

Das Tragen von FFP2- und KN95-Atemschutzmasken beeinflusst die Ausdauerleistungsfähigkeit bei gesunden Personen nicht

Die gesellschaftspolitische Diskussion, ob im Bundestag oder in (Schul-)Ministerien, befasst sich mit der Maskenpflicht. Es stellt sich die Frage, welcher Maskentyp einen optimalen Schutz, aber auch einen guten Tragekomfort bietet. Die anfangs der Pandemie häufig genutzten OP-Masken oder in eigener Initiative hergestellten Gesichtsmasken verfügen über kein geeignetes Filtermaterial; darüber hinaus sind sie von ihrer Konstruktion her nicht in der Lage das Gesicht bzw. den Atemstrom abzudichten und einen Schutz vor Viren zu leisten.

In den letzten Wochen wurden daher in unterschiedlichen Bereichen immer mehr sogenannte FFP2 bzw. KN95 Atemmasken verpflichtend vorgeschrieben, die im allgemeinen Sprachgebrauch als FFP-Atemschutzmasken bezeichnet werden. Laut Zulassung und den WHO Vorschriften verfügen beide Maskentypen über vergleichbare Filtereigenschaften; sie filtern $\geq 94\%$ bzw. $\geq 95\%$ aller luftgetragenen Partikel (u.a. Viren) und sind auch in weiteren Eigenschaften vergleichbar.

Gegenstand der Untersuchungen

In einem studentischen Projekt wurden unter der Leitung von Dipl. Sporting. Dr. C. Baumgart an der Bergischen Universität Wuppertal im Labor für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Einfluss von FFP2- und KN95-Atemschutzmasken auf kardiale, respiratorische, metabolische und psychologische Parameter untersucht.

12 Männer im Alter von 24 ± 2 Jahren absolvierten im zeitlichen Abstand von sieben Tagen auf einem Fahrradergometer zwei spiroergometrische Ausbelastungstest mit Atem-Gasanalyse. In einem der beiden Tests trugen Männer in randomisierter Zuordnung eine zertifizierte KN95-Maske der Firma UG (Artikelnummer: WCL-0075), der weitere Test wurde ohne Maske vollzogen.

Vor dem jeweiligen Ausbelastungstest wurde ein Lungenfunktionstest durchgeführt, mit dem das Lungenvolumen sowie der Atemwiderstand jeweils mit und ohne Atemmaske bestimmt wurde. Darüber hinaus wurden während und nach dem Test kardiale, respiratorische, metabolische und subjektive Parameter erhoben.

Ergebnisse der Untersuchungen

Obwohl bei dem Testverfahren hohe Atemleistungen (Sauerstoffaufnahme) erbracht werden mussten, hatte das Tragen der Atemschutzmaske keinen Einfluss auf die Ausdauerleistungsfähigkeit, weder im niedrig-intensiven noch im maximalintensiven Bereich. Auch der Herzfrequenzverlauf sowie die metabolischen Parameter (Blutlaktatwert/respiratorischer Quotient) zeigten keine signifikanten Unterschiede mit oder ohne Nutzung der Atemmaske, obwohl der Atemwiderstand mit der Maske signifikant zugenommen und die forcierte Ausatmung signifikant abgenommen hat.

Der von den Probanden subjektiv empfundene Atemwiderstand nahm mit Maske signifikant zu (≤ 0.001). Der zunehmende Atemwiderstand wurde durch eine tiefere Ein- und Ausatmung begleitet (kompensiert); die Atemfrequenz (Atemzüge pro Minute) mit Maske ist signifikant verringert, was auch andere Autoren zeigen konnten (Mapelli et al., 2021; Roberge et al., 2012; Zhang et al., 2021; Fikenzer et al., 2020; Lässig et al., 2020; Mapelli et al., 2021.)

Frühere Studien maßen den CO₂-Druck und den pH-Wert des Blutes mit und ohne Masken und konnten keinen klinisch relevanten Unterschied feststellen; auch der Sauerstoffpartialdruck im Blut sowie die Sauerstoffsättigung wurden durch das Tragen von Atemmasken nicht beeinflusst (Fikenzer et al., 2020; Rebmann et al., 2013; Roberge et al., 2010) Beder et al., 2008; Epstein et al., 2021; Fikenzer et al., 2020; Lässig et al., 2020; Mapelli et al., 2021; Roberge et al., 2010; Schulte-Körne et al., 2021).

