

15. Schulwettbewerb zur Nanotechnologie

Corona Spezial – Nanofilter im Test

www.nanoinitiative-bayern.de

Unterstützt durch:



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Ausgezeichnet von:



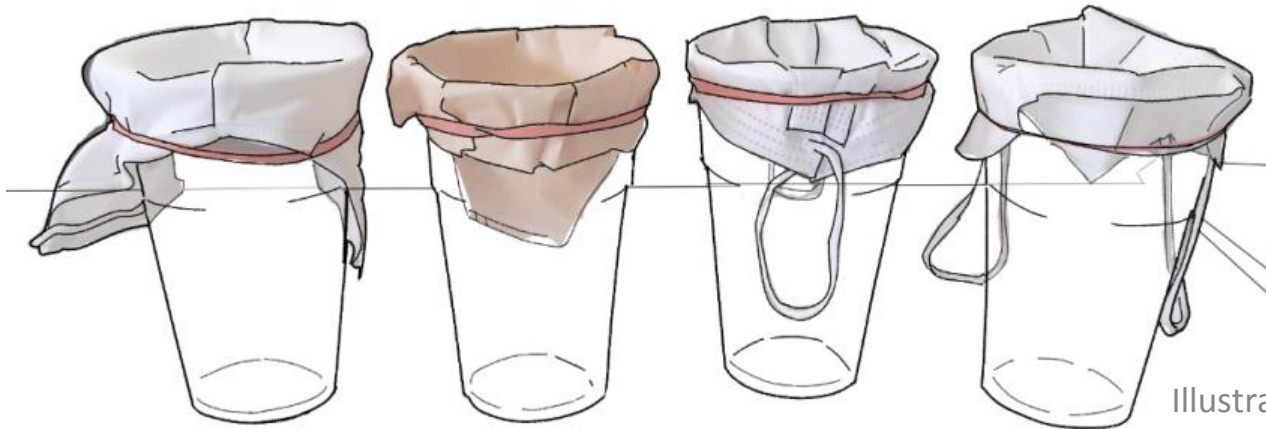
Mitglied bei:



- **Aufgabenstellung und Durchführung**
- **Ergebnisse**
- **Auswertung – Filtergeschwindigkeit**
- **Auswertung – Filterstärke**
- **Erklärung der Ergebnisse**
- **Erweiterung der Experiments**

Das Ziel des Experiments war es die Filterwirkung verschiedener Masken und anderer Filter zu untersuchen.

Hierfür wurden jeweils 50 ml gefärbtes Wasser mit Hilfe von FFP2-Masken, OP-Masken, Stoffmasken und Kaffeefiltern gefiltert und die Ergebnisse nach unterschiedlichen Zeiten miteinander verglichen.





Anschließend wurden die Resultate zusammengefasst und ausgewertet.

Es konnten Rückschlüsse auf die Eigenschaften der Wasserfarbe und der Filter gezogen werden.

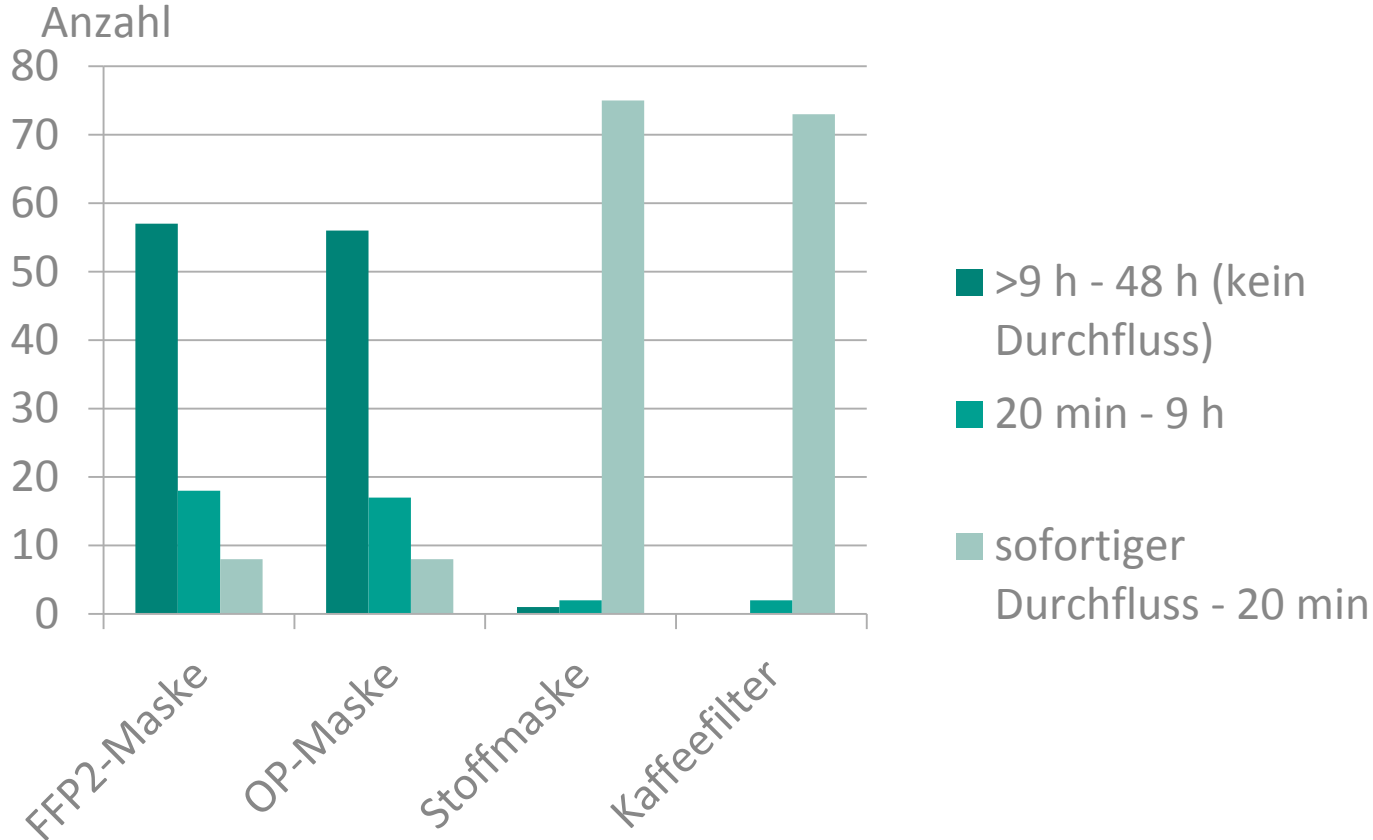
Zur Erweiterung des Projekts wurden andere Flüssigkeiten gefiltert und das Filtermaterial variiert.



Der Versuch wurde von 134 Schüler_innen in 90 Gruppen durchgeführt.

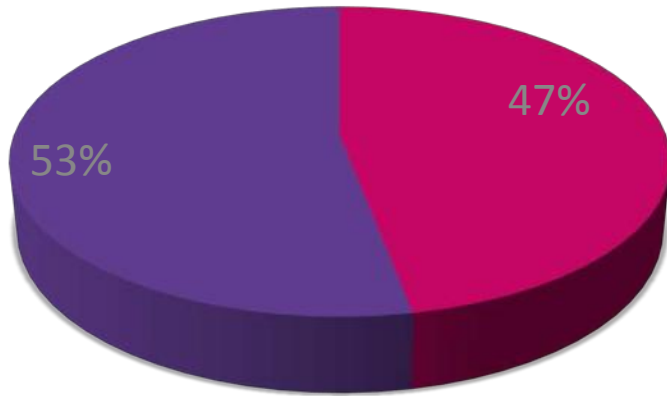
Die Hälfte davon erweiterte das Projekt und sammelte eigene Ideen zum Thema Filtration.

Die Filtergeschwindigkeit und –stärke der 86 Ergebnisse wurde verglichen und ausgewertet.



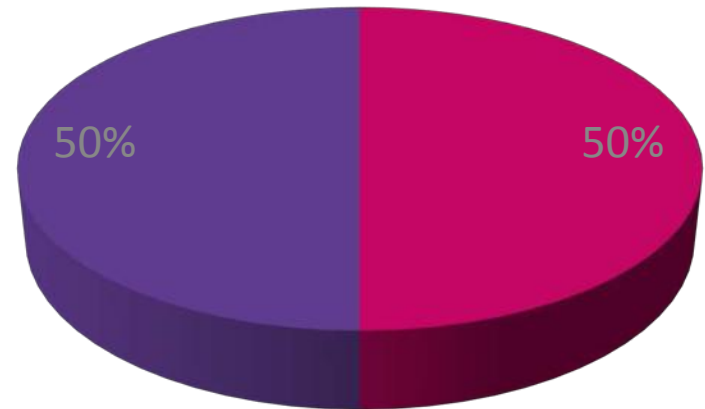
FFP2- Maske

- keine Filtration
- leichte Filtration
- starke Filtration



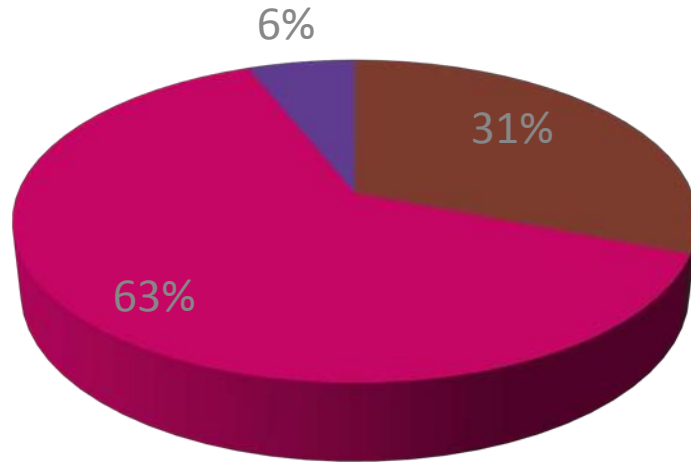
OP -Maske

- keine Filtration
- leichte Filtration
- starke Filtration



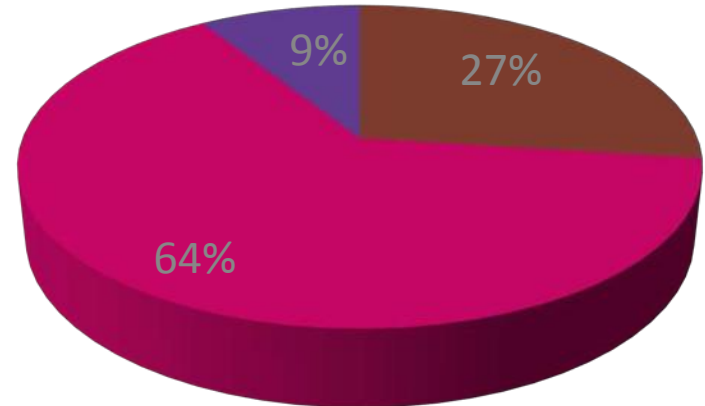
Kaffefilter

- keine Filtration
- leichte Filtration
- starke Filtration



Stoffmaske

- keine Filtration
- leichte Filtration
- starke Filtration



Kaffeefilter/Teefilter/Stoffmasken:

Durch diese Filter läuft das Wasser zügig durch. Es ist kein Filtereffekt zu erkennen.

OP-Masken:

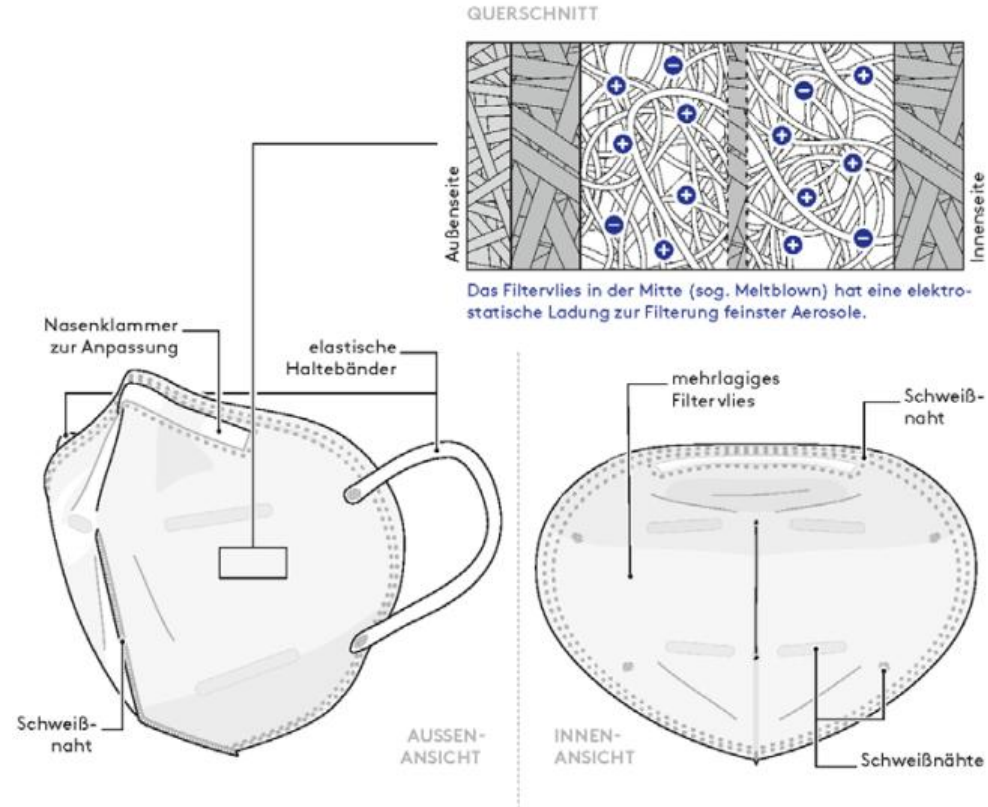
Die OP-Masken sind wasserdicht und lassen keine Flüssigkeit durch.

FFP2-Masken:

Diese Masken wirken erst auch wasserdicht. Wenn der Versuchsaufbau über einige Stunden stehen gelassen wird, tropft langsam farbloses Wasser durch, während die Farbpigmente in der Maske zurückgehalten werden.

Die FFP2-Maske:

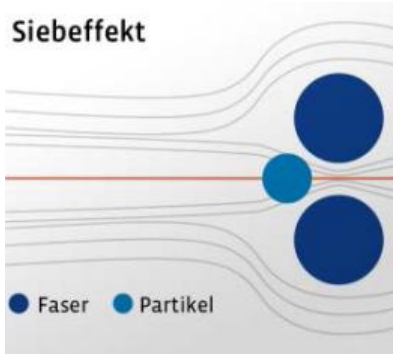
- **Filterung von Partikeln bis zu einer Größe von 600 nm zu 94 %**
- **Schutz vor festen und flüssigen gesundheitsschädlichen Stäuben, Rauch und Aerosolen**
- **Feine Filterung der ca. 100 – 800 nm großen Farbpigmente durch extrem feine, schmelzgesponnene Meltblown Vliese möglich (meist Polypropylen)**



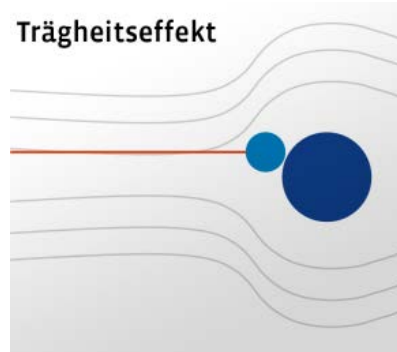
Meltblown Vliese:

Bei Atemschutzmasken wirkt neben dem Siebeffekt zusätzlich eine Kombination aus Trägheitseffekt, Diffusionseffekt und elektrostatischer Aufladung.

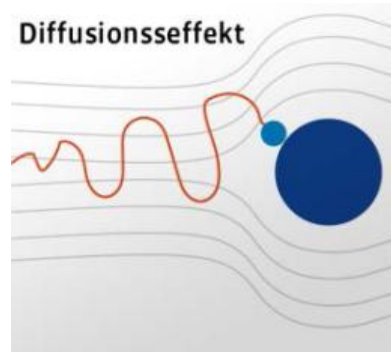
Siebeffekt



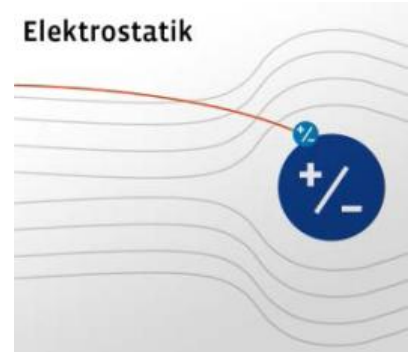
Trägheitseffekt



Diffusionsseffekt



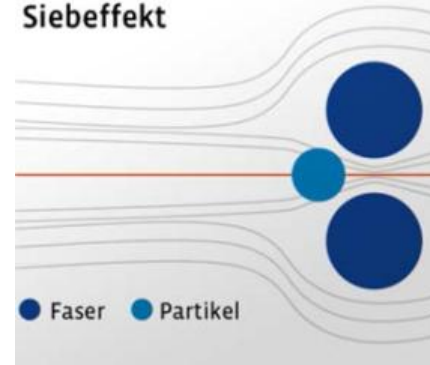
Elektrostatik



Siebeffekt:

Ab einer bestimmten Größe bleiben die Partikel in den Maschen hängen.

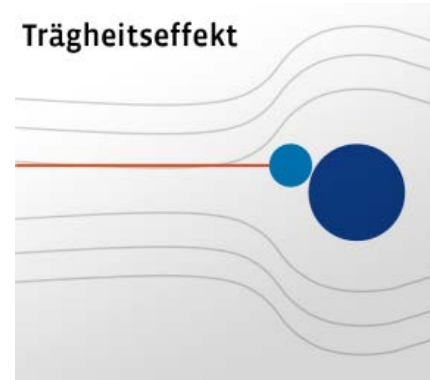
Siebeffekt



Trägheitseffekt:

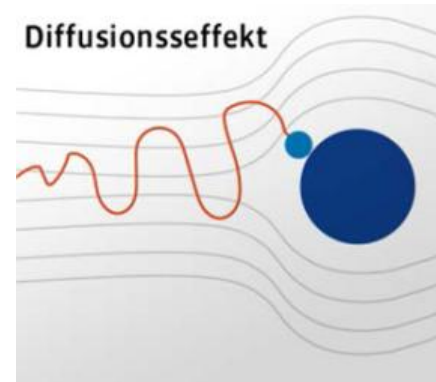
Größere Partikel sind zu träge, um dem Luftstrom um die Filterfaser herum zu folgen. Sie verändern ihre Richtung nicht, treffen auf die Faser und bleiben dort haften.

Trägheitseffekt



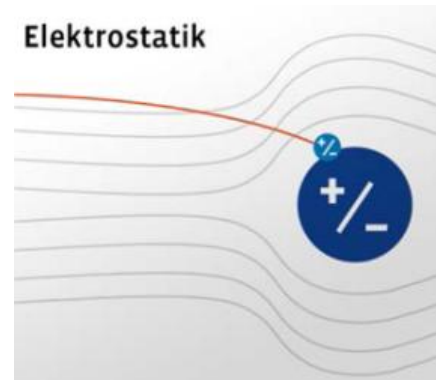
Diffusionseffekt:

Da sich sehr kleine Partikel, wie Viren, unregelmäßig im Luftstrom bewegen, berühren sie mit hoher Wahrscheinlichkeit die Filterfasern.



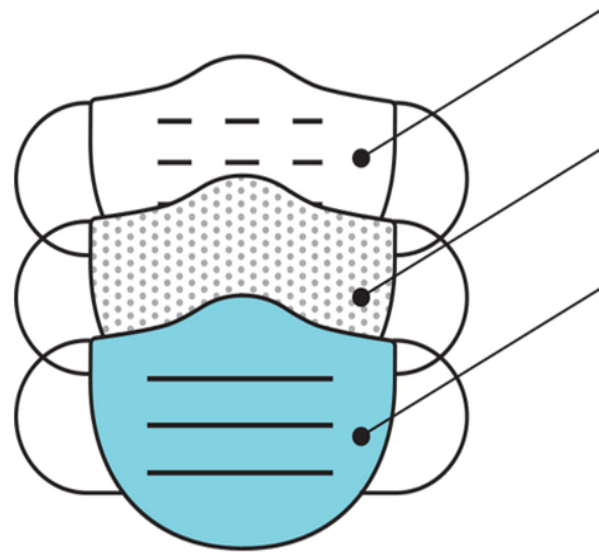
Elektrostatische Aufladung:

Zum Filtern kleinster Partikel, werden Materialien elektrostatisch aufgeladen. Dies verstärkt den Diffusions- und Trägheitseffekt. Die Filterfasern ziehen die Partikel wie ein Magnet an und halten sie fest.



Die OP-Maske:

- **Porengröße zwischen 500 nm bis 10 μm**
- **Undurchlässigkeit von Wasser durch hydrophoben Polypropylen-Faserstoff**
- **Teilweise Filterung der 100 – 800 nm großen Farbpartikel**



Innerste Lage:

Vliesstoff → absorbiert Feuchtigkeit, wasserdurchlässig

Mittlere Lage:

Polypropylen-Faserstoff → Filterstoff, hydrophob 0.5 bis 10 μm

Äußerste Lage:

Gefärbter Vliesstoff → absorbiert Flüssigkeit, wasserdurchlässig

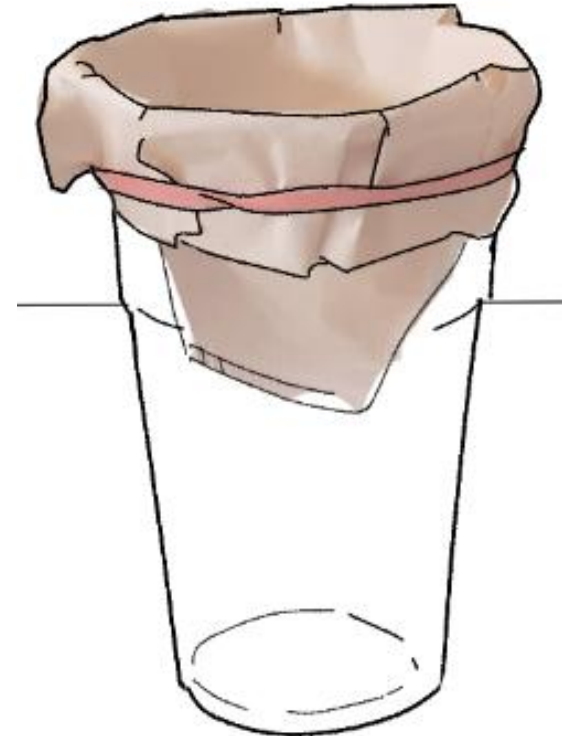
Die Stoffmaske:

- **Starke Variation der Porengröße**
- **Sehr unterschiedliche Filtereigenschaften**
- **Meist größere Poren, als FFP2- und OP-Maske**
- **Nur leichte Filterung der Farbpigmente möglich**



Der Kaffeefilter:

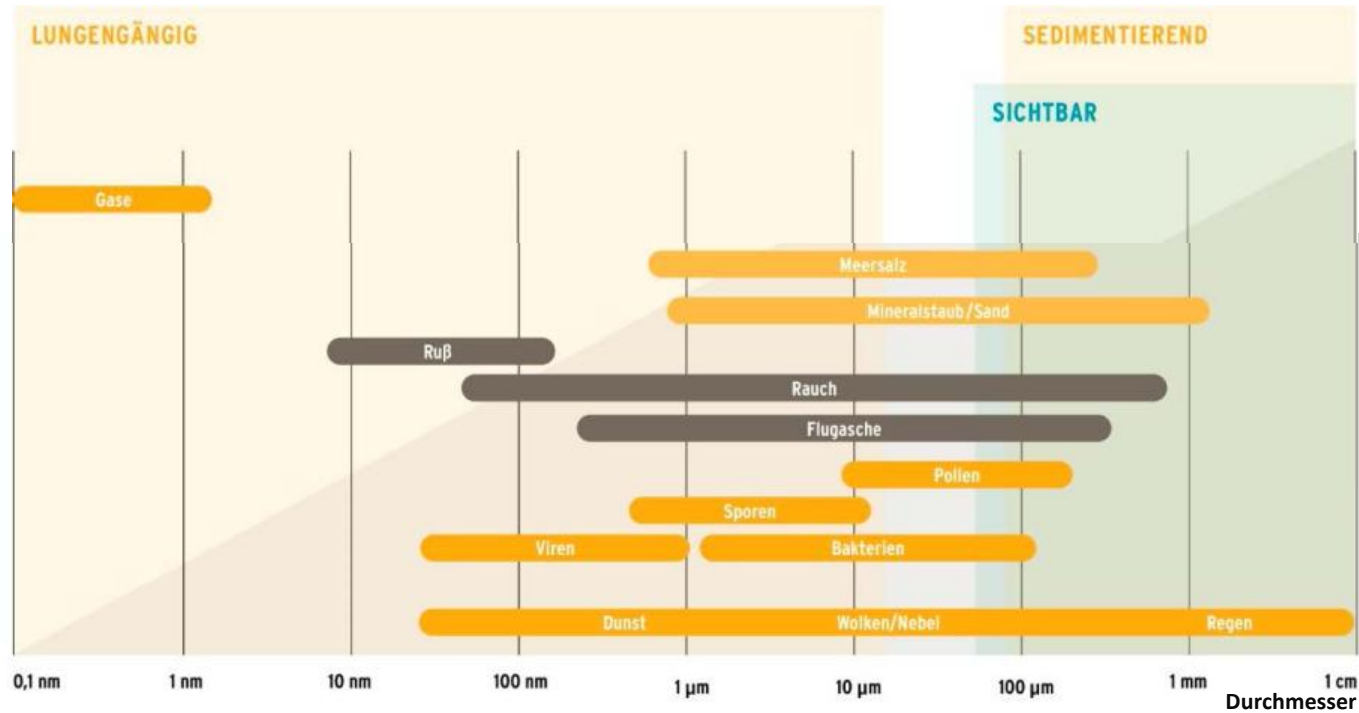
- Porengröße zwischen $5\ \mu\text{m}$ bis $20\ \mu\text{m}$
- Durchlass von Partikeln $< 20\ \mu\text{m}$ möglich
- Nur Filterung größerer Farbpigmente



Coronaviren besitzen einen Durchmesser von 80 – 160 nm. Sie werden in der Regel als Bestandteil größerer Partikel ausgeschieden, die sich je nach ihrer Größe unterschiedlich lange in der Luft halten und unterschiedlich weit in der Luft mit transportiert werden können.

Beim normalen Atmen werden vorwiegend kleine Partikel ($< 5 \mu\text{m}$) an das Umfeld abgegeben. Solche Partikel werden vermehrt beim Sprechen und Singen ausgeschieden, während beim Husten und Niesen zusätzlich größere Partikel bis $100 \mu\text{m}$ Durchmesser entstehen.

Bei korrekter Anwendung von OP- und FFP2-Maske besteht durch die Filtration der Masken also eine deutlich geringere Ansteckungsgefahr, als ohne Maske. Dies konnte durch das Filtern des Wasserfarbenwassers mit Masken im Versuch qualitativ nachvollzogen werden.



Arten und
Größenbereiche
von Partikeln und
Partikelfractionen
in der Luft.

Filtermaterialien

- Benutzte/ unbenutzte Maske
- Aktivkohle
- Verschiedene Sand/ Stein/
Erdschichten
→ Wasserfilterung in der Natur
- Baumwolle
- Mikrofasertücher
- Staubsaugerfilter
- Pinselborsten
- Schwamm
- Küchenpapier

Zu filternde Substanzen

- Öl
- Cola
- Tee → heißes/ kaltes Wasser
- Desinfektionsmittel
- Waschmittel/ Seifenwasser
- Mikroplastik
- Salzwasser
- Wasser-Öl-Gemisch
- Verschiedene Wassermalfarben

Andere Ideen zu Filtern:

- Vergleich von Masken unterschiedlicher Hersteller
- Vergleich zertifizierter und nicht zertifizierter Masken
- Filterung von Kaffee mittels unterschiedlicher Filter/ Masken
- Testung der Filtereigenschaften einzelner Maskenschichten (z.B. von OP- und FFP2- Masken)
- Abschätzung von Partikelgrößen mittels verschiedener Filter
- Filterung von Mikroplastik/ schädlichen Stoffen aus dem (Ab-)Wasser
→ Bau einer Mini Kläranlage → Wie fein können selbstgebaute Filter filtern?
- Einsatz von Aktivkohle zur Luftfiltration
- Filtration von Rauch mittels in Benzin bzw. Spiritus getränkter Masken
- Entsalzung von Meerwasser (für mehr Trinkwasser)
- Auswirkungen einer Druckänderung auf die Filtereigenschaften der Masken

Zusammengefasst führten die 90 Wiederholungen des Filterexperiments zu folgenden Ergebnissen:

- Kaffee-, Teefilter und Stoffmasken eignen sich zur Filterung größerer Partikel ab ca. 5 μm
- Zur Filterung von feinen Partikeln, wie Pigmenten oder sogar Viren im Nanometerbereich, finden OP- und FFP2-Masken Verwendung
- Die elektrostatische Aufladung des Meltblown Vlieses sorgt für die feine Filterung
- Durch eigene Ideen der Schüler_innen zu Filtern konnten weitere Erkenntnisse gewonnen und Ideen weiterentwickelt werden

<https://medicalsafety-reifenhauser.com/>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#was-sind-aerosole>

Bilder:

Illustrationen: Hannah Kirchner (Friedrich List Gymnasium Gemünden, 10b)

<https://www.fh-muenster.de/gesundheit/forschung/forschungsprojekte/moeglichkeiten-und-grenzen-der-eigenverantwortlichen-wiederverwendung-von-ffp2-masken-im-privatgebrauch/index.php>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#was-sind-aerosole>