

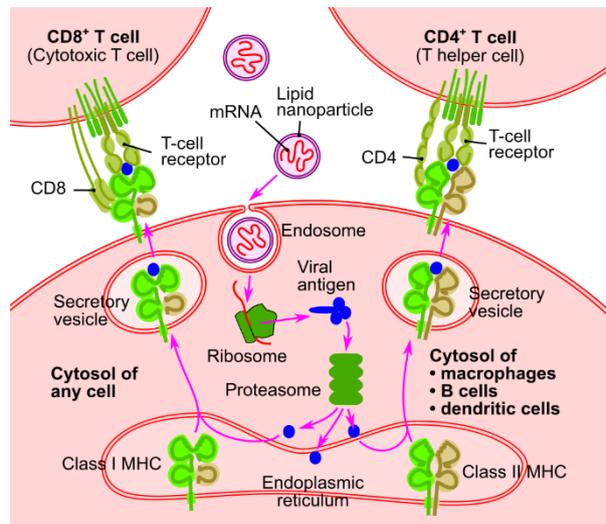
Vom Impfstoff zur Immunität

Was geschieht eigentlich genau nach einer Impfung?

Wie erfährt unser Immunsystem davon, dass wir geimpft sind?

Warum entwickeln wir nach einer Impfung eine Immunität?

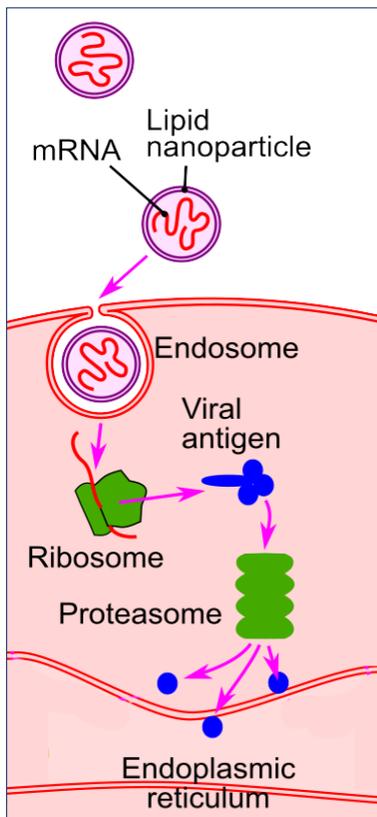
Die vorliegende Abbildung ¹ zeigt, welche Schritte dazu notwendig sind.



1

Dargestellt ist dabei eine Vielzahl möglicher Reaktionen. Auf den ersten Blick ist das ein wenig unübersichtlich. Teilen wir deshalb einmal das Bild in verschiedene Teilbilder oder "Stationen" auf.

Station 1: Proteinbiosynthese des viralen Antigens



Nehmen wir an, unser "Impfstoff" liegt in Form von mRNA vor.

Damit diese mRNA überhaupt in ein virales Antigen übersetzt werden kann, muss es die Zellmembran der Zielzelle überwinden.

Das ist dann möglich, wenn die mRNA in eine Lipidhülle (lipid nanoparticle) verpackt wird.

Sowohl die Zellmembran als auch die Nanopartikel bestehen aus Lipiden. Deshalb können die Nanopartikel über Endosomen ins Zellinnere gelangen.

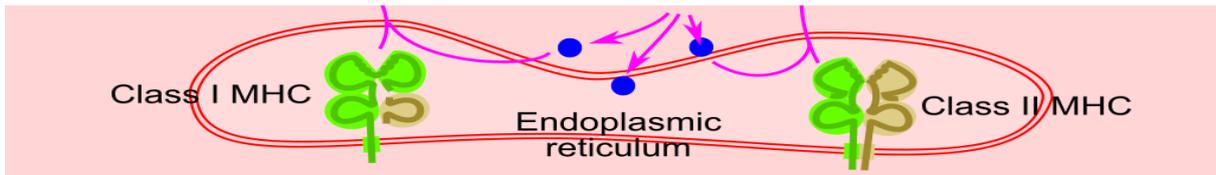
Im Cytosol wird die mRNA freigesetzt. Mithilfe der Ribosomen beginnt die Proteinbiosynthese: die Erbinformation der mRNA wird abgelesen und in Protein übersetzt. So wird das virale Antigen gebildet.

Werden Teile des viralen Antigens vom Proteasom (dem Müllschlucker der Zelle) in Fragmente, also kleinere Bruchstücke, zerlegt, so gelangen diese Fragmente in das Endoplasmatische Reticulum.

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/RNA-Impfstoff#/media/Datei:RNA_vaccine-en.svg |

Von Jmarchn - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97537433>

Station 2: Antigenfragmente werden an MHC-Moleküle gebunden



Antigenfragmente werden im Endoplasmatischen Reticulum an MHC I – Moleküle oder MHC II – Moleküle gebunden. Bei MHC I und MHC II handelt es sich um membranständige Rezeptoren, die eine wichtige Rolle in der Unterscheidung "Was gehört zu mir und was gehört nicht zu mir?" bzw. in der Immunabwehr haben.

