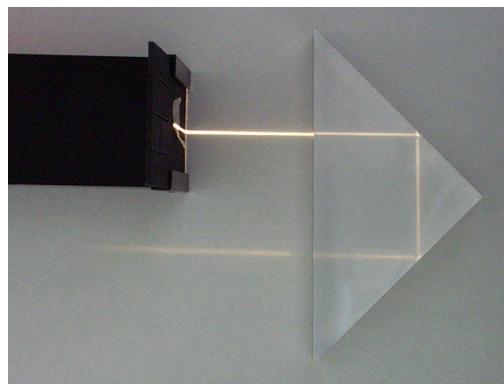
An allen Mediengrenzen treten Brechung und Reflexion immer zusammen auf.

Die **Brechung bzw. der Brechungswinkel ist abhängig von der Wellenlänge**. Dieses Phänomen wird **Dispersion** genannt (wird näher im Kapitel Farbe erläutert).

### 1.3.3. Totalreflexion

An sich wird Licht bei einem Übergang von einem Medium in ein anderes immer gebrochen und reflektiert. Beim Übergang von einem optisch dichteren **in ein optisch dünneres Medium** kann jedoch ein Lichtstrahl, der unter einem **bestimmten Winkel** einfällt, an der Grenzfläche wieder **vollständig reflektiert** werden. Er kann nicht in das optisch dünnere Medium übertreten. Dieser Effekt wird Totalreflexion genannt.

Der Grenzwinkel für die Grenzfläche **Glas – Luft** beträgt beispielsweise  **$43^\circ 16'$** . Technische Anwendungen sind Glasfaserkabel als Lichtwellenleiter in der Netzwerktechnik und Umlenkprismen in Scannern und Kameras.

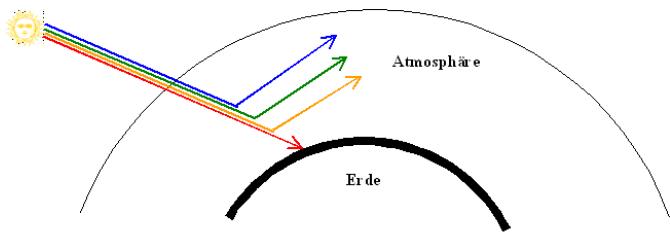


Zweimalige Totalreflexion in einem Prisma

### 1.3.4. Streuung

Erreicht eine Wellenfront ein Hindernis, so gehen vom Hindernis selbst Elementarwellen aus, die sich in alle Richtungen ausbreiten. Dieser Effekt wird allgemein als Streuung bezeichnet. Die **Streuung von Licht an den Luftpolekülen** bewirkt beispielsweise, dass der **Himmel am Tag etwa gleichmäßig hell** erscheint.

Wie stark Licht gestreut wird, hängt von der Wellenlänge des Lichts ab: **Kurzwelliges blaues Licht wird stärker gestreut als langwelliges rotes**. Der Himmel erscheint blau, weil beim Durchgang des Lichtes durch die Atmosphäre die blauen Anteile des Lichtes gestreut werden. Ohne Streuung wäre unser Himmel schwarz wie der Weltraum.



Morgenrot; blaues Licht wird stärker abgelenkt bei flachem Einfallswinkel

## 1.4. Lichttechnische Grundgrößen

Die lichttechnischen (fotometrischen) Größen stellen die **Zusammenhänge zwischen definierten Größen** (z.B. Leistung) **und den physiologischen Sinneswahrnehmungen** her. Für den **sichtbaren Bereich** verwendet man zur Bewertung von Lichtstrom und Lichtstärke die fotometrischen Einheiten Lumen (lm) und Candela (cd), die auf der **Strahlungsbewertung durch den Menschen** aufbauen. Für die übrigen Wellenlängenbereiche werden die üblichen **physikalischen Größen und Einheiten** verwendet.

Oft werden lichttechnische Größen zusätzlich mit dem **Index v** versehen, um zu verdeutlichen, dass es sich um eine Größe handelt, welche die Bewertung der Strahlung mit dem Auge zur Grundlage hat.

### 1.4.1. Lichtstärke

Die **vom Auge bewertete Strahlstärke heißt Lichtstärke  $I_v$** . Sie ist das Maß für die Lichtausstrahlung in einer **bestimmten Richtung**. Die Lichtstärke ist eine SI-Grundgröße. Von ihr ausgehend lassen sich alle anderen lichttechnische Größen ableiten.

Einheit [ $I_v$ ] der Lichtstärke:  $[I_v] = 1 \text{ Candela (cd)}$

Beispiele für Lichtstärken $I_v$	
Wachskerze	1 cd
100-W-Lampe	110 cd
Autoscheinwerfer	bis 700 000 cd
Weißer LED (20 mA)	5,6 cd

### 1.4.2. Lichtstrom

Der **Lichtstrom  $\Phi_v$  (Phi)** ist die **vom Auge bewertete Strahlungsleistung**, die von einer **Lichtquelle abstrahlt** (oder von einem Körper reflektiert) wurde.

Der **Lampenlichtstrom** ist die gesamte abgegebene **Lichtleistung** einer Lampe **unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung**.

Einheit [ $\Phi_v$ ] des Lichtstroms: [ $\Phi_v$ ] = 1 Lumen (lm)

Beispiele für Lichtstrom $\Phi_v$	
Overheadprojektor 400 W	5000 lm
40 W Leuchtstofflampen	750 bis 3200 lm
Weiß LED bei 20 mA	1,2 lm
100 W Glühlampe	1600 lm

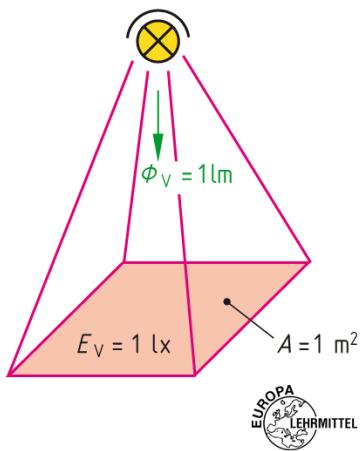
### 1.4.3. Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke  $E_v$  gibt **das Verhältnis des auffallenden Lichtstroms zur beleuchteten Fläche** an. Sie nimmt mit der Entfernung zur Lichtquelle ab. Bei beispielsweise **doppelter Entfernung** verteilt sich der Lichtstrom bereits auf die **vierfache Fläche**. Je besser man sehen will, desto höher ist die erforderliche Beleuchtungsstärke.

$$E_v = \frac{\Phi_v}{A}$$

Einheit [ $E_v$ ] der Beleuchtungsstärke: [ $E_v$ ] = 1 Lux (lx)

Die Beleuchtungsstärke beträgt 1 lx, wenn der Lichtstrom 1 lm auf eine Fläche von  $1 \text{ m}^2$  gleichmäßig auftrifft.



Beleuchtungsstärke

Beispiele für Beleuchtungsstärken $E_v$	
Sonnenschein, mittags im Freien	max. 100 000 lx
Fernsehübertragung	1 100 lx
Büroarbeitsplatz	500 lx
Klare Vollmondnacht	0,25 lx

Die Beleuchtungsstärke ist die **entscheidende Kenngröße bei der Beleuchtung und Belichtung beim Fotografieren**, Scannen und bei der Film- und Druckformbelichtung.

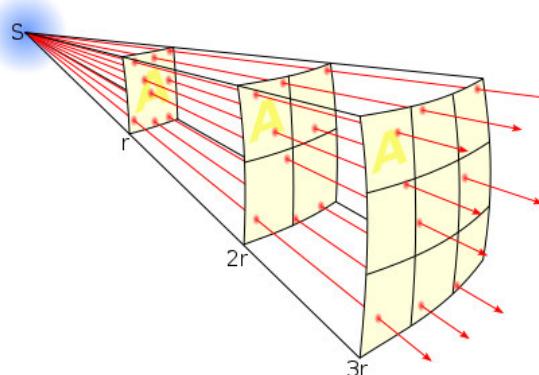
Die **Belichtung** ist das Produkt aus Beleuchtungsstärke und Zeit. Bei der Bilderfassung wird durch die gewählte Blende die Beleuchtungsstärke reguliert und durch die Belichtungszeit wird durch die Dauer der Belichtung bestimmt.

Der **Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Entfernung** wurde durch den französischen Physiker Johann Lambert (1728-1777) nachgewiesen. Er stellte das **fotometrische Entfernungsgesetz** auf:  
„*Die Beleuchtungsstärke verändert sich im Quadrat der Entfernung.*“

$$E_v = \frac{I_v}{r^2}$$

Bei gleicher Beleuchtungsstärke gilt:  $\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$

$E_v$ ...Beleuchtungsstärke;  $I_1, I_2$ ...Lichtstärken zweier Quellen;  $r_1, r_2$ ...Entferungen von der bestrahlten Fläche



#### 1.4.4. Leuchtdichte

Die Leuchtdichte einer beleuchteten Fläche oder einer Lichtquelle ist die für den **Helligkeitseindruck** maßgebliche Größe. Sie ist definiert als **Lichtstärke pro Fläche A, die vom Auge wahrgenommen wird**. Diese Größe beschreibt am besten, ob uns eine Fläche hell oder dunkel erscheint.

$$L_v = \frac{I_v}{A}$$

Einheit [ $L_v$ ] der Leuchtdichte: [ $L_v$ ] = 1 Stilb (sb) = 1 cd/m<sup>2</sup>

Die Leuchtdichte hängt unter anderem von folgenden Parametern ab:

- Beleuchtungsstärke (bei nicht selbst leuchtenden Flächen)
- Einstrahlwinkel des Lichts
- Reflexionsgrad der Fläche bei diesem Winkel
- Winkel der Fläche zum Betrachter
- ...

So benötigt ein dunkles Gemälde eine stärkere Beleuchtung, damit wir es gut erkennen können.

Beispiele für Leuchtdichte L <sub>v</sub>	
Glühdraht einer Glühlampe	5*10 <sup>6</sup> bis 35*10 <sup>6</sup> cd/m <sup>2</sup>
Leuchtstofflampen	0,3*10 <sup>4</sup> bis 1,5*10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
Nachthimmel	Ca. 11 cd/m <sup>2</sup>

Eine **zu hohe Leuchtdichte verursacht Blendung**. Sie blendet, wenn die Leuchtdichte über einem Stilb liegt. Leuchtstofflampen haben eine kleinere Leuchtdichte als Glühlampen, da ihre abstrahlende Oberfläche größer ist. Die Blendung ist somit geringer.

