

**Teil I**  
**Grundlagen der Zell- und Molekularbiologie**



## 1

## Die Zelle ist die Grundeinheit des Lebens

### Lernziel

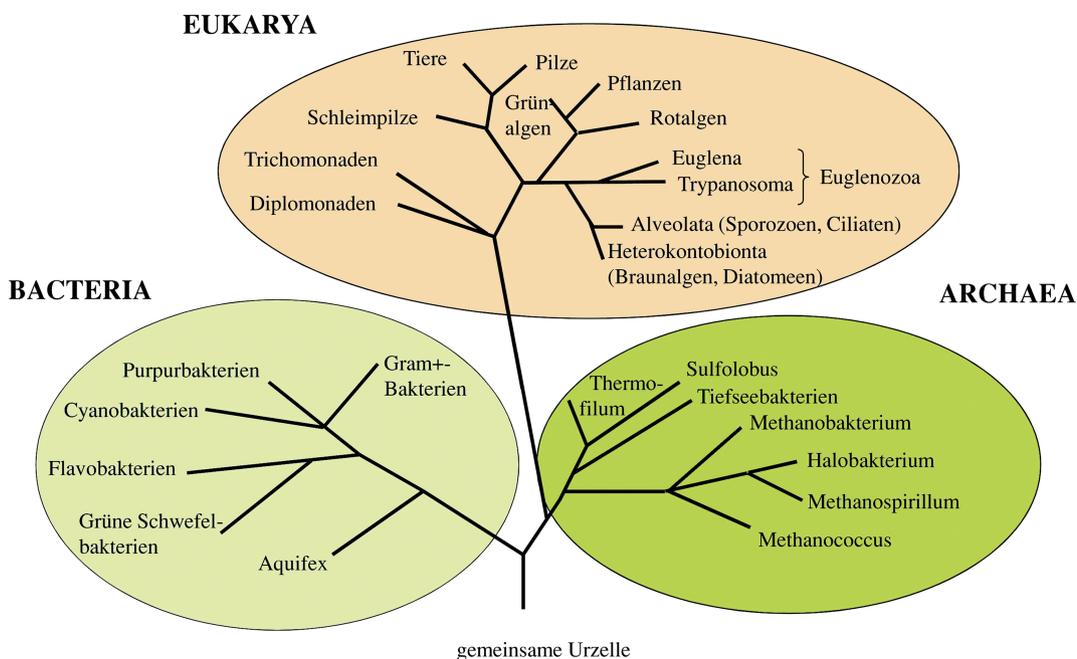
Dieses Kapitel bietet eine kurze Einführung in den Aufbau von pro- und eukaryotischen Zellen sowie von Viren.

Die Grundeinheit des Lebens ist die **Zelle**. Sie bildet das Grundelement aller **Prokaryoten** (d.h. Zellen ohne Zellkern, z.B. **Bacteria** und **Archaea**) und **Eukaryoten** (oder **Eukarya**) (d.h. Zellen mit Zellkern, z.B. Einzeller, Pilze, Pflanzen und Tiere). Zellen sind kleine membranumschlossene Einheiten mit einem Durchmesser von 1–20 µm, die mit konzentrierten wässrigen Substanzlösungen gefüllt sind. Zellen werden nicht neu geschaffen, sondern sind in der Lage, sich selbst zu kopieren, d.h. sie gehen immer durch Teilung aus einer anderen Zelle hervor. Dies bedeutet, dass alle Zellen seit Entstehen des Lebens vor ca. 4 Milliarden Jahren in einer kontinuierlichen Linie miteinander verbunden sind. R. Virchow prägte 1885 den heute noch gültigen Lehrsatz „*omnis cellula e cellulae*“.

