



IPA-Maskenstudie Schule



E. Marek, V. van Kampen, T. Behrens, F. Hoffmeyer, N. Otte, A. Talarico,
A. Hoffmann, A. Schlegtendal, C. Eisenhawer, J. Krabbe, J. Bünger, T. Brüning

Welche Effekte hat das Tragen von Masken auf Atmung, Kreislauf und das subjektive Belastungsempfinden von Kindern und Jugendlichen im Unterricht? Eine Studie des IPA untersuchte 8- bis 14-Jährige während regulärer Unterrichtsstunden. Die IPA-Maskenstudie Schule wurde auf Initiative der Unfallkasse NRW, des Fachbereichs Bildungseinrichtungen der DGUV und der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin in Kooperation mit der Universitätskinderklinik Bochum durchgeführt.



Kurz gefasst

- Masken beeinflussten Atmung und Kreislauf bei Kindern und Jugendlichen nicht relevant.
- Temperatur und Feuchtigkeit unter der Maske stiegen im physiologischen Bereich leicht an, hatten aber keine klinische Bedeutung.
- Das subjektive Belastungsempfinden nahm leicht zu, blieb aber gering.

Welche Auswirkungen hat das Maskentragen bei Kindern und Jugendlichen?

Das Tragen von Masken war während der Coronapandemie für Kinder und Jugendliche über längere Zeit ein fester Bestandteil des Schulalltags. Masken gelten als wirksame Maßnahme, um die Übertragung von Atemwegsinfektionen zu reduzieren (Cheng et al. 2021). Gleichzeitig bestand insbesondere bei Eltern, Lehrkräften und Verantwortlichen in Bildungseinrichtungen Unsicherheit darüber, ob ein längeres Maskentragen die Gesundheit, das Wohlbefinden oder die Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen beeinflussen kann.

Das IPA hat mögliche gesundheitliche Effekte durch das Tragen von Masken bereits in einer Studie an Erwachsenen untersucht (Marek et al. 2023, van Kampen et al. 2023). Dabei zeigte sich, dass das Tragen verschiedener Maskentypen zwar zu messbaren, jedoch nur gering ausgeprägten Veränderungen einzelner physiologischer Parameter führt. Klinisch relevante Auswirkungen auf die Gesundheit konnten nicht nachgewiesen werden. Gleichzeitig berichteten die Teilnehmenden über eine subjektive Beeinträchtigung, die mit längerer Tragedauer und unter körperlicher Belastung zunahm.

Studienergebnisse zum Maskentragen bei Erwachsenen nicht direkt auf Kinder übertragbar

Diese Ergebnisse lassen sich jedoch nicht ohne Weiteres auf Kinder und Jugendliche übertragen, da sie sich in Anatomie und Physiologie deutlich von Erwachsenen unterscheiden. Sie weisen unter anderem eine höhere Atemfrequenz sowie eine andere Atemmechanik auf. Vor diesem Hintergrund ist eine eigenständige wissenschaftliche Betrachtung dieser Altersgruppe erforderlich. Gleichzeitig bestand während der Pandemie ein hoher Bedarf an belastbaren Daten aus dem Schulkontext. Gerade im Unterricht wurden Masken über mehrere Schulstunden hinweg getragen. Wissenschaftliche Untersuchungen unter realitätsnahen Bedingungen lagen jedoch kaum vor. Die damals vorliegenden Studien zu Kindern und Jugendlichen wurden unter

Laborbedingungen durchgeführt oder beschränkten sich auf kurze Tragezeiten (Lubrano et al. 2021; Goh et al. 2019). Aussagen zum Maskentragen im realen Unterricht mit typischen Belastungen und längeren Tragezeiten fehlten weitgehend.

Einen Überblick über die Einordnung der Unterrichtsmessungen (Modul 4) in das Gesamtkonzept der Studie gibt → Abb. 1. Eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Studienmodule wurde bereits im IPA-Journal 03/2024 veröffentlicht (Marek et al. 2024). Die Studie untersuchte systematisch Auswirkungen verschiedener Maskentypen in den Modulen sowohl im Labor als auch während regulärer Unterrichtsstunden. Nach der Basisuntersuchung (Modul 1) erfolgte die Messung der Atemmechanik im Rahmen der Lungenfunktionsuntersuchung (Modul 2) und die Messung der Atemphysiologie in Ruhe und unter Belastung auf dem Ergometer (Modul 3) im Labor.

Untersuchung im realen Schulalltag

Im Rahmen des Moduls 4 wurden 41 Kinder und Jugendliche, davon 25 Mädchen und 16 Jungen, im Alter von 8 bis 14 Jahren während des regulären Schulunterrichts untersucht (Marek et al. 2026). Die praktische Durchführung der Messungen im Klassenzimmer ist in → Abb. 2 dargestellt.

Jedes Kind absolvierte drei Untersuchungsbedingungen: ohne Maske, mit Mund-Nasen-Schutz (MNS) und mit FFP2-Maske. Die Reihenfolge wurde variiert, um mögliche Reihenfolgeeffekte auszuschließen.

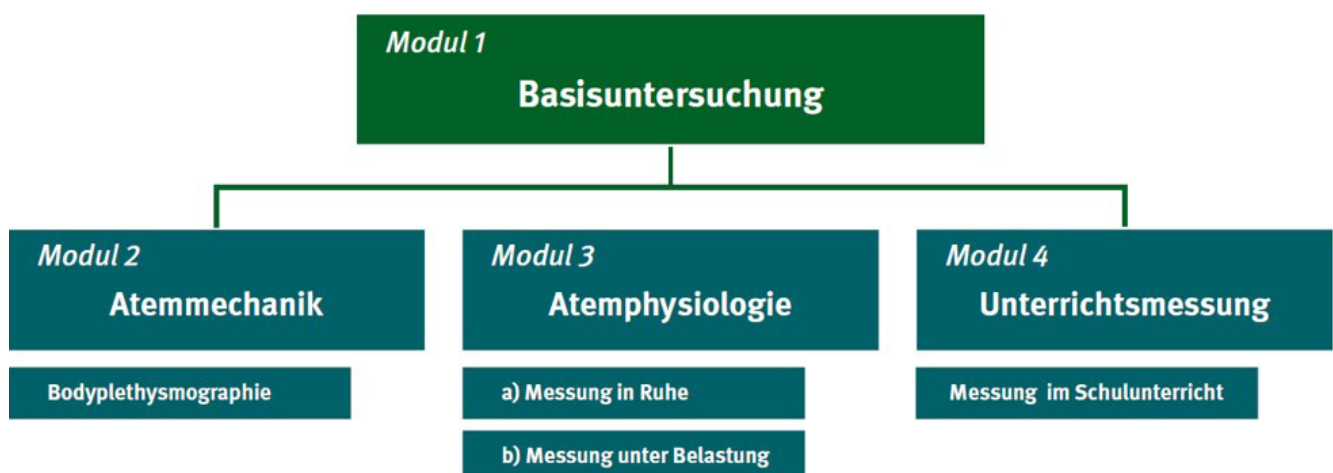


Abb. 1: Studiendesign der IPA-Maskenstudie Schule. Kinder im Alter von acht bis 14 Jahren wurden über lokale Schulen rekrutiert. Nach Prüfung der Einschlusskriterien wurden 41 Kinder in Modul 4 („Unterrichtsstunden“) aufgenommen. Die vorliegende Auswertung basiert auf den in diesem Modul erhobenen Daten.

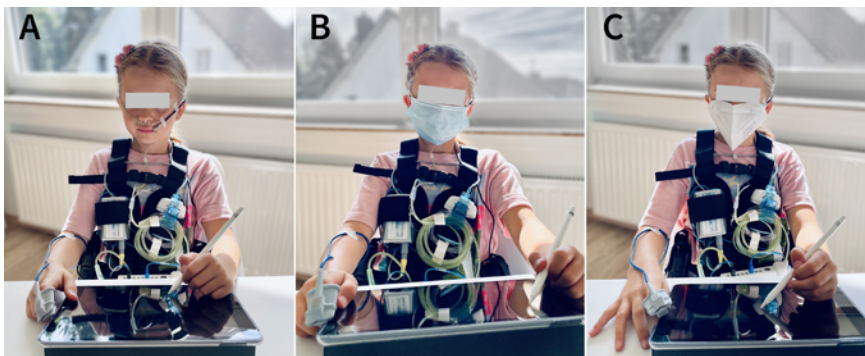


Abb. 2: Aufnahmen der drei untersuchten Maskensituationen: (A) ohne Maske, (B) Mund-Nasen-Schutz (MNS) und (C) FFP2-Maske (FFP2) sowie der im Klassenraum eingesetzten Messgeräte.

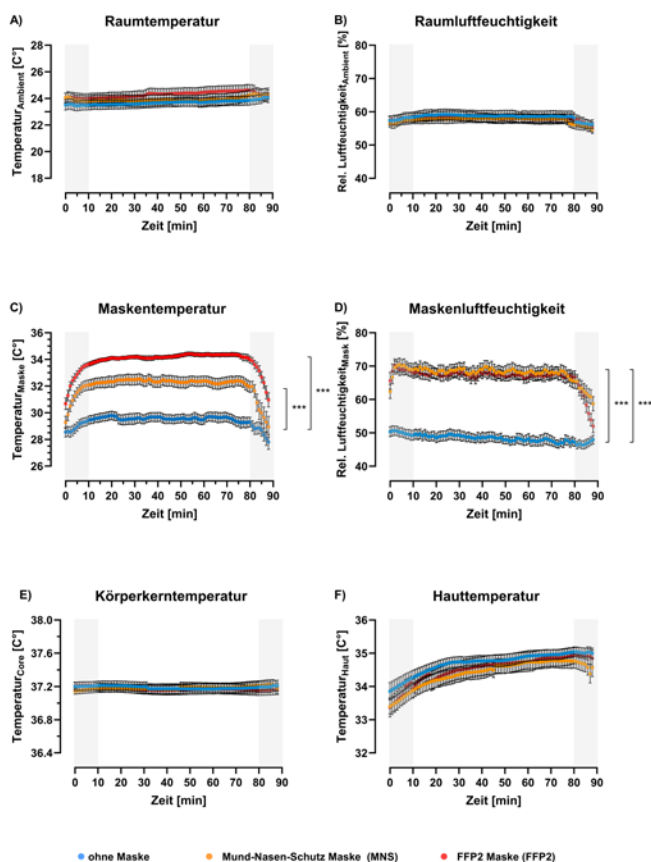


Abb. 3: Einfluss verschiedener Maskentypen auf thermische Parameter und das Mikroklima unter der Maske. Dargestellt sind (A) Raumtemperatur (°C), (B) relative Luftfeuchtigkeit im Raum (%), (C) Temperatur im Gesicht unter der Maske oder ohne Maske (°C), (D) relative Luftfeuchtigkeit unter der Maske oder ohne Maske (%), (E) Körperkerntemperatur (°C) und (F) Hauttemperatur (°C). Untersucht wurden die Bedingungen ohne Maske (●), mit Mund-Nasen-Schutz (●) und mit FFP2-Maske (●). Die grau hinterlegten Bereiche kennzeichnen die ersten beziehungsweise letzten zehn Minuten der 90-minütigen Unterrichtseinheit. Dargestellt sind Mittelwert $\pm$ Standardfehler des Mittelwerts (SEM). (A)–(D): $n = 37$; (E)–(F): $n = 35$. *** $p < 0,001$ im Vergleich zur Bedingung ohne Maske.

Die Messungen erfolgten jeweils über einen Zeitraum von 90 Minuten während regulärer Unterrichtsstunden. Der Unterricht wurde dabei nicht gezielt beeinflusst. Hierdurch konnten typische Aktivitäten wie Zuhören, Schreiben oder kurze Bewegungen im Klassenraum realitätsnah abgebildet werden.

