

Begriffe der Zytogenetik (Eukaryoten)

Die **Zytogenetik** (auch: Cytogenetik) untersucht genetische Strukturen und Vorgänge auf zellulärer Ebene. Das wichtigste Werkzeug ist das Mikroskop.

Das Chromatid, -en

besteht aus einem linearen (also nicht ringförmigen) DNA-Molekül (Doppelhelix), das auf Proteinspulen (das Histon, -e) aufgewickelt ist.

Das Chromosom, -en

- kann aus einem einzigen Chromatid bestehen: 1-chromatidiges Chromosom (1C)
- kann aus zwei völlig identischen Chromatiden (**Schwesterchromatiden**) bestehen, die von einer Proteinklammer (das **Zentromer**, -e) zusammengehalten werden: 2-chromatidiges Chromosom (2C)

Bei der **Replikation** entsteht aus einem 1-chromatidigen ein 2-chromatidiges Chromosom. Weil die Schwesterchromatiden identisch sind, ist es für den reinen Informationsgehalt eines Chromosoms unerheblich, ob es aus einem oder aus zwei Chromatiden besteht.

Das Karyogramm

ist eine v. a. nach Größe geordnete fotografische Darstellung aller Chromosomen einer Zelle im maximal aufgewickelten (kondensierten) Zustand.

Der Chromosomensatz

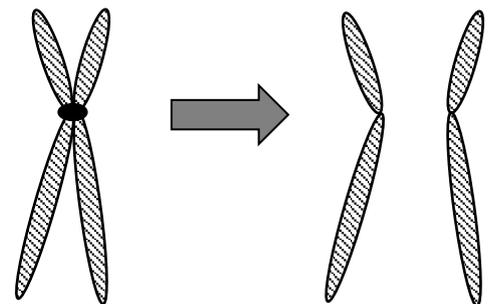
umfasst von jedem Chromosomentyp 1 Exemplar. Beim Menschen umfasst ein Chromosomensatz 22 Autosomen und 1 Gonosom, insgesamt also 23 Chromosomen ($n = 23$). Als **Gonosomen** (das Gonosom, -en) bezeichnet man die Chromosomen X und Y, die das Geschlecht bestimmen. Alle anderen Chromosomen nennt man **Autosomen**.

Kommt in einer Zelle nur ein einziger Chromosomensatz vor, dann nennt man diese Zelle **haploid** (dabei ist es unerheblich, ob die Chromosomen aus 1 oder aus 2 Chromatiden bestehen); Geschlechtszellen (Spermien- und Eizellen) sind haploid. Die Körperzellen der meisten Vielzeller besitzen zwei Chromosomensätze, sie sind **diploid**. Der Chromosomenbestand einer diploiden menschlichen Zelle ist: $44 + XY$ (♂) bzw. $44 + XX$ (♀).

In diploiden Zellen kommen also von jedem Chromosomentyp 2 Exemplare vor, die man **homologe Chromosomen** (= das Homologe, -n) nennt. Bei den Autosomen sehen diese beiden Exemplare im mikroskopischen Bild bezüglich der Länge, der Lage des Zentromers und des Bandenmusters völlig gleich aus. (X- und Y-Chromosom bilden kein Homologenpaar, wohl aber die beiden X-Chromosomen bei der Frau).

Homologe Chromosomen besitzen jeweils an der gleichen Stelle Information über das selbe Thema (z. B. für die Hauptblutgruppe auf dem langen Arm von Chromosom 9), aber die konkrete Information darüber kann unterschiedlich sein (z. B. A oder B oder 0). Man sagt: Bei beiden Chromosomen liegt an der gleichen Stelle, am gleichen Genort, das gleiche **Gen** (z. B. das Gen für die Hauptblutgruppe). Viele Gene existieren in zwei oder mehr Varianten; so eine Variante nennt man das **Allel** (z. B. das Allel A, das Allel B bzw. das Allel 0). Dazu gibt es eine Analogie in der Informatik: Das Gen entspricht dem Attribut, das Allel entspricht dem Attributwert.

Bei der **Kernteilung** in der **Mitose** werden die Schwesterchromatiden voneinander getrennt. Dadurch entstehen jeweils aus einem 2-chromatidigen Chromosom zwei 1-chromatidige Chromosomen.



Das **Telomer** ist eine Verlängerung des DNA-Strangs auf beiden Seiten (die Nukleotidsequenzen tragen viele Wiederholungen und codieren für nichts.) Bei jeder Zellteilung werden die Telomere verkürzt. Bei der Bildung von Urkeimzellen, aus denen Ei- und Spermienzellen entstehen, werden die Telomere durch das Enzym Telomerase auf ihre maximale Ausdehnung verlängert.

Hinweise für die Lehrkraft:

Weil die Schüler erfahrungsgemäß immer wieder ähnlich klingende Begriffe durcheinander bringen, ist es sinnvoll, wenn sie ein Blatt mit den wichtigsten Fachbegriffen zur Hand haben. Bis auf den Begriff Allel kamen alle Fachbegriffe bereits in der 9. Klasse vor.

Um Verwechslungen vorzubeugen, empfehle ich, die Gestalt der Chromosomen mit Ziffern zu schreiben (1-, 2-chromatidig), weil die Anzahl der Chromosomensätze in Worten geschrieben wird (haploid, diploid).

Der Ausdruck „1-Chromatid-Chromosom“ ist zwar völlig korrekt, kann aber die Folge haben, dass Schüler von „Chromatid-Chromosomen“ reden, was unsinnig ist. Diese Gefahr scheint mir bei der Adjektivform (1-chromatidig) geringer zu sein.

Die in Lehrbüchern auftretenden Bezeichnungen 1C und 2C für 1- bzw. 2-chromatidige Chromosomen können eingeführt werden, man kann aber auch darauf verzichten.

Der Vergleich mit der Informatik (Attribut entspricht Gen, Attributwert entspricht Allel) hat schon vielen Schüler beim Verständnis geholfen.

Beim Begriff Chromatid habe ich den Begriff Chromatin weggelassen, weil er eigentlich zur Epigenetik gehört und nicht zur Zellbiologie. Sie können ggf. ergänzen: „(DNA-Histon-Komplex = das Chromatin)“

Der Begriff Telomer kann im Kurs mit grundlegenden Anforderungsniveau weggelassen werden.

Laut Nachfrage bei einem Mitglied der Lehrplankommission ist mit der Lehrplan-Formulierung „Chromosomenstruktur“ gemeint:

- 1- bzw. 2-chromatidige Chromosomen*
- starke bzw. schwache Wicklung der DNA (kondensiert, dekontensiert)*

Weil die Anzahl der Chromatiden pro Chromosom und die Anzahl der Chromosomensätze von Schülern oft verwechselt werden, empfehle ich dringend, auch den Ploidiegrad benennen zu lassen, auch wenn er keine eigentliche Chromosomenstruktur darstellt:

- haploid bzw. diploid*