

Messprotokoll

Filtrierende Halbmaske - FFP2

ohne Ausatemventil

Auftraggeber: Ing. Dr. Helmut Traindl

Erstellt am 20.01.2021



1	Inhaltsverzeichnis	
2	GRUND DER MESSUNG	3
3	MESSOBJEKT	3
4	MESSGERÄTE	4
4.1	Messschieber	4
4.2	Hellfeldmikroskop	4
5	VORBEREITUNG DER PROBEN	4
5.1	Filter - Lagen	4
5.2	Probensegment	4
6	MESSUNG	5
6.1	Kalibrierung	5
6.2	Filtervermessung	5
6.3	Aufgenommene Bilder	6
6.3.1	Lage 1 - Außenschicht - Grobfilter, Dicke= 350µm	6
6.3.2	Lage 2 - Grobfilter, Dicke= 250µm	7
6.3.3	Lage 3 - Feinfilter, Dicke= 250µm	8
6.3.4	Lage 4 - Grobfilter, Dicke= 400-2000µm (elastisch)	9
6.3.5	Lage 5 - Feinfilter, Dicke= 250µm	10
6.3.6	Lage 6 - Innenschicht - Grobfilter, Dicke= 350µm	11
7	VIRUS	12
8	NORMEN	12
9	ZUSAMMENFASSUNG	13

2 Grund der Messung

Aufgrund der aktuellen Vorkommnisse wollte ich eine Einschätzung erlangen, in welchem Größenverhältnis die Maschenlichte von Masken zum Außendurchmesser eines Virus-Partikel (Cov-19) steht.

Die verwendete FFP2 Maske hatte, von allen gesichteten (ohne FFP3), die größte Anzahl an Filterlagen und war auch vom Aufbau her einheitlich gestaltet. Bei allen weiteren gesichteten Masken (MNS, weitere FFP2-Maske jedoch anderer Hersteller, selbstgenähte Masken) konnte ich zwar ähnliche, aber keine feineren Strukturen feststellen, deshalb werden sie in diesem Protokoll auch nicht weiter erwähnt.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden gewissenhaft dokumentiert, jedoch erheben sie keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit im Sinne der gesamtheitlichen Betrachtung, da nur über ein optisches und mechanisches Messverfahren (Teilbetrachtung) Daten erhoben wurden. Eine absolut korrekte Darstellung, aus gesamtheitlicher Sicht ist grundsätzlich schwer möglich, da weder die Erfassungsmöglichkeiten des Menschen, noch alle zur Verfügung stehenden Messmethoden sämtliche Bereiche abzudecken vermögen!

Somit ist auch dieses Protokoll nur eine Teilbetrachtung. Aus meiner Sicht kann sie aber zu einem besseren Verständnis beitragen, zuweilen ich keine vergleichbaren Informationen gefunden habe.

Weiters möchte ich alle Leserinnen und Leser dazu anregen, die wichtigen Dinge aus den relevanten Lebensbereichen immer selbst zu hinterfragen, da wir nur so generalisierten Fehlentwicklungen entgegenwirken können.

3 Messobjekt

FFP2 – Maske nach EN149:2001 + A1:2009



Bild 1: Mund-Nasen Maske FFP2

4 Messgeräte

4.1 Messschieber

Zur Dickenmessung wurde ein analoger Messschieber mit einer Auflösung von 50µm verwendet.

4.2 Hellfeldmikroskop

Mittels Hellfeldmikroskops wurden die Proben gesichtet. Dabei wurde bei allen Bildern, die Gegenlichtvariante als Beleuchtungsart gewählt. Die Bilder der verschiedenen Schichten wurden mittels Mikroskop-Kamera, mit einer Auflösung von 1920 x 1080 Pixel, aufgenommen.

5 Vorbereitung der Proben

Damit der Aufbau der Maske überhaupt beurteilt werden konnte, wurde ein Segment, durch welches keine thermisch kontaktierten Nähte verliefen, ausgewählt.

5.1 Filter - Lagen

Die Schnittdarstellung zeigt die Maske mit all ihren Lagen. Von der Bildoberkante aus betrachtet ist die Außenlage zu sehen.



Bild 2: Maske – Schnittdarstellung – 6 Schichten

5.2 Probensegment

Das Probensegment wurde aus der linken Maskenhälfte geschnitten.



Bild 3, 4: Maskenausschnitt - Probensegment

6 Messung

6.1 Kalibrierung

Damit eine passende Größenermittlung durchgeführt werden konnte, wurde im Vorfeld die unterhalb dargestellte Kalibrierprobe (Objektträger mit Aufgedampfter Skala) mit jedem der 3 verwendeten Objektive (4x, 10x, 40x und Okular 10x) gesichtet und am Bildschirm vermessen.

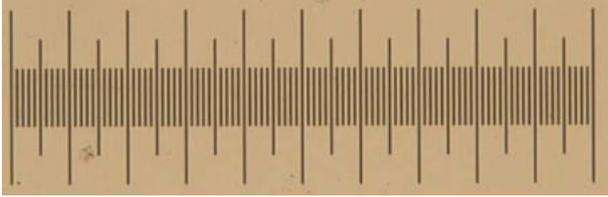


Bild 5: Kalibrierprobe, Gesamtlänge: 1mm, Auflösung: 10µm

In weiterer Folge wurden die Bilder mit dem jeweiligen Maßstab versehen, damit die Größenverhältnisse besser beurteilt werden können. Die jeweilige Vergrößerungsangabe - links am Maßstab (100x, 400x) - bezieht sich nur auf die verwendete Optik beim Mikroskop.

Der kleine rote Punkt entspricht der beschriebenen Größe eines Sars Cov 2 – Virus (ca. 0,1 µm = 100nm, siehe auch Pkt. 7 dieses Protokolls).

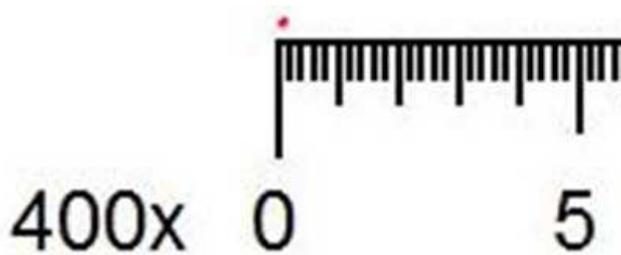


Bild 6: Maßstab auf Bilder

6.2 Filtervermessung

Die Filtervermessung wurde mittels Messschieber durchgeführt.

Lage	Schichtdicke von - bis		Faserstärke von - bis		Maschenlichte pro Schicht	Mittlere Anzahl von Faserschichten pro Lage *
	µm	µm	µm	µm		
Außen						
1	350		20		0 - 250	18
2	250		15		0 - 150	17
3	250		1	6	0 - 50	71
4	400	2000	10		0 - 180	40
5	250		1	6	0 - 50	71
6	350		20		0 - 250	18
Innen						
Gesamt	1850					

Tabelle 1: Dickenmessung (*Mittlere Anzahl von Faserschichten pro Lage = Lagendicke / mittlere Faserstärke)

Filtermaterial: Kunstfaser

6.3 Aufgenommene Bilder

6.3.1 Lage 1 - Außenschicht - Grobfilter, Dicke= 350µm

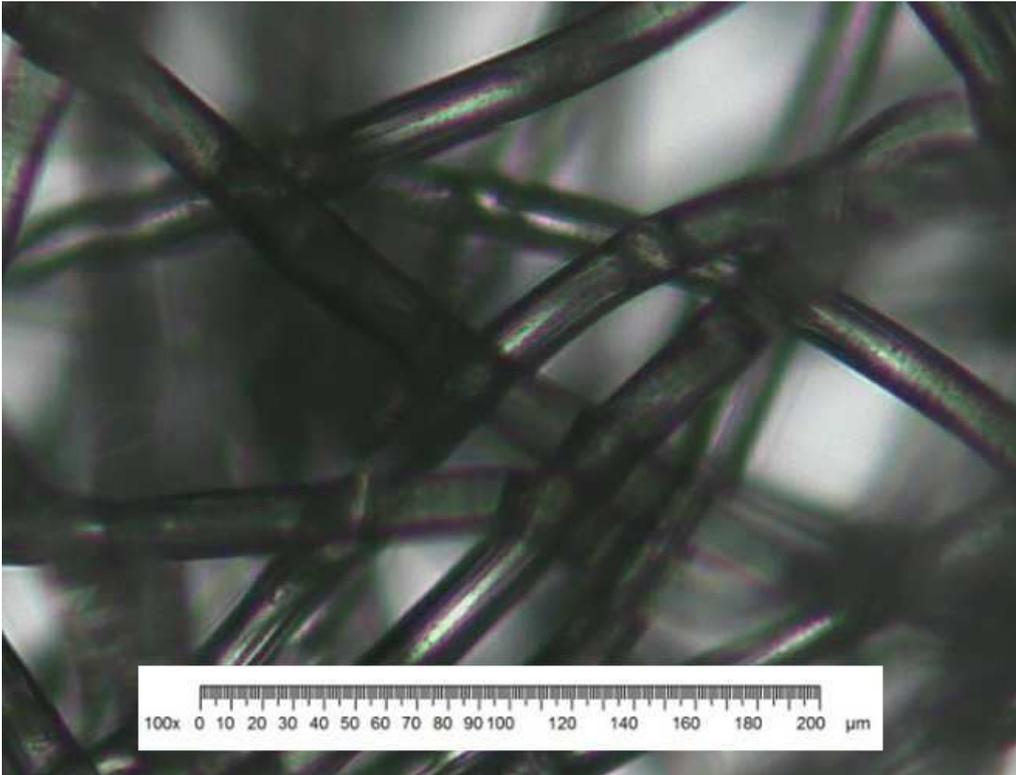


Bild 7: Lage 1, 100x

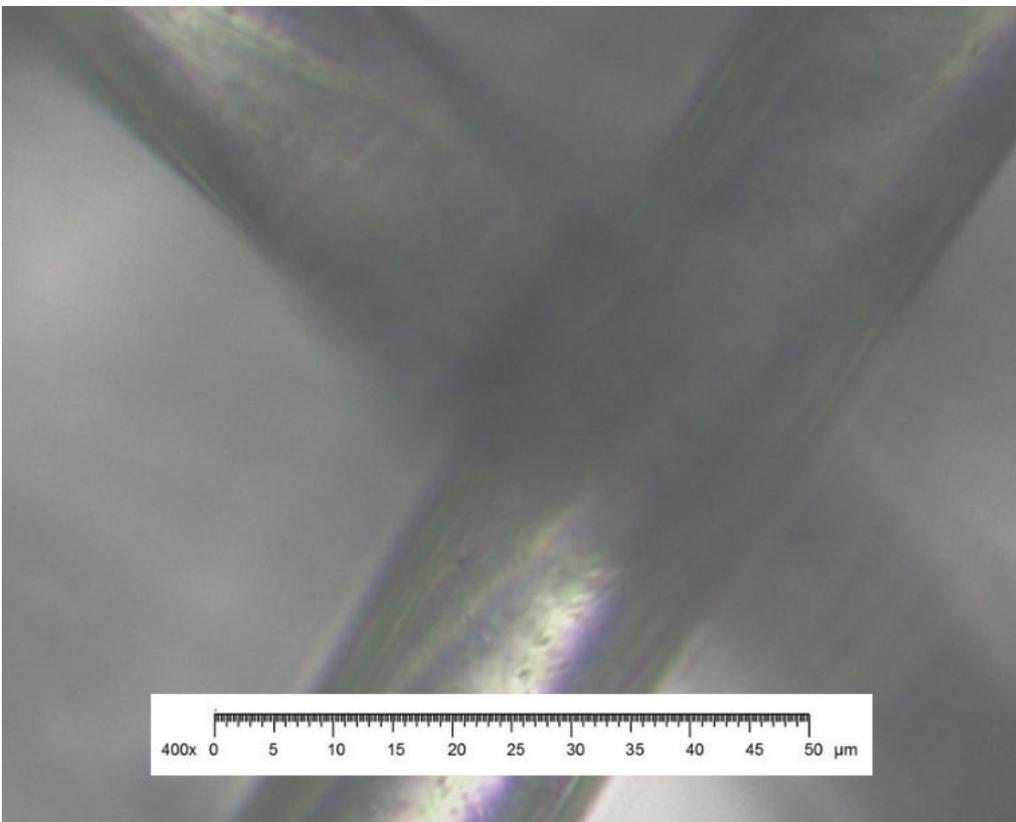


Bild 8: Lage 1, 400x

6.3.2 Lage 2 - Grobfilter, Dicke= 250µm

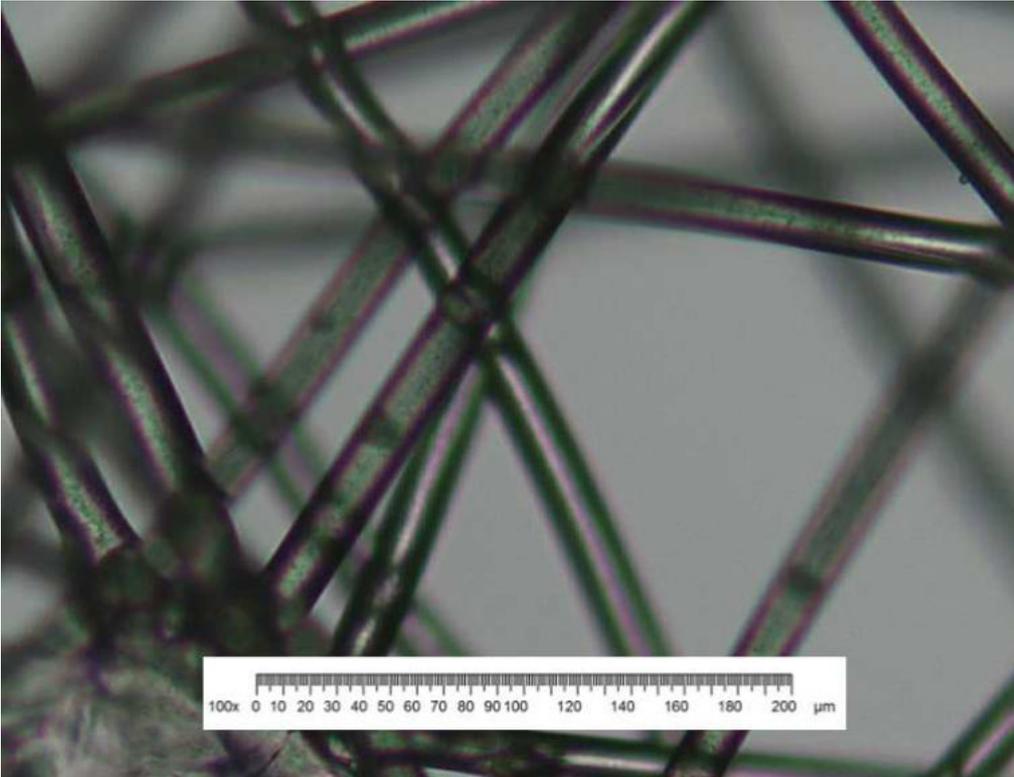


Bild 9: Lage 2, 100x

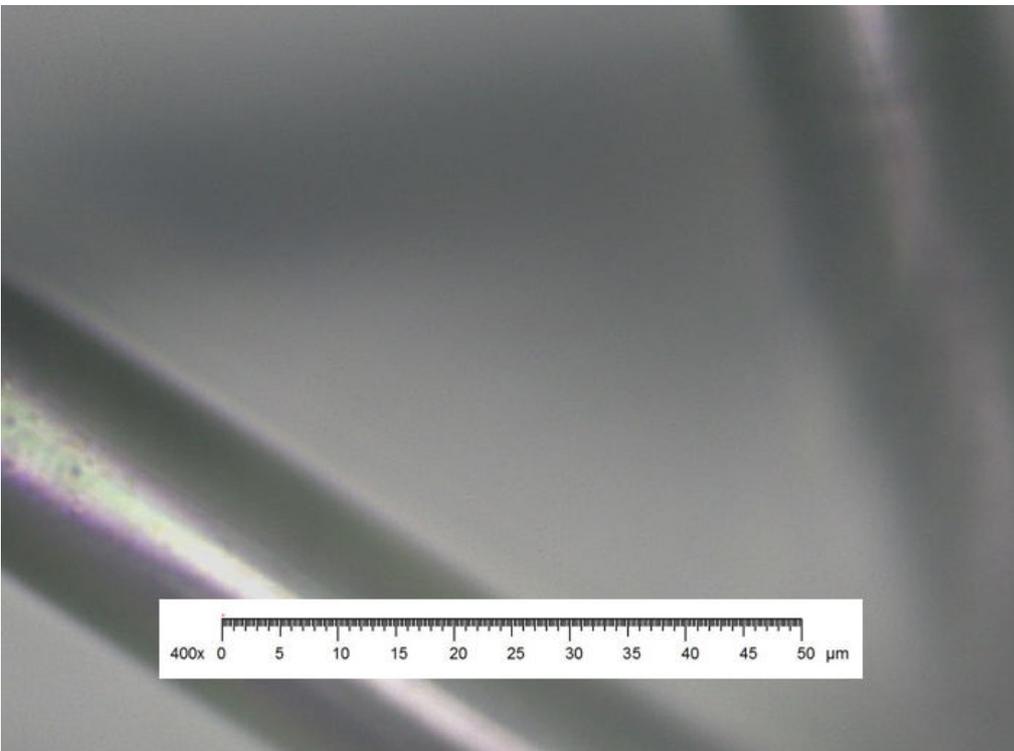


Bild 10: Lage 2, 400x

6.3.3 Lage 3 - Feinfilter, Dicke= 250µm

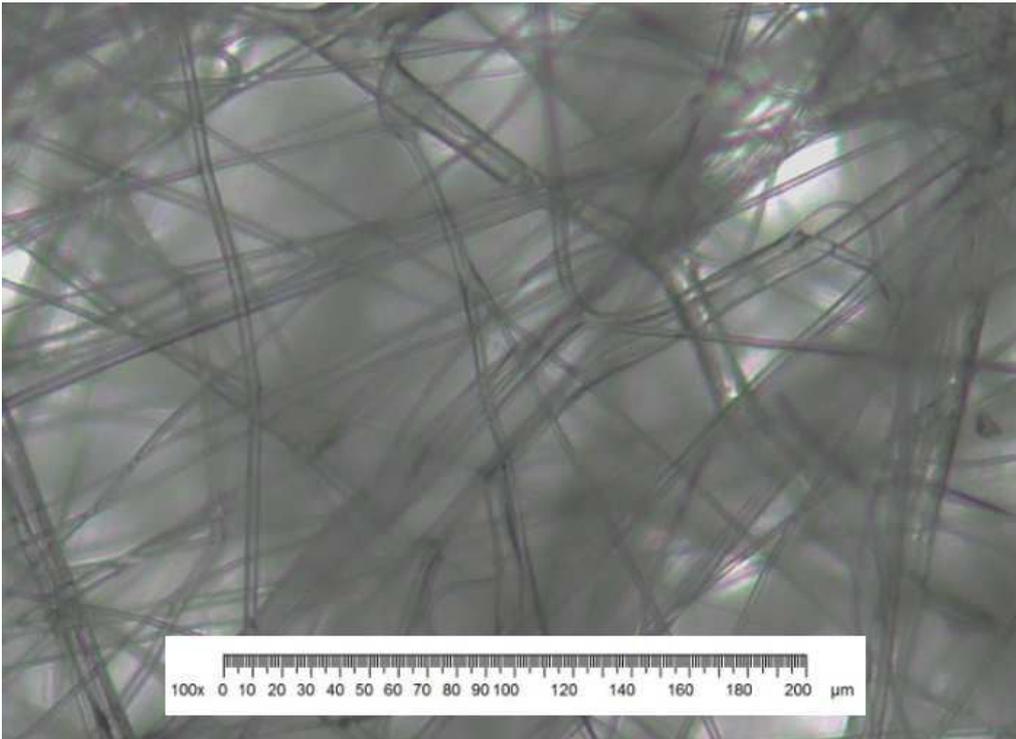


Bild 11: Lage 3, 100x

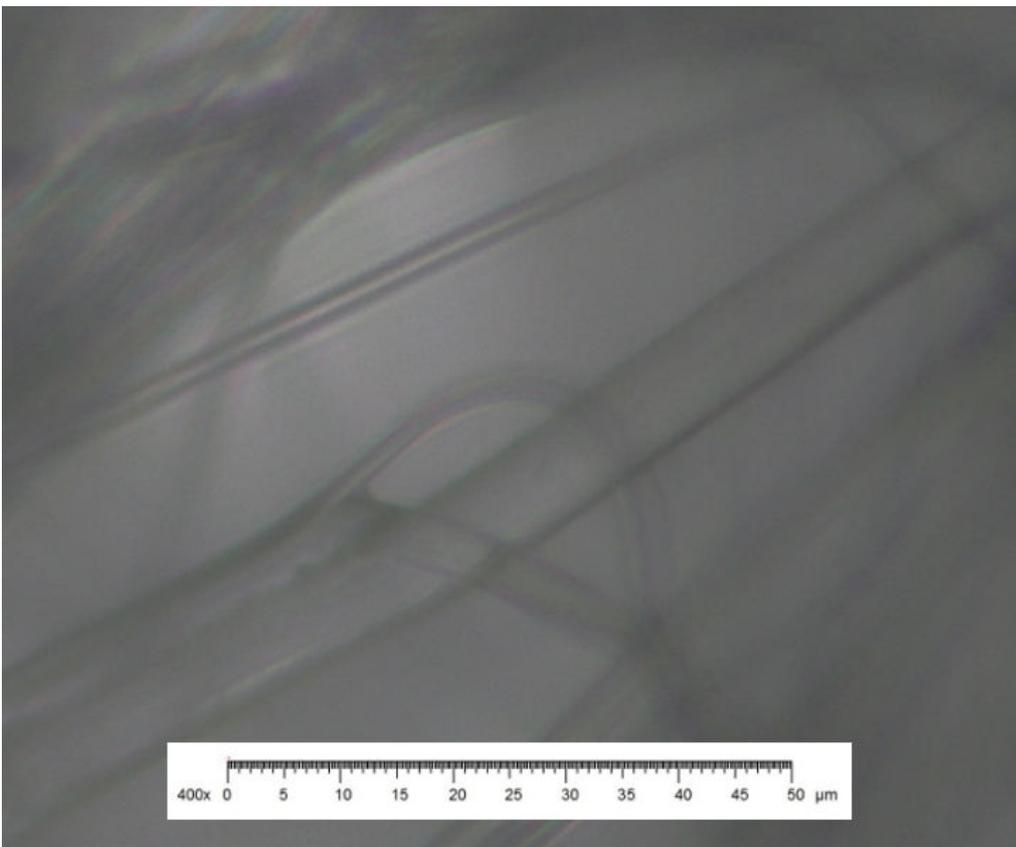


Bild 12: Lage 3, 400x

6.3.4 Lage 4 - Grobfilter, Dicke= 400-2000 μm (elastisch)

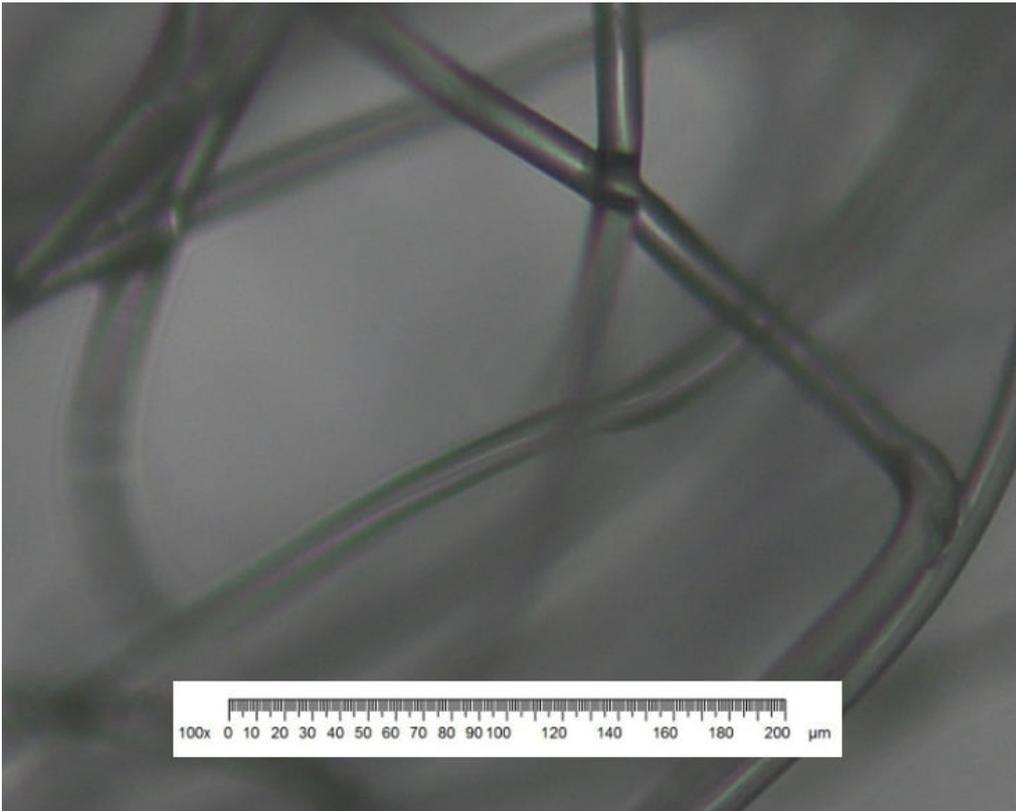


Bild 13: Lage 4, 100x

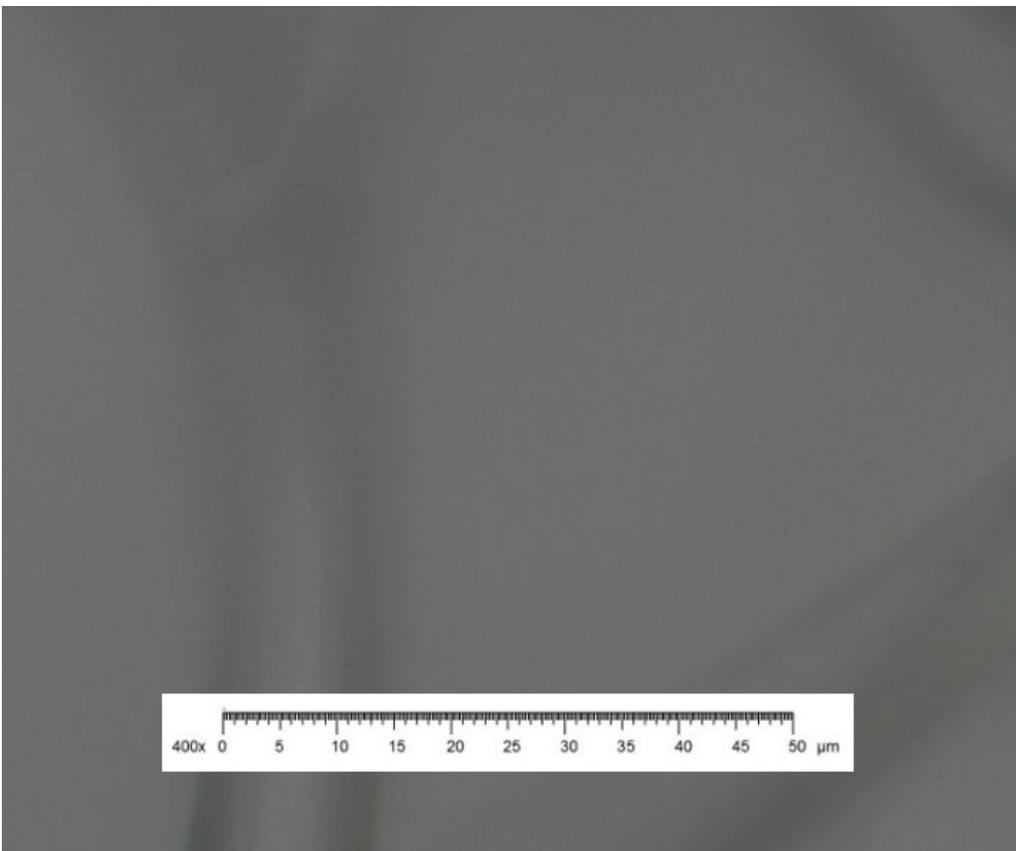


Bild 14: Lage 4, 400x

6.3.5 Lage 5 - Feinfilter, Dicke= 250µm

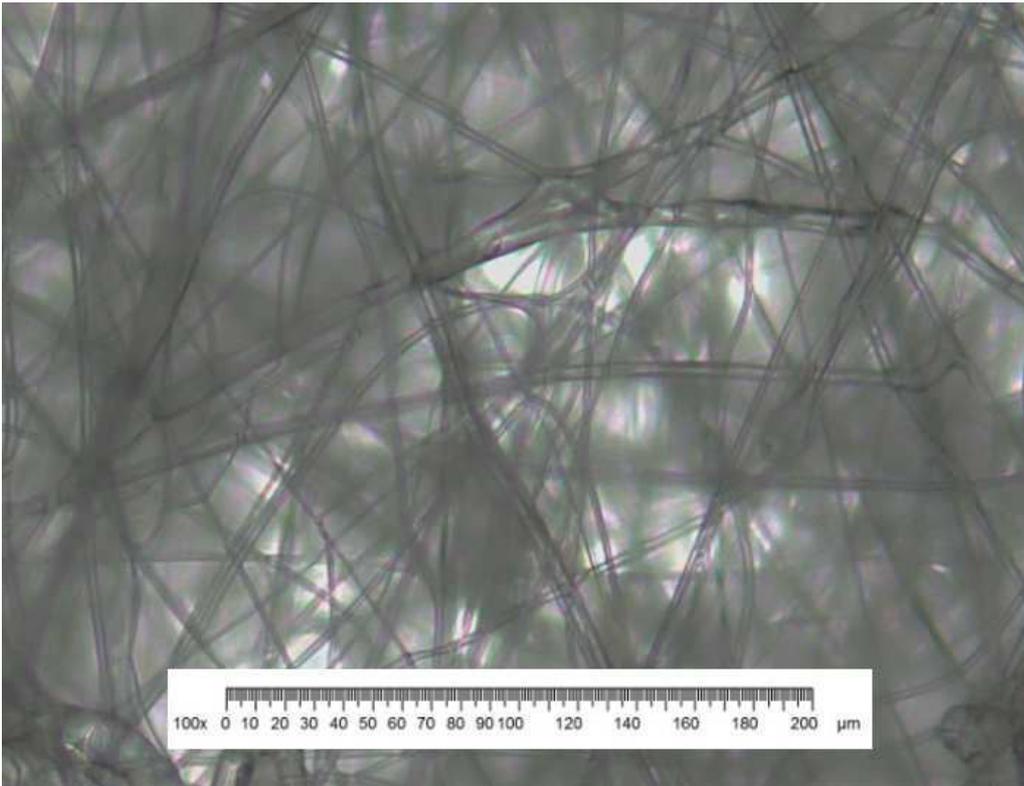


Bild 15: Lage 5, 100x

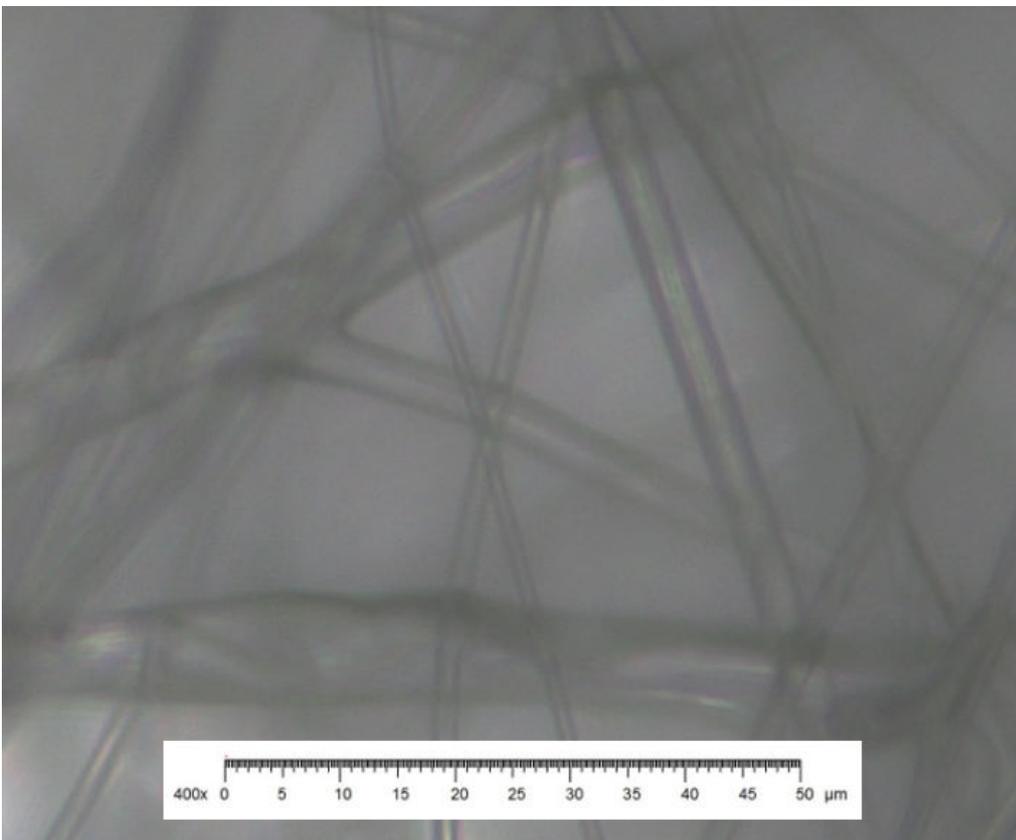


Bild 16: Lage 5, 400x

6.3.6 Lage 6 - Innenschicht - Grobfilter, Dicke= 350µm

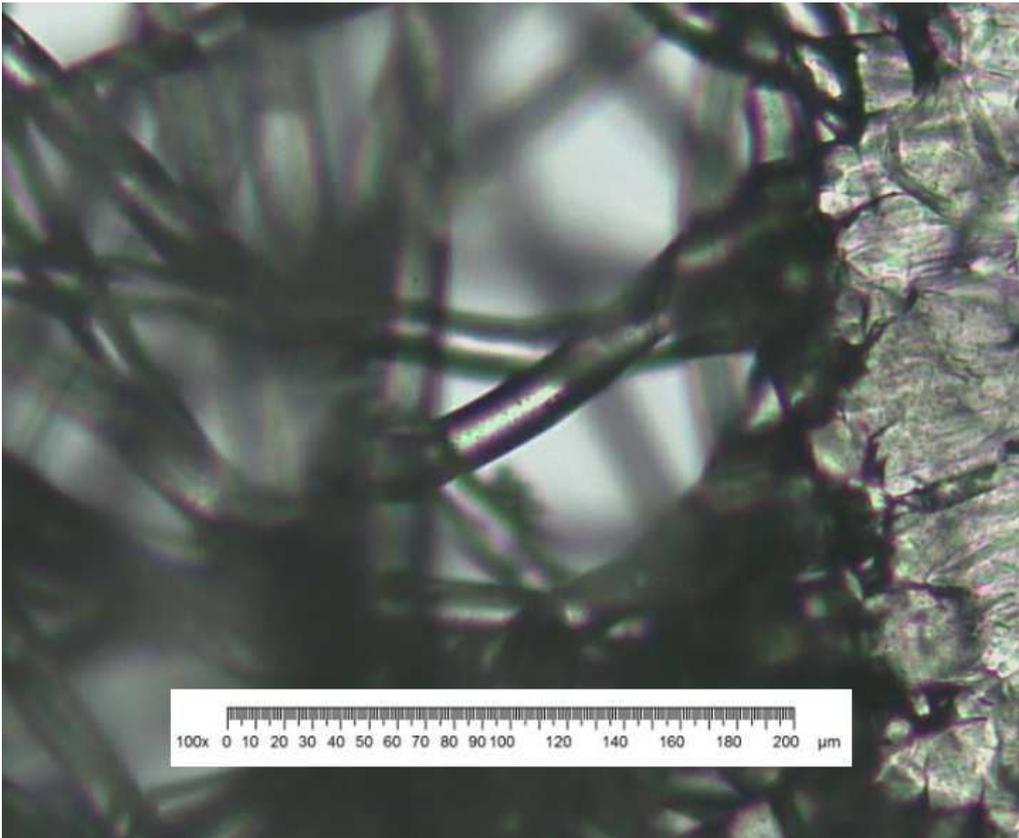


Bild 17: Lage 6, 100x

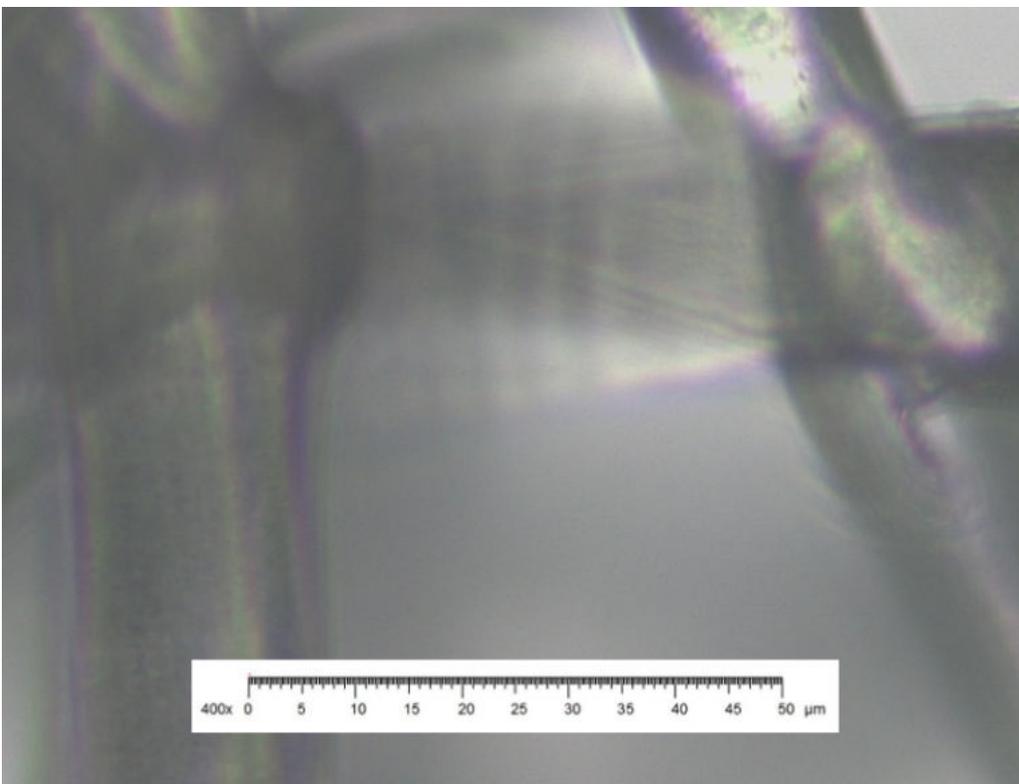


Bild 18: Lage 6, 400x

7 Virus

Die meisten im Internet auffindbaren EM-Aufnahmen waren – bis auf die unterhalb Angeführten – ohne Größenangabe. Wie aus Bild 19 u. 20 ersichtlich, dürfte das **Sars-Cov2-Virus** einen Außendurchmesser von ca. 100nm = 0,1µm haben.

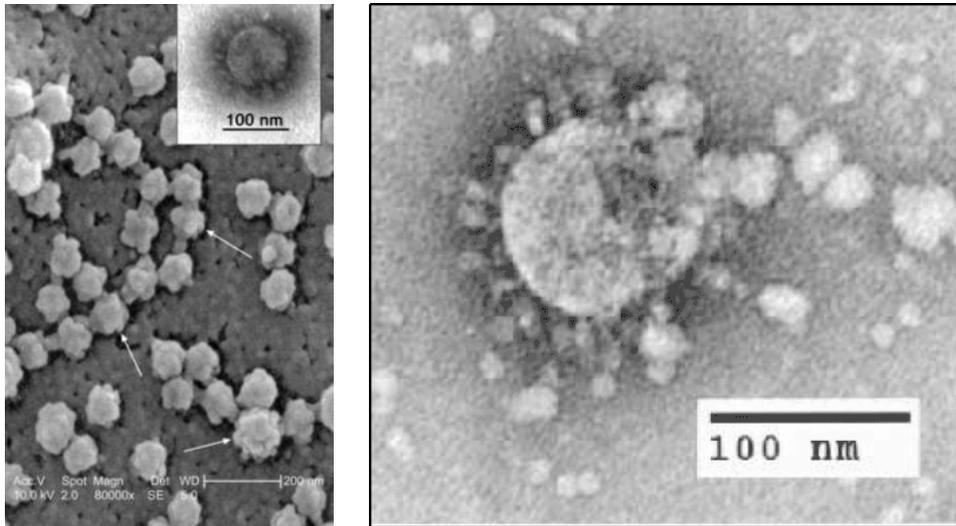


Bild 19, 20: EM-Abbildungen des Virus?

Quelle, Bild 19: <https://es.wikipedia.org/wiki/Coronaviridae>

Quelle, Bild 20: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/SARS_virion.gif

8 Normen

In den nachstehend angeführten Normen sind die Filterdurchlasseigenschaften, die Einspeichereigenschaften, die Prüfmethode und Prüfsubstanzen beschrieben.

DIN EN 149 : 2001 + A2009: Atemschutzgeräte – Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung;

DIN EN 13274-7 : 2019: Atemschutzgeräte – Prüfverfahren – Teil7: Bestimmung des Durchlasses von Partikelfiltern;

Prüfsubstanzgrößen:

Natriumchlorid Aerosol: Die Partikelgrößenverteilung muss von 0,02µm bis 2µm äquivalenter aerodynamischer Durchmesser bei einem massebezogenen medianen Durchmesser von 0,6µm sein. Der Medianwert der Partikelgrößenverteilung liegt zwischen einem Durchmesser von 0,06µm und 0,10µm, wobei die geometrische Standardabweichung zwischen 2,0 und 3,0 liegt.

Paraffinöl Aerosol: Der Medianwert der Partikelgrößenverteilung, basierend auf dem Durchmesser, liegt zwischen 0,29µm und 0,45µm, wobei die geometrische Standardabweichung zwischen 1,6 und 2,2 liegt

Dolomit Staub: Äquivalenter sphärischer Durchmesser: 0,7µm

Die kleinsten Partikel des Natriumchlorid Aerosols (aus wässriger Lösung) liegen zwar im Bereich der beschriebenen Virusgröße, ob dieses aber äquivalent dem Aerosol, der virendurchsetzten Atemfeuchte ist, bleibt fraglich.

9 Zusammenfassung

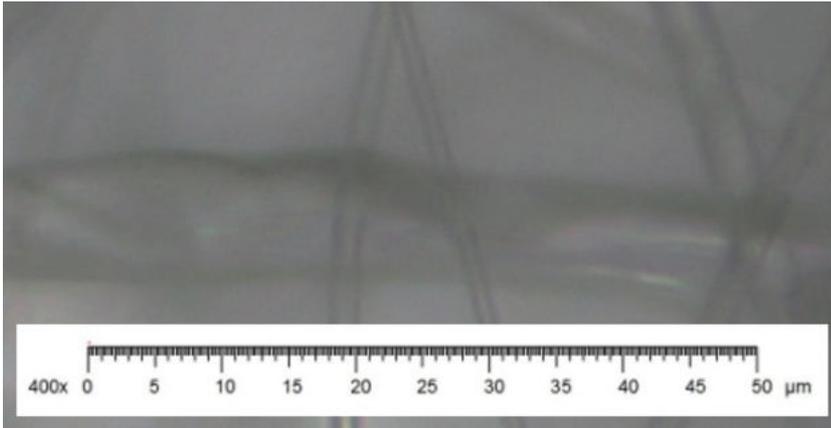
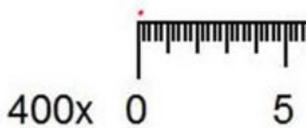


Bild 20:



Mit dem Lichtmikroskop (LM) kann bei einer derartigen Vergrößerung (400x) zwar nur eine geringe Tiefenschärfe erzielt werden, jedoch war es durch die Höhenverstellung des Kreuztisches einfach möglich, Schichten von tiefer gelegenen Fasern scharf darzustellen. Mit zunehmender Eintauchtiefe wurde das gesamte Bild zwar verschwommener, jedoch war es in einigen Bereichen dennoch möglich, Faserabschnitte scharf darzustellen. Die zunehmende Unschärfe ist den vorgelagerten Fasern geschuldet.

Wenn man auf das Größenverhältnis zwischen Maschenlichte und Virusdurchmesser (mechanische Filtereigenschaft) eingeht, scheint keine ausreichende Filterwirkung möglich zu sein. Die dünnsten im LM erkennbaren Faserstärken lagen bei ca. $1\mu\text{m}$. Wären nur solche übereinandergeschichtet, blieben seitwärts dennoch ein Spalte von ca. $1\mu\text{m}$. Diese wären noch immer um das 10fache größer als der erwähnte Virusdurchmesser. Die feinsten frontalen Faserlichte (siehe Fotos) lagen zwischen ca. $1\mu\text{m}$ und $50\mu\text{m}$, dies entspricht dem 10 bis 500 fachen des Virusdurchmessers. Grundsätzlich ist aber anzunehmen, dass Viren, falls vorhanden, in den Feuchtetröpfchen der Ausatemluft enthalten sind. Diese sind bestenfalls im Außendurchmesser auch größer und werden dadurch eher an den Filterfasern anhaften. Wie lange es jedoch dauert, bis die angelagerte- bzw. freie Atemfeuchte durch die Maske durchdringt sollte noch gemessen werden. Meiner Erfahrung nach als Brillenträger dringt, trotz genauer Anpassung der Maske an die Nasenkontur, sofort atemfeuchte Luft durch (beschlagene Gläser)!

Welchen Einfluss weitere Effekte, wie die Elektrostatik, Wirbeleffekte, etc. auf die Filterwirkung haben bleibt ebenfalls offen.

Abgeleitet von dieser Messung musste ich feststellen, dass meine Vorstellung bezüglich der Größe der Filtermaschen bei Masken - im Zusammenhang mit Viren - nicht den Tatsachen entsprach. Wenn in dieser Teilbetrachtung, die Filtermaske im physischen Sinne, der geglaubten Wirkung nicht standhält, wo liegt dann die tatsächliche Wirkung? Liegt sie zum Teil vielleicht sogar im psychischen, oder unterbewussten Wirkkreis?

Es wird an uns selbst liegen, diese Fragen zu beantworten...