

## Der zweite Code – die DNA ist nicht die ganze Antwort

Renate Ruhwinkel, Marl

Eineiige Zwillinge haben ein identisches Erbgut. Trotzdem unterscheiden sie sich mit zunehmendem Alter immer mehr voneinander. Ein anderes Phänomen besteht darin, dass sich bei weiblichen Honigbienen genetisch identische Larven aufgrund unterschiedlicher Ernährung zur Arbeiterin oder Königin entwickeln. Wie ist dies trotz gleicher Genausstattung möglich? Diese und weitere Fragen, die sich allein mit den Erkenntnissen der klassischen Genetik nicht erklären lassen, gaben der Wissenschaft lange Zeit ein Rätsel auf. Schließlich fand man heraus, dass die DNA Markierungen enthalten kann. Sie bewirken, dass bestimmte Gene ein- oder ausgeschaltet werden. Solche Genschalter sind letztendlich dafür verantwortlich, dass trotz gleicher DNA-Sequenz bei Lebewesen Unterschiede bestehen können. Erforscht wird dies in der Fachdisziplin der Epigenetik. Vertiefen Sie sich mit Ihren Lernenden diesem interessanten Forschungsbereich. Im Gruppenpuzzle werden Ihre Schüler mit epigenetischen Phänomenen konfrontiert, stellen Hypothesen zu ihnen auf und erörtern die Mechanismen epigenetischer Schalter. Dabei befassen sie sich mit der Regulation der Genaktivität durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation und Micro-RNAs.



© Waugsberg

Warum entwickeln sich durch eine unterschiedliche Ernährung mit Gelée royale manche Larven zur Arbeiterin und andere zur Königin (in der Fotomitte)? Eine spannende Frage, der sich das Forschungsgebiet der Epigenetik widmet.

II/B2

### Der Beitrag im Überblick

**Niveau:** Sekundarstufe

**Dauer:** 7 Stunden

**Der Beitrag enthält Materialien für:**

- ✓ Binnendifferenzierung und Selbstkontrolle
- ✓ Gruppenpuzzle
- ✓ Diskussion
- ✓ Problemorientierten Unterricht

**Kompetenzen:**

- Einige Beispiele für epigenetische Phänomene kennenlernen
- Die den epigenetischen Phänomenen zugrunde liegenden Mechanismen ergründen
- Die Bedeutung der Epigenetik für die moderne Genetik erkennen
- Über Sachverhalte diskutieren und Argumente abwägen
- Eigenverantwortliches und kooperatives Arbeiten im Sachzusammenhang üben

## Materialübersicht

Für das Gruppenpuzzle 1:

- M 1 (Ab) Welche Bedeutung haben der Ort Överkalix und der Hungerwinter in den Niederlanden für die Epigenetik?**
- M 2 (Ab) Studien an eineiigen Zwillingen**
- M 3 (Ab) Studien an Mäusen und Bienen**
- M 4 (Ab) Angelman- und Prader-Willi-Syndrom**

Für das Gruppenpuzzle 2:

- M 5 (Ab) Die DNA-Methylierung – eine epigenetische DNA-Änderung zur Regulation der Genaktivität**
- Hilfekarte zu M 5
- M 6 (Ab) Die Histonmodifikation – Enzyme ermöglichen eine Regulation der Genaktivität**
- M 7 (Ab) Micro-RNAs ermöglichen eine Regulation der Genaktivität nach der Transkription**
- Hilfekarte zu M 7

## M 2 Studien an eineiigen Zwillingen



© iStockphoto

Was ist für die Unterschiede bei eineiigen Zwillingen verantwortlich?

### Aufgaben

1. Fassen Sie die Informationen des Textes zusammen.
2. Wie sind die im Text beschriebenen Phänomene zu erklären? Stellen Sie eine oder mehrere Hypothesen auf.

Schon seit langer Zeit besteht eine lebhafte Diskussion unter Wissenschaftlern, was bei der Bildung der Persönlichkeit und der Intelligenz bedeutsamer ist: die Gene oder die Umwelt. Um diese Frage zu beantworten, beschäftigt man sich mit **eineiigen Zwillingen**. Ihre **Erbinformation** ist ja **identisch**, da sie aus derselben befruchteten Eizelle entstanden sind. In der Regel sind eineiige Zwillinge äußerlich kaum zu unterscheiden und ähneln sich auch im Wesen sehr.

