

# CRISPR-Cas9 – allgemeine Anmerkungen zur Unterrichtseinheit

## Vorbemerkungen

2018 gelang es einer Forschungsgruppe in London, eine Population von *Anopheles gambiae* im Labor mit Hilfe eines CRISPR/Cas9-Genedrives vollständig zu eliminieren. Die Originalpublikation ist frei zugänglich unter <https://www.nature.com/articles/nbt.4245>.

Versuche mit wilden Populationen im Freiland wurden noch nicht durchgeführt, dennoch besteht nun die theoretische Möglichkeit, Plasmodieninfektionen und in Folge viele Todesfälle durch Malaria durch die Ausrottung der Vektoren zu verhindern. Die ökologischen, ethischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte dieser Technologie sind Gegenstand eines breit geführten wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurses. Die Teilhabe an diesem Diskurs erfordert zum Einen die Kenntnis der Technologie, zum Anderen einen Überblick über Interessensgruppen und Positionen zum Thema. Nur wenn beides vorhanden ist, kann eine Urteilsbildung zur Kernfrage, nämlich ob die Ausrottung einer (bzw. mehrerer) Art(en) gezielt betrieben werden sollte, erfolgen und somit ein eigener Standpunkt entwickelt und formuliert werden.

Das hier vorliegende Material dient der **Vermittlung der molekularbiologischen Grundlagen von CRISPR-Cas9 und der Genedrive-Technologie** bei der Bekämpfung von Malaria. Die Erkenntnisse dienen als **Grundlage für** die sich anschließende bioethische Betrachtung des Gegenstands mit dem exemplarischen Durchlaufen eines **Urteilsbildungsprozesses** und einer qualifizierten Bewertung des möglichen Einsatzes der betrachteten Technologie.

## Übersicht über die Unterrichtseinheit

### Teil I: Mit der Genschere gegen Malaria - CRISPR-Cas9 in der gentechnischen Anwendung

#### Erste Stunde

Einführung in die Grundproblematik  
Überblick über das vorliegende Material

#### Zweite bis sechste Stunde

Bearbeitung der Unterrichtsmaterialien zur Vermittlung der molekularbiologischen Grundlagen von CRISPR-Cas9 und der Genedrive-Technologie bei der Bekämpfung von Malaria.

### Teil II: Dilemmadiskussion – Mit der Genschere gegen Malaria?

#### Erste Stunde:

Zur Verknüpfung mit den technologischen Aspekten haben die SuS zu Beginn des zweiten Teils der Unterrichtseinheit die Gelegenheit, sich zur CRISPR-Cas- und Genedrive-Technologie und zu ihrem möglichen Einsatz zur Malariabekämpfung spontan und intuitiv zu positionieren. Hier sollen die zu erwartenden unterschiedlichen Meinungen die Komplexität dieser Aufgabe verdeutlichen und implizit die Frage nach Entscheidungskriterien aufwerfen.

Zu Beginn der Analyse der Entscheidungsprozesse wird das Problem zunächst auf ein Dilemma reduziert. Dieses Dilemma wird definiert und zwei mögliche Handlungsoptionen werden abgeleitet. Um die unterschiedlichen Meinungen vom Beginn der Stunde wieder aufzugreifen werden nun durch die Identifikation verschiedener Interessengruppen bzw. von der Entscheidung betroffener Personen, unterschiedliche Perspektiven auf den Sachverhalt reflektiert.

#### Zweite Stunde:

Die zweite Stunde steht im Zeichen der Arbeit mit Texten (Experteninterview und Expertenkommentar), um die SuS mit Sichtweisen und Argumenten vertraut zu machen, auf deren Grundlage sie nachfolgend ihre eigene Argumentation und Bewertung aufbauen können.

Von den Handlungsoptionen berührte Werte und Normen werden identifiziert, um die daraufhin zu sammelnden Argumente gemäß des eigenen Wertehorizonts zu gewichten. Die SuS reflektieren ihre Gewichtung nun unter Bezugnahme auf die vorher identifizierten Werte und Normen.

### **Dritte Stunde:**

Die SuS verfassen nun auf dem operatorengemäßen Zielniveau (Anforderungsbereich III) eine Lösung für eine Bewertungsaufgabe, bei der sie sich erneut zur Ausgangsfragestellung positionieren. Die Auswertung erfolgt im Abgleich mit der eigenen Positionierung aus der ersten Stunde sowie mit den Positionen der anderen SuS.

