

*Die Bestimmung der Sehschärfe ist eine wichtige Kontrolle der Funktion des Auges. Es sind bestimmte Werte erforderlich, um ohne Brille Autofahren zu dürfen oder um Polizist oder Pilot zu werden.*

*Neben den Sehschärfetafeln mit Landolt-Ringen gibt es auch Tafeln mit Buchstaben oder Zahlen. Das Prinzip ist aber immer das gleiche.*

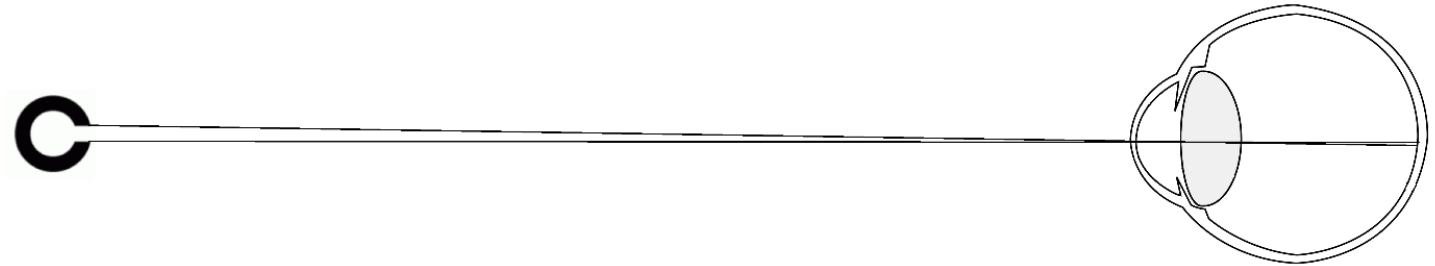
*Sehr kleine Winkel werden in Winkelminuten ( $1'$ ) und Winkelsekunden ( $1''$ ) angegeben. Dabei gilt:  $1^\circ = 60'$  ;  $1' = 60''$*

**Berechne die Sehschärfen für  $\alpha = 1'$  und  $\alpha < 1'$ .**

## **1.7 Sehschärfe**

### **Sehwinkel**

Der Sehwinkel ist der Winkel (ausgehend von der Augenlinsenmitte), unter dem ein Gegenstand betrachtet wird (hier die Öffnung eines Landolt-Rings einer Sehschärfentafel).



### **Sehschärfe (=Visus)**

Unter der Sehschärfe versteht man das **Auflösungsvermögen** des Auges. Diese kann beispielsweise bei einem Sehtest mit Landolt-Ringen untersucht werden. Dabei ist die Öffnung zu erkennen, wenn die beiden Endpunkte des Rings getrennt voneinander wahrgenommen werden können.

Die Sehschärfe berechnet sich dann über den **kleinstmöglichen Sehwinkel  $\alpha$** , unter dem diese zwei Endpunkte gerade noch getrennt voneinander wahrgenommen werden können. Es gilt:



*a) Berechne die Breite einer Landolt-Ring-Öffnung, mit der in 4,0 m Entfernung eine Sehschärfe von 60 % überprüft werden kann.*

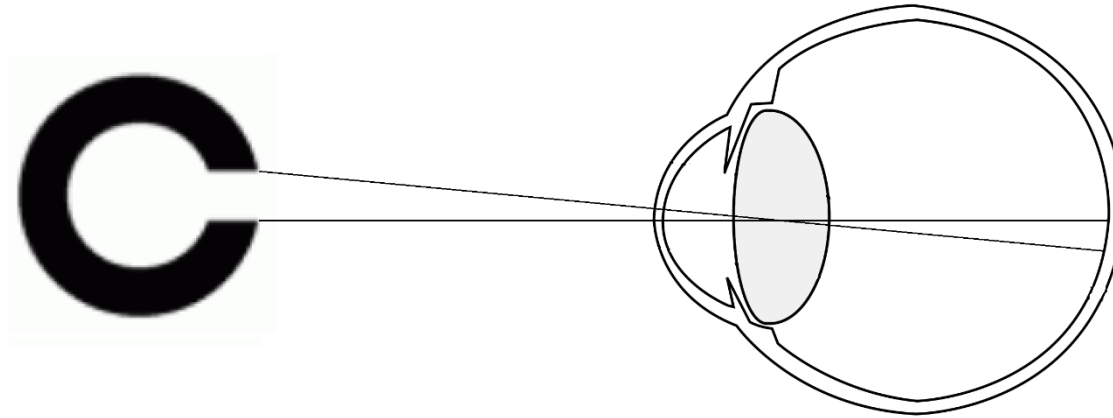
*b) Angeblich kann man die chinesische Mauer von der ISS aus sehen (Mauerbreite: 10 m, Flughöhe ISS: 370 km). Berechne die dafür nötige Sehschärfe. Interpretiere das Ergebnis.*

