

Zbl Arbeitsmed

<https://doi.org/10.1007/s40664-024-00532-5>

Eingegangen: 24. Mai 2023

Angenommen: 21. Februar 2024

© The Author(s) 2024



Benjamin Steinhilber<sup>1</sup> · Beatrice Thielmann<sup>2</sup> · Irina Böckelmann<sup>2</sup> ·  
André Klussmann<sup>3</sup> · Monika A. Rieger<sup>1</sup> · Falk Liebers<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland

<sup>2</sup> Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

<sup>3</sup> Competence Center Gesundheit (CCG), Department Gesundheitswissenschaften, Professur für Arbeitswissenschaft, Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg, Hamburg, Deutschland

<sup>4</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Berlin, Deutschland

# Erfahrungen mit arbeitsphysiologischen Untersuchungen unter Bedingungen der COVID-19-Pandemie

**Die Umsetzung arbeitsphysiologischer Forschung während der COVID-19-Pandemie erforderte ein hohes Maß an Schutzmaßnahmen, um Forschende und Studienteilnehmende vor Infektionen zu schützen. Aus den Erfahrungen von vier Forschungseinrichtungen mit arbeitsphysiologischer Forschung und Lehre unter Pandemiebedingungen wurde eine Checkliste zur unterstützenden Gefährdungsbeurteilung erstellt. Forschende finden darin wertvolle Hinweise zur Umsetzung von Schutzmaßnahmen bei Forschungsaktivitäten in Phasen mit erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial, z. B. während einer Pandemie oder Grippewelle.**

## Hintergrund

Mit der COVID-19-Pandemie im März 2020 ergaben sich in allen Bevölkerungsschichten massive Einschnitte in das alltägliche Leben, die noch weit in die erste Hälfte des Jahres 2023 reichten. Auch die Arbeitswelt war in vielen Branchen davon betroffen. Die Anforderungen an den Arbeitsschutz waren dabei sehr hoch.

Arbeitsschutzkonzepte mussten schnell erarbeitet und umgesetzt sowie ständig an unterschiedliche Infektionslagen und damit verbundene gesetzliche Vorgaben adaptiert werden. Während der beiden Lockdowns im April 2020 und Januar 2021 kam es in einigen Branchen sogar zum kompletten Erliegen der beruflichen Tätigkeiten, so dass eine vorübergehende Kurzarbeit nicht selten war [1].

Auch im universitären Umfeld und an wissenschaftlichen Institutionen konnten die Beschäftigten ihrer Tätigkeit nicht wie gewohnt nachgehen. Beispielsweise wurden Lehrveranstaltungen umgestellt und als Online-Veranstaltung gehalten oder im Vorfeld digitalisiert, so dass die Studierenden Vorlesungen und Seminare asynchron und außerhalb der Lehrgebäude via Internetzugang absolvieren konnten, um Kontakte und Kontaktzeiten auf ein Minimum zu beschränken [2]. Manche praktische Lehrveranstaltung oder Fortbildung musste gar komplett gestrichen werden [3]. Studierende haben während der Pandemie schlechtere Chancen gehabt, Praktika zu finden und dadurch Einblicke in mögliche Berufsfelder und Forschungsbereiche zu bekommen [4].

Die Durch- und Weiterführung empirischer Forschung mit Proband\*innen aus unterschiedlichen Studienkollektiven waren ebenfalls stark von der COVID-19-Pandemie betroffen. Insbesondere Forschung im Bereich der Arbeitsphysiologie, bei der Studienteilnehmende häufig körperlich aktiv werden und dabei vermehrt Aerosole ausstoßen oder die Untersucher\*innen aufgrund der eingesetzten Methoden geltende Abstandsregeln und Kontaktzeiten nicht einhalten konnten, musste unterbrochen bzw. eingestellt werden. Während einige Einrichtungen über lange Phasen hinweg den Forschungsbetrieb eingeschränkt betrieben oder komplett eingestellt haben [5], wurden die Forschungsaktivitäten in anderen Einrichtungen bereits in einer frühen Phase der Pandemie mit entsprechenden Arbeitsschutzkonzepten (inkl. Hygienekonzepte) wieder aufgenommen. Insbesondere dann, wenn vor der Pandemie begonnene Projekte abgeschlossen werden sollten, oder arbeitsphysiologische Forschung zu pandemiebezogenen Fragestellungen untersucht wurden.

Noch Mitte 2022 wurde in einer Stellungnahme des Expert\*innenrates

der Bundesregierung zu COVID-19 vor Erwartungen an ein schnelles Ende der Pandemie gewarnt und insbesondere darauf hingewiesen, dass es aufgrund verbleibender Immunitätslücken und der abnehmenden Immunität gegen das Coronavirus im Laufe der Zeit in den Herbst/Wintermonaten 2022/23 zu neuen Belastungen des Gesundheitssystems und der kritischen Infrastruktur kommen kann [6]. Auch in der Herbst-/Wintersaison 2023/24 nahmen die Infektionszahlen wieder zu, sodass einige Kliniken Besucher\*innen, Patient\*innen und Mitarbeiter\*innen das Tragen von Masken innerhalb der Klinikgebäude empfahlen [7]. Erneute Perioden mit erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial, die die Arbeit von Forschungsinstituten wieder vor Herausforderungen stellen, sind daher auch in Zukunft nicht unwahrscheinlich.

Neben dem Interesse von Wissenschaftler\*innen, ihre Forschungsfragen mit empirischen Daten zu beantworten und den Verpflichtungen gegenüber Drittmittelgeber\*innen Forschungsprojekte im geplanten Zeitraum umzusetzen, besteht auch eine Verantwortung gegenüber den Studierenden, die im Rahmen von Forschungsprojekten ihre Abschlussarbeiten (Master-, Bachelor-, und Promotionsarbeiten) absolvieren. Teilweise hängen von der Umsetzung der Forschungsprojekte der Abschluss des Studiums sowie sich anschließende Qualifizierungs- und Berufswege ab.

Vor diesem Hintergrund sind passende Arbeitsschutzkonzepte (inkl. Hygienekonzepte) besonders wichtig, um Forschung am Menschen auch in Zeiten mit erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial zu ermöglichen. Im Vordergrund der Arbeitsschutzkonzepte steht dabei die Vermeidung einer Infektion der Studienteilnehmenden und der Personen, die die Datenerhebung im direkten Kontakt mit den Studienteilnehmenden durchführen. Zusätzlich gilt es jedoch auch, aus der Public-Health-Perspektive einen Beitrag zur weiteren Eindämmung des Virus innerhalb der Bevölkerung zu leisten und insbesondere vulnerable Gruppen vor der Gefahr einer Ansteckung zu schützen. Entsprechend sollte bei der Forschung mit Menschen

ein hoher Maßstab an die zu treffenden Schutzmaßnahmen gestellt, aktuelle gesetzliche Vorgaben erfüllt sowie der Stand der Hygiene, Arbeitsmedizin und sonstige arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigt werden.

Im vorliegenden Artikel werden die Erfahrungen von vier wissenschaftlichen Institutionen beschrieben, in denen arbeitsphysiologische Forschung und eine praktische arbeitsphysiologische Lehrveranstaltung während der Pandemie umgesetzt wurden. Aus diesen Erfahrungen wurde eine orientierende Checkliste erarbeitet. Diese dient als Hilfestellung zur Durchführung einer spezifischen Gefährdungsbeurteilung für die Umsetzung empirischer arbeitsphysiologischer Forschung bei erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial.

### Berichte der Forschungseinrichtungen

Im Folgenden werden die Arbeitsschutzkonzepte, die eingesetzten Schutzmaßnahmen und die damit verbundenen Erfahrungen von arbeitsphysiologisch forschenden Einrichtungen aus Tübingen, Magdeburg, Hamburg und Berlin vorgestellt. In Tübingen und Magdeburg fanden die Forschungsaktivitäten in einer Phase statt, in der nur ein geringer Bevölkerungsanteil geimpft war. Die Studie in Berlin und das studentische Laborpraktikum in Hamburg fanden in einer Zeit statt mit deutlich höherer Grundimmunisierung in der Bevölkerung durch Impfungen und Genesungen. Bei der Entwicklung der Arbeitsschutzkonzepte konnten alle vier Standorte auf die gesammelten Erkenntnisse aus mindestens dem ersten Pandemiejahr im Sinne von Best Practice zurückgreifen. Eine Übersicht der eingesetzten technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen (nach dem T-O-P-Prinzip) und der Kontext der jeweiligen Forschungsaktivität sind in [Tab. 1](#) dargestellt.

### Wirkung von Schutzmasken auf die menschliche Physiologie während körperlicher Arbeit – Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung am Universitätsklinikum Tübingen

#### Beschreibung der Forschungsaktivität

An vielen Arbeitsplätzen mussten regelmäßig und über mehrere Stunden (bis hin zu ganzen Arbeitsschichten) Schutzmasken getragen werden, um die Übertragung von SARS-CoV-2 einzudämmen. Daher wurde der Einfluss des Maske-Tragens auf verschiedene physiologische Kenngrößen (Herzfrequenz, Sauer- und Kohlendioxidpartialdruck) unter körperlicher Arbeit untersucht. Die Datenerhebung fand von April bis Dezember 2021 mit 24 gesunden Studienteilnehmenden im arbeitsphysiologischen Labor des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung statt. Die Studienteilnehmenden kamen insgesamt viermal in einem Zeitraum von 2 bis 4 Wochen an das Tübinger Institut. Zwei Untersucher\*innen brachten die am Körper getragenen Sensoren zur Erfassung der physiologischen Kenngrößen an den jeweiligen Studienteilnehmenden an. Während den experimentellen Bedingungen wurden die Proband\*innen weiterhin von einem/einer Untersucher\*in betreut. Schließlich wurde am Ende eines Untersuchungstages die Messtechnik von den Proband\*innen entfernt. Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät, Universität Tübingen beraten (851/2020BO1). Für weitere methodische Details und die Ergebnisse des Projekts wird auf die Publikation verwiesen [8].

#### Rahmenbedingungen

Als Teil des Universitätsklinikums, einem Krankenhaus der Maximalversorgung, galten für die Beschäftigten bereits hohe Standards bei den Schutzmaßnahmen, um sich selbst, die Patientinnen und Patienten sowie deren Angehörige bestmöglich zu schützen. Das Hygienekonzept des Universitätsklinikums musste stets auch umgesetzt werden. Vor Beginn der Studie wurde ein Hygienekon-

Zbl Arbeitsmed <https://doi.org/10.1007/s40664-024-00532-5>  
© The Author(s) 2024

B. Steinhilber · B. Thielmann · I. Böckelmann · A. Klussmann · M. Rieger · F. Liebers

### Erfahrungen mit arbeitsphysiologischen Untersuchungen unter Bedingungen der COVID-19-Pandemie

#### Zusammenfassung

Während der COVID-19-Pandemie kam es zu weitreichenden Einschränkungen in der arbeitsphysiologischen Forschung. Laufende Studien wurden eingestellt oder konnten nur unter strengen Hygienemaßnahmen fortgeführt werden. Dies gefährdete sowohl die Qualität der Forschungsergebnisse als auch damit verbundene akademische Qualifikationsarbeiten. Im vorliegenden Artikel werden daher die Erfahrungen von Wissenschaftler\*innen aus vier wissenschaftlichen Einrichtungen zur Umsetzung arbeitsphysiologischer Forschung und Lehre während der Pandemie geschildert, die unter verschiedenen gesellschaftlichen, institutionellen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen abliefen. Die Autorengruppe hat auf dieser Basis eine Checkliste erarbeitet, mit der eine Gefährdungsbeurteilung für die Durchführung arbeitsphysiologischer Labor- und Feldforschung unter erhöhtem infektiösem

Gefährdungspotenzial, wie z. B. während einer erneuten Pandemie- oder Grippewelle, durchgeführt werden kann. In der Zusammenfassung der Erfahrungen zeigte sich, dass die entwickelten Arbeitsschutzkonzepte ständig überprüft und gemäß gesetzlichen Vorgaben, der Infektionslage sowie des Impfstatus innerhalb der Bevölkerung angepasst werden müssen. Auch die Schulung der Studienteams zur richtigen Anwendung der eingesetzten Schutzmaßnahmen wurde als wichtig erachtet, ebenso wie die Kommunikation mit den Studienteilnehmenden zu den ergriffenen Schutzmaßnahmen. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, das Arbeitsschutzkonzept (inkl. Hygienekonzept) mit der beratenden Ethikkommission und dem Betriebsärztlichen Dienst der jeweiligen Forschungseinrichtung abzustimmen. In der Checkliste selbst werden die wesentlichen Gefährdungen mit passenden Schutzmaßnahmen beschrieben,

so dass Gefährdungen erkannt und angemessene Maßnahmen abgeleitet werden können. Obwohl an den vier Standorten keine SARS-CoV-2-Infektionen aufgrund der Forschungsaktivitäten bekannt wurden, muss eingeräumt werden, dass die Wirksamkeit der eingesetzten Maßnahmen nicht aktiv überprüft wurde. Dennoch legen aktuelle Studien zur Wirksamkeit unterschiedlicher Schutzmaßnahmen nahe, dass die entwickelte Checkliste wichtige und wirkungsvolle Maßnahmen enthält. Eine Wichtung der Maßnahmen wurde nicht vorgenommen, jedoch wurden sie entsprechend dem T-O-P-Prinzip charakterisiert.

#### Schlüsselwörter

Arbeitsphysiologie · Pandemie · Arbeitsschutz · Hygiene · Laboruntersuchung

### Experience with research on work physiology under conditions of the COVID-19 pandemic

#### Abstract

During the COVID-19 pandemic there were far-reaching restrictions in work physiology research. Ongoing studies had to be interrupted or could only be continued under strict hygiene measures. This jeopardized both the quality of the research results and related academic qualifications (e.g., master thesis). This article therefore describes the experiences of scientists from four scientific institutions conducting work physiology research and teaching during the pandemic, which took place under different social, institutional and infrastructural conditions. On this basis, the authors developed a checklist that can be used to carry out a risk assessment for the performance of laboratory and field studies in work physiology under increased potential infection risk, e.g., during a new

pandemic or a flu epidemic. The summary of experiences has shown that the occupational safety concepts developed must be constantly reviewed and adapted in accordance with legal requirements, the infection situation and the vaccination status within the population. Training the study teams in the correct application of the protective measures used was also considered important as was communicating with the study participants on which measures will be taken as part of their participation in the study. Furthermore, it is advisable to coordinate the occupational safety concept (including hygiene concept) with the advisory ethics committee and the occupational physician of the respective institution. The checklist itself describes the main hazards and corresponding protective

measures so that hazards can be identified and appropriate measures can be derived. Although no SARS-CoV-2 infections related to the research activities were reported at the four sites, it must be acknowledged that the effectiveness of the measures used was not actively tested. Nevertheless, current studies on the effectiveness of different protective measures suggest that the developed checklist contains important and effective measures. A hierarchy of the measures was not undertaken but the protective measures were characterized according to the T-O-P principle.

#### Keywords

Work physiology · Pandemic · Occupational health and safety · Hygiene · Laboratory testing

zept erarbeitet und mit dem betriebsärztlichen Dienst der Universität Tübingen abgestimmt und regelmäßig überprüft. Die Studienteilnehmenden wurden vor dem ersten Termin über die jeweiligen aktuellen Schutzmaßnahmen informiert.

#### Schutzmaßnahmen

**Technisch.** In den Laborräumen wurde die Luftwechselrate (Versorgung mit Frischluft) von 3-fach je Stunde auf 7-fach erhöht, und für das Spirometer, das für einen Lungenfunktionstest eingesetzt wurde, wurde ein spezieller Virusfilter verwendet.

**Organisatorisch.** Vor jeder Untersuchung wurden die Räume für mindestens 5 min gelüftet, und die räumlichen Gegebenheiten wurden so arrangiert, dass möglichst häufig ein Abstand > 2 m zwischen Untersucher\*in und Proband\*in realisiert wurde. Vor jedem Untersuchungstag wurden die Studienteilneh-

Tab. 1 Übersicht der eingesetzten Schutzmaßnahmen

Institution und Projektbezeichnung		Tübingen	Magdeburg	Hamburg	Berlin
Rahmenbedingung		<b>Wirkung von Schutzmasken auf die menschliche Physiologie während körperlicher Arbeit</b>	<b>Herzratenvariabilität unter besonderer Berücksichtigung der objektiven Stimmfunktion</b>	<b>Laborpraktikum mit Studierenden</b>	<b>Körperliche und psychophysische Beanspruchung beim Schieben von Karren</b>
Zeitraum der Datenerhebung/Durchführung		Universitätsklinikum mit Krankenversorgung Forschungsprojekt April bis Dezember 2021	Universitätsklinikum mit Krankenversorgung Forschungsprojekt Mai bis Dezember 2021	Hochschule ohne Krankenversorgung Lehrveranstaltung Sommersemester 2022 (April bis Juli 2022)	Bundesanstalt ohne Krankenversorgung Forschungsprojekt August 2021 bis November 2022
Hygienekonzept Schutzmaßnahmen	Erhöhung der Luftwechselrate	✓	✓	✓	✓
	Trennscheibe	✓	-	✓	-
	Terminplanung	-	-	✓	-
	Basishygiene Gebäude	✓	✓	✓	✓
	Abstandhalten	✓	✓	✓	✓
	Desinfektion Flächen	✓	✓	✓	✓
	Desinfektion Geräte	✓	✓	✓	✓
	Händedesinfektion	✓	✓	✓	✓
	Prä-Triage-Fragebogen	✓	✓	✓	✓
	Regelungen zur Lagerung persönliche Schutzausrüstung	✓	-	-	✓
Persönlich	Kontaktreduktion durch Video-Tutorials zur Erläuterung der Versuche	-	-	✓	-
	Einmalprodukte (Kopfhörer-Überzieher, Einmalelektroden, Einmalhandschuhe)	✓	✓	✓	✓
	Schutzhandschuhe	✓	-	-	-
Medizinisch/ epidemiologische Schutzmaßnahmen	Schutzmasken	✓	✓	✓	✓
	Gesichtsschilde	-	✓	-	✓
	Tagaktuelle (ärztliche) Anamnese (z. B. Kontakt zu COVID-19-Patienten, Vorliegen aktueller Infektzeichen)	✓	✓	✓	✓
	Tagaktuell SARS-CoV-2-Ag-Testung	✓	✓	✓	✓
	Medizinische Bewertung der aktuellen Infektionslage	✓	✓	✓	✓
Prüfung des Impfschutzes	✓	✓	-	✓	

menden mittels eines Clearingformulars zu COVID-assoziierten Symptomen und Kontakten befragt und ein Antigen-Schnelltest durchgeführt. Nach jeder Untersuchung wurden sämtliche genutzte Geräte und Möbel mit Oberflächendesinfektion gereinigt. Das Hygienekonzept sah weiterhin vor, dass sich die Untersucher\*innen vor jedem Studienteilnehmenden und zu Beginn eines Arbeitstages die Hände wuschen und desinfizierten. Das Studienteam wurde im Hinblick auf die Anwendung aller Schutzmaßnahmen geschult, z. B. im Rahmen von Online-Schulungsangeboten der Johanniter zur sicheren Durchführung von Antigen-Schnelltests. Somit wurde das korrekte Durchführen von Antigentests durch die Studienteilnehmenden an den Messtagen im Sinne der Qualitätssicherung gewährleistet.

**Personenbezogen.** Alle Untersucher\*innen trugen durchgehend eine FFP2-Maske, um sich selbst und die Proband\*innen zu schützen. Die Proband\*innen trugen während der Tätigkeit individuelle Arbeitshandschuhe.

### **Erfahrungen zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen und Infektionen mit SARS-CoV-2 während der Studie**

Potenzielle Studienteilnehmende wurden vorab schriftlich per E-Mail über sämtliche Inhalte der Studie informiert inklusive aller erforderlichen Schutzmaßnahmen. Zusätzlich wurden die wesentlichen Ein- und Ausschlusskriterien vorab telefonisch geklärt, um unnötige Präsenztermine zu vermeiden. Bei diesem Telefonat wurde nochmals auf die speziellen Schutzmaßnahmen aufgrund der Pandemie verwiesen. Diese Transparenz wurde von den Untersuchenden und der Studienleitung als wertvoll erlebt, da es zu keinem Zeitpunkt der Studie zu Unverständnis bzgl. der notwendigen Schutzmaßnahmen durch die Teilnehmenden kam. Die wöchentliche Bewertung der Allgemesinsituation (gesetzliche Regelungen, Infektionslage) erwies sich als sinnvoll, damit das Schutzkonzept entsprechend schnell angepasst werden konnte. Auch erwiesen sich regelmäßige Besprechungen zur Umsetzung der

Maßnahmen zwischen Studienleitung und Untersuchungsteam als wichtig, um Verunsicherungen beim Einsatz der Maßnahmen vorzubeugen, insbesondere wenn es zu Anpassungen kam. Während der Studie kam es zu Lieferengpässen bei der persönlichen Schutzausrüstung (z. B. Masken) oder Antigentests. Das Vorhalten einer ausreichenden Menge an Schutzausrüstung für den Zeitraum der Datenerhebung stellte sich daher als wichtig heraus. Anderenfalls hätte es zu unerwünschten Unterbrechungen der Studie kommen können. Eine Rückmeldung bzgl. einer Sars-CoV-2-Infektion, die im Zusammenhang mit der Studienteilnahme stand, wurde weder von den Studienteilnehmenden noch von den Untersucher\*innen berichtet. Allerdings wurden Sars-Cov-2-Infektionen nicht aktiv erfasst. Unabhängig von den Schutzmaßnahmen kam es während der Studie deutlich häufiger zu Terminausfällen aufgrund von Krankheit als in vergleichbaren Studien vor der Pandemie.

### **Herzratenvariabilität unter besonderer Berücksichtigung der objektiven Stimmfunktion – Bereich Arbeitsmedizin an der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

#### **Beschreibung der Forschungsaktivität**

Die menschliche Stimme ist ein Resultat physiologischer Regelkreise und psychischer Beeinflussungen. Der gesundheitsförderliche Umgang mit der eigenen Stimme ist vor allem bei Berufen mit einer intensiven Stimmbelastung relevant. Ob und wie sich die sympathische Erregung in den Belastungssituationen, die durch Analyse der Herzratenvariabilität (HRV) objektiv beurteilt werden kann, und die Physiologie des Sprechens gegenseitig bedingen, ist kaum untersucht. Die Studie analysierte den Zusammenhang zwischen der sympathischen Erregung in Belastungssituationen (Herzratenvariabilität) und der Physiologie des Sprechens anhand gewichteter Stimmparameter (Dysphonia Severity Index [DSI] nach Wuyts et al. [9]).

Die Datenerhebung fand von Mai bis Dezember 2021 statt. An dem 90-minütigen Experiment in einem umfunktionierten Büroraum mit sehr guten akustischen Bedingungen nahmen 53 gesunde Personen (32 Frauen und 21 Männer) im erwerbsfähigen Alter (im Durchschnitt  $34,6 \pm 11,34$  Jahre, Min 19, Max 58) jeweils an einem Untersuchungstag teil. Das Experiment bestand aus mehreren Phasen: Ruhephase, Befragung, DSI-Test ca. 10–15 min, Stimmbelastungstest (lautes Vorlesen des Standardtextes „Das tapferere Schneiderlein“ 20 min: mit verschiedenen Belastungsstärken 70–80 db[A] vs. 75–85 db[A] sowie ohne Störschall als auch mit Störschall). Die objektive Stimmfunktion wurde mit dem DiVAS Stimmdiagnostik-System (XION medical, Berlin, Deutschland) ermittelt und die HRV mit einem EKG-Gerät (medilog AR12plus, SCHILLER Medizintechnik GmbH, Obfelden, Schweiz) erfasst. Alle Messvorbereitungen (z. B. Anlegen der EKG-Elektroden) und Versuche wurden von derselben Untersuchungsleiterin durchgeführt, die sich während des Experiments die ganze Zeit im gleichen Raum befand. Am Ende des Experiments wurde die angelegte Messtechnik (EKG-Gerät) von der Untersuchungsleiterin abgenommen.

Die Studie wurde von der Ethik-Kommission der Otto-von-Guericke-Universität an der Medizinischen Fakultät und am Universitätsklinikum Magdeburg (Reg.-Nr. 63/21) beraten.

#### **Rahmenbedingungen**

Der Bereich Arbeitsmedizin an der Medizinischen Fakultät (FME) der Otto-von-Guericke-Universität (OvGU) Magdeburg ist an das Universitätsklinikum Magdeburg A.ö.R. angebunden. Daher galten für alle Beschäftigten bereits hohe Standards bei den Schutzmaßnahmen. Das COVID-19-Hygiene-Stufenkonzept an der FME der OvGU und das Hygienekonzept des Universitätsklinikums mussten umgesetzt werden. Dazu galt es die Dienstanweisung für die Hygiene- und Rahmenbedingungen der OvGU während der Corona-Pandemie und die Coronavirus(SARS-CoV-2)-Empfehlungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) für Hoch-



schulen und Forschungseinrichtungen zu berücksichtigen.

Aus Raumakustikgründen wurde ein Büroraum mit etwa 24,5 m<sup>2</sup> als Laborraum benutzt, der keine Klimaanlage oder technische Be- und Entlüftung hatte, jedoch über die Fenster gut manuell gelüftet werden konnte. Für die Studie wurde ein Hygienekonzept erstellt. Die Studienteilnehmenden wurden durch Informationsschilder am Hauseingang über alle einzuhaltenden Hygienemaßnahmen informiert.

### Schutzmaßnahmen

**Technisch.** Die Lüftung des Raumes erfolgte für eine Dauer von 15 min etwa 30 min vor Beginn des Versuches über die zwei großen Fenster und eine Balkontür. Aus methodischen Gründen (DSI- sowie Stimmbelastungstest mit und ohne definierten akustischen Störschall) konnte während der ca. 40-minütigen Testphase nicht gelüftet werden. Hierbei wurden organisatorische und personenbezogene Maßnahmen zum Infektionsschutz (Mindestabstandsregelung und Maske) ergriffen. Während der Befragung war ggf. das Fenster gekippt (abhängig von der Wohlfühltemperatur des/der Proband\*in und Außenlautstärke).

**Organisatorisch.** Die Terminplanung und der Untersuchungsablauf wurden zeitlich angepasst, um den Mindestabstand einhalten und Lüftungs- bzw. Hygienemaßnahmen umsetzen zu können. Die zu untersuchende Person wurde dazu angehalten, möglichst nichts anzufassen bis auf die Kopfhörer, den Kugelschreiber und die Halterung zum Aufsetzen des Mikrofons. Geräte/Messinstrumente, Mikrophon und Stifte, die der/die Proband\*in genutzt hat, wurden nach jedem Experiment desinfiziert. Ebenso wurden exponierte Oberflächen mit mindestens begrenzt viruzid wirkendem Desinfektionsmittel desinfiziert (Wischdesinfektion mit Incidin -OxyWipeS-Tüchern). Eine Handdesinfektion wurde den Proband\*innen nach dem Betreten des Labors proaktiv angeboten.

Zur Basishygiene zählte das Tragen von MNS/FFP2-Masken innerhalb des Gebäudes sowie das Einhalten eines Mindestabstands von 1,5 m. Der Personen-

kontakt bei Unterschreitung des Mindestabstands sollte auf eine Minimalzeit reduziert werden. Auf Körperkontakte, wie Umarmungen und Händeschütteln, sollte verzichtet werden. Es wurde gebeten, die Husten- und Niesetikette (Husten oder Niesen in die Armbeuge oder in ein Taschentuch) einzuhalten. Im Wartebereich wurden Stühle gesperrt, um den Mindestabstand zu realisieren, außerdem sollte sich dort möglichst nur eine Person aufhalten. Während der gesamten Untersuchung sollte der Mindestabstand eingehalten werden. Beim Anlegen des EKG-Geräts trugen Untersucherin und Proband\*in eine FFP2-Maske.

Der Prä-Triage-Fragebogen COVID 19 für Studienteilnehmende (Task Force SARS-Cov-2 des Universitätsklinikums Magdeburg A.ö.R.) kam später während der laufenden Studie hinzu. Es wurde nach akuten respiratorischen Symptomen oder Verschlechterung der vorbestehenden respiratorischen Symptomatik bei chronischen Lungenerkrankungen gefragt. Zusätzlich gab es Fragen zu Geschmacks- und/oder Geruchsverlust, bei Kontakt zu einem Menschen mit einer bestätigten COVID-19-Infektion in den letzten 14 Tagen. Die Entscheidung zur Erforderlichkeit eines Antigen-Schnelltests bei Beantwortung einer Frage mit „Ja“ wurde von der Untersuchungsleiterin getroffen. Alle Fragen, die mit einem „Nein“ beantwortet wurden, wurden als „kein begründeter Verdacht/Zugang unter normalen Hygienemaßnahmen möglich“ betrachtet.

Die Vorgaben zum Impfstatus wurden ebenfalls während der laufenden Studie ergänzt, so dass bei den Studienteilnehmenden der 3G-Status abgefragt wurde. Da die Untersuchungsleiterin eine Medizinstudentin war, galt für sie wie für alle anderen Studierenden an der FME ab Dezember 2021 die Testpflicht mit 2 Tests pro Woche (Selbsttest ohne Überwachung). Impfstatus der Untersucherin zum Zeitpunkt der Messungen: 1. und 2. Impfung gegen COVID-19 erfolgt.

**Personenbezogen.** Die Studienteilnehmenden haben keine Arbeitshandschuhe getragen. Die Untersucherin hat bei der Desinfektion der Geräte und Tischober-

fläche individuelle Arbeitshandschuhe getragen.

Die Untersucherin trug während der gesamten Untersuchungsdauer eine FFP2-Maske. Die zu untersuchenden Personen trugen während der Befragung eine FFP2-Maske, die jedoch bei dem DSI-Test und Stimmbelastungstest abgelegt wurde. Nach Beendigung der Untersuchung wurde der/die Proband\*in angewiesen, die FFP2-Maske wieder aufzusetzen.

Während des Stimmbelastungstests wurden Einweg-Kopfhörerüberzüge SJ-4D verwendet.

### Erfahrungen zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen und Infektionen mit SARS-CoV-2 während der Studie

Studienteilnehmende wurden vorab schriftlich per E-Mail über den Studienablauf in der Probandeninformation informiert. In diesem Informationsschreiben wurden die Ausschlusskriterien genannt. Das Informationsblatt über alle erforderlichen Schutzmaßnahmen wurde im Vorfeld der Untersuchung vorgelegt. Das Vorliegen eines Infekts der oberen Atemwege galt als Ausschlusskriterium. Vorab konnten die potenziellen Studienteilnehmenden telefonisch ihre Fragen klären und die Terminabsprache treffen, um unnötige Präsenztermine zu vermeiden. Sowohl bei diesem Telefonat als auch an dem Untersuchungstag wurde nochmals auf die speziellen Schutzmaßnahmen aufgrund der Pandemie verwiesen. Nach Einschätzung der Studienleitung lohnte sich dieser hohe Kommunikationsaufwand sehr, um etwaigen Irritationen gegenüber den ergriffenen Schutzmaßnahmen vorzubeugen.

Die Allgemesinsituation (gesetzliche Regelungen, Infektionslage) wurde wöchentlich bewertet und das Schutzkonzept für Universitätsmedizin Magdeburg ggf. angepasst. Die persönliche Schutzausrüstung und Antigen-Schnelltests waren im ausreichenden Maß vorhanden, so dass Lieferengpässe keine Problematik darstellten. Die Projektbearbeiterin wurde im Hinblick auf die Anwendung aller Schutzmaßnahmen im Zusammenhang mit der Durchfüh-

rung der Untersuchungen geschult. Eine Rückmeldung bzgl. einer Sars-CoV-2-Infektion, die im Zusammenhang mit der Studienteilnahme stand, wurde weder von den Studienteilnehmenden noch von der Projektbearbeiterin berichtet. Eine aktive Abfrage der Studienteilnehmenden diesbezüglich fand jedoch nicht statt.

## Durchführung von Laborexperimenten mit Studierenden im Labor für Arbeit und Gesundheit – Department Gesundheitswissenschaften an der HAW Hamburg

### Beschreibung der Aktivitäten

Im folgenden Beispiel handelt es sich nicht um eine Forschungsaktivität, sondern um Praktikumsveranstaltungen, welche die Studierenden des Bachelor-Studiengangs Gesundheitswissenschaften regulär in ihrem dritten Semester absolvieren. Ziel dieser Praktika ist es, ein besseres Verständnis physiologischer und psychologischer Wirkmechanismen zu erreichen und praktische Erfahrungen bei der Ermittlung, Beurteilung und Gestaltung von Arbeit im Allgemeinen zu sammeln. Hierzu führen die Studierenden verschiedene Experimente unter Anleitung der Labormitarbeiter\*innen im Selbstversuch durch, z.B. Spiroergometrie, Elektromyographie, Hörtest, Messung von Hautfeuchtigkeit und -fettgehalt sowie Wirkung verschiedener Hautschutz- und -pflegemittel, Messung der bioelektrischen Impedanz usw. Unter regulären Bedingungen finden diese Veranstaltungen mit ca. 14 Studierenden statt. Nach einem Briefing werden Zweiergruppen gebildet, und diese Gruppen verteilen sich im Labor und führen die einzelnen Experimente an jeweils fünf Terminen gemeinsam durch. Das Labor hat eine Fläche von rund 240 m<sup>2</sup> und besteht aus vier nebeneinander liegenden Räumen, die jeweils mit einer Tür verbunden sind und eine eigene Eingangstür zum Flur haben.

### Rahmenbedingungen und Hygienekonzept

Die Praktikumsveranstaltungen fanden über das Sommer-Semester 2022 ver-

teilt an zwei Tagen pro Woche statt. Zur Umsetzung unter den Bedingungen der COVID-19-Pandemie wurde ein umfangreiches Hygienekonzept erstellt und fortlaufend aktualisiert. Dieses enthielt die Regelungen des Bundes, der Freien und Hansestadt Hamburg sowie der HAW Hamburg selbst und war auf die speziellen Bedürfnisse im Labor angepasst. Die Studierenden bekamen das Hygienekonzept im Vorfeld der Praktikumsstage übermittelt.

### Schutzmaßnahmen

**Technisch.** Die Luftwechselrate wurde auf  $\geq 6$ -fach/h erhöht, so dass auf Lüften gänzlich verzichtet werden konnte. Die Arbeitsplätze bzw. Stationen des Praktikums wurden mittels durchsichtiger Trennscheiben voneinander abgegrenzt.

**Organisatorisch.** Es wurden nur noch 6 Studierende statt wie in vorherigen Semestern 14 Studierende pro Praktikumsveranstaltung zugelassen und nur ein/eine Labormitarbeiter\*in (sonst zwei), so dass zu jeder Zeit ein Mindestabstand von 1,5 m, wo möglich 2 m, gewährleistet werden konnte. Um persönliche Kontakte während Besprechungen und Diskussionen in der Gruppe zu umgehen, wurden vor Praktikumsbeginn zwei Online-Veranstaltungen durchgeführt, in denen die Studierenden gemeinsam auf die Abläufe im Labor vorbereitet und relevante Fragestellungen diskutiert wurden. Vor Betreten des Labors führten die Studierenden selbstständig, jedoch unter Aufsicht, einen Antigen-Schnelltest durch. Zudem mussten sich die Teilnehmenden von Präsenzveranstaltungen in einer APP über einen QR-Code an den jeweiligen Eingangstüren der Veranstaltungsräume registrieren. Im Falle von später bekanntwerdenden Infektionen hätten alle Teilnehmenden informiert werden können. Alle Studierenden wurden angewiesen, die Aufenthaltsdauer im Gebäude auf ein Minimum zu reduzieren und das Gebäude unmittelbar nach dem Praktikum wieder zu verlassen. Auf die Messung der Ein- und Ausatemluft (Spiroergometrie) wurde ganz verzichtet, stattdessen wurde ein Demonstrationsvideo erstellt und vorgeführt. Zu allen Experimenten

wurden Video-Tutorials erstellt, so dass Kontakte mit den Betreuenden reduziert wurden und die Studierenden weitestgehend eigenständig agieren konnten. Ferner wurden alle Experimente umgebaut, so dass sie allein und nicht mehr in Zweierteams durchgeführt wurden, um Kontakte unter 1,5 m zu verringern. Es wurde ein Einbahnstraßensystem eingeführt, so dass Begegnungen reduziert wurden. Alle Betreuenden und Studierenden nahmen den Eingang im nördlichsten Raum des Labors und verließen das Labor durch den Ausgang im südlichsten Raum. Nachdem ein\*e Studierende\*r ein Experiment beendet hatte, wurden alle Kontaktflächen desinfiziert. Namen und Kontaktdaten aller Studierenden wurden mit Anwesenheitszeit dokumentiert.

**Personenbezogen.** Im Eingangsbereich des Labors und an den Praktikumsstationen wurden Handdesinfektionsspenders für die regelmäßige Handdesinfektion bereitgestellt. Es herrschte FFP2-Maskenpflicht im kompletten Gebäude/Labor.

### Erfahrungen zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen und Infektionen mit SARS-CoV-2 während der Studie

Es wurden keine Sars-CoV-2-Infektionen von Studierenden oder Labormitarbeitenden im Zusammenhang mit den Laborversuchen beobachtet bzw. über die o.g. App gemeldet.

Die Teilnahme am Laborpraktikum in Präsenz war freiwillig. Studierenden, die aus Sorge vor Infektionen lieber nicht erscheinen wollten, wurde eine Online-Alternative angeboten. Es haben sich über 90% der Studierenden für die Präsenzveranstaltung entschieden. Die Evaluation der Lehrveranstaltung fiel überwiegend vergleichbar mit Vor-Pandemie Evaluationen aus. Die Studierenden bemängelten die geringen Kontaktzeiten, hatten jedoch für die Maßnahmen Verständnis und empfanden die Möglichkeit von Präsenzveranstaltungen sehr positiv. Für viele Studierende waren dies die ersten Veranstaltungen, die sie in Präsenz an der Hochschule wahrnehmen konnten.

### Experimentelle Untersuchungen zur kurzfristigen physischen Belastung und Beanspruchung beim Ziehen und Schieben von Karren – Beitrag zur Validierung der Leitmerkalmethode Ziehen und Schieben von Lasten (Eigenforschungsprojekt F2425 der BAuA) – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin

#### Beschreibung der Forschungsaktivität

Zielsetzung der Studie war es, mögliche Unterschiede in der körperlichen und psychophysischen Beanspruchung beim Schieben von Karren mit variierenden Bedingungen in Bezug auf die Neigung, die Last und den Untergrund zu untersuchen. Das Studiendesign der Laborstudie war ein intraindividuell Vergleich (Messwiederholung) mehrerer randomisiert-balanciert zugeordneter Experimentalbedingungen an 16 gesunden Männern im Alter zwischen 18 und 40 Jahren. Die arbeitsphysiologischen Untersuchungen fanden im Zeitraum von August 2021 bis November 2022 im arbeitsphysiologischen Labor der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, Gruppe 3.1) in Berlin statt.

Die im Versuch zu bewältigende körperliche Aufgabe bestand darin, eine Karre mit Lasten (Eigengewicht plus Zuladung) von 60 bis 225 kg (8 Stufen), bei vier verschiedenen Neigungen (0°, 3°, 7°, 12°) und über vier Untergründe (Linoleum, glatter Stein, grober Stein, Splitt) jeweils zweimal über eine Strecke von ca. 6 m zu schieben (Anschieben, Schieben, Stoppen und Lastkarre absetzen). Aus der Gesamtzahl an möglichen Kombinationen aus Last, Neigung und Untergründen resultierten 72 Kombinationen, die blockweise auf 3 Untersuchungstage verteilt waren (1 Vorbereitungsstag, 2 Untersuchungstage). Während der Versuche sowie über Referenzmessungen wurden Belastungsdaten (Bewegungsverhalten, Handgreifkraft, Bodenreaktionskräfte) sowie Beanspruchungsparameter (Herzfrequenz, Herzratenvariabilität, Blutdruck, Muskelaktