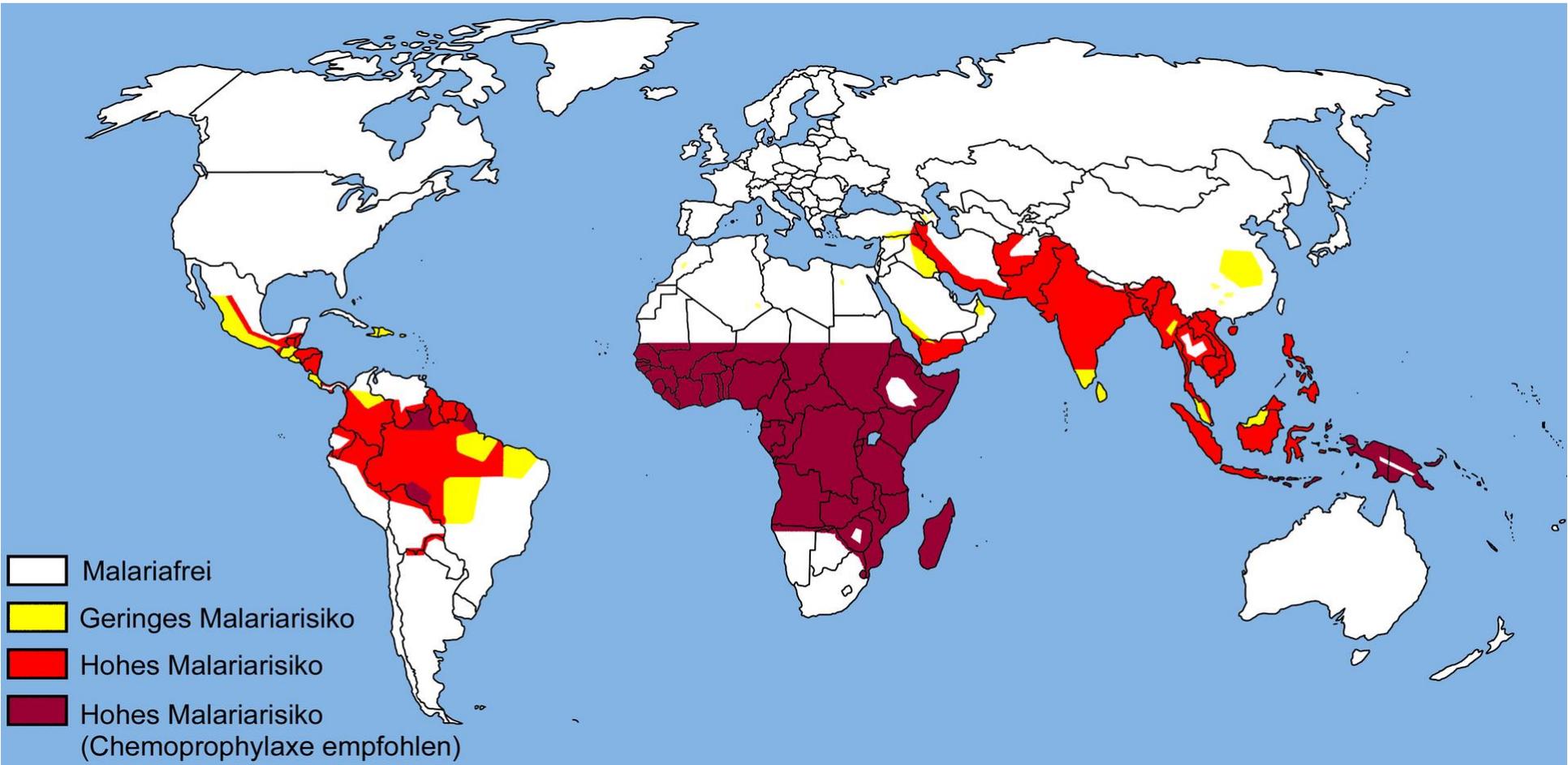




# **Malaria mit dem „Gene Drive“ bekämpfen?**

*Wissenschaftliche Einführung*

# Verbreitung von Malaria

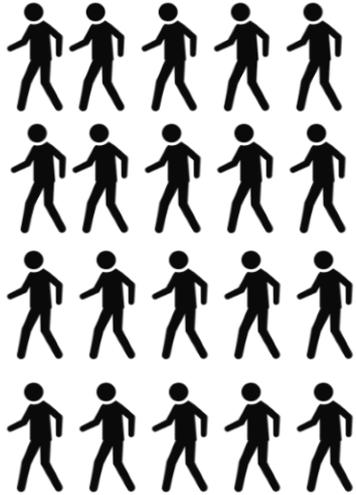


Quelle: S. Jähnichen, DTG unter CC-BY-SA. [https://de.wikipedia.org/wiki/Malaria#/media/File:Malaria\\_distribution\\_\(de\).png](https://de.wikipedia.org/wiki/Malaria#/media/File:Malaria_distribution_(de).png)

