

2021

# Abitur

Original-Prüfung  
mit Lösungen

**MEHR  
ERFAHREN**

Hessen

Biologie LK

ActiveBook  
• Interaktives  
Training



**STARK**

# Inhalt

Vorwort  
Stichwortverzeichnis

## **Hinweise und Tipps zum Landesabitur**

---

1	Rahmenbedingungen des Landesabiturs .....	I
1.1	Ablauf der schriftlichen Prüfungen .....	I
1.2	Struktur und Anforderungen der Prüfungsaufgaben .....	I
1.3	Hinweise zum Prüfungsinhalt .....	V
1.4	Bewertung .....	X
2	Herangehen an Abituraufgaben .....	XI
2.1	Auswahl und Bearbeitung der Prüfungsaufgaben .....	XI
2.2	Arbeiten mit Materialien .....	XII
3	Hinweise zur Benutzung dieses Buches .....	XIV

## **Original-Abituraufgaben**

---

### **Leistungskurs 2014**

Aufgabe A1:	Transduktion bei Sinneszellen (Verhaltensbiologie) .....	2014-1
Aufgabe A2:	Mafia-Methoden beim Braunkopf-Kuhstärling (Verhaltensbiologie) .....	2014-10
Aufgabe B1:	Das p53-Protein – Hüter des Genoms (Genetik) .....	2014-20
Aufgabe B2:	Tieftaucher (Ökologie, Stoffwechselfysiologie) .....	2014-27

### **Leistungskurs 2015**

Aufgabe A1:	Stoffkreisläufe in mikrobiellen Matten (Ökologie, Stoffwechselfysiologie) .....	2015-1
Aufgabe A2:	Bienen in Gefahr (Ökologie, Stoffwechselfysiologie) .....	2015-11
Aufgabe B1:	Chronisch myeloische Leukämie (Genetik) .....	2015-21
Aufgabe B2:	Alzheimer-Demenz (Verhaltensbiologie) .....	2015-31

## **Leistungskurs 2016**

Aufgabe A1: Physiologie von Nervenzellen (Verhaltensbiologie) .....	2016-1
Aufgabe A2: Paarungssysteme bei Vögeln (Verhaltensbiologie) .....	2016-10
Aufgabe B1: Diabetes insipidus (Genetik) .....	2016-20
Aufgabe B2: Fotosynthese und Lichtatmung (Ökologie, Stoffwechselphysiologie) .....	2016-30

## **Leistungskurs 2017**

Aufgabe A1: Ameisenpflanzen (Ökologie, Stoffwechselphysiologie) .....	2017-1
Aufgabe A2: Sonnenschutz bei Pflanzen (Ökologie, Stoffwechselphysiologie) .....	2017-14
Aufgabe B1: Hämophilie A: Ursachen und gentechnische Methoden in der Therapie (Genetik) .....	2017-26
Aufgabe B2: Mit den Ohren sehen (Verhaltensbiologie) .....	2017-38

## **Leistungskurs 2018**

Aufgabe A1: Viren und Krebs (Genetik) .....	2018-1
Aufgabe A2: „Glückskatzen“ – Mehrfarbigkeit der Katzen (Genetik) .....	2018-12
Aufgabe B1: Das Eiskraut – ein fakultativer Halophyt (Ökologie, Stoffwechselphysiologie) .....	2018-23
Aufgabe B2: Giftschlangen und Anti-Aging (Verhaltensbiologie) .....	2018-35

## **Leistungskurs 2019**

Aufgabe A1: Die Huntington-Krankheit (Neurobiologie und Verhaltensbiologie) .....	2019-1
Aufgabe A2: Fortpflanzungs- und Brutbiologie bei Blaufußtölpeln (Neurobiologie und Verhaltensbiologie) .....	2019-12
Aufgabe B1: Genome-Editing in der Pflanzenzucht (Genetik und Gentechnik) .....	2019-22
Aufgabe B2: Das Projekt „Tomatenfisch“ – Aquaponik (Ökologie und Stoffwechselphysiologie) .....	2019-31

## **Leistungskurs 2020**

Alle Aufgaben ..... [www.stark-verlag.de/mystark](http://www.stark-verlag.de/mystark)

Das Corona-Virus hat im vergangenen Schuljahr auch die Prüfungsabläufe durcheinandergebracht und manches verzögert. Daher sind die Aufgaben und Lösungen zur Prüfung 2020 in diesem Jahr nicht im Buch abgedruckt, sondern erscheinen in digitaler Form. Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2020 zur Veröffentlichung freigegeben sind, können Sie sie als PDF auf der Plattform MyStark herunterladen.

## **Autoren:**

---

Jürgen Apel und Egbert Weisheit

# Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie haben in Hessen Biologie als Leistungskurs gewählt und bereiten sich auf das **Landesabitur 2021** vor.

