

Die Geschichte der Virologie

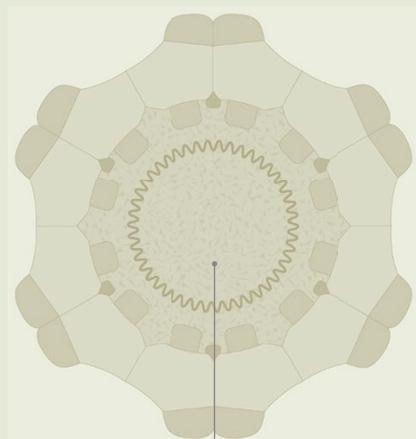
abtötete. Er bezeichnete sie als „Bakteriophage“ („Bakterienfresser“). Er entdeckte weitere Bakteriophagen und es kam die Hoffnung auf, dass sich damit womöglich Erkrankungen durch Bakterien bekämpfen lassen. Die Bakteriophagen waren filtrierbar und damit Viren; das Wort „Phagen“ verwendet man noch heute für die Viren der Bakterien. Die Idee einer Phagentherapie wurde zwar durch die Entdeckung der Antibiotika überholt, ist aber immer noch im Gespräch und wurde in der Landwirtschaft und bei bestimmten Hautkrankheiten des Menschen im Experiment angewendet. Aufgrund der besorgniserregenden Zunahme von Antibiotikumresistenzen bei einigen sehr gefährlichen bakteriellen Erregern könnte eine Phagentherapie durchaus geeignet sein, diese zu bekämpfen.

Die wahre Natur der Bakteriophagen und anderer Viren ließ sich erst mit der Erfindung des Elektronenmikroskops in den 1930er-Jahren aufklären. Das erste Bild eines Tabakmosaikvirus wurde 1939 veröffentlicht. In den 1940er-Jahren wurde die Phage Group gegründet, ein informeller Zusammenschluss von bekannten amerikanischen Wissenschaftlern, die die Bakteriophagen erforschten und damit zu den Anfängen der Molekularbiologie beitrugen.

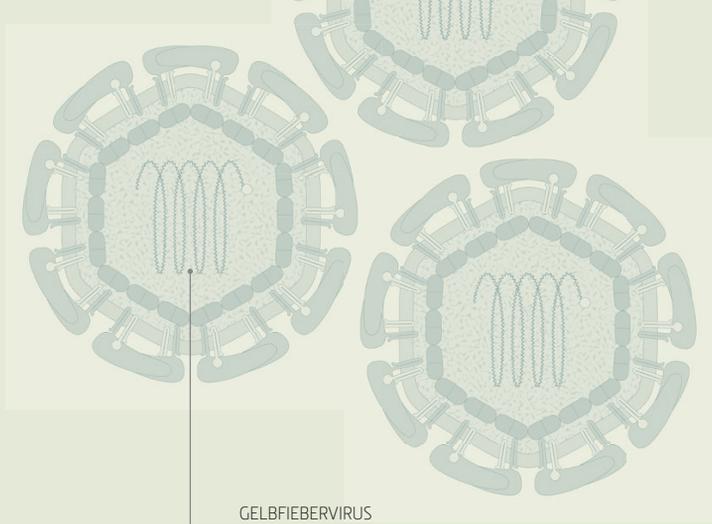
1935 gelang es dem amerikanischen Wissenschaftler Wendell Stanley, Kristalle des hoch gereinigten Tabakmosaikvirus herzustellen. Davor hatte man Viren als kleine lebende Organismen aufgefasst, aber die Tatsache, dass sie sich wie Salz oder eine andere Substanz kristallisieren ließen, deutete auf eher inaktive, chemische Eigenschaften hin. Das regte eine Debatte an, die bis heute fortbesteht: Sind Viren tatsächlich lebendig? Stanley zeigte auch, dass das Tabakmosaikvirus aus Proteinen und der Nucleinsäure RNA besteht. Damals wusste man noch nicht, dass das verwandte Molekül DNA die Erbsubstanz bildet; die meisten Wissenschaftler dachten damals, dass Gene aus Proteinen bestehen. In den 1950er-Jahren verwendete Rosalind Franklin die

Kristalle des Tabakmosaikvirus, um mithilfe der Röntgenbeugung die genaue Struktur des Virus zu bestimmen. Franklin nutzte diese Methode ebenfalls, um die DNA-Struktur zu untersuchen; ihre Ergebnisse verwendeten dann James Watson und Francis Crick, um die Doppelhelixstruktur der DNA zu zeigen.

Die Entdeckung in der Mitte des 20. Jahrhunderts, dass DNA die physische Substanz ist, aus der die Gene bestehen, führte zum sogenannten „zentralen Dogma“ (Francis Crick), nach dem von der DNA die Synthese komplementärer RNA-Stränge ausgeht, die dann die Proteinsynthese steuern. Auch hier kam es durch die Viren zu einer Veränderung: Die Entdeckung der Retroviren, bei denen die Gene aus RNA bestehen, die dann die Synthese von DNA bewirkt, stellte in den 1970er-Jahren buchstäblich die Wissenschaft auf den Kopf. Retroviren bilden keine seltsame Nische der Wissenschaft. Zu ihnen gehört etwa das menschliche Immunschwächevirus (HIV-1), das AIDS hervorruft. Man nimmt an, dass die Aktivitäten von Retroviren unsere eigene genetische Beschaffenheit grundlegend beeinflusst haben.



ΦX174-PHAGE DER ENTEROBAKTERIEN



GELBFIEBERVIRUS

Wie werden Viren bezeichnet? Das allererste Virus wurde nach seinem Wirt und den Symptomen benannt, die es hervorruft: das Tabakmosaikvirus. Bei vielen Pflanzenviren ist man diesem Prinzip gefolgt, wobei letztendlich die Virologen, die mit den Viren arbeiten, die Bezeichnungen festlegen. Um die Bezeichnung der Viren zu standardisieren, wurde das International Committee for the Taxonomy of Viruses (ICTV) gegründet. Dessen erste Publikation 1971 umfasste 290 Virus-Spezies. Die neunte Publikation mit etwa 3000 Spezies erschien 2012; aber auch dies ist nur ein geringer Teil der Viren, die es auf der Erde gibt. Das ICTV, an dem Virologen aus aller Welt beteiligt sind, hat ein komplexes System entwickelt, das auf den lateinischen Bezeichnungen der Viren basiert, mit Spezies, Gattungen, Familien und Ordnungen. Die Bezeichnungen der Spezies und Gattungen werden von den Virologen festgelegt, die ein Virus als Erste beschrieben haben. Die höheren systematischen Bezeichnungen leiten sich normalerweise aus der Gattung ab oder beinhalten einen griechischen oder lateinischen Begriff, der die Eigenschaften des Virus benennt. So gehören etwa viele Bakteriophagen zur Ordnung Caudovirales, abgeleitet aus dem lateinischen Wort *cauda* für „Schwanz“, das sich auf die „Landevorrichtung“ dieser Viren bezieht. Die Bezeichnungen von Viren werden nur dann kursiv geschrieben, wenn sie von der ICTV offiziell anerkannt wurden. In diesem Buch verwenden wir die vollständigen offiziellen Bezeichnungen, verzichten aber auf die Kursivschreibung, um Verwirrungen zu vermeiden. Die Viren sind innerhalb ihrer Wirtsklasse in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt (nach ihren englischen Namen), wobei diejenigen, für die es noch keine EM-Fotos gibt, ans Kapitelende gestellt sind.

RECHTS: Wissenschaftler mit einer frühen Form des Elektronenmikroskops. Die Bilder werden mithilfe von Elektronen erzeugt, die einen sehr dünnen Gewebeschnitt passieren, sodass ein Elektronenschatten entsteht. Die Bilder werden manchmal angefärbt, um Strukturen hervorzuheben, so auch in diesem Buch.



Die Geschichte der Virologie

Zeitliche Entwicklung

1960

1964 Howard Temin postuliert, dass sich Retroviren replizieren, indem sie RNA in DNA umkopieren.

1970

1970 Howard Temin und David Baltimore entdecken die Reverse Transkriptase, ein Enzym der Retroviren, das RNA in DNA umschreibt.

1976 Erster Bericht über einen Ausbruch von Ebola in Zaire.

1976 Erste Sequenzierung eines Virus-RNA-Genoms (Bakteriophage MS2).

1978 Erste Klonierung einer infektiösen cDNA von einem Virus (Bakteriophage QB).

1979 Die Pocken werden für ausgerottet erklärt.

1890

1892 Dimitri Iwanowski zeigt, dass eine Pflanzenkrankheit durch Pflanzensaft übertragen werden kann und schließt daraus, dass der Saft ein Gift enthält.

1898 Martinus Beijerinck entdeckt das Tabakmosaikvirus; Friedrich Loeffler und Paul Frosch entdecken das Virus der Maul- und Klauen-Seuche.

1950

1950 Die Weltgesundheitsorganisation startet ein Programm, die Pocken durch Schutzimpfungen auszurotten.

1952 Alfred Hershey und Martha Chase zeigen, dass DNA das genetische Material ist, und verwenden dafür Bakterien und Viren.