# Krankheitslast durch Malaria



jedes  
Jahr

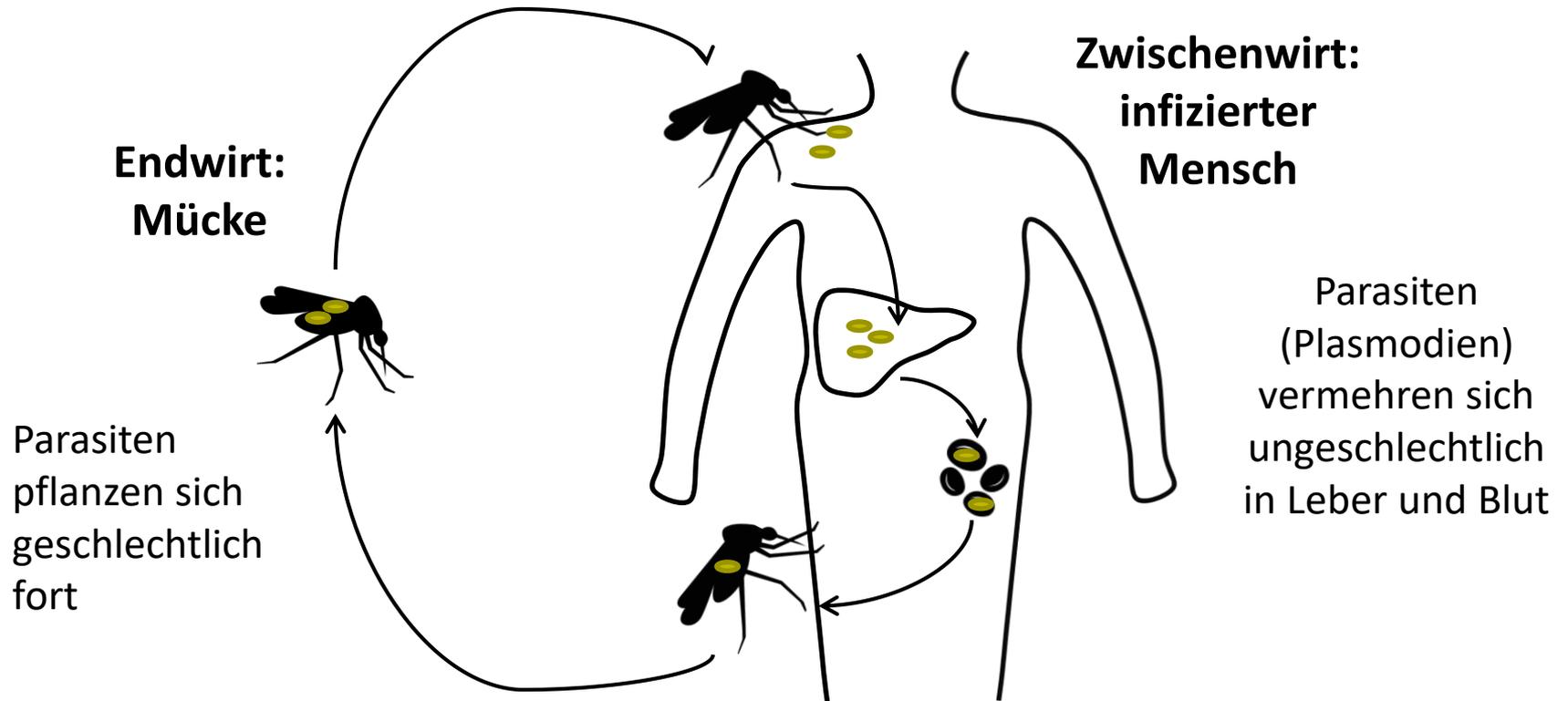


200  
Mio.



bei Kindern < 5 J.  
häufiger tödlich

# Lebenszyklus des Malariaerregers



# Strategien gegen Malaria

## Behandlung

Resistenz  
gegen  
Medikamente

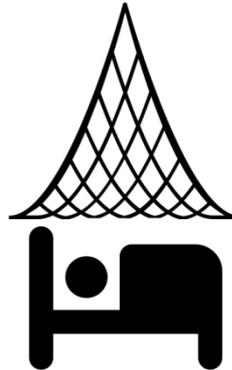


## Vorbeugung

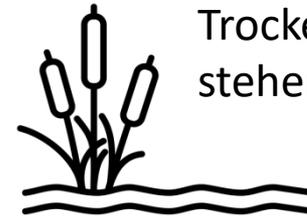
Keine Schutz-  
impfung



Insektenschutz



## Bekämpfung der Mücken

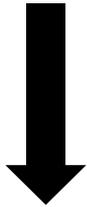
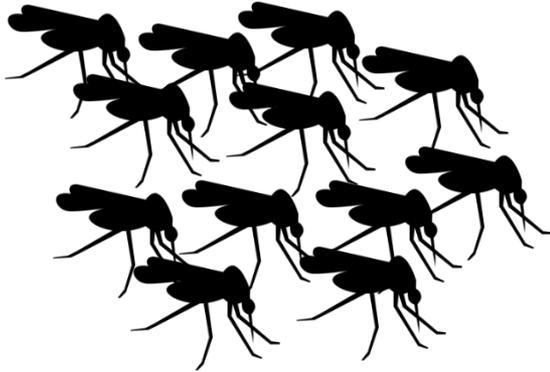


Trockenlegung  
stehendes Wasser

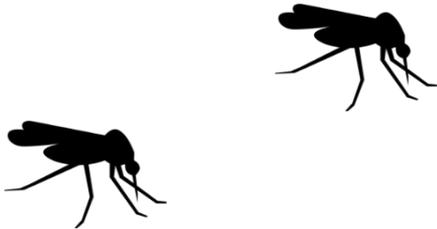


Einsatz von  
Insektiziden

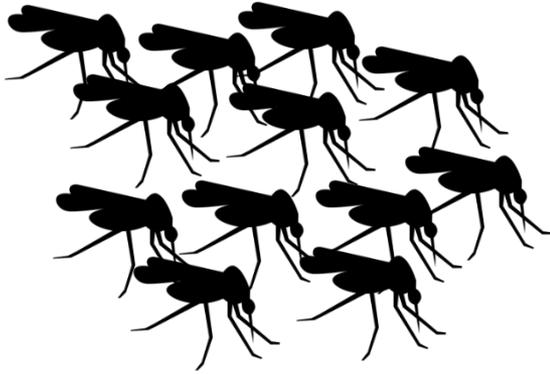
# Bekämpfung der Anopheles-Mücke



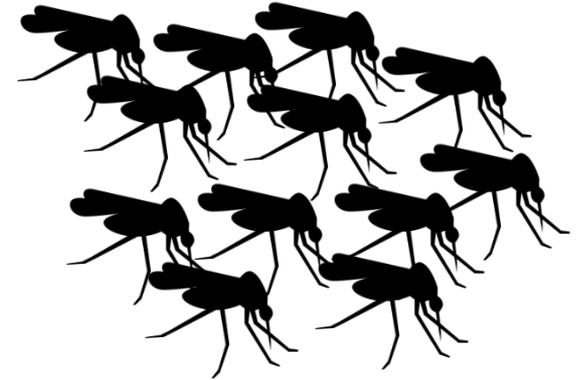
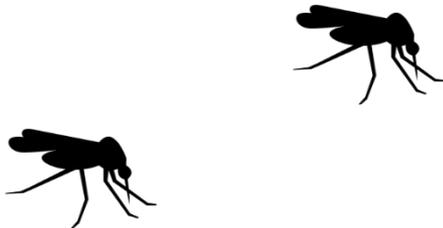
Population  
deutlich  
senken  
bzw.  
ausrotten



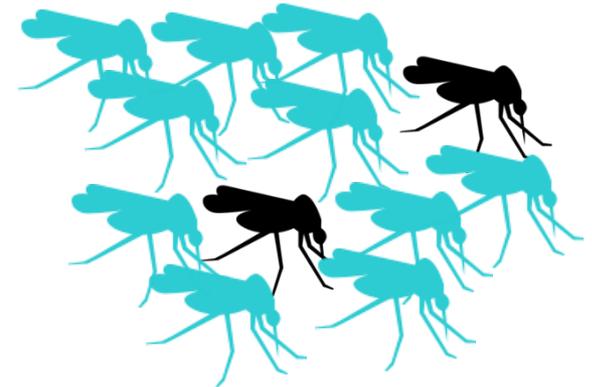
# Bekämpfung der Anopheles-Mücke



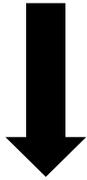
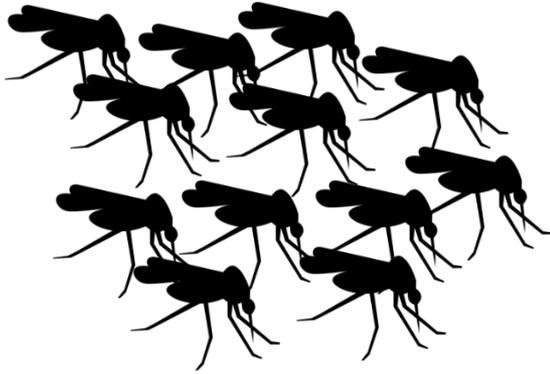
Population  
deutlich  
senken  
bzw.  
ausrotten