- Mit diesem Band helfen wir Ihnen, sich erfolgreich auf diese Prüfung vorzubereiten. In den **Hinweisen und Tipps** zum Landesabitur stellen wir Ihnen die allgemeinen Rahmenbedingungen der Abiturprüfung im Leistungskurs und Informationen zu Inhalten und Struktur der Aufgaben sowie zur Bewertung vor.
- Im Weiteren geben wir Ihnen Hilfen zur Auswahl und Bearbeitung der Prüfungsaufgaben. Dabei spielen die Arbeit mit Materialien und der Umgang mit den **Operatoren** eine besondere Rolle.
- Weiterhin enthält dieses Buch die offiziellen, vom hessischen Kultusministerium gestellten **Abitur-Prüfungsaufgaben des Landesabiturs 2014 bis 2020** für den **Leistungskurs**. Sobald die **Prüfung 2020** zur Veröffentlichung freigegeben ist, kann sie als PDF auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.
- Zu jeder Aufgabe sind von unseren Autoren vorgeschlagene und vollständig ausformulierte **Lösungen** hinzugefügt.
- Die mit grauen Rauten gekennzeichneten Bearbeitungshinweise geben Ihnen **detaillierte Tipps zu den erwarteten Lösungsansätzen**. Versuchen Sie aber zunächst, die einzelnen Aufgaben selbstständig zu lösen.
- Lernen Sie gerne am **PC** oder **Tablet**? Nutzen Sie das **Active-Book**, um mithilfe von **interaktiven Aufgaben** Ihr biologisches Fachwissen effektiv zu trainieren. Außerdem stehen Ihnen hier hilfreiche **Lernvideos** zu zentralen Themen zur Verfügung (vgl. Farbseiten zu Beginn des Buches).



Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2021 vom Hessischen Kultusministerium bekanntgegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu ebenfalls auf der Plattform MyStark.

Die Autoren wünschen Ihnen für die Prüfungsvorbereitung und für das Abitur viel Erfolg!



# Hinweise und Tipps zum Landesabitur

## 1 Rahmenbedingungen des Landesabiturs

---

### 1.1 Ablauf der schriftlichen Prüfungen

Die Aufgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen werden in Hessen zentral gestellt<sup>1</sup>.

Der Prüfungsteilnehmerin bzw. dem Prüfungsteilnehmer werden insgesamt vier Aufgabenvorschläge vorgelegt. Ein Halbjahr wird verpflichtend festgelegt, zu den Inhalten dieses Halbjahres werden zwei Vorschläge zur Auswahl angeboten. Für die beiden anderen Kurshalbjahre wird je ein Vorschlag zur Auswahl vorgelegt. Die Prüfungsteilnehmerin bzw. der Prüfungsteilnehmer bearbeitet somit zwei gleichwertige Aufgabenvorschläge aus dem Kerncurriculum zweier Kurshalbjahre.

Ihre unterrichtenden Lehrkräfte beurteilen und bewerten Ihre Lösungen, die Zweitkorrektur wird von Kolleginnen und Kollegen Ihrer Schule oder anderen Lehrkräften des Schulamtsbereichs durchgeführt. Die mündlichen Prüfungsaufgaben werden weiterhin dezentral, d. h. von Ihren Lehrerinnen und Lehrern formuliert und bewertet.

Grundlage für das schriftliche Abitur im Leistungskurs sind Ihre Kurse in den Halbjahren Q1, Q2 und Q3 und grundlegenden Vorkenntnisse aus den Kursen E1 und E2. Die Gesamtbearbeitungszeit der Leistungskursprüfung beträgt ab 2019 300 Minuten, inklusive einer Auswahlzeit von 60 Minuten.

### 1.2 Struktur und Anforderungen der Prüfungsaufgaben

Die Struktur der Prüfungsaufgaben stützt sich auf die „Vereinbarung über die Abiturprüfung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“<sup>2</sup>.

Den Aufgaben liegt das Konzept der **Kompetenzorientierung** zugrunde:

Kompetenzbereiche	Teilbereiche	
Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse	F1	fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen
	F2	naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden

1 Erlasse, Operatoren, Handreichungen unter: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de);  
Suche → Landesabitur

2 EPA (Einheitliche Prüfungsanforderungen) Biologie unter [www.kmk.org](http://www.kmk.org); Suche → Abitur

Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	E1	naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen, auswerten und Ergebnisse interpretieren
	E2	naturwissenschaftliche Modelle erarbeiten und in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden
	E3	den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplin charakterisieren
Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen	K1	Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen
	K2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren
	K3	fachlich kommunizieren und argumentieren
Bewertung und Reflexion	B1	fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten
	B2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren

Alle Prüfungsaufgaben enthalten die drei **Anforderungsbereiche** Reproduktion (AFB I), Reorganisation/Transfer (AFB II) und problemlösendes Denken (AFB III). Im AFB I müssen Sie gelerntes Wissen wiedergeben (30 % der Bewertungseinheiten). Im AFB II sollen Sie Ihr Wissen neu geordnet anwenden. Dafür gibt es 50 % der Bewertungseinheiten. Im AFB III schließlich müssen Sie in größeren Zusammenhängen argumentieren (20 % der Bewertungseinheiten).

