

1. Viren: Kennzeichen einer vielfältigen Gruppe

Viren sind keine Lebewesen. Sie sind viel einfacher gebaut als alle bekannte Zellen und bis zu hundertmal kleiner. Sie bestehen aus Zusammenlagerungen relativ weniger Molekülarten, darunter auch einem Molekül mit der Erbinformation, RNA oder DNA. Bereits in den 1950er Jahren erkannte man erstmals am *Tabakmosaikvirus*, dass sich aus den wenigen Molekülarten, die den Virus ausmachen, unter optimalen Bedingungen in einem Gefäß durch spontane Zusammenlagerung, intakte infektiöse Viren entstehen. Auch in den befallenen Zellen erfolgt der Zusammenbau der Viruskomponenten ohne Hilfe von Enzymen oder Energiequellen, man spricht von **Selbstassemblierung (self assembly)**. Wie ineinandergreifende Puzzleteile ist der spezielle Bau der Einzelkomponenten und die hochpräzise Zusammenlagerung durch zwischenmolekulare Kräfte für diese Selbstorganisation verantwortlich. Dieses Bauprinzip aus weniger Molekülarten führt auch zu den hochregelmäßigen geometrischen Formen der meisten Viren.

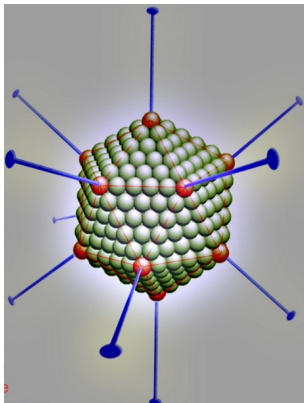


Abb. 1.1: Hochregelmäßiger Bau eines Viruspartikel. hier: Adenovirus. Q: wikicommons. A: Gleiberg

Der Hauptunterschied zwischen Viren und Lebewesen ist, dass Viren gar keinen Stoffwechsel besitzen. Eine eigenständige Proteinbiosynthese und eine Viren-Vermehrung durch Replikation der Erbinformation ist deshalb durch sie selbst nicht möglich. So sind Viren auf Wirtsorganismen angewiesen, die diese Aufgaben für sie übernehmen. Je nach Virusart werden Zellen von Eukaryoten, Bakterien oder Archaeen befallen. Viren die Bakterien befallen werden als **Bakteriophagen** bezeichnet. Damit Viren an die Wirtszellen binden können, besitzen sie auf der Oberfläche spezielle Proteine. Im Anschluss wird die Erbinformation in die Wirtszelle eingeschleust.

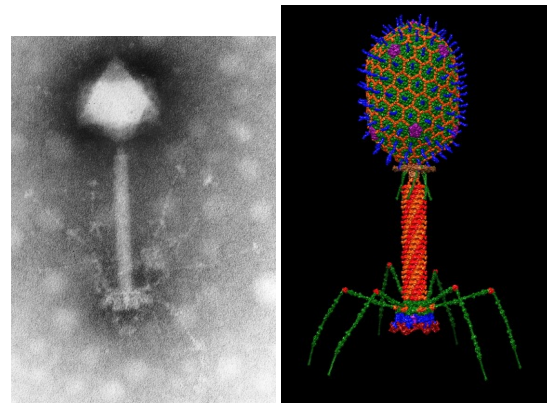


Abb. 1.2: Elektronenmikroskopische Abbildung und Molekülmodell eines Bakteriophagen. Q: wikicommons. A: links: Hans-Wolfgang Ackermann, rechts: Dr. Victor Padilla-Sanchez, PhD