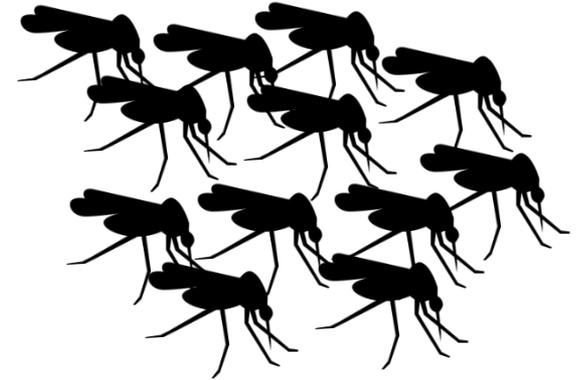
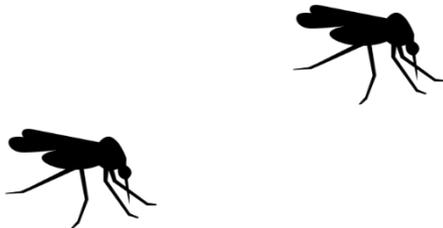
resistent  
gegen den  
Krankheits-  
erreger  
machen



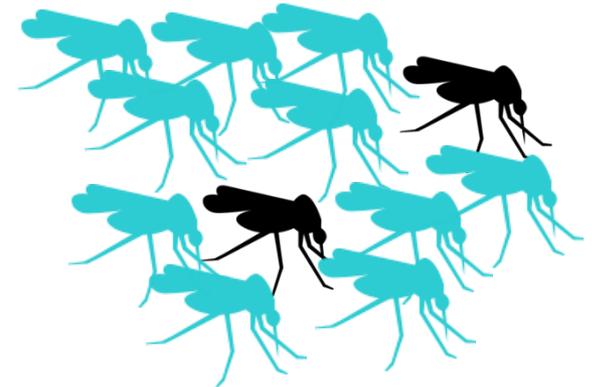
# Bekämpfung der Anopheles-Mücke



Population  
deutlich  
senken  
bzw.  
ausrotten

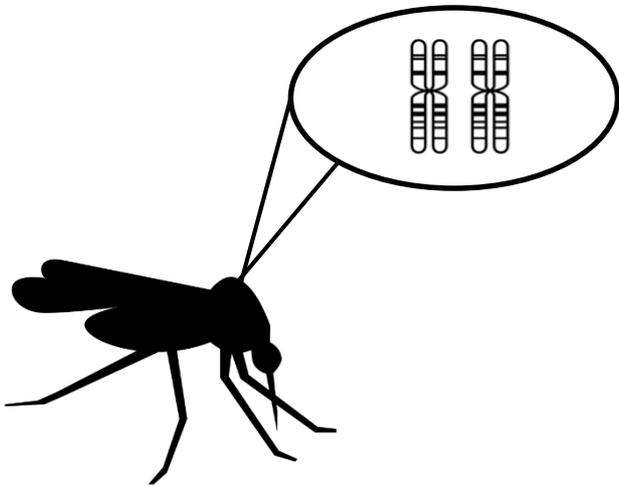


resistent  
gegen den  
Krankheits-  
erreger  
machen



**CRISPR-Cas  
Gene Drive**

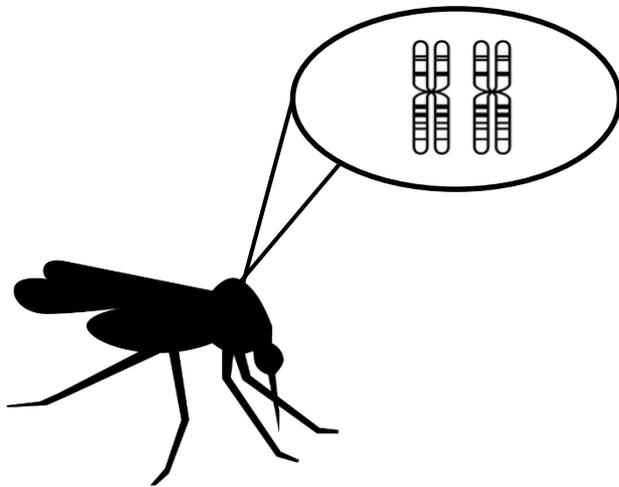
# Prinzip der Vererbung



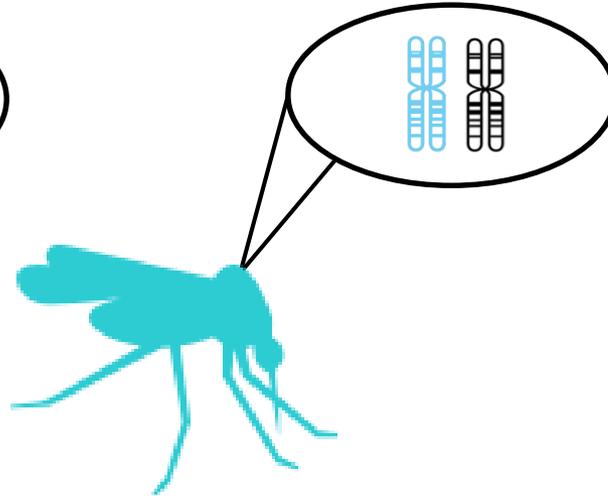
Mücken haben zwei Kopien ihrer Chromosomen:  
eine vom Vater,  
eine von der Mutter