Damit sichergestellt ist, dass alle Schülerinnen und Schüler unter vergleichbaren Voraussetzungen lernen und geprüft werden, wurden sogenannte **Operatoren** für die Aufgaben ausgewählt. Es sind Arbeitsanweisungen, die eine definierte Bedeutung haben, sie führen zur konsequenten Nutzung von Denkmustern, wie sie in der Biologie grundlegend sind. Auf der Grundlage einer bundesweit anerkannten Liste der Kultusministerkonferenz gilt für das Landesabitur in Hessen eine eigene Auswahl<sup>3</sup>.

Die Operatoren müssen Sie auf das in der Aufgabe angebotene **fachspezifische Material** (Texte, Abbildungen, Schemata, grafische Darstellungen, Tabellen etc.) anwenden. In der folgenden Tabelle finden Sie die alphabetische Liste der Operatoren mit Erklärungen, der Zuordnung zu den Anforderungsbereichen und Aufgabenbeispielen.

Operator	Bedeutung	Bereich	Aufgabe
abschätzen	Durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben	II–III	–
analysieren	Eine konkrete Materialgrundlage untersuchen, einzelne Elemente identifizieren, Beziehungen zwischen Elementen erfassen und zusammenhängend darstellen	II–III	2014, B1 2017, A1, B2 2019, B2 2020, A2, B2

3 [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de); Suche → Landesabitur Operatoren





**Abiturprüfung 2018 Leistungskurs Biologie (Hessen)**  
**A2: Genetik**

- „Glückskatzen“ – Mehrfarbigkeit der Katzen** BE
- 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
  - 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
  - 3 Erklären Sie das Zustandekommen der Fellfarbfleckenkombination schwarz-orange. (Material 1, 2 und 3) 8
  - 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
  - 5 Beurteilen Sie die Erfolgsaussichten des Besitzers einer Glückskatze, der einen exakt identisch aussehenden Klon seines Tieres erzeugen lassen möchte, unter Berücksichtigung folgender Möglichkeiten: Das Erbmaterial einer ausdifferenzierten Körperzelle der Spenderkatze wird direkt verwendet oder zuvor in einen frühen embryonalen Zustand zurückversetzt. (Material 1, 2, 3 und 4)  $\frac{7}{50}$

## 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 Fleckmuster 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 zu werden.

### Mehrfarbige Glückskatze



*Material 1 basiert auf:*

*Foto: Kenny Louie; [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sitting\\_still\\_\(3538415116\).jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sitting_still_(3538415116).jpg?uselang=de); lizenziert unter CC BY-SA 2.0*

*Julia Brennecke, C. Kreling: Unterricht Biologie 400, 2014, S. 24 ff.  
Biosphäre Genetik, Würzburg 1. Aufl. 2013, S. 114.*

## 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.



## Lösungsvorschläge

*In der Aufgabe thematisierte Unterrichtsinhalte sind:*

- *Transkription und Reifung der prä-mRNA durch Splicing*
- *Methylierung und Acetylierung der DNA bzw. der Histone bei Eukaryoten*
- *Autosomale und gonosomale Vererbung von Merkmalen inkl. der Inaktivierung von X-Chromosomen*
- *Replikation der DNA und Weitergabe von DNA-Methylierungsmustern*
- *Genotyp, Allele, Phänotyp*

1 *Fertigen Sie zunächst eine unterrichtsbezogene exakte Beschreibung der Transkription im Zellkern der Eukaryoten an. Dabei kann es hilfreich sein, die damit verbundenen Fachtermini zunächst zusammenzutragen und dann in eine sinnvolle Reihenfolge zu bringen.*

*Im zweiten Schritt geben Sie den Einfluss der DNA-Methylierung und der Acetylierung auf den Zustand des Chromatins an. Der „Zustand“ des Chromatins bezieht sich hier auf die Aktivität der Genexpression.*