#### 1.4.5. Lichtausbeute

Die Leuchtausbeute **η (Eta)** gibt an, **wie effizient eine Lampe die aufgenommene elektrische Energie in Licht umsetzt**. Die Lichtausbeute ist somit der **Wirkungsgrad** für Leuchten. Die Lichtausbeute ist der **Lichtstrom**, der **pro Watt** zugeführter Leistung erzeugt wird.

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P}$$

Einheit [η] der Lichtausbeute: [η] = 1 lm/W

Beispiele für Lichtausbeute η (eta)	
Leuchtstoffröhren	80-100 lm/W
Grüne LED	bis zu 55 lm/W
Weisse LED	ca. 25 lm/W
Glühlampe	10 bis 20 lm/W

## 1.5. Farbe

Farben werden erst durch uns „bunt“, denn Farben sind eine **Sinnesempfindung**. Im Gehirn wird die Reizung der Netzhaut zu dem Farbeindruck, den wir von ihr haben. Objektiv – also physikalisch – ist nur die Wellenlänge einer Strahlung messbar.

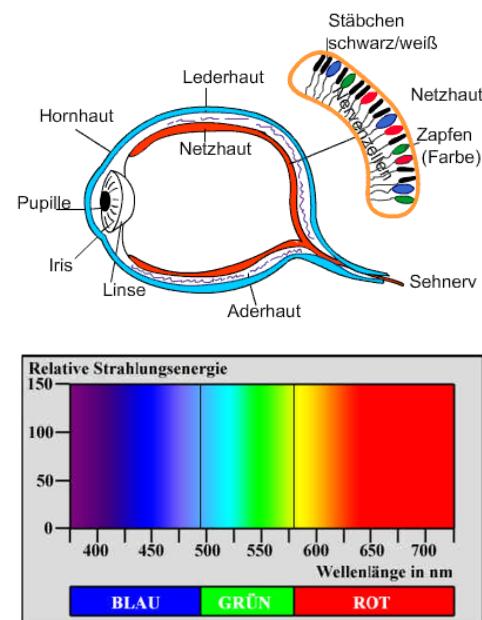
Isaac Newton entdeckte 1675 die Spektralfarben, die er durch Zerlegung von „weißem“ Licht erhielt. Diese Erscheinung – das **Auffächern des weißen Lichtstrahls** in seine Spektralfarben – nennt man **Dispersion**. Weißes Licht lässt sich in Farben zerlegen, da ihre **Brechungszahlen verschieden** sind. Physikalisch gesehen, ist „weiß“ auch keine Farbe, sondern die Summe der Spektralfarben.

### 1.5.1. Farbensehen

Lichtwellen gelangen durch die **Pupillenöffnung** in unser Auge. Das Licht wird durch die Linse auf die Netzhaut, wo die **Sinneszellen** (Rezeptoren: **Stäbchen** und **Zapfen**, 15.000 pro mm<sup>2</sup>) für das Farbsehen sind, projiziert. In Abhängigkeit der Wellenlänge des Lichtes werden die Zapfen unterschiedlich stark angeregt:

- 1. Zapfenart: reagiert vorwiegend auf die längeren Wellen des Lichtes (im Rot-Bereich).
- 2. Zapfenart: reagiert hauptsächlich auf die mittleren Wellen des Lichtes (im Grün-Bereich).
- 3. Zapfenart: reagiert vorwiegend auf die kurze Wellenlänge des Lichtes (im Blauviolett-Bereich).

Die Zusammensetzung des Lichtes entspricht folglich der Kombination aller drei Zapfenarten. Jede Farbe wird durch ein für sie typisches Erregungsverhältnis der drei Zapfenarten bestimmt. Die Sehzellen in der Netzhaut des Auges sind **Quantensammler**. Jeder Zapfentyp fängt Quanten für jenen Bereich der Wellenlängen ein, für den er sensibilisiert ist. Quanten sind kleinste Energiemengen, also elektrische Daten. Diese Information wird an das Gehirn weitergeleitet, wo der „tatsächliche“ Farbeindruck entsteht.



Zapfen verlieren ihre Aufnahmefähigkeit bei nachlassendem Licht (z.B. Dämmerung, Nacht). Da **Stäbchen** jedoch **lichtempfindlicher** als Zapfen sind, können sie weiterhin Signale an das Gehirn senden. Sie können nur nicht zwischen den Farbnuancen unterscheiden, wodurch wir bei Dunkelheit „farblos“ sehen. Das Nachtsehen ist zumeist nur noch ein Differenzieren von Helligkeitswerten ohne Farbeindruck.

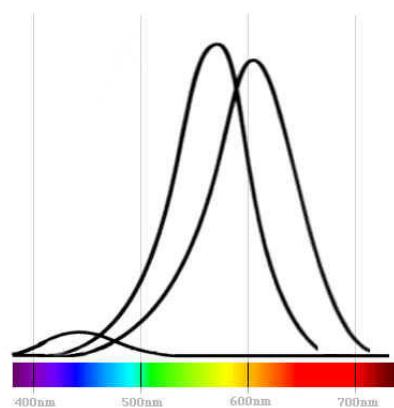
Die für das menschliche Auge empfindlichsten Farben sind:

- Blauviolett (bei ca. 440nm)
- Orangerot (bei ca. 580nm)
- Grün (bei ca. 545nm), wichtig für das Helligkeitssehen

Anzahl der Stäbchen im menschlichen Auge: ca. 120 Millionen

Anzahl der Zapfen im menschlichen Auge: ca. 6 Millionen

Der Sehnerv umfasst etwa 1 Million Nervenfasern.

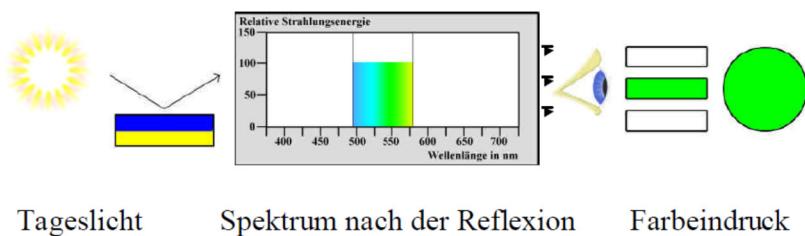


## 1.5.2. Farbwahrnehmung

Als Farbwahrnehmung bezeichnet man den Eindruck, verursacht durch unser Gehirn, welchen wir von Farben haben. Ein wichtiges Prinzip bei der Farbwahrnehmung ist die Unterscheidung in Körperfarben und Lichtfarben.

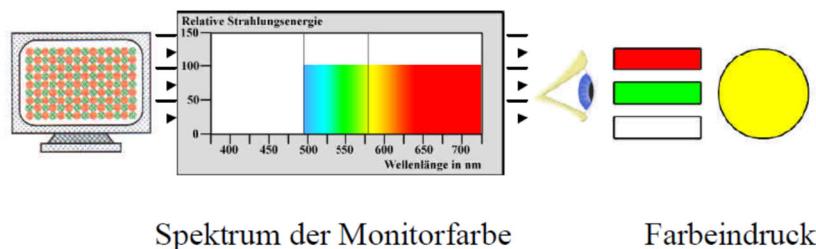
### Körperfarben

Die Farben von **nicht-selbstleuchtenden Gegenständen** und färbenden Substanzen wie Druck- und Malfarben werden zusammenfassend als Körperfarben bezeichnet. Sie entstehen durch **Absorption und Reflexion** von Licht auf einer Körperoberfläche.



### Lichtfarben

Die Lichtfarbe ist der Farbeindruck von Licht, das direkt von einer **selbstleuchtenden Lichtquelle** (Glühbirnen, Sonne, ...) stammt. Der zugehörige Farbreiz beruht auf der spektralen Zusammensetzung dieser Strahlung. In Verbindung mit den Fotorezeptoren im Auge und der Verarbeitung im Nervensystem und im Gehirn hat dann jedes „farbige Licht“ eine bestimmte Charakteristik. Sie fallen direkt von einer Lichtquelle ins Auge.



### Der Vorgang der Farbwahrnehmung lässt sich wie folgt darstellen:

Ein Teil des einfallenden Lichtes (Lichtfarbe) wird durch die Farbsubstanz eines Körpers (Körperfarbe) absorbiert. Es wird sozusagen vom einfallenden Licht subtrahiert. Die Zusammensetzung des Restlichts wird reflektiert. Dieses Restlicht kommt auf der Netzhaut an und bestimmt den Farbeindruck. Dieser Vorgang wird auch **Remission** (Absorption und Reflexion) genannt.

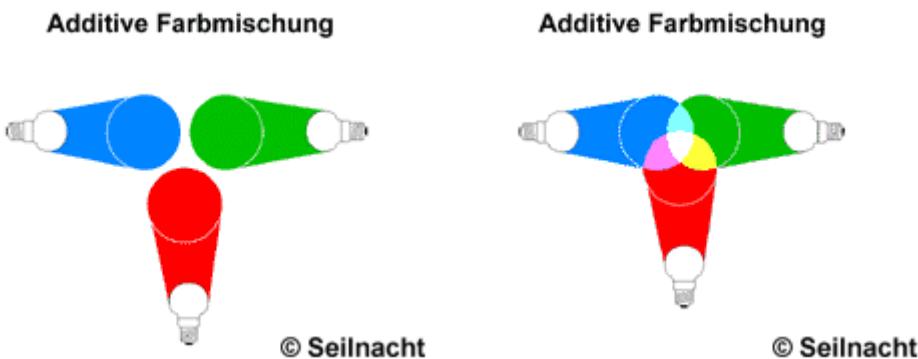
- Absorption (lat. absorptio = Aufsaugung) bezeichnet im Allgemeinen das Aufsaugen, das In-sich-Aufnehmen von etwas.
- Reflexion (lat. reflectere = zurückbeugen) bezeichnet den Vorgang, wenn ein Lichtstrahl oder allgemein eine Welle von einer Oberfläche zurückgeworfen wird.
- Remission (lat. remittere = zurückschicken) bezeichnet den Vorgang, wenn ein Gegenstand oder ein Körper einen Teil des auftreffenden Lichtes absorbiert und einen anderen Teil des Lichtes reflektiert.

