**Bau Retrovirus (HIV)**

Ein Retrovirus ist von einer Phospholipid-Doppelschicht umhüllt, in der virale Oberflächenproteine (Glykoproteine, GP41) verankert sind. An diese sind durch nicht-kovalente Wechselwirkungen Glykoproteine (GP120) aufgelagert. Diese Glykoproteine dienen der Wirtszellerkennung, welche nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an die Rezeptoren der Wirtszelle passen. Das HI-Virus enthält als Erbgut zwei identische einzelsträngige RNA-Moleküle, die von einer Proteinhülle (Capsid) umgeben sind. Außerdem sind im Capsid drei Enzyme, die Reverse Transkriptase, die Integrase sowie die Protease enthalten. An der Innenseite der Phospholipid-Doppelschicht liegt eine weitere Proteinschicht, die Matrix.

**Arbeitsauftrag:** Beschriften Sie das Modell des HI-Virus.

Reverse Transkriptase (Enzym)

**Expertenbox (Zusatzwissen):**

**Einteilung der tierischen Viren nach Klassen**

|  |  |
| --- | --- |
| **Klasse**/Beispiele | Krankheit(en) |
| **I. Doppelsträngige DNA (dsDNA):** | |
| Adenoviren | Atemwegserkrankungen, Tumore |
| Papovaviren | Papillomaviren, SV40 (Gebärmutterhalskrebs, Warzen) |
| Herpesviren | Herpes simplex I und III (Hitzebläschen) |
| **II. Einzelsträngige DNA (ssDNA):** | |
| Parvoviren | B19- Parvoviren (leichter Ausschlag) |
| **III. Doppelsträngige DNA (dsDNA):** | |
| Reoviren | Rotavirus (Durchfall) |
| **IV. Einzelsträngige RNA (ssDNA) dient als mRNA:** | |
| Coronaviren | schweres, akutes Atemwegssyndrom (SARS) |
| **V. Einzelsträngige RNA (ssRNA) Matrize für die mRNA-Synthese:** | |
| Orthomyxoviren | Influenzavirus („echte“ Grippe) |
| Paramyxoviren | Masernvirus, Mumpsvirus |
| **VI. Einzelsträngige RNA (ssRNA) Matrize für die DNA-Synthese:** | |
| Retroviren | HI-Virus (AIDS) |

.

**Vermehrung eines Retrovirus (HI-Virus)**

Zellkern

**Arbeitsauftrag:**

Zusammenbau „self assembly“

Rezeptor-vermittelte Phagozytose

Transkription

reverse Transkription

**Haptisch**: Ordnen Sie der Abbildung Vermehrungszyklus eines Retrovirus die folgenden Textbausteine zu und beschriften Sie die Abbildung.

**Digital:** Schieben Sie die Textbausteine an die passenden Stellen in der Abbildung des Vermehrungszyklus eines Retrovirus.

virale RNA

Exozytose

Translation

Spaltung durch Protease

HI-Virus

HI-Virus

virale DNA

Integration

DNA-RNA-Hybrid

Wirts-Chromosom mit integrierter viraler DNA

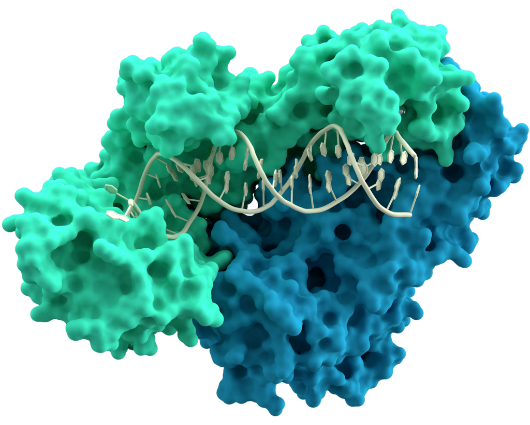


Abb. Reverse Transkriptase Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reverse_transcriptase_3KLF_labels.png>, CC BY-SA 3.0, Thomas Splettstoesser

Polymerase

RNaseH

**Informationsbox: reverse Transkription**

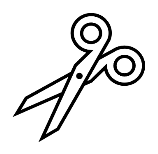
Die reverse Transkriptase erfüllt drei katalytische Aktivitäten.

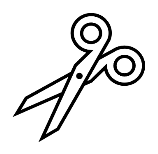
* Sie schreibt mithilfe eines Primers die RNA in DNA um (RNA-abhängige DNA-Polymerase), ein DNA-RNA-Hybrid entsteht.
* Die RNA wird anschließend abgebaut (RNaseH-Aktivität).
* Danach wird die DNA zum Doppelstrang synthetisiert (DNA-abhängige DNA-Polymerase)

Das Produkt ist die komplementäre DNA (cDNA).

