

Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung Minden  
Lehramt Gymnasium und Gesamtschule

## Schriftliche Planung für den 3. Unterrichtsbesuch im Fach Biologie

LAA: Dennis Gösling  
Schule: Söderblom-Gymnasium Espelkamp

Lerngruppe: Q2 LK

Datum: Sommer 2016

---

### **1. Thema der Unterrichtsreihe**

Unsere Augen – die Fenster zur Welt (Inhaltsfeld 4: Neurobiologie)

### **2. Thema der Unterrichtsstunde:**

Neuronale Verschaltungen führen zu verbesserter Bildauswertung – Kontrastverstärkung durch laterale Inhibition

### 3. Tabellarische Darstellung der Unterrichtsreihe

Datum	Thema	Methodischer Schwerpunkt
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie		
Aufbau und Funktion von Neuronen		
...	<i>Unterbrechung der Erregungsübertragung – Synapsengifte</i>	<i>SuS erarbeiten sich die Wirkungsweise unterschiedlicher Synapsengifte in Form eines Gruppenpuzzles</i>
...	<i>Unterbrechung der Erregungsübertragung – Synapsengifte</i>	<i>SuS präsentieren ihre Ergebnisse zur Wirkungsweise unterschiedlicher Synapsengifte</i>
...	Räumliche und zeitliche Summation – Verrechnung an Synapsen	SuS stellen Verrechnungen an Synapsen an und nutzen Animationen (Markl Online-Link) zur Sicherung
...	Ein Muskel wird gereizt – Muskelaufbau und Motorische Endplatte	SuS vertiefen ihr Wissen über die Gleitfilamenttheorie durch die Vorführung eines „Darstellenden Spiels“
...	Der Reflexbogen als einfacher Neuronenschaltkreis	SuS erarbeiten sich auf Grundlage eines Demoversuchs zu Reflexen den Neuronenschaltkreis
Unsere Augen – die Fenster zur Welt		
...	Auge – Aufbau und Funktion	SuS erarbeiten sich den Aufbau des Auges und der Funktionen anhand von Textbausteinen
...	Netzhaut und Fotorezeptoren – Aufbau und Funktion	SuS erstellen ein Fließdiagramm zum Ablauf des Sehprozesses
...	<b>Neuronale Verschaltungen führen zu verbesserter Bildauswertung – Kontrastverstärkung durch laterale Inhibition</b>	<b>SuS werten ein Erregungsdiagramm aus und erläutern anhand dessen ein optisches Kontrastphänomen</b>
...	Rezeptive Felder – komplexe Verschaltungen in der Netzhaut	SuS erarbeiten sich komplexere Verschaltungen mittels „Think-Pair-Share“

### 4. Stundenlernziele

Schülerinnen und Schüler erläutern die Kontrastwahrnehmungen (Mach'sche Streifen) anhand der Auswertung eines Erregungsdiagramms.

### 5. Teillernziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen:

- 5.1** die laterale Verschaltung und Hemmung an Neuronen erfassen, indem sie unterschiedliche Verschaltungsabbildungen vergleichen und beschreiben.
- 5.2** die laterale Hemmung erfassen, indem sie ein gegebenes Verschaltungsmodell berechnen und auswerten.

## 6. Tabellarische Verlaufsplanung der Stunde

NAME: Dennis Gösling FACHLEHRER: ... LERNGRUPPE: Q2 LK	DATUM: ... ZEIT: ... RAUM: ...	STUNDENTHEMA: Neuronale Verschaltungen führen zu verbesserter Bildauswertung – Kontrastverstärkung durch laterale Inhibition	
STUNDENLERNZIEL: - Schülerinnen und Schüler erläutern die Kontrastwahrnehmungen (Mach'sche Streifen) anhand der Auswertung eines Erregungsdiagramms.			
Phasen/Zeit	Inhaltliche Schwerpunkte / Operationen	SF / AF	Medien
Einstieg / Problem	SuS betrachten das Kontrastphänomen „Mach'sche Streifen“.	Stummer Impuls	Abbildung über Beamer
Hypothesen	SuS stellen Hypothesen zur aufgeworfenen Problemfrage auf. Diese werden auf Folie fixiert. → <b>Durch Sinneszellen des Auges bzw. der Netzhaut verursacht → Verschaltung der Sinneszellen</b> → <b>Gehirn lässt sich täuschen</b>	UG	Folie ‚H‘
Erarbeitung	SuS erarbeiten sich die Lösung des Problems durch Textmaterial und Abbildungen:  SuS vergleichen und beschreiben unterschiedliche Verschaltungsabbildungen.  SuS berechnen ein gegebenes Verschaltungsmodell und werten dieses mittels eines Erregungsdiagramms aus.	EA/GA	AB  (Folie für anschl. Sicherung)
Sicherung	SuS beschreiben zunächst die Unterschiede der Abbildungen (nicht-verschaltete und verschaltete Sinneszellen) und ergänzen die verrechneten Erregungsstärken.  SuS leiten das Erregungsdiagramm aus den im Verschaltungsmodell verrechneten Erregungsstärken ab und präsentieren dieses.  SuS nehmen mit dem ausgewerteten Erregungsdiagramm Bezug auf das optische Kontrastphänomen (Mach'sche Streifen).  Die übrigen Gruppen korrigieren oder ergänzen gegebenenfalls durch eigene Erregungsdiagramme.	SV	Folie ‚S‘    Abbildung über Beamer, AB

Rückbezug	SuS verifizieren/falsifizieren ihre Hypothesen.	UG	Folie ,H'
Vertiefung / HA	<i>„Überprüfen Sie folgende Aussage: Konturen können besser in der Dämmerung wahrgenommen werden, wenn das Farbsehen nachlässt.“</i>	LV (Impuls)	AB
Hausaufgabe zur Stunde: keine			
Hausaufgaben zur nächsten Stunde: (Siehe Vertiefung)			

LAA: Lehramtsanwärter / SuS: SchülerInnen / UG: Unterrichtsgespräch / EA: Einzelarbeit / GA: Gruppenarbeit / LV: Lehrervortrag / *kursiv*: Impulse / →: SuS-Antwort / **dick**: Tafel- bzw. Folien-Anschrieb / SF: Sozialform / AF: Aktionsform / AB: Arbeitsblatt / HA: Hausaufgaben

## 7. Begründung zentraler didaktischer-methodischer Entscheidungen zur Stunde

Die Unterrichtsreihe „Unsere Augen – die Fenster zur Welt“ leitet sich vom inhaltlichen Schwerpunkt des Kernlehrplanes des Landes Nordrhein-Westfalen ab. Die Behandlung des fachlichen Kontextes, dem Sinnesorgan Auge, ist in dem Inhaltsfeld 4 (Neurobiologie) als Vorschlag aufgeführt. An diesen Ausführungen orientiert sich das Schulcurriculum des Söderblom-Gymnasiums für die Qualifikationsphase in Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage des an der Schule eingeführten Lehrwerks Markl Biologie Oberstufe (Klett Verlag; 1. Auflage 2010), das im fachlichen Kontext den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung vorschreibt. Von der vom Schulcurriculum vorgeschlagenen Hermann'schen Gittertäuschung, die als Werkzeug zur Erläuterung der lateralen Hemmung angeführt wird, musste allerdings abgewichen werden – dazu weiter unten im Text mehr.

Neben dem inhaltlichen Vorgehen sollten im Verlauf der Reihe besonders Kompetenzen im Bereich des Fachwissens sowie der Erkenntnisgewinnung gefördert werden. Dazu zählt neben den Aspekten der Kontrastwahrnehmung auch die Nutzung und Auswertung vereinfachter Modelle (hier: Verschaltungsmodell) zur Erklärung biologischer Prozesse.

Das Thema zur Stunde orientiert sich am angeführten Kernlehrplan, da der Biologieunterricht in der Oberstufe in erster Linie von den bevorstehenden Abiturprüfungen geprägt ist (Gregor Levy, 2012). Den Schülerinnen und Schülern (im Folgenden als SuS abgekürzt) ist der Aufbau der Retina bekannt und auch die Verschaltungsmöglichkeit unter Neuronen ist bereits angeklungen. Der fachliche Hintergrund soll nun exemplarisch erarbeitet werden.