### 1.5.3. Farbmischungen

#### Lichtfarben – Additive Farbmischung und RGB (physiologische Farbmischung)

Bei der additiven Farbmischung wird Lichtenergie verschiedener **Spektralbereiche addiert**.

Der Farbeindruck **Weiß** entsteht im Gehirn, wenn alle drei Zapfenarten auf der Netzhaut gleichzeitig gereizt werden. Ein Experiment, bei welchem **drei farbige Lichter** (rot, blau, grün) auf einer weißen Fläche **übereinander projiziert** werden, kann zum Beweis durchgeführt werden. Die additive Farbmischung wird als **Umkehrung der Dispersion** gesehen.



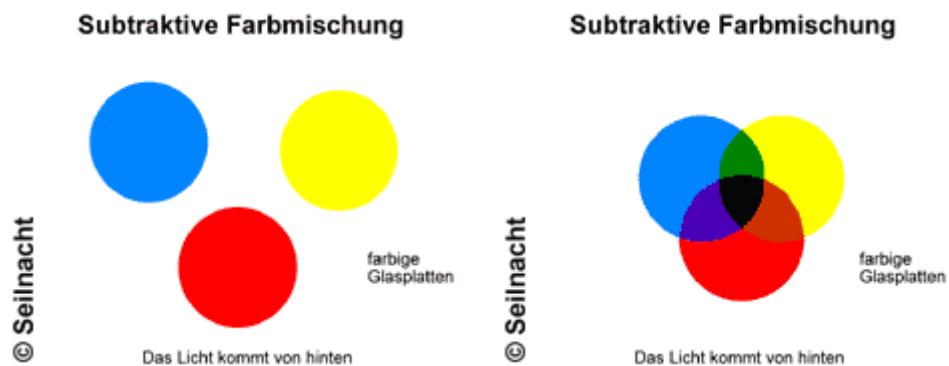
Die Grundfarben der additiven Farbmischung sind **Rot, Grün und Blauviolett**. Die Mischfarbe (Lichtfarbe) enthält immer mehr Licht als die Ausgangsfarbe. Sie ist deshalb immer **heller**.

Beispiele für **Anwendungen** der additiven Farbmischung: Monitor, Digitalkamera, Bühnenbeleuchtung und Addition der drei Teilreize beim menschlichen Farbensehen.

#### Körperfarben – Subtraktive Farbmischung und CMY (physikalische Farbmischung)

Bei der subtraktiven Farbmischung wird **Lichtenergie subtrahiert**.

In den meisten Fällen fällt das Licht auf die Oberfläche eines Körpers und wird von dort in Richtung unseres Auges reflektiert. Die Zusammensetzung der **farbgebenden Substanzen** bestimmt die farbliche Wirkung der Oberfläche.



Die Grundfarben der subtraktiven Farbmischung sind **Cyan, Magenta und Gelb**. Eine zur Mischfarbe (Körperfarbe) hinzukommende Farbe absorbiert einen weiteren Teil des Spektrums. Sie ist deshalb immer **dunkler** als die entsprechenden Ausgangsfarben der Mischung.

Beispiele für **Anwendungen** der subtraktiven Farbmischung: Farbdruck oder künstlerische Mal- und Zeichentechniken (Vermischung von Pigmenten).

## 1.5.4. Farbordnungssysteme

Ein gesundes Auge kann **über 2.000.000 Farbnuancen** unterscheiden. Ein Computer ist in der Lage mehrere Millionen Farben in seinen Bilddaten zu speichern.

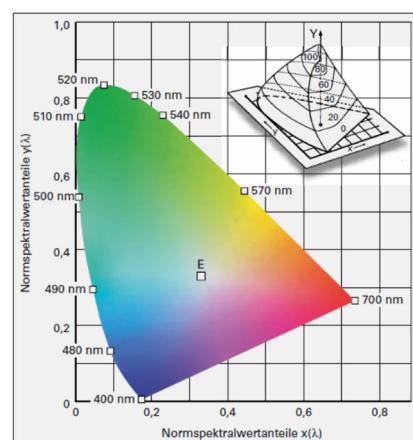
Der Versuch von Künstlern, Gestaltern und Medienfachleuten diese Farben in verschiedene Kategorien einzuteilen, bezeichnet man als **Farbordnungssysteme** oder einfach Farbsysteme. Die Unterscheidung dieser Systeme basiert auf historischen Ursachen und der Verfolgung unterschiedlicher Zielsetzungen dieser Systeme. Nachfolgende Aufzählung erhebt demzufolge keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- **Aristoteles** (384 – 322 v.Chr.). Sieben Farben finden sich auf einer Geraden gereiht nach ihrer Eigenhelligkeit – von Weiß über Gelb, Rot, Purpur, Grün, Blau nach Schwarz.
- **Leonardo da Vinci**(1452 – 1519) – I colorisemplici. Unterscheidung zwischen primären und sekundären Farben. Primäre Farben: sechs Grundfarben der Palette, aus denen in der Malerei die übrigen Farben durch Mischung erzielt werden können.
- **Leon Battista Alberti**(1406 - 1472) – I vericolori. Vier bunte „vericolori“ bilden ein Rechteck: Gelb (Giallo, G), Grün (Verde, V), Blau (Blu, B), Rot (Rosso, R).
- **Isaac Newton** (1642 – 1726). Zerlegung des Tageslichtes mit Hilfe eines Prismas in Spektralfarben.
- **Johann Wolfgang von Goethe** (1749 – 1832). Blau und Gelb waren für Goethe die „Urfarben“. Aus ihnen leitete er alle anderen Farben ab.
- **Arthur Schopenhauer** (1788 – 1860). 36teiliger Farbkreis.
- **Philipp Otto Runge** (1777 – 1810). Farbraum aus allen durch Mischung darstellbaren Farben in der Gestalt einer Kugel.
- **Michel Eugène Chevreul** (1786 – 1889). 72teiliger Farbenkreis.
- **Johannes Itten** (1888 – 1967). Drei Primärfarben: Gelb, Blau und Rot.  
→ Harmonielehre der Farben.
- **Adolf Hözel** (1853 – 1934). 12-teiliger Farbkreis, der auch Cyan und Magenta enthält. Basiert auf Goethes Farbenlehre.
- **Farbkreis aus 6 Grundfarben mit Gegenfarbenpaaren** (vgl. Harald Küppers).  
→ Farbsechseck aus RGB und CMY.

<http://www.uni-bielefeld.de/lili/kumu/farbenlehre-kueppers/de/index.html>



- Die **CIE-Normfarbtafel** für farbige Lichter (Commission International de l' Eclairage, Internationale Beleuchtungskommission, 1931). Die Farben des Spektrums sind hufeisenförmig um den absoluten Weißpunkt, den sogenannten Unbuntpunkt (U) angeordnet.
- **Natural Colour System NCS** (Tryggve Johannsen, Sven Hesselgren, Anders Hård, Schwedisches Institut für Farbe, 1964). Heute noch gebräuchliches System zur Farbmischung von Lacken: aus den sechs Primärfarben von Leon Battista Alberti und Leonardo da Vinci: Gelb, Rot, Blau, Grün, Weiß und Schwarz.
- **Europäische Farbskala für den Offsetdruck ISO 2846-1** (1971). CMYK-System wird verwendet als Farbe im Druck. Prinzip der subtraktiven Farbmischung mit der zusätzlich verwendeten Druckfarbe Schwarz.



**Hinweis:** Die Unterteilung in Lichtfarben und Körperfarben kann bereits als Farbordnungssystem betrachtet werden.

## 1.5.5. Farben im Computer

Um mit Farbwerten umgehen zu können (z.B. Farben in einer Grafikdatei zu speichern), müssen die Farben in einer computergerechten Form beschrieben werden, nämlich als Zahlen. Dabei gibt es verschiedene Modelle, den Wert von Farben zu beschreiben.

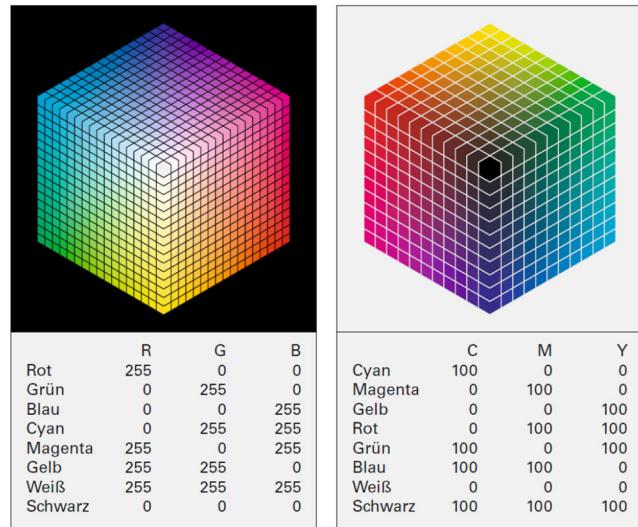
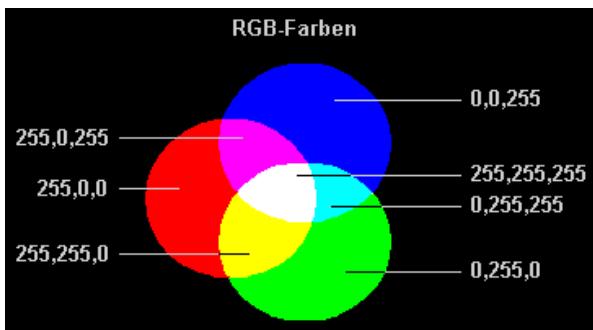
- **Idealisierte Farbmodelle**
  - RGB-Modell
  - CMYK-Modell
- **Reale Farbmodelle**
  - LCH-Modell
  - Lab-Modell

### RGB-Modell

Beim RGB-Modell wird eine Farbe durch ihre **Anteile** an den drei Grundfarben **Rot, Grün und Blau** definiert. Jede Farbe hat also einen Rotwert, einen Grünwert und einen Blauwert (**additive Farben**). Jeder der drei Werte wird durch Zahlen zwischen 0 und 255 definiert (1Byte: 00 bis FF). Der Wert 0 bedeutet: keinen Anteil an der betreffenden Grundfarbe, der Wert 255 bedeutet: maximalen Anteil an der betreffenden Grundfarbe. Ein dunkles Blau hat nach diesem Schema z.B. die Farbwerte 0,0,153. (0 rot, 0 grün, 153 blau). Mit diesem Schema können bis zu **16,7 Mio.** unterschiedliche Farben definiert werden ( $224 = 16,7$  Millionen).

Für WWW-gerechte Grafiken ist das RGB-Modell maßgeblich. Wenn man zum Erstellen von WWW-Grafiken mit einem Grafikprogramm arbeitet, das mehrere Farbmodelle kennt, soll man sich an das RGB-Modell halten.

In HTML werden die 256 möglichen Kombinationen für RGB-Werte in Hexadezimalform (0 bis FF) notiert.

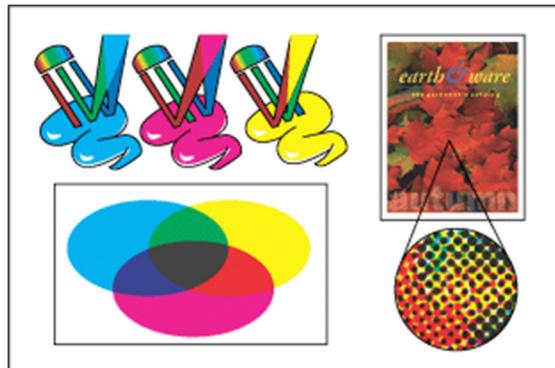
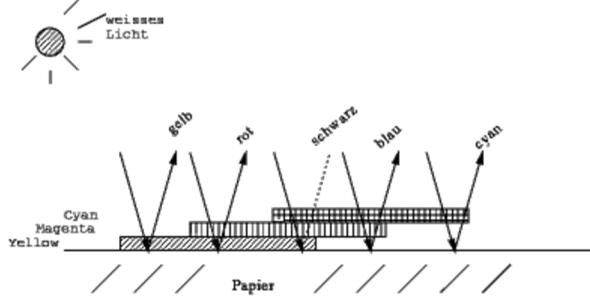


### CMYK-Modell

Das CMYK-Modell basiert auf der **lichtabsorbierenden Eigenschaft von Tinte auf Papier**. Wenn weißes Licht auf lichtdurchlässige Druckfarben fällt, werden bestimmte sichtbare Wellenlängenbereiche absorbiert und andere reflektiert.

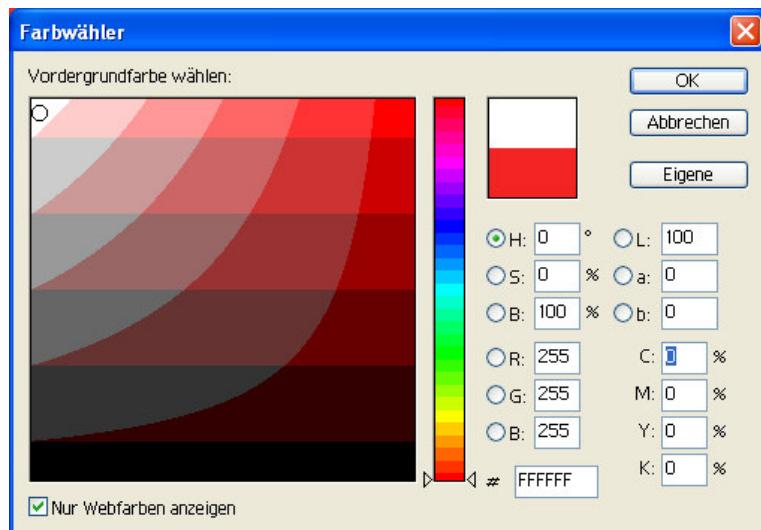
Theoretisch müsste eine Mischung aus reinen Cyan- (C), Magenta- (M) und Gelb-Pigmenten (Y) das gesamte Licht absorbieren (aufnehmen) und Schwarz erzeugen, daher werden diese Farben als subtraktive Farben bezeichnet. Da **keine Druckfarbe vollkommen rein** ist, ergeben diese drei Farben ein schmutziges

Braun und müssen mit **schwarzer Druckfarbe (K)** gemischt werden, um echtes Schwarz zu erzeugen. (Der Buchstabe K wird in diesem Modell für Schwarz verwendet.) Das Mischen dieser Druckfarben wird als Vierfarbendruck bezeichnet.



Subtraktive Farben (CMYK)

Im CMYK-Modus wird jedem Pixel ein **Prozentwert** für jede Druckfarbe zugewiesen. Dabei werden den hellsten Farben (Lichern) niedrige Prozentwerte zugewiesen, den dunkleren Farben (Tiefen) höhere Prozentwerte. Ein helles Rot kann z. B. 2 % Cyan, 93 % Magenta, 90 % Gelb und 0 % Schwarz enthalten. In CMYK-Bildern entsteht reines Weiß, wenn der Wert aller vier Komponenten 0 % ist.



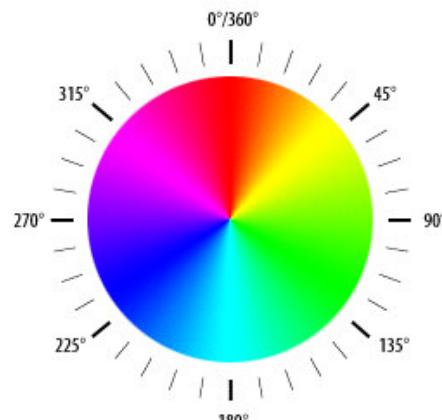
Im CMYK-Modus kann man Bilder für den **Vierfarbendruck** vorbereiten (Druckerei).



## HSB-Modell

Das HSB-Modell basiert auf der **menschlichen Farbwahrnehmung** und beschreibt drei Grundmerkmale von Farbe:

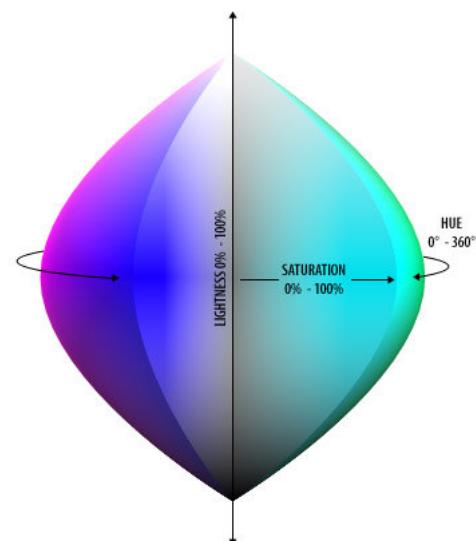
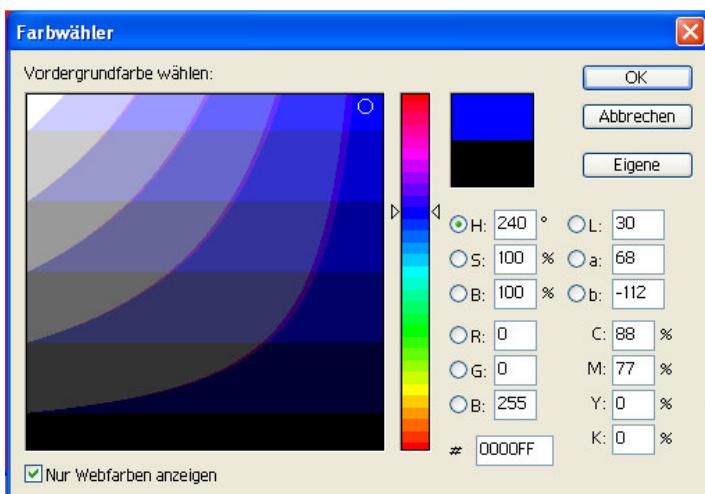
- H steht für **Hue (Farbton)**: die Werte dafür stehen als Winkel von 0-360° im Standard-Farbkreis, beginnend und endend mit rot. Dazwischen liegen alle übrigen Farbtöne.
- für **Saturation (Sättigung)**, auch Chroma genannt, ist die Stärke oder Reinheit der Farbe. Dieser Wert gibt an in welchem Grad der Farbton im Hue Wert von einem neutralen Grauton abweicht. Der Wert geht von 0%, was keine Farbsättigung bedeutet, bis 100%, was die maximale Farbsättigung ist.



- B für **Brightness (Helligkeit)**. Dieser Wert geht wiederum von 0%, was kein Licht (also schwarz) bedeutet, bis 100%, was die maximale Helligkeit ist und die Farbe als rein (weiß) erscheinen lässt.



Farbtöne können Werte zwischen 0 und 359 annehmen, Sättigung und Helligkeit werden durch Werte zwischen 0 und 100 % dargestellt. Auf diese Weise lassen sich ca. 3,6 Mio. Farben definieren.



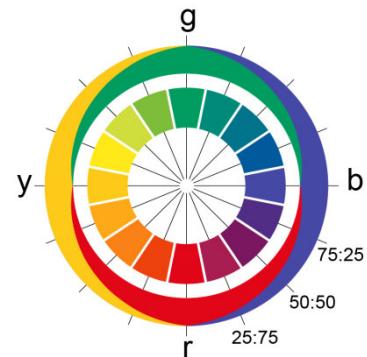
## Lab-Farbmodell

Lab ist eine **Farbraumbeschreibung**, in dem alle wahrnehmbaren Farben enthalten sind. Lab hat also ein weiteres Farbspektrum als RGB und CMYK.

Eine der wichtigsten Eigenschaften des L\*a\*b\*-Farbmodells ist seine **Geräteunabhängigkeit**, dh., die Farben werden unabhängig von der Art ihrer Erzeugung und Wiedergabetechnik definiert.

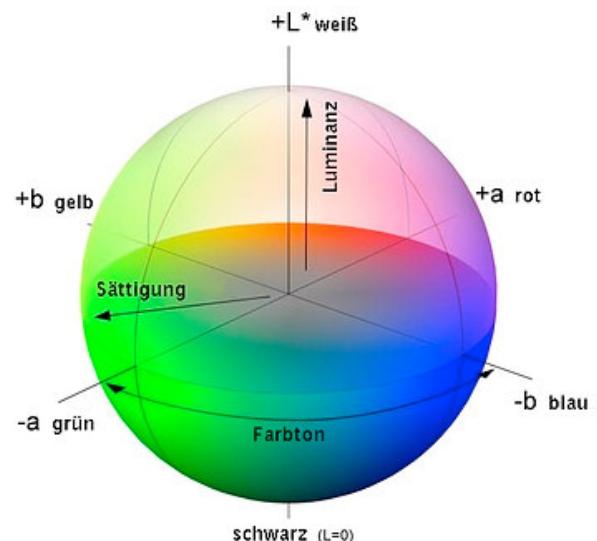
Der Farbraum ist auf Grundlage der **Gegenfarbentheorie** konstruiert. Die Gegenfarbentheorie ist eine historische Theorie zur Wahrnehmung der Farben im menschlichen Auge. Sie wurde Ende des 19. Jh. von Karl Hering veröffentlicht.