**Arbeitsauftrag: Strukturlegen** (Gruppenarbeit: 2–3 Personen)

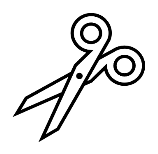
1. Jeder Teilnehmer erhält Modell-Bestandteile der Vermehrung eines Retrovirus. Überlegen Sie, wofür ihre Bestandteile benötigt werden.
2. Gehen Sie in der Gruppe zusammen und bringen Sie ihre Bestandteile in eine sinnvolle Struktur. Zeichnen Sie auf einem DIN-A-3-Papier eine Wirtszelle und kleben Sie ihre Bestandteile auf. Ergänzen Sie die Struktur mit fehlenden Bestandteilen und Beschriftungen.
3. Bereiten Sie sich vor, Ihr Ergebnis der Klasse vorzustellen.





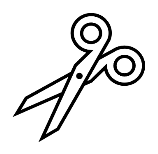
HI-Virus neues HI-Virus

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Reverse Transkriptase Integrase

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Protease ins Wirts-Chromosom integrierte virale DNA

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Virus-Proteine Virus-RNA

**Genomstruktur eines Retrovirus (HI-Virus)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Genomstruktur-Bestandteile** | | **Funktion** |
| **Gene** | codiert für… | |
| *gag*  *(gruppenspezifische Antigene)* | Matrix- und Capsid-Proteine |  |
| *pol*  *(Polymerase)* | Virus-Enzyme:  reverse Transkriptase  Integrase  Protease |  |
| *env (envelope)* | Glykoproteine der Hülle gp41 und gp120 |  |
| **LTR (long terminal repeat)** | | Start und Ende der Transkription sowie Integration |
| **Ψ (PSI)** | | Verpackungssignal der RNA |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5`-LTR | Ψ | *gag* | *pol* | *env* | 3`-LTR |

Abb. Genomstruktur eines HI-Virus

**Arbeitsauftrag:** Ergänzen Sie die Tabelle und beschreiben Sie die Funktionen der einzelnen Virus-Genom-Bestandteile.

**Aufgaben:**

1. Beschreiben Sie, wodurch die Phospholipid-Doppelschicht eines Virus entsteht, obwohl keine entsprechende genetische Information im Virus vorhanden ist.
2. Erklären Sie, wie das HI-Virus über viele Jahre versteckt im Körper überdauern kann.
3. Stellen Sie in einem Fließdiagramm das „Zentrale Dogma der Molekularbiologie“ dar und ergänzen Sie, wie die Weitergabe genetischer Information bei der retroviralen Vermehrung realisiert wird.

**Lösung: Bau Retrovirus (HIV)**

Ein Retrovirus ist von einer Phospholipid-Doppelschicht umhüllt, in die virale Oberflächenproteine (Glykoproteine, GP41) verankert sind. An diese sind durch nicht-kovalente Wechselwirkungen Glykoproteine (GP120) aufgelagert. Diese Glykoproteine dienen der Wirtszellerkennung, welche nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip in die Rezeptoren der Wirtszelle passen. Das HI-Virus enthält als Erbgut zwei identische einzelsträngige RNA-Moleküle, die von einer Hülle aus Capsid-Proteinen umgeben sind. Außerdem sind im Capsid drei Enzyme, die Reverse Transkriptase, die Integrase sowie die Protease enthalten. An der Innenseite der Phospholipid-Doppelschicht liegt eine weitere Proteinschicht, die Matrix.

**Arbeitsauftrag:** Beschriften Sie das Modell des HI-Virus.

Glykoprotein, GP41

Glykoprotein, GP120

Phospholipid-Doppelschicht

Proteinschicht (Matrix)

Proteinhülle (Capsid)

RNA (Erbgut)

Reverse Transkriptase (Enzym)

Protease (Enzym)

Integrase (Enzym)

