

Funktionsbeschreibung Atemmaske (Stand 09.04.2020)

<https://www.vogelsang.info/de/drucken-gegen-corona/>

In diesem Dokument werden der Aufbau und die Anwendung einer Atemmaske beschrieben, welche in einem 3D-Druckverfahren hergestellt wird.

Die Verwendung der Maske ersetzt nicht die allgemeinen Maßnahmen und Weisungen zur Verminderung der Ausbreitung von Infektionen (siehe [1]). Es handelt sich bei der Maske nicht um zertifizierte medizinische Schutzkleidung! Die Auswahl geeigneter Filtermaterialien und Verwendung der Maske geschieht ausdrücklich auf eigene Gefahr!



Abbildung 1: Perspektivische Ansicht der Maske

In Folge werden zunächst Aufbau und Funktion der Einzelteile vorgestellt. Anschließend wird auf die Herstellung in einem geeigneten 3D-Druckverfahren eingegangen. Danach werden Hinweise zur Einstellung der Maske auf verschiedene Gesichtsformen gegeben.

Einzelteile

Die Maske besteht aus zwei 3D-gedruckten Bauteilen und haushaltsüblichen Kleinteilen. Alle Einzelteile sind in Abbildung 2 mit folgender Bedeutung dargestellt:

1. 3D-gedruckter Grundkörper bzw. Rahmen
2. 3D-gedruckter Spannung zur Befestigung eines Filtermaterials
3. Filtermaterial
4. Befestigungsband (hier mithilfe dreier Gummibänder)
5. Dünne Folie für Rückschlagventil

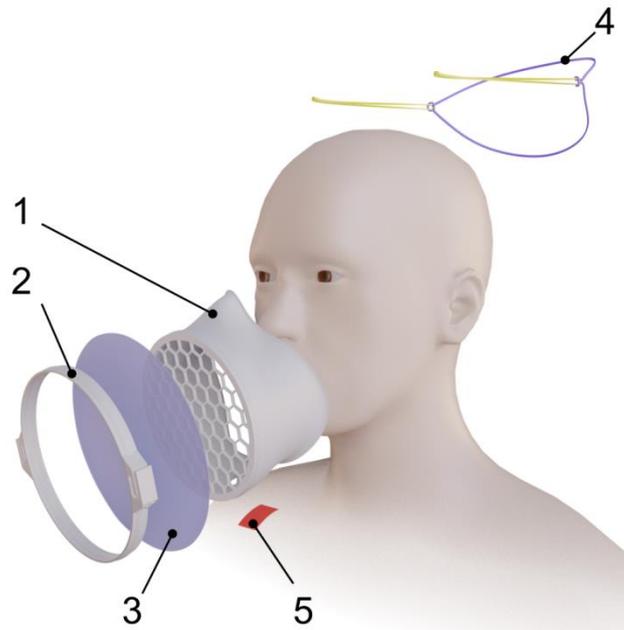


Abbildung 2: Einzelteile der Maske

Die Einzelteile werden in Folge ausführlich beschrieben.

Grundkörper bzw. Rahmen

Bei dem Grundkörper handelt es sich um ein dünnwandiges Bauteil, das mithilfe des 3D-Druckverfahrens „Fused Deposition Modeling“ hergestellt wird. Bei diesem Verfahren wird ein Kunststoffdraht auf eine bestimmte Temperatur erwärmt und geht in einen pastenförmigen Zustand über, sodass sich das Material durch eine Düse in einer Ebene bzw. Schicht verteilen lässt. Durch das Aufeinandersetzen mehrerer Schichten entsteht ein dreidimensionaler Körper. Bauteile, die in diesem Verfahren hergestellt sind, weisen zwischen den einzelnen Schichten eine geringere Festigkeit auf als innerhalb einer Schicht. Bitte beachten Sie dies bei der De-/Montage des Spannungsrings, indem Sie Verbiegungen und Zugkräfte an den dünnen Wänden so gering wie möglich halten.

Spannring

Mithilfe des Spannring wird ein geeignetes Filtermaterial auf den Grundkörper geklemmt. Eine umlaufende Erhöhung im Grundkörper und eine entsprechende Vertiefung im Spannring sorgen für eine definierte Position im Montagezustand. Am Rand des Ringes gibt es Halterungen für ein Befestigungsband. Jede Halterung besteht aus einer inneren und einer äußeren Lasche. Die innere Lasche ist zur Befestigung des Bandes vorgesehen. Die äußere Lasche schützt das Befestigungsband vor dem Abrutschen. Montieren Sie den Spannring so, dass die inneren Laschen nach unten zeigen (siehe Abbildung 1).

Befestigungsband

Das Befestigungsband dient zur Festlegung der Maske am Kopf. Das Band kann bspw. mithilfe dreier Gummibänder realisiert werden. Durch Schlaufen greifen die drei Gummibänder ineinander. Das mittlere Gummiband spreizt sich hinter dem Kopf. Je weiter das Gummi gespreizt ist, desto geringer ist die Zugkraft an der Maske. In Abbildung 3 ist die Anordnung mit drei Gummibändern dargestellt.

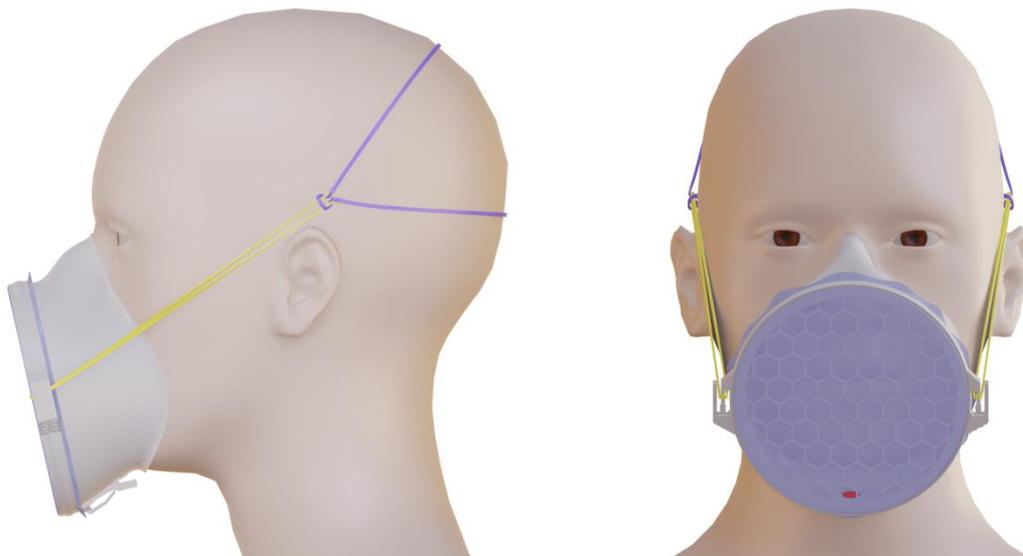


Abbildung 3: Festlegung der Maske mithilfe Befestigungsband

Filtereinheit

Die Auswahl eines geeigneten Filtermaterials liegt in der Verantwortung des Anwenders. Für das Material wurden Versuche mit Staubsaugerbeuteln und Geschirrtüchern durchgeführt. An dieser Stelle sei auf die Versuche von 2013 und 2008 verwiesen (siehe [2] und [3]).

Das gewählte Filtermaterial wird in einen Kreis mit Durchmesser 15 cm geschnitten und mithilfe des Spannring auf den Grundkörper gespannt. Bitte wenden Sie hierzu keine übermäßige Kraft an, da der Grundkörper unter der Last zerbrechen kann. Bei verhältnismäßig dickem Filtermaterial bietet es sich an, den Spannring zu erwärmen oder einen größeren Spannring zu drücken.

Rückschlagventil

Der Grundkörper ist mit einer Vorrichtung für eine Folie versehen, die als Rückschlagventil fungiert. Als Folie eignen sich bspw. Klarsichthüllen oder die Rückseiten von Schnellheftern. Das Folienmaterial wird zugeschnitten auf 19 x 24 mm und anschließend in die Vorrichtung eingehakt.

Prüfen Sie vor jeder Anwendung der Maske den korrekten Sitz der Folie! In Abbildung 4 ist die Vorrichtung mit montierter Folie dargestellt.



Abbildung 4: Rückschlagventil mit Folie

Beim Einatmen entsteht ein Unterdruck im Inneren der Maske, sodass die Folie angesaugt wird und damit die Kammer verschließt. Beim Ausatmen entsteht ein Überdruck, sodass die Folie nach außen gedrückt wird und damit die Kammer öffnet. In Abbildung 5 ist die Funktion des Rückschlagventils dargestellt.

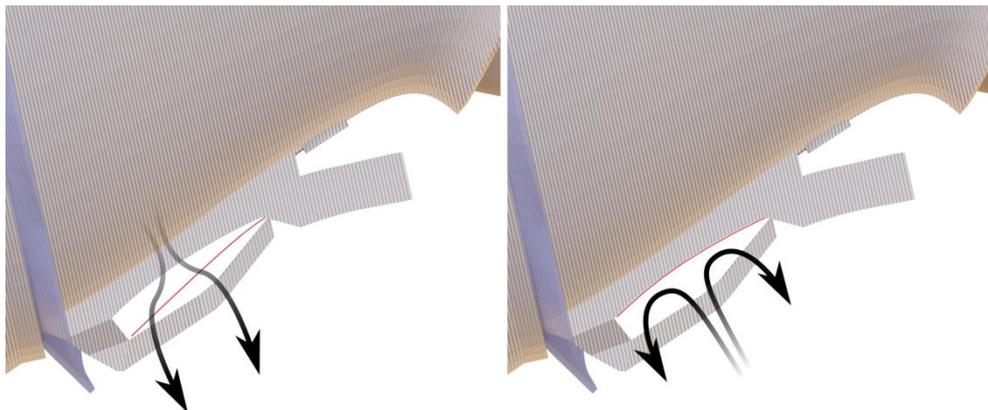


Abbildung 5: Öffnen und Schließen des Ventils beim Aus- und Einatmen



Diese Funktion ermöglicht es, Feuchtigkeit und Wärme beim Ausatmen entweichen zu lassen und den Atemwiderstand bei Filtern mit geringer Durchlässigkeit zu zu erleichtern. Ziel ist die Verbesserung des Tragecomforts.

Bitte beachten Sie, dass durch das Rückschlagventil Aerosole entweichen können. **Im Falle einer Infektion muss die Öffnung mit einem Klebestreifen verschlossen werden!** In diesem Fall kann alternativ ein Grundkörper ohne das Rückschlagventil gedruckt werden. Hierzu steht eine separate Datei zur Verfügung.

Additive Fertigung (3D-Druck)

Wenn Sie die Maske nicht selbst herstellen, fahren Sie bitte mir dem Abschnitt „Einstellung der Maske“ fort.

Grundkörper und Spannring können mit Fused Deposition Modeling hergestellt werden. Wir haben mit folgenden Rahmenbedingungen gute Erfahrungen gemacht:

- Material: PETG
- Schichthöhe: max. 0,3 mm
- Düsendurchmesser: 0,4 mm
- Spurbreite: max. 0,5 mm (Wanddicke ist minimal 1 mm – es sollen mind. 2 Bahnen gedruckt werden.)
- Flussrate „flow“: minimal 100%

Als Richtwerte für die Version 11 ergeben sich ca. 2,5 Stunden und 46 g Material für die Fertigung einer Maske.

Einstellung der Maske

Die Maske sollte auf dem Gesicht gleichmäßig anliegen. Stellen Sie Druckstellen fest, so kann die Form des Grundkörpers mithilfe von Wärme angepasst werden. Hierzu muss der entsprechende Bereich auf ca. 90 Grad erwärmt werden. Erwärmen Sie nicht die gesamte Maske, da sie sich verziehen kann. Dadurch kann später die Montage des Spannrings erschwert werden.

Prüfen Sie vor Verwendung der Maske die Dichtigkeit des Rückschlagventils, indem Sie den Filter mit einer Ebenen Fläche (z. B. Tisch) abdecken und einatmen. Es sollte keine Luft zwischen Grundkörper und Gesicht und keine Luft am Rückschlagventil entweichen. Beim Ausatmen öffnet das Ventil und die Luft sollte nur durch das Rückschlagventil entweichen. Beim schnellen Wechsel zwischen Ein- und Ausatmen sollten Sie ein klopfendes Geräusch vom Rückschlagventil wahrnehmen. Wenn ein korrektes Öffnen und Schließen des Ventils nicht gewährleistet werden kann, verschließen Sie die Öffnung von innen und außen jeweils mit einem Klebestreifen.

Quellen:

- [1] Informationen zu Corona: <https://www.zusammengegencorona.de/>
- [2] Untersuchung zu Filtermaterialien 2013:
Anna Davies, KatyAnne Thompson, Karthika Giri, George Kafatos, Jimmy Walker and Allan Bennett Testing the Efficacy of Homemade Masks: Would They Protect in an Influenza Pandemic?. Disaster Medicine and Public Health Preparedness, Available on CJO 2013 doi:10.1017/dmp.2013.43 (https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/0921A05A69A9419C862FA2F35F819D55/S1935789313000438a.pdf/testing_the_efficacy_of_homemade_masks_would_they_protect_in_an_influenza_pandemic.pdf)
- [3] Untersuchung zu Filtermaterialien 2008:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2440799/>