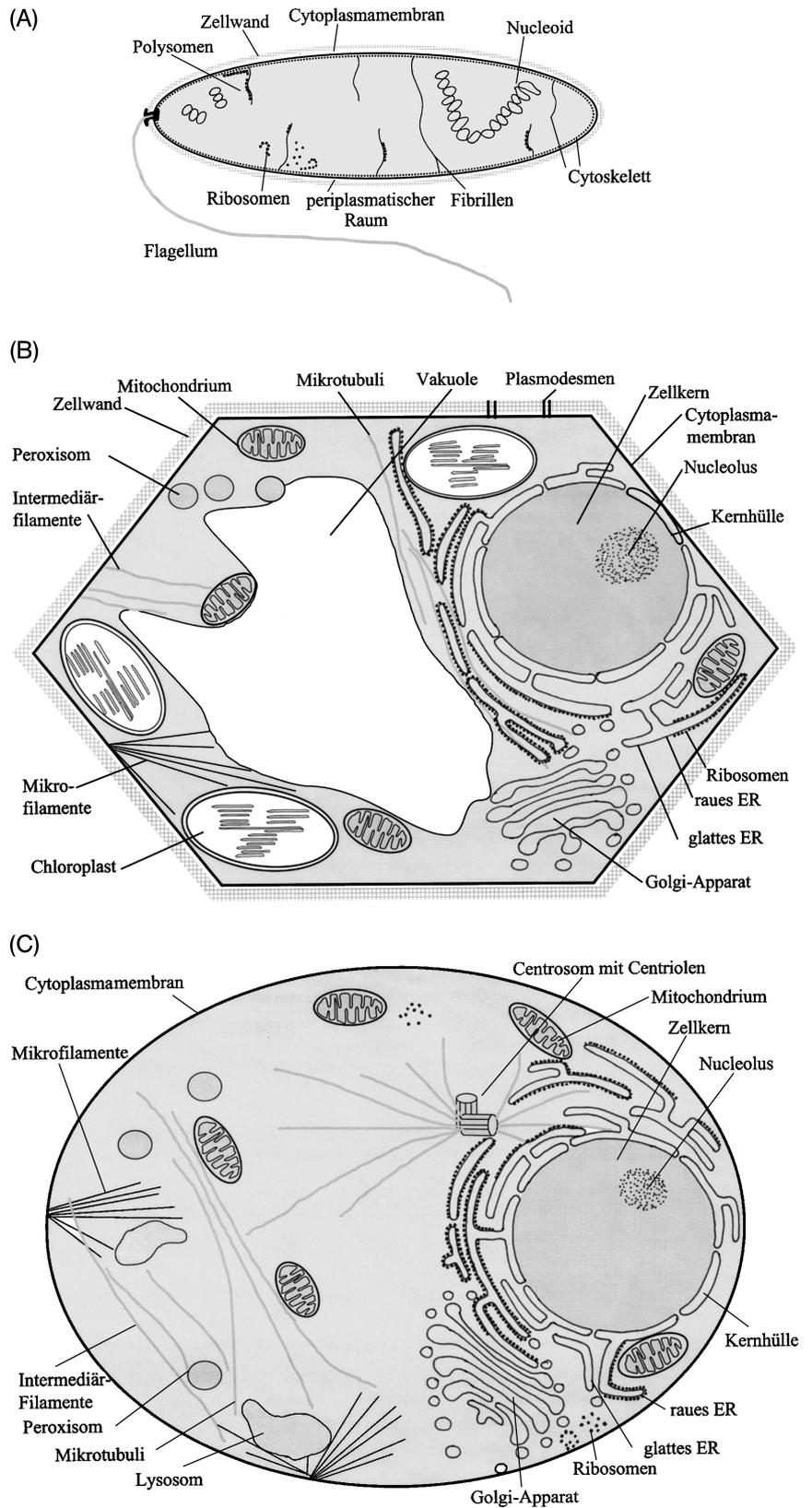
Bedingt durch die gemeinsame Evolution und Phylogenie (Abb. 1.1) aller Organismen sind Aufbau und Zusammensetzung aller Zellen sehr ähnlich. Wir können die Betrachtung der allgemeinen Eigenschaften der Zelle deshalb auf wenige Grundtypen (Abb. 1.2) beschränken:

- Bakterienzelle
- Pflanzenzelle
- Tierzelle

**Abb. 1.1** *Tree of Life* – Phylogenie der Lebensdomänen. Zur Rekonstruktion dieses Stammbaums wurden Nucleotidsequenzen der 16S rRNA, Aminosäuresequenzen von Cytoskelettproteinen und Zellstrukturmerkmale herangezogen. Prokaryoten werden in Bacteria und Archaea unterschieden. Die Archaea bilden eine Schwestergruppe mit den Eukarya und teilen einige Merkmale mit ihnen (Tab.1.1). Bei den Eukaryoten kann man mehrere monophyletische Gruppierungen erkennen (Diplomonaden/Trichomonaden, Euglenozoa, Alveolata, Heterokontobionta (Stramenopilata), Rotalgen und Grünalgen/Pflanzen, Pilze und Tiere; s. Tab. 6.3–6.5 für Einzelheiten).

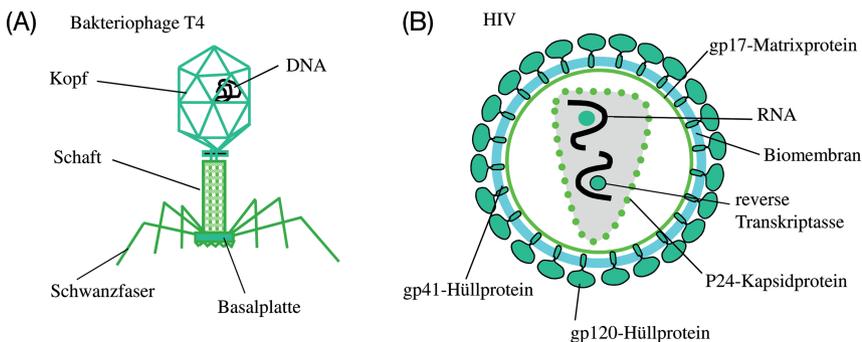


**Abb. 1.2** Schematischer Aufbau prokaryotischer und eukaryotischer Zellen. (A) Bakterienzelle; (B) Pflanzliche Mesophyllzelle; (C) Tierische Zelle.



Merkmal	Prokaryoten		Eukaryoten
	Archaea	Bacteria	
Organisationsform	einzellig	einzellig	ein- oder mehrzellig
<b>Cytologie</b>			
Interne Membranen	selten	selten	immer (Tab. 1.2)
Kompartimente	nur Cytoplasma	nur Cytoplasma	viele (Tab. 1.2)
Organellen	nein	nein	Mitochondrien; Plastide
Ribosomen	70S	70S	80S (mt, cp: 70S)
Membranlipide	Etherlipide	Esterlipide, Hopanoide	Esterlipide, Sterole
Zellwand	Pseudopeptidoglykan, Polysaccharide, Glykoproteine	Murein (Peptidoglykan), Polysaccharide, Proteine	Pfl: Polysaccharide, Cellulose Pilze: Chitin; Tiere: keine
Cytoskelett	FtsZ- und MreB-Protein	FtsZ- und MreB-Protein	Tubulin, Aktin, Intermediärfilamente
Zellteilung	Septenbildung	Septenbildung	Mitose
<b>Genetik</b>			
Kernstruktur	Nucleoid	Nucleoid	membranumschlossener Zellkern
Rekombination	konjugationsähnlich	Konjugation	Meiose, Syngamie
Chromosom	ringförmig, einzeln	ringförmig, einzeln	linear, mehrere
Introns	selten	selten	häufig
nicht kodierende DNA	selten	selten	überwiegend
Operonstruktur	ja	ja	nein
Extrachromosomale DNA	Plasmide (linear)	Plasmide (ringförmig)	mt DNA, cpDNA, Plasmide bei Pilzen
Transkription/ Translation	gleichzeitig	gleichzeitig	Transkription im Zellkern Translation im Cytoplasma
Promotorstruktur	TATA-Box	-35 und -10 Sequenzen	TATA-Box
RNA-Polymerasen	mehrere (je 8–12 Untereinheiten)	1 (4 Untereinheiten)	3 (je 12–14 Untereinheiten)
Transkriptionsfaktoren	ja	nein (sigma-Faktor)	ja
Initiator-tRNA	Methionyl-tRNA	N-Formylmethionyl-tRNA	Methionyl-tRNA
Cap-Struktur der mRNA			
Polyadenylierung	nein	nein	ja

**Tab. 1.1** Vergleich der wichtigsten biochemischen und molekularen Merkmale der drei Lebensdomänen. Pfl=Pflanzen, Pi=Pilze, T=Tiere; mt= Mitochondrien, cp=Plastide



**Abb. 1.3** Schematischer Aufbau von Bakteriophagen und Viren. (A) Bakteriophage T4; (B) Struktur eines Retrovirus, hier HIV (Erreger von AIDS).

