

## **Hinweise für den Prüfling**

**Auswahlzeit:** 45 Minuten

**Bearbeitungszeit (insgesamt):** 240 Minuten

### **Auswahlverfahren**

Es gibt zwei Aufgabengruppen A und B. Aus jeder Gruppe stehen zwei Vorschläge zur Auswahl, von denen jeweils einer auszuwählen und zu bearbeiten ist.

Die beiden nicht ausgewählten Vorschläge müssen am Ende der Auswahlzeit der Aufsicht führenden Lehrkraft zurückgegeben werden.

### **Erlaubte Hilfsmittel**

1. ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
2. ein eingeführter Taschenrechner (Bei grafikfähigen Rechnern und Computeralgebrasystemen ist ein Reset durchzuführen.)
3. eine Liste der fachspezifischen Operatoren

### **Sonstige Hinweise**

keine

### **In jedem Fall vom Prüfling auszufüllen**

Name: _____	Vorname: _____
Prüferin/Prüfer: _____	Datum: _____

**Genetik****„Glückskatzen“ – Mehrfarbigkeit der Katzen****Aufgaben**

- 1 Beschreiben Sie die Vorgänge der Transkription und der Reifung der mRNA bei Eukaryoten sowie den Einfluss von Methylierung und Acetylierung auf den Zustand des Chromatins.  
**(12 BE)**
  
- 2 Beschreiben und erläutern Sie mithilfe von Material 2 und 3 die Inaktivierung des X-Chromosoms sowie die Aufrechterhaltung der Inaktivierung nach der Replikation. (Material 1, 2 und 3)  
**(11 BE)**
  
- 3 Erklären Sie das Zustandekommen der Fellfarbfleckenkombination schwarz-orange. (Material 1, 2 und 3)  
**(8 BE)**
  
- 4 Ermitteln Sie in Material 4 die fehlenden Genotypen bzw. Aktivierungszustände der X-Chromosomen (I bis VI) der abgebildeten Katzen bzw. des Katers.  
Erklären Sie eine Möglichkeit für das seltene Zustandekommen eines männlichen Tieres, welches als Glückskater bezeichnet wird. (Material 4)  
**(12 BE)**
  
- 5 Beurteilen Sie die Erfolgsaussichten des Besitzers einer Glückskatze, der einen exakt identisch aussehenden Klon seines Tiers erzeugen lassen möchte, unter Berücksichtigung folgender Möglichkeiten: Das Erbmaterialeiner ausdifferenzierten Körperzelle der Spenderkatze wird direkt verwendet oder zuvor in einen frühen embryonalen Zustand zurückversetzt. (Material 1, 2, 3 und 4)  
**(7 BE)**

**Material 1****Glückskatzen**

Glückskatzen sind nicht nur aufgrund ihres mehrfarbigen Fells (orange, schwarz und gegebenenfalls weiß) etwas Einzigartiges, sondern auch, weil viele Menschen daran glauben, dass sie ihnen Glück bringen. Auch aus biologischer Sicht sind sie besonders: Obwohl alle Körperzellen den gleichen Genotyp besitzen, weisen Glückskatzen an verschiedenen Körperpartien Haare unterschiedlicher Farbe auf. Das dabei entstehende Fleckenmuster wird vom Zufall bestimmt. Die orange bzw. schwarze Fellfarbe wird durch zwei Allele eines Gens auf dem X-Chromosom bestimmt. Während der frühen Embryonalentwicklung, im 16-Zellstadium, wird in den Zellen der weiblichen Katzen nach dem Zufallsprinzip jeweils entweder das vom Vater oder das von der Mutter ererbte X-Chromosom inaktiviert. Es ist dann stark kondensiert und wird nach seinem Entdecker Barr-Körperchen genannt. Bei den folgenden Zellteilungen wird in allen Tochterzellen einer Ursprungszelle jeweils das gleiche X-Chromosom inaktiviert.