2. DNA-Viren und die Vermehrungszyklen der Viren

DNA-Viren nutzen Desoxyribonukleinsäure als ihr genetisches Material. Zu dieser Gruppe gehören beispielsweise die **Herpes-Viren** oder der **Epstein-Barr-Virus**, der das Pfeiffersche Drüsenfieber verursacht. Nachdem ihre DNA in das Innere einer Wirtszelle gelangt ist, kapern sie die zelluläre Maschinerie für ihre Vermehrung: Zunächst wird die virale DNA durch **Transkription** von den **zellulären RNA-Polymerasen** in virale Boten-RNA (mRNA) umgeschrieben. Diese mRNA wird anschließend von den **Ribosomen** der Wirtszelle während der **Translation** in virale Proteine übersetzt. Zu diesen Proteinen gehören sowohl Strukturproteine für den Virusaufbau als auch Enzyme, die für die Replikation des viralen Genoms notwendig sind. Die Vervielfältigung

der viralen DNA selbst übernehmen dabei die **zellulären DNA-Polymerasen** der Wirtszelle. Die DNA-Viren und die weiter unten vorgestellten Retroviren können zwei unterschiedliche Vermehrungszyklen durchlaufen, die oft vom Zustand der Wirtszelle und äußeren Signalen abhängen:

2.1 Der lysogene Zyklus (latente Phase)

Im **lysogenen Zyklus** wird die virale DNA nicht sofort vervielfältigt und neue Viren gebildet, sondern stattdessen in die DNA der Wirtszelle integriert. Man spricht dann von einem **Provirus**. Bei Bakterienviren, den Bakteriophagen, wird dieser integrierte Zustand als **Prophage** bezeichnet.

Einmal in die Wirts-DNA eingebaut, wird das *Provirus* bei jedem **Durchlauf des Zellzyklus** der Wirtszelle zusammen mit deren Genom repliziert. Dadurch wird die virale DNA an alle **Tochterzellen** weitergegeben, ohne dass die Zelle dabei geschädigt wird. Das Virus verbleibt in einem "schlafenden" oder latenten Zustand und kann sich unauffällig mit der Wirtszelle vermehren.

2.2 Der lytische Zyklus (aktive Phase)

Unter bestimmten Bedingungen, beispielsweise bei Stress für die Wirtszelle, kann das Provirus aus dem *lysogenen* Zyklus in den **lytischen Zyklus** übergehen.

Im lytischen Zyklus wird die replizierte virale DNA nicht mehr in das Wirtsgenom eingebaut, sondern liegt im

Zellkern oder Zytoplasma frei vor. Durch die zelluläre Proteinbiosynthese entstehen mittels **Transkription** und **Translation** nun alle erforderlichen viralen Komponenten in großen Mengen. Diese Komponenten, zusammen mit dem neu synthetisierten viralen Erbgut, lagern sich spontan zu dutzenden bis hunderten **intakter Viruspartikeln (Virionen)** zusammen.

Am Ende des lytischen Zyklus platzt die Wirtszelle auf, wobei die Zellmembran zerstört wird. Dabei werden die neuen Viren freigesetzt. Der Abschluss des lytischen Zyklus bedeutet also immer den Tod der Wirtszelle. Die freigesetzten Viren können dann neue Zellen oder sogar neue Organismen befallen und den Zyklus von Neuem starten.