Hering ging von der Erfahrung aus, dass es **keine Mischfarben** gibt, die man als „**gelbliches Blau**“ oder „**rötliches Grün**“ bezeichnen kann (gegenseitiger Ausschluss von Gelb und Blau bzw. Grün und Rot). Darum vermutete er **drei getrennte chemische Prozesse in der Netzhaut** mit je zwei Gegenfarben, nämlich Blau-Gelb und Rot-Grün sowie Schwarz-Weiß. Obwohl Herings Vorstellungen stark vereinfachend waren, konnten diese drei Prozesse tatsächlich nachgewiesen werden.



Lab ist somit aufgeteilt in einen **Helligkeitskanal** (L für Luminanz; Werte von 0 bis 100) und **zwei Kanäle für die Farbe** (a von Grün bis Rot, b von Blau bis Gelb; Werte von -128 bis +127).

In der Mitte des Farbraums steht senkrecht die Unbunt- bzw. Grauachse ( $a^* = b^* = 0$ ;  $L^* = 0$ : Schwarz,  $L^* = 100$ : Weiß).



Zur **Bestimmung des Farbortes** einer Farbe genügen drei Kenngrößen:

- Helligkeit L\* (Luminanz)  
→ Ebene im Farbkörper
- Sättigung C\* (Chroma)  
→ Entfernung vom Unbuntpunkt
- Farbton H\* (Hue)  
→ Richtung vom Unbuntpunkt

Lab ist das **interne Farbformat von Photoshop** und von PostScript.

Das bedeutet: Bei jeder Konvertierung zwischen RGB und CMYK geht Photoshop den Umweg über Lab.

## Wiederholungsfragen zum Kapitel 1 Optik

1. Womit beschäftigt sich die Optik?
2. Wie entsteht Licht?
3. Warum ist der Weltraum dunkel, obwohl die Sonne Licht nach allen Seiten hin abstrahlt?
4. Erkläre den Welle-Teilchen-Dualismus des Lichts!
5. Wofür sind die Kenngrößen Wellenlänge und Amplitude einer Lichtwelle verantwortlich?
6. Wie hoch ist die Lichtgeschwindigkeit a) im Vakuum b) in der Luft?
7. Welchen Wellenlängenbereich des elektromagnetischen Spektrums umfasst das sichtbare Licht?
8. Worin unterscheidet sich polarisiertes Licht von nicht polarisiertem Licht?
9. Nenne eine Anwendung von Polarisationsfiltern in der Praxis!
10. Beschreibe das Phänomen der Auslöschung von Lichtwellen!
11. Erkläre das Fermat'sche Prinzip!
12. Wie lautet das Reflexionsgesetz?
13. Was versteht man unter Totalreflexion?
14. Nenne ein Anwendungsbeispiel aus der Praxis für die Totalreflexion!
15. Welchen Einfluss hat der Brechungsindex auf die Dispersion des Lichts?

Der Brechungsindex, auch die Brechzahl, ist eine optische Materialeigenschaft. Diese physikalische dimensionslose Größe gibt an, um welchen Faktor die Wellenlänge und die Phasengeschwindigkeit des Lichts kleiner sind als im Vakuum. An der Grenzfläche zweier Medien mit unterschiedlichem Brechungsindex wird Licht gebrochen und reflektiert. Dabei nennt man das Medium mit dem höheren Brechungsindex das optisch dichtere.
16. Warum ist der Himmel an gewissen Tagen am Morgen bzw. am Abend rot und während des Tages blau?
17. Definiere die Lichttechnischen Grundgrößen: a) Lichtstärke b) Beleuchtungsstärke c) Belichtung!
18. Wie lautet das fotometrische Entfernungsgesetz?
19. In welchem Maß verändert sich die Beleuchtungsstärke, wenn du den Abstand der Lichtquelle verdoppelst? ( $E_1 = 1000 \text{ lx}$ ,  $r_1 = 2 \text{ m}$ ,  $r_2 = 4 \text{ m}$ )
20. Beschreibe das Prinzip des Farbsehens!
21. Wofür sind die Stäbchen in unserem Auge zuständig?
22. Wodurch unterscheiden sich Körperfarben von Lichtfarben und welche Art der Farbmischung liegt jeweils zugrunde?
23. Wie heißen die Grundfarben der additiven Farbmischung?
24. Warum wird die additive Farbmischung auch physiologische Farbmischung genannt?
25. Wie heißen die Grundfarben der subtraktiven Farbmischung?
26. Warum wird die subtraktive Farbmischung auch physikalische Farbmischung genannt?
27. Beschreibe 3 bekannte Farbordnungssysteme jeweils in einem Satz!
28. Definiere den Begriff Komplementärfarbe!
29. Welcher Farbe entspricht folgender RGB-Farbwert: A8A8A8?
30. Wie viele unterschiedliche Farben können im RGB-System dargestellt werden?
31. Worauf basiert das CMYK-Modell?
32. Mit welchen Farbanteilen wird Weiß a) im RGB-System b) im CMYK-System definiert?
33. Mit welchen Farbanteilen wird Schwarz a) im RGB-System b) im CMYK-System definiert?
34. Über welche drei Grundmerkmale wird im HSB-Modell eine Farbe beschrieben?
35. Welche Farbe siehst du, wenn im HSB-Modell der Farbwert 0°, die Sättigung 100 % und die Helligkeit 100 % gewählt wurde?
36. Wie erscheint im HSB-Modell jede Farbe bei einer Helligkeit von 0 %?
37. Welchen Wert nimmt die Sättigung im HSB-Modell bei Grautönen an?
38. Auf welcher Theorie basiert das Lab-Farbmodell?

## 2. Visuelle Wahrnehmung

„Die Wahrnehmung bezeichnet im Allgemeinen eine **bewusste Informationsaufnahme**. Einen Vorgang, bei dem wir eine Sache gedanklich, seelisch oder physisch verinnerlichen, nachdem wir ihn mit unseren Sinnesorganen aufgenommen haben.“

Die visuelle Wahrnehmung ist eine unserer sieben Wahrnehmungsarten, welche wie folgt definiert sind:

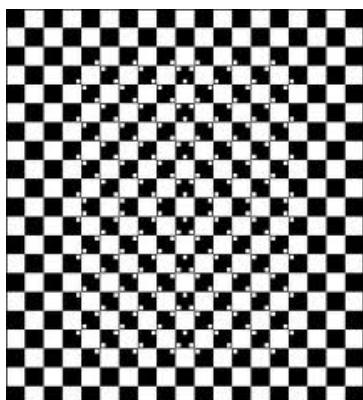
- Visuelle Wahrnehmung: Sehen (Augen)
- Auditiv Wahrnehmung: Hören (Ohren)
- Taktile Wahrnehmung: Tasten, Fühlen (Haut, Hand und Mund)
- Olfaktorische Wahrnehmung: Riechen (Nase)
- Gustatorische Wahrnehmung: Schmecken (Mund, Gaumen und Zunge)
- Kinästhetische Wahrnehmung: Bewegungsempfindung (Sehnen, Muskeln und Gelenke)
- Vestibuläre Wahrnehmung: Gleichgewichtsregulation

Von besonderem Interesse ist die **visuelle Wahrnehmung**, da der Mensch die meisten seiner alltäglichen Informationen über das Auge erfasst. Eine besondere Bedeutung bei jedem Wahrnehmungsvorgang hat dabei die **individuelle Erfahrung** des Betrachters.

**Beispiel:** Wir sehen stets die Farben blau und rot auf dem Wasserhahn im Badezimmer oder der Küche. Unsere Wahrnehmung verknüpft demzufolge rot mit warmem Wasser und blau mit kaltem Wasser.

### Optische Täuschungen

Die Wahrnehmung kann durch Unregelmäßigkeiten im Zusammenspiel von Auge und Gehirn getäuscht werden. Optische Täuschungen beruhen auf der Tatsache, dass die **Wahrnehmung subjektiv** ist und vom Gehirn gesteuert wird. Es gibt Tiefenillusionen, Farbillusionen, geometrische Illusionen, Bewegungsillusionen und einige mehr.



*Geometrische Illusion*

Das Quadrat besteht aus schachbrettartig angeordneten dunklen und hellen Teilquadrate. In einigen der dunklen Teilquadrate sind die Ecken durch kleine helle Quadrate gestört. Es entsteht der Eindruck, als seien die – nachweisliche geraden – Trennlinien zwischen den Teilquadrate wellenförmig gekrümmmt.



*Bewegungswirkung*

*Umsprungfiguren  
Kippfiguren*



## 2.1. Grundsätze der Gestaltung

Bei der Gestaltung handelt es sich um einen **Schaffensprozess**, welcher am Ende ein Ergebnis zum Vorschein bringt. Der Weg, um zu einem Ergebnis zu gelangen, bezeichnet man als Gestaltungs- oder Entwurfsprozess.

Gestaltung benötigt **Regeln**, um Fragen, wie etwa folgende beantworten zu können:

- Warum wird eine dunkle Schrift auf hellem Untergrund für Grußkarten verwendet?
- Welche Farben passen zusammen?
- Welche Formen erzeugen Spannung? Welche Formen stifteten Verwirrung?
- Welche Schrift sieht interessant aus? (Thema: Typografie)

Gestaltung und Kunst werden oftmals miteinander verwechselt. **Kunst** – im Gegenzug zu Gestaltung – ist ein freies, emotional gesteuertes Schaffen. **Gestaltung** ist zweckorientiert, Kunst ist zweckfrei.

## 2.2. Gestaltgesetze

Die visuelle Wahrnehmung dient als Basis für das Regelwerk der elementaren Gestaltungslehre. Die Grundlage für dieses Regelwerk bilden die Gestaltgesetze.