# Prinzip der Vererbung

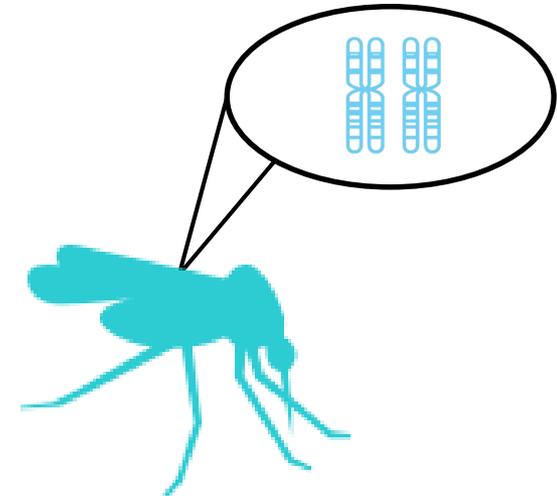
„Genotypen“



homozygot

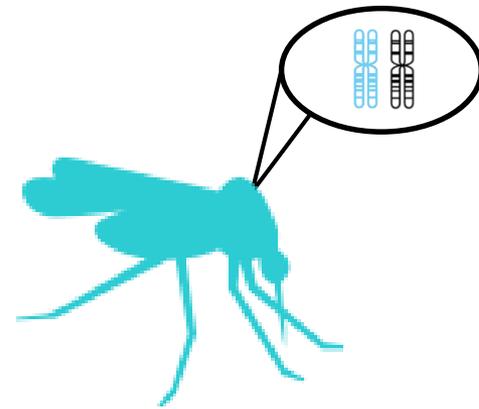
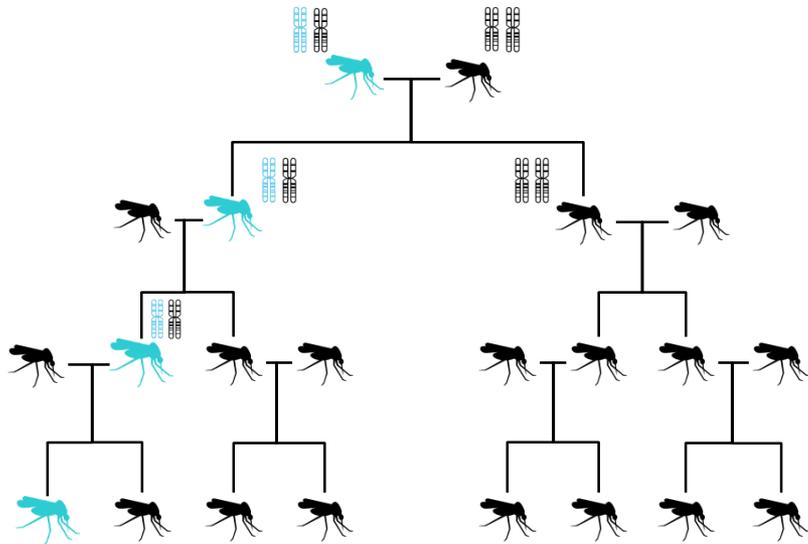


heterozygot



homozygot

# Heterozygote Vererbung

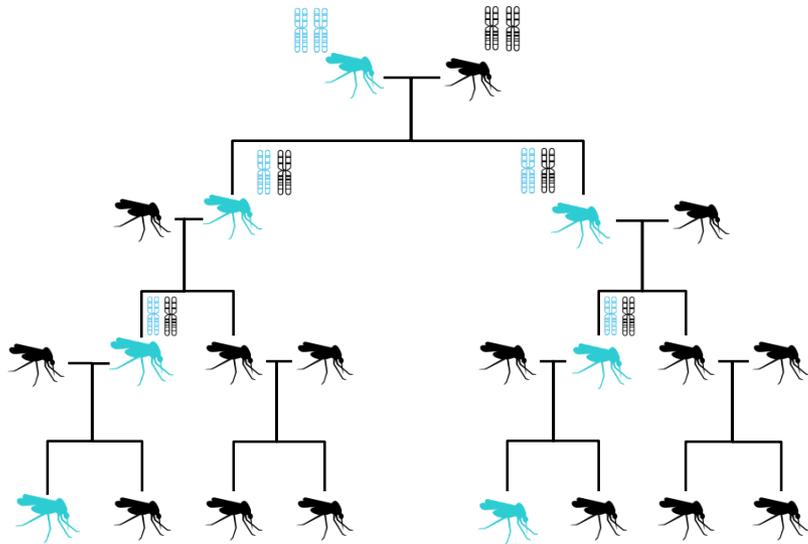


Vererbung der Genveränderung nach  
Mendelschen Regeln

 unveränderte Mücke

 Mücke mit Genveränderung

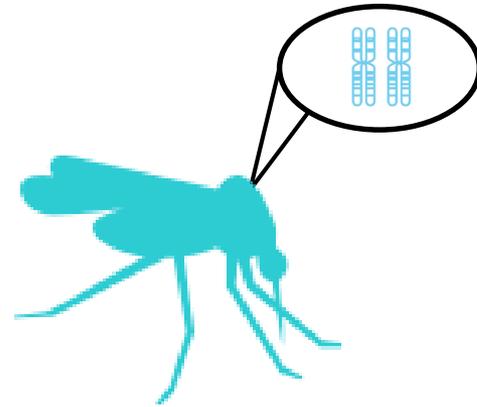
# Homozygote Vererbung



Vererbung der Genveränderung nach Mendelschen Regeln

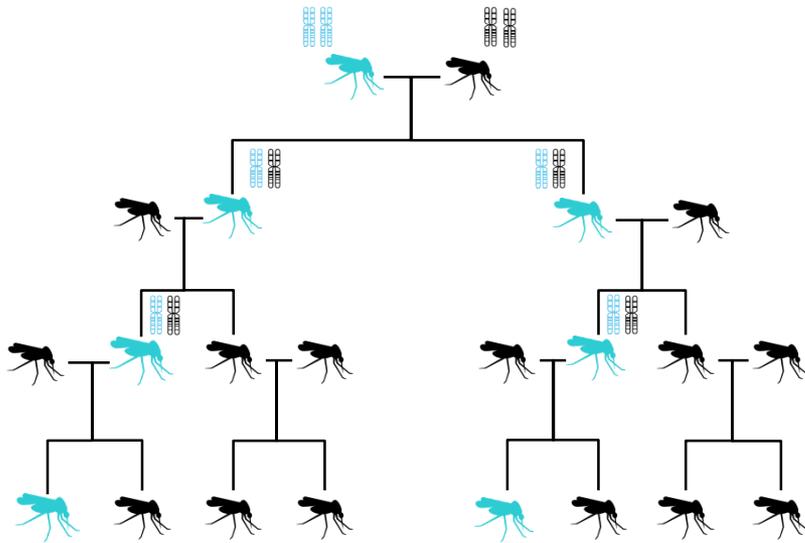
 unveränderte Mücke

 Mücke mit Genveränderung

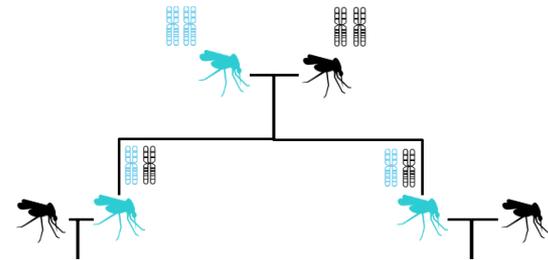


# Vererbung mit Gene Drive: 1. Generation

homozygot



mit Gene Drive



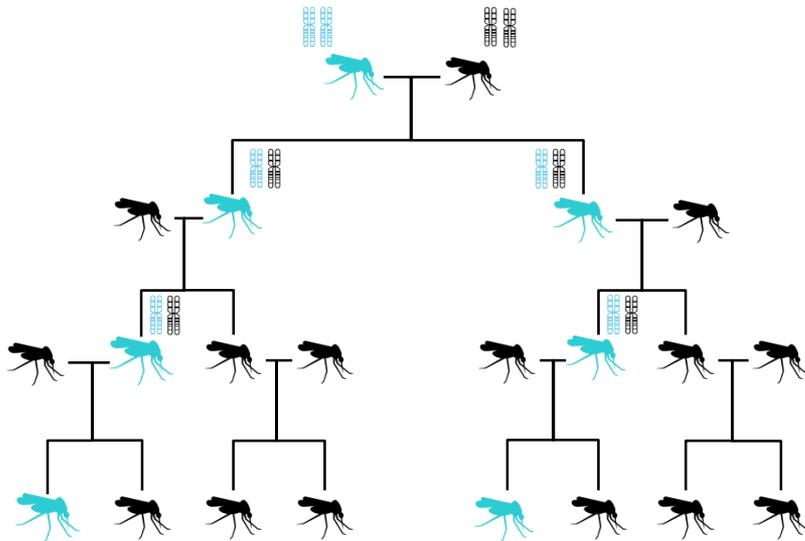
Vererbung der Genveränderung  
nach Mendelschen Regeln

