



Internet-Akademie

Serie

„Streifzüge durch die Naturwissenschaften“

Autor: Hans Stobinsky

Folge 02

Optische Bewegungskonstanz

Sehen: Das Auge ist mehr als eine Kamera

1. Das Problem

Führen Sie bitte (vorsichtig!) folgenden einfachen Selbstversuch durch:

- Schauen sie möglichst gerade auf eine waagrechte Linie (z.B. auf einen Bilderrahmen).
- Bewegen Sie ihre Augen (nicht den Kopf!) nach oben und unten. Was nehmen Sie wahr? Bewegt sich der Bilderrahmen oder erscheint er auf der Wand „festgeklebt“? Glücklicherweise letzteres!
- Schauen Sie wieder geradeaus auf den Rahmen. Führen Sie ihren ausgestreckten Mittelfinger von unten an das Lid eines Auges heran. Schieben Sie den Augapfel vorsichtig ein wenig nach oben (nicht auf die Augenoberfläche fassen, nur auf das Lid!). Was macht (in Ihrer Wahrnehmung) der Bilderrahmen?
(Plötzlich bewegt er sich, und zwar nach unten.)

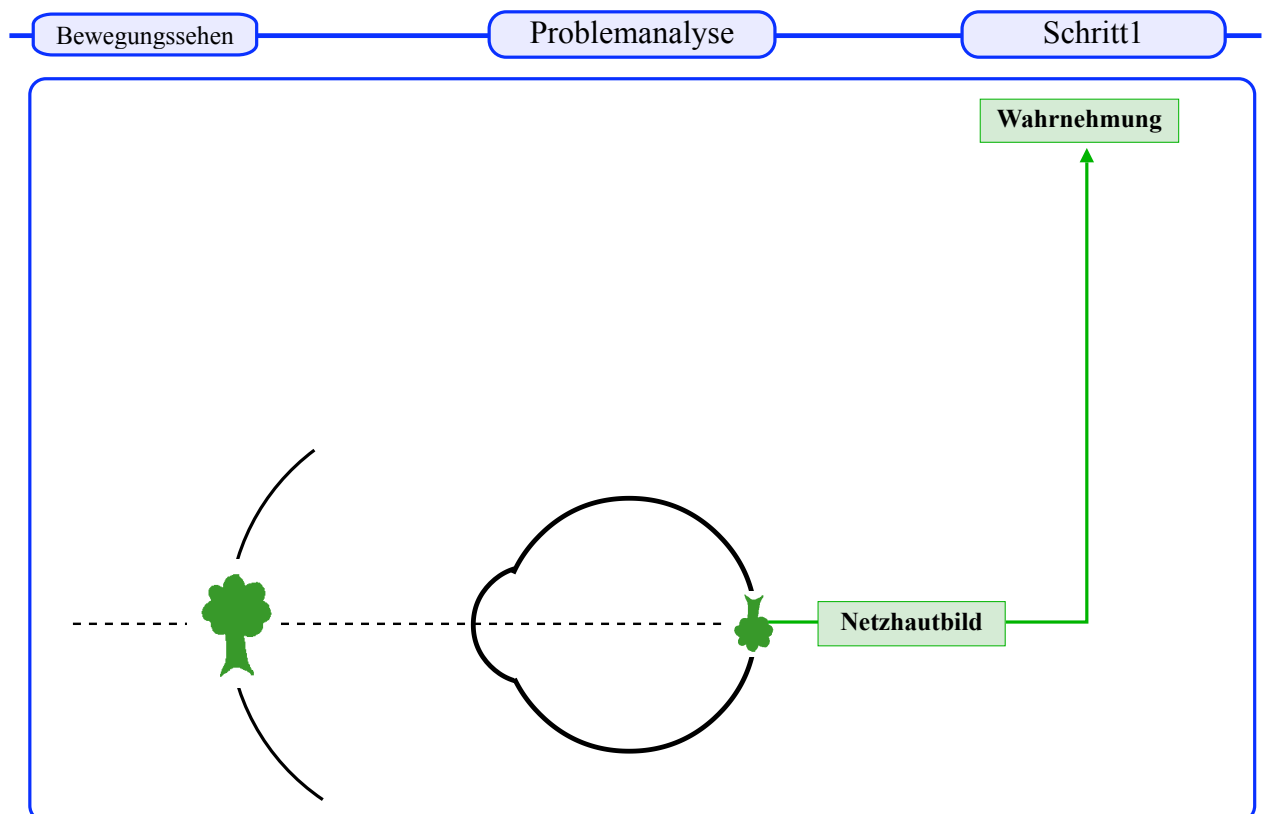
Warum täuscht unsere Wahrnehmung eine Bewegung vor, die nicht stattgefunden hat?