Bei der Recherche und Einarbeitung in das Thema ist aufgefallen, dass die Begründung zum Hermann'schen Gitter nicht mehr zeitgemäß ist und 2004 zum Teil widerlegt wurde (Bach, M. Ophthalmologe, 2009), so dass eine andere optische Täuschung als Beispiel zur Behandlung der Kontrastverstärkung herangezogen werden musste. In älteren Büchern (Linder Biologie, 1998 und Materialien-Handbuch-Kursunterricht Biologie, 1999), aber auch in jüngeren Exemplaren, wie dem Markl Biologie Oberstufe von 2010 sowie im schulinternen Curriculum wird die Erläuterung der Herrman'schen Gittertäuschung bis dato als Beispiel zur Behandlung der lateralen Hemmung herangezogen. Die Wahl fiel auf das nach dem Physiker Ernst Mach (1865) benannten Kontrastphänomens „Mach'sche Streifen/Bänder“, welches den bisherigen Erklärungsansätzen der lateralen Hemmung Stand hält. Die optische Täuschung von Mach eignet sich zudem besser, weil ein wie von dem Hermann'schen Gitter vorgegebenes Muster in der Natur und im Alltag eher selten zu finden ist. Viel öfter tauchen Konturen von Gegenständen vor Hintergründen mit ähnlicher Lichtintensität auf. Als weitere Alternative für ein Kontrastphänomen hätte Adelsons „Schachbrett-Schatten“ zur Verfügung gestanden, bei dem Felder durch angrenzende, dunklere Felder heller erscheinen und umgekehrt. Allerdings hätte man das Schachbrettmuster für eine Verrechnung zu sehr aus dem Zusammenhang reißen müssen. Dafür eignet sich ein Streifen, wie bei Mach, an dem sich ein Verschaltungsmodell und Erregungsdiagramm anlegen lässt, schon eher.

Im Sinne der didaktischen Reduktion eignen sich die Mach'schen Streifen ebenfalls besser als die Hermann'sche Gittertäuschung, da die Berechnung nur in einer Achsenrichtung erfolgen muss, da keine Kreuzungen vorhanden sind, und die rezeptiven Felder nicht zwingend vorher behandelt werden müssen.

Der vorliegende Stundenentwurf könnte eine zukünftige Alternative zur Hermann'schen Gittertäuschung darstellen, die laterale Inhibition im Unterricht am Beispiel der Mach'schen Streifen verständlich zu machen.

Als Einstieg wurde der stumme Impuls gewählt, weil den SuS diese Herangehensweise an Probleme aus früheren Unterrichtsstunden bekannt ist und ihr Blick, gerade am Anfang beim Problemaufwurf, möglichst wenig fremd gesteuert werden soll. Dabei kann es vorkommen, dass das optische Phänomen nicht sofort von allen SuS, oder im schlimmsten Fall von keinem, wahrgenommen wird. Es bietet sich an, alle bis auf einen Streifen abzudecken, um so das Phänomen bei möglichst allen SuS hervorzurufen. Dabei kommt die Nutzung der Beamer-Einheit der Wirkung des Phänomens zugute, da diese Darstellung die von den Farben her satteste ist. Gedruckte Abbildungen auf Folie und Papier ergeben eine schlechtere Qualität und mindern so die Wirkung des optischen Phänomens. Zudem lässt die Benutzung des Rechners es zu, dass man spontan Manipulationen durchführen kann, um die Täuschung beispielsweise aufzulösen (ähnlich dem Abdecken mit Paper o.a.). Die SuS sollen die optische Täuschung zuerst von sich aus erkennen, ohne dass man vorab zu viele Hinweise gibt. Vor dem Eingriff des Lehramtsanwärters gäbe es noch die Möglichkeit, dass sich SuS durch Irritationen selbst anstacheln, falls die optische Täuschung nicht sofort von jedem gesehen werden sollte.

Die von den SuS genannten Hypothesen werden auf Folie gesammelt. Die so fixierten Hypothesen bzw. Ergebnisse könnten in den Folgestunden wieder genutzt werden. Die interaktive Tafel ist defekt.

In der Erarbeitungsphase wird den SuS die Sozialform (EA/GA) freigestellt. Dadurch soll die Selbstständigkeit und Kommunikationsfähigkeit der SuS gefördert werden (Killermann 2013). Lese-Arbeit wird in der Regel in Einzelarbeit durchgeführt. Sobald es an das Bearbeiten von Aufgaben geht oder es zu Verständnisfragen kommt, bilden die SuS selbstständig Kleingruppen, die durch die Tische vorgegeben sind. Das war in den Vorstunden gängige Praxis und die SuS sind ein eingespieltes Team.

[...]

## 8. Quellen

Bach, M.: "Die Hermann-Gitter-Täuschung: Lehrbucherkklärung widerlegt"; erschienen in Ophthalmologie (2009); 106: 913. doi:10.1007/s00347-008-1845-5

Biologie Campbell; Campbell N. A. und Reece J. B.; 6. Auflage; Pearson Studium 2006

Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen; Biologie; 1. Auflage 2013; Düsseldorf

Killermann, W. et. al.: „Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik“; 15. aktualisierte Auflage; Auer Verlag; Bobingen 2013

Levy, G.: „Biologieunterricht in der Oberstufe“ – Erschienen in: Krüger, D.: „Biologie erfolgreich unterrichten – Empfehlung für (junge) Lehrkräfte“; Aulis Verlag; Ottobrunn 2012

Linder Biologie; 21. neu bearbeitete Auflage; Schroedel Verlag GmbH; Hannover 1998

Markl Biologie Oberstufe; 1. Auflage; Ernst Klett Verlag; Stuttgart 2010

Materialien-Handbuch-Kursunterricht Biologie Band 7 Reizpsychologie; Joachim Jaenicke; Aulis Verlag, Köln 1999

NATURA Biologie für Gymnasien Neurobiologie und Verhalten; 1. Auflage; Ernst Klett Verlag; Stuttgart 2007

Schulcurriculum des Söderblom-Gymnasiums für die Qualifikationsphase in Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage des an der Schule eingeführten Lehrwerks Markl Biologie Oberstufe (Klett Verlag; 1. Auflage 2010)

[spektrum.de/lexikon/psychologie/machsche-baender/9037](http://spektrum.de/lexikon/psychologie/machsche-baender/9037) (Letzter Zugriff: ... .2016)

# 9. Anhang

## 9.1 Einstiegsimpuls (Abbildung über Beamer)



## 9.2 Arbeitsblatt

### Neuronale Verschaltungen führen zu verbesserter Bildauswertung

Durch die besondere Verschaltung der Lichtsinneszellen wird eine Kontrastverstärkung erzeugt, die darauf zielt, vorhandene Unterschiede hervorzuheben. Die biologische Bedeutung der Kontrastverstärkung liegt vermutlich darin, dass Feinde und Nahrung vor einem Hintergrund mit ähnlicher Lichtintensität besser wahrgenommen werden, besonders in der Dämmerung, wenn das Farbsehen nachlässt.

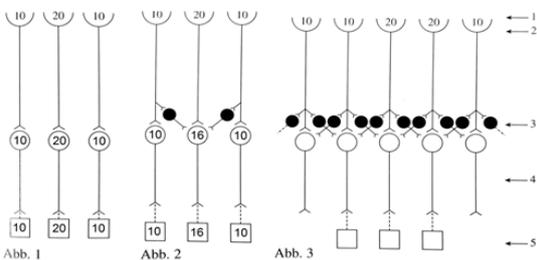
Die Bipolarzellen leiten die Erregung der Lichtsinneszellen auf die Ganglienzellen weiter. Jede Lichtsinneszelle wirkt jedoch zusätzlich über die Horizontalzellen, die Querverbindungen zwischen Sehsinneszellen bilden, hemmend auf benachbarte Lichtsinneszellen ein (laterale Inhibition). Wie diese laterale Inhibition zu einer Kontrastverstärkung führt, lässt sich an einem vereinfachten rechnerischen Modell mit folgenden Annahmen erklären (Abb. 1 bis 3):

- Auf die Lichtsinneszellen an der hellen Fläche wirken doppelt so starke Reize wie auf die an der dunkleren Fläche.
- Über Horizontalzellen erfolgt eine Hemmwirkung von 20% der Erregungsgröße.

Wird die Lichtsinneszelle mit einer angenommenen Reizintensität der Stärke 20 erregt, entspricht dieser Reizstärke eine Erregungsstärke, d.h. Aktionspotentialfrequenz (Abb. 1). Durch die beiden Horizontalzellen erfolgt, der Annahme entsprechend, jeweils eine Hemmung von 20% (Abb. 2). So ergibt sich für die an die Nervenzellen des Sehnervs weitergeleitete Erregungsstärke der Wert:

$$20 - 2 - 2 = 16$$

Im Bereich der Kontrastgrenze zeigt die Aktionspotentialfrequenz gegenüber den benachbarten Sehnerven eine erhöhte Differenz. Diese führt zu der betonten Wahrnehmung von verschiedenen grauen Flächen und somit zu der verbesserten Möglichkeit, geringe Kontrastunterschiede wahrzunehmen.



#### Zeichenerklärung

- 1: Reizstärke, die auf die Rezeptoren trifft
- 2: Rezeptoren
- 3: Inhibitorische Neurone (Horizontalzellen) mit 20 %igem Hemmbetrag
- 4: Ableitende Neurone (Bipolarzellen)
- 5: Erregungsstärke („Empfängerstärke“)

Bildquelle (Abb. 1, 2, 3, 5): Materialen-Handbuch-Kursunterricht Biologie Band 7 Reizpsychologie; Joachim Jaenicke; Aulis Verlag, Köln 1999

### Aufgaben

Erläutern Sie Ihre Beobachtungen, indem Sie die folgenden Aufgaben bearbeiten:

- 1) Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen den Abbildungen 1 bis 3, und tragen Sie die weitergeleitete Erregungsstärke („Empfindungsstärke“) als Ziffern in die Abbildung 3 ein.
- 2) Ermitteln Sie die Erregungsstärken in Form von Ziffern (Abb. 5), übertragen Sie diese in das Erregungsdiagramm (Abb. 6), und erklären Sie daraufhin die Täuschung der Mach'schen Streifen.