 unveränderte Mücke

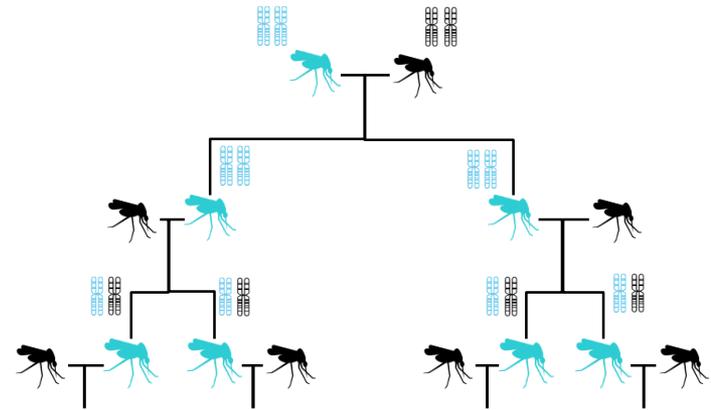
 Mücke mit Genveränderung

# Vererbung mit Gene Drive: 2. Generation

homozygot



mit Gene Drive



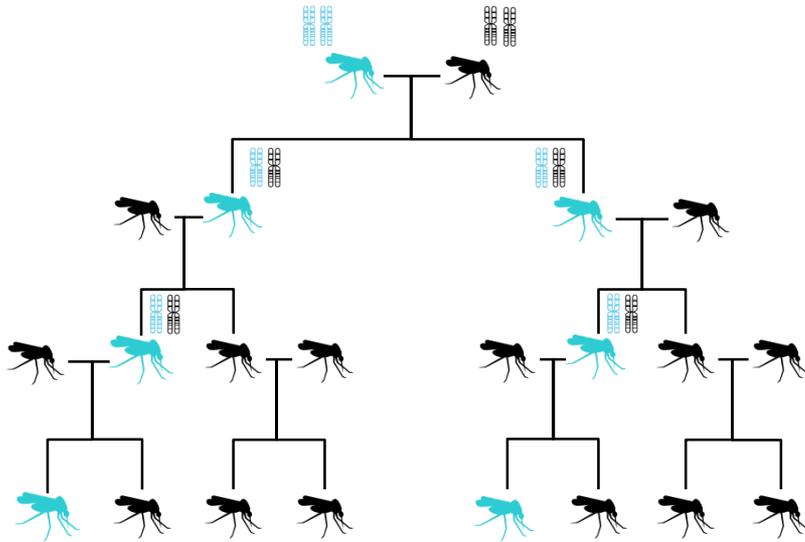
Vererbung der Genveränderung  
nach Mendelschen Regeln

 unveränderte Mücke

 Mücke mit Genveränderung

# Vererbung mit Gene Drive: 3. Generation

homozygot

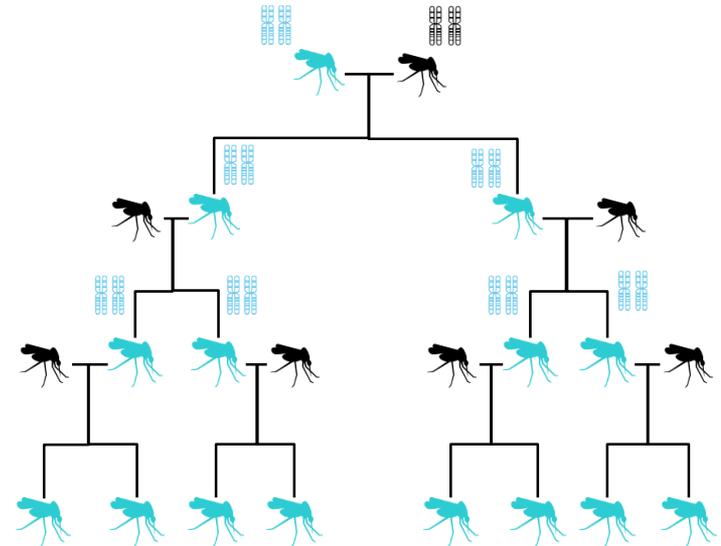


Vererbung der Genveränderung  
nach Mendelschen Regeln

 unveränderte Mücke

 Mücke mit Genveränderung

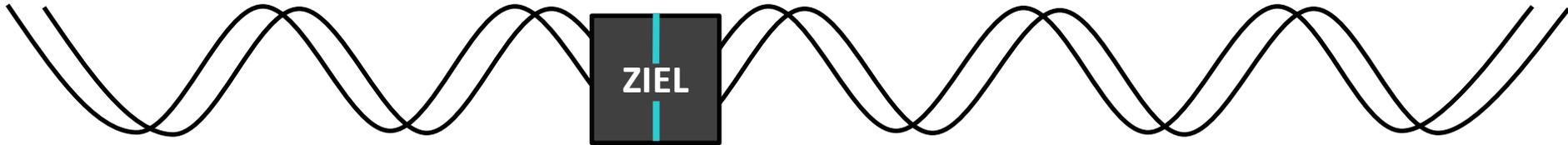
mit Gene Drive



Alle Nachkommen erben die  
Genveränderung

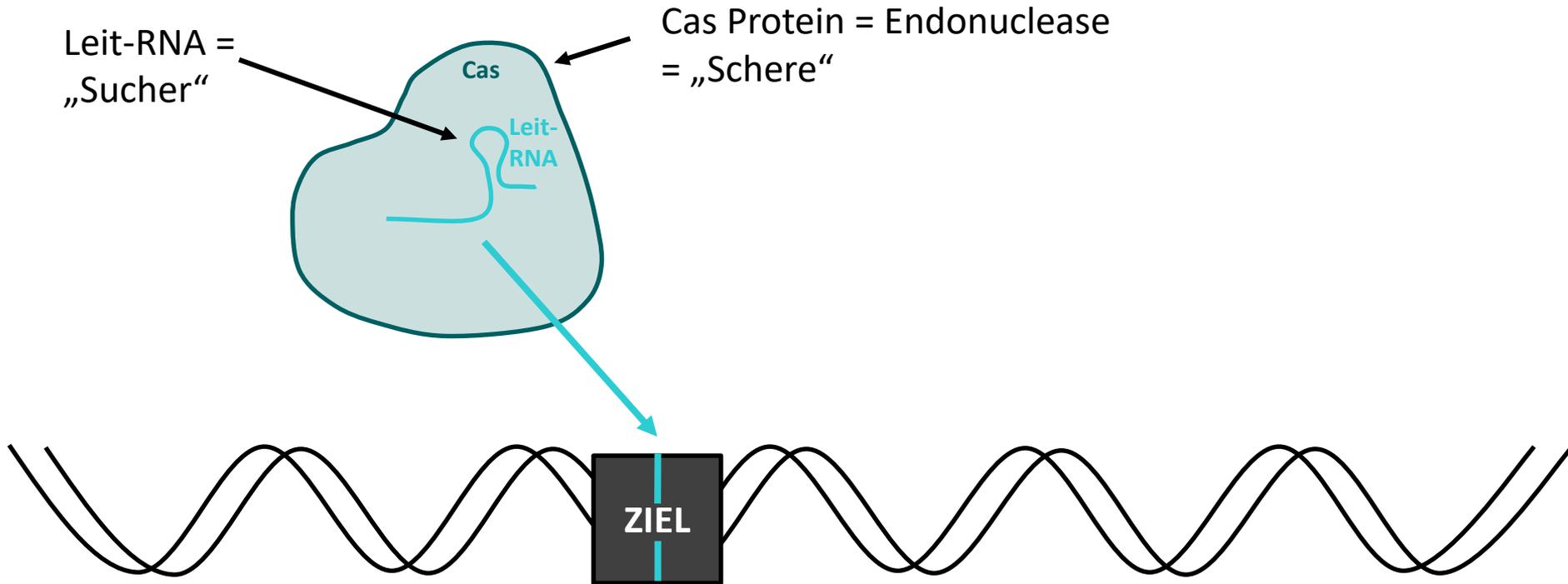
# Was ist CRISPR-Cas?

