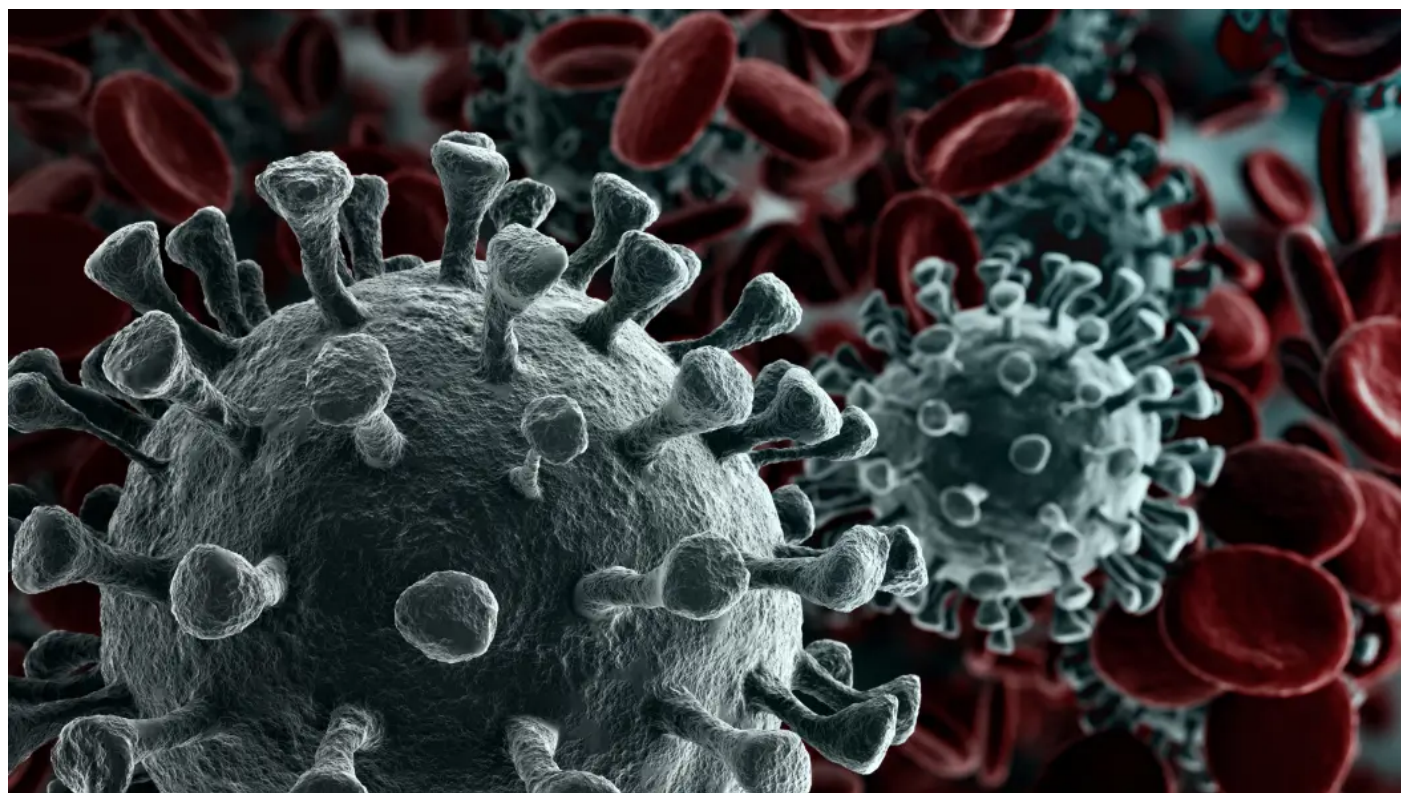


Corona: BioNTech, der SARS-CoV-2-Virus, die Impfstoffe und die Impflandschaft

23.12.2020 08:14 Uhr

Andreas Stiller



(Bild: creativeneko / Shutterstock.com)

Ein kleiner Überblick über die wichtigsten aktuellen SARS-CoV-2-Impfkandidaten und ein paar Betrachtungen zur "englischen" Mutation

Am Montag ist die EU-Kommission der Empfehlung der europäischen Arzneimittelbehörde EMA gefolgt und hat den ersten SARS-CoV-2-Impfstoff für sofort zugelassen. Ähnlich haben dies zuvor schon die entsprechenden Gesundheitsbehörden in Großbritannien, Kanada und in den USA ebenfalls für den Impfstoff BNT162b2 von BioNTech/Pfizer durchgeführt, allerdings in einer beschleunigten und weniger gründlichen Notfallzulassung.

Die Aufregung um die südenglische Mutation B.1.1.7 hat an diesem Termin nichts geändert, genauso wenig an den **Impfplanungen in Deutschland, [1]** nur eben, dass es jetzt nach Weihnachten mit ein paar ersten Impfungen auch wirklich losgehen soll.

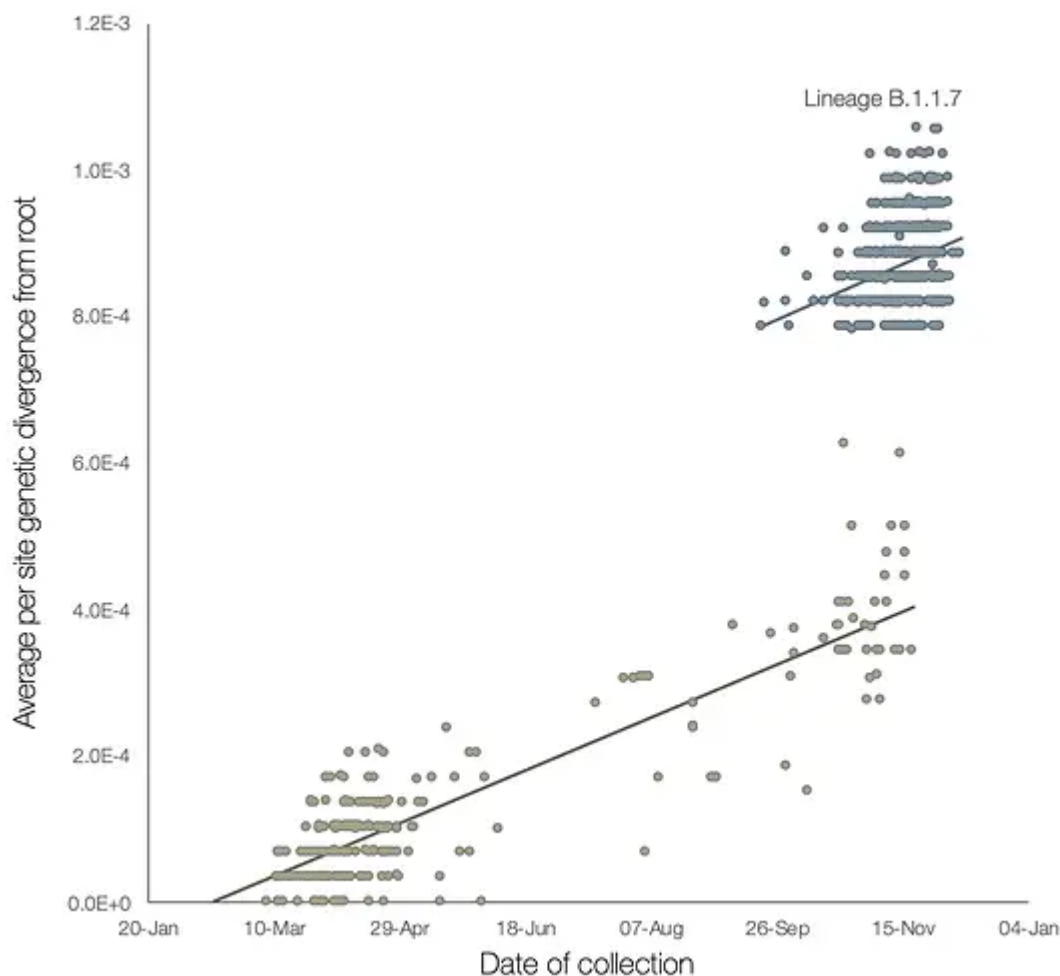
Ansteckung und Verbreitung

Und nein, nicht die Ansteckungsrate (Transmissibilität) könnte bei B.1.1.7 um 70 Prozent höher liegen, wie der nur selten gut informierte britische Premier Johnson vermeldete. Und sie liegt

schon gar nicht beim 70-fachen, wie es ARD-Moderator Fritz Frey im **ARD-Extra [2]** unwidersprochen in den Raum stellte.

Beim Meeting der Corona-Taskforce "**NERVTAG [3]**" am 18. Dezember sprachen die britischen Wissenschaftler vielmehr von einer "Growth rate from genomic data" von 71 % des Virus. Das beschreibt, welche Virusvariante sich gegenüber den anderen bei der Verbreitung durchsetzt. Die eigentliche Ansteckungsrate, ausgedrückt in dem Basisreproduktionsfaktor R_0 , steigt mit B.1.1.7 aber auch, sie könnte nach ihren Schätzungen von aktuell etwa 3,5 um 0,39 bis 0,93 Punkte steigen, also um 11 bis 27 Prozent – das ist schon ein kleiner Unterschied zu Boris Johnson und ein etwas größerer zu Fritz Frey, aber dennoch unbehaglich.

Für die Impfung wirkt sich dieser Wert ebenfalls aus, so verschiebt sich die zur Herdenimmunität nötige Quote auf 80 Prozent ($1 - 1/R_0$). Das würde nach heutigem Stand allein Italien schaffen, in Deutschland ist die Impfwillingkeit auf etwa 48 Prozent gesunken – doch vermutlich gibt es unter den Neinsagern noch viele, die nur nicht gleich am Anfang dabei sein wollen.



Die englische Mutation B.1.1.7 hat sich sehr weit von der Wurzel entfernt

(Bild: <https://virological.org/t/preliminary-genomic-characterisation-of-an-emergent-sars-cov-2-lineage-in-the-uk-defined-by-a-novel-set-of-spike-mutations/563>)

Die ungewöhnlich "starke" Mutation des "englischen Virus" könnte sich aber auch auf die Impflandschaft und die Trefferquote aktueller PCR-Tests auswirken, hat sich doch einiges an

wichtigen Genen (und damit an den Aminosäuren der Proteine) geändert. Ob etwa der frisch zugelassene BioNTech-Impfstoff davon betroffen ist, ist allerdings nach Aussage von BioNTech-Chef Sahin eher unwahrscheinlich.

Impfstoffe und Virusmutationen

Sehr hilfreich könnte es gewesen sein, dass sich BioNTech im Laufe der klinischen Erprobung für BNT162b2 und nicht für BNT162b1 entschieden hat, denn b2 sorgt für eine komplette Produktion des aus 1270 Aminosäuren bestehenden Spike-Proteins (von denen B.1.1.7 jetzt 2 eliminiert und 8 geändert hat). B1 ist kleiner und vermutlich etwas stabiler, umfasst aber nur einige Teilbereiche, die sogenannten optimierten Rezeptorbindungsdomänen (RBD). Aber andere Impfstoffe in der Pipeline, die sich nur auf solche Domänen kaprizieren, könnten stärker betroffen sein.

Damit man den BioNTech-Impfstoff besser in die gesamte Landschaft einordnen kann, wird in diesem Beitrag der aktuelle Stand der Impfstoff-Entwicklung ein bisschen ausführlicher beleuchtet. Einen guten, noch weit tieferen Einblick in die Materie bietet die Zusammenfassung von drei indischen Pharmakologen in dem umfangreichen Paper "**COVID-19 vaccine: A recent update in pipeline vaccines, their design and development strategies [4]**". Dabei gehen die Forscher sogar, wenn auch nur kurz, auf Studien im Umfeld von indischem Ajurveda und traditioneller chinesischer Medizin (CTM) im Zusammenhang mit Immunverstärkung und COVID-19-Abschwächung ein. So wird dem aus rund 15 edlen Kräutern zusammengemischten Kabasura Kudineer (das online zu Fantasiepreisen erhältlich ist) nachgesagt, dabei zu helfen, den häufigen Geruchs- und Geschmacksverlust bei einer Covid-Infektion schnell wieder zu revidieren.

Doch angesichts des Tempos der Entwicklung ist auch diese Arbeit mit ihrem Veröffentlichungstermin vom 25. November schon etwas veraltet – die Autoren gingen zum Beispiel von einer Zulassung für den BioNTech-Impfstoff BNT162b1 aus, das Rennen machte aber, wie erwähnt, BNT162b2.

Aktuell, das heißt hier zumindest der Stand vom 17. Dezember. Zu diesem Zeitpunkt waren der WHO 222 Projekte gemäß des "**COVID-19 - Landscape of novel coronavirus candidate vaccine development worldwide [5]**" gemeldet. 56 davon befinden sich in unterschiedlichen Phasen bereits in der klinischen Erprobung, 166 sind noch in der vorklinischen Entwicklungsphase. Das WHO-Phasenmodell der klinischen Erprobung unterteilt sich dabei in drei Hauptphasen, wobei auch zwei Phasen kombiniert sein können.

Landscape

- Vorklinisch (Labor, Tierexperimente): 166 Kandidaten
- Phase 1: (Dutzende von Tests an Probanden, primäre Zielrichtung Sicherheit) 22 Kandidaten
- Phase 1/2: 16 Kandidaten

- Phase 2: (Hunderte Tests, primäre Zielrichtung Sicherheit und Immunogenität) 4 Kandidaten
- Phase 2/3: 3 Kandidaten
- Phase 3: (Tausende Tests, üblicherweise Blindtests, hälftig mit Placebos. Primäre Zielrichtung Sicherheit und Effizienz) 11 Kandidaten
- Phase 4: (Vorläufige Registrierung, dann nach mehreren Jahre mit ausführlichem Sicherheitsmonitoring die volle Registrierung)

Viele Forschungseinrichtungen haben dabei gleich mehrere Kandidaten in unterschiedlichen Phasen im Rennen.

Mit einer wirklich abgeschlossenen Phase 3 kann allerdings noch niemand aufwarten, auch BioNTech nicht. Die Firma hat in der Datenbank für klinische Studien ClinicalTrials.gov als geschätzten vorläufigen Termin den 30. Juli 2021 eingetragen, abgeschlossen soll diese Studie mit 43.000 Probanden Ende Januar 2023 sein. Das ist also noch lange hin, doch so lange wollte niemand warten, nicht einmal die EMA. Angesichts der extremen Vorläufigkeit und des "Schweinsgalopps" in "Warp Speed" kann man aber schon verstehen, dass sich die Behörde wenigstens ein wenig Zeit für die Prüfung nehmen wollte. Für eine EU-Behörde hat die EMA jedenfalls ausgesprochen schnell reagiert.

Die EU und auch der deutsche Gesundheitsminister haben sich zudem viel Kritik mit den nicht restlos ausgeschöpften Vorbestellkontingenten eingehandelt – doch auch da sollte man ein wenig differenzieren. Kaufen um jeden Preis muss nicht die beste Lösung sein. Und die Preise sind ja inzwischen durchgesickert, sie liegen von 18 € pro Dosis bei Moderna, 12 € bei BioNTec bis hinab zu 1,80 € bei AstraZeneca. Das sind schon große Unterschiede. Und mit größeren Mengen preiswerterer Impfstoffe kann man selbst bei geringerer Effizienz vielleicht mehr erreichen, als mit kleineren Mengen hocheffizienter Vakzine. Genau das steckt auch hinter der russischen Idee, eine preiswertere Light-Version ihres Sputnik-5-Impfstoffes herauszugeben. Und jetzt muss man ohnehin erst einmal sehen, wie die Impfstoffe mit der neuen "Großmutation" zurechtkommen.

Die Impfstoff-Kandidaten

WHO Impfkandidaten

Abkürzung	Plattform	Anzahl	in Prozent
PS	Protein-Untereinheiten	17	30%
VVnr	Viral Vektor (nicht-replizierend)	9	16%
DNA	DNA	7	13%
IV	Inaktiver Virus	7	13%

RNA	RNA	7	13%
VVr	Viral Vektor (replizierend)	3	5%
VLP	Virusähnliche Partikel	2	4%
VVr + APC	VVr und Antigenpräsentierende Zellen	2	4%
LAV	Lebender abgeschwächter Virus	1	2%
VVnr + APC	VVnr und Antigenpräsentierende Zellen	1	2%

Das WHO ordnet die Impfstoff-Kandidaten in 10 Plattformen. Die meisten dieser Kandidaten zielen auf die Erzeugung des Spike-Proteins als Antigen, das sind die kleinen "Fangarme" des Virus, die seine Krone (Corona) ausmachen. Zum Teil beschränkt man sich auch auf kleinere Bereiche davon, auf die optimierten Rezeptorbindungsdomänen (RBD). Wie sich die neue Mutation am Spike beziehungsweise an dessen RBDs auf die Impfkandidaten auswirkt, muss man noch sehen, daran wird derzeit fieberhaft geforscht.

Tote Viren ...

Weitaus mehr Angriffspunkte für das Immunsystem mit allen virustypischen Antigenen bieten naturgemäß echte Corona-Viren, so wie es ja die Infektion selbst mit sich bringt. Dank der Vielzahl dieser Angriffspunkte wäre man damit vor Virusmutationen besser gefeit.

Für eine Impfung hat man es aber meist lieber mit inaktivierten Viren ohne die Fähigkeit zur Replizierung (IV) zu tun. Sieben solcher Kandidaten befinden sich in der klinischen Phase, davon vier bereits in der Phase 3. Das Problem bei diesen IV-Impfstoffen ist wie bei den anderen nicht replizierenden Verfahren auch, genügend Immunantwort zu bekommen, bevor es zerfällt oder aufgefressen wird. Zum Teil wird daher die Immunreaktion durch Hilfsstoffe (sogenannte Adjuvantien) verstärkt. Ein beliebter Begleitstoff als Verstärker ist das wohlbekannte Alaun (Kalium oder Ammonium-Aluminium-Sulfat) englisch Alum, das hierzulande früher zum Gerben und Färben benutzt wurde. Vielleicht haben es ja die Chinesen als Adjuvantie entdeckt, wird hier doch Alaun für ein beliebtes Frühstücksgebäck benutzt.

Die Herstellung von inaktivierten Viren ist allerdings aufwendig und recht gefährlich, denn man muss in Hochsicherheitslaboren (P3-Level soll bei SinaVac ausreichen) echte virulente Corona-Viren züchten, es sei denn, man macht sie zuvor gentechnisch "harmlos". Ansonsten werden sie erst hernach chemisch oder per Bestrahlung unschädlich gemacht. Umgang und Transport ist dann einfacher als etwa bei BioNTech, einfache Kühlschranktemperaturen (2 bis 8 °C) reichen aus, um den Impfstoff für fünf Monate funktionsfähig zu halten (die blöden Viren sind ja leider stabil).

Klinische Phase

Sieben solcher Kandidaten befinden sich in der klinischen Phase, davon vier bereits in Phase 3.

Der mit 13.000 brasilianischen Teilnehmern besterprobte dürfte der Impfstoff CoronaVac der chinesischen Firma SinaVac sein, wo das Virus mit Formalin "abgetötet" wird. Weitere Tests finden derzeit in der Türkei und Indonesien statt, in die Länder werden zur Zeit bereits mehrere Millionen Dosen ausgeliefert. Man hörte vor ein paar Tagen von 97 Prozent Effizienz, was die Firma SinoVac aber umgehend dementierte, die 97 Prozent bezögen sich nicht darauf, wieviel Infektionen verhindert werden konnten, sondern auf die Rate nachweisbarer Antikörper. Erste Werte im Sommer lagen bei 90 %, das Ergebnis der Studie soll im Januar veröffentlicht werden. Dank des kürzlichen Einstiegs des Pekinger Pharma-Konzerns Sino Biopharm mit umgerechnet einer halben Milliarde Dollar will SinoVac die Jahresproduktion von 300 Millionen auf 600 Millionen Impfdosen ankurbeln.

Chinesische Forscher sind auch an etlichen anderen IV-Projekten beteiligt, etwa beim Impfstoff BBIBP-CorV des Pekinger Instituts für biologische Produkte in Zusammenarbeit mit dem argentinischen Labor Elea Phoenix (3000 Probanden). Auch das Wuhan Institute of Biological Products, das wie die Pekinger im chinesischen Pharmazie-Verbund Sinopharm vereint ist, hat einen IV-Impfstoff (ohne Namen) im Rennen – ja, in Wuhan, dort wo das Hochsicherheitslabor unter Verdacht stand, möglicherweise das Virus freigesetzt zu haben.

Alle diese drei Impfstoffe haben inzwischen die Zulassung durch die chinesische Gesundheitsbehörde und dürfen ausgeliefert werden. Vierter im aktuellen Phase-3-Kollegium der IV-Vakzine ist das indische Nationale Institut für Virology in Puna zusammen mit der Firma Bahrat Biotech.

... und lebende Corona-Viren

Es gibt allerdings auch Impfungen mit "lebendigen" replizierenden Viren (LAV). Die sollten aber tunlichst keine Schadwirkung mehr haben. LAV-Impftechniken werden etwa für Masern oder Mumps, zum Teil auch bei Influenza erfolgreich eingesetzt. Manche LAVs klinken sich in die DNA der Wirtszelle ein und sorgen so für ein länger andauerndes Erzeugen von Antigenen oder auch Antikörpern. Unter den SARS-Cov-2-Kandidaten befindet sich bislang nur ein Impfstoff in der Phase 1, den das Serum-Institut von Indien zusammen mit dem Start-up Codagenix entwickelt hat. Ihr Impfstoff Covi-VAC braucht nicht einmal einen Pieksler, er kann wie die normale Infektion auch, über die Nase appliziert werden. Und wie die "echten" SARS-CoV-2-Kollegen klinken sich die abgeschwächten Kollegen nicht in die DNA ein, sondern replizieren im Zellplasma – so lange, bis sie vom Immunsystem zerstört werden.

Weiteren Vorteile: die abgeschwächten Viren fühlen sich bei Zimmer- oder besser Kühlschranktemperaturen wohl und eine einzige Impfung reicht aus. Die Herstellung ist zudem weniger gefährlich als bei den Inaktivierten, da man ja nur gentechnisch abgeschwächte Viren züchten muss. Die Phase 1 lief vergangene Woche in Long Island, New York, an.

Der **Covid-19-Vaccine-Tracker [6]** von RAPs (Regulatory Affairs Professional Society) listet noch eine weitere LVA-Studie sogar in Phase 3 auf, die die Universität von Melbourne, die Radboud-

Universität im holländischen Nijmegen und das Faustman Lab in Massachusetts in Arbeit haben. Dabei gehts aber um die Wirksamkeit, die die Tuberculose-Impfung mit dem seit 80 Jahren bekannten Bacille-Calmette-Guérin-Impfstoff (BCG) zur Verhinderung einer Covid-19-Erkrankung beitragen könnte. Es gibt nämlich Hinweise, dass Leute, die BCG geimpft waren, deutlich seltener an Covid-19 erkrankt waren oder Antikörper gebildet hatten. Es wäre ja ein Ding, wenn ein uralter TBC-Impfstoff den ganzen modernen Impfstoffen den Rang abläufe ...

DNA und RNA

Die genetisch synthetisierten DNA- und RNA-Impfstoffe bilden eine neue Klasse, die bislang noch nicht vorhanden war. Herausragend sind hier die mRNA-Impfstoffe von BioNTech und Moderna, die beide bereits von der amerikanischen FDA zugelassen wurden. Noch nicht soweit ist der ebenfalls mit mRNA arbeitende Impfstoff der deutschen Firma CureVac, der sich derzeit noch in Phase 2 befindet.

BioNTech hatte nicht nur einen, sondern gleich vier Impfstoffe in die Phase I des WHO-Evaluierungsprozesses eingebracht: BNT162a1, BNT162b1, BNT162b2 und BNT162c2. Kandidat a1 hatte normales Uridin als Nukleinsäure in die mRNA eingebaut, die Kandidaten b1 und b2 wechselten zu einem 1-Methyl-Pseudo-Uridin, mit dem die Eiweißproduktionswerkstätten im Zellplasma, die Ribosomen, genauso umgehen wie mit dem Original. B2 sorgt wie eingangs erwähnt für die Produktion eines ganzen Spike-Proteins, b1 beschränkt sich auf ausgewählte Bereiche.

Und c1 ist eine ganz andere selbstreplizierende Variante mit zwei aktiven Genbereichen (Open Read Frames, ORF), eines für das Spike-Antigen, und eines, das die Proteine für die Replizierung erzeugt. Mit c2 hätte man geringere Dosen benötigt und nur eine Impfung ohne Booster, denn die anderen benötigen eine erste Dosis (Prime) und eine weitere (Boost) nach drei Wochen.

Replikation und Selbstverstärkung

Genauer gesagt spricht man bei RNA aber lieber von Selbstverstärkung statt von Replikation, gekennzeichnet durch saRNA. Aber vor sich hin werkeln Selbstverstärker haben so ihre eigenen Probleme, etwa wenn die erwartete Immunantwort nicht so kommt wie erwartet. Außerdem wird die mRNA umso instabiler, je länger sie ist. Im Unterschied zur DNA, die "zäh wie Leder" ist, sind die mRNA-Ketten nämlich hochsensibel und leicht zerbrechlich.

Daher auch die Verwendung des Pseudo-Uridins, das die Ketten etwas stabilisiert. Zusätzlich werden die Ketten auch noch ordentlich verpackt. Hierfür eignen sich vor allem winzige Fetthüllen, sogenannte Lipid Nano Particles (LNP). Kandidat BNT162c2 verlor schließlich das hausinterne Rennen, BNT162b2 konnte sich dann mit 95 Prozent Effizienz durchsetzen.

Mit etwa dem gleichen Wert von 94,1 Prozent konnte auch der mRNA1273 von Moderna bei den Blindtests an 30.350 Probanden in der Phase 3 punkten. Er steht bei der EMA ebenfalls kurz vor

der Zulassung. Dieser Impfstoff soll nicht ganz so empfindlich sein wie der von BioNTech und mit normaler Kühlung auskommen, bei BioNTech soll man ja den Stoff während der ganzen Lieferkette möglichst auf -70°C halten. BioNTech betont aber auch, dass der Impfstoff zumindest fünf Tage bei normalen Kühlschrankschranktemperaturen haltbar ist.

Virale Vektoren

Ebenfalls weit entwickelt sind zahlreiche nichtreplizierende Virale Vektor-Impfstoffe (VVnr). Bei denen verwendet man gut bekannte Trägerviren, die genetisch so verändert werden, dass sie sich zum einen nicht in den Wirtszellen vermehren können (also nicht replizierend sind), keine Schädigung hervorrufen und eingeschleustes Genmaterial enthalten, das für die Erzeugung von Antigenen sorgt. Die beliebtesten Trägerviren sind die Adenoviren, vergleichsweise harmlose DNA-Viren, die zumeist nur mildere Erkältungssymptome auslösen, manchmal aber auch Lungenentzündung. 19 Arten mit 51 Stämmen (Serotypen) dieser im Jahre 1953 entdeckten Viren sind bekannt.

Seit 2001 sind hierzulande die Adenoviren-Erkrankungen meldepflichtig. Lediglich 52 bis 560 Meldungen gibt es seitdem pro Jahr in Deutschland, aber da die Symptome häufig recht milde sind, dürfte die Dunkelziffer deutlich höher liegen.

Darin liegt ein mögliches Problem für die Wirkung dieser Impfstoffe, denn wenn der Wirt bereits Antikörper gegen Adenoviren besitzt, könnten Killerzellen den Impfstoff auffressen, bevor der dazu kommt, seine eigentliche Immunisierungsaufgabe zu erfüllen. Um das möglichst zu vermeiden, weicht man auf selten auftretende Serotypen aus, insbesondere auf die Serotypen 26 und 5. Genau das sind die beiden, auf die einer der bekanntesten Impfstoffe dieser Gattung spezialisiert ist, der russische Sputnik V. Der hat sich einen schlechten Ruf erarbeitet, nicht etwa, weil er schlecht ist, sondern weil er vorzeitig noch vor der Phase 3 schon zugelassen und gespritzt wurde. Seine Effizienz wird vom Gamaleya Institut jetzt nach vorläufiger Auswertung einer Blindstudie von 22.000 Probanden mit 91,4 Prozent angegeben.

Ebenfalls gut bekannt und kurz vor dem Impfstart steht der Adeno-Impfstoff Azd1222 der schwedischen Firma AstraZeneca, der in Zusammenarbeit mit der Universität Oxford entwickelt wurde. Der verwendet keine menschlichen Adenoviren, sondern eine modifizierte Version von Adenoviren von Schimpansen. ChAdOx1, so der Name des Virus, steht für Chimpanse Adeno Oxford 1. Der Impfstoff hat bereits mehrere größere Studien durchlaufen, darunter die Sicherheitsstudie mit rund 75.000 Personen-Monaten.

Effizienz und Dosierung

Für die Effizienzmessung wurden 12.000 Probanden mit Placebos versehen, etwa genauso viel (4088 in Brasilien und 7548 in Großbritannien) wurden tatsächlich geimpft. Nach ersten Erkrankungen von Teilnehmern musste man die Erprobung im September unterbrechen, sie wurde dann aber Ende Oktober wieder aufgenommen. Die Effizienz war je nach Dosierung

überraschend unterschiedlich, die eine Gruppe bekam in 21 Tagen Abstand zweimal die volle Dosis gespritzt: Effizienz 62,1 Prozent, bei der anderen ging's mit einer halben los, dann erst folgte die volle: 90 Prozent.

Daraus den Mittelwert von etwa 70% zu bilden, entspricht wohl den Zulassungsregularien, ist angesichts der unterschiedlichen Dosierungen aber nicht besonders zielführend. Derzeit laufen weitere große Erprobungsläufe in den USA, UK, Brasilien und Südafrika, mit denen man die Dosierung noch weiter optimieren kann. Die Zulassung in Großbritannien erwartet man quasi täglich, die Niederlande wollen gleich Anfang Januar mit dem Impfen mit AZD1222 beginnen, auch ohne EMA-Zustimmung.

Mit dem russischen Gamaleya Institut strebt AstraZeneka eine Kooperation an, um mit Mischungen beider Impfstoffe noch bessere Ergebnisse zu erzielen (sogenanntes heterogenes Boosting).

Mit dem Ad26Cov2.5 hat auch das Janssen Pharmaceutical Research Team in Belgien zusammen mit dem Beth Israel Deaconess Medical Center sowie Johnson and Johnson einen erfolgsversprechenden Ad26-Kandidaten im Rennen. Der Phase-3-Test wurde jetzt erst einmal auf 40.000 Probanden verkürzt, was für das Rolling-Review-Verfahren der EMA ausreichend ist. Neben AstraZeneka ist das der zweite Virale-Vektor-Kandidat, der vermutlich im Januar die Zulassung bekommt. Janssen bietet zusätzlich als Boost auch einen anderen Viralen Vektor an: einen modifizierten Vacciniavirus Ankara: MVA.

Denn es gibts auch andere Viren als "Trägermaterial" für eingeschleusten Antigen-Code. So hat die Ludwig-Maximilian-Universität in München in Zusammenarbeit mit der Uni Marburg und dem UKE in Hamburg schon über 30 Jahre Erfahrung mit modifizierten Pockenviren (MVA). Die klinische Erprobung im Rahmen von Phase 1/2 liegt jetzt in den Händen der bekannten deutschen Virologin Marilyn Addo am UKE in Hamburg, zunächst startend mit 30 Probanden.

Grippe und SARS-Cov2 auf einen Schlag

All die bislang erwähnten Vektor-Viren sind nicht replizierend (VVnr), aber es gibt auch replizierende. Zwei davon sind in Phase 1 und 2, einer auf Basis von Masern- (Merck, Pasteur-Institut, Pittsburg University) und einer mit Grippe-Viren (Vivaldi Biosciences, Jiangsu Provincial Center for Disease Prevention and Control).

Letzterer Impfstoff namens Delta 19 wird per Nasenspray appliziert. Sein Clou ist, dass er gleich doppelt wirken soll: gegen SARS-CoV-2 und gegen alle Arten von Grippe, eine Art virologische eierlegende Wollmilchsau. Patente sind eingereicht, jetzt muss man die Studienergebnisse abwarten.

Das chinesische Shenzhen Geno-Immune Medical Institute experimentiert auch mit Lenti-Viren (sowohl replizierend als auch nicht replizierend) im Zusammenspiel mit sogenannten

Antigenpräsentierenden Zellen (APC). Da befindet sich aber noch nichts in Phase 3.

Rekombinante Proteine, Subunits und virusartige Partikel

Bei den Protein-Untereinheiten sind nicht unbedingt Hochsicherheits-Virenlabore nötig, da können dann auch kleinere Labore mitmischen. Und so findet man hier auch die größte Anzahl an Kandidaten. Man experimentiert dabei mit labortechnisch synthetisierten Teilen von Antigenen und testet, wie gut diese das Immunsystem zur nachhaltigen Bildung von Antikörpern veranlassen.

Proteine, die von gentechnisch veränderten Organismen stammen, nennt man auch "rekombinante Proteine". Manche erzeugen sogar ganze virusartige Partikel (VLPs). Das sind so kleine potemkinsche Dörfer, die von außen genauso wie ein SARS-CoV-2-Virus aussehen, aber gar keine Nukleinsäuren enthalten. In Phase 2/3 befindet sich so eine leere Hülle von der kanadischen Firma Medicago Inc. mit erst einmal 180 Probanden. (as [7])

URL dieses Artikels:

<https://www.heise.de/-4998220>

Links in diesem Artikel:

[1] <https://www.heise.de/news/Der-Corona-Impfstoff-kommt-Wie-es-nun-weitergeht-4996205.html>

[2] <https://www.ardmediathek.de/daserste/video/ard-extra/ard-extra-die-corona-lage/daserste/Y3JpZDovL3dkci5kZS9CZWl0cmFnLWU5ZjZiZDk2LWM0MzctNDQ4ZC1hOGIxLTMzMjNiZWUxNjh1Yg/>

[3] <https://khub.net/documents/135939561/338928724/SARS-CoV-2+variant+under+investigation%2C+meeting+minutes.pdf/962e866b-161f-2fd5-1030-32b6ab467896?t=1608470511452>

[4] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7685956/>

[5] <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>

[6] <https://www.raps.org/news-and-articles/news-articles/2020/3/covid-19-vaccine-tracker>

[7] <mailto:as@ct.de>

Copyright © 2020 Heise Medien