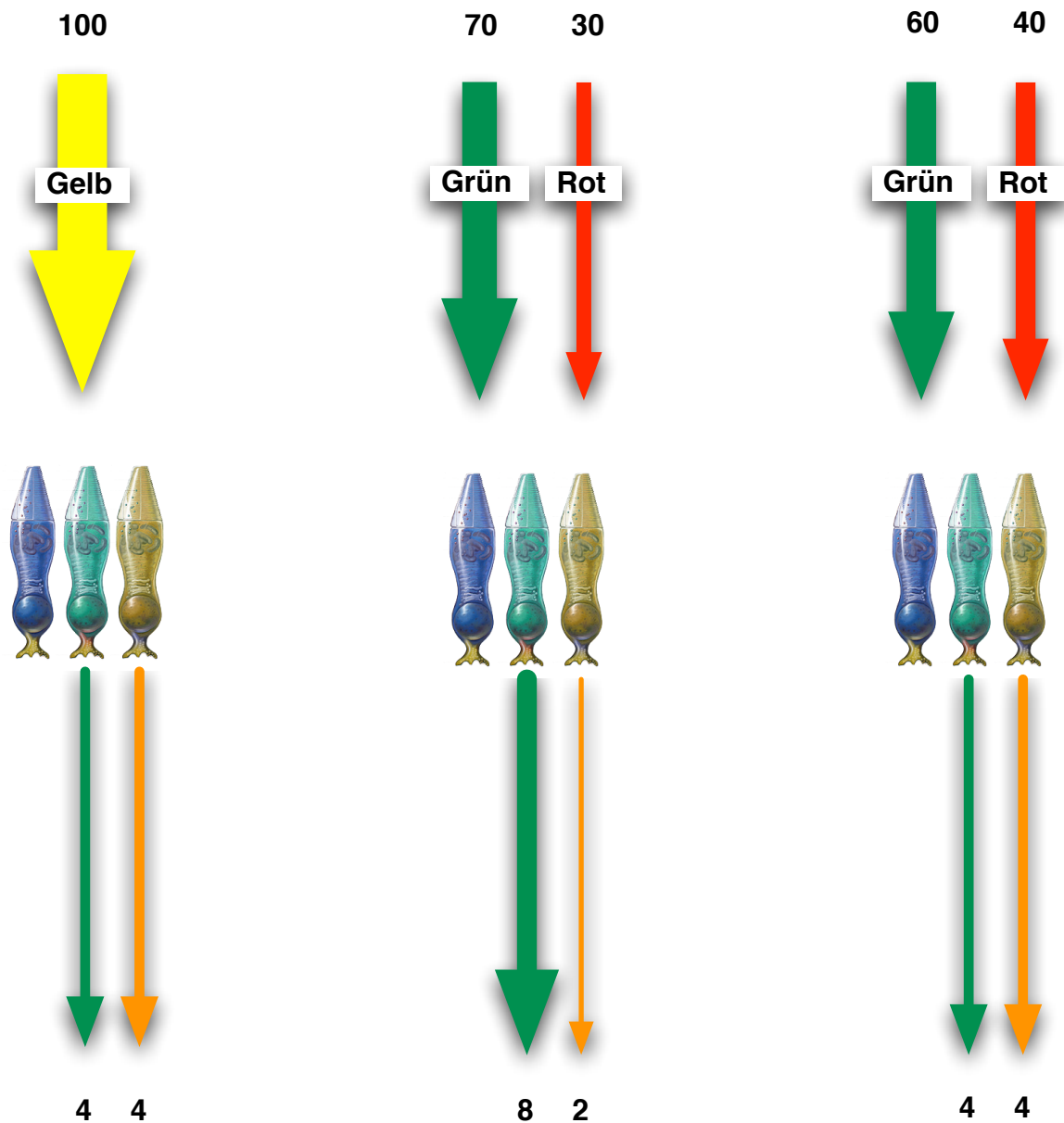


Experiment 1 (Mensch)