**„Gestaltgesetze sind Gesetzmäßigkeiten, welche die menschliche Wahrnehmung lenken, beeinflussen oder auch täuschen können (positiv wie negativ).“**

Diese Gesetzmäßigkeiten haben ihren Ursprung in der **Gestaltpsychologie**. Die Gestaltpsychologie widmet sich der Erforschung des Vorgangs, wie der Mensch „Figuren, Ganzheiten und Sinneinheiten“ wahrnimmt.

### 2.2.1. Figur-Grund-Beziehung

Bei der Zusammenstellung von Elementen nimmt die menschliche Wahrnehmung entweder **Figurenelemente** oder **Grundelemente** (Hintergrundelemente) wahr. Dabei sollten Figurenelemente im Mittelpunkt des Betrachters stehen und Grundelemente einen undifferenzierten (einfachen) Eindruck hinterlassen.

**Handelt es sich bei der Abbildung um eine Vase oder zwei Gesichter?**

Es gelten folgende Regeln:



- Der Grund (Hintergrund) sollte von der eigentlichen Aussage der Figur nicht ablenken!
- Kippfiguren und unerwünschte Nebeneffekte sollten vermieden werden!

## 2.2.2. Das Gesetz der Nähe

Liegen Elemente **nahe** beieinander so werden sie leichter **als eine Einheit** aufgenommen. Durch die Nähe zueinander reduziert sich die Komplexität der Gestaltungsobjekte und verstärkt die Beziehung der Elemente untereinander. **Weit voneinander** liegende Elemente erwecken den Eindruck von **Verschiedenartigkeit**.



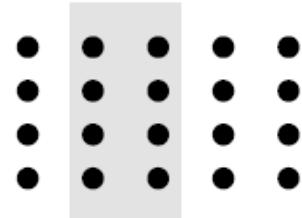
Die klare Struktur der Reihe – in der Abbildung – wird durch die Verwendung von **Farbe** teilweise wieder aufgehoben.

Es gelten folgende Regeln:

- Zueinander gehörende Elemente sollten nahe beieinander liegend dargestellt werden!
- Nicht zueinander gehörende Elemente sollten in einem ausreichenden Abstand dargestellt werden!

## 2.2.3. Das Gesetz der Geschlossenheit

Der Mensch verfügt über eine starke Neigung, einzelne Elemente als zusammengehöriges, erkennbares Muster wahrzunehmen. Falls erforderlich, **schließt er Lücken und ergänzt sie zu einem Ganzen**. Elemente, die diese Eigenschaft nutzen, wirken zumeist besser strukturiert.



Der Rahmen in der Abbildung wird eindeutig als Abgrenzung erkannt. Er wirkt stärker als die Gleichheit oder Nähe der Elemente.

Es gelten folgende Regeln:

- Zusammengehörende Elemente können durch ihre Anordnung neue Formen und Zugehörigkeiten erzeugen!
- Die wahllose Anordnung von Elementen sollte grundsätzlich vermieden werden!

## 2.2.4. Das Gesetz der Kontinuität

Zusammengehörigkeit von Elementen kann auch dadurch erreicht werden, dass sie **auf Linien oder Kurven angeordnet** werden. Auch hier werden nicht sichtbare Teilstücke von Linien oder Kurven durch unser Auge ergänzt. Zwischen den Elementen muss auf einen passenden Abstand geachtet werden.



Die Zusammengehörigkeit der Punkte ist aufgrund des Anordnungspfades sehr deutlich in der Abbildung erkennbar.

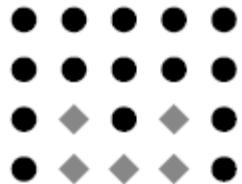
Das Gesetz wird auch „**Gesetz der guten Fortsetzung**“ genannt.

Es gelten folgende Regeln:

- Zueinander gehörende Elemente sollten auf einer Linie oder einer Kurve liegen – Platzierung auf einem Anordnungspfad.
- Nicht zueinander gehörende Elemente sollten verschiedene Anordnungspfade haben.

## 2.2.5. Das Gesetz der Ähnlichkeit

Elemente, die sich ähnlich sind, werden leichter **als Gruppe** wahrgenommen, als Elemente, die völlig voneinander verschieden sind. Elemente können sich beispielsweise in **Form**, **Farbe** oder **Größe** ähnlich sein.



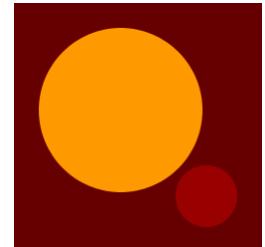
Unsere Wahrnehmung kann sofort in der Abbildung die entsprechenden Gruppen erkennen.

Es gelten folgende Regeln:

- Elemente sollen so angeordnet sein, dass ihre Ähnlichkeit auch deren Zusammengehörigkeit entspricht.
- Für Elemente, die nicht zusammen gehören, sollen verschiedene Farben, Größen und Formen verwendet werden.

## 2.2.6. Das Gesetz der Prägnanz

**Einfache Elemente** werden vom menschlichen Auge besser wahrgenommen, als komplexe Gebilde. Das Gesetz findet vor Allem beim Entwurf von **Logos** Anwendung. Einfache Formen prägen sich besser ein, als komplizierte Formen. Jedes Reizmuster wird so gesehen, dass die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist.



Je stärker der **Kontrast** in der Abbildung, umso prägnanter wirkt das Element.

Das Gesetz wird auch „**Gesetz der guten Gestalt**“ oder „**Gesetz der Einfachheit**“ genannt.

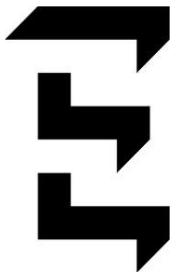
Es gelten folgende Regeln:

- Gestaltungselemente sollen auf ein Minimum reduziert werden.
- Einfache, auch symmetrische Formen, sind komplexen Gebilden vorzuziehen.

## 2.2.7. Das Gesetz der Erfahrung

Bei der **Einordnung in unser Gedächtnis** spielt unsere Erfahrung eine wesentliche Rolle.

Handelt es sich in der Abbildung um drei schwarze Elemente oder den Buchstaben „E“?



Das Gesetz der Erfahrung ist insofern wichtig, da es festlegt, ob das visuell Wahrgenommene aufgrund unserer Erfahrung im Gehirn gespeichert wird.

Auch der Kontext ist für die Einordnung ins Gedächtnis von großer Bedeutung (siehe „B“ bzw. „13“)!



## 2.3. Formelemente der Gestaltung

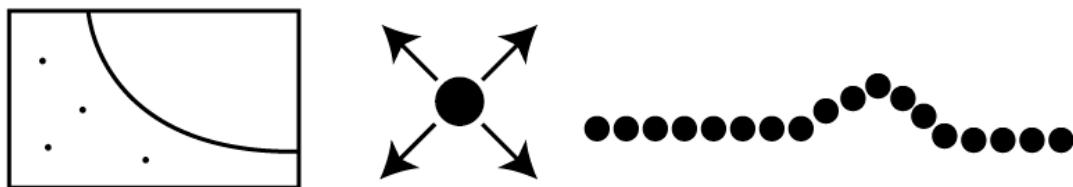
In der elementaren Gestaltungslehre werden folgende Formelemente unterschieden:

- Der **Punkt** (dimensionslos)
- Die **Linie** (eindimensional)
- Die **Fläche** (zweidimensional)
- Der **Körper** (dreidimensional)

Punkt, Linie und Fläche werden als allgemeingültige Form- und Grundelemente aller Gestaltungsdisziplinen – vor Allem der Mediengestaltung – bezeichnet. Die Mediengestaltung befasst sich mit der Gestaltung von Medien, d.h. Radio, Fernsehen, Internet, Zeitungen, Plakate, Magazine.

### 2.3.1. Der Punkt

Der Punkt gilt als **kleinstes Element** der visuellen Gestaltung. Der Punkt kann **mit Ausdehnung auch als Fläche** gesehen werden. Durch die Verwendung des Punktes können die gestalterischen Mittel auf ein absolutes Minimum beschränkt werden.

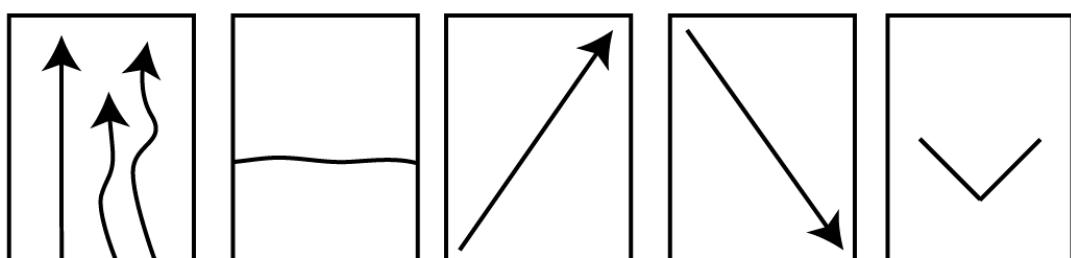


Mehrere Punkte in einer Reihe ergeben die **Linie**, das zweite Formelement.

### 2.3.2. Die Linie

**Verbindet man zwei Punkte** miteinander, entsteht eine gerade Linie. Fügt man auf der Linie einen weiteren Punkt hinzu, kann die Linie an diesem Punkt **knicken**. Die Linie besitzt noch keine Ausdehnung. Sie bekommt **gestalterische Bedeutung durch ihre Länge und die damit verbundene Richtung**.

- Senkrechte Linien stehen für Statik und Aktivität (spannungsvoll, emporstrebend).
- Waagrechte Linien stehen für Ruhe und Passivität (Horizont, Teilung in oben und unten, bodenständig, stabil).
- Die steigende Linie hat eine positive Wirkung, es geht aufwärts.
- Die fallende Linie hat eine negative Wirkung, es geht abwärts.



### 2.3.3. Die Fläche

Die Fläche wird **durch sie begrenzende Linien gebildet**. Sie ist also eine Begrenzung mit Hilfe von Linien. Die Parameter der Fläche sind: Größe, Form, Lage und Anzahl (Häufigkeit). Basierend auf dem Formparameter unterscheidet man drei Grundelemente: Quadrat, Dreieck und Kreis.

- Das **Quadrat** steht für Stabilität und Sicherheit.
- Das **Dreieck** steht für Aggression, Warnung, Neutralität.
- Der **Kreis** steht für Harmonie und Vollkommenheit.