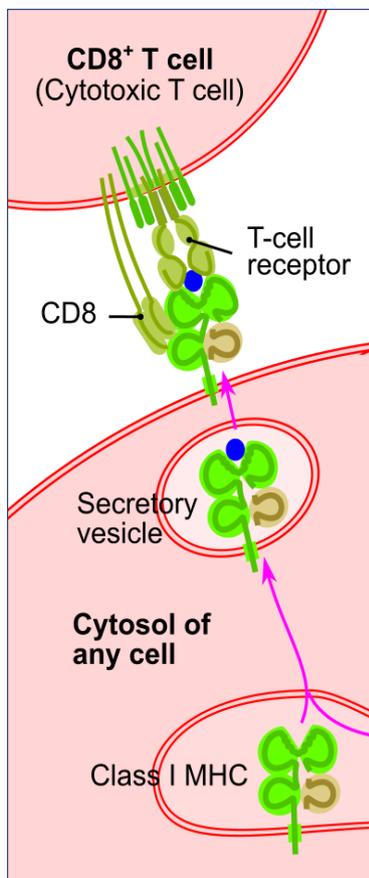
Ob die Bindung an MHC I oder MHC II erfolgt, ist keine Frage des Zufalls, sondern hängt davon ab, um welche Art von Zelle es sich handelt. Allgemein gilt: Körperzellen verfügen über MHC I – Rezeptoren, Zellen der Immunabwehr verfügen über MHC II – Rezeptoren.

Eine mögliche Eselsbrücke: Jede Bürgerin, jeder Bürger besitzt einen Personalausweis. Wer bei der Polizei seinen Dienst tut, die / der hat darüber hinaus einen Dienstausweis. Bei "normalen" Zellen entspricht die Gesamtheit an MHC I – Rezeptoren dem "Personalausweis". Die spezialisierten Zellen des Immunsystems geben sich als "Spezialeinheit" dadurch zu erkennen, dass sie MHC II – Rezeptoren auf ihrer Zellmembran tragen, also eine Art "Dienstausweis".

2

Station 2a: Antigenfragmente werden an MHC I -Moleküle gebunden (Körperzellen)

In Körperzellen, also allen Zellen, die keine Aufgaben in der Immunabwehr erfüllen, werden ständig Proteine durch das Proteasom zu Proteinfragmenten abgebaut (s.o.).



Die Proteinfragmente gelangen in das "ER", das Endoplasmatische Reticulum (s.o.), und binden an MHC I - Rezeptoren.

Vom Endoplasmatischen Reticulum werden sekretorische Vesikel abgeschnürt.

Diese verschmelzen aufgrund ihres Lipidmantels mit der Zellmembran.

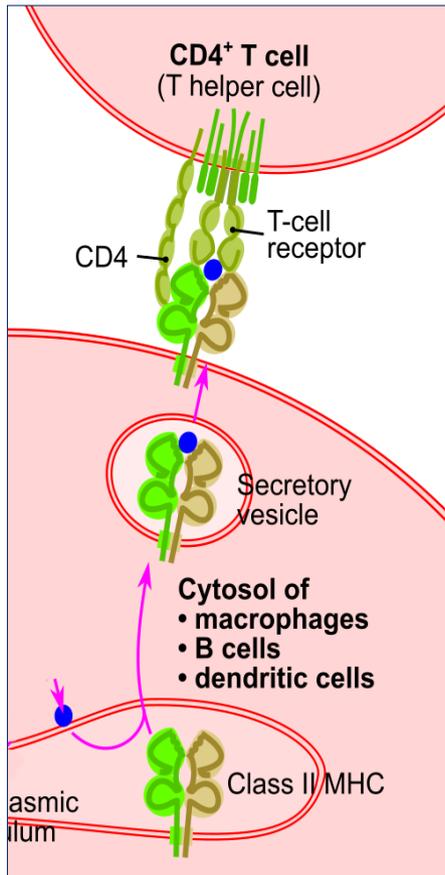
So wird aus einem intrazellulären MHC I – Molekül ein membranständiger MHC I – Rezeptor, das an seiner Oberfläche ein Proteinfragment trägt.

Handelt es sich bei dem Proteinfragment um ein Antigenfragment, so kann dieses von Immunzellen als solches erkannt werden.

Hier beispielhaft dargestellt ist eine cytotoxische T-Zelle mit einem T-Zell-Rezeptor. Das kann aber auch eine andere Zelle des Immunsystems sein.

Ergibt der Kontakt von Immunzelle und infizierter Körperzelle, dass das Proteinfragment "fremd" und eben nicht "körpereigen" ist, wird die Immunantwort ausgelöst.

Station 2b: Antigenfragmente werden an MHC II -Moleküle gebunden (Immunzellen)



Zellen der Immunantwort präsentieren Protein- bzw. Antigenfragmente über MHC-Moleküle, wie das auch Körperzellen tun.

Im Gegensatz zu Körperzellen verwenden Immunzellen (Makrophagen, B-Zellen, T-Zellen u.a.) dazu aber MHC II – und nicht MHC I – Moleküle auf ihrer Zellmembran.

MHC II – Moleküle sind ein Merkmal das "Erkennungszeichen" von Immunzellen.

Antigene bzw. Antigenfragmente, die von MHC II – Rezeptoren auf der Zelloberfläche von Immunzellen präsentiert werden, dienen dazu, andere Immunzellen zu aktivieren, d.h. sie "in Alarmbereitschaft" zu versetzen.

Die Präsentation von Antigenfragmenten auf MHC II – Rezeptoren gleicht damit ein wenig der Bekanntmachung eines "Steckbriefs" und einem "Achtung! Gesucht wird ...".