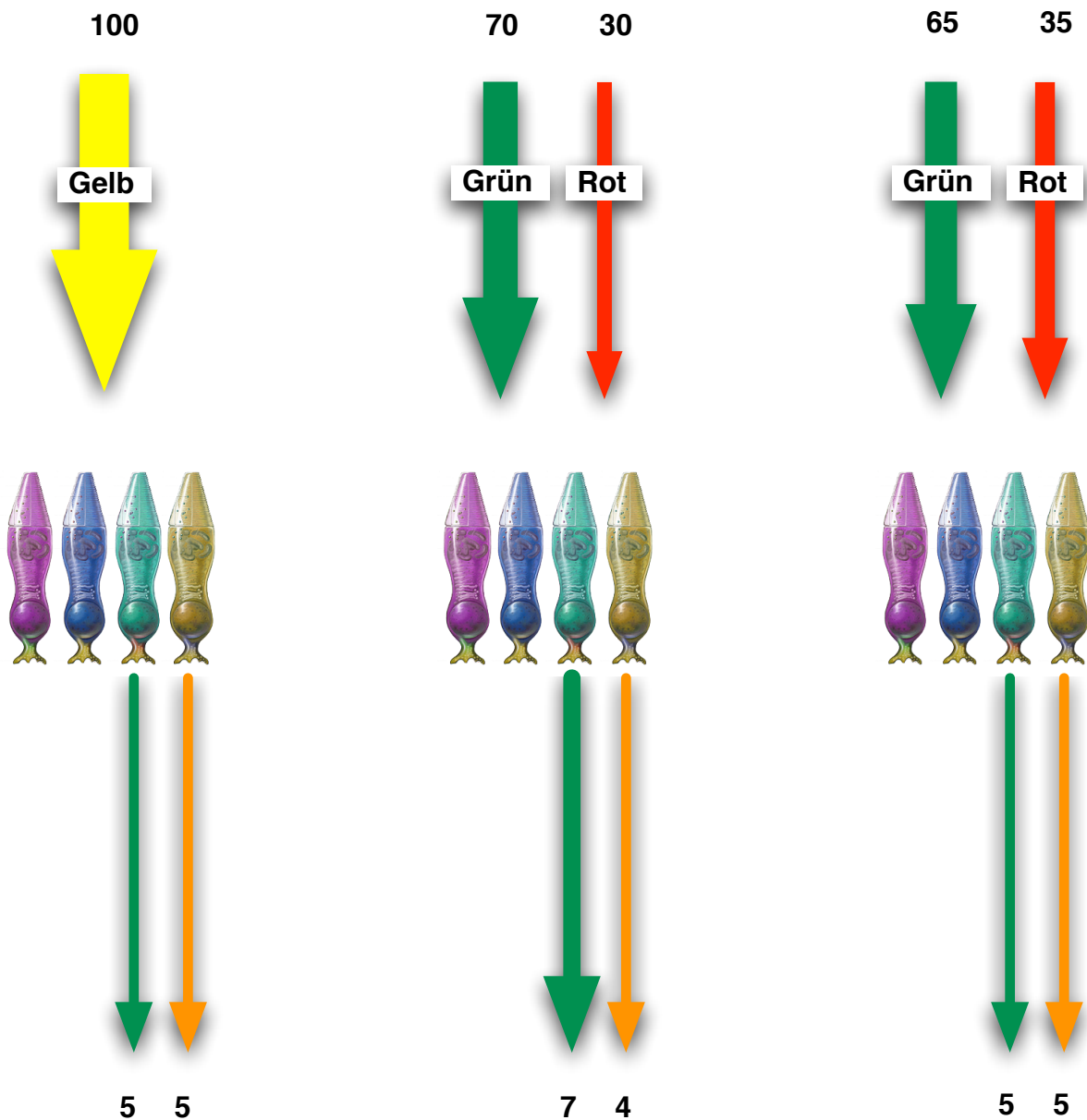
Arbeitsauftrag:

In dem Spektrum-Artikel wird ein Experiment zum Farbsehen beim Menschen beschrieben. Lesen Sie sich den Abschnitt durch und erläutern Sie dann

- wie der hier dargestellte Versuch durchgeführt wurde,
- welche allgemeinen Erkenntnisse dabei gewonnen wurden.

Die angegebenen Zahlen dienen lediglich zur Veranschaulichung der Versuchsergebnisse; sie stimmen nicht mit den Original-Ergebnissen überein.

Experiment 2 (Wellensittich)



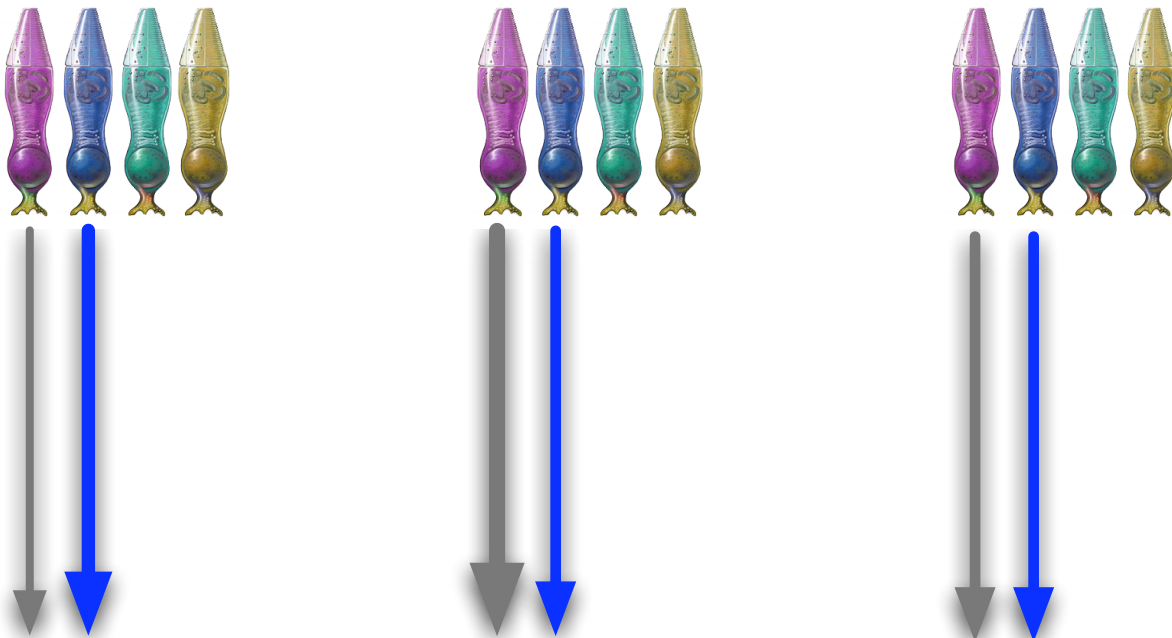
Arbeitsaufträge:

In dem Spektrum-Artikel werden auch zwei Experimente mit Wellensittichen beschrieben.

1. Vergleichen Sie die Versuchsergebnisse mit denen von Experiment 1.
2. Zeichnen und beschriften Sie eine Apparatur, mit der man die im Artikel beschriebenen Ergebnisse gewinnen haben könnte.

Die angegebenen Zahlen dienen lediglich zur Veranschaulichung der Versuchsergebnisse; sie stimmen nicht mit den Original-Ergebnissen überein.

Experiment 3 (Wellensittich)



Arbeitsaufträge:

1. Ergänzen Sie die Abbildung auf diesem Arbeitsblatt mit Pfeilen und Zahlen, die in sich stimmig sind (vergleiche etwa Arbeitsblatt 3-1 und 3-2) und
2. Erläutern Sie dann Ihr Vorgehen und die "Versuchsergebnisse".
3. Was haben die Forscher durch dieses Experiment eigentlich nachgewiesen?

Tetrachromatisches Farbhsehen bei Vögeln

Werten Sie den Text des Artikels aus und erläutern Sie, welchen Nutzen die Vögel aus dem UV-Sehen beim Fortpflanzungsverhalten ziehen:

UV-Rezeptoren verschaffen Vögeln auch Vorteile bei der Nahrungssuche. Erläutern Sie.

Der "Farbraum" des Menschen lässt sich durch ein Dreieck darstellen, dessen Ecken für Rot, Grün und Blau stehen. Wie muss man dieses Dreieck erweitern, um den Farbraum eines Vogels darzustellen?

Sie können einem Rot-Grün-Blinden nicht den Unterschied zwischen den Farben Rot und Grün erläutern. Übertragen Sie dieses Beispiel auf das tetrachromatische Sehen der Vögel.

Lösung zu Arbeitsblatt 3-1

a) Die Netzhaut einer Versuchsperson wurde entweder mit reinem gelben Licht oder mit einer Mischung aus grünem und rotem Licht bestrahlt. Die Intensität des Lichtes konnte beliebig variiert werden. Auf irgendeine Art und Weise wurde dann die Erregung der Grün- und Rotzapfen ermittelt und in Bezug zur Zusammensetzung und Intensität des eingestrahlt Lichts gesetzt.

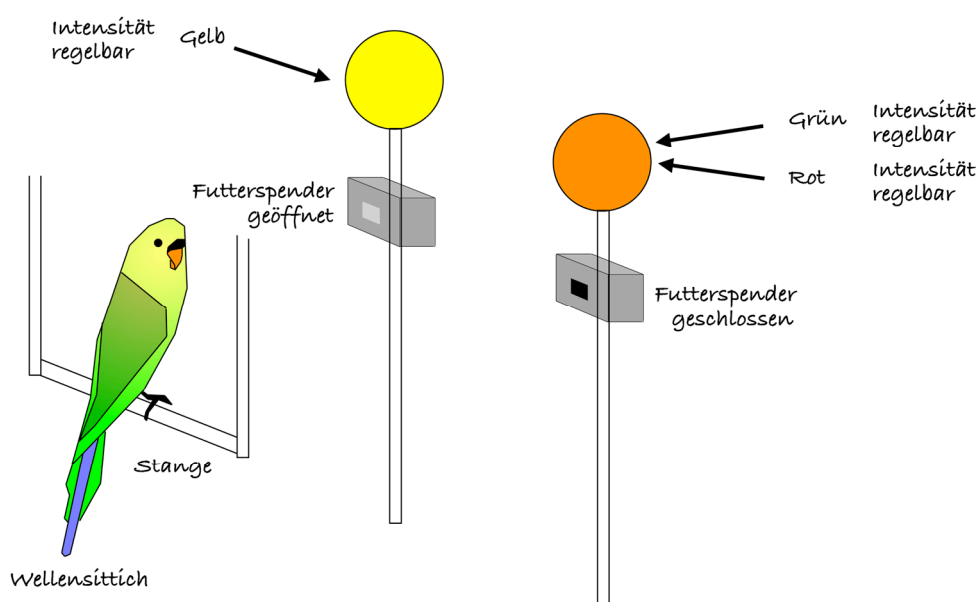
b) Gelbes Licht erregt die Rot- und Grünzapfen gleichermaßen. Bei einer Mischung aus Grün- und Rot-Licht variiert die Erregung der Rot- und Grünzapfen mit dem Mischungsverhältnis. Bei einem bestimmten Mischungsverhältnis (hier 50 : 40) von Rot- und Grünlicht ist die Erregung der Rot- und Grünzapfen nicht zu unterscheiden von der Erregung, die durch reines Gelb hervorgerufen wird.

