

# Mit Lichtgeschwindigkeit durch die Stadt - jedenfalls fast

In dieser Simulation werden wir auf unserem Fahrrad mit annähernder Lichtgeschwindigkeit\* einige Runden durch die Altstadt von Tübingen fahren und immer wieder an demselben Punkt vorbeikommen - jedoch jedes Mal mit höherem Tempo. Immer, wenn wir exakt den Ort passieren, an dem das unten gezeigte Bild (Foto 1) entstanden ist, machen wir einen Schnappschuss mit Blick in Fahrtrichtung. Die relativistische Fahrradfahrt illustriert, wie man seine Umgebung sieht, wenn man sich annähernd mit Lichtgeschwindigkeit bewegt.

\*Beträgt in unserer Simulation lediglich 30 km/h, aber der Computer errechnet, was wir sehen würden, wenn wir tatsächlich mit annähernder Lichtgeschwindigkeit unterwegs wären.

Die Tübinger Marktgasse mit Blick in Fahrtrichtung aufgenommen.



Szene aus der Ruhe aufgenommen

## Die Lichtgeschwindigkeit verändert unseren Blickwinkel

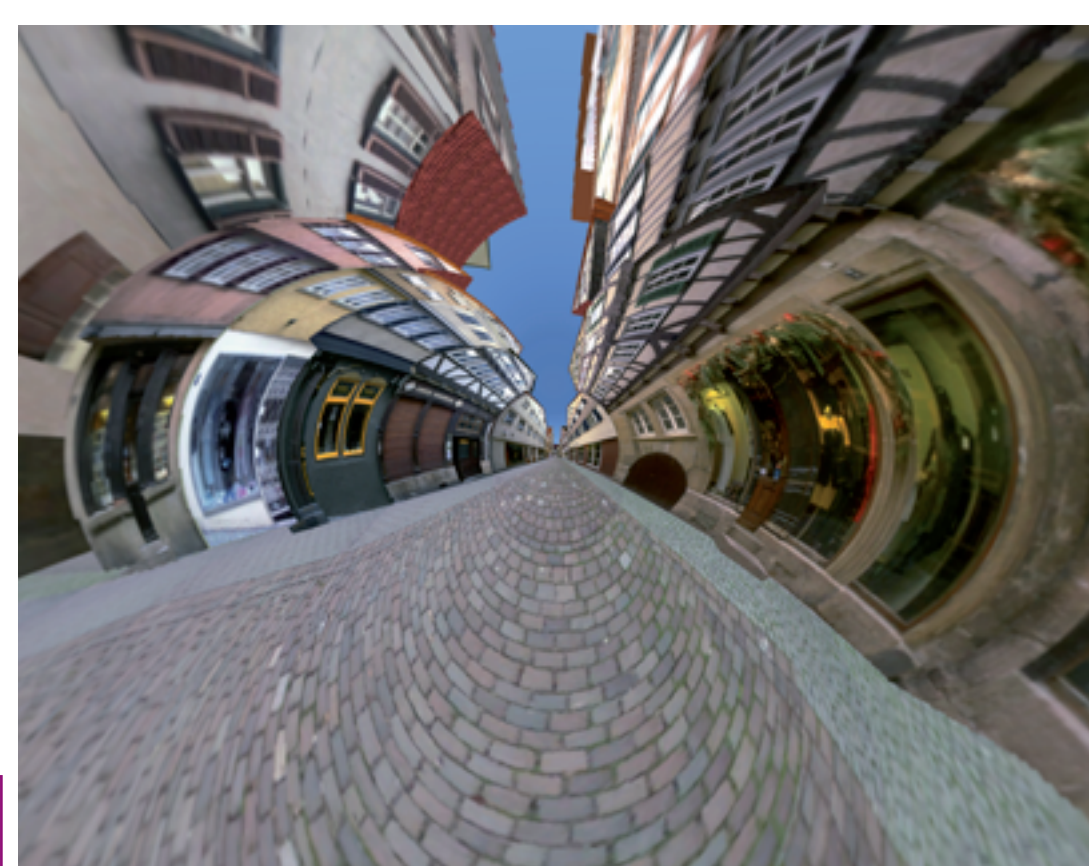
Links sehen wir die Szene, wenn wir uns nicht bewegen (Foto1). Je schneller wir sind, desto weiter scheinen die Häuser vor uns jedoch in die Ferne zu rücken (Fotos 2-4).



bei 80% der Lichtgeschwindigkeit



bei 95% der Lichtgeschwindigkeit



bei 99% der Lichtgeschwindigkeit

Bei 80% der Lichtgeschwindigkeit rückt das Nachbarhaus, das in Ruhe außerhalb unseres Blickfelds lag, mit seinem Torbogen ins Blickfeld.

Bei 95% der Lichtgeschwindigkeit sehen wir zusätzlich das Fenster und die Tür neben dem Torbogen.