Im Jahr 2009 wurde eine große Studie mit eineiigen Zwillingen durchgeführt, bei der die Probanden **Tests** machen mussten. Dabei wurden **Gemeinsamkeiten und Unterschiede** zwischen den Zwillingen in Bezug auf sehr unterschiedliche **Persönlichkeitsmerkmale** untersucht. So bekamen sie beispielsweise die Aufgabe, am Telefon einen Nachbarn davon zu überzeugen, die Musik leiser zu drehen. Oder sie mussten einen Kasten bauen und hatten nur Papier und Klebstoff zur Verfügung. Es wurde dann verglichen, wie sie dabei vorgehen.

## M 5 Die DNA-Methylierung – eine epigenetische DNA-Veränderung zur Regulation der Genaktivität

### Aufgaben

1. Fassen Sie auf der Grundlage des Informationstextes den Mechanismus der DNA-Methylierung zusammen.
2. Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen DNA-Methylierung und Genregulation. Stellen Sie diesen Zusammenhang modellhaft zeichnerisch dar.

**Hinweis:** Benötigen Sie für die zeichnerische Darstellung eine Hilfestellung, so bietet Ihnen die **Hilfekarte zu M 5** am Lehrerpult Tipps dazu an.

### Was ist eine Modifikation der DNA?

Eine **Methylgruppe** ist eine einfache Gruppe in organischen Molekülen, die aus einem Kohlenstoffatom und drei Wasserstoffatomen besteht. Derartige Methylgruppen ( $-\text{CH}_3$ ) können mithilfe von **Enzymen (Methyltransferasen)** auf alle Basen der DNA übertragen werden. Eine solche Veränderung der Basen wird nicht als „Mutation“, sondern als **Modifikation** bezeichnet. Sie ist **reversibel**.

### Die CpG-Dinukleotide und ihre wichtige Rolle bei der Genregulation

Die sogenannten **CpG-Dinukleotide** sind ein Bereich in der DNA, der eine Länge von zwei Nukleinbasen umfasst. Er beinhaltet Desoxycytidin (Cytosin und Zucker  $\beta$ -D-Desoxyribose), Phosphat und Desoxyguanosin (Guanin und Zucker  $\beta$ -D-Desoxyribose).