Praktische Relevanz der Untersuchungen und Empfehlungen

Unbenommen des subjektiv unangenehmen Empfindens beim Tragen von Atemmasken durch den erhöhten Atemwiderstand zeigen sich keine Einschränkung der körperlichen Ausdauerleistungsfähigkeit. Im Arbeitsalltag und in der in Schule sind ebenfalls keine körperlichen Leistungsminderungen zu erwarten; auch das das vielfach postulierte Argument, dass beim Tragen von Atemmasken eine Rückatmung von Kohlenstoffdioxid erfolgt, kann durch unsere Messungen nicht bestätigt werden.

Ob diese Ergebnisse auch für die geistige Leistungsfähigkeit gelten ist weiteren Untersuchungen vorbehalten (z.B. kognitive Leistungsfähigkeit; Konzentrationsfähigkeit).

Gesunde Menschen können den durch die Atemmaske erhöhten Atemwiderstand problemlos kompensieren, die Atemmuskulatur erfährt einen zusätzlichen Trainingsreiz. Bei Herz-Kreislaufpatienten bzw. Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktionsfähigkeit oder allgemein geminderter Leistungsfähigkeit muss der erhöhte Atemwiderstand durch die Maske berücksichtigt werden.

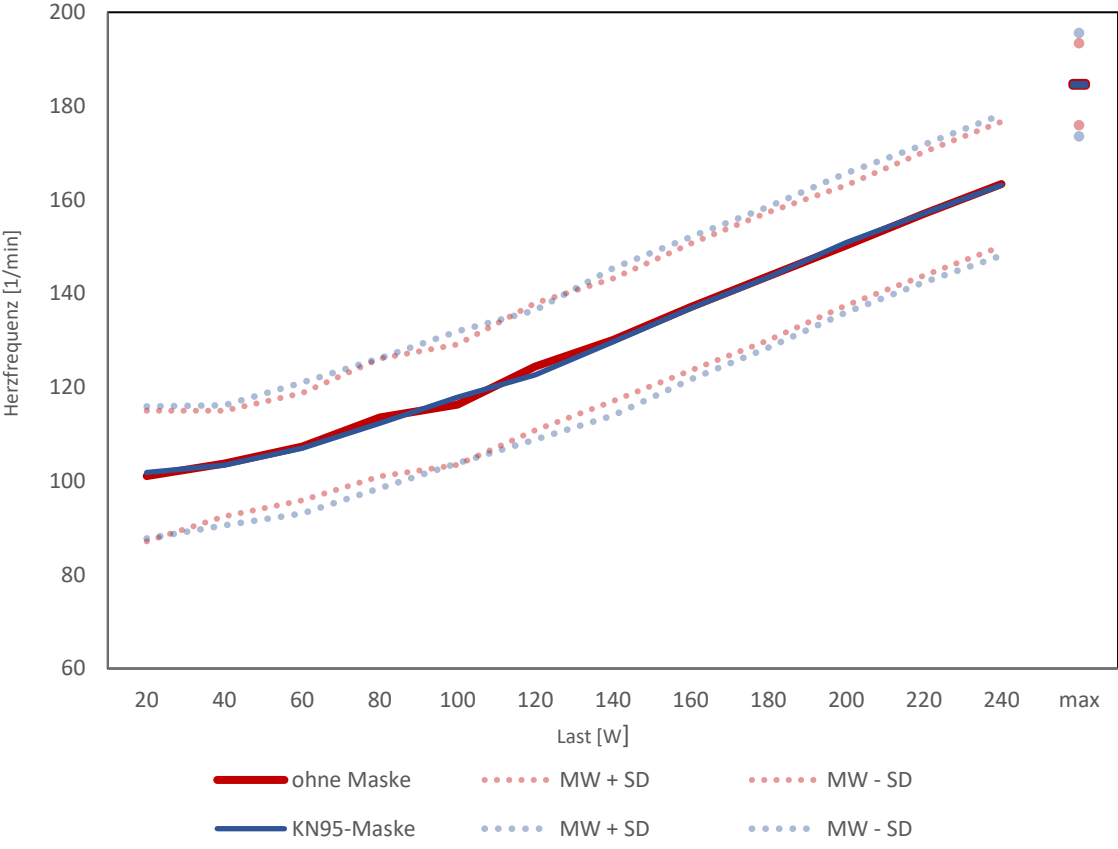
In der Diskussion bisher wenig beachtet ist die Empfehlung der DGUV Regel 112-190 im Arbeitsschutz zur maximalen Tragedauer von FFP-Atemschutzmasken, die mit 75 min angesetzt ist und knapp einer Doppelstunde im Schulunterricht entspricht. Bei Umsetzung dieser Empfehlung müssten Schulkinder und Arbeitnehmer mit mehreren Masken pro Tag ausgerüstet sein.

