

Evolution: Nützlinge & Killer

Viren sind Opportunisten. Sie besetzen evolutionäre Nischen, die es ihnen erlauben, sich möglichst rasch zu vermehren. Treffen sie auf neue Wirte, in denen sie sich vermehren können, können Sie erhebliche Schäden anrichten. Besonders, wenn das Immunsystem geschwächt ist, oder panisch überreagiert.

Wenn sich Viren, Bakterien oder auch höhere Lebewesen ungebremst dynamisch vermehren und dabei die Ökosysteme, in denen sie leben, zerstören, tritt früher oder später ein Kollaps ein.

Das trifft auf alle Lebewesen zu. Auch auf uns Menschen: Wir verändern das Lebensgefüge der Oberfläche der Erde so stark, dass wir unsere Lebensgrundlage gefährden. (s. Anthropozän, Kolbert 2016).

Die Erscheinungsformen von Viren und Bakterien verändern sich im Verlauf einer Epidemie. Das äußert sich in einer Veränderung der Krankheits- und Sterblichkeitsraten der Infizierten. Häufig setzen sich im Verlauf ihrer Verbreitung weniger gefährliche Erreger-Typen durch, denen es besser gelingt, weite Bevölkerungsgruppen zu infizieren.

## **Sind Bakterien und Viren „lernfähig“?**

Mikroben lernen nichts: bewusst.

Allerdings setzen sich in der Evolution langfristig immer die Varianten durch, die sich in ein ökologisches Gefüge integrieren können. Bei jeder Infektion werden unendlich viel Varianten übertragen, von denen sich nur die v

Genetische Typen, die – hoch-aggressiv – den Tod ihres Wirtes verursachen, werden weniger effektiv weitergetragen, als Erreger-Varianten, die es schaffen, ein Teil der normalen Flora zu werden. Angepasste Keime sind nicht unbedingt nützlich für ihren Trägerorganismus, aber sie haben aufgehört zu schaden. Und so können sie von ihren Wirten leichter weitergegeben werden.

## **Beispiel Cholera**

Bevor die Cholera-Keime mit Menschen in Berührung kamen, lebten sie über viele Millionen im Darm von Mini-Krebsen, die im Plankton von Brackwasser

herum-schwimmen. Sie waren dort bestens eingebettet in die friedlichen Wechselwirkungen mit dem, was sie umgab.

Ihr Wirt sorgte dafür, dass sie sich vermehren konnten, und sie halfen ihm umgekehrt bei Zerlegen von Nahrungsbestandteilen.

Dann flossen irgendwo in Indien oder Bangladesch im 18 Jhh. menschliche Fäkalien ins Brackwasser und erschwerten die Lebensbedingungen der Minikrebse. Mit zunehmend versifftem Trink-Wasser gelangten immer wieder neue Cholera-Bakterien in den menschlichen Darmtrakt. Sie wurden dort als Feinde erkannt und vernichtet, oder als scheinbar harmlose Fremdlinge ignoriert.

Im Prozess immer neuer Darmpassagen durch das Trinken fäkalienverseuchten Wassers wurden schließlich die Bakterientypen heraus-selektioniert, denen es gelang, sich effektiv „gegen alles andere“ abzuschotten, indem sie sich als Gruppen mit dichten Schleimmänteln umgaben. In einer solchen Glibber-Schicht waren sie plötzlich vor den Immunzellen geschützt. Wichtig war nur, dass diese „hyperinfektiösen“ Bakterien-Sorten, immer wieder mit Fäkalien in Wasser gelangten und von dort zurück in einen menschlichen Darm (Hartley 2005). Die gutartigen Formen, die versuchten, sich in Beziehungsnetzwerken zu halten, konnten dabei nicht mithalten und wurden radikal herausselektioniert:

Hyperinfektiös-bösartige Formen dagegen konnten sich (autistisch-abgekapselt), wunderbar vermehren und ihren Gastgeber „Mensch“ solange mit ihren Abfällen vergiften, bis der dann starb. Das war für die Choleraerreger solange nicht weiter tragisch, wie die Notdurft der Kranken wieder in den Fluss, und von dort erneut ins Trinkwasser gelangte.

Vor etwa 250 Jahren entstand so in Indien eine bis dahin unbekannt neue Erregerform, die sich durch besondere Bösartigkeit auszeichnete und seither sieben weltweite Epidemien (Pandemien) auslöste.

Anderen Cholera-Bakterien-Typen gelang es aber sich als harmlose (oder vielleicht sogar nützliche?) Mitbewohner in völlig unterschiedliche Ökosysteme zu integrieren. Sie lebten und leben dann als Bestandteile des normalen Mikrobioms gesunder Menschen.

Fast alle Cholera-Ausbrüche der letzten Jahrzehnte wurden so über kerngesunde Reisende (oder Soldaten) aus anderen Erdteilen importiert

(Weill 2017, Karlson 2013). Denn wenn die hygienischen Bedingungen in einem anderen Land so miserabel sind, dass sich Bösartigkeit wieder auszahlt, setzen sich wieder die aggressiven Bakterien-Varianten durch.

2010 erkrankten in Haiti fast eine halbe Million Menschen an Cholera und mehrere tausende von ihnen verstarben. Sehr wahrscheinlich war der Erreger von nepalesischen Mitgliedern des UN-Hilfsteams nach Haiti importiert worden (Chin 2011).

Zuvor war niemandem bei den gesunden nepalesischen Soldaten Durchfall-Erkrankungen aufgefallen. Das Bakterium war also in dem Herkunftsland zu einem Teil der normalen Darmflora der Nepalesen geworden.

Es war zu einem „gutartigen Hofhund“ geworden, der sich allerdings rasch wieder zu einem „reißenden Wolf“ verwandeln konnte, wenn die miserablen hygienischen Bedingungen den Fäkalien-Trinkwasser-Kreislauf wieder zuließen. Jedenfalls breitete sich die Epidemie innerhalb weniger Wochen in Haiti wie ein Flächenbrand aus.

*„The disorganization of the state, combined with low standards of public education, made an already desperate situation even worse.“ Richard J. Evans*

## Wohndichtigkeit und Choleraerkrankung in Hamburg im Jahre 1892.

184118



Auszug aus einer Karte zur Cholera in Hamburg 1892 (Quelle: [www.christian-terstegge.de/hamburg/karten\\_ereignisse/files/1896-cholera-wohndichte-300dpi.jpeg](http://www.christian-terstegge.de/hamburg/karten_ereignisse/files/1896-cholera-wohndichte-300dpi.jpeg)) In Hamburg wurde Ende des 19. Jhh. das Trinkwasser für die Städte ungefiltert aus der Elbe entnommen, während auf der gegenüberliegenden Elb-Seite Abwässer aus Flüchtlingsunterkünften direkt eingeleitet wurden. Das ersparte den „Hamburger Pfeffersäcken“ viel Geld, denn eine ordentliche Wasserversorgung wie in Berlin (unter der Leitung von Virchow) oder in München (unter von Pettenkofer) verschlang Unsummen. Der Choleraausbruch 1892 endete genau an der Stadtgrenze zu Altona. Dieses Vorstädtchen Hamburgs stand damals unter preußischer Verwaltung, und bezog sein Wasser aus dem Landesinneren.

Epidemien unter Menschen beruhen oft auf Fehlverhalten

Seit Mitte des 19. Jahrhundert ist bekannt, dass Seuchen Indikatoren für desolate sozio-ökonomische Bedingungen sind (Virchow 1850). Meist stehen Ausbrüche von Infektionen im Zusammenhang mit

- Armut und Hunger
- Sozialer Ungleichheit
- Inkompetente Politik, mit gesellschaftlichen Spannungen oder Krieg

- Schlechten Wohnverhältnissen
- Schlechter Abwasser- und Müllentsorgung
- Schlechter Trinkwasserversorgung
- Mangelnder Bildung
- Angeschlagener Gesundheit durch Fettsucht, Bewegungsmangel, chronische Krankheiten
- Umweltschäden und -giften
- Fehlender Gesundheitserziehung (Hygiene)

## Wie tickt die Evolution?

Bakterien, Viren, Pilze, Tiere kommen (passend zur jeweiligen Umwelt) mit ganz unterschiedlichen Verhaltens-Formen vor: manchmal als eher bösartig-sich-abkapselnde oder auch als eher angepasst-wechselwirkende Mini-Lebewesen. Oder auch in allen möglichen Mischformen.

Gutartige oder bösartige Erregerformen sind das Ergebnis von Selektionsprozessen.

Dabei schaden Bekämpfungsstrategien gegen bösartige Erregerformen häufig. Im Falle von Cholera zerstören Antibiotika die Reste der natürlichen Darmflora weiter und behindern eine natürliche Erregerabwehr. Zudem werden bei dem Zerfall von Krankheitserregern noch mehr Gifte freigesetzt. Und schließlich wird der Selektions-Prozess negativ beeinflusst: Denn antibiotischer Behandlung überleben nur „hyperinfektiöse“ Formen, die sich besonders gut abkapseln können, oder die gegen Antibiotika resistente Bakterien (Weber 1994).

Andere Selektionsprozesse wurden 1991 beobachtet, als Cholera über einen chinesischen Frachter nach Peru eingeschleppt wurde. Anschließend verbreitete sich die Infektion nach Ecuador und Chile, und löste dort jeweils sehr unterschiedliche Erkrankungswellen aus. Natürlich waren es auch hier die sozialen Faktoren und die Art der Wasserversorgung, die die Epidemie begünstigten. (Izurieta 2011).

Die Cholera-Erreger, die anschließend in Ecuador und in Chile isoliert wurden, unterschieden sich oft deutlich in ihrer „Aggressivität“ oder „Hyper-Infektiosität“. Und auch hinsichtlich der Menge an Giftstoffen, die sie freisetzten.

