

Lebend-, Tot-, Vektor- oder RNA-Impfstoff: Warum gibt es so viele Impfstoffarten? Wie sicher sind Impfstoffe? Können sie bleibende Schäden verursachen? Das und mehr lesen Sie in unseren Fragen und Antworten.

Vier Impfstoffe gegen das SARS-CoV-2-Virus wurden bislang in Europa zugelassen, zwei weitere haben die Zulassung beantragt und werden aktuell geprüft. Das ist ein großer Erfolg im Kampf gegen das Virus, denn nur durch Impfungen kann die Welt wieder dauerhaft zu einer Form der Normalität zurückkehren.

Je nachdem wie ein Impfstoff hergestellt wird und aus welchen Bestandteilen er besteht, unterscheidet man die im Folgenden beschriebenen Impfstoffarten. Da es je nach Krankheitserreger unterschiedliche Sonderformen gibt, fokussiert sich dieser Artikel auf die verschiedenen Impfstoffarten, die im Zusammenhang mit der Entwicklung von Impfstoffen gegen SARS-CoV-2 eine Rolle spielen:

- Lebendimpfstoffe bzw. Lebend-attenuierte-Impfstoffe
- Totimpfstoffe, zu denen Ganzvirus-, Untereinheiten- (Subunit-) und Spaltimpfstoffe gezählt werden,
- Vektorimpfstoffe,
- mRNA-Impfstoffe

Lebendimpfstoff enthalten Erreger, die sich zwar noch vermehren können, also „lebensfähig“ sind, aber deren krankmachenden Eigenschaften abgezüchtet wurden. Man spricht hier auch von sogenannten attenuierten Erregern. Beispiele sind Impfstoffe gegen Mumps, Masern und Röteln.

Totimpfstoffe enthalten abgetötete, also nicht mehr vermehrungsfähige Krankheitserreger. Hierzu zählt man auch solche Impfstoffe, die nur Bestandteile oder einzelne Moleküle dieser Erreger enthalten. Je nach Art der Herstellung und dem Grad der Aufreinigung spricht man von Ganzvirus-, Spalt- oder Untereinheiten- (Subunit-) Impfstoffen. Beispiele sind Impfstoffe gegen Hepatitis A (Ganzvirus-) und Influenza (Spalt- und Subunit-Impfstoffe). ([Ausführliche Informationen zur Influenzaimpfung \(Grippe\) finden sie auf den Seiten des Robert Koch Instituts](#))

Vektorimpfstoffe bestehen aus für den Menschen harmlosen Viren, den sogenannten Vektoren. Die Vektoren sind im Menschen nicht oder nur sehr begrenzt vermehrungsfähig. Damit das menschliche Immunsystem die Abwehr gegen den Krankheitserreger aufbauen kann, muss es mit Molekülen (Antigenen) des Krankheitserregers in Kontakt kommen. Dies kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden.

Entweder kann in einem Vektor ein Molekül aus der Virushülle des Vektors gegen ein Molekül aus der Hülle des Krankheitserregers ausgetauscht sein.

Oder der Vektor enthält die Information zum Aufbau von einem oder mehreren Protein-Molekülen (Antigenen) des Krankheitserregers. Diese Information wird dann in der menschlichen Zelle abgelesen, das Antigen des Krankheitserregers hergestellt und dem Immunsystem präsentiert. Somit wird die beim Impfen erwünschte Immunantwort ausgelöst.

Bei diesen Veränderungen des Vektors wird darauf geachtet, dass seine Unbedenklichkeit für Mensch und Umwelt erhalten bleibt.

Ein Beispiel für Vektorimpfstoffe ist der Impfstoff „Ervebo“ gegen Ebola.

Bei **mRNA-Impfstoffen** werden keine Krankheitserreger oder deren Bestandteile (Antigene) für die Immunisierung benötigt. Durch die Impfung wird den Zellen im Muskelgewebe in Form einer mRNA (messenger-RNA bzw. Boten-RNA) nur die Information für die Herstellung einzelner Antigene übertragen. Ähnlich der Infektion mit einem Virus, beginnt die Zelle nach dem Bauplan der mRNA mit der Produktion von Proteinen, die als Antigene dem Immunsystem präsentiert werden und eine Immunantwort auslösen. Da es sich nur um einzelne Proteine handelt, die von den Zellen hergestellt werden, ist mit dieser Methode keinerlei Infektionsrisiko vorhanden.

Bei **mRNA** handelt es sich um ein Botenmolekül, das nicht in die DNA einer Zelle eingebaut werden kann und relativ schnell vom Körper abgebaut wird. Eine Veränderung des Erbguts, d.h. eine Beeinträchtigung der Keimzellen (Eizellen bzw. Spermien), kann damit nicht stattfinden.