Abb. 4: Ausschnitt der Mach'schen Streifen

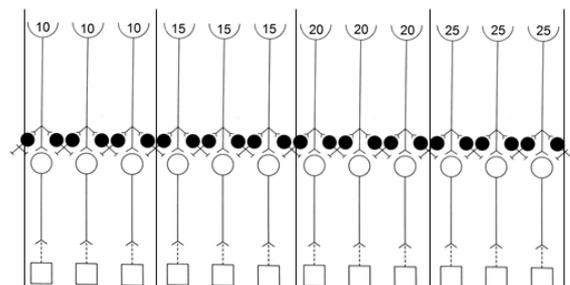


Abb. 5: Modell einer Verschaltung

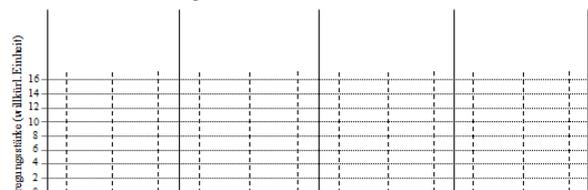


Abb. 6: Erregungsdiagramm

### 9.3 Sicherung (Folie ,S')

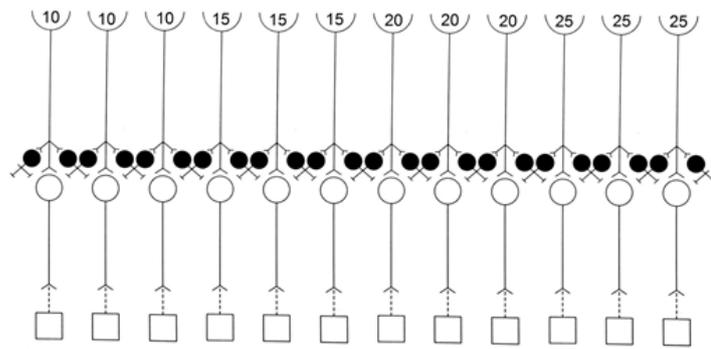


Abb. 5: Modell einer Verschaltung

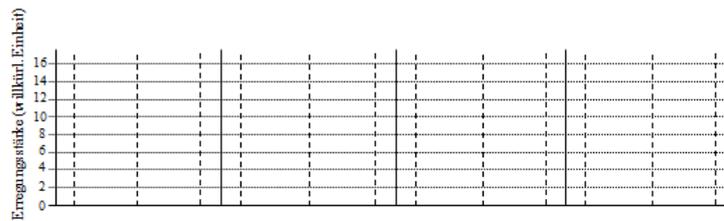


Abb. 6: Erregungsdiagramm

### 9.4 Antizipierte Ergebnisse (Lösungsbeispiel)

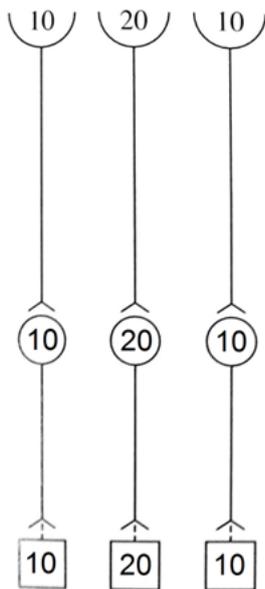


Abb. 1

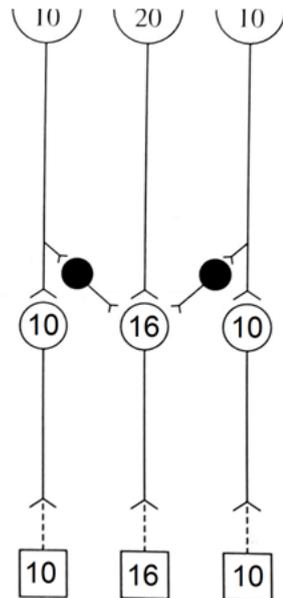


Abb. 2

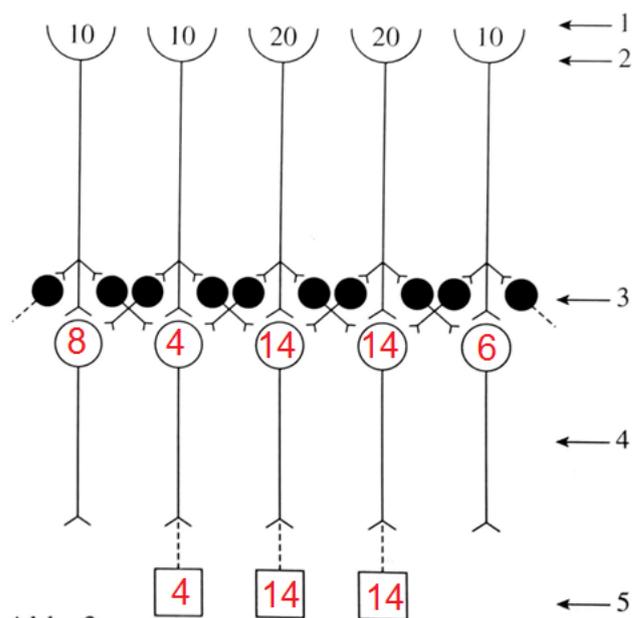


Abb. 3

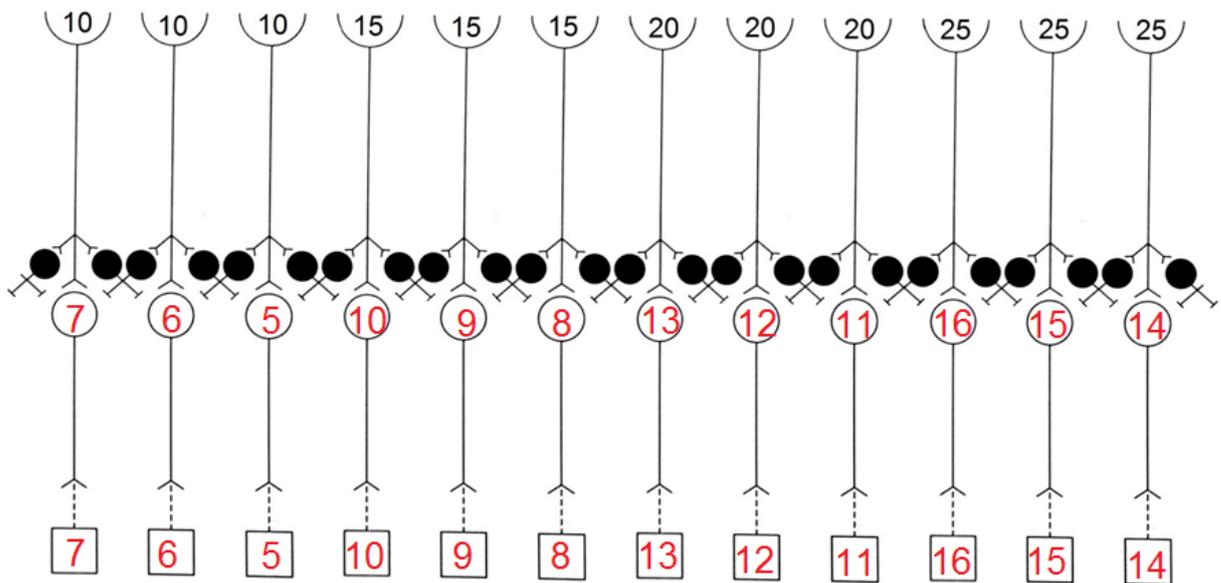


Abb. 5: Modell einer Verschaltung

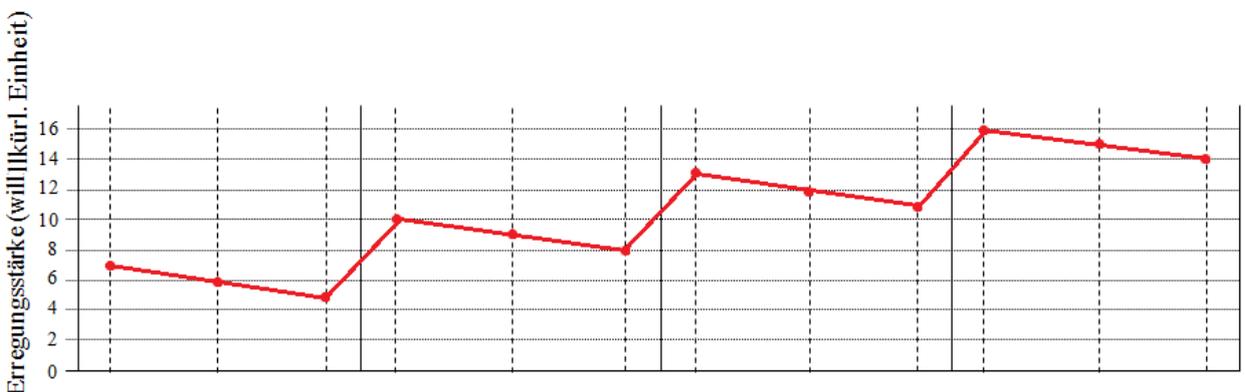


Abb. 6: Erregungsdiagramm

### 9.5 Vertiefung / Hausaufgabe (Kleines Arbeitsblatt)

**Überprüfen Sie folgende Aussage:**

*„Konturen können besser in der Dämmerung wahrgenommen werden, wenn das Farbsehen nachlässt.“*

The image shows a horizontal bar with a grayscale gradient from black on the left to white on the right, used for testing contour perception in low light conditions.