Bei 99% der Lichtgeschwindigkeit sehen wir schließlich noch ein weiteres Haus, während unsere ursprüngliche Häuserfront in der Ferne kaum noch zu erkennen ist. Bei zunehmender Geschwindigkeit nehmen wir die Häuser zudem merklich verzerrt wahr.

## Erklärung

### Wie der Eindruck von größeren Entfernungen entsteht

#### 1. Längenkontraktion des Auges

Bei 90% der Lichtgeschwindigkeit ist das Auge auf ca. 44% seiner Ruhelänge verkürzt. Der verkürzte Abstand zwischen Hornhaut und Netzhaut bewirkt, dass Objekte verkleinert abgebildet werden. Und diese verkleinerte Abbildung von Objekten erweckt den Eindruck einer größeren Entfernung.

#### 2. Verkürzung des Lichtwegs durch die Bewegung

Das Licht braucht eine gewisse Zeit, um von der Hornhaut bis zur Netzhaut zu gelangen. In dieser Zeit bewegen wir uns weiter. Durch diese Bewegung wird der Lichtweg zum Bildfeld noch weiter verkürzt und dadurch das Bild zusätzlich verkleinert.

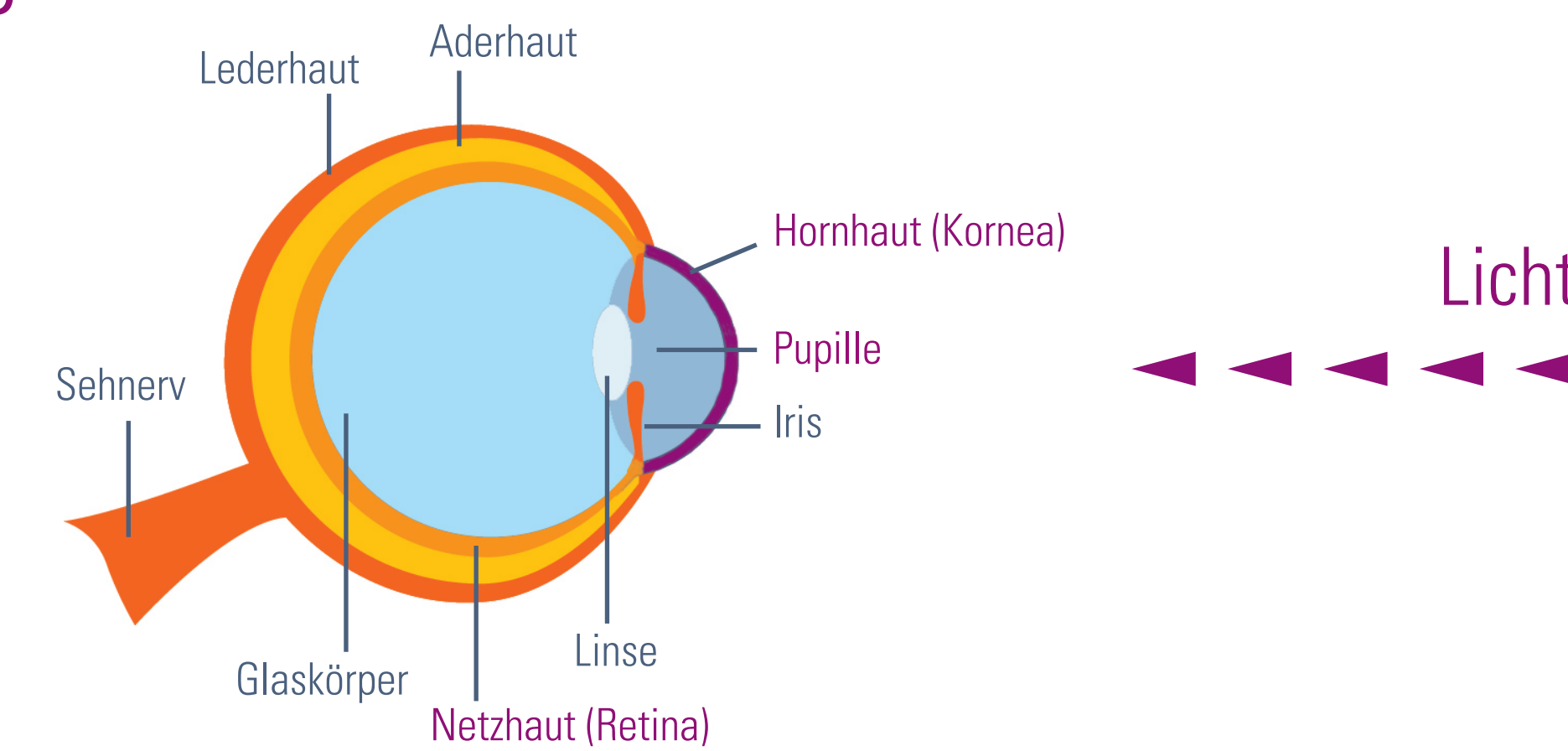
### Wie wir Dinge sehen können, die sich hinter uns befinden

Bei annähernder Lichtgeschwindigkeit sind wir fast so schnell wie ein Photon. Da ein Photon, das schräg von hinten vor das Auge läuft, einen weiteren Weg zurücklegen muss als wir, kann es von der Pupille eingefangen und auch noch von der Netzhaut eingeholt werden. So gelangt Licht von den hinter uns liegenden Häusern in unser Auge.