### 2.4. Gestalten mit Formen

Die Formelemente der Gestaltung können auf verschiedenste Weise angeordnet werden, wodurch unterschiedliche **Wechselwirkungen** der Elemente entstehen können. Die Kenntnisse über die Formbeziehungen sind für Gestalter wichtig, da diese Ausdruck und Wirkung jeder Arbeit sind.

**Formwirkung** bedeutet, dass Formen bestimmte **Gefühle oder Stimmungen** hervorrufen. Dies wird in der visuellen Kommunikation eingesetzt. Die visuelle Kommunikation beschäftigt sich mit der Übertragung von Nachrichten auf rein visuellem Weg. Bekannte Beispiele für Formwirkung sind **Logos**.

#### 2.4.1. Formanordnung

Formelemente können folgendermaßen angeordnet werden:

- **Reihung/Streuung:** entsteht durch Veränderung der Position und der Anzahl von Formelementen



- **Gruppierung/Auflockerung:** entsteht durch das Anpassen von Position und Anzahl von Gruppen zusammengehöriger Formelemente



- **Symmetrie/Asymmetrie:** entsteht durch die Wiederholung gleicher Formelemente



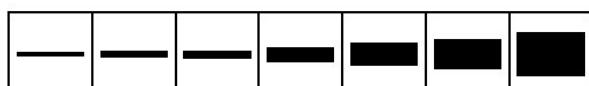
- **Kombinatorik:** entsteht durch systematisches Anordnen unter Berücksichtigung bereits genannter Möglichkeiten, zB. **Transformationsreihe** bezeichnet allgemein die Veränderung der Form in eine andere (zB. Dreieck in Kreis)



Strichstärke



Lage und Größe des weißen Kreises



Strichstärke



Strichstärke und Form

- **Strukturen:** entstehen durch Einsatz der Kombinatorik – Sonderformen. Es werden regelmäßig wiederkehrende Gesetzmäßigkeiten verwendet.



- **Raster:** Sonderform der Struktur – entsteht durch streng festgelegte Verwendungsprinzipien



## 2.4.2. Formbeziehung

Es können folgende Formbeziehungen unterschieden werden:

- **Schwerpunktbildung:** entsteht durch Anordnung eines Formelementes auf einer Grundfläche



- **Optische Mitte:** entsteht durch etwas höher Setzen eines Formelementes als in der tatsächlichen geometrischen Mitte einer Fläche, da der geometrische Mittelpunkt bei vielen Menschen als zu tief betrachtet wird, zB. der Querbalken beim Buchstaben H.



- **Proportionen:** entstehen durch unterschiedliches Einteilen der Verhältnisse einzelner Teile zum Ganzen, zB. Halbierende Teilung.



- **Kontrast:** ist der Gegensatz einzelner Elemente untereinander. Es können spannungsreiche und aktive Zusammenstellungen erreicht werden. Der Kontrast ist ein fundamentales visuelles Darstellungsprinzip.



- **Rhythmus:** entsteht durch gleichmäßig wiederkehrende Anordnung von Formelementen. Rhythmus hat stets mit Bewegung zu tun.
- **Dynamik:** entsteht durch Variieren des gleichmäßigen Rhythmus. Dynamik bedeutet „aus-der-Reihe-tanzen“.



- **Goldener Schnitt:** Der goldene Schnitt gilt als ideale Proportion in Kunst und Natur, wird aber so exakt selten angewandt. Das Teilungsverhältnis lautet 1 : 1,618.



### 2.4.3. Formwirkung

Es können folgende Wirkungen von Formen unterschieden werden:

- **Emporstrebend/Ruhend:** linienhafte Flächen wirken kraftvoll und aktiv, wenn sie vertikal angeordnet sind. Sie wirken ruhig und ausgeglichen bei horizontaler Anordnung.
- **Steigend/Fallend:** ein positiver Trend oder eine Aufwärtsbewegung wird durch eine Anordnung von links unten nach rechts oben erzeugt. Ein negativer Trend oder Abwärtsbewegung wird durch Anordnungen von links oben nach rechts unten erzeugt.
- **Schützend/Empfangend:** werden Formen gebogen, ist deren Öffnung entscheidend: ein nach oben geöffneter Bogen hat beispielsweise eine schützende Wirkung.
- **Dynamisch/Richtungsweisend:** Formen mit Spitzen und Ecken wirken dynamisch, da sie ständig drohen umzukippen. Spitzen können aber auch gezielt in eine Richtung weisen.
- **Statisch/Instabil:** flächige Formen wirken sehr stabil und statisch. Stehen sie auf einer Ecke wirken sie hingegen instabil.
- **Geschlossen/Umschlossen:** werden Flächen gefüllt, wirken sie in sich abgeschlossen. Offene Flächen können dazu dienen, um andere Elemente zu umschließen.

## Analyse:

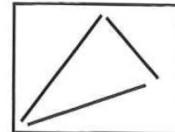
Betrachte nachfolgendes Bild und identifiziere gestalterische Grundelemente!

Wo gibt es welche Dreiecke und wie liegen diese im Format?

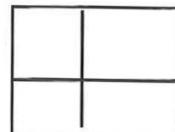
Wie laufen die jeweiligen Achsen und was wird damit gestalterisch bewirkt?

Wie ist die Hell-Dunkel-Verteilung in den Flächen?

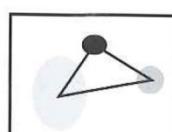
Unterstützt die Verteilung die Gesamtwirkung?



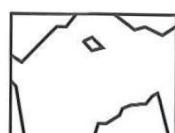
Linien



Waagerecht, senkrecht



Dreieck, Blickweg



Flächen



Hell, dunkel

## 2.5. Gestalten mit Farbe

Wir sehen Farbe, wir fühlen Farbe und wir gestalten mit Farbe. Jede Farbnuance wird dabei durch den Farbton, die Farbhelligkeit und die Farbsättigung definiert (vgl. HSB-Modell).

**Farbton** bezeichnet die Eigenschaft, nach der man Farbempfindungen (z.B. rot, grün, gelb) unterscheidet.

**Helligkeit** bezeichnet mit welcher Intensität man die wirkende Strahlung wahrnimmt (z.B. dunkle Farben wirken eher ermüdend, helle Farben wirken aufmunternd – dunkle Farben wirken demnach mit weniger Intensität auf den Betrachter).

**Farbsättigung** bezeichnet, wie stark sich ein farbiger von einem nicht farbigen (schwarz, weiß und alle dazwischen liegenden Grautöne) Eindruck unterscheidet (z.B. gesättigte (= reine) Farben wirken anregend und dynamisch, entsättigte Farben wirken eher dezent).

### 2.5.1. Farbwirkung

Die **Wirkung von Farbe** ist für einen Betrachter **subjektiv**. Die Farbwirkung hat aber auch folgende objektive Merkmale:

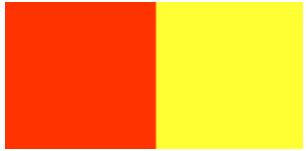
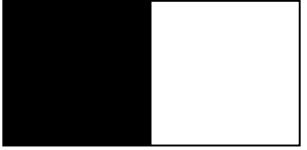
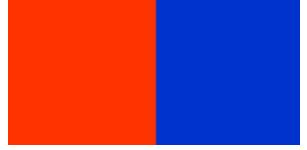
- Die Wirkung von Farbe hat biologische, kulturelle und individuelle Merkmale. Bedingt durch unterschiedliche Lebensweisen haben Farben in verschiedenen Kulturkreisen unterschiedliche Wirkungen.
- Farbe wirkt niemals neutral.
- Farbe kann Assoziationen herstellen.
- Farbe kann Gefühle und Stimmungen auslösen.

Die Wirkung von einzelnen Farben ist in nachfolgender Tabelle mit Begriffen hinterlegt. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

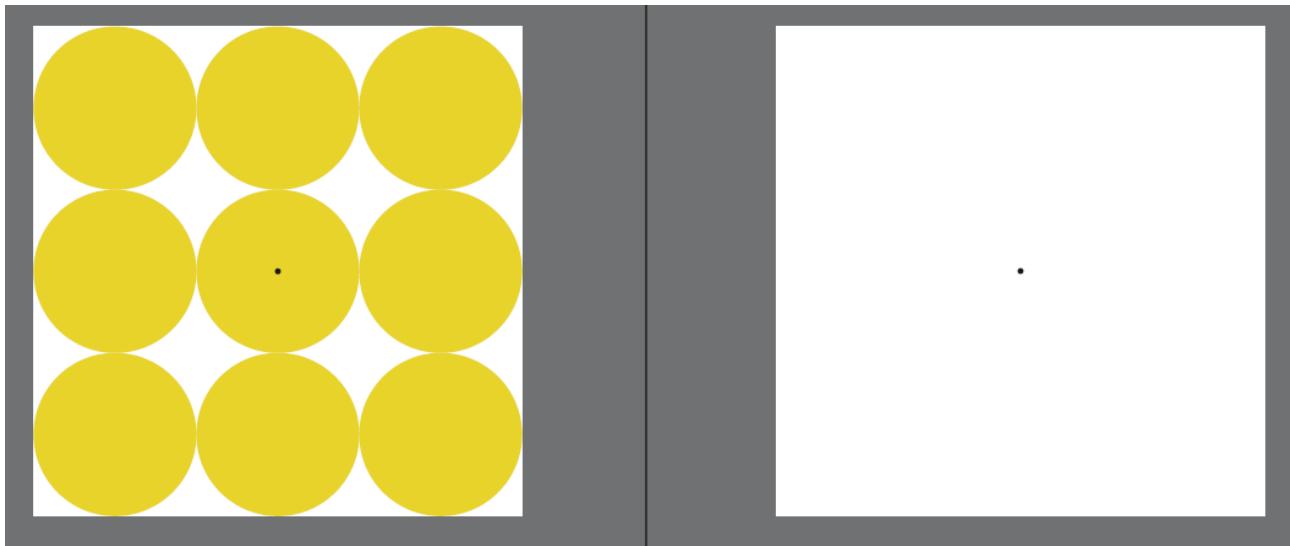
<p><b>WEISS</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sauberkeit</li> <li>Reinheit</li> <li>Klarheit</li> <li>Vollkommenheit</li> <li>Unschuld</li> <li>Sterilität</li> </ul> <p>Symbol für Reinheit und Tod. Farbe der Weite und des Weitblicks.</p>	<p><b>GELB</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärme</li> <li>Helligkeit</li> <li>Optimismus</li> <li>Heiterkeit</li> <li>Freundlichkeit</li> <li>Veränderung</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wirkt sonnig, luftig, heiter, licht freundlich, optimistisch, geistig anregend</li> <li>stimmt heiter</li> </ul>	<p><b>BLAU</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unendlichkeit</li> <li>Weite</li> <li>Harmonie</li> <li>Kälte</li> <li>Passivität</li> <li>Seriosität</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>entspannend, lösend, harmonisiert</li> <li>fördert Kommunikation und die Sachlichkeit und Präzision der Gedanken</li> </ul>
<p><b>GRAU</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neutralität</li> <li>Nüchternheit</li> <li>Langeweile</li> <li>Nachdenklichkeit</li> <li>Schlichtheit</li> <li>Eleganz</li> </ul>	<p><b>ORANGE</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärme</li> <li>Lebhaftigkeit</li> <li>Spaß</li> <li>Aktivität</li> <li>Wildheit</li> <li>Aufmerksamkeit</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>aufbauend und leistungssteigernd</li> <li>weckt die Arbeitsfreude</li> <li>fördert die Geselligkeit</li> </ul>	<p><b>GRÜN</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wachstum</li> <li>Frische</li> <li>Leben</li> <li>Hoffnung</li> <li>Entspannung</li> <li>Ruhe</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wirkt beruhigend und ausgleichend</li> <li>erfrischt und regeneriert</li> <li>fördert die Konzentration und seelische Ausgewogenheit</li> </ul>
<p><b>SCHWARZ</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleganz</li> <li>Würde</li> <li>Trauer</li> <li>Einengung</li> <li>Schwere</li> <li>Hoffnungslosigkeit</li> </ul>	<p><b>ROT</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivität</li> <li>Dynamik</li> <li>Hitze</li> <li>Kraft</li> <li>Temperament</li> <li>Aggression</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wirkt stimulierend, aktivierend und aufregend, wärmend</li> <li>macht aktiv, unruhig, aggressiv</li> <li>wirkt sehr schnell</li> </ul>	<p><b>VIOLETT</b></p> <p><b>Assoziationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emanzipation</li> <li>Mystik</li> <li>Geheimnis</li> <li>Würde</li> <li>Spiritualität</li> <li>Kreativität</li> </ul> <p><b>Wirkung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fördert inneres Gleichgewicht</li> <li>wirkt ausgleichend und regenerierend</li> <li>weckt meditative Kräfte</li> <li>regt das Unterbewusstsein an</li> </ul>