2. Die Analyse des Problems

2.1. Der Weg vom gesehenen Objekt zum Gehirn: Wie kommt der Baum in den Kopf?

An Hand der Grafik „Schritt1“ verfolgen wir den Gang der Ereignisse:

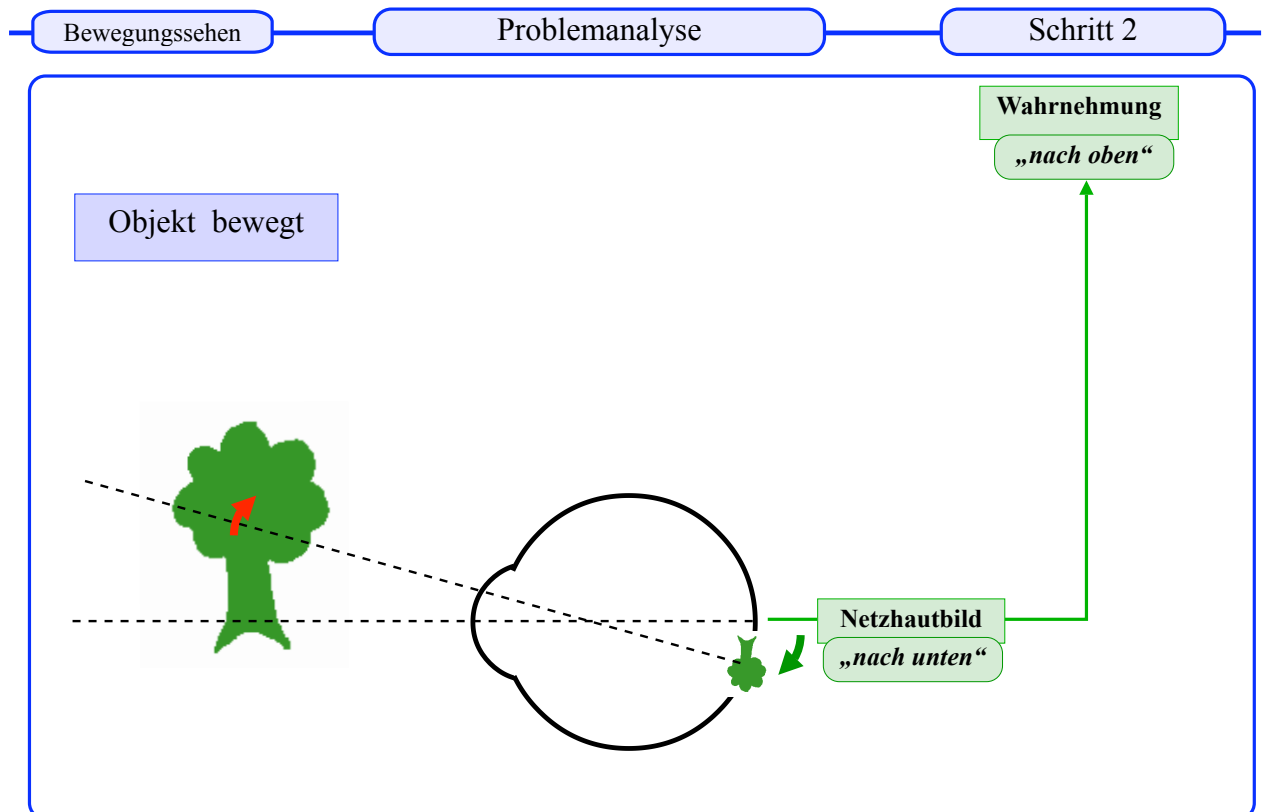
- Das Auge erzeugt (mit seiner Linse) ein verkleinertes, umgekehrtes Projektionsbild des gesehenen Objektes (Baum). (Die dazugehörige Physik brauchen Sie nicht zu kennen, sie spielt für unsere Fragestellung keine Rolle.)
- In der Netzhaut wird wie in einer Kamera vom Film oder Digitalchip das projizierte Bild in eine „Datei“ von Informationen umgewandelt.
- Das Gehirn (Sehzentrum) erzeugt auf Grund der Bildinformationen das wahrgenommene Bild, „der Baum ist im Kopf“.



