

Rainer Bösel

Klugheit



Die sieben Säulen der Intelligenz

Wissen & Leben



1 Warum ich kann, was ich kann

Der springende Punkt

Vor über 100 Jahren hat sich der Psychologe Max Wertheimer, der als Begründer der Gestaltpsychologie gilt, mit dem Phänomen der Scheinbewegung beschäftigt (Wertheimer 1912). Er stellte fest, dass zwei Lichtpunkte, die abwechselnd aufleuchten, unter bestimmten Bedingungen den Eindruck erzeugen können, dass es sich um einen Lichtpunkt handelt, der hin und her springt. Allerdings verwarf sich Wertheimer gegen die Bezeichnung „Scheinbewegung“. Ihm ging es darum, dem Prinzip des „wirklichen“ Bewegungssehens auf die Spur zu kommen. Dies war allerdings erst viel später einigermaßen befriedigend möglich, als man Methoden zur Verfügung hatte, die Funktionen der Netzwerkverarbeitung im Gehirn genauer zu untersuchen.

In der Psychologie wird das Phänomen des „springenden Punktes“ seit Wertheimer als Phi-Phänomen bezeichnet. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass es zum Entstehen des Phänomens nicht nur auf den richtigen Abstand der beiden Lichtpunkte, sondern auch auf eine dazu passende Blinkfrequenz ankommt. Bereits vor Wertheimer wurde die Theorie entwickelt, dass dabei eine träge Ausbreitung von Nerven-erregung in den Sinnesorganen eine Rolle spielen könnte. Dabei wären die Verhältnisse „des An- und Abklingens der

Erregung in benachbarten Netzhautstellen“¹ entscheidend. Im Grunde wurde diese Annahme später bestätigt (Korn u. von Seelen 1972): Die Wahrnehmung einer Scheinbewegung kann mit der Überlappung des Einzugsbereichs für die Erregungsaufnahme von Ganglienzellen der Retina erklärt werden. Allerdings kennen wir für echtes Bewegungssehen andere Mechanismen. Standbilder werden, wenn sie in rascher Folge hintereinander gesehen werden, bekanntlich zu einem Bewegungseindruck verschmolzen. Man spricht vom Beta-Phänomen, das die Bewegtbilder bei Film und Fernsehen ermöglicht. Hier wird der Bewegungseindruck umso zwingender, je rascher die Bilder aufeinanderfolgen.

Wir stellen die optische Täuschung des „springenden Punktes“ deshalb an den Anfang dieses Buchs, weil sie zeigt, wie auf der Basis einfachster Mechanismen, im Grunde wegen der beschränkten Wirksamkeit und Trägheit mancher Erregungsprozesse im Nervensystem, eine ganz bestimmte Vorstellung von Wirklichkeit entsteht. Diese Vorstellung ist eine Konstruktion unserer Verarbeitung, die wir – sofern genauere Daten fehlen – als mentale oder „geistige“ Konstruktion bezeichnen müssen. Sie ist ein Beispiel für ein nur bedingt brauchbares Modell für die oft schwer vorherzusehende Wirklichkeit.

Generell stellen optische Täuschungen nur Spezialfälle der Verarbeitung visueller Information in Nervennetzen dar. Die zugrundeliegenden Mechanismen arbeiten nun einmal so. Sie sind jedoch unter den meisten Bedingungen höchst nützlich bei der Abbildung der Umwelt im Gehirn.

1 Mit diesen Worten fasst Wertheimer die Ansicht von Karl Marbe zusammen, die dieser 1910 auch als „Theorie der kinematographischen Projektionen“ bezeichnet.

Sie sind, wie wir ganz allgemein auch sagen können, hilfreich bei der Herstellung von Modellen der Wirklichkeit. Außerdem wissen wir, dass diese Mechanismen auf sehr einfachen, aber höchst effizienten Funktionen der Netzwerkverarbeitung beruhen. Die Evolution hat dafür gesorgt, dass die Lebewesen in einer größtenteils unbekanntem Umwelt überlebensfähig bleiben, ohne dass ein überbordender Aufwand bei der Berücksichtigung wechselnder Randbedingungen geleistet werden muss. Sie erfindet einfache Strategien mit großen Wirkungen.

