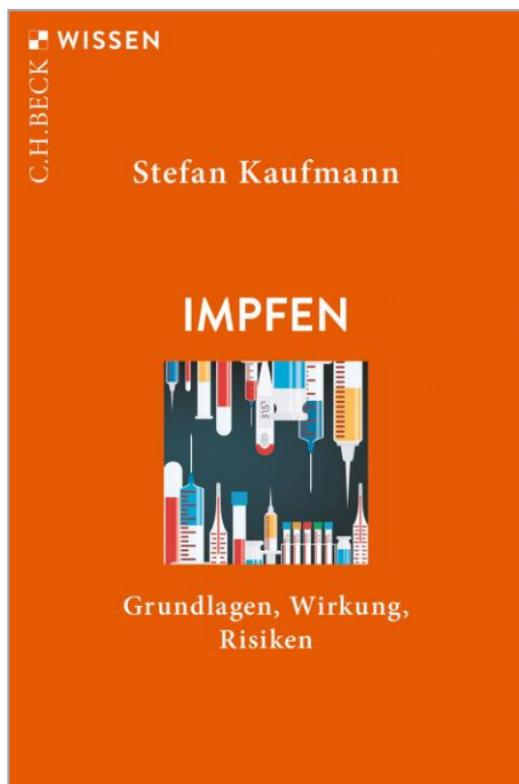


Unverkäufliche Leseprobe



Stefan Kaufmann

Impfen

Grundlagen, Wirkung, Risiken

2021. 144 S., mit 14 Abbildungen

ISBN 978-3-406-77144-6

Weitere Informationen finden Sie hier:

<https://www.chbeck.de/32309246>

© Verlag C.H.Beck oHG, München
Diese Leseprobe ist urheberrechtlich geschützt.
Sie können gerne darauf verlinken.

Krankheitserreger sind unberechenbare Gegner. Die größte Hoffnung, sie einzuhegen, ruht auf den Impfungen. Von der Veröffentlichung des Erbguts des neuen Coronavirus bis zur Bereitstellung einsatzbereiter Impfstoffe hat es kaum ein Jahr gebraucht – schon jetzt eine der größten Erfolgsgeschichten der Medizin. Der international renommierte Immunologe Stefan H. E. Kaufmann schlägt den Bogen von der Geburtsstunde der Impfung vor mehr als 200 Jahren über die Ausrottung der Pocken bis zu neuesten Ansätzen für Impfstoffe gegen Krebs, Autoimmunerkrankungen oder sogar Drogensucht. Er gibt einen Überblick über wichtige Erreger und für welche globalen Seuchen wir dringend Impfstoffe benötigen. Er ergründet die Immunmechanismen, die dem Impfschutz zugrunde liegen, schildert anhand von SARS-CoV-2 den steinigen Weg der Impfstoffentwicklung bis zur Zulassung und setzt sich dabei auch mit Impfrisiken und Impfgegnern auseinander. Auch den internationalen Anstrengungen, allen Menschen Impfungen zu erschwinglichen Preisen anzubieten, ist ein Kapitel gewidmet.

Stefan H. E. Kaufmann ist Gründungsdirektor em. des Max-Planck-Instituts für Infektionsbiologie, Berlin, und leitet jetzt eine Emeritus-Gruppe am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen. Der ehemalige Präsident der Deutschen Gesellschaft für Immunologie und der Internationalen Union der Immunologischen Gesellschaften ist selbst Entwickler eines Impfstoffs gegen Tuberkulose, der gerade die letzte klinische Überprüfung auf Schutzwirkung durchläuft. Kaufmann ist Autor und Herausgeber mehrerer wissenschaftlicher und allgemeinverständlicher Bücher zu den Themen Immunologie, Mikrobiologie, Impfstoffentwicklung und Pandemien.

