MERKBLATT · BIOLOGIE

DNA-Replikation

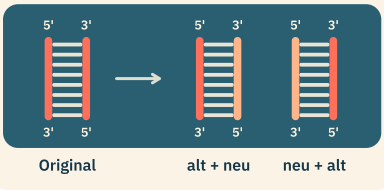
Leit- und Folgestrang einfach erklärt

KLASSE 9/10 UND OBERSTUFE

WORUM GEHT'S · 1 VERSTEHEN

Bevor sich eine Zelle teilt, kopiert sie ihre komplette DNA. In einer menschlichen Körperzelle sind das rund 6 Milliarden Basenpaare. Jeder der beiden alten Stränge dient dabei als Vorlage für einen neuen. Am Ende gibt es zwei gleiche Doppelstränge, jeder aus einem alten und einem neuen Strang.

Das Prinzip: semikonservativ



- **komplementär:** A paart nur mit T und G nur mit C, so passt jeder neue Baustein genau zu seiner Vorlage
- **semikonservativ:** halb bewahrend, jede Tochter-DNA besteht aus einem alten und einem neuen Strang
- **antiparallel:** gegenläufig, dem 5'-Ende des einen Strangs liegt das 3'-Ende des anderen gegenüber

Stell dir die Doppelhelix als Reißverschluss vor, die Basen sind seine Zähne. Die Zelle zieht ihn auf, und an jeder offenen Hälfte wächst eine neue Hälfte nach. Jede alte Hälfte legt ihre neue Partnerin fest, deshalb sind die beiden Kopien gleich. Meselson und Stahl haben das Prinzip 1958 an Bakterien bestätigt.

Vier Enzyme an der Gabel

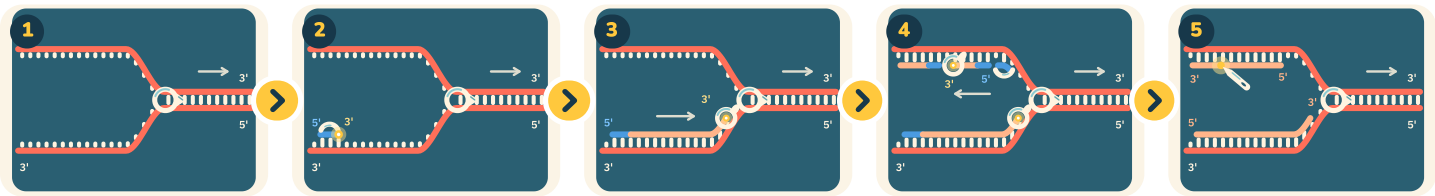


Enzyme sind kleine Werkzeuge aus Eiweiß. Sie arbeiten an der Replikationsgabel, der Y-förmigen Stelle, an der sich die Stränge trennen.

- **Helicase** Sie löst die Wasserstoffbrücken und öffnet so die Doppelhelix.
- **Primase** Sie baut den Primer, ein kurzes Startstück aus RNA.
- **DNA-Polymerase** Sie setzt passende Nukleotide an, nur am 3'-Ende. Einen Strang anfangen kann sie nicht.
- **Ligase** Sie schließt das Zucker-Phosphat-Rückgrat zwischen den Okazaki-Fragmenten.

Der Ablauf: fünf Schritte an der Replikationsgabel

SCHEMATISCH, STARK VERKÜRZT



Öffnen

Helicase öffnet

Vorne an der Gabel löst die Helicase die Wasserstoffbrücken zwischen den Basenpaaren.

Die Stränge weichen auseinander, jeder freie Strang wird zur Vorlage.

ERKENNST DU AN
Gabel offen, noch kein neuer Strang.

Primer

Primase setzt Primer

Die DNA-Polymerase kann keinen Strang anfangen.

Deshalb baut die Primase zuerst ein kurzes Startstück aus RNA, den Primer. An seinem 3'-Ende dockt die Polymerase an.

ERKENNST DU AN
Kurzes RNA-Stück auf der Vorlage.

Leitstrang

Polymerase verlängert

Die Polymerase hängt passende Nukleotide nur ans 3'-Ende, der neue Strang wächst von 5' nach 3'.

An dieser Vorlage zeigt sein 3'-Ende zur Gabel. Ein Primer reicht, der Strang entsteht am Stück.