2.1 Benennen/Beschreiben Sie die Vorgänge folgender Abbildung stichwortartig.

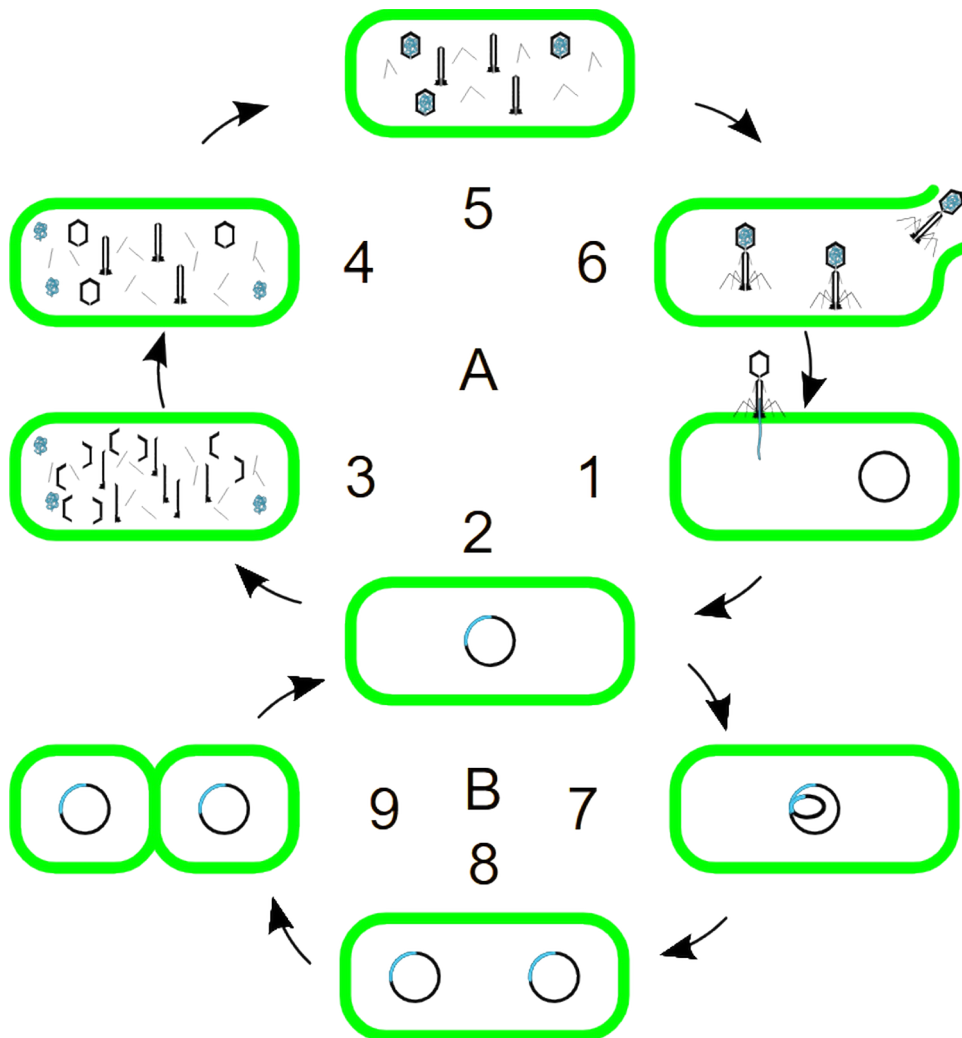


Abb. 2.1 Vermehrungszyklen von Viren (hier: Bakteriophage). Q: wikicommons. A: Marek M

3. RNA-Viren

RNA-Viren besitzen RNA als Erbinformation. Zu dieser Gruppe gehören Krankheitserreger wie **Influenzaviren**, die Grippe verursachen, oder **Coronaviren**, die für COVID-19 verantwortlich sind.

Zellen können nur DNA mit ihrer zelluläre DNA-Polymerase replizieren, die virale Erbinformation in Form von RNA also nicht. Deshalb codieren RNA-Viren auf ihrer eigenen RNA auch für eine **RNA-abhängige RNA-Polymerase**. Die Wirtszelle bildet durch gewöhnliche *Translation* das entsprechende Enzym. Wie der Name andeutet, ermöglicht dieses Enzym direkt RNA-Stränge von einer RNA-Vorlage zu synthetisieren. So wird das virale RNA-Genom vervielfältigt und auch die mRNA für die Proteinproduktion hergestellt. Der gesamte Prozess findet meist im Zytoplasma statt. Ein lysogener Zyklus mit einem Einbau als Provirus in das Genom der Wirtszelle findet bei RNA-Viren nicht statt. Sofort nach Befall verausgabt sich die befallene Zelle mit der Produktion von

intakten Viruspartikeln, die anschließend beim Aufplatzen freigesetzt werden

4. Retroviren

Auch die **Retroviren** besitzen RNA als Erbinformation. Hierzu gehört beispielsweise das **HI-Virus (HIV)**, das die Krankheit AIDS auslöst. Retroviren bringen das Enzym **Reverse Transkriptase** mit. Dieses Enzym ist in der Lage, die virale RNA in eine doppelsträngige DNA umzuschreiben, man spricht von der reversen Transkription, also entgegen dem normalen Informationsfluss "DNA zu RNA". Diese neu entstandene virale DNA wird dann mithilfe des viralen Enzyms Integrase in das Genom der Wirtszelle für den lysogenen Zyklus integriert. Während dieses Zyklus liegt der Virus als sogenannter Provirus vor. Von dieser integrierten DNA aus, kann die Wirtszelle dann mithilfe ihrer **zellulären RNA-Polymerase** neue virale RNA-Genome und mRNA für die Proteine produzieren. Im lytischen Zyklus kommt es dann zur Freisetzung neuer Retroviren.