Schon hier wird deutlich: Auge und Gehirn sind mehr als eine Kamera: Der „Baum im Kopf“ steht aufrecht!

2.2. Wir nehmen eine bewegte Umwelt wahr

Wie zu erwarten verläuft der entsprechende Vorgang, wenn sich ein Objekt bewegt (Grafik „Schritt 2“):



Das Netzhautbild wandert bei einer Objektbewegung über die Netzhaut, was vom Gehirn folgerichtig als Bewegung des Objektes interpretiert wird. Bis jetzt fragen Sie vielleicht :„Wo ist denn eigentlich das Problem?“

Aber spielen wir jetzt den Fall durch, dass sich unser Augapfel bewegt (entsprechend Teil b. des einführenden Selbstversuches):

2.3. Wir bewegen unsere Augen: das Problem

Drehen Sie in Gedanken in der vorhergehenden Grafik nicht den Baum, sondern den Augapfel. Was geschieht mit dem Netzhautbild? Es wandert auch, das Gehirn erhält also die gleichen Informationen wie bei der Objektbewegung, trotzdem bewegt sich „der Baum im Kopf“ nicht! Dabei sollte es eigentlich gleichgültig sein, ob der Augapfel durch die Augenmuskeln oder (wie im Versuch) von außen verschoben wird. Aber unsere Wahrnehmung unterscheidet die beiden Fälle ganz klar. Mit welchem „Trick“ arbeitet das Gehirn?

3. Der „Trick“: die „optische Bewegungskonstanz“

Unser Gehirn nutzt seine selbsterzeugten Informationen (Grafik „Schritt 3“):

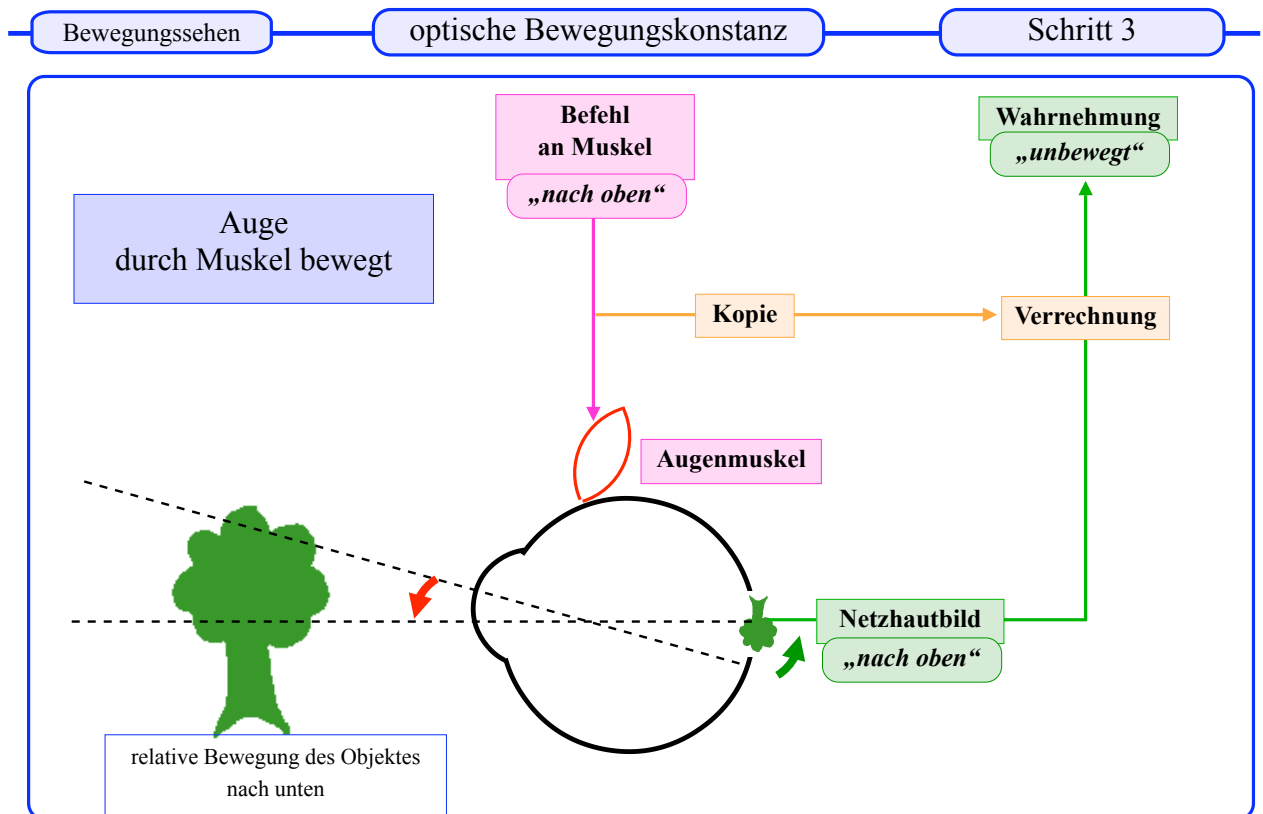
Die Information von der Netzhaut „Baumbild bewegt sich“ würde zur (falschen) Wahrnehmung führen „Baum bewegt sich“.

