



Dokumentation

Zu Verwendung, Nutzen und Sicherheit von FFP2-Masken
Anwendungshinweise und Studien

Zu Verwendung, Nutzen und Sicherheit von FFP2-Masken

Anwendungshinweise und Studien

Aktenzeichen: WD 9 - 3000 - 004/22
Abschluss der Arbeit: 07.02.2022
Fachbereich: WD 9: Gesundheit, Familie, Senioren, Frauen und Jugend

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung	4
2.	Rechtliche Vorgaben und Empfehlungen	5
2.1.	Begriff der FFP-Maske und rechtliche Anforderungen	5
2.2.	Hinweise zur Verwendung	5
2.3.	Empfehlungen (Ausnahmen) für bestimmte Gruppen	7
3.	Studien und Beiträge zum Nutzen und zur Verträglichkeit von FFP2-Masken	7
4.	Beispiele zur aktuellen Praxis aus dem Ausland	13

1. Vorbemerkung

Zur Eindämmung der Verbreitung des Coronavirus SARS-CoV-2 gilt derzeit eine Vielzahl von Schutzmaßnahmen, so auch die Verpflichtung, in bestimmten Bereichen Mund und Nase zu bedecken, etwa beim Besuch von Einzelhandelsgeschäften, bei der Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs oder in Zügen des Fernverkehrs, in Flugzeugen, in Einrichtungen der Freizeitgestaltung, in Arztpraxen, Krankenhäusern oder Pflegeeinrichtungen. Überwiegend wird dabei in den derzeit gültigen Corona-Schutzverordnungen das Tragen von medizinischen Gesichtsmasken („OP-Masken“) angeordnet, in einigen Fällen ist aber auch das Tragen einer sogenannten FFP2-Maske („Filtering Face Piece“, partikelfiltrierende Halbmaske) vorgeschrieben.

In Berlin müssen FFP2-Masken derzeit beispielsweise im öffentlichen Personennahverkehr, beim Besuch von Veranstaltungen in geschlossenen Räumen (dort auch am festen Sitzplatz, vgl. § 11 Abs. 2 der Vierten SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmenverordnung¹), bei Veranstaltungen im Freien (außer am festen Sitzplatz, vgl. § 11 Abs. 4 der Verordnung), bei der Inanspruchnahme nicht notwendiger medizinischer Behandlungen (§ 17 Abs. 2 der Verordnung), von Besuchern im Krankenhaus sowie von Patienten im Krankenhaus außerhalb des eigenen Zimmers und beim Empfang von Besuch (§ 35 Abs. 1 der Verordnung) getragen werden. Verstöße können als Ordnungswidrigkeit mit einem Bußgeld von bis zu 25.000 Euro geahndet werden (§ 40 Abs. 2, Abs. 3 Nr. 1 der Verordnung).

Die Berliner Verordnung sieht Ausnahmen von der Pflicht zum Tragen von FFP2-Masken für bestimmte Personengruppen vor, so etwa für Kinder bis zum vollendeten 14. Lebensjahr, die allerdings ab dem vollendeten sechsten Lebensjahr eine medizinische Gesichtsmaske tragen müssen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 und Nr. 2 der Verordnung), für Personen, die ärztlich bescheinigt aus bestimmten gesundheitlichen Gründen keine medizinische Gesichtsmaske tragen können (§ 2 Abs. 2 Nr. 3 der Verordnung), oder für gehörlose und schwerhörige Menschen und Personen, die mit diesen kommunizieren, sowie ihre Begleitpersonen (§ 2 Abs. 2 Nr. 4 der Verordnung).

Vorgaben, in welchen Bereichen welche Art von Mund-Nasen-Bedeckung zu tragen ist, unterscheiden sich von Bundesland zu Bundesland, ebenso wie die Sanktionierung von Verstößen und die Regelung von Ausnahmen.

Durch die Tragepflicht in weiten Bereichen des öffentlichen Lebens werden medizinische Masken und FFP2-Masken häufig über einen längeren Zeitraum getragen. In diesem Kontext stellen sich Fragen zum Nutzen, zur korrekten Verwendung, zur Verträglichkeit sowie zu einer möglichen Mehrfachverwendung. Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über Anwendungshinweise und wichtige Studien zu diesem Thema, insbesondere im Hinblick auf die Verwendung von FFP2-Masken.

1 Vierte SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmenverordnung des Landes Berlin in der Fassung der Dritten Verordnung zur Änderung der Vierten SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmenverordnung vom 18. Januar 2022, abrufbar unter <https://www.berlin.de/corona/massnahmen/verordnung/>.

2. Rechtliche Vorgaben und Empfehlungen

2.1. Begriff der FFP-Maske und rechtliche Anforderungen

Partikelfiltrierende Halbmasken bzw. FFP-Masken sind Gegenstände der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) im Rahmen des Arbeitsschutzes. Sie dienen als Gegenstände der persönlichen Schutzausrüstung vor allem dem Schutz des Maskenträgers vor Partikeln, Tröpfchen und Aerosolen, während medizinische Gesichtsmasken als Medizinprodukte für den Fremdschutz entwickelt wurden und vor allem das Gegenüber vor abgegebenen infektiösen Tröpfchen des Mundschutzträgers schützen.

Wie auch medizinische Gesichtsmasken müssen FFP-Masken gesetzliche Vorgaben und technische Normen einhalten. Dafür wird insbesondere die Filterleistung des Maskenmaterials anhand der europäischen Norm EN 149:2001+A1:2009 mit Aerosolen getestet. FFP2-Masken müssen mindestens 94 Prozent und FFP3-Masken mindestens 99 Prozent der Testaerosole filtern. Sowohl das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) als auch das Robert Koch-Institut (RKI) haben in den vergangenen Monaten wiederholt an die Bevölkerung appelliert, beim Kauf von Masken auf deren CE-Zertifizierung und die vierstellige Kennnummer auf der Benannten Stelle zu achten, damit sichergestellt ist, dass diese das in der EU genormte Prüfverfahren durchlaufen haben.²

2.2. Hinweise zur Verwendung

Das BfArM stellt auf seiner Internetpräsenz Hinweise zur Verwendung von u.a. partikelfiltrierenden Halbmasken (FFP-Masken) zur Verfügung: BfArM, Hinweise des BfArM zur Verwendung von Mund-Nasen-Bedeckungen, medizinischen Gesichtsmasken sowie partikelfiltrierenden Halbmasken (FFP-Masken), abrufbar unter <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Medizinprodukte/DE/schutzmasken.html>, dieser und alle weiteren Online-Nachweise zuletzt abgerufen am 7. Februar 2022.

Das BfArM weist darauf hin, dass die Masken vom Hersteller als Einwegprodukte vorgesehen sind und regelmäßig gewechselt und nach Gebrauch entsorgt werden sollen. Wichtig sei, dass sie dicht am Gesicht anliegen, damit die Filterwirkung gesichert ist. Im Hinblick auf die inzwischen verbreitete Mehrfachverwendung der FFP2-Masken fördert das BfArM aktuell ein gemeinsames Forschungsprojekt der Fachhochschule Münster und der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, mit Hilfe dessen Erkenntnisse gewonnen werden sollen, unter welchen Voraussetzungen eine Wiederverwendung vertretbar ist. Siehe hierzu die Infobroschüre des Teams „Wiederverwendung von FFP2-Masken“, Möglichkeiten und Grenzen der eigenverantwortlichen Wiederverwendung von FFP2-Masken für den Privatgebrauch im Rahmen einer epidemischen Lage,

2 Die Prüfnorm wird, ebenso wie das CE-Kennzeichen und die vierstelligen Kennnummer der Benannten Stelle, auf der Oberfläche der FFP-Maske aufgedruckt. Das CE-Kennzeichen zeigt an, dass die FFP-Masken ein erfolgreiches Nachweisverfahren (Konformitätsbewertungsverfahren) durchlaufen haben. Hersteller belegen so, dass ihre Produkte allen Anforderungen der gültigen Gesetze und Normen entsprechen. Erst dann dürfen die Masken rechtmäßig in Europa vertrieben werden. Das Konformitätsbewertungsverfahren schließt eine sogenannte „Baumusterprüfung“ nach PSA-Verordnung (EU) 2016/425 ein. Diese Prüfung wird durch Benannte Stellen (z.B. TÜV, DEKRA) durchgeführt. Im Anschluss darf der Hersteller seine Masken mit einem CE-Kennzeichen bedrucken und legal vertreiben.

Stand: 13. September 2021, abrufbar unter <https://www.fh-muenster.de/gesundheitsforschung/forschungsprojekte/moeglichkeiten-und-grenzen-der-eigenverantwortlichen-wiederverwendung-von-ffp2-masken-im-privatgebrauch/index.php>.

Das RKI stellt ebenfalls Hinweise zur Verwendung von Masken, darunter auch FFP2-Masken, zur Verfügung und gibt dabei auch einen Überblick zu den Empfehlungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zum Einsatz von Schutzmasken in der Arbeitswelt im Zusammenhang mit SARS-CoV-2, RKI, Coronavirus SARS-CoV-2, Hinweise zur Verwendung von Masken (MNS, FFP-Masken sowie Mund-Nasen-Bedeckung), abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Arbeitsschutz_Tab.html.

Hervorzuheben ist, dass nach den Empfehlungen der BAuA und der Regel 112-190 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) grundsätzlich eine Tragezeit von 75 Minuten nicht überschritten werden und danach eine Pause von 30 Minuten eingelegt werden soll, in welcher die FFP2-Maske abgelegt wird. Wird nur leichte körperliche Arbeit verrichtet, können die Werte entsprechend angepasst werden (Anpassungsfaktor 1,5) und es ergibt sich eine Tragedauer von mehr als 100 min für FFP2-Masken ohne Ausatemventil, siehe BAuA, Wie lange dürfen FFP2/FFP3-Masken ohne Unterbrechung getragen werden? Wie lange muss die Erholungsdauer nach dem Tragen sein?, Stand: 31. März 2021, abrufbar unter <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Coronavirus/FAQ/PSA-FAQ-24.html>, sowie DGUV Regel 112-190, Benutzung von Atemschutzgeräten, November 2021, S. 72, S. 74 ff., abrufbar unter <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/1011>.

Der Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed) empfiehlt in einer Stellungnahme zu Tragezeitbegrenzungen für FFP2-Masken gerade mit Blick auf die SARS-CoV-2-Pandemie, dass für den Fall, wenn eine Gefährdungsbeurteilung ergebe, dass ein Schutz der Beschäftigten durch Mund-Nasenschutz (also durch eine medizinische Gesichtsmaske bzw. OP-Maske) nicht ausreichend sei, eine tätigkeitsbezogene Empfehlung im Betrieb erarbeitet werden sollte. Mit betriebsärztlicher Unterstützung auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung sei ein abgestuftes Vorgehen zur Bemessung der Tragezeit zu empfehlen. Dabei sei unter anderem zu berücksichtigen, ob aufgrund der Tätigkeit eine FFP2-Maske zu tragen sei, ob die Tätigkeit mit einer leichten, mittleren oder schweren körperlichen Belastung verbunden sei, welche äußeren Umstände vorlägen und wie lange diese spezielle Tätigkeit unter den gegebenen Bedingungen durchgeführt werden müsse. Es solle geprüft werden, ob eine zeitliche Limitierung und eine andere Tätigkeit mit Tragen eines medizinischen Mundschutzes oder komplettem Verzicht auf das Tragen einer Maske im Wechsel möglich seien, AfAMed, Stellungnahme des Ausschusses für Arbeitsmedizin (AfAMed) zu Tragezeitbegrenzungen für FFP2-Masken, Stand: 6. Dezember 2021, abrufbar unter <https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AfAMed/pdf/Stellungnahme-Tragezeit-FFP2-Masken.pdf?blob=publicationFile&v=3>.

2.3. Empfehlungen (Ausnahmen) für bestimmte Gruppen

In den Corona-Schutzverordnungen der Länder finden sich neben der weit gefassten Pflicht zum Tragen von Masken, wobei zwischen den verschiedenen Maskentypen unterschieden wird, Ausnahmegestimmungen für bestimmte Gruppen. Dazu gehören insbesondere Kinder unter sechs Jahren, teilweise aber auch Kinder bis 14 Jahre, Menschen mit ärztlich bescheinigten gesundheitlichen Beeinträchtigungen, Gehörlose und Schwerhörige im Rahmen ihrer Kommunikation.³

Die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e. V. (DGKJ) empfiehlt, bei **Kindern unter 12 Jahren** von FFP2-Masken abzusehen, weil das korrekte Tragen nicht gewährleistet sei – sie würden nicht ausreichend abdichten und seien deshalb nicht wirksamer als ein normaler Mund-Nasen-Schutz. Die DGKJ verweist auf entsprechende Studien, siehe den Beitrag auf ihrer Internetseite: FAQs: Maske, Kinder und Coronavirus, März 2021, abrufbar unter <https://www.dgkj.de/fachinformationen-der-kinder-und-jugendmedizin-zum-corona-virus/faqs-maske-kinder-und-coronavirus>.

Obwohl für die **Sportausübung** grundsätzlich keine Verpflichtung zum Tragen von Masken besteht, werden Masken von Experten teilweise empfohlen, damit weniger Aerosole bzw. Tröpfchen in der Luft verteilt werden. Welche Maske in diesen Fällen getragen werden sollte, wird unterschiedlich gesehen. Die Universität Wuppertal hat kürzlich in einem Projekt – wenn auch nur mit einigen wenigen Probanden – den Einfluss des Tragens von FFP2- und KN95-Masken auf die Ausdauerleistungsfähigkeit beim Fahren auf einem Fahrradergometer getestet. Die untersuchten Werte (Herzfrequenz und metabolische Parameter) hätten, ob mit oder ohne Maske, keine Unterschiede gezeigt. Allerdings seien diese Tests lediglich mit zwölf Personen durchgeführt worden, die Autoren der Studie geben im Übrigen zu bedenken, dass daraus keine Rückschlüsse auf etwaige Auswirkungen auf die geistige Leistungsfähigkeit gezogen werden könnten. Siehe hierzu: https://www.uni-wuppertal.de/fileadmin/data/presse/news/2022/01/Studie_zu_FFP2-Masken_18-01-2022_lang.pdf https://www.uni-wuppertal.de/fileadmin/data/presse/news/2022/01/Studie_zu_FFP2-Masken_18-01-2022_lang.pdf sowie den Bericht auf der Internetseite der Universität vom 18. Januar 2022, <https://www.uni-wuppertal.de/de/news/detail/bergische-universitaet-untersucht-ausdauer-und-leistungsfahigkeit-beim-tragen-von-ffp2-masken/>.

3. Studien und Beiträge zum Nutzen und zur Verträglichkeit von FFP2-Masken

Zahlreiche Studien haben sich – vor allem seit Beginn der COVID-19-Pandemie – mit Nutzen und Sicherheit von FFP2-Masken auseinandergesetzt. Im Folgenden soll ein Überblick über eine Auswahl dieser Studien gegeben werden.

Eine durch ein Team des **Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation (MPIDS) in Göttingen** mit mehr als 130 Teilnehmern durchgeführte Studie, die in den Medien derzeit vielfach zitiert wird, befasst sich mit den Auswirkungen des Tragens von medizinischen Gesichts-

³ So etwa in der Vierten SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmenverordnung des Landes Berlin in der Fassung der Dritten Verordnung zur Änderung der Vierten SARS-CoV-2-Infektionsschutzmaßnahmenverordnung vom 18. Januar 2022, abrufbar unter: <https://www.berlin.de/corona/massnahmen/verordnung/>.

masken und FFP2-Masken auf die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von SARS-CoV-2: Bagheri, Gholamhossein / Thiede, Birte, u. a., An upper bound on one-to-one exposure to infectious human respiratory particles, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 7. Dezember 2021, 119.8 (49) e2110117118, eingereicht am 1. Juni 2021, angenommen am 1. November 2021, veröffentlicht in PNAS am 7. Dezember 2021, abrufbar unter <https://www.pnas.org/content/118/49/e2110117118#abstract-2>.

Die Studie befasst sich mit der Frage von Obergrenzen für eine Ansteckungswahrscheinlichkeit bei einem Gespräch zwischen einer infizierten und einer nicht infizierten Person, wenn kein, ein oder beide Gesprächspartner eine medizinische Gesichtsmaske tragen und die infizierte Person spricht. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass bei Virusvarianten, bei denen eine hohe Viruslast besteht, die Obergrenze für die Ansteckungswahrscheinlichkeit bei einem Abstand von drei Metern schon nach wenigen Minuten bei 90 Prozent liege. Wenn lediglich der nicht infizierte Gesprächspartner eine medizinische Gesichtsmaske trage, werde eine Obergrenze von 90 Prozent für die Ansteckungswahrscheinlichkeit bei einem Abstand von 1,5 m nach 30 Minuten erreicht. Trage er eine FFP2-Maske, bliebe die Obergrenze selbst nach einer Stunde bei etwa 20 Prozent. Die geringste Ansteckungswahrscheinlichkeit bestehe, wenn beide Gesprächspartner eine gut sitzende FFP2-Maske trügen; dann liege die Obergrenze der Ansteckungswahrscheinlichkeit bei einem Abstand von 1,5m nach einer Stunde bei lediglich 0,4 Prozent. Die Autoren geben an, dass es sich bei den Obergrenzen um äußerst konservative Schätzungen handle. Ein guter Sitz der Maske reduziere das Infektionsrisiko gegenüber einer nur locker sitzenden Maske um den Faktor 30, gegenüber einer gut sitzenden medizinischen Gesichtsmaske um den Faktor 75. Nach Auffassung der Autoren sollte FFP2-Masken der Vorzug gegenüber medizinischen Gesichtsmasken gegeben werden, da selbst eine schlecht sitzende FFP2-Maske das Infektionsrisiko um den Faktor 2,5 im Vergleich zu einer gut sitzenden OP-Maske reduziere. Das Tragen insbesondere von FFP2-Masken in der Öffentlichkeit reduziere das Infektionsrisiko signifikant und könne andere Social-Distancing-Maßnahmen weniger wichtig werden lassen.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie gehen Forscher des MPIDS davon aus, dass das Tragen von Masken, insbesondere FFP2-Masken, bei der erstmals am 9. November 2021 in Südafrika festgestellten Omikron-Variante von SARS-CoV-2 genauso effektiv sein dürfte wie bei der Delta-Variante und wahrscheinlich sogar eine noch bessere Schutzwirkung aufweisen dürfte, Bagheri, Gholamhossein / Bodenschatz, Eberhardt, Masken möglicherweise noch effizienter gegen Omikron, Pressemitteilung des MPIDS vom 21. Januar 2022, abrufbar unter https://www.ds.mpg.de/3840722/220121_omicronMaskEB.

Bisherige Beobachtungen deuteten darauf hin, dass sich bei dieser Variante die meiste Viruslast in größeren Partikeln befinde, die vor allem in den oberen Atemwegen produziert würden. Diese würden durch Gesichtsmasken effizienter zurückgehalten werden als Partikel aus der Lunge, wie sie bei der Delta-Variante aufträten. Es seien allerdings weitere Daten und Beobachtungen erforderlich, um diese Ergebnisse zu untermauern.

Zur Wiederverwendbarkeit von FFP2-Masken anhand der Parameter Filterleistung und Atemwiderstand und einer ggf. nachlassenden Schutzwirkung haben Forscher der **Hochschule für angewandte Wissenschaften München** eine Untersuchung veröffentlicht, Azizi, Hamid / Schwarz

bauer, Christian, Untersuchung der Wiederverwendbarkeit von FFP2-Masken im Kontext von COVID-19 anhand der Parameter Filterleistung und Atemwiderstand, Preprint⁴ vom 17. Dezember 2021, Zenodo, abrufbar unter <https://doi.org/10.5281/zenodo.5789009>.

Obwohl FFP2-Masken als Einweg-Produkt konzipiert seien, würden sie im Kontext der COVID-19-Pandemie im privaten Bereich häufig über einen längeren Zeitraum wiederverwendet. Für die Untersuchung wurden die Filterleistung und der Atemwiderstand von 15 in Deutschland erhältlichen FFP2-Maskenmodellen vor und nach einer 22-stündigen Gebrauchssimulation untersucht, in welcher Langzeitnutzung und Atmung bei einer leichten körperlichen Arbeit nachgestellt wurden. Im Rahmen der Gebrauchssimulation wurden die Masken auch zweimal bei trockener Hitze für 60 Minuten bei 80°C dekontaminiert.

Bei acht der 15 untersuchten FFP2-Maskenmodelle habe die Gebrauchssimulation zu einer signifikanten Abnahme der Filterleistung geführt. Die gemessenen Werte hätten aber noch im geforderten Bereich der Norm DIN EN 149:2009-08 gelegen. Ein Masken-Modell habe weder im fabrikenen Zustand noch nach der Gebrauchssimulation die Vorgaben der Norm erfüllt.

Das **Hamburger Umweltinstitut** führt in seinem Tätigkeitsbericht 2021 aus, dass ein Schwerpunkt seiner Arbeit im vergangenen Jahr die Untersuchung von medizinischen OP- und FFP2-Masken auf Schadstoffe gewesen sei, siehe: <http://hamburger-umweltinst.org/de/content/t%C3%A4tigkeitsberichte>. In der Presse wird mehrfach Prof. Michael Braungart, Chemiker u. Leiter des Hamburger Umweltinstituts zitiert, der sich in mehreren Interviews kritisch zu FFP2-Masken geäußert habe, so u. a. bei Lionello, Janina, Interview mit Leiter des Hamburger Umweltinstituts – Chemiker: "Hunderte Chemikalien in Masken gefunden" - Das können Sie tun, nordbayern.de, 7. Juli 2021, abrufbar unter <https://www.nordbayern.de/politik/chemiker-hunderte-chemikalien-in-masken-gefunden-das-konnen-sie-tun-1.11193553>. Er habe von Untersuchungen von FFP2-Masken berichtet, bei denen man hunderte von Chemikalien gefunden habe, 50 habe man identifiziert und aufgelistet, u. a. Aufheller mit hormoneller Wirkung und organische Kohlenwasserstoffe, die ggfs. krebserregend sein könnten. Braungart warne vor Verbraucherschutz-Untersuchungen, die mit anderen Grenzwerten arbeiten würden, die hier aber deutlich niedriger liegen müssten, weil das Volumen für die Atmung mit Maske geringer und das Risiko des Anreicherns von schädlichen Stoffen höher sei. In einem weiteren Interview räumte er allerdings ein, seine Untersuchungen hätten keine wissenschaftliche Aussagekraft, da sie nur stichprobenartig durchgeführt worden seien. Die Deutsche Welle ließ zur Überprüfung dieser Aussagen Tests an vier zufällig ausgewählten FFP2-Masken in einem akkreditierten Labor durchführen, darunter zwei europäisch genormte FFP2-Masken von unterschiedlichen Herstellern, eine chinesisches genormte KN-95-Maske und eine Maske nach der amerikanischen Norm N-95. Diese wurden auf MAK-Aminie, Formaldehyd, Chlorparaffine, Phthalate/Weichmacher, Nickel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle untersucht – mit dem Ergebnis, dass alle vier getesteten Masken den gesetzlichen Standards entsprochen hätten und somit nach dem Bericht des Labors schadstofffrei gewesen seien, Bayer, Kilian, Faktencheck: Sind FFP2-Masken schadstoffbelastet?, in: Deutsche Welle vom 28. Mai 2021, abrufbar unter

4 Ein Preprint, auch Vorab-Publikation ist eine wissenschaftliche Publikation, die zwar schon der (Fach-)Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, aber noch nicht in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet wurde. Eine Peer-Review (englisch von Peer, Gleichrangiger, und Review, Begutachtung, seltener deutsch: Kreuzgutachten) ist ein Verfahren zur Qualitätssicherung einer wissenschaftlichen Arbeit oder eines Projektes durch unabhängige Gutachter aus dem gleichen Fachgebiet.

<https://www.dw.com/de/faktencheck-sind-ffp2-masken-schadstoffbelastet/a-57593150>. Auch eine Überprüfung von zehn FFP2-Masken durch die Stiftung Warentest auf verschiedene Schadstoffe, unter anderem Nitrosamine, PAK (poly-zyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), Formaldehyd und Nickel, sowie im Falle zweier schwarzer Masken auf gesundheitskritische Farbstoffe, kam zu dem Ergebnis, dass „keine nennenswerten Schadstoffgehalte“ vorlägen, vgl. Stiftung Warentest, FFP2-Masken im Test – Vier können wir rundum empfehlen, test.de, 19. Juli 2021, abrufbar unter <https://www.test.de/Masken-Welcher-Mund-Nasen-Schutz-hilft-am-besten-gegen-Corona-5692592-0/>.

Forscher der **Technischen Universität (TU) Berlin** haben sich in einem kontrollierten Experiment mit 44 zufällig ausgewählten Teilnehmenden mit der Frage auseinandergesetzt, welchen Einfluss das Tragen von FFP2-Masken auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat, Spang, Robert / Pieper, Kerstin, The tiny effects of respiratory masks on physiological, subjective, and behavioral measures under mental load in a randomized controlled trial, veröffentlicht am 1. Oktober 2021, Scientific Report 11, 19601 (2021), abrufbar unter <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99100-7>.

Die Probanden wurden aufgefordert, in einem Zeitfenster von 15 Minuten arithmetische Gleichungen unter Anwendung der Grundrechenarten zu lösen, die aus jeweils zwei Zahlen mit einer bis drei Stellen und einem Operator bestanden hätten und deren Ergebnisse stets positive ganze Zahlen gewesen seien. Diese Aufgabe sei ausgewählt worden, da sie geeignet sei, Büroarbeit zu simulieren, weil sie kognitive Prozesse auslöse und weil sie in der Schwierigkeit variabel sei und so – auch über Zeitlimits – eine konstante hohe geistige Belastung habe induziert werden können.

Es wurde ein direkter Vergleich angestellt zwischen Personen, die keine Mund-Nasen-Bedeckung trugen und solchen, die eine FFP2-Maske (N95 FFR) trugen. Ziel der Untersuchung war es, festzustellen, ob physiologische Unterschiede (etwa bei Sauerstoffsättigung im Blut und Herzfrequenzvariabilität), Unterschiede im Verhalten (etwa im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit beim Lösen der Aufgabe) oder subjektive Unterschiede (im Hinblick auf die empfundene Schwierigkeit der Aufgabe) bestünden.

Die Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass alle untersuchten Aspekte statistische Äquivalenz unter Berücksichtigung der vorab festgelegten Äquivalenzgrenzen gezeigt hätten. Es habe sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem Tragen und dem Nichttragen einer FFP2-Maske gezeigt.

Zwar habe die Sauerstoffsättigung im Blut leicht (um 0,3 Prozent) abgenommen, nachdem die FFP2-Maske getragen worden sei – dieser Effekt sei aber statistisch nicht bedeutsam. Minimale Abweichungen der Herzfrequenzvariabilität seien statistisch nicht relevant gewesen.

Die Autoren weisen darauf hin, dass der mentale Belastungstest aufgrund der Corona-Bedingungen lediglich 15 Minuten gedauert habe und dass von Personen, die dem Tragen von Masken skeptisch gegenüberstünden, häufig argumentiert werde, dass die Masken den ganzen Tag getragen würden und dies die kognitiven Funktionen beeinträchtigen würde. Die Szenarien seien nicht vergleichbar. Jedoch sei aus der bisherigen Forschung bekannt, dass sich Effekte einer Veränderung der eingeatmeten Luft auf den Blutsauerstoffgehalt innerhalb weniger Sekunden bis einer Minute zeigten. Es gebe daher wenig Anlass, anzunehmen, dass sich dies nach mehreren Stunden drastisch verändere.

Eine Untersuchung aus dem Jahr 2020, mit der sich die **Gemeinsame Forschungsstelle bei der EU-Kommission** befasst hat, setzt sich mit der Konzentration von Kohlenstoffdioxid (CO₂) im Atembereich („breathing zone“) beim Tragen von Schutzmasken auseinander, Geiss, Otmar, Effect of Wearing Face Masks on the Carbon Dioxide Concentration in the Breathing Zone. Aerosol and Air Quality Research 21, 200403, 7. Oktober 2020, abrufbar unter <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.07.0403>.

Im Rahmen der Studie wurde die Konzentration von CO₂ im Atembereich beim Tragen einer OP-Maske, einer KN95-Maske (FFP2) und einer Stoffmaske untersucht. Unterschiede zwischen den verschiedenen Maskentypen hätten dabei nicht festgestellt werden können. Wenn keine Maske getragen wurde, habe die CO₂-Konzentration in einem Bereich von 500 – 900 ppm gelegen. Während der Erledigung von Büroarbeit und beim Stehen auf einem Laufband erreichte die CO₂-Konzentration beim Tragen einer Maske etwa 2200 ppm. Ein leichter Anstieg konnte beim Gehen mit einer gemächlichen Geschwindigkeit von 3 km/h beobachtet werden, und beim Gehen mit einer Geschwindigkeit von 5 km/h, was einer mittleren Aktivität mit Atmung durch den Mund entspreche, habe die durchschnittliche CO₂-Konzentration im Atembereich bei 2875 ppm gelegen. Diese Konzentrationen hätten nach Erkenntnissen aus der Fachliteratur keinen toxikologischen Effekt. Sie könnten allerdings zum Auftreten unerwünschter Symptome wie Müdigkeit, Kopfschmerzen und einem Konzentrationsabfall führen.

Eine Untersuchung in der **Abteilung für Kardiologie am Universitätsklinikum Leipzig** aus dem Jahr 2020 untersuchte die Belastbarkeit von gesunden Probanden beim Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes, Fikenzer, Sven / Uhe, Tobias, Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity, Clinical Research in Cardiology 2020; 109(12): 1522–1530, online veröffentlicht am 6. Juli 2020, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-020-01704-y>.

Es nahmen zwölf gesunde männliche Probanden mit einem Durchschnittsalter von 38,1 Jahren an der Untersuchung teil. Jeder Proband führte drei inkrementelle Belastungstests (IET) durch, einen ohne Maske, einen mit chirurgischer Maske und einen mit FFP2/N95-Maske. Die Reihenfolge der getragenen Masken wurde nach dem Zufallsprinzip festgelegt. Die Tests seien zur gleichen Tageszeit durchgeführt worden, wobei zwischen zwei Tests mindestens 48 Stunden gelegen hätten. Die Teilnehmer waren hinsichtlich ihrer jeweiligen Testergebnisse verblindet, um eine Beeinflussung durch einen Antizipationsbias zu vermeiden.

Die IET wurden auf einem halbliegenden Ergometer bei einer konstanten Geschwindigkeit von 60-70 Umdrehungen pro Minute durchgeführt. Der Test habe mit einer Belastung von 50 Watt begonnen, die innerhalb von drei Minuten bis zum freiwilligen Abbruch des Versuchs durch den Probanden („Erschöpfung“) um 50 W erhöht worden sei. Jede Versuchsperson setzte den Test für eine zusätzliche 10-minütige Erholungsphase mit einer Arbeitsbelastung von 25 Watt fort. Die Studie habe ergeben, dass die Lungenfunktionsparameter mit Maske signifikant niedriger gewesen seien. Die Ventilation sei mit beiden Arten von Gesichtsmasken signifikant reduziert gewesen. Auch der Spitzenwert des Blutlaktats sei mit Maske reduziert gewesen. Das Herzzeitvolumen sei mit und ohne Maske offenbar ähnlich gewesen. Die Teilnehmer hätten über ein durchgängiges und deutliches Unbehagen beim Tragen der Masken berichtet, insbesondere beim Tragen der FFP2-Maske.

Die Ergebnisse der Studie wurden von Fachkollegen kritisiert. In einem Brief an den Herausgeber wird etwa bemängelt, dass die festgestellten Ergebnisse zwar eine plausible Folge des Tragens einer FFP2- oder OP-Maske darstellten, es allerdings unklar sei, was die physiologische Basis der Annahme einer Kausalität sei, da u.a. keine Messungen der Lungenfunktion und weiterer Parameter im Rahmen eines cardiovascular exercise testing (CPET) durchgeführt worden seien und ein grundlegendes Modell der Umverteilung des Blutflusses bei Spitzenbelastung nicht ordnungsgemäß angewendet worden sei. Zudem sei nicht auszuschließen, dass die empfundene Unannehmlichkeit der Hauptgrund für einen Abbruch des Trainings gewesen sei und nicht andere Faktoren, Kampert, Matthew / Singh, Tamanna et al., Impact of wearing a facial covering on aerobic exercise capacity in the COVID-19 era: is it more than a feeling?, Clinical research in Cardiology 2020, 109(12), 1595-1596, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-020-01725-7>, Stellungnahme von Fikenzer et. al. abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-020-01726-6>.

In einem weiteren Brief an den Herausgeber wird angemerkt, dass die Arbeit zahlreiche Mängel insbesondere im Hinblick auf das Tragen von FFP2-Masken aufweise. Die angegebenen Daten zur Verringerung des Sauerstoffverbrauchs seien nicht in sich schlüssig. Sauerstoffverbrauch und Leistung stünden in einem linearen Verhältnis; die von Fikenzer et. al. angegebene Reduzierung des Sauerstoffverbrauchs sei deutlich zu hoch. Zudem stünden auch das Herzzeitvolumen bei Belastung und der Sauerstoffverbrauch in einer linearen Beziehung; das Herzzeitvolumen habe sich aber laut Fikenzer et. al. nicht signifikant verändert, was die berichtete Verringerung des Sauerstoffverbrauchs mit FFP2-Maske weiter in Frage stelle. Die Daten im Hinblick auf die Ventilation unter der Maske deuteten auf Messfehler hin und unterstützten die Annahme der Autoren, dass es zu einer Einschränkung der Atmung beim Training komme, nicht. Die Daten zeigten vielmehr, dass sich die arteriellen Blutgase, die Herzfrequenz, das Herzzeitvolumen und der Blutdruck unter maskierten und unmaskierten Bedingungen nicht signifikant unterschieden, Hopkins, Susan R. / Stickland, Michael K. et al., Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity: the numbers do not add up, Clinical Research in Cardiology 109(12), 1605–1606, abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-020-01748-0>, Stellungnahme von Fikenzer et. al. abrufbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00392-020-01749-z>.

Eine **italienische Studie**, die im Jahr 2020 durchgeführt und im September 2021 veröffentlicht wurde, beschäftigte sich ebenfalls mit dem Einfluss des Tragens von Atemschutzmasken in Ruhe und bei körperlicher Betätigung auf verschiedene kardiopulmonare Parameter, Mapelli, Massimo / Salvioni, Elisabetta et al., “You can leave your mask on”: effects on cardiopulmonary parameters of different airway protective masks at rest and during maximal exercise, European Respiratory Journal Sep 2021, 58 (3) 2004473, abrufbar unter <https://erj.ersjournals.com/content/early/2021/02/04/13993003.04473-2020>

Zwölf gesunde Probanden im Alter von durchschnittlich 40,8 Jahren, darunter sechs Frauen und sechs Männer, unterzogen sich im Rahmen der Untersuchung drei kardiopulmonalen Belastungstests: ohne Schutzmaske, mit chirurgischer Maske und mit FFP2-Maske. Alle Probanden schlossen die Belastungstests ohne unerwünschte Ereignisse ab. Bei der Spirometrie wurde von ohne Maske über die chirurgische Maske bis hin zu FFP2 eine progressive Abnahme von Einsekundenkapazität (FEV₁) und forcierter Vitalkapazität (FVC) beobachtet. FEV₁ ist das von Menschen innerhalb der ersten Sekunde rasch unter größter Anstrengung ausgeatmete Volumen. FVC ist das Lungenvolumen, das nach maximaler Einatmung (Inspiration) mit maximaler Geschwindigkeit

(forciert) ausgeatmet werden kann. Die Ruheventilation, die Sauerstoffaufnahme (VO₂) und die CO₂-Produktion (VCO₂) seien progressiv mit einer Verringerung der Atemfrequenz gesunken. Bei Spitzenbelastungen wiesen die Probanden eine progressiv höhere Borg-Skala auf, wenn sie medizinische Gesichtsmasken und FFP2-Masken trugen. Dementsprechend seien VO₂, Ventilation, Atemfrequenz und Tidalvolumen bei Spitzenbelastung schrittweise geringer worden. Ein signifikanter Unterschied in der Sauerstoffsättigung wurde nicht beobachtet. Die Forscher schließen daraus, dass das Tragen von Schutzmasken mit einer zwar statistisch signifikanten, aber dennoch geringfügigen Verschlechterung der Spirometrie und der kardiorespiratorischen Parameter in Ruhe und bei Spitzenbelastungen verbunden sei. Der Effekt sei auf eine Verringerung der Ventilation aufgrund eines erhöhten Atemwiderstands zurückzuführen. Da die ventilatorische Belastungsgrenze auch unter Spitzenbelastung allerdings bei weitem nicht erreicht werde, sei die Verwendung von Schutzmasken selbst bei maximaler Belastung sicher, auch wenn sie mit einer leichten Leistungsminderung einhergehe.

4. Beispiele zur aktuellen Praxis aus dem Ausland

In den **französischen** Medien wurde im Dezember 2021 über die Entscheidung der französischen Regierung berichtet, anders als in vielen anderen europäischen Ländern nicht mehr die FFP2-Maske zu empfehlen. Neben Kostengründen bestünden bei Fabrikaten mit einem Anteil an Graphen (Kohlenstoff) gesundheitliche Risiken, siehe etwa: Covid-19: pourquoi la France n'a pas davantage recours au masque FFP2 (alors qu'il est plus efficace que le masque chirurgical), in: franceinfo vom 30. Dezember 2021, abrufbar unter <https://www.msn.com/fr-fr/actualite/france/covid-19-pourquoi-la-france-n-a-pas-davantage-recours-au-masque-ffp2-alors-qu-il-est-plus-efficace-que-le-masque-chirurgical/ar-AAShdx>.

Das Bundesamt für Gesundheit in der **Schweiz** (BAG) führt FFP2-Masken als eine Form von Masken auf und stellt dazu fest, dass diese hinsichtlich ihrer Filterleistung anderen überlegen seien, dass es aber sehr wichtig sei, sie auch richtig zu tragen. Konkret empfohlen werden sie vor allem in der Patientenversorgung, für Alltagssituationen im privaten Gebrauch seien hygienische Masken ausreichend. Siehe hierzu die Internetseite des BAG, <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov/masken.html>. Diese Haltung wird allerdings auch kritisiert, vgl. Frasch, Dennis, Das Masken-Déjà-Vu: Wieso will das BAG keine FFP2-Masken empfehlen?, in: wartson.ch vom 13. Januar 2022, abrufbar unter <https://www.watson.ch/schweiz/analyse/366728108-corona-wieso-will-das-bag-keine-ffp2-masken-empfehlen>.

In **Österreich** regelt die aktuelle Verordnung betreffend Maßnahmen, die zur Bekämpfung der Verbreitung von COVID-19 ergriffen werden (4. COVID-19-Maßnahmenverordnung-4. COVID-19-MV⁵), in ihren Begriffsbestimmungen in § 2, dass unter dem Begriff „Maske“ die Atemschutzmaske der Schutzklasse FFP2 verstanden wird und unterstreicht damit, dass das Tragen einer FFP2-Maske als Regelfall angesehen wird.

5 Verordnung betreffend Maßnahmen, die zur Bekämpfung der Verbreitung von COVID-19 ergriffen werden (4. COVID-19-Maßnahmenverordnung – 4. COVID-19-MV), Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 29. Januar 2022, Teil II, Artikel 1 der 34. Verordnung des Bundesministers für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz mit der die Verordnung betreffend Maßnahmen, die zur Bekämpfung der Verbreitung von COVID-19 ergriffen werden, erlassen wird (4. COVID-19-Maßnahmenverordnung – 4. COVID-19-MV) und die 4. COVID-19-Maßnahmenverordnung geändert wird (1. Novelle zur 4. COVID-19-MV).