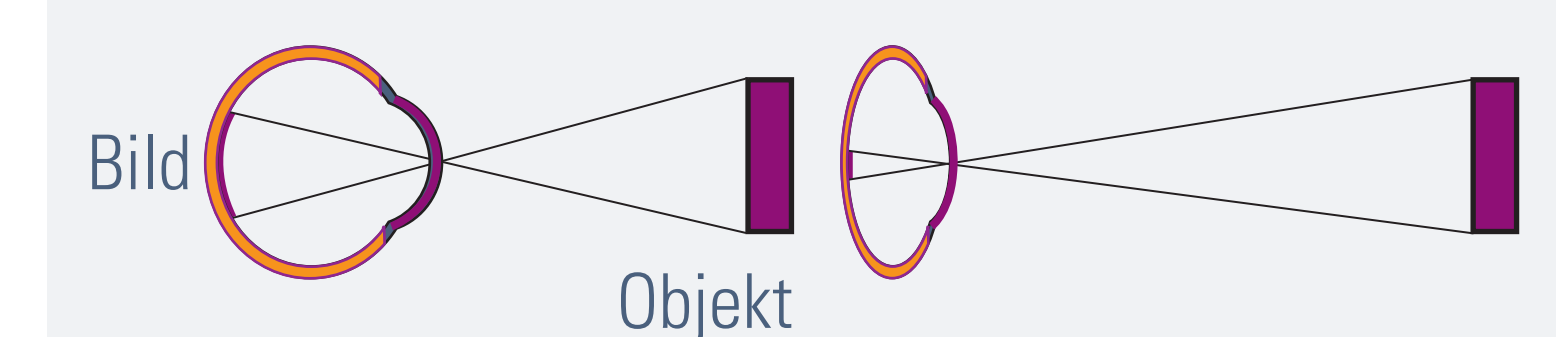
### Wieso sich die Hauskanten krümmen

Entscheidend für die Verzerrung ist die Verschiebung der retinalen Position unter der das Photon gegenüber dem Ruhezustand auf die Netzhaut auftrifft. Je größer der Einfallswinkel der Photonen gegenüber der Bewegungsrichtung des Auges ist, desto größer ist auch die durch die Bewegung resultierende Verschiebung des Auftreffpunktes auf der Netzhaut. Und desto krümmter erscheinen uns folglich die Hauskanten.

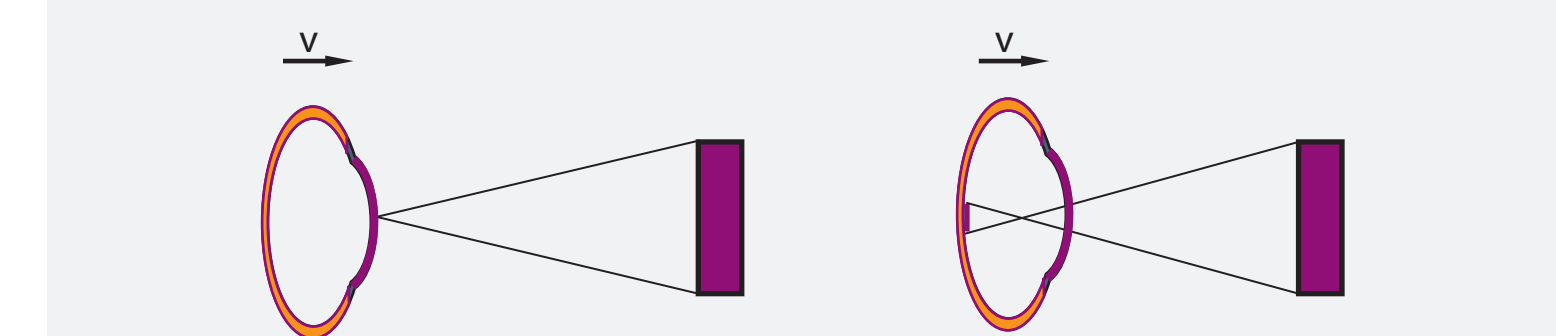
## Das Auge



Links ein normalgroßes, rechts ein längenkontrahiertes Auge



Bildentstehung in einem mit 90% der Lichtgeschwindigkeit bewegten Auge. Zwischen dem Eintritt des Lichts durch die Hornhaut (links) und seinem Auftreffen auf die Netzhaut (rechts), bewegen wir uns weiter.



Bei 95% der Lichtgeschwindigkeit sind wir fast gleich schnell wie ein Photon.

