

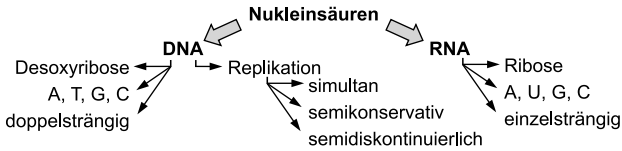
- **Metaphase:** Anordnung der Chromosomen mittels Spindel(faser)apparat in Äquatorialebene der Zelle.
- **Anaphase:** Chromatiden (Spalthälften) jedes Chromosoms werden getrennt (Zwei-Chromatid-Chromosomen → Ein-Chromatid-Chromosomen) und zu den Spindelpolen (Zellpolen) gezogen.
- **Telophase:** Zwei neue Zellkerne (Tochterzellkerne) bilden sich; Zellplasma teilt sich. Chromosomen dekondensieren wieder („Transportform“ → „Arbeitsform“).

Interphase

- **Aufgabe:** Verdopplung der Erbsubstanz, Bereitstellung von Energie und Material für Zellwachstum und nächste Zellteilung.
- Chromosomen in der „Arbeitsform“ (langgestreckt, wenig spiralisiert) ⇒ Genexpression kann stattfinden.
- **Ablauf:** Einteilung in drei unterschiedlich lange Phasen:
 - **G₁-Phase:** Wachstumsphase der Zelle mit intensiver Proteinbiosynthese.
 - **S-Phase:** DNA-Verdopplung: Ein-Chromatid-Chromosomen → Zwei-Chromatid-Chromosomen.
 - **G₂-Phase:** Abschluss der Vorbereitungen auf nächste Zellteilung; bei Feststellung gravierender Fehler: **Apoptose** („Selbstmordprogramm“ der Zelle, programmierter Zelltod) wird gestartet.
- **G₀-Phase:** Dauerzustand bei Zellen mit eingestellter Teilungsaktivität (dauerhafte G₁-Phase).

Vom Gen zum Merkmal

1 Die Erbsubstanz und ihre Replikation

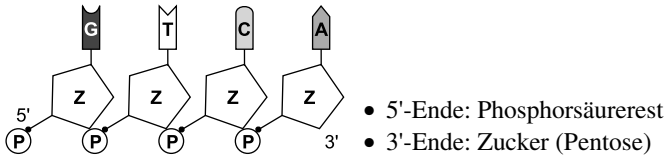


1.1 Bau und Struktur der Nucleinsäuren

Kleinster Baustein: **Nucleotid** → Einheit aus Zuckermolekül, Phosphorsäurerest (Phosphatrest) und Base.

	DNA	RNA
Phosphorsäurerest	vorhanden	vorhanden
Zucker	Desoxyribose (Pentose)	Ribose (Pentose)
organische Basen	Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G), Cytosin (C)	Adenin (A), Uracil (U), Guanin (G), Cytosin (C)

Die Nucleotide sind zu einem **Polynucleotidstrang** verbunden.



Die **Abfolge der Basen (Basensequenz)** innerhalb des Strangs codiert die genetische Information. Je nach **Leserichtung** ($5' \rightarrow 3'$ oder $3' \rightarrow 5'$) ergibt sich eine andere Information.

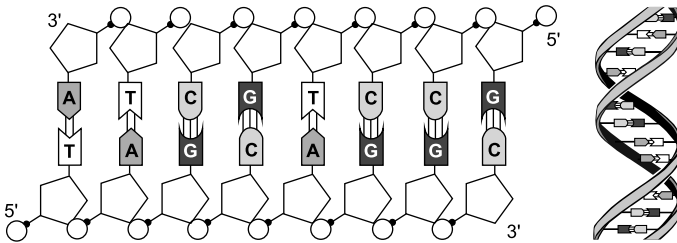
1.2 Bau des DNA- und des RNA-Moleküls

DNA

Normalerweise aus **zwei Polynukleotidsträngen**, die in gegenläufiger Richtung verlaufen → **Antiparallelität**.

Polynukleotidstränge bilden **Doppelhelix** → „gedrehte Strickleiter“; Phosphorsäurereste und Desoxyribose-Moleküle als „Holme“, und Basen als „Sprossen“.

Komplementäre Basenpaarung (Komplementaritätsregel): Adenin steht immer Thymin gegenüber, Guanin immer Cytosin; Verbindung über **Wasserstoffbrückenbindungen**.



Nur einer der beiden Stränge trägt die Information, die ein **Gen** ausmacht (siehe S. 9).

Chromosomen der Eukaryoten: Verpackungsform der genetischen Information (siehe S. 2 f. und 29); bestehen aus DNA und Proteinen.