### **Unterrichtsbezogene Beschreibung der Transkription und der prä-mRNA-Reifung:**

- Der DNA-Doppelstrang wird von der RNA-Polymerase am Initiationsort, der Promotorregion, geöffnet, d. h., die Wasserstoffbrückenbindungen der komplementären Stränge werden gelöst.
- An den Matrizenstrang (codogener Strang) lagern sich im Zellkern vorhandene Nucleotide komplementär an und werden von der RNA-Polymerase in 5' → 3'-Richtung verknüpft.
- Die Basenfolge, die das Ende der Transkription signalisiert, ist bei Eukaryoten das Polyadenylierungssignal, welches als AAUAAA-Sequenz in der mRNA auftaucht. 10 bis 35 Nucleotide „stromabwärts“ dieses Poly-A-Signals schneiden mit dem wachsenden Transkript assoziierte Proteine dieses von der Polymerase ab. Das führt zur Freisetzung der noch nicht prozessierten prä-mRNA.
- Die prä-mRNA enthält Introns, also nicht-kodierende Sequenzen, und Exons, d. h. kodierende Abschnitte. Durch den Prozess des Spleißens werden die Introns aus dem Primärtranskript herausgeschnitten.
- Das 5'-Ende der prä-mRNA erhält eine Cap-Struktur. Das 3'-Ende wird ebenfalls modifiziert, indem ein Enzym 50–200 Adennucleotide, den Poly-A-Schwanz, anfügt.

### **Beschreibung des Einflusses von Methylierung und Acetylierung auf den Zustand des Chromatins:**

- Die Methylierung eines DNA-Abschnitts führt dazu, dass das Chromatin im entsprechenden Bereich stärker kondensiert. Dadurch kann die methylierte Erbgutregion nicht mehr abgelesen bzw. transkribiert werden. Die betroffenen Gene sind also „stillgelegt“.

- Eine Acetylierung von Histonen bewirkt eine Auflockerung des Chromatins, sodass die für die Transkription benötigten Proteine leichteren Zugang zu den zu transkribierenden DNA- Bereichen haben. Daraus folgt eine Aktivierung der betreffenden Gene.

- 2 Die Fülle an Material (Material 1, 2.1, 2.2, und 3 ) wirkt anfangs sehr unübersichtlich.  
 Machen Sie sich zunächst mithilfe von Material 1 mit dem Problem bekannt.  
 Die genauere Verortung des Inaktivierungsprozesses erfolgt in Material 2. Dort auftauchende neue Begriffe sollten Sie markieren oder herausschreiben und in einem zweiten Schritt auf die Abb. 2.1 beziehen. Was charakterisiert das inaktivierte Chromosom? In Abb. 2.2 geht es nur um die molekularen Abläufe innerhalb des XIC-Bereichs in dem zu inaktivierenden X-Chromosom. Es ist unnötig, sich zu fragen, wann und wie der unter A bis D beschriebene Prozess in Gang gesetzt wird. Von Ihnen wird lediglich erwartet, alle am Prozess beteiligten Strukturen zu erfassen und gemäß der bildlichen Darstellungen in Bezug zu setzen.  
 Danach beschreiben und erläutern Sie anhand von Material 3 die Weitergabe des Methylierungsmusters an die Tochterzellen bei der Zellvermehrung des frühen Katzen-Embryos.

### **Beschreibung und Erläuterung der Inaktivierung des X-Chromosoms:**

- A** Durch die Aktivierung des JPX-Gens wird die Expression des benachbarten XIST-Gens aktiviert und eine XIST-RNA wird transkribiert.
- B** Die XIST-RNA bildet mit dem PRC2-Proteinkomplex den XIST-PRC2-Komplex. Dieser dockt unter Vermittlung des YY1-Proteins an das Keimzentrum der DNA an.
- C** Der XIST-RNA-PRC2-Komplex löst sich nach Andocken an das Keimzentrum auf. PRC2 bindet in der Nachbarschaft des Keimzentrums an die Histone und methyliert diese. Die XIST-RNA wird wieder frei und kann an den nächsten PRC2-Komplex binden.
- D** Weitere XIST-PRC2-Komplexe führen zu weiteren Histon-Methylierungen, was zur Folge hat, dass es zu einer immer stärkeren Methylierung des Chromatins und dadurch zur immer stärkeren Kondensation des Chromosoms kommt, die ein Ablesen der Erbinformation unmöglich macht.  
 Das X-Chromosom wird zum Barr-Körperchen mit deutlich veränderter lichtmikroskopisch sichtbarer Struktur.

### **Aufrechterhaltung der Inaktivierung nach der Replikation:**

Ein an beiden Einzelsträngen methylierter DNA-Doppelstrang wird repliziert. Das hat zur Folge, dass die Methylierung zunächst nur bei den beiden Elternsträngen (Matrizensträngen) besteht, nicht aber bei den jeweils neu synthetisierten Tochtersträngen.

Die Methyltransferase DNMT1 erkennt jedoch an nur einem Strang methylierte DNA und erzeugt durch gezielte Methylierung von Cytosin-Nukleotiden des Tochterstrangs das gleiche Methylierungsmuster wie am Elternstrang.



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

**STARK**