Eine Methode zur Genomchirurgie,  
die eine zielgerichtete Veränderung der Erbinformation (DNA) zur Folge hat.



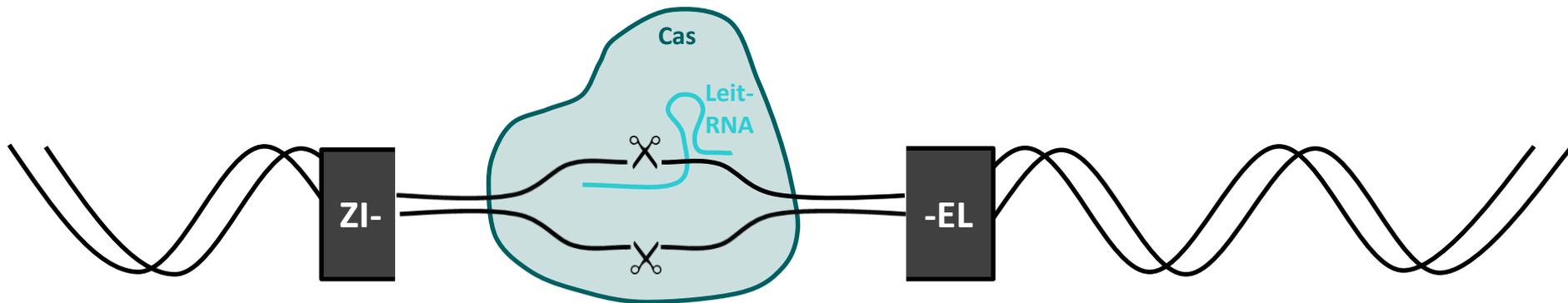
# CRISPR-Cas

CRISPR-Cas findet das Ziel in der DNA.



# CRISPR-Cas

CRISPR-Cas bindet ans Ziel und schneidet die DNA.

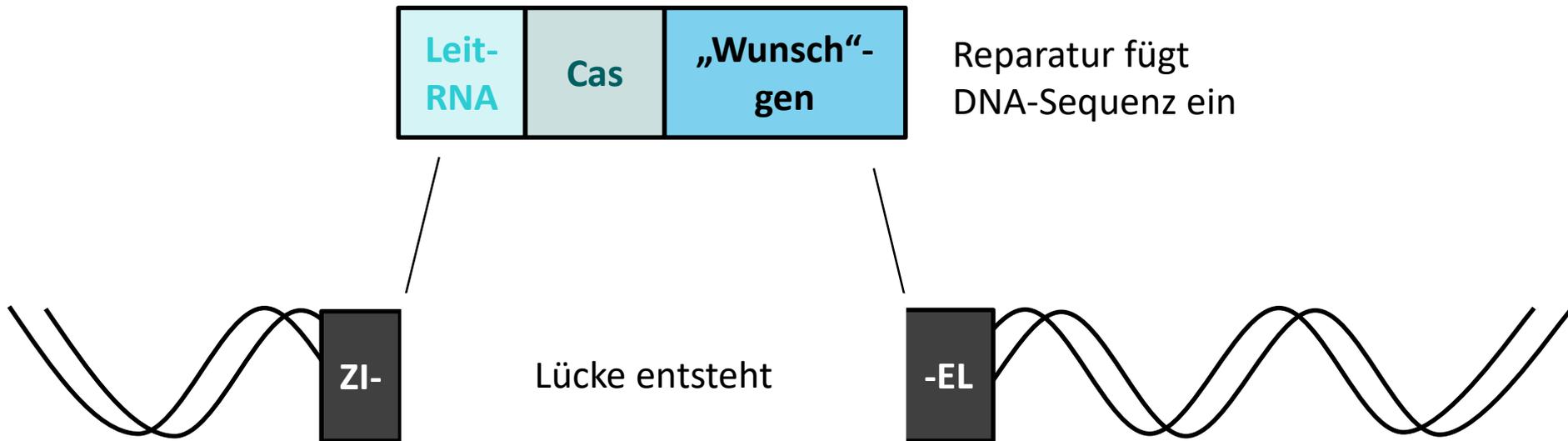


# CRISPR-Cas

Eine **Lücke** entsteht.

Das **Reparaturmechanismus** füllt die Lücke:

Entweder werden die DNA-Enden zusammengefügt  
oder es wird ein **Stück DNA eingefügt**.



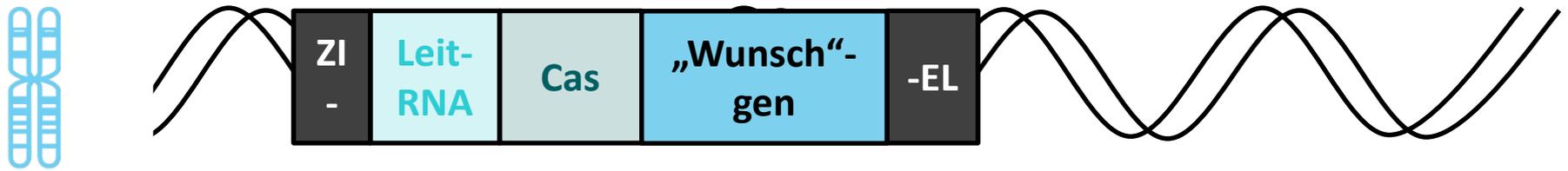
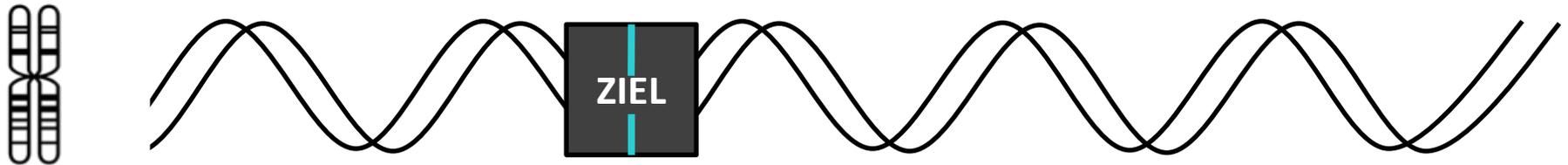
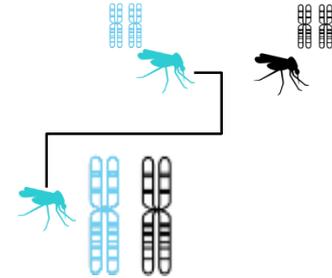
# CRISPR-Cas

Am Ende ist die **Wunsch-Sequenz am Ziel** angekommen.