Es gibt zahlreiche Netzwerkfunktionen, die sehr unterschiedliche Eigenschaften der physikalischen und chemischen Umwelt entdecken können. Durch eine Kopplung von solchen Detektoren werden ganz bestimmte strukturelle Eigenschaften der Umwelt transparent – freilich immer wieder unter Außerachtlassung, ja sogar durch Unterdrückung von anderen, möglicherweise ebenfalls bemerkenswerten Eigenschaften. Zahlreiche Eigenschaften bleiben uns in der sinnlichen Wahrnehmung verborgen. Immerhin können vielfältige Objekte von ihrem Hintergrund unterschieden werden und es kann auf biologisch wichtige Merkmale reagiert werden. Das können Merkmale des Aussehens sein, zum Beispiel Größe oder Farbe, oder Merkmale eines Geräusches, zum Beispiel das Lauterwerden, oder Merkmale des Geschmacks, zum Beispiel, dass etwas bitter schmeckt und gefährlich sein kann.

Allein die Tatsache, dass im Gehirn Informationen aufgrund von Erregungsprozessen in Nervennetzwerken verarbeitet werden, hat also – unabhängig von einer besonderen Netzwerkstruktur – bereits schwerwiegende Konsequenzen: Durch die Trägheit der Verarbeitung gelten zeitlich nahe Informationen als zusammengehörig; durch enge Verbindungen zwischen verschiedenen Netzwerkteilen

können Objekte in neue Zusammenhänge gebracht oder in ungewohnten Zusammenhängen wiedererkannt werden.

Bedeutsam ist ferner, dass Nervennetzwerke imstande sind, eine Merkmalskombination in der Netzwerkstruktur dauerhaft zu verankern und damit diese auch wiederzuerkennen. Sicherlich kennen Sie Klecksfiguren, in denen außer schwarzen und weißen Flecken zunächst nichts zu erkennen ist. Wenn man jedoch erklärt bekommt, dass in einem solchen Muster ein Zebra oder ein Dalmatiner-Hund zu erkennen ist, entdeckt man auch später noch diese Figur (Abb. 1-1). Über ähnliche Muster können unter Hervorhe-



Abb. 1-1 Der Dalmatiner. Beispiel für ein schwer erkennbares Bild. In der Mitte des Bildes steht ein Hund, den man von schräg hinten sieht. Er hält den Kopf nach unten und trägt ein dunkles Halsband. Links oben kann man den unteren Teil eines Baumstamms erkennen, der in einer Pflanzscheibe steht. Wenn man die Figur einmal erkannt hat, entdeckt man sie in der Regel danach leichter.

bung bestimmter Eigenschaftskombinationen Klassen gebildet werden. Was einen Stamm, Äste und Blätter besitzt, ist ein Baum. Damit sind diejenigen Pflanzen gemeint, aus denen Wälder bestehen. Freilich setzt das bereits die Fähigkeit zum Lernen voraus.

Aber auch Tiere können lernen und sie können sogar bereits Dinge miteinander in Verbindung bringen, die, biologisch gesehen, gar nichts miteinander zu tun haben. Sie lernen Gesten oder sogar Worte von Menschen, auf die sie mit einer ganz bestimmten Verhaltensweise reagieren können. Die Erkennung von Hinweisreizen ermöglicht Mensch und Tier Wissen anzusammeln, das im Grunde sehr abstrakten Kategorien zugeordnet ist. Kinder lernen schnell, Blechkisten mit vier Rädern als Autos zu bezeichnen, obwohl das Wort „Auto“ mit den Eigenschaften des bezeichneten Gegenstandes nichts mehr zu tun hat. Wir verwenden die Ziffer 3, ohne daran zu denken, dass dieses Symbol einmal tatsächlich aus drei Strichen bestand, als Stellvertreter für irgendwelche anders aussehenden Objekte. Auch diese Leistung ist, wie entsprechende Modellrechnungen zeigen, durch Nervennetze leicht zu realisieren. Aufgrund der einheitlichen Sprache des Nervensystems, nämlich den Informationstransport über Nervenimpulse, können Informationen zusammengebunden werden, die physikalisch gar nichts miteinander zu tun haben.

Das Geheimnis menschlicher Informationsverarbeitungsleistungen beruht also auf ganz bestimmten Eigenschaften der biologischen Netzwerkverarbeitung. Ohne ein Verständnis dieser Eigenschaften kann es wohl kaum gelingen, sich ein Bild von den Möglichkeiten und Grenzen des menschlichen Geistes zu machen. Im Grunde ist das Prinzip der Netzwerkverarbeitung jedoch ganz einfach zu verstehen.