*c) Berechne, ab welcher Entfernung eine Person mit Sehschärfe 125 % auf einem Notebook-Bildschirm mit 226 ppi (pixel per inch; 1 inch = 2,54 cm) einzelne Pixel voneinander unterscheiden kann.*

***Bestimme zunächst den Sehwinkel und damit die Bildgröße auf der Netzhaut. Schätze damit den Abstand zweier Sehzellen ab.***

### **Sehzellendichte des Menschen**

Die Sehzellendichte ist ein Faktor, der das Auflösungsvermögen des Auges begrenzt. Diese lässt sich mit Hilfe der Sehschärfe abschätzen. Wir betrachten dazu ein gutes Auge mit einer Sehschärfe von 125 %.



Dies entspricht auch etwa der tatsächlichen Zapfendichte am gelben Fleck. Da ein Zapfen aber nur eine Breite von 1  $\mu\text{m}$  besitzt, wäre sogar eine größere Zapfendichte möglich. Dadurch würde sich aber das Auflösungsvermögen des Auges nicht verbessern, da es noch einen weiteren Faktor gibt, der das Auflösungsvermögen begrenzt (vgl. folgende Kapitel).

*Das Auflösungsvermögen bei Tieren unterscheidet sich teils erheblich von dem des Menschen. Exemplarisch ist hier von einigen Tieren der minimale Sehwinkel angegeben.*

### Sehwinkel im Tierreich

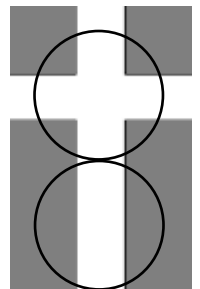
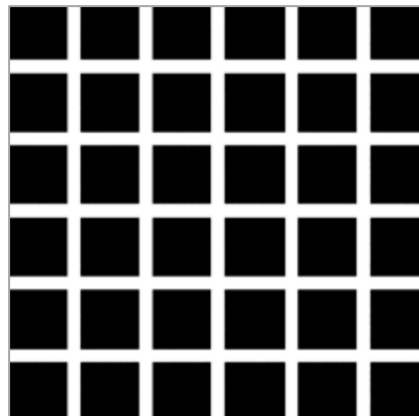
Linsenauge		Facettenauge	
Mäusebussard	0,1'	Biene	$60' = 1^\circ$
Falke	0,4'	Einsiedlerkrebs	$270' = 4,5^\circ$
Katze	5'	Taufliege	$540' = 9^\circ$
Elefant	10'		

### Optische Täuschungen

Die Nervenzellen im Auge sorgen für eine Kontrastverstärkung. Dies ist auch sinnvoll, da damit Kanten besser erkannt werden. Allerdings führt dies in manchen Situationen auch zu optischen Täuschungen.

Ist eine Stelle hell, dann sendet die Nervenzelle dort ein großes Signal. Gleichzeitig wird aber auch das Signal der umliegenden Nervenzellen etwas gehemmt. An der Stelle, die fixiert wird, ist das aber nicht der Fall. (Mehr dazu erfährst du im letzten Kapitel bei der neuronalen Signalleitung.)

- **Hermann-Gitter:**



*Im Internet findest du unzählige optische Täuschungen. Viele davon können wissenschaftlich erklärt werden, bei einigen ist dies aber bis heute nicht möglich.*