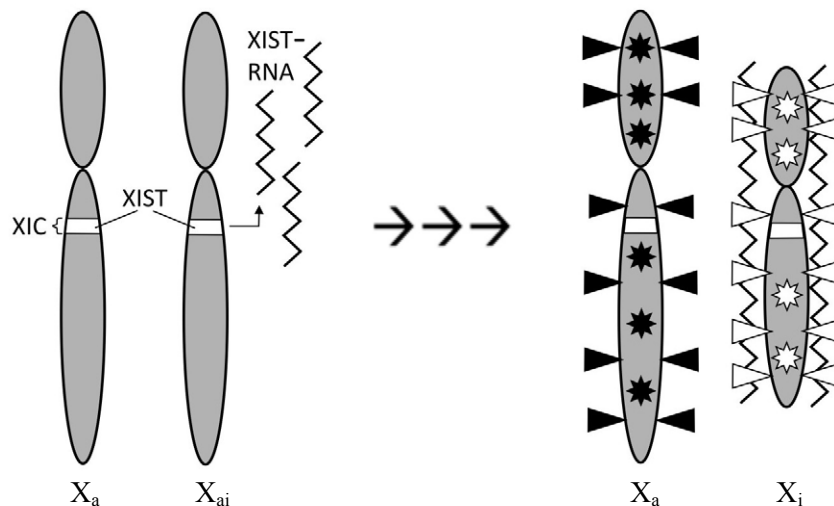
Die zusätzliche weiße Fellfarbe wird autosomal vererbt und braucht im weiteren Verlauf nicht berücksichtigt werden.

**Mehrfarbige Glückskatze****Material 2****Inaktivierung eines der beiden X- Chromosomen**

Die X-Chromosomen-Inaktivierung besteht aus einer Serie von komplexen, geordneten Vorgängen. Dieser Prozess kann nicht zu einer beliebigen Zeit induziert werden, sondern ist auf ein spezifisches Zeitfenster in der frühen Stammzellentwicklung beschränkt. Dabei stellt jede Zelle sicher, dass in einem diploiden Chromosomensatz nur ein X-Chromosom aktiv bleibt und das andere inaktiviert wird.

Die X-Chromosomen-Inaktivierung wird an einer einzigen Stelle nahe dem Centromer des X-Chromosoms, dem X-Inaktivierungszentrum (XIC), eingeleitet und breitet sich dann von dort unter Kontrolle von X-chromosomalen Genen aus. Ein wichtiger Abschnitt im XIC ist ein Gen, das als XIST-Gen ( $X_i$ -specific transcript) bezeichnet wird. Auf dem später weiterhin aktiven X-Chromosom erfolgt keine Expression des XIST-Gens, während es auf dem fast vollständig inaktivierten X-Chromosom zu den wenigen noch aktiven Genen zählt. Die von XIST codierte XIST-RNA wird nicht in ein Protein translatiert und verbleibt im Zellkern.

Fortsetzung Material 2 siehe nächste Seite

**Abbildung 2.1: Modell der Inaktivierung eines X-Chromosoms während der frühen Stammzellentwicklung****Erläuterung:** $X_a$  = aktives X-Chromosom $X_{ai}$  = aktives, zu inaktivierendes X-Chromosom $X_i$  = inaktiviertes X-Chromosom

▶ = acetylierte Histone

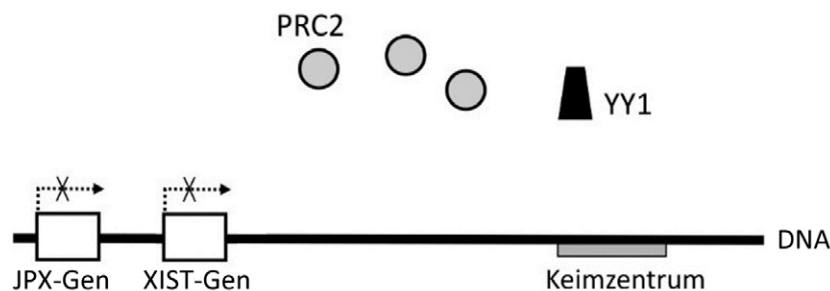
★ = DNA-Methylierung bestimmter Gene im aktiven X-Chromosom

◁ = methylierte Histone

☆ = DNA-Methylierung an Genen und Promotoren

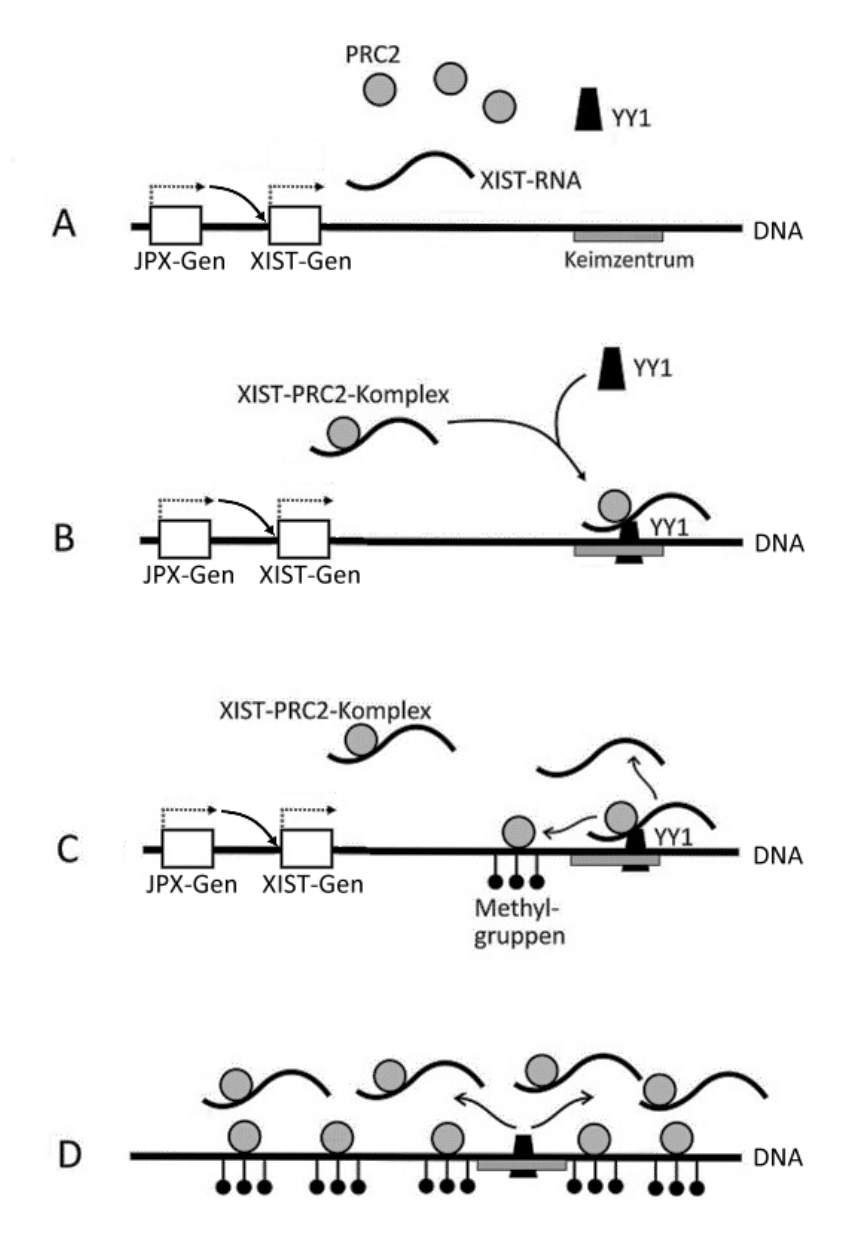
**Abbildung 2.2: Modell der Abfolge der molekularen Mechanismen zur Inaktivierung des X-Chromosoms**

Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem XIC-Bereich sowie eine Auswahl wichtiger Vorgänge bei der Inaktivierung.

**Aktives Chromosom**

Fortsetzung Material 2 siehe nächste Seite

## Inaktivierung eines Chromosoms

**Hinweis:**

Der Auslöser für die Aktivierung von JPX ist nicht Gegenstand der Aufgabenstellung.

**Erläuterung:**

JPX-RNA und XIST-RNA sind RNA-Moleküle, die nicht translatiert werden.