**Expertenbox (Zusatzwissen):**

**Einteilung der tierischen Viren nach Klassen**

|  |  |
| --- | --- |
| **Klasse**/Beispiele | Krankheit(en) |
| **I. Doppelsträngige DNA (dsDNA):** | |
| Adenoviren | Atemwegserkrankungen, Tumore |
| Papovaviren | Papillomaviren, SV40 (Warzen, Gebärmutterhalskrebs) |
| Herpesviren | Herpes simplex I und III (Hitzebläschen) |
| **II. Einzelsträngige DNA (ssDNA):** | |
| Parvoviren | B19- Parvoviren (leichter Ausschlag) |
| **III. Doppelsträngige DNA (dsDNA):** | |
| Reoviren | Rotavirus (Durchfall) |
| **IV. Einzelsträngige RNA (ssDNA) dient als mRNA:** | |
| Coronaviren | schweres, akutes Atemwegssyndrom (SARS) |
| **V. Einzelsträngige RNA (ssRNA) Matrize für die mRNA-Synthese:** | |
| Orthomyxoviren | Influenzavirus (echte Grippe) |
| Paramyxoviren | Masernvirus, Mumpsvirus |
| **VI. Einzelsträngige RNA (ssRNA) Matrize für die DNA-Synthese:** | |
| Retroviren | HI-Virus (AIDS) |

**Vermehrung eines Retrovirus (HI-Virus)**

Integration

DNA-RNA-Hybrid

HI-Virus

Spaltung durch Protease

virale DNA

Wirts-Chromosom mit integrierter viraler DNA

Translation

reverse Transkription

virale RNA

Rezeptor-vermittelte Phagozytose

HI-Virus

Transkription

Zusammenbau „self assembly“

Exozytose

Zellkern

**Genomstruktur eines Retrovirus (HI-Virus)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Genomstruktur-Bestandteile** | | **Funktion** |
| **Gene** | codiert für… | |
| *gag*  *(gruppenspezifische Antigene)* | Matrix- und Capsid-Proteine | Abgrenzung des Virus  Schutz der RNA und Enzyme vor Abbau |
| *pol*  *(Polymerase)* | Virus-Enzyme:  reverse Transkriptase  Integrase  Protease | Umschreiben von Virus-RNA in Virus-DNA  Integration der Virus-DNA ins Wirtsgenom  Spaltet neu synthetisierte Proteine in funktionelle Proteine  (Wort-Herleitung, Prot: Protein, Endung ‑ase: Enzym: Enzyme, die die Hydrolyse von Peptidbindungen katalysieren) |
| *env (envelope)* | Glykoproteine der Hülle gp41 und gp120 | Oberflächenproteine dienen der Wirtszellerkennung, passt wie Schlüssel zu Schloss in Rezeptoren der Wirtszelle. |
| **LTR (long terminal repeat)** | | Start und Ende der Transkription sowie Integration |
| **Ψ (PSI)** | | Verpackungssignal der RNA |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5`-LTR | Ψ | *gag* | *pol* | *env* | 3`-LTR |

Abb. Genomstruktur eines HI-Virus

**Arbeitsauftrag:** Ergänzen Sie die Tabelle und beschreiben Sie die Funktionen der einzelnen Virus-Genomstruktur-Bestandteile.

**Aufgaben:**

1. Beschreiben Sie, wodurch die Phospholipid-Doppelschicht eines Virus entsteht, obwohl keine entsprechende genetische Information im Virus vorhanden ist.
2. Erklären Sie, wie das HI-Virus über viele Jahre versteckt im Körper überdauern kann.
3. Stellen Sie in einem Fließdiagramm das „Zentrale Dogma der Molekularbiologie“ dar und ergänzen Sie, wie die Weitergabe genetischer Information bei der retroviralen Vermehrung realisiert wird.

**Lösung: Aufgaben:**

1. **Beschreiben Sie, wodurch die Phospholipid-Doppelschicht eines Virus entsteht, obwohl auf dem Genom keine Gene liegen, die für Phospholipide codieren.**

Die Virus-Bestandteile setzen sich zu neuen Viren zusammen und verlassen die Wirtszelle durch Exozytose. Dadurch bildet sich die Phospholipid-Doppelschicht des Virus aus der Zellmembran der Wirtszelle.

1. **Erklären Sie, wie das HI-Virus über viele Jahre versteckt im Körper überdauern kann.**

Da das virale Erbgut in die chromosomale DNA eingebaut wird, kann sich das Virus über Jahre verstecken, wird aber bei jeder Zellteilung weitergegeben.

1. **Stellen Sie in einem Fließdiagramm das „Zentrale Dogma der Molekularbiologie“ dar und ergänzen Sie, wie die Weitergabe genetischer Information bei der retroviralen Vermehrung realisiert wird.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reverse Transkription** | | |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **DNA** |  | **RNA** |  | **Protein** |
|  | **Transkription** |  | **Translation** |  |
|  |  |  |  |  |
| **DNA-Replikation** | |  | |  |