ERKENNST DU AN
Ein neuer Strang am Stück, zur Gabel hin.

Folgestrang

diskontinuierlich

Gleichzeitig zeigt an der anderen Vorlage die Richtung 5'→3' von der Gabel weg.

Die Primase setzt deshalb immer wieder neue Primer nah an der Gabel. Von dort baut die Polymerase je ein kurzes Stück zurück, ein Okazaki-Fragment.

ERKENNST DU AN
Mehrere Stücke, je mit Primer an der Gabelseite.

Verbinden

Ligase verbindet

Die RNA-Primer werden entfernt und durch DNA ersetzt.

Die Ligase schließt die fehlende Bindung im Rückgrat. Am Ende stehen zwei gleiche Doppelstränge, je aus einem alten und einem neuen Strang.

ERKENNST DU AN
Durchgehende Stränge, kein Primer mehr.

In deinen Zellen startet die Replikation an vielen Replikationsursprüngen, meist laufen von jedem zwei Gabeln in entgegengesetzte Richtungen.

Drei Fehler, die du nicht machst

1

~~„Bei der Replikation entsteht eine komplett neue DNA.“~~

Die Replikation ist semikonservativ. Jede Tochter-DNA behält einen Strang des Originals und bekommt einen neuen Strang dazu.

2

~~„Die DNA-Polymerase kann in beide Richtungen arbeiten.“~~

Die Polymerase hängt neue Bausteine nur ans 3'-Ende. Jeder neue Strang wächst deshalb von 5' nach 3', nie andersherum.

3

~~„Die Helicase zerschneidet die DNA-Stränge.“~~

Die Helicase löst nur die Wasserstoffbrücken zwischen den Basenpaaren. Die beiden Stränge selbst bleiben dabei ganz.

Prüfungsaufgaben

KLASSE 9/10

Ein Vorlagestrang lautet 3' TACGGA 5'. Schreibe den neuen Strang auf, mit beiden Enden.

TIPP Zu jeder Base gehört ihre Partnerin. Der neue Strang liegt antiparallel zur Vorlage.

MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Basen:** Zu T kommt A, zu A kommt T, zu C kommt G und zu G kommt C.

2 **Richtung:** Gegenüber dem 3'-Ende der Vorlage beginnt der neue Strang mit seinem 5'-Ende.

3 **Ergebnis:** 5' ATGCCT 3'. In genau dieser Richtung, von 5' nach 3', baut die Polymerase ihn auch.

OBERSTUFE

Erkläre, warum der Folgestrang bei der Replikation diskontinuierlich entsteht.

erklären Du machst einen Sachverhalt nachvollziehbar, indem du ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführst.

MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Regel:** Die DNA-Polymerase verlängert nur am freien 3'-Ende. Sie synthetisiert also nur in 5'→3'-Richtung, nie andersherum.

2 **Richtung:** Die Vorlagestränge sind antiparallel. Am Folgestrang zeigt die Richtung 5'→3' deshalb von der Replikationsgabel weg.

3 **Folge:** Weil sich die Gabel immer weiter öffnet, beginnt die Synthese dort immer wieder neu, an neuen Primern der Primase. So entstehen Okazaki-Fragmente. Nach dem Ersetzen der Primer verknüpft die Ligase die Fragmente.

DAS WICHTIGSTE IN DREI SÄTZEN



1 **Die DNA-Replikation ist semikonservativ. Jede Tochter-DNA besteht aus einem alten Strang, der als Vorlage dient, und einem neu gebauten Strang.**

2 **Vier wichtige Enzyme kopieren die DNA: Die Helicase öffnet die Doppelhelix, die Primase setzt einen RNA-Primer, die DNA-Polymerase verlängert den neuen Strang, und die Ligase verbindet die Stücke.**

3 **Die DNA-Polymerase verlängert nur am 3'-Ende, jeder neue Strang wächst von 5' nach 3'. Weil die Vorlagen gegenläufig sind, entsteht der Leitstrang am Stück und der Folgestrang in Stücken, den Okazaki-Fragmenten.**

VIDEO, QUIZ UND TRANSKRIPT, KOSTENLOS

achtmalklug.de/biologie/dna-replikation/

Kostenlos. Frei für Schule, Unterricht und Lernen, Logo und URL bleiben drauf. Doppelt faktengeprüft. Fehler gefunden? kontakt@achtmalklug.de

achtmalklug