Ansprechpartner:

[Dipl. Sporting. Dr. Christian Baumgart](#)

[Prof. Dr. Jürgen Freiwald](#)

Ergebnisse – Herzfrequenzverlauf mit/ohne Atemmaske



Ergebnisse - Übersicht

Parameter	Einheit	Test (ohne Maske)	Test (KN95-Maske)	p	d
		MW ± SD	MW ± SD		
Performance:					
Last _{max}	[W]	313,9 ± 35,5	310,0 ± 35,4	0,37	0,28
Last _{max} /kg	[W/kg]	3,8 ± 0,4	3,8 ± 0,4	0,57	0,18
Zeit _{max}	[min]	15,8 ± 1,8	15,7 ± 1,8	0,55	0,19
Kardiale und metabolische Parameter:					
HF _{max}	[1/ min]	184,6 ± 8,8	184,6 ± 11,0	0,96	0,02
BLA _{max}	[mmol/L]	11,1 ± 1,7	11,7 ± 2,4	0,38	-0,29
RQ _{max}	[VCO ₂ /VO ₂]	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,24	0,38
Pulmonale Parameter:					
VO _{2max} / kg	[mL/min/kg]	45,2 ± 5,2	40,2 ± 9,4	≤ 0,03	0,74
VCO _{2max} / kg	[mL/min/kg]	56,4 ± 6,2	48,9 ± 12,1	≤ 0,001	-
VE _{max}	[L/min]	142,0 ± 28,7	105,0 ± 28,8	≤ 0,001	1,26
AF _{max}	[1/ min]	50,5 ± 7,3	45,8 ± 6,2	≤ 0,001	1,14
BR _{min}	[%]	1,7 ± 18,9	10,2 ± 38,6	≤ 0,45	-0,24
PET O _{2max}	[mm Hg]	118,3 ± 3,5	113,3 ± 4,1	≤ 0,001	1,13
PETCO _{2max}	[mm Hg]	44,8 ± 4,3	48,0 ± 3,1	≤ 0,001	-1,16
V O _{2max}	[L/min]	3,7 ± 0,5	3,3 ± 0,8	≤ 0,04	0,73
V CO _{2max}	[L/min]	4,7 ± 0,5	4,0 ± 1,0	≤ 0,001	-
Psychologische Parameter:					
RPE _{max}	[6-20]	19,9 ± 0,3	19,5 ± 0,6	≤ 0,05	-
Atemwiderstand	[0-10]	2,6 ± 2,3	6,8 ± 1,6	≤ 0,001	-1,24
Unbehagen	[0-10]	3,0 ± 2,1	6,3 ± 2,5	≤ 0,02	-0,84
Feuchtigkeit	[0-10]	5,6 ± 2,6	7,6 ± 2,3	0,06	-0,65
Hitzeempfinden	[0-10]	3,8 ± 1,7	5,8 ± 2,3	0,07	-0,61
Ergebnisse Spirometrie vor dem Test:					
IVC	[L]	5,5 ± 0,7	5,4 ± 0,7	0,06	0,65
FVC	[L]	5,2 ± 0,9	4,7 ± 0,7	≤ 0,01	0,94
FEV 1	[L]	4,3 ± 0,6	3,8 ± 0,5	≤ 0,05	0,68
PEF	[L/s]	9,1 ± 2,8	6,3 ± 1,6	≤ 0,001	1,13
Differenzen Spirometrie (vorher-nachher):					
IVC	[L]	0,1 ± 0,3	0,2 ± 0,5	0,62	-0,15
FVC	[L]	0,2 ± 0,4	0,3 ± 0,8	0,67	-0,13
FEV 1	[L]	0,2 ± 0,8	0,2 ± 0,8	0,93	0,03
PEF	[L/s]	1,1 ± 1,7	0,5 ± 1,8	0,36	0,29

MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; p = Signifikanz; d = Effektstärke; HF_{max} = maximale Herzfrequenz; ; BLA_{max} = maximale Blutlaktatkonzentration; RQ_{max} = maximaler respiratorischer Quotient; VO_{2max} = maximale Sauerstoffaufnahme; ; VO_{2max} = maximale Kohlenstoffdioxidaufnahme; VE_{max} = maximale Ventilation; AF_{max} = maximale Atemfrequenz; BR_{min} = geringste Breathing Reserve; PET O_{2max}= Endexpiratorischer Sauerstoffpartialdruck; PET CO_{2max}= Endexpiratorischer Kohlenstoffdioxidpartialdruck; RPE_{max} = maximales subjektives Belastungsempfinden; IVC = Inspiratorische Vitalkapazität; FVC = Forcierte Vitalkapazität; FEV1 = Forciertes expiratorisches Volumen in der ersten Sekunde; PEF = Expiratorischer Spitzenfluss

Literaturverzeichnis

- Beder, A., Büyükkoçak, Ü., Sabuncuoğlu, H., Keskil, Z. A. & Keskil, S. (2008). Preliminary report on surgical mask induced deoxygenation during major surgery. *Neurocirugía*, 19(2), 121–126. [https://doi.org/10.1016/S1130-1473\(08\)70235-5](https://doi.org/10.1016/S1130-1473(08)70235-5)
- Epstein, D., Korytny, A., Isenberg, Y., Marcusohn, E., Zukermann, R., Bishop, B., Minha, S., Raz, A. & Miller, A. (2021). Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(1), 70–75. <https://doi.org/10.1111/sms.13832>
- Fikenzer, S [Sven], Uhe, T., Lavall, D., Rudolph, U., Falz, R., Busse, M., Hepp, P. & Laufs, U. (2020). Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity. *Clinical research in cardiology : official journal of the German Cardiac Society*, 109(12), 1522–1530. <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01704-y>
- Lässig, J., Falz, R., Pökel, C., Fikenzer, S [S.], Laufs, U., Schulze, A., Hölldobler, N., Rüdrieh, P. & Busse, M. (2020). Effects of surgical face masks on cardiopulmonary parameters during steady state exercise. *Scientific reports*, 10(1), 22363. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78643-1>
- Li, Y., Tokura, H., Guo, Y. P., Wong, A. S. W., Wong, T., Chung, J. & Newton, E. (2005). Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. *International archives of occupational and environmental health*, 78(6), 501–509. <https://doi.org/10.1007/s00420-004-0584-4>
- Mapelli, M., Salvioni, E., Martino, F. de, Mattavelli, I., Gugliandolo, P., Vignati, C., Farina, S., Palermo, P., Campodonico, J., Maragna, R., Lo Russo, G., Bonomi, A., Sciomer, S. & Agostoni, P. (2021). "You can leave your mask on": effects on cardiopulmonary parameters of different airway protection masks at rest and during maximal exercise. *European Respiratory Journal*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1183/13993003.04473-2020>
- Rebmann, T., Carrico, R. & Wang, J. (2013). Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *American journal of infection control*, 41(12), 1218–1223. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.02.017>
- Roberge, R. J., Coca, A., Williams, W. J., Powell, J. B. & Palmiero, A. J. (2010). Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respiratory care*, 55(5), 569–577. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20420727/>
- Roberge, R. J., Kim, J.-H. & Benson, S. M. (2012). Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask. *Respiratory physiology & neurobiology*, 181(1), 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2012.01.010>
- Schulte-Körne, B., Hollmann, W., Vassiliadis, A. & Predel, H.-G. (2021). Einfluss einer Mund-Nase-Maske auf die objektive körperliche Leistungsfähigkeit sowie das subjektive Belastungsempfinden bei gut-trainierten, gesunden Jungen [Effects of surgical face masks on exercise performance and perceived exertion of exercise in well-trained healthy boys]. *Wiener medizinische Wochenschrift (1946)*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s10354-021-00851-9>
- Zhang, G., Li, M., Zheng, M., Cai, X., Yang, J., Zhang, S., Yilifate, A., Zheng, Y., Lin, Q., Liang, J., Guo, L. & Ou, H. (2021). Effect of Surgical Masks on Cardiopulmonary Function in Healthy Young Subjects: A Crossover Study. *Frontiers in Physiology*, 12, 710573. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.710573>