In Gegenden mit guter Wasserqualität und vernünftiger Abwasserentsorgung fanden sich mildere Krankheitsverläufe, während Patienten unter schlechten hygienischen Bedingungen sich eher mit aggressiveren Keimen auseinandersetzen mussten. D.h. je größer der „Pool“ war, in dem sich die Erreger ausbreiten können, desto weniger waren die Erreger auf ihren Wirt – den erkrankten Menschen – angewiesen, um zu überleben. In Ecuador hatten (bei miserabler Versorgungslage in Slums) aggressive Formen gute Chancen sich zu verbreiten, und in Chile bestand die einzige Chance für Erreger zu überleben und sich zu vermehren darin, sich der natürlichen Darmflora ihrer Wirte anzupassen (und zum Haustier zu werden). (Ewald 2007)

## **Was folgt daraus?**

Eine aggressive Umwelt fördert die Selektion bösartiger Individuen. Wenn man also möchte, dass der Terror zunimmt, muss man nur viele Bomben in die Richtung der Terroristen werfen.

Sich von den umgebenden Ökosystemen abschotten, die Feinde umgebender Ökosysteme bekämpfen, und zugleich selbst unbegrenzt wachsen und die Umgebung vergiften, führt oft zu Ungleichgewichten und ist langfristig in der Evolution nicht erfolgreich. Zu versuchen sich von der Lebensumwelt abzuschotten, kann nur kurzfristig wirksam sein. (Ewald 2007)

## **Eine aggressive Umwelt fördert die Selektion bösartiger Individuen.**

Wenn man möchte, dass der Terror zunimmt, muss man nur viele Bomben in die Richtung der Terroristen werfen.

Sich von den umgebenden Ökosystemen abschotten, die Feinde umgebender Ökosysteme bekämpfen, und zugleich selbst unbegrenzt wachsen und die Umgebung vergiften, führt oft zu Ungleichgewichten und ist langfristig in der Evolution nicht erfolgreich. Zu versuchen sich von der Lebensumwelt abzuschotten, kann nur kurzfristig wirksam sein.

## **Zu SARS-CoV-2 (und andere**

## Atemwegsinfektionen):

Es reicht nicht aus, sich auf Bekämpfungsmaßnahmen zu konzentrieren (Medikamente, Beatmungsgeräte, Desinfektion, Impfungen). Sondern friedliche, gesunde Zusammenleben von Viren, Bakterien und Zellen im Ökosystem Mensch müsste mehr Aufmerksamkeit erhalten:

- Bewegung,
- Schlaf,
- Ernährung,
- Stress-Verminderung,
- Allgemeine Hygiene,
- Sonnenlicht,
- Abstand zu Erkrankten halten,
- Nicht Rauchen,
- Gefährdete und kranke Personen optimal versorgen.

Oder noch einfacher:

Wir müssten für ein gutes, sinnvolles, aktives, zufriedenes Leben sorgen – in Wechselwirkung mit einem friedlichen, sozialen, natürlichen Umfeld.

## Mehr

- Die Entwicklung des Ökosystems Mensch. Gynäkologische Praxis 2020, 46(2)187-197
- Spiel von Toleranz und Abwehr in der Zelle (28.06.2020)
- Das Mikrobiom und die Immunentwicklung des Neugeborenen. Gynäkologische Praxis 2018, 43\_138-145

## Video

- Paul Ewald (TED 2007): Can we domesticate germs?

## Literatur und Links

- Chin CS, Sorenson J, Harris JB, et al. The origin of the Haitian cholera

outbreak strain. N Engl J Med 2011; 364: 33-42

- Izurieta R.: Cholera in Ecuador: Current Relevance of Past Lessons Learnt, Journal of Global Infectious Diseases, 2011, 3(2):189-194
- Evans RJ: Guardian 09.05.2011
- Ewald P: Can we domesticate germs? TED 2007
- Hartley D: Hyperinfectivity: A Critical Element in the Ability of *V. cholerae* to Cause Epidemics? PLOS Medicine 2005 )
- Islam MS et al. Variation of toxigenic *Vibrio cholerae* O1 in the aquatic environment of Bangladesh and its correlation with the clinical strains. Microbiol Immunol 2004; 48: 773-777.
- Karlsson EK et al.: Natural Selection in a Bangladeshi Population from the Cholera-Endemic Ganges River Delta, Science Translational Medicine 2013. 5(192):192ra86
- Kolbert: Das sechste Sterben, Suhrkamp 2016
- Rahman MH et. al. Distribution of genes for virulence and ecological fitness among diverse *Vibrio cholerae* population in a cholera endemic area: tracking the evolution of pathogenic strains. DNA and Cell Biology 2008; 27: 347-355.
- Reyburn R et al. Climate variability and the outbreaks of cholera in Zanzibar, East Afrika: a time series analysis.
- Sakamoto S et al.: Dinosaurs in decline tens of millions of years before their final extinction, PNAS 30.10.2015#
- Virchow R: Die Noth im Spessart 1850
- Weber J et.al.: Epidemic cholera in Ecuador: multidrug-resistance and transmission by water and seafood Epidemiol. Infect. (1994), 112, 1-11
- Weill FX et al.: Genomic history of the seventh pandemic of cholera in Africa. Science 10.11.2017, 358(6364):785-789