## **Bezug zum Bildungsplan 2016**

Die Behandlung der molekularbiologischen Mechanismen von CRISPR-Cas-9 ist in den inhaltsbezogenen Kompetenzen der Bildungsstandards der Kursstufe weder im Basisfach noch im Leistungsfach explizit vorgesehen. Die herausragende Bedeutung des Verfahrens in der Grundlagenforschung, Gentechnik und Medizin<sup>1</sup> sowie die zunehmende öffentliche Diskussion über Chancen und Risiken sowie eine möglicherweise notwendige juristische Neubewertung von GenomeEditing mittels CRISPR-Cas9 lassen jedoch eine klare Anbindung an die den Bildungsplan vorausgestellten Leitgedanken zum Kompetenzerwerb sowie zu den Leitperspektiven erkennen. Die Erarbeitung des Materials schult darüber hinaus verschiedene – in den prozessbezogenen Kompetenzen standardisierte – Fähigkeiten.

### **Leitgedanken zum Kompetenzerwerb - 1.1 Bildungswert des Faches Biologie**

Bei vielen gesellschaftsrelevanten Fragestellungen sind biologische Kenntnisse Voraussetzung für eine fundierte Entscheidungsfindung. Sie fließen in politische Diskussionen ein und helfen, Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu treffen. Ohne Wissen um die molekularen Hintergründe können Chancen und Risiken moderner biowissenschaftlicher Methoden nicht fundiert bewertet werden.

### **Beitrag des Faches zu den Leitperspektiven - Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

Das Fach Biologie leistet einen grundlegenden Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Auswirkungen von Eingriffen des Menschen auf die Umwelt können umso besser erklärt werden, je genauer Wechselwirkungen und Stoffkreisläufe bekannt sind.* Zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung gehören auch fundierte Kenntnisse über heimische Ökosysteme, die Herkunft und Produktion unserer Nahrung sowie Nutzen und Risiken der Gentechnik. Diese befähigen zu einem persönlichen Handeln in globaler Verantwortung. Die im Fach Biologie erworbenen Kenntnisse stärken das Bewusstsein für die Möglichkeiten und Notwendigkeit nachhaltigen Handelns im Sinne der Leitperspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung. Durch die im Unterricht erworbenen Kompetenzen werden die Schülerinnen und Schüler zu verantwortungsvollem und umweltbewusstem Handeln in lokalen und globalen Zusammenhängen angeregt.

---

1 Für den unterrichtlichen Einsatz aufgearbeitetes Material zur CRISPR-Cas-Technologie ist Gegenstand vieler Angebote für Lehrkräfte, und auch in den meisten Lehrwerken gibt es Kapitel zu diesem Thema. Exemplarisch sei auf ein Angebot verwiesen, das in Form eines Rollenspiels sowohl die biotechnologischen Grundlagen als auch die ethischen Aspekte thematisiert. Dieses Rollenspiel (Dauer: 90 Minuten) kann optional zusätzlich oder alternativ (dann mit deutlichen inhaltlichen Abstrichen) zum ZPG-Material eingesetzt werden. Die Materialien sind unter <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/genomchirurgie-im-diskurs/> frei zugänglich.

## Bezüge zu prozessbezogenen Kompetenzen

Prozessbezogene Kompetenzen
<p>2.2 Kommunikation</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2. Informationen zu biologischen Fragestellungen zielgerichtet auswerten und verarbeiten</li><li>• 3. Informationen aus Texten, Bildern, Tabellen, Diagrammen oder Grafiken entnehmen (<i>Argumente und Positionen strukturiert aus Texten entnehmen</i>)</li><li>• 4. biologische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache beschreiben oder erklären</li></ul>
<p>2.3 Bewertung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1. in ihrer Lebenswelt biologische Sachverhalte erkennen (<i>Stechmücken als Überträger gefährlicher Krankheitserreger</i>)</li><li>• 3. die Aussagekraft von Darstellungen in Medien bewerten (<i>Meinungen von Fakten unterscheiden, Positionierungen erkennen</i>)</li><li>• 5. Aussagen zu naturwissenschaftlichen Themen kritisch prüfen (<i>Risiken der Biotechnologie</i>)</li><li>• 8./9./10 Anwendungen und Folgen biologischer Forschungsergebnisse unter dem Aspekt ...</li><li>• ... des Perspektivenwechsels beschreiben ... einer nachhaltigen Entwicklung beschreiben und beurteilen ... der Verantwortung für die Natur beurteilen (<i>Die mögliche Ausrottung einer Spezies zum Wohl einer anderen Spezies beurteilen, Integration verschiedener Aspekte und Standpunkte</i>)</li><li>• 11. den eigenen und auch andere Standpunkte begründen (<i>Positionen unterschiedlicher Interessensgruppen erarbeiten und begründen, eigenen Standpunkt differenziert darstellen</i>)</li></ul>
<p><b>Leitperspektive: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)</b></p> <p>Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung (<i>Daten, Perspektiven und Positionen zum möglichen Einsatz von CRISPR-Cas / gene drive in der Malariabekämpfung analysieren und bewerten</i>)</p>