1952 Jonas Salk entwickelt einen Polio-Impfstoff, indem er das abgeschwächte Virus in Kultur vermehrt.

1953 Beschreibung des ersten humanen Rhinovirus (Rhinoviren verursachen Erkältungen).

1955 Rosalind Franklin ermittelt die Struktur des Tabakmosaikvirus.

1956 Erste Beschreibung der RNA als genetisches Material beim Tabakmosaikvirus.

1980

1980 Entdeckung des ersten menschlichen Retrovirus.

1981 Erste Klonierung einer infektiösen cDNA von einem Säugetiervirus (Poliovirus).

1983 Die Polymerasekettenreaktion (PCR) revolutioniert den molekularen Nachweis von Viren.

1983 Entdeckung des Humanen Immunschwächevirus als Erreger von AIDS.

1986 Erste transgene virusresistente Pflanzen (Tabak, Tabakmosaikvirus).



1900

1901 Walter Reed entdeckt den Erreger des Gelbfiebers; das Gelbfiebervirus ist das erste bekannte Humanvirus.

1903 Beschreibung des Tollwutvirus beim Menschen.

1908 Wilhelm Ellerman und Oluf Bang entdecken ein Virus, das bei Hühnern Leukämie auslöst.



1910

1911 Peyton Rous entdeckt ein Virus, das bei Hühnern Krebs hervorruft.

1915 Frederick Twort entdeckt Viren bei Bakterien; Félix d'Herelle bezeichnet die bakteriellen Viren als Bakteriophagen („Bakterienfresser“).

1918 Influenzapandemie (das Virus wird erst 1933 entdeckt).



1940

1945 Salvador Luria und Alfred Hershey zeigen, dass bakterielle Viren mutieren.

1949 John Enders zeigt, dass das Poliovirus in Kultur vermehrt werden kann.



1930

1935 Wendell Stanley stellt Kristalle des Tabakmosaikvirus her und zieht den Schluss, dass Viren aus Proteinen bestehen.

1939 Erste Darstellung eines Virus (des Tabakmosaikvirus) im Elektronenmikroskop durch Helmut Ruska.



1990

1998 Das Abschalten von Genen wird als antivirale Reaktion entdeckt.



2000

2001 Die vollständige Sequenz des Humangenoms wird veröffentlicht; sie enthält 11 % retrovirale Sequenzen.

2001 Erste Untersuchung der viralen Metagenomik.

2003 Entdeckung von Riesenviren.

2006 Entwicklung des Impfstoffes gegen das menschliche Papillomvirus; erster Impfstoff gegen Krebs beim Menschen.

2011 Rinderpestvirus wird für ausgerottet erklärt.

2014 Ein 30.000 Jahre altes Virus aus einem Permafrostboden ist bei Amöben immer noch infektiös.

2014 Bisher stärkster Ausbruch von Ebola in Westafrika.

Umstrittene Viren

Wie alle Wissenschaften ist auch die Virologie ein Forschungsgebiet, in dem neue Ideen ausprobiert und diskutiert werden. Viele wichtige Fragen sind noch ungeklärt, dabei einige von grundlegender Bedeutung.

Sind Viren lebendig? Mit dieser Frage haben sich vor allem Wissenschaftsphilosophen abgemüht, jedoch nur wenige Virologen. Einige haben erklärt, dass Viren nur dann leben, wenn sie eine Zelle infizieren; wenn sie aber außerhalb der Zelle als eingekapseltes Partikel („Virion“) vorliegen, ruhen sie, etwa wie die Sporen von Bakterien oder Pilzen. Um die Frage zu beantworten, muss man erst einmal definieren, was Leben bedeutet. Es heißt manchmal, dass Viren nicht lebendig sind, weil sie keine eigene Energie erzeugen können. Doch ob sie nun lebendig sind oder nicht, niemand wird bestreiten, dass sie ein wichtiger Teil des Lebens sind.

Sind die Viren die vierte Domäne des Lebens? Darwin stellte sich als Erster einen Lebensbaum vor, um die Verwandtschaft der Organismen untereinander zu erklären. Ab den 1970er-Jahren ging man von drei Domänen aus: Bakterien, Archaeen und Eukaryoten. Die Bakterien und die Archaeen bilden jeweils ein eigenes Organismenreich, während die Eukaryoten stärker unterteilt sind: Dazu zählen die Tiere (also auch wir) sowie Pflanzen, Pilze und Algen. Bakterien und Archaeen sind einzellige Organismen, die keinen Zellkern haben und möglicherweise den Wurzeln des Lebensbaumes näher sind. Eukaryotische Zellen sind viel größer und enthalten abgegrenzte Zellkerne, in denen sich das genetische Material befindet und repliziert wird. Wo passen nun Viren in diesen „Lebensbaum“? Aufgrund der neueren Entdeckung von Riesenviren kam etwa die Vorstellung auf, dass es sich um eine eigene Domäne handelt. Viren können jedoch alle Lebensformen infizieren (selbst andere Viren). Wenn wir die Gene betrachten, die es in Viren und anderen Organismen gibt, entdecken wir, dass Virusgene überall vorkommen. Sie sind in die Genome aller Organismen integriert. Viren bilden also keine eigene Domäne, sondern verteilen sich im gesamten Baum.

UNTEN: Zellen aus den drei Domänen des Lebens: Eukaryoten, Bakterien, Archaeen (von links nach rechts).