Für die „Korrektur“ der falschen Wahrnehmung verwendet das Gehirn den Befehl, der an die Augenmuskeln geschickt wurde und „verrechnet“ die gemeldete Bewegung mit dem Befehl.

Für den zeitlichen Ablauf ist es wertvoll, dass nicht erst die tatsächliche Bewegung des Augapfels „im nachhinein“ verrechnet wird, sondern „vorausseilend“ bereits der Befehl dazu. Damit ist das Gehirn bereits „vorbereitet“ und kann die Verrechnung sofort vornehmen.

Allgemein kann man an diesem Beispiel ein wichtiges Arbeitsprinzip des Gehirns erkennen:

Jede Information, gleichgültig, ob sie aus der Umwelt stammt oder vom Gehirn selbst erzeugt wurde, wird von verschiedenen Gehirnbereichen, also mehrfach genutzt. Damit wird der Wert von Informationen erheblich gesteigert. (So helfen z.B. die Nachrichten von den Augen auch mit, damit wir aufrecht stehen können. Sie kennen sicher den Effekt, dass das Balancieren auf einem Bein mit geschlossenen Augen sehr viel schwerer fällt, als wenn man sich „mit den Augen festhält“.)



Der erzeugte Effekt wird als „**optische Bewegungskonstanz**“ bezeichnet.

4. Der letzte Schritt

Mit diesem Mechanismus lässt sich auch die Wirkung des Fingers (letzter Teil des Versuches) erklären:

- An den Augapfel wurde kein Befehl geschickt, folglich:
 - die korrigierende Information fehlt und daher:
 - das Gehirn erzeugt die „falsche“ Wahrnehmung.

So sind alle Schritte unseres einführenden Versuches geklärt. Darüber hinaus sollte deutlich geworden sein, wie trickreich das Gehirn Informationen nutzt,

- um uns ein möglichst korrektes Bild unserer Umwelt zu liefern,
- aber auch „selbstgemachte“ Probleme zu beheben: Denn bewegliche Augen sind ohne Zweifel ein Vorteil gegenüber starr fixierten Augäpfeln. Sie würden aber zunächst zu fehlerhaften Wahrnehmungen (Scheinbewegungen der Umwelt) führen, was ihren Wert erheblich mindern würde. Mit dem „Trick“ der Verwertung eigener Befehle wird dieser Nachteil aufgehoben.