Allgemeine Erkenntnis: Die Farben, die wir sehen, entstehen im Gehirn. Das Gehirn kann nicht zwischen reinem Gelb und einer Mischung aus Rot und Grün unterscheiden.

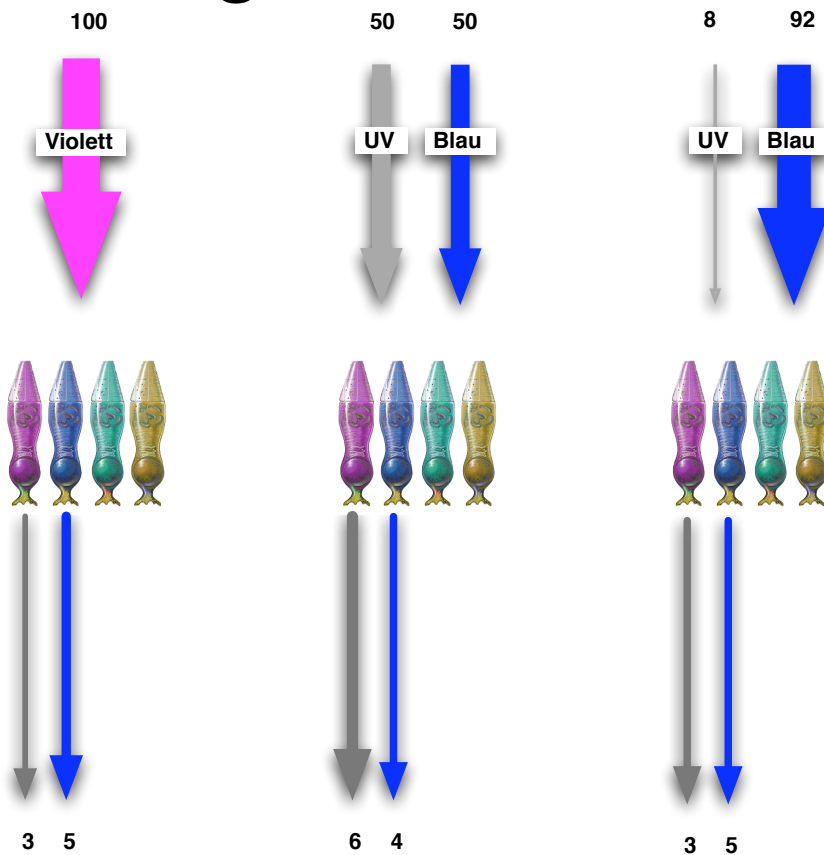
Lösung zu Arbeitsblatt 3-2

1. Beim Wellensittich und vermutlich allgemein bei Vögeln funktioniert das Farbsehen ähnlich wie beim Menschen, nur dass hier vier Zapfentypen beteiligt sind statt drei. Auch hier gilt, dass eine bestimmte Mischung aus Rot- und Grünlicht das gleiche Erregungsmuster liefert wie reines Gelblicht. Da die Zapfen der Vögel jedoch andere Absorptionsmaxima haben als die der Säugetiere, sind die Zahlenwerte bei diesem Experiment andere als beim Versuch 1.

2. Eine mögliche Apparatur könnte so aussehen:



Lösung zu Arbeitsblatt 3-3



Im Versuch links wird das violette Übungslicht präsentiert; die relative Intensität hat hier wie in den Versuchen mit dem gelben Übungslicht den Wert 100. Bei diesem Übungslicht wird bei den UV-Zapfen ein Wert von 3 und bei den Blau-Zapfen ein Wert von 5 gemessen. Das Gehirn des Wellensittichs interpretiert diese Kombination "UV 3 / Blau 5" als "Violett".

Bei dem in der Mitte dargestellten Experiment wird versucht, das violette Übungslicht durch Mischung von UV-Licht und Blau-Licht zu simulieren, so dass das Gehirn des Wellensittichs den gleichen Farbeindruck gewinnt wie bei dem violetten Übungslicht. Dazu wird UV-Licht der relativen Intensität 50 mit Blau-Licht der relativen Intensität 50 gemischt. An den UV-Zapfen des Versuchstieres wird jetzt ein Wert von 6 gemessen, an den Blauzapfen ein Wert von 4. Das Gehirn des Wellensittichs empfängt jetzt die Meldung "UV 6 / Blau 4", was sich deutlich von der Meldung "UV 3 / Blau 5" des ersten Versuchs unterscheidet. Das Mischlicht wird nicht als "Violett" interpretiert.

Bei dem dritten Versuch (rechts) produziert man eine Mischung aus sehr viel Blau-Licht (relative Intensität 92) und sehr wenig UV-Licht (relative Intensität 8). Bei dieser Mischung produzieren die UV- und Blau-Zapfen des Vogels die gleiche Meldung wie bei dem violetten Übungslicht, nämlich "UV 3 / Blau 5". Das Gehirn des Tieres interpretiert diese Meldung als "Violett".

Mit dieser Versuchsreihe haben die Forscher nachgewiesen, dass Wellensittiche Blau- und UV-Zapfen besitzen, und dass die UV-Zapfen zum tetrachromatischen Farbsehen beitragen.

Lösung zu Arbeitsblatt 3-4

Werten Sie den Text des Artikels aus und erläutern Sie, welchen Nutzen die Vögel aus dem UV-Sehen beim Fortpflanzungsverhalten ziehen:

Bei Vogelarten, bei denen beide Geschlechter für den Menschen gleich aussehen, können im UV-Licht Unterschiede festgestellt werden. Der UV-Rezeptor erleichtert den Tieren also die Partnerwahl. Weibchen fühlen sich vor allem zu Männchen mit hoher UV-Reflektion im Gefieder hingezogen. Die UV-Reflektion kann als Indikator für die Gesundheit des Männchens dienen.

UV-Rezeptoren verschaffen Vögeln auch Vorteile bei der Nahrungssuche. Erläutern Sie.

Die wachsartigen Oberflächen vieler Beeren und Früchte reflektieren UV-Licht und machen dadurch Tiere mit UV-Rezeptoren auf sich aufmerksam. Turmfalken erkennen Urin und Kot von Beutetieren dadurch besser, dass diese UV-Licht reflektieren.

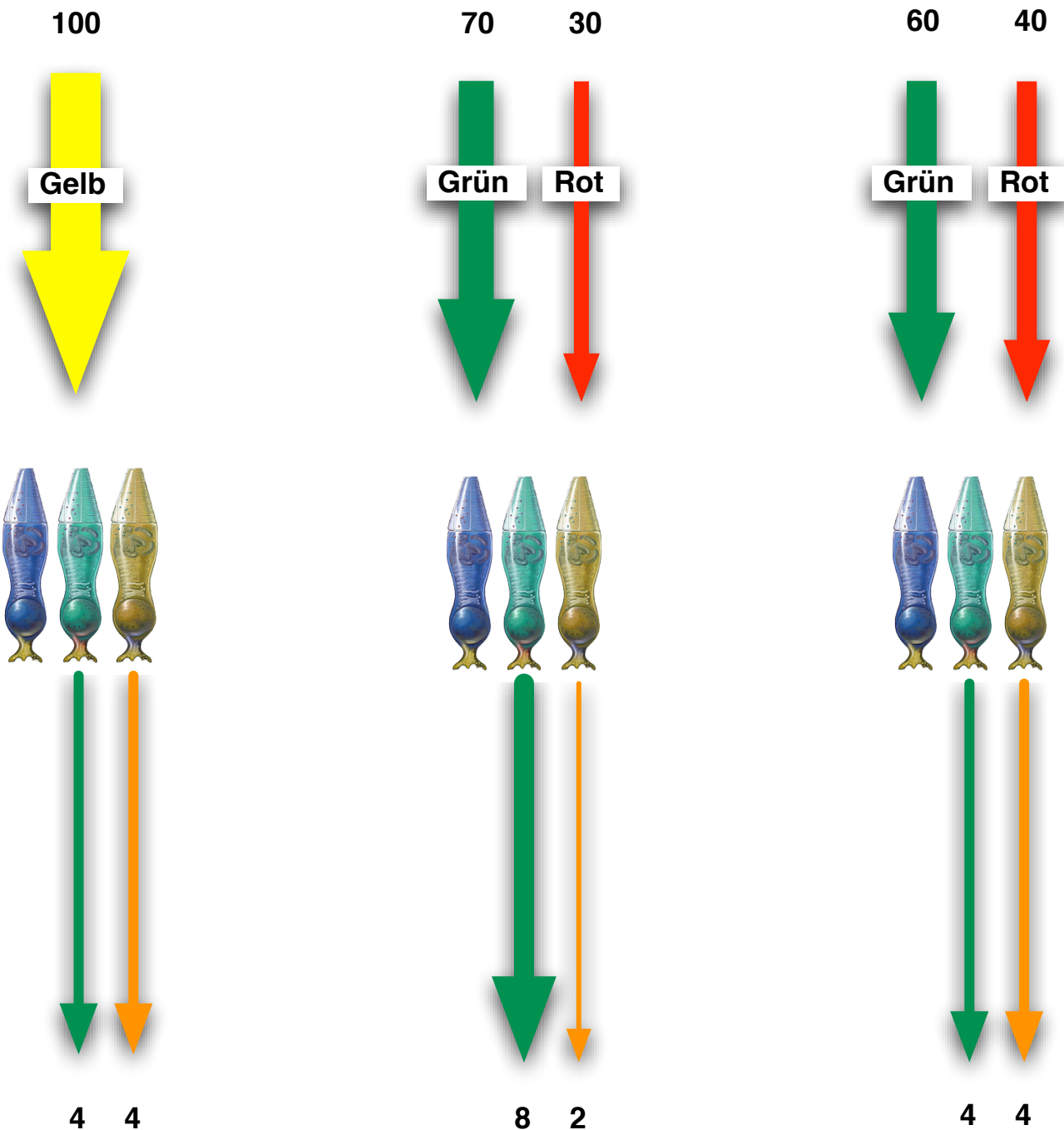
Der "Farbraum" des Menschen lässt sich durch ein Dreieck darstellen, dessen Ecken für Rot, Grün und Blau stehen. Wie muss man dieses Dreieck erweitern, um den Farbraum eines Vogels darzustellen?

Das Dreieck muss in der dritten Dimension zu einem Tetraeder erweitert werden. Die vierte Ecke steht dann für die Farbe Ultraviolett.

Sie können einem Rot-Grün-Blinden nicht den Unterschied zwischen den Farben Rot und Grün erläutern. Übertragen Sie dieses Beispiel auf das tetrachromatische Sehen der Vögel.

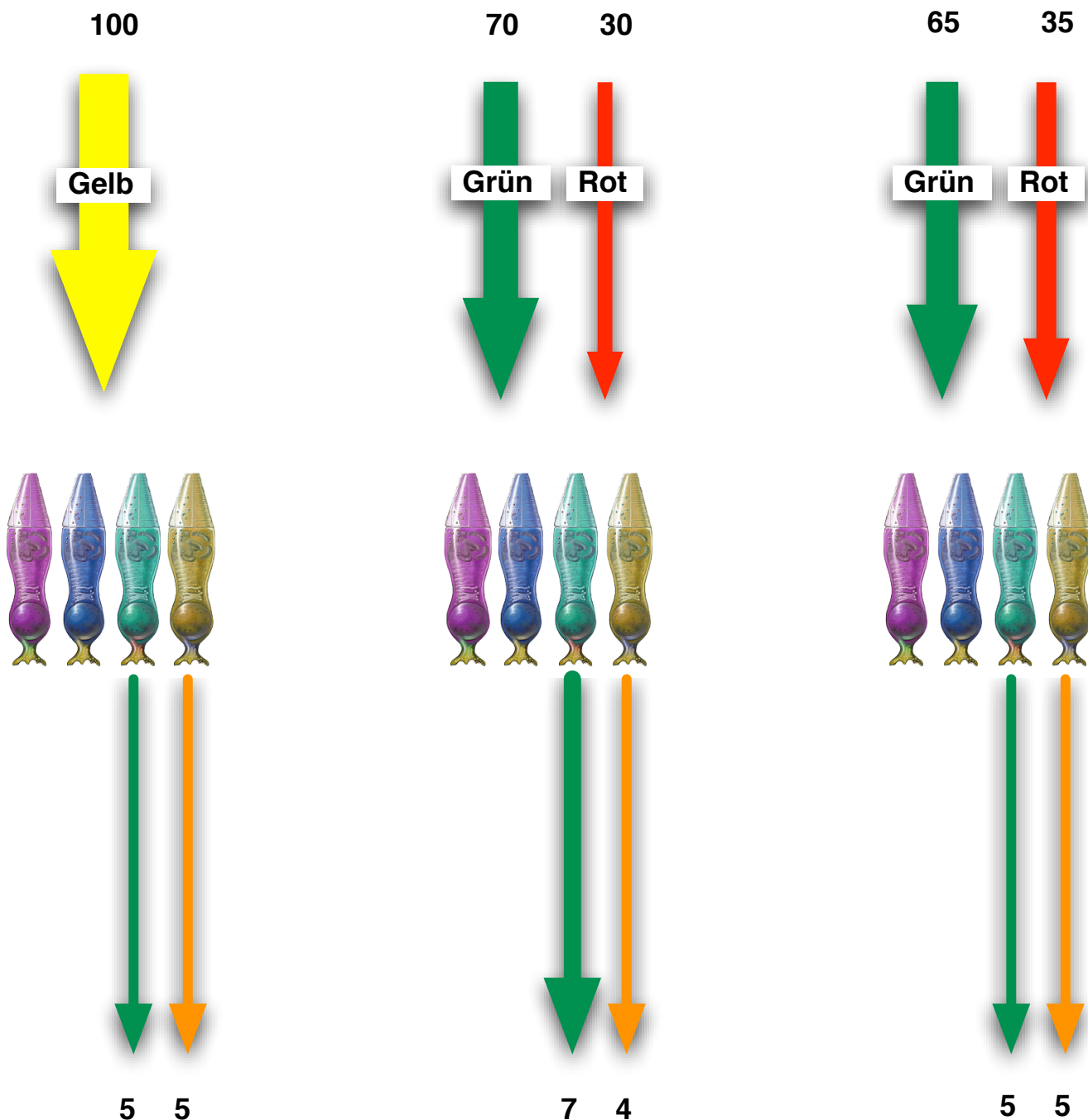
Ein Vogel sieht durch die zusätzliche "UV-Dimension" eine ganze Reihe weiterer Farben, der er - wenn er sprechen könnte - einem Menschen nicht erläutern könnte.

Folie zu Arbeitsblatt 3-1



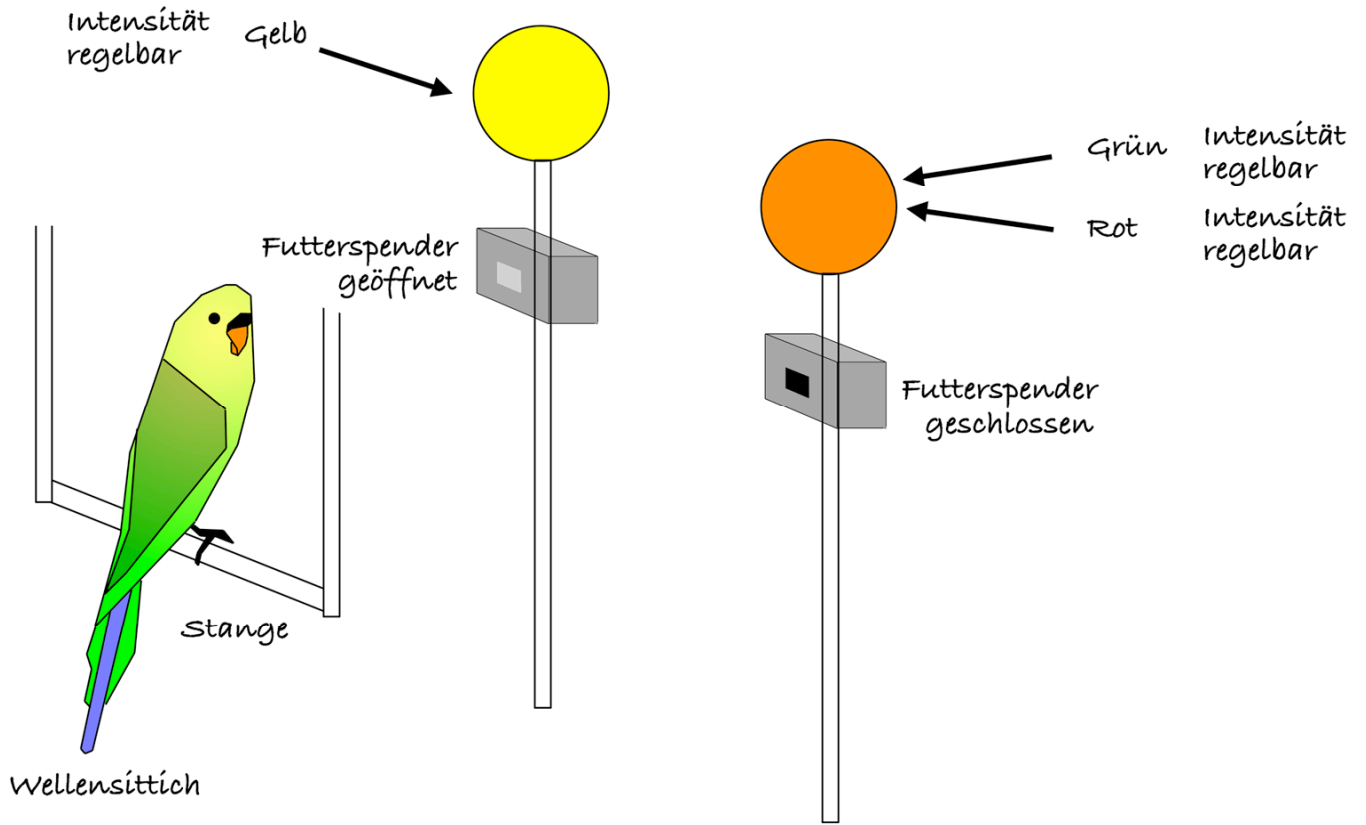
Die angegebenen Zahlen dienen lediglich zur Veranschaulichung der Versuchsergebnisse; sie stimmen nicht mit den Original-Ergebnissen überein.

Folie 1 zu Arbeitsblatt 3-2

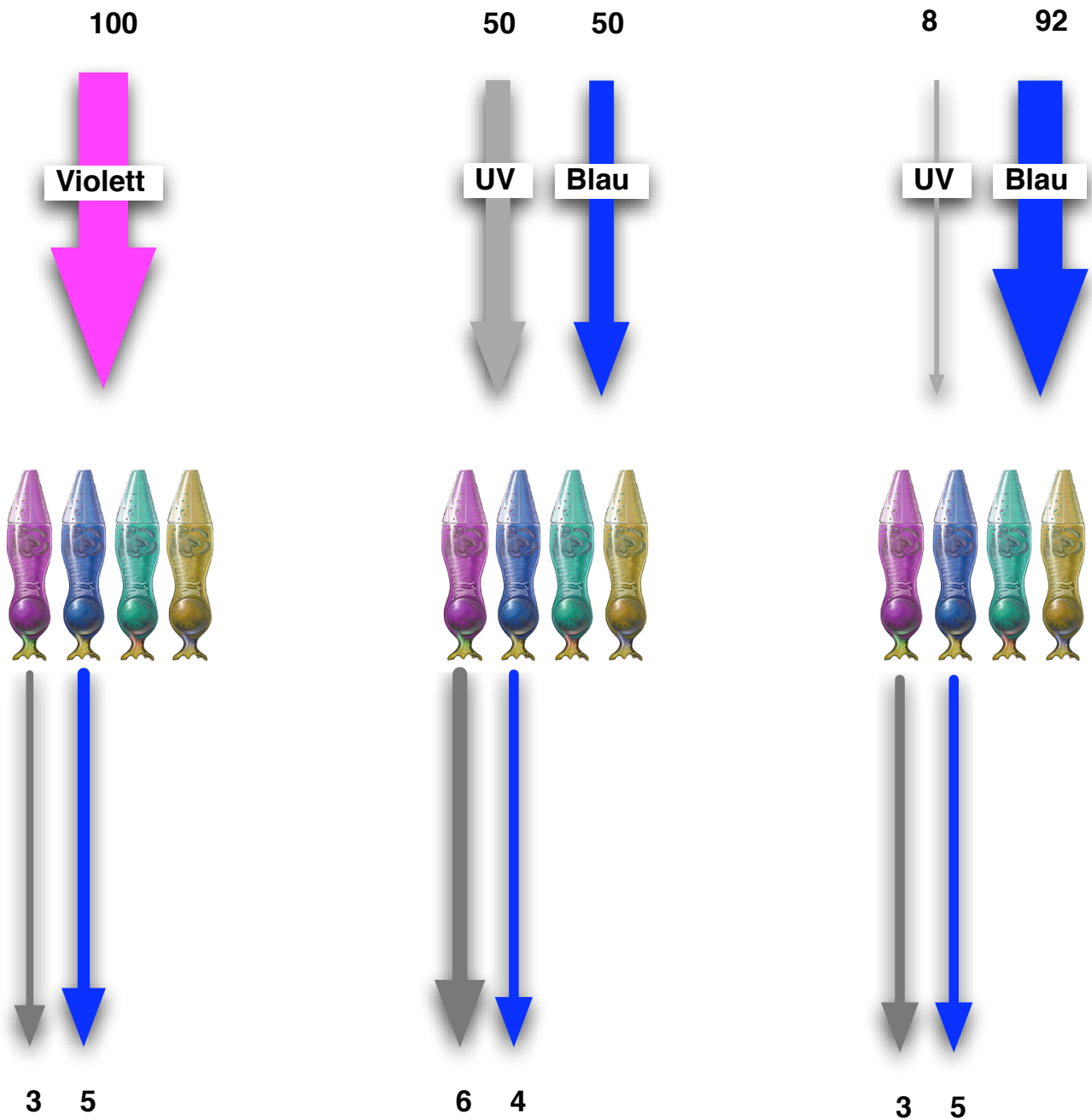


Die angegebenen Zahlen dienen lediglich zur Veranschaulichung der Versuchsergebnisse; sie stimmen nicht mit den Original-Ergebnissen überein.

Folie 2 zu Arbeitsblatt 3-2



Folie zu Arbeitsblatt 3-3



Folie zur Arbeitsblatt 3-4