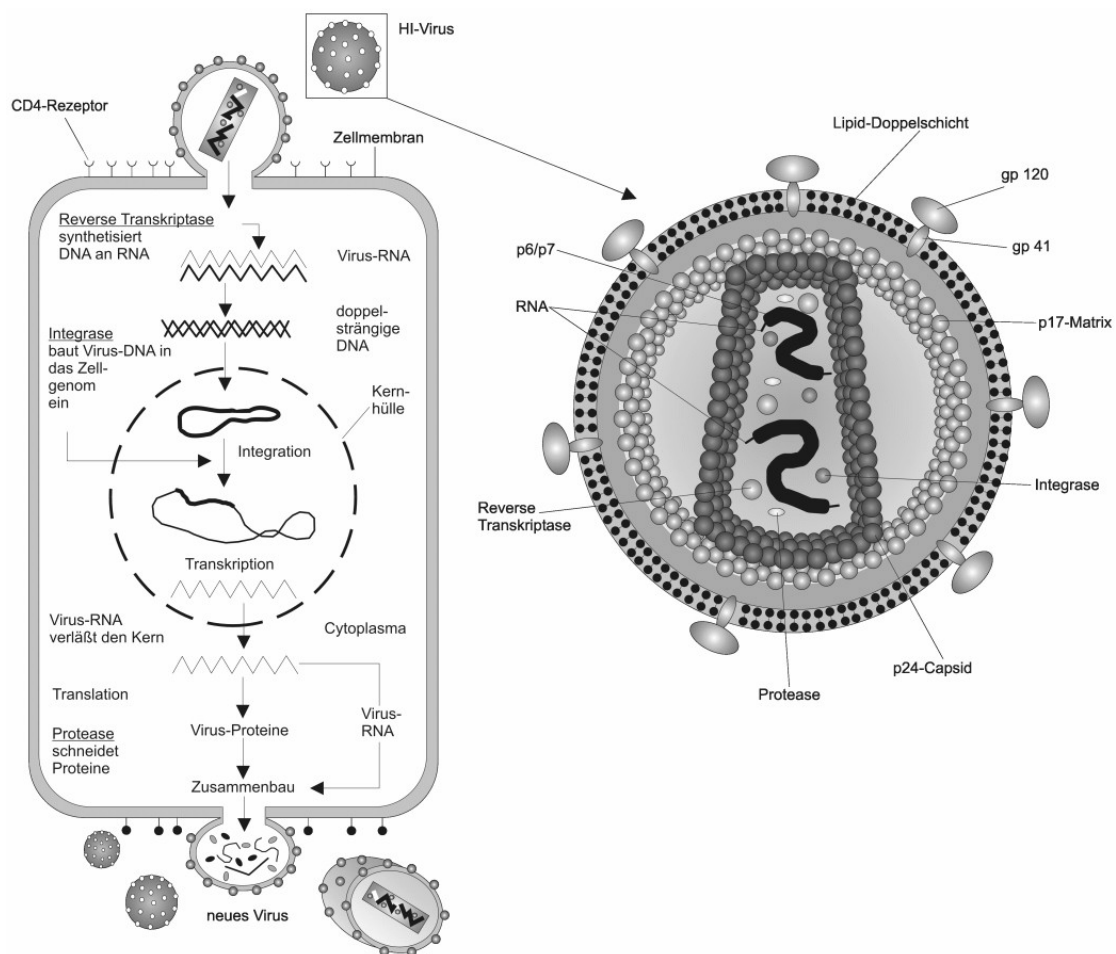


Abb. 4.1: Aufbau und Vermehrung des HI-Virus. Q: wikicommons. A: Daniel Beyer

5. Weitere Aufgaben

5.1 Bei einigen viralen Infektionskrankheiten, können zwischen der Infektion und dem Krankheitsausbruch viele Jahre vergehen. Begründen Sie.

5.2 HI-Viren befallen T-Helferzellen. Welche Auswirkungen sind zu erwarten?