RNA

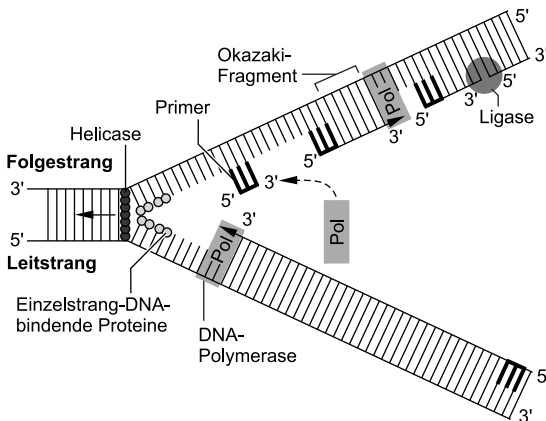
- einzelsträngig
- unterschiedliche z. T. gefaltete Formen: z. B. mRNA, tRNA, rRNA
- Base Uracil (U) statt Thymin
- Ribose statt Desoxyribose

1.3 Replikation – die Verdopplung der DNA

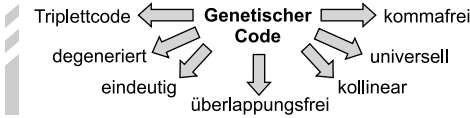
Replikation: Identische Verdopplung der DNA. An jedem der beiden Polynukleotidstränge des DNA-Moleküls entsteht dabei ein neuer Strang → **semikonservative Verdopplung:**

- **Entspiralisierung** des DNA-Doppelstrangs und **Lösen der Wasserstoffbrückenbindungen** zwischen den Basen mithilfe des Enzyms **Helicase**.
- **Einzelstrangbindende Proteine** verhindern Wiederverbindung der getrennten Stränge.
- Enzym **DNA-Polymerase** synthetisiert, ausgehend von **Primern** (kurze RNA-Stücke), an den Einzelsträngen neue komplementäre Stränge unter Verwendung freier Nukleotide; Verbindung der Nukleotide eines Strangs über Elektronenpaarbindungen.
- Am **Leitstrang** kann der neue Strang durch die DNA-Polymerase **kontinuierlich** (beginnend am 3'-Ende) in 5' → 3'-Richtung synthetisiert werden.
- Am **Folgestrang** müssen immer wieder neue Primer als Ansatzpunkte für DNA-Polymerase gesetzt werden ⇒ neu synthetisierter Strang besteht zunächst aus Einzelstücken (**Okazaki-Fragmente**) ⇒ diskontinuierliche Synthese.
- Primer werden enzymatisch durch DNA-Nukleotide ersetzt.
- Enzym **Ligase** verbindet die Fragmente miteinander.
- Gleichzeitige (simultane) Synthese beider Stränge.

Ergebnis: Zwei identische DNA-Moleküle → **semikonservative, semidiskontinuierliche, simultane Replikation**.



2 Der genetische Code



Gen: Abschnitt der DNA, der die Information für die Synthese eines Proteins oder einer bestimmten RNA enthält.

Ein-Gen-ein-Polypeptid-/RNA-Molekül-Hypothese: Ein Gen steuert als Teil der DNA die Synthese eines bestimmten Polypeptids oder eines RNA-Moleküls.

Code: System von Zeichen zur Verschlüsselung, Übertragung und Speicherung von Informationen.

2.1 Entschlüsselung des genetischen Codes

Eine Kombination von **Basentripletts** (jew. 3 Basen) ermöglicht die Codierung aller 20 Aminosäuren $\rightarrow 4^3 = 64$ verschiedene **Tripletts**.

Entschlüsselung des genetischen Codes durch Herstellung von Polynukleotidsträngen mit unterschiedlichen, wechselnden Basenabfolgen.



- Basenidentische Polynukleotide:

Poly-A \rightarrow Lysin Poly-G \rightarrow Glycin
Poly-U \rightarrow Phenylalanin Poly-C \rightarrow Prolin

- Polynukleotide mit zwei Basen in alternierender Reihenfolge:
UGUGUGUGUG ... \Rightarrow je nach Beginn des Polynukleotids:
UGU – GUG – UGU ... \rightarrow Lysin – Valin – Lysin ... oder:
GUG – UGU – GUG ... \rightarrow Valin – Lysin – Valin ...

Von den 64 Tripletts codieren 61 jeweils eine Aminosäure. 4 Tripletts sind Start- oder Stopp-Codons.

2.2 Eigenschaften des genetischen Codes

- Der genetische Code ist ein **Tripletcode**.
- Meist codiert mehr als ein Basentriplett die gleiche Aminosäure \rightarrow **Degeneration**.