Die gestrichelten Pfeile symbolisieren die Expression des jeweiligen Gens, die durchgängigen Pfeile eine Bewegung bzw. einen Prozess.

○ PRC2: Proteinkomplex mit Methyltransferasen, der Histone methyliert

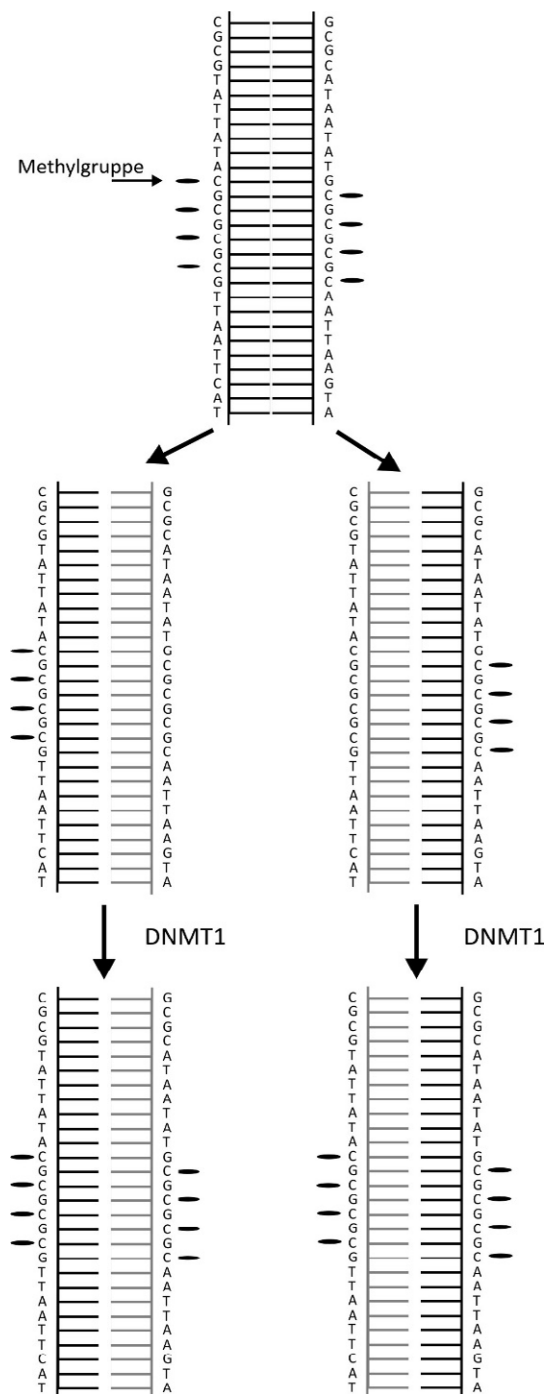
▲ YY1: Protein, das sowohl an RNA als auch DNA bindet

Das Keimzentrum ist der DNA-Bereich, an den YY1 bindet.

## Material 3






**Weitergabe des DNA-Methylierungsmusters an die Tochterzellen während der Replikation**

Die Weitergabe der Histonmarkierung an die neu synthetisierten DNA-Stränge ist bis heute noch nicht genau geklärt. Im Gegensatz dazu ist bekannt, wie das DNA-Methylierungsmuster weitergegeben wird. Die Enzyme, die an diesen Prozessen beteiligt sind, sind DNA-Methyltransferasen (DNMT). Sie methylieren bestimmte Cytosinreste. DNMT1 erkennt bevorzugt an nur einem Strang methylierte DNA.



## Material 4

## Fellfarbe bei männlichen und weiblichen Katzen

	männlich		weiblich		
Allele/ Chromosom	$X_OY$	I	$X_SX_S$	II	IV
Aktivierungs- zustand der X-Chromosomen			$X_SX_i$	III	V VI
Phänotyp					

$X_O$  = Allel für orange Fellfarbe  
 $X_S$  = Allel für schwarze Fellfarbe  
 $X_i$  = inaktiviertes X-Chromosom



= oranger Phänotyp



= schwarzer Phänotyp