## 2.5.2. Farbkontraste

Besteht zwischen zwei nebeneinander liegenden Farben ein deutlicher Unterschied, so bezeichnet man dies als Farbkontrast. Viele Maler und Kunstretheoretiker haben sich mit Farbkontrasten beschäftigt. Einen wichtigen Beitrag leistete **Johannes Itten** (vgl. Farbordnungssysteme). Er unterscheidet **sieben Farbkontraste**:

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Farbe-an-sich-Kontrast</b> (auch Bunt-Unbunt-Kontrast genannt): Jeder Farbton unterscheidet sich von einem anderen. Die Grundfarben Gelb, Rot und Blau bilden den einfachsten und stärksten Kontrast. Die Unterscheidung von Schwarz und Weiß wird ebenso dazu gezählt.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Hell-Dunkel-Kontrast:</b> Farbe mit helleren Farbanteilen unterscheiden sich von Farben mit dunkleren Farbanteilen. Schwarz und Weiß bilden dabei den größten Kontrast.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Kalt-Warm-Kontrast:</b> Entfernte Gegenstände wirken kälter. Farben lösen Temperaturempfindungen aus. Gelb, Orange und Rot gelten im Allgemeinen als warme Farben. Blau, Lila und Grün gelten im Allgemeinen als kalte Farben.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Komplementär-Kontrast:</b> Komplementär bedeutet Ergänzung. Zu jeder Farbe gibt es jeweils nur eine Komplementärfarbe. Sie entstehen als Nachbild im Auge. Komplementärfarben liegen sich im Farbkreis gegenüber und sollten sich in ihrer Mischung zu Grau ergänzen. Das Komplementärpaar bildet die Grundlage der harmonischen Farbgestaltung.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Simultan-Kontrast:</b> Der Eindruck eines Farbtons wird durch seine Umgebung beeinflusst. Betrachtet man ein helles Grau (siehe Grafik) auf verschiedenen Hintergründen wirkt es jedes Mal anders.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Qualitäts-Kontrast:</b> Aus dem Gegensatz stumpfen, getrübten Farben zu gesättigten, leuchtenden Farben entsteht der Qualitäts-Kontrast.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Quantitäts-Kontrast:</b> Entscheidend ist das Verhältnis der Farben – „viel und wenig“ oder „groß und klein“. Es geht um die Menge einer Farbe im Vergleich zur Menge einer anderen. Leuchtkraft und Flächengröße bestimmen also die Wirkung der Farben.</li> </ul>	

**Simultankontrast-Test:** Die Farbtäuschung entsteht durch ein Nachbild, nachdem man (etwa eine halbe Minute) das Zentrum im linken Quadrat anschaut und dann den Blick auf das rechte Quadrat richtet.

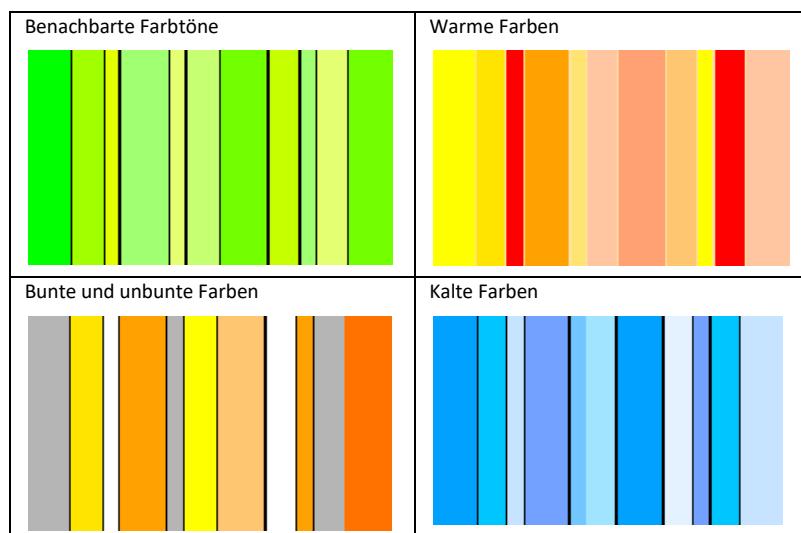


### 2.5.3. Farbharmonie

Harmonie bedeutet Wohlbefinden. Wo zwei oder mehr Elemente im Verbund gemeinsam für eine positive Grundstimmung sorgen, tritt in der Gestaltungslehre Harmonie auf. Der Einsatz von Farben eignet sich dazu besonders gut.

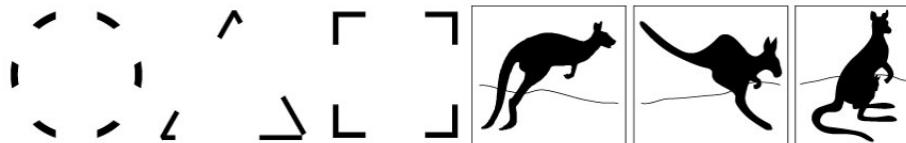
Harmonie kann aber nur dann entstehen, wenn bestimmte Gesetzmäßigkeiten beachtet werden:

- Farbkombinationen wirken dann harmonisch, wenn der **Kontrast nicht zu stark** ist.
- Farbtöne mit **gleicher Helligkeit** harmonieren besser, als Farbtöne mit ganz unterschiedlichen Helligkeitswerten.
- Farbtöne mit **ähnlichen Sättigungswerten** harmonieren besser, als Farbtöne unterschiedlicher Sättigung.
- Harmonieren zwei Farben miteinander, kann aus deren **Mischung** eine weitere harmonische Farbe gewonnen werden.
- **Benachbarte Farben** im Farbkreis harmonieren in der Regel miteinander.
- Unbunte Farben harmonieren mit bunten immer dann, wenn Sättigungsgrad und Helligkeit der Farbtöne angepasst werden.



## Wiederholungsfragen zum Kapitel 2 Visuelle Wahrnehmung

1. Was versteht man unter Wahrnehmung?
2. Welche Formen der Wahrnehmung kennst du?
3. Warum kommt der visuellen Wahrnehmung eine besondere Bedeutung zu?
4. Worauf beruhen optische Täuschungen?
5. Wie nennt man nebenstehende optische Täuschung mit dem Fachausdruck? →
6. Welcher Unterschied besteht zwischen Kunst und Gestaltung?
7. Welche Gestaltgesetze kennst du?
8. Welche Gestaltungsregeln ergeben sich aus der Figur-Grund-Beziehung?
9. Erkläre das Gesetz der Nähe!
10. Welchen Gestaltgesetzen folgt unser Gehirn, wenn wir nachfolgende Figuren sehen?



**Erfahrung ergänzt  
fehlende  
Informationen!**

11. Was besagt das Gesetz der Prägnanz und wie wird dieses noch genannt?
12. Welche Formelemente unterscheidet die Gestaltungslehre?
13. Erkläre die gestalterische Bedeutung unterschiedlich ausgerichteter Linien!
14. Wofür stehen die drei Grundelemente der Fläche?
15. Analysiere folgendes Bild hinsichtlich der gestalterischen Grundelemente!



16. Wie können Formelemente angeordnet werden?
17. Was versteht man unter Gruppierung/Verdichtung?
18. Wann spricht man bei Formanordnungen von Symmetrie/Asymmetrie?
19. Was versteht man unter einem Raster?
20. Erkläre die optische Mitte!
21. Was ist der Goldene Schnitt?
22. Die Wirkung von Farbe ist für einen Betrachter subjektiv. Welche objektiven Merkmale hat die Farbwirkung?
23. Beschreibe Assoziationen und Wirkung der Farbe ORANGE!
24. Was versteht man unter einem Farbkontrast?
25. Grenze den Qualitätsfarbkontrast vom Quantitätsfarbkontrast ab!
26. Welche Gesetzmäßigkeiten bedingen Harmonie in der Gestaltung?