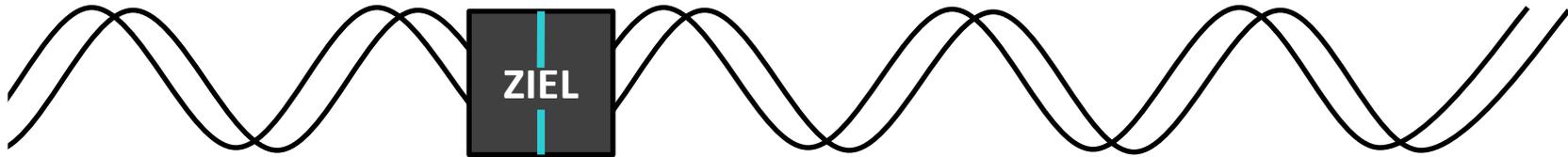
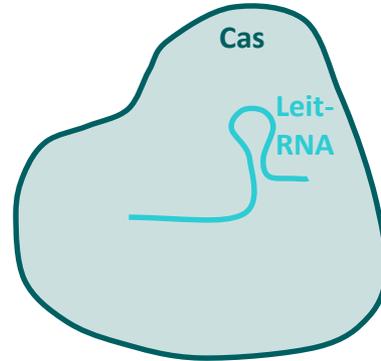
# Gene Drive

Nur ein Chromosom trägt die Information für den Gene Drive.



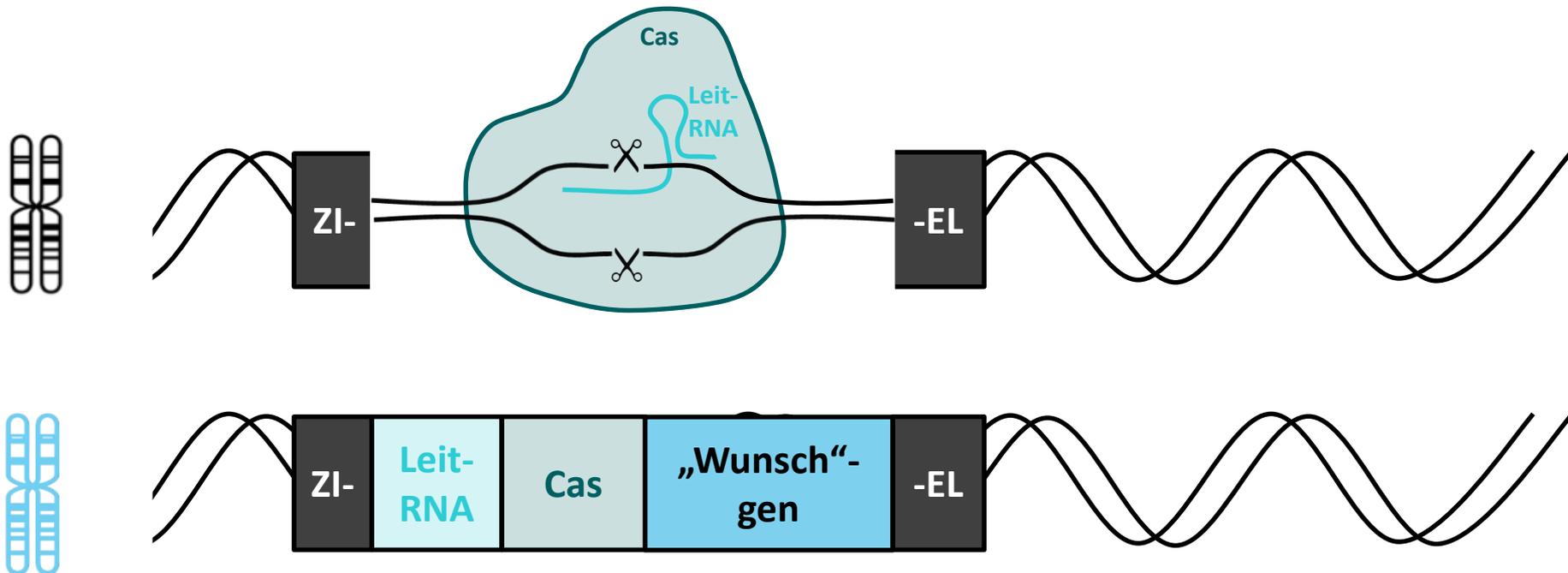
# Gene Drive

Die **Cas-Genschere** und **Leit-RNA** werden **produziert**.



# Gene Drive

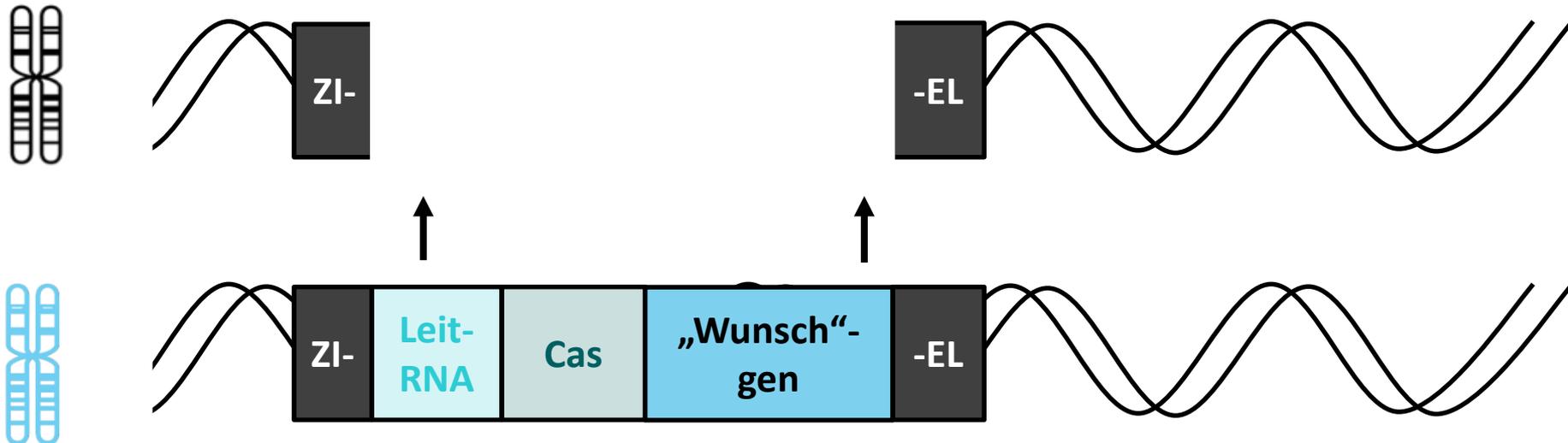
Die **Leit-RNA** findet die **Ziel-Sequenz** und die **Cas-Genschere** schneidet sie.



# Gene Drive

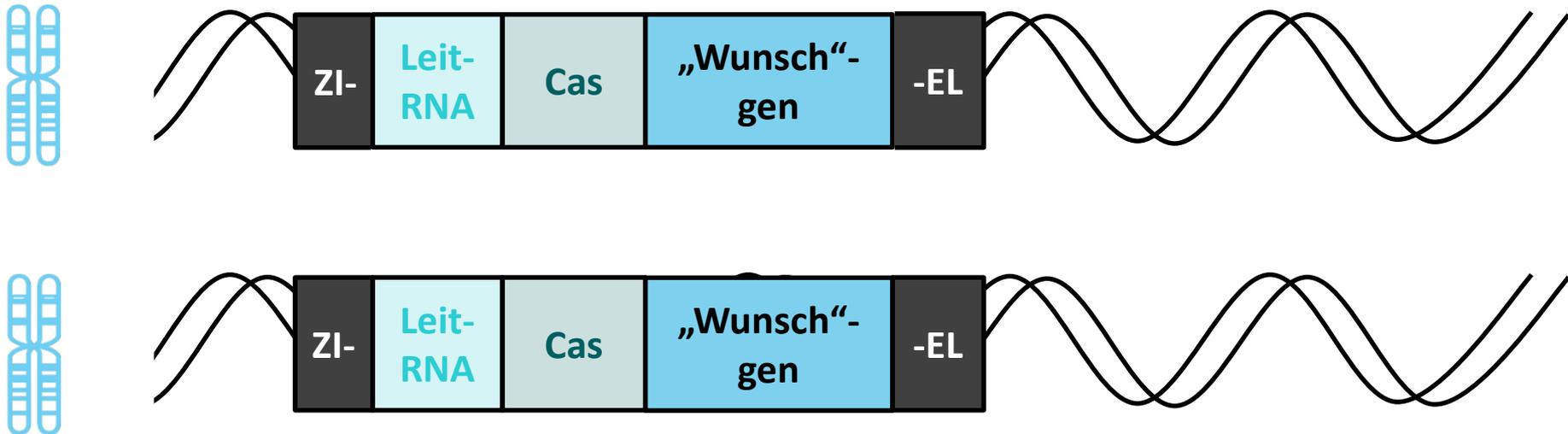
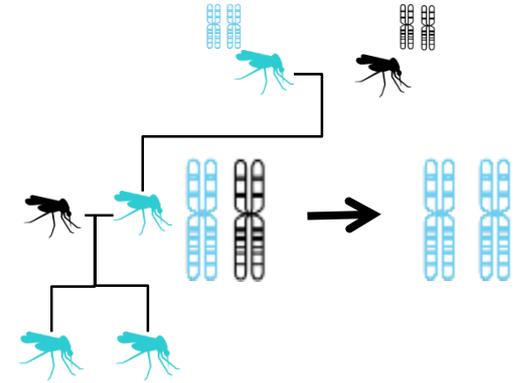
Der natürliche **Reparaturmechanismus** der Zelle repariert den Schnitt.

Er **kopiert** den Gene Drive vom Schwester-Chromosom **in die Lücke**.



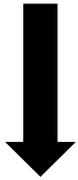
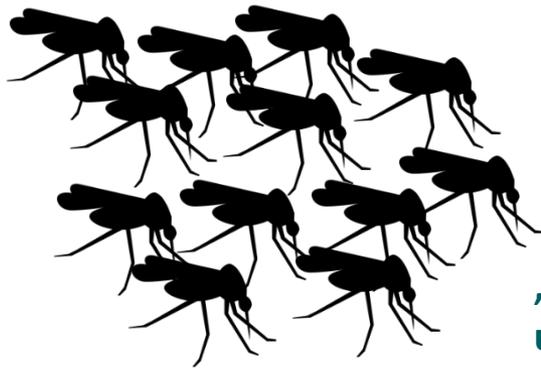
# Gene Drive

Am Ende tragen **beide Chromosomen** den **Gene Drive**.



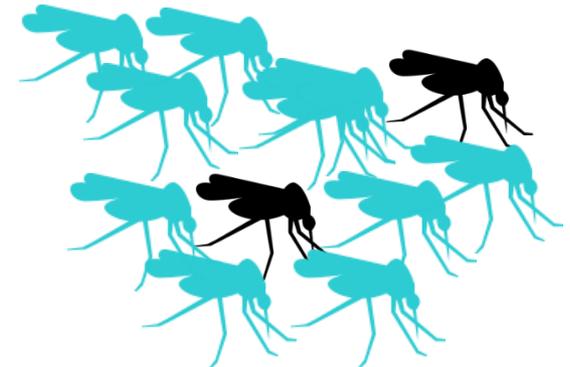
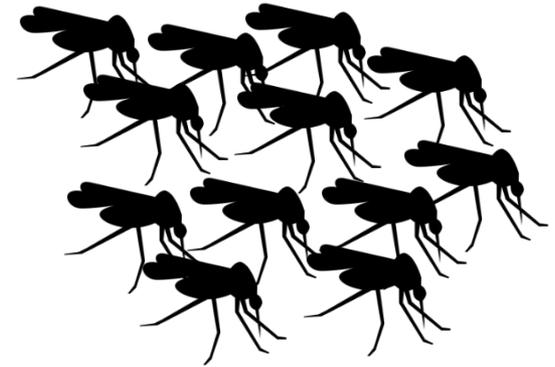
# Gene Drive – mögliche Wirkungen

Population deutlich senken



„Geschlechts-  
umwandlung“ →  
nur Männchen  
oder  
höhere  
Anfälligkeit  
gegen Insektizide  
oder  
tödliches Gen

resistent gegen Krankheitserreger machen



Übertragung des  
Malariaerregers  
blockieren

# Geschichte des Gene Drive

Jahr	Ereignis
2003	Gedankenexperiment „Gene Drive“ veröffentlicht
2012	Entdeckung der CRISPR-Cas-Methode als steuerbare Genschere für die Molekularbiologie
2014	Konzept: CRISPR-Cas als Antrieb eines Gene Drive
2015	Erste Untersuchungen des Gene Drive im Labor an Fruchtfliegen sowie Malaria-Mücken
2018	Bericht der Afrikanischen Union zum Potenzial des Gene Drive; noch kein Einsatz im Freiland

# Danksagung



## Bilder von „The Noun Project“

- Globus, Pille von Aleksandr Vektor
- Mensch, Baby von Adrien Coquet
- Mosquito, Schere, Spritze von Edward Boatman
- Rote Blutkörperchen von Tahir Gorkem
- Chromosom von Jason Rowley
- Sumpf von Nikita Kozin
- Spray von Hea Poh Lin
- Netz von W.X. Chee
- Bett von Gregor Cresnar

## Wissenschaftliche Beratung

- Dr. Michael Strehle
- Roswitha Aumann
- Laura Maria Heinisch
- Dr. Robert Ranisch

Ein Projekt von:

wissenschaft  im dialog



Leopoldina  
Nationale Akademie  
der Wissenschaften

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung