

IPA-Maskenstudie



Einfluss verschiedener Maskentypen zum Schutz vor SARS-CoV-2 auf die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit und die subjektive Beeinträchtigung bei der Arbeit

Eike Marek, Vera van Kampen, Birger Jettkant, Thomas Brüning, Jürgen Bünger

Das Tragen von Masken zum Schutz vor dem Virus SARS-CoV-2 ist ein wesentlicher Bestandteil des Infektionsschutzes. Jedoch berichten Beschäftigte immer wieder über ein unangenehmes Tragegefühl sowie schnellere Ermüdung bei körperlichen Arbeiten. Das IPA führt auf Initiative verschiedener Unfallversicherungsträger eine Studie durch, in der die Auswirkungen des Tragens verschiedener Masken auf die Leistungsfähigkeit aber auch auf das subjektive Trageempfinden erfasst und bewertet werden. Die Ergebnisse der Studie können auch dazu beitragen, vorliegende Empfehlungen für eine Tragezeitbegrenzung zu überprüfen.

Ausgangslage

Erste Studien zeigen, dass Gesichtsmasken ein wesentliches Element zur Eindämmung der aktuellen Pandemie darstellen (Mitze et al. 2020). Masken können – in Abhängigkeit vom Maskentyp – sowohl für den Eigen- als auch den Fremdschutz effektiv sein (Asadi et al. 2020, Chu et al. 2020, Leung et al. 2020, Liang et al. 2020).

Deshalb gilt im Rahmen der Pandemie auch in Bildungseinrichtungen und an Arbeitsplätzen eine Maskenpflicht, wenn zum Beispiel der Schutzabstand von 1,5 m nicht eingehalten werden kann. Im Vergleich zur Ausübung der Tätigkeit ohne Maske berichten Beschäftigte immer wieder über eine schnellere Ermüdung und höhere Beanspruchung durch das Tragen von Masken bei körperlich und kognitiv beanspruchenden Tätigkeiten.

Verschiedene Maskentypen

Als zum Zeitpunkt der Einführung der Maskenpflicht kommerzielle Masken kaum oder gar nicht verfügbar waren, nutzte die Mehrzahl der Personen außerhalb des Gesundheitswesens selbstgenähte Stoffmasken, sogenannte Mund-Nase-Bedeckungen (MNB, auch Alltags- oder Communitymasken). Obwohl diese inzwischen auch – in Passform, Material und Durchlässigkeit optimiert – kommerziell erhältlich sind und mittlerweile eine Europäische Empfehlung für Gestaltung, Eigenschaften, Testmethoden, Verpackung, Kennzeichnung und Informationen zur Verwendung von MNB existiert (CWA 17553), variieren diese Masken sehr stark und weisen in vielen Fällen eine hohe Leckage auf. Ein Teil der Ausatemluft strömt nicht durch das Filtermaterial, sondern seitlich daran vorbei. Im Gegensatz dazu unterliegen der Mund-Nase-Schutz (MNS bzw. OP-Maske, DIN EN 14683) und die partikelfiltrierende Halbmaske (FFP2, DIN EN 149) bestimmten Normen, die nur eine geringe Varianz in Bezug auf Aufbau,

Kurz gefasst

Gestaltung und Leistungsanforderungen zulassen. Da der MNS, der meist aus mehrlagigem, luftfiltrierendem Vliesmaterial besteht, ebenfalls nicht dicht auf der Haut der tragenden Person abschließt, strömt auch hier ein Teil der Luft am Maskenrand vorbei. Partikelfiltrierende Halbmasken werden dagegen bereits in der Produktion der Anatomie des Mund-Nasen-Bereichs angepasst und weisen entsprechend eine geringere Gesamtleckage auf (bei FFP2 maximal 8 Prozent).

Bisherige Studien nicht auf Arbeitsplatzsituation übertragbar

Eine im Juni 2020 publizierte Studie an zwölf gesunden männlichen Probanden, die im Schnitt 38 Jahre alt waren und mittels Spiroergometrie auf einem Fahrradergometer belastet wurden, konnte eine zusätzliche kardiopulmonale Beanspruchung durch das Tragen von Masken aufzeigen (Fikenzer et al. 2020). Vergleichbare Ergebnisse zeigte auch die Studie von Georgi et al. 2020, bei der die weiblichen und männlichen Probanden (Altersdurchschnitt 47 Jahre) jedoch ausschließlich mittels Ergometrie belastet wurden. Die Daten aus beiden Arbeiten sind allerdings auf die Situation am Arbeitsplatz nur eingeschränkt übertragbar, da entweder nur junge, gut trainierte Männer untersucht wurden oder auf eine spiroergometrische Belastungsuntersuchung und Blutgasanalyse verzichtet wurde. Darüber hinaus orientierte sich die in den Studien zu erbringende Leistung auf dem Fahrradergometer nicht an den Gegebenheiten am Arbeitsplatz und – was von großer physiologischer Bedeutung ist – die Belastungsdauer war in beiden Studien nur kurz.

Die in den Studien durchgeführten teilweise extrem hohen Belastungen von bis zu 280 Watt, verbunden mit einer kurzen Belastungsdauer von maximal drei Minuten, repräsentieren nicht die typischen Verhältnisse an Arbeitsplätzen in Deutschland (Fikenzer et al. 2020, Georgi et al. 2020). Die Arbeitsgruppe um Fikenzer konnte in einer gerade erschienenen Studie die oben beschriebenen Daten auch bei längerer Belastungsdauer reproduzieren. Auch hier wurden nur Männer, die im Mittel 26 Jahre alt waren, mit sehr hohen Belastungen (200 Watt) untersucht (Lässig et al. 2020). Die typischen körperlichen Belastungen der Beschäftigten an den von der Maskenpflicht betroffenen Arbeitsplätzen liegen jedoch deutlich niedriger. Aus diesem Grund werden in der IPA-Maskenstudie die Belastungen entsprechend der DGUV-Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ für leichte bis schwere Arbeit gewählt.

- Masken sind ein wesentlicher Bestandteil der Präventionsmaßnahmen gegen SARS-CoV-2.
- Beschäftigte berichten immer wieder über schnellere Ermüdung und ein unangenehmes Gefühl bei längerem Maskentragen.
- Die IPA-Maskenstudie untersucht verschiedene Maskentypen im Hinblick auf körperliche und subjektive Beeinträchtigungen.

IPA-Maskenstudie

In der IPA-Maskenstudie wird der Einfluss unterschiedlicher Maskentypen auf die Leistungsfähigkeit und das subjektive Befinden von körperlich und kognitiv arbeitenden Beschäftigten mittels Spiroergometrie/Ergometrie und Fragebögen im Labor und am Arbeitsplatz – immer im Vergleich zur Situation ohne Maske – untersucht. Die Studie kann so dazu beitragen, mögliche gesundheitliche Effekte und Befindlichkeitsstörungen durch längeres Tragen der Masken bei unterschiedlichen Tätigkeiten aufzuzeigen. Die erwarteten Ergebnisse sind auch geeignet, die vorliegenden Empfehlungen für eine Tragezeitbegrenzung zu überprüfen.

Planung und Vorarbeiten

Je 30 Frauen und 30 Männer im Alter von 18 bis 65 Jahren werden in die Studie eingeschlossen. Bei einer eingehenden Voruntersuchung wird zunächst geprüft, ob die Personen ohne gesundheitliche Gefährdung auf dem Fahrradergometer belastet werden können. In die Studie eingeschlossen, werden rauchende und nichtrauchende sowie sportliche und unsportliche Personen mit und ohne leichte Vorerkrankungen wie Asthma, Bluthochdruck, Rückenbeschwerden etc. So kann gewährleistet werden, dass ein breites Spektrum der arbeitenden Bevölkerung abgebildet wird.

Im Rahmen der Maskenstudie wird jeder Proband sowohl mit MNB, MNS als auch FFP2-Maske getestet, immer im Vergleich zur entsprechenden Tätigkeit ohne Maske. Weiterhin im Test sind die Alltagsmasken (MNB). Obwohl die aktuell geltende SARS-CoV-2-Arbeitschutzverordnung (Corona-ArbSchV) in vielen Situationen am Arbeitsplatz das Tragen von MNS oder FFP2-Masken vorschreibt, können auch Alltagsmasken (MNB) aktuell noch unter bestimmten Bedingungen an Arbeitsplätzen zum Einsatz kommen.

Da jeder der 60 Probanden mit allen vier Maskenbedingungen (keine Maske, MNB, MNS, FFP2) in jedem der drei Studienabschnitte (s. unten) untersucht wird, kann aufgrund der Vielzahl der Testungen (n = 720), von jedem Maskentyp



Abb. 1: Spiroergometrische Belastungsuntersuchung. Das zu testende Maskenmaterial befindet sich im Aufnahmesystem vor der blauen Spiroergometrie-Maske.

jeweils nur ein Modell in der Studie verwendet werden. Diese Modelle wurden in enger Abstimmung mit dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) ausgewählt und dort geprüft. Somit stehen für die Untersuchungen im Rahmen der Studie repräsentative und gut charakterisierte Masken-Modelle zur Verfügung. Die Reihenfolge des Tragens beziehungsweise Nichttragens der Masken wird für jeden Probanden und jeden einzelnen Studienabschnitt nach dem Zufallsprinzip ermittelt.

Für die Studie liegt ein positives Votum der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität Bochum vor. Das detaillierte Datenschutzkonzept wurde vom zuständigen Datenschutzbeauftragten geprüft.

Studienabschnitte

1. Spiroergometrie: Im ersten Studienabschnitt werden die Probandinnen und Probanden zunächst spiroergometrisch in Anlehnung an die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ in einem für die meisten Arbeitsplätze typischen Bereich von leichter bis schwerer Arbeit belastet (Abb. 1) (Åstrand et al. 2003). Die bestimmende Messgröße ist hierbei das Atemminutenvolumen, welches dann die Höhe der körperlichen Belastung (Watt) bedingt (Meyer et al. 2013). Dazu wird für jeden Probanden in einer Basisuntersuchung individuell ermittelt, bei welchen Wattzahlen die zuvor festgelegten Atemminutenvolumina von ≈ 30 l/min, ≈ 50 l/min und > 60 l/min erreicht werden. Mit diesen Wattwerten werden dann die spiroergometrischen Belastungen mit den drei Maskentypen beziehungsweise ohne Maske durchgeführt.

Um eine für die wissenschaftliche Forschung wichtige Verblindung zu erzielen, wurde zuvor am IPA ein Aufnahmesystem entwickelt, in das das Material der zu testenden Maske so eingespannt werden kann, dass es von außen nicht erkennbar ist (Abb. 2). Dieses System wird anschließend mit der speziellen dichtsitzenden Atemmaske, die für die Durchführung der Spiroergometrie unerlässlich ist, verbunden (Abb. 1). Somit kann dieser Studienabschnitt doppelt-blind durchgeführt werden. Weder die Probanden noch die Untersuchenden können erkennen, welcher Maskentyp gerade getestet wird. Während der spiroergometrischen Belastung auf dem Fahrradergometer werden kontinuierlich Herz- und Lungenparameter aufgezeichnet. Unter der Maske wird fortlaufend der CO_2 -Gehalt, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit gemessen (Butz et al. 2004, Yang et al. 2018, Li et al. 2005). Zusätzlich werden aus dem Ohrläppchen regelmäßig Blutproben zur Bestimmung aller Parameter einer Blutgasanalyse entnommen.



Abb. 2: Aufnahmesystem für das Maskenmaterial vor dem Zusammenbau



Abb. 3: Ergometrie mit Community-Maske (MNB)



Abb. 4: Arbeitsplatzuntersuchung

2. Ergometrie: Nur durch den oben beschriebenen Versuchsaufbau können die verschiedenen Atemparameter wie Atemminutenvolumen oder Diffusionskapazität unter der Belastung exakt gemessen werden. Zur Erfassung dieser Parameter ist jedoch das Tragen von speziellen Spiroergometrie-Atemmasken unerlässlich, die an den Rändern dicht abschließen. In diesem 2. Versuchsaufbau werden die unterschiedlichen Maskentypen, wie im Arbeitsalltag direkt im Gesicht getragen, um auch Auswirkungen potentieller Leckage-Phänomene zu erfassen (Abb. 3). Bei einer Leckage strömt ein Teil der Atemluft nicht durch das Filtermaterial, sondern daran vorbei. Auch in diesem Versuchsaufbau werden die Probanden auf dem Fahrradergometer den gleichen Belastungstests unterzogen wie im Abschnitt 1 der Studie.

Auch bei der Ergometrie werden während der Belastung regelmäßig die Blutgase sowie verschiedene Herzparameter und die Atemfrequenz des Probanden analysiert.

3. Arbeitsplatzmessung: Neben einer möglichen körperlichen Belastung wird auch oft über ein unangenehmes Empfinden von Feuchtigkeit, Wärme und unangenehmen Gerüche etc. beim Tragen von Masken berichtet. Diese Eindrücke verstärken sich je länger die Masken im Arbeitsalltag getragen werden. Aus diesem Grunde wurde ein weiterer Studienabschnitt konzipiert, der aus einer jeweils vierstündigen Arbeitsplatzuntersuchung unter den vier Bedingungen (keine Maske, MNB, MNS, FFP2) besteht. Dazu erfolgt die Messung der Herz- und Atemfrequenz, des CO₂-Gehalts, der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur unter der Maske bzw. ohne Maske unterhalb der Nase mit mobilen Messgeräten (Abb. 4) (Butz et al. 2004, Yang et al. 2018, Li et al. 2005). Darüber hinaus werden das subjektive Masken-Tragegefühl sowie mögliche Symptome wie Kopfschmerzen, Luftnot etc. regelmäßig abgefragt (Li et al. 2005, Fikenzer et al. 2020, Stegen et al. 1998).

Aktueller Stand und Ausblick

Trotz der besonderen Bedingungen und aufwändiger Hygienekonzepte aufgrund der SARS-CoV-2-Pandemie, konnten in der ersten Studienphase bereits 20 Personen (10 Frauen, 10 Männer) in allen drei Studienabschnitten untersucht werden. Die Ergebnisse einer Zwischenauswertung werden dringlich erwartet und daher am IPA mit hoher Priorität ermittelt. Parallel gestartet wurde bereits die Rekrutierung für die zweite Studienphase, in der weitere freiwillige Probandinnen und Probanden mit identischem Studienprotokoll untersucht werden sollen.

Die Autoren:
Prof. Dr. Jürgen Bünger
Prof. Dr. Thomas Brüning
Dr. Birger Jettkant
Dr. Vera van Kampen
Eike Marek, M. Sc.
IPA

Literatur

- Asadi S, Cappa CD, Barreda S, Wexler AS, Bouvier NM, Ristenpart WD.. Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities. *Sci Rep* 2020; 10: 15665
- Åstrand, PO, Rodahl K, Dahl HA, Strømme SB. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. 2003 Human Kinetics
- Butz, U. Rückatmung von Kohlendioxid bei Verwendung von Operationsmasken als hygienischer Mundschutz an medizinischem Fachpersonal (Dissertation, Technische Universität München). 2005
- CWA 17553. Community face coverings – Guide to minimum requirements, methods of testing and use; CEN Workshop Agreement, ICS 2020; 13.340.20
- Chu, DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ, ... Hajizadeh, A. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2020; 27;395:1973–1987
- DGUV Regel 112-190-Benutzung von Atemschutzgeräten, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) 2011
- DIN EN 149: Atemschutzgeräte - Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 149:2001+A1:2009
- DIN EN 14683: Medizinische Gesichtsmasken - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 14683:2019+AC:2019
- Fikenzer S, Uhe T, Lavall D, Rudolph U, Falz R, Busse M, ... Laufs U . Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity. *Clin Res Cardiol* 2020; 109: 1522–1530
- Georgi C, Haase-Fielitz A, Meretz D, Gäsert L, Butter C. The impact of commonly-worn face masks on physiological parameters and on discomfort during standard work-related physical effort. *Dtsch Arztebl Int.* 2020; 117; 674–5
- Lässig J, Falz R, Pökel C, Fikenzer S, Laufs U, Schulze A, Hölldobler N, Rüdrieh P, Busse M, Effects of surgical face masks on cardiopulmonary parameters during steady state exercise. *Sci Rep* 2020; 10: 22363. doi: 10.1038/s41598-020-78643-1
- Li Y, Tokura H Guo, Y. P Wong ASW, Wong T, Chung J, Newton E. Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. *Int Arch Occup Env Health* 2005; 78: 501–509
- Leung NH, Chu DK, Shiu EY, Chan KH, McDevitt JJ, Hau BJ, ... Seto WH. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nature medicine* 2020; 26: 676–680
- Liang M, Gao L, Cheng C, Zhou Q, Uy JP, Heiner K, Sun C. Efficacy of face mask in preventing respiratory virus transmission: a systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis* 2020; 101751
- Mitze T, Kosfeld R, Rode J, Wälde K. Face Masks Considerably Reduce COVID-19 Cases in Germany: *Proc Natl Acad Sci* 2020; 117: 32293–32301
- Meyer FJ, Borst MM, Buschmann HC, Claussen M, Dumitrescu D, Ewert R, ... Lehnigk B. Belastungsuntersuchungen in der Pneumologie – Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. *Pneumologie*, 2018; 72: 687–731
- Stegen K, Neujens A, Crombez G, Hermans D, Van de Woestijne KP, Van den Bergh O. Negative affect, respiratory reactivity, and somatic complaints in a CO₂ enriched air inhalation paradigm. *Biolo Psychol* 1998; 49: 109–122
- Yang Q, Li H, Shen S, Zhang G, Huang R, Feng Y, ... Ma, S. Study of the micro-climate and bacterial distribution in the deadspace of N95 filtering face respirators. *Sci Rep* 2018; 8: 17382