Stefan H. E. Kaufmann

IMPFEN

Grundlagen, Wirkung, Risiken

C.H.Beck

Mit 14 Abbildungen

Originalausgabe

© Verlag C.H.Beck oHG, München 2021
www.chbeck.de

Satz: C.H.Beck.Media.Solutions, Nördlingen

Druck und Bindung: Druckerei C.H.Beck, Nördlingen

Reihengestaltung Umschlag: Uwe Göbel (Original 1995, mit Logo),
Marion Blomeyer (Überarbeitung 2018)

Umschlagabbildung: © Shutterstock / JIMMOYHT

Printed in Germany

ISBN 978 3406 77144 6



klimateutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig

Inhalt

1. Einleitung	8
2. Blick zurück: Schlaglichter auf die Geschichte der Impfung	11
2.1 Zusammenspiel von Impfpraxis und immunologischer Grundlagenforschung	11
2.2 Thukydides' präziser Blick auf eine Seuche	12
2.3 Edward Jenner und die Ausrottung der Pocken	13
2.4 Louis Pasteur und die Rettung vor der Tollwut	20
2.5 Robert Koch und sein Fiasko mit der Tuberkuloseimpfung	22
2.6 Emil von Behring, Paul Ehrlich und die Entdeckung der Serumtherapie	24
3. Ansteckende Krankheiten und Impfung	25
3.1 Erreger, Krankheitsverläufe und Ausbreitungsarten	26
3.2 Wichtige Infektionskrankheiten, gegen die Impfungen vorliegen	30
3.3 Globale Seuchen, für die wir dringend Impfstoffe brauchen	37
4. Infektion und Immunität	47
4.1 Einführung in die Immunität	48
4.2 Körper eigene Resistenzmechanismen	49
4.3 Immunorgane	50
4.4 Antigen-Spezifität und Gedächtnis	53
4.5 Immunzellen	54
4.6 Angeborene Immunität	56
4.7 Erworbene Immunität	59
4.8 Gedächtniszellen	65
4.9 Stimulation des Immunschutzes durch Impfung	67

5. Impfstoffschemata und Impfstofftypen	69
5.1 Grundlagen und Definitionen	69
5.2 Welche Art von Immunität wird durch einen idealen Impfstoff hervorgerufen?	73
5.3 Aufbau von Impfstoffen	74
5.4 Adjuvanzien	80
5.5 Passive Immunisierung	82
6. Impfstoffe der Zukunft	84
6.1 Impfstoffe der nächsten Generation	84
6.2 Rekombinante Lebendimpfstoffe	84
6.3 Rekombinante Vektor-Impfstoffe	86
6.4 Nukleinsäuren-Impfstoffe	88
6.5 Peptid-Impfstoffe	90
6.6 Neue Adjuvanzien	92
6.7 Nanopartikel	93
6.8 Heterologe Impfung	93
6.9 Nanobodies	95
6.10 Essbare Impfstoffe	95
6.11 Weitere Applikationswege	96
7. Neue Aufgaben für Impfstoffe	98
7.1 Generelle Prinzipien	98
7.2 Krebs	99
7.3 Autoimmunerkrankungen	106
7.4 Impfung gegen Allergien	108
7.5 Impfung gegen Nikotin, Kokain und Opioide	110
8. Der lange Weg zum Impfstoff: Von der Entwicklung bis zur Zulassung	111
8.1 Grundlagenforschung und präklinische Studien	111
8.2 Klinische Studien	115
8.3 Zulassung	118
8.4 Impfeempfehlungen und Impfkomplicationen	121
8.5 Impfzauderer, Impfkritiker und Impfgegner	123

9. Impfung und Gesellschaft	125
9.1 Ausbreitung und Herdenimmunität	126
9.2 Wie Impfungen zusätzlich schützen können	129
9.3 Gesamtgesellschaftliche Kosten-Nutzen- Rechnungen	130
9.4 Internationaler Einsatz für Impfgerechtigkeit . . .	131
9.5 Brücken zur Impfung für alle	134
9.6 Schlussgedanken	137
10. Ausblick	138
Danksagung	141
Weiterführende Literatur	141
Sachregister	142

1. Einleitung

2020 wird als das Jahr der Corona-Pandemie in die Geschichte eingehen. Innerhalb weniger Wochen raste der neue Erreger, bald SARS-CoV-2 genannt, um den Erdball und wirbelte in einer Weise, die sich vorher wohl kaum jemand hätte ausmalen können, eine Menge Gewissheiten unseres modernen Lebens und den Alltag der allermeisten Menschen durcheinander. Dank internationaler Vernetzung, moderner Datenerfassung und Echtzeit-Medien konnte, wer wollte, die Pandemie nahezu live verfolgen. Für einen beachtlichen Teil der Bevölkerung wurde medizinisches Fachvokabular zum aktiven Wortschatz. Viele nahmen in Kürze eine Menge epidemiologisches Grundlagenwissen auf. Die Pandemie brachte enormes Leid über Millionen Menschen – oft auch auf indirektem Weg. Sie stellte die Weltgemeinschaft, aber auch jede einzelne Staatsregierung vor enorme Herausforderungen. Noch sind die Folgen kaum abzuschätzen.

Zugleich haben die moderne Forschung und Medizintechnik in noch nie dagewesenem Tempo Erkenntnisse und Entwicklungen hervorgebracht. 2020 wird auch als das Jahr der schnellsten Impfstoffentwicklung überhaupt in die Geschichte eingehen. Von der Veröffentlichung des Erbguts des neuen Erregers bis zur Bereitstellung einsatzbereiter Vakzinen hatte es weniger als ein Jahr gebraucht. Werden wir gerade Zeugen der größten Erfolgsgeschichte, seit es Impfungen gibt? Das muss die Zeit noch zeigen. Denn während ich an diesem Buch gearbeitet habe, führte SARS-CoV-2 eindrücklich vor, dass es ein unberechenbarer Gegner bleibt. Wie vielen Erregern verschafft ihm seine rasante Evolution einen nicht zu unterschätzenden Vorteil im Wettlauf mit unseren Gegenmaßnahmen. Dabei liegen die meisten Hoffnungen auf den Impfungen.

Schon lange gelten Vakzinen als die kosteneffizienteste Maßnahme der Medizin. Wann immer eine wirksame Impfung ge-

gen einen Erreger zur Verfügung stand, verlor die betreffende Krankheit ihren Schrecken. Gegen die altbekannten großen Seuchen Aids, Tuberkulose, Malaria und Hepatitis C ist es trotz jahrzehntelanger Forschung bisher nicht gelungen, effektive Impfungen zur Anwendungsreife zu bringen. Aber der Fortschritt auf dem Gebiet der Impfstoffentwicklung ist enorm, und ich bin überzeugt, dass die modernen Methoden es in näherer Zukunft ermöglichen werden, auch diese Infektionskrankheiten zurückzudrängen. Überdies werden Impfungen neue Bereiche erobern und zur Bekämpfung von Krebs, Autoimmunerkrankungen und Allergien genutzt werden.

Bei allen Hoffnungen, die Impfungen entgegengebracht werden, wurde 2020 auch deutlich, dass in der Bevölkerung bisweilen große Unsicherheit und Impfskepsis herrschen. Als jemand, der jahrzehntelang selbst an Impfstoffen geforscht hat, deren klinische Entwicklung hautnah verfolgt hat und das Leid von Kindern, die an Malaria oder Tuberkulose leiden, ungeschminkt erleben musste, habe ich mich zu einem eindeutigen Fürsprecher für Impfungen entwickelt. Um es hier bereits deutlich zu sagen: Natürlich müssen Impfstoffe genau überwacht werden, um mögliche unerwünschte Nebenwirkungen schnellstens zu erkennen. Und selbstverständlich gibt es angesichts sich rasch verändernder Erreger die Möglichkeit von Misserfolgen und Rückschlägen. Aber Menschen, die Unwahrheiten oder gar Verschwörungsmymen zu Impfungen verbreiten, muss mit aller Entschiedenheit entgegengetreten werden. Denn Impfskepsis könnte, wenn sie um sich greift, zu einer ernsthaften Bedrohung werden. Sich impfen zu lassen, ist eine individuelle Entscheidung – in vielen Fällen jedoch eine von gesellschaftlicher Relevanz. Wenn große Teile der Bevölkerung gegen einen Erreger geimpft sind, kann dieser häufig zurückgedrängt werden. Dann sind vulnerable Gruppen indirekt mitgeschützt.

In der COVID-19-Pandemie wurde viel über das Ziel der Herdenimmunität gesprochen, um die Seuche zu besiegen. Ob es erreicht werden kann, hängt neben anderen Unwägbarkeiten maßgeblich davon ab, ob ausreichend viele Menschen sich für die Impfung entschließen werden. Es wäre wichtig, dass

auch solidarische Überlegungen bei der Entscheidung eine Rolle spielen.

Das beste Mittel gegen Unsicherheit sind klare Informationen und Wissen. In diesem Sinne sehe ich dieses Buch auch als Beitrag zur aktuellen Pandemielage. Ich möchte Einblicke in eines der spannendsten Forschungsfelder der modernen Medizin geben, in dem in den vergangenen Jahren unglaublich viel Neues entdeckt und erforscht wurde. Dieses Buch schlägt den Bogen von der Geburtsstunde der Impfung vor mehr als 200 Jahren über die Ausrottung der Pocken bis zu neuesten Ansätzen für Vakzinen gegen Krebs, Autoimmunerkrankungen oder sogar Drogensucht. Ich gebe einen Überblick über wichtige Erreger und eine ganze Reihe vorliegender Vakzinen und lade Sie ein, die Immunmechanismen, die dem Impfschutz zugrunde liegen, genauer zu ergründen. Neueste Vakzinen werden ebenso betrachtet wie die Abläufe bei der Impfstoffzulassung. Weil die weltweite Impfgerechtigkeit mir ein besonderes Anliegen ist, habe ich auch den internationalen Anstrengungen, allen Menschen Impfungen zu erschwinglichen Preisen anzubieten, ein Kapitel gewidmet.

Ich hoffe, dieses Buch hilft Ihnen, besser zu verstehen, wie es in vielen Fällen klappt, Erreger mit Vakzinen in Schach zu halten, und warum wir in einigen Fällen noch immer auf der Suche nach wirksamen Impfstoffen sind.

Berlin und Göttingen im März 2021
Stefan H. E. Kaufmann

2. Blick zurück: Schlaglichter auf die Geschichte der Impfung

Die Geburtsstunde der Impfung wird üblicherweise auf 1798 datiert, als der Arzt Edward Jenner in England einen Jungen erfolgreich gegen Pocken geimpft hat – ein Erfolg, der 180 Jahre später in der weltweiten Ausrottung dieser Seuche gipfelte. Die systematische Entwicklung von Impfstoffen begann erst 150 Jahre später. Möglich wurde sie auf Basis wegweisender Erkenntnisse, deren Urheber heute als Ikonen der Medizinforschung gelten: Louis Pasteur zeigte, dass Erreger sich so weit abschwächen lassen, dass sie nicht mehr krank machen, aber dennoch eine Immunität gegen die Krankheit erzeugen. Aufbauend auf diesem Prinzip, wurden später zahlreiche Lebendimpfstoffe entwickelt, wie z. B. der Tuberkulose-Impfstoff BCG (Bacille-Calmette-Guerin) oder der Dreifach-Impfstoff gegen Masern, Mumps und Röteln. Die passive Immunisierung gegen Diphtherie und Tetanus wurde als Serumtherapie um 1890 von Emil von Behring eingeführt – eine Errungenschaft, die unter anderem die Entwicklung von Untereinheiten-Impfstoffen zur aktiven Immunisierung nach sich zog.

2.1 Zusammenspiel von Impfpraxis und immunologischer Grundlagenforschung

Impferfolge werden gern pauschal als Beispiele für die praktische Anwendung der Grundlagenforschung in der Immunologie vorgebracht. In meinen Augen ist es – wie ein Blick in die Geschichte zeigt – eher so, dass erst die Durchbrüche in der Anwendung von Impfungen die Erforschung der ihr zugrunde liegenden Immunmechanismen ins Leben riefen. Schließlich wurden die ersten Impfstoffe weitgehend ohne Kenntnisse der Immunvorgänge im Körperinnern entwickelt: Als Edward Jen-

ner die Pockenimpfung erfand und Louis Pasteur die Vakzinen gegen Milzbrand und Tollwut zur Einsatzreife brachte, hatte man von der Immunologie noch keine Ahnung. Ihre Geburtsstunde schlug mit der Erforschung und Entwicklung der Serumtherapie.

Über viele Jahrzehnte schritten die Impfstoffforschung und die immunologische Forschung parallel voran, Ersterer hauptsächlich in der Industrie, Letztere vorwiegend in akademischen Instituten. Erst in den zurückliegenden fünfzig Jahren begann die Immunologie, die Impfstoffentwicklung zu befruchten.

In diesem Kapitel beleuchte ich die Geschichte der Impfstoffforschung an wenigen frühen Beispielen. Wichtige Etappen sind überblicksartig in der Abbildung «Meilensteine der Impfstoffentwicklung» auf der vorderen Umschlaginnenseite dargestellt. Einige zusätzliche Details werde ich hin und wieder in späteren Kapiteln ausführen.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de