

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (1997)
Heft: 32

Artikel: Rüstungswettlauf zwischen Viren und Bakterien
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-550840>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Rüstungswettlauf zwischen Viren und Bakterien

Um sich gegen die Angriffe von Viren zu wehren, besitzen manche Bakterien eine Abwehrwaffe: die Restriktions-Enzyme. Doch die Viren blieben nicht untätig und setzten auf Gegenmassnahmen, worauf die Bakterien wiederum weitere Schutzvorkehrungen trafen... 30 Jahre Forschung enthüllen die Entwicklung eines biologischen Rüstungswettlaufs im Mikro-Bereich.

Plötzliches Unwohlsein in froher Gesellschaft, offenbar eine Darmgrippe. «Bitte entschuldigen Sie mich, meine Bakterien sind krank geworden, haben einen Virus erwischt.» Diese Erklärung ist nicht bloss originell, sondern auch wissenschaftlich korrekt, wie die folgenden Erläuterungen zeigen.

In unserem Darm leben Milliarden von Kolibakterien (*Escherichia coli*) und helfen bei der Verdauung. Ihre weite Verbreitung macht sie in der Mikrobiologie seit jeher zu beliebten Studienobjekten. Schon früh konnten die Forscher beobachten, wie Kulturen von *E. coli* durch spezialisierte Viren – Bakteriophagen («Bakterienfresser») – angegriffen und dezimiert wurden. Diese Viren haben die Form kleiner Raketen mit Sprengköpfen, die ein Stück der Erbsubstanz DNS enthalten: das genetische Programm, um alle zur Konstruktion eines neuen Virus benötigten Proteine zu fabrizieren.

Auf der Oberfläche von *E. coli* angekommen, spritzen die Bakteriophagen ihre DNS durch die Zellwand ins Innere der Bakterie, welche nun – zum eigenen Schaden – aufgrund der Erbinformationen weitere Viren zu produzieren beginnt. Schliesslich platzt die Kolibakterie und entlässt ihre Viren in die Umgebung.

Doch nicht in allen Fällen gelingt der Angriff solcher Viren. Verschiedene Bakterienstämme haben eine Abwehrwaffe gegen die fremde Erbsubstanz entwickelt: die

berühmt gewordenen Restriktions-Enzyme. Für ihre Entdeckung erhielt 1978 der Schweizer Werner Arber zusammen mit den Amerikanern Daniel Nathans und Hamilton Smith den Nobelpreis für Medizin.

«Restriktions-Enzyme sind spezialisierte Proteine mit der Fähigkeit, die DNS-Kette des Virus aufzuspüren und

an stets der gleichen Stelle zu zerschneiden», erklärt Prof. Thomas Bickle vom Biozentrum der Universität Basel. «Allerdings besitzen die Bakterien in ihrer DNS selber auch Abschnitte, die von den Restriktions-Enzymen angegriffen werden könnten. Um sich vor der eigenen Abwehrwaffe zu schützen, verändern die Bakterien diese sensiblen Sequenzen, indem sie hier Methyl-Gruppen anhängen. Diese Arbeit wird von besonderen Schutz-Enzymen besorgt.»

Thomas Bickle ist ein alter Fuchs in der Branche. Schon während der Sechzigerjahre arbeitete er mit Arber zusammen, und sein Team hat unlängst mehrere



Drei T4-Bakteriophagen greifen eine Bakterie an, indem sie die DNS aus ihren Köpfen durch die Röhren ins Innere der Zelle transportieren.

Arbeiten über erstaunliche Restriktions-Enzyme publiziert, welche die DNS an ungewöhnlichen Stellen zerschneiden. Aufgrund seiner Erfahrungen – und der seit 30 Jahren in anderen Laboratorien weltweit gewonnenen Erkenntnisse über verschiedene Bakterienarten – kann der britisch-schweizerische Forscher nun den von der Evolution gelenkten Rüstungswettlauf zwischen Bakteriophagen und Bakterien überblicken. Er meint dazu: «Natürlich kennen

wir keine Fossilien, um zu wissen, wie die Mikroorganismen vor Jahrmillionen funktionierten. Doch die verschiedenen Stämme heutiger Bakterien und Viren zeigen eine derart grosse Komplexität, dass wir vermuten können, auf welche Weise sie ihre Strategien von Angriff und Abwehr in gegenseitiger Abhängigkeit entwickelt haben.»

Gesteigerter Mitteleinsatz

Am schönsten wohl zeigt sich diese Schritt-um-Schritt-Entwicklung bei *E. coli* und gewissen Bakteriophagen der T-Familie (T2, T4 und T6). Vor längerer Zeit – wann genau, ist nicht bekannt – verfügten die T-Viren über normale DNS. Eine erste Abwehrmassnahme der Bakterien bestand im Einsatz von Restriktions-Enzymen bei gleichzeitigem Schutz der eigenen Erbinformation. Als Antwort darauf veränderten die Viren gewisse Basen (die *Cytosine*) ihrer DNS, so dass die zuvor wirksamen Restriktions-Enzyme ausgetrickst waren. Doch nicht für lange: Die Kolibakterien brachten neue Restriktions-Enzyme hervor, welche die modifizierte DNS der Viren aufspüren und zerstören konnten.

Die nächste Runde im Rüstungswettlauf ging wieder an die Viren: Einigen von ihnen gelang es, ihre DNS mit Zuckermolekülen zu überziehen (der Vorgang heisst *Glycosylation*) und dadurch für die «Scheren» der gegnerischen

Restriktions-Enzyme unangreifbar zu machen. «Die Reaktion der Bakterien auf diese Massnahme», sagt Prof. Bickle, «erscheint auf den ersten Blick endgültig: Es ist der Selbstmord!»

Tatsächlich haben die Forscher entdeckt, dass einige Stämme von *E. coli* zu dieser drastischen Massnahme greifen, wenn sie die DNS eingedrungener Viren nicht mehr zerstören können. Sie aktivieren dann spezielle Enzyme, um die eigene Transfer-RNS zu sabotieren – die Werkzeuge zum Aufbau von Proteinen im Innern der Bakterienzelle. Dadurch verurteilt sich der Organismus zwar zum Sterben, verhindert gleichzeitig aber auch, dass auf seine Kosten neue Viren entstehen und dadurch die anderen Bakterien angesteckt werden.

Doch die Geschichte vom Rüstungswettlauf ist hier noch nicht zu Ende. Selbst zu diesem radikalen Schritt haben die Viren eine Gegenstrategie gefunden: Indem sie die Bakterie reparieren, verhindern sie deren Selbstmord. Die DNS von T4-Bakteriophagen enthält Anleitungen zum Bau von Reparatur-Enzymen in den befallenen Kolibakterien. Wenn *E. coli* in selbstmörderischer Absicht ihre Transfer-RNS zu zerstören beginnt, wird diese sogleich wieder instand gesetzt. So kann der Aufbau von Proteinen weitergehen, und auch die Produktion von Virus-Kopien bleibt sichergestellt.

98

E. Kellenberger / cado



Diese Kolibakterie ist von Bakteriophagen befallen. Einige der angreifenden Viren blieben auf der Zelloberfläche haften (weisser Kreis), nachdem sie ihre DNS übertragen hatten. Die virale DNS wird

von der Bakterie zu ihrem eigenen Nachteil für die Herstellung weiterer Viren benutzt (helle Punkte). Wenn die Bakterie auseinanderbricht, zerstreuen sich die neugebildeten Bakteriophagen.