Kontinuierlich erfasst wurden Herzfrequenz, Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung. Zusätzlich wurden Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Kohlendioxidkonzentration im Bereich unter der Maske gemessen. Ergänzend wurde das subjektive Belastungsempfinden der Kinder und Jugendlichen über einen Fragebogen erhoben, um neben objektiven Messwerten auch die individuelle Wahrnehmung möglicher Belastungen zu berücksichtigen.

Dieses Studiendesign ermöglicht die Untersuchung der Auswirkungen des Maskentragens unter realen Unterrichtsbedingungen und ergänzt damit die Erkenntnisse aus kontrollierten Laboruntersuchungen in den Modulen 2 und 3.

Mehr Wärme und Feuchtigkeit unter der Maske

Deutliche Effekte zeigten sich im Mikroklima unter der Maske: Temperatur und Feuchtigkeit nahmen unter beiden Maskentypen zu. Besonders ausgeprägt war dieser Effekt bei FFP2-Masken. Die Entwicklung dieser Parameter ist in [Abb. 3](#) dargestellt. Unter den Masken wurden Temperaturen von über 30 Grad Celsius sowie eine deutlich erhöhte Luftfeuchtigkeit gemessen.

Thermografische Aufnahmen ([Abb. 4](#)) verdeutlichen zusätzlich, dass sich die Temperatur im Bereich der Maske während des Atmens sichtbar verändert. Beim Ausatmen erwärmt sich die Maske durch die ausgeatmete Luft, während sie sich beim Einatmen kurzfristig wieder abkühlt.

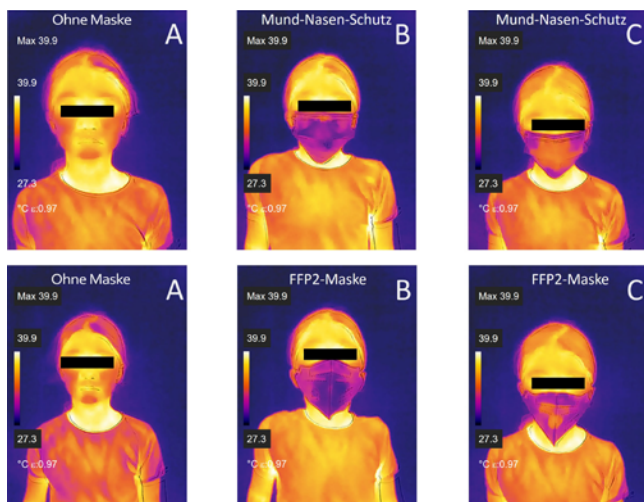


Abb. 4: Thermografische Aufnahmen der Gesichtsoberflächentemperatur einer weiblichen Versuchsperson ohne Maske (A) sowie beim Einatmen (B) und Ausatmen (C) mit Mund-Nasen-Schutz (obere Reihe) beziehungsweise FFP2-Maske (untere Reihe). Da die thermografische Färbung vom Zeitpunkt im Atemzyklus abhängt, handelt es sich hierbei um Momentaufnahmen, wodurch ein direkter Vergleich der beiden Maskentypen, insbesondere bei der Ausatmung, nur bedingt möglich ist.

Diese Veränderungen werden unter anderem von der Materialbeschaffenheit der Maske und davon, wie dicht die Maske sitzt, beeinflusst. Die Körperkern- und Hauttemperaturen blieben unverändert. Hinweise auf eine relevante Belastung des gesamten Körpers ergaben sich nicht.

Atmung und Kreislauf unverändert

Die Ergebnisse zeigen, dass zentrale körperliche Funktionen durch das Maskentragen im Unterricht nicht relevant beeinflusst wurden.

Herzfrequenz und Atemfrequenz blieben über den gesamten Untersuchungszeitraum unverändert. Auch die Sauerstoffsättigung zeigte keine Veränderungen. Die entsprechenden Verläufe sind in → Abb. 5 dargestellt. Alle gemessenen Werte lagen durchgehend im altersentsprechenden Normbereich.

Lediglich einzelne Parameter des Atemmusters veränderten sich geringfügig. So war die Ausatemzeit beim Tragen von MNS und FFP2-Maske im Vergleich zur Bedingung ohne Maske leicht verlängert, während die Einatemzeit weitgehend unverändert blieb. Diese Befunde deuten auf eine geringe Anpassung des Atemmusters hin, wie sie auch in anderen Studien beschrieben wurde. Hinweise auf eine zusätzliche körperliche Belastung lassen sich daraus jedoch nicht ableiten.

Auch die Kohlendioxidwerte unter der Maske stiegen leicht an. Die Messwerte lagen aber weiterhin klar im physiologischen Bereich. Der Anstieg hatte keinen Einfluss auf die Sauerstoffversorgung des Körpers. Hinweise auf eine klinisch relevante Beeinträchtigung ergaben sich nicht.

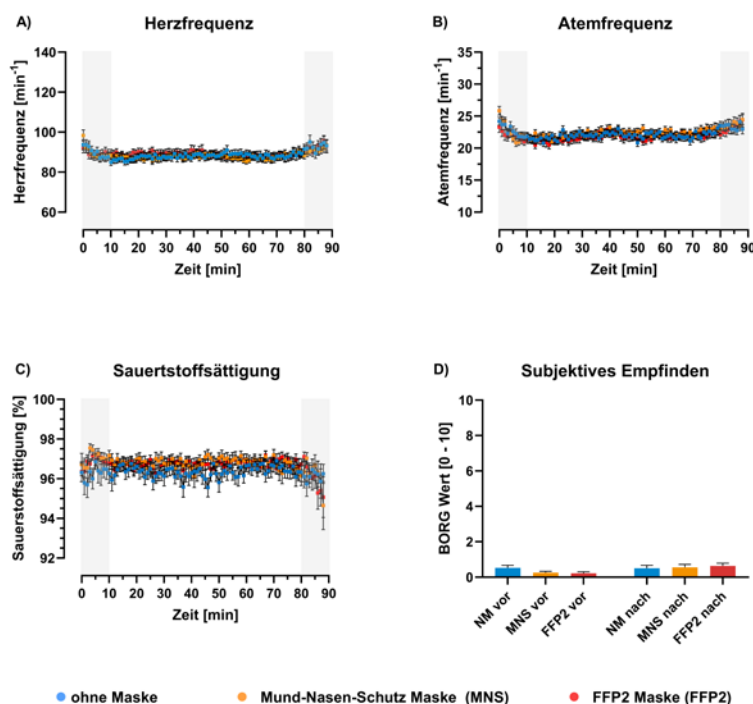


Abb. 5: Einfluss verschiedener Maskentypen auf physiologische Parameter während der Unterrichtsuntersuchung. Dargestellt sind (A) Herzfrequenz, (B) Atemfrequenz, (C) Sauerstoffsättigung und (D) subjektives Belastungsempfinden. Verglichen wurden die Bedingungen ohne Maske (●), mit Mund-Nasen-Schutz (●) und mit FFP2-Maske (●). Die grau hinterlegten Bereiche kennzeichnen die ersten beziehungsweise letzten zehn Minuten der 90-minütigen Unterrichtseinheit. Angegeben sind Mittelwert $\pm$ Standardfehler des Mittelwerts (SEM). *** $p < 0,001$ gegenüber der Bedingung ohne Maske.

Die Kombination aus unveränderter Sauerstoffsättigung, stabiler Herzfrequenz und unveränderter Atemfrequenz zeigt, dass die beobachteten Veränderungen ohne funktionelle Bedeutung bleiben.

Leicht erhöhtes, aber geringes Belastungsempfinden

Das subjektive Belastungsempfinden der Kinder blieb insgesamt niedrig. Unter FFP2-Masken zeigte sich eine leichte Zunahme der empfundenen Anstrengung. Die Werte lagen jedoch weiterhin im Bereich „sehr gering“ (→ Abb. 5). Beim MNS ergaben sich keine relevanten Veränderungen.

Die wahrgenommene Belastung steht wahrscheinlich mit der erhöhten Temperatur und Feuchtigkeit unter der Maske und nicht mit einer tatsächlichen körperlichen Beanspruchung im Zusammenhang. Entsprechend fiel diese gering aus.

Einordnung: keine gesundheitlich relevanten Effekte

Die Ergebnisse zeigen, dass das Tragen von Masken (MNS oder FFP2) im Unterricht keine relevanten Auswirkungen auf Atmung oder Kreislauf bei gesunden Kindern und Jugendlichen hat.

Die beobachteten Veränderungen betreffen vor allem das Mikroklima unter der Maske sowie das subjektive Empfinden. Diese Effekte waren gering und haben keine klinische Bedeutung.

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Untersuchungen des IPA bei Erwachsenen. Auch dort zeigten sich leichte Veränderungen einzelner Parameter, jedoch ohne Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen.

Die vorliegende Studie bestätigt diese grundsätzlichen Zusammenhänge auch für Kinder und Jugendliche unter realen Bedingungen im Schulalltag und schließt damit eine wichtige Forschungslücke. Sie wurde international publiziert (Marek et al. 2026).

Ein besonderer Vorteil der Studie liegt in ihrem praxisnahen Ansatz. Die Messungen erfolgten während regulärer Unterrichtsstunden und ermöglichen damit eine gute Übertragbarkeit auf den Schulalltag.

Maskentragen im Unterricht ist unbedenklich

Das Tragen von Masken über einen Zeitraum von 90 Minuten im Unterricht führt bei gesunden Kindern und Jugendlichen zu keinen relevanten Einschränkungen von Atmung oder Kreislauf.

Leichte Veränderungen betreffen vor allem Temperatur und Feuchtigkeit unter der Maske sowie das subjektive Empfinden. Diese Effekte sind gering und liegen im physiologischen Bereich.

Autorinnen und Autoren der Originalpublikation

Prof. Dr. Thomas Behrens, Prof. Dr. Thomas Brüning, Prof. Dr. Jürgen Bünger, Rachil-Anil Dhumal, Dr. Christian Eisenhower, PD Dr. Frank Hoffmeyer, Dr. Birger Jettkant, Dr. Benjamin Kendzia, Prof. Dr. Julia Krabbe, Dr. Eike Marek, Nelly Otte, Dr. Vera van Kampen, Susan Widmer

IPA

Prof. Dr. Folke Brinkmann, Dr. Anna Hoffmann, Prof. Dr. Thomas Lücke, Dr. Anne Schlegteendal, Adriana Talarico

Kinderklinik Bochum



Literatur

Cheng Y, Ma N, Witt C et al. Face masks effectively limit the probability of SARS-CoV-2 transmission. *Science* 2021; 372: 1439–1443. DOI: 10.1126/science.abg6296

Goh DYT, Mun MW, Lee WLJ et al. A randomised clinical trial to evaluate the safety, fit, comfort of a novel N95 mask in children. *Sci Rep* 2019; 9: 18952. DOI: 10.1038/s41598-019-55451-w

Lubrano R, Bloise S, Marcellino A et al. Effects of N95 mask use on pulmonary function in children. *J Pediatr* 2021; 237: 143–147. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.05.050

Marek EM, van Kampen V, Jettkant B et al. Effects of wearing different face masks on cardiopulmonary performance at rest and exercise in a partially double-blinded randomized cross-over study. *Sci Rep* 2023; 13: 6950. DOI: 10.1038/s41598-023-32180-9

Marek EM, van Kampen V, Jettkant B et al. IPA-Maskenstudie Schule erfolgreich abgeschlossen. *IPA Journal* 2024; 03: 20–23

van Kampen V, Marek EM, Sucker K et al. Influence of face masks on the subjective impairment at different physical workloads. *Sci Rep* 2023; 13: 8133. DOI: 10.1038/s41598-023-34319-0

Marek EM, Talarico A, van Kampen V, et al. More than a feeling? Impact of face masks on cardiorespiratory parameters and microclimate under the mask in school-aged children. *Build Env* 2026; 299: 114635. DOI: 10.1016/j.buildenv.2026.114635