**Tab. 1.2** Kompartimente in tierischen und pflanzlichen Zellen und ihre Hauptfunktion.

T=Tier, P=Pflanze

Kompartiment	Vorkommen		Funktion
	Tier	Pflanze	
Zellkern	T	P	beherbergt Chromosomen; Ort der Replikation, Transkription und Aufbau der Ribosomen-Untereinheiten
Endoplasmatisches Retikulum			
raues ER	T	P	posttranslationale Modifikation von Proteinen
glattes ER	T	P	Synthese von Lipiden und lipophilen Substanzen
Golgi-Apparat	T	P	posttranslationale Modifikation von Proteinen; Modifikation der Zuckerketten
Lysosom	T		speichert hydrolytische Enzyme; baut Organelle, eingedrungene Mikroorganismen (Makrophagen) und Makromoleküle ab
Vakuole		P	dient zur Speicherung von Reservestoffen, Abwehr- und Signal-Substanzen; speichert hydrolytische Enzyme, zum Abbau von Makromolekülen
Mitochondrium	T	P	durch Endosymbiose entstandenes Organell; enthält ringförmige DNA, eigene Ribosomen; Enzyme des Citratzyklus, Beta-Oxidation und der Atmungskette (ATP-Gewinnung)
Chloroplast		P	durch Endosymbiose entstandenes Organell; enthält ringförmige DNA, eigene Ribosomen; Chlorophyll und Proteine der Photosynthese, Enzyme der CO <sub>2</sub> -Fixierung und Glucosebildung (Calvin-Zyklus)
Peroxisom	T	P	enthält Enzyme, die H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> bilden und abbauen können
Cytoplasma	T	P	enthält alle Kompartimente, Organelle und das Cytoskelett der Zelle; viele enzymatische Reaktionen (z. B. Glykolyse) laufen hier ab

In Tab. 1.1 sind die wichtigsten biochemischen und zellbiologischen Merkmale der Archaea, Bacteria und Eukarya im Vergleich zusammengefasst. Einzelheiten werden in späteren Kapiteln erörtert.

Viren und Bakteriophagen (Abb. 1.3) haben keinen eigenen Stoffwechsel und zählen deshalb nicht zu den Organismen im engeren Sinne. Sie besitzen jedoch einige Makromoleküle und Strukturen, die auch in Zellen vorkommen. Viren und Bakteriophagen sind auf Wirtszellen zur Vermehrung angewiesen und dadurch eng mit deren Physiologie und Struktur verbunden.

Ein auffälliges Merkmal der eukaryotischen Zellen besteht in der Ausbildung von inneren, membranumschlossenen Kompartimenten (Tab. 1.2). Dadurch können viele Stoffwechselvorgänge gleichzeitig ablaufen, ohne sich gegenseitig zu stören.

Bei den im Folgenden diskutierten Gemeinsamkeiten aller Zellen sollte man aber die diversen zellulären Differenzierungen, die bei mehrzelligen Organismen auftreten, nicht aus den Augen verlieren. Wir Menschen haben über 200 unterschiedliche Zelltypen in unserem Körper, die im Zuge einer Arbeitsteilung unterschiedliche Strukturen und Ausstattungen aufweisen. Die Spezialisierungen müssen im Einzelnen verstanden werden, wenn man z. B. zellspezifische Störungen wie z. B. Krebserkrankungen verstehen und behandeln möchte.

Bevor die zellulären Strukturen und ihre Funktion im Einzelnen besprochen werden (s. Kap. 3–5), erfolgt im nächsten Kapitel eine kurze Zusammenfassung der biochemischen Grundlagen der Zell- und Molekularbiologie.