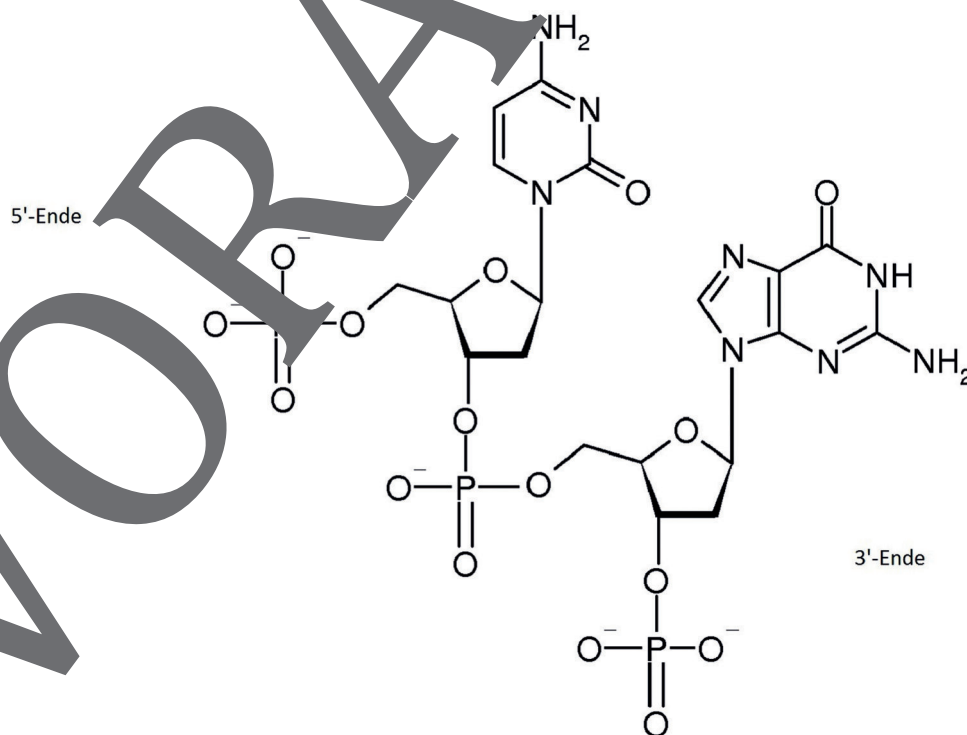
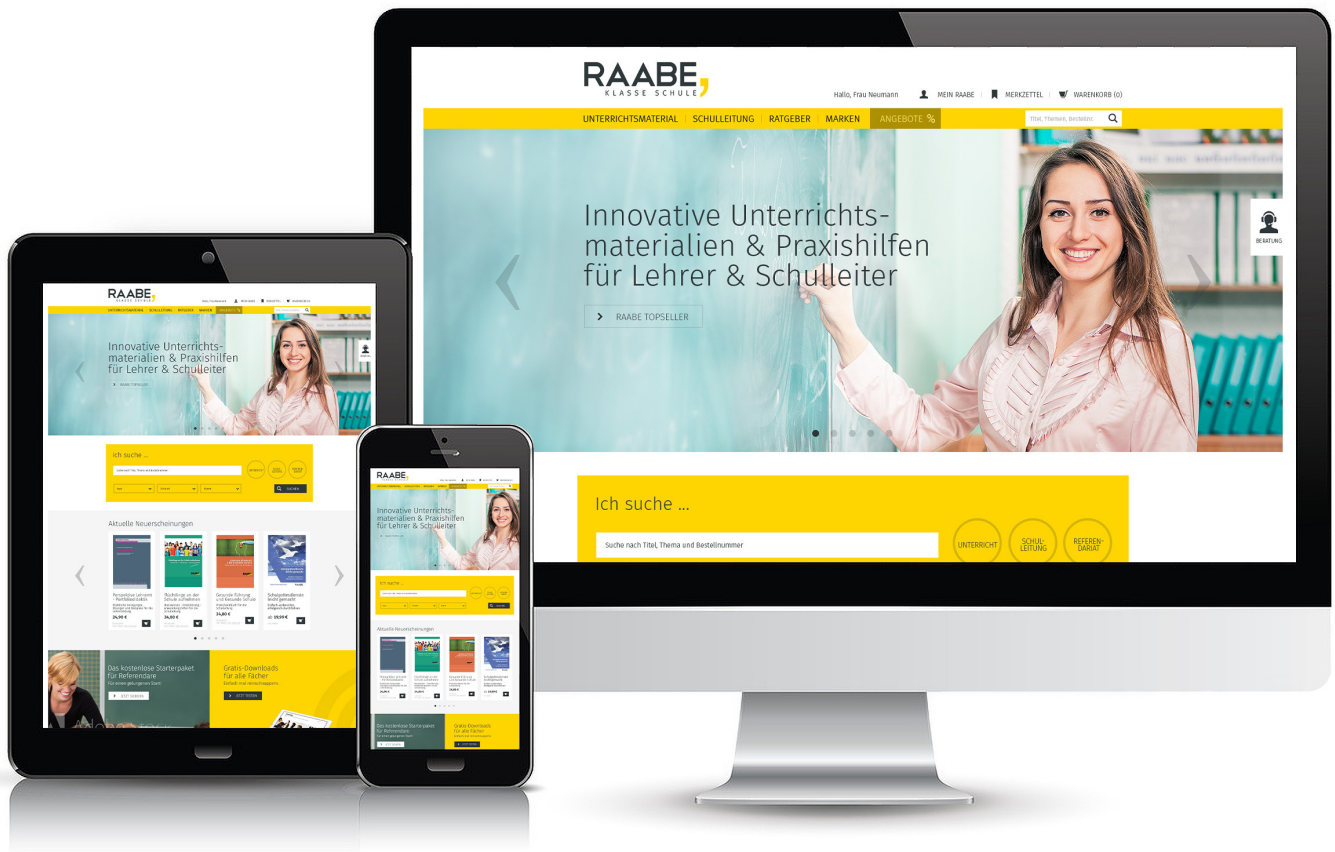


Abbildung 1: CpG-Dinukleotide

## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**