Die **verschiedenen Impfstoffarten** haben unterschiedliche Eigenschaften in Bezug auf die Immunantwort, die sie auslösen und sie haben unterschiedliche Anforderungen an die Herstellung. Auch die Krankheitserreger haben unterschiedliche Eigenschaften, so dass sich nicht alle Impfstoffarten für alle Krankheitserreger eignen. In umfangreichen Tests wird daher geprüft welche Impfstoffe sich am besten für eine bestimmte Krankheit eignen.

Sind Impfstoffe sicher?

Impfungen sind generell sehr sicher. Sie machen in der Regel weder krank, noch können sich andere an Geimpften anstecken. Denn die meisten Impfstoffe bestehen aus abgeschwächten oder inaktiven Erregern bzw. Bestandteilen von Erregern. Häufig bekommen die Geimpften aber vorübergehend einzelne Symptome wie z.B. erhöhte Temperatur oder Kopfschmerzen. Dies sind Anzeichen dafür, dass sich der Körper aktiv mit dem Impfstoff auseinandersetzt und einen effektiven Schutz gegen den Erreger aufbaut. Diese Impfreaktionen fallen in jedem Fall viel weniger schlimm aus als die Beschwerden oder Folgeschäden der Krankheit, gegen die geimpft wird.

Bleibende Schäden sind bei den heutigen Impfstoffen nur bei weniger als einem unter einer Million Geimpften nach einer Mumps- oder Masernimpfung aufgetreten. Zum Vergleich: Ungeimpfte bekommen beide Krankheiten fast immer, und jeder zehnte leidet bei Mumps auch an Hirnhautentzündung, jeder 500ste bei Masern auch an einer Gehirnentzündung. Beide Komplikationen hinterlassen oft bleibende Schäden.

Grundsätzlich werden Impfstoffe so entwickelt und hergestellt, dass sie die Krankheit, vor der sie schützen sollen, nicht übertragen können.

Da Impfstoffe die Krankheit, vor der sie schützen sollen, nicht übertragen, ist auch eine Ansteckung anderer Personen allein durch die Impfung ausgeschlossen. Wie gut im Anschluss die Impfung vor einer Ansteckung schützt und damit auch verhindert, dass ich andere mit dem Krankheitserreger anstecke, hängt von der Wirksamkeit des Impfstoffs ab.

Wofür braucht man Wirkverstärker

Ein Impfstoff enthält meist nicht nur Antigene. Denn Impfstoffforscher haben festgestellt, dass bestimmte Zusätze die Immunisierung erheblich steigern können, so genannte Adjuvantien (von lateinisch *adjuvans* = unterstützend). Einige Adjuvantien lösen eine körpereigene „Alarmanlage“ aus und gaukeln so dem Immunsystem vor, es seien in erheblichem Maße Erreger in den Körper eingedrungen. Die Sensoren dieser Alarmanlage wurden auf der Oberfläche und im Inneren verschiedener Immunzellen gefunden. Das Immunsystem reagiert auf den Alarm mit verstärkter Aktivität, auch mit der Vermehrung Antikörper bildender Zellen.

Aluminiumhydroxid ist das meist verwendete Adjuvans. Seit einigen Jahren setzen Pharmaunternehmen aber als Adjuvans auch spezielle Gemische aus fettartigen Molekülen und Wasser ein, die noch stärker wirken.

Aus Studien wissen die Impfstoffforscher, dass Adjuvantien vor allem drei Effekte haben:

- Für eine Immunreaktion beim Geimpften genügt weniger Antigen
- Es kommt seltener vor, dass die Impfwirkung ausbleibt.
- Der Impfschutz wird "breiter", das heißt, die Impfung schützt nicht nur vor genau dem Erregerstamm, von dem die Antigene stammen, sondern auch vor ähnlichen Erregern.

Manche Impfstoffe schützen mehr als 98 % aller Geimpften vor einer Erkrankung. Andere Impfstoffe könnten nur weniger Menschen vollständig schützen, erzielen aber bei den anderen zumindest einen solchen Immunschutz, dass die Krankheit leichter verläuft. Wichtig ist: Viele Impfungen müssen mehrfach verabreicht werden, damit sie ihre volle Schutzwirkung erzielen.

Weitere Quellen:

<https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov>

<https://www.pei.de/DE/arzneimittel/impfstoffe/covid-19/covid-19-node.html>

<https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/schutzimpfung/risiken-und-nebenwirkungen/>

<https://www.aponet.de/artikel/ein-monat-corona-impfung-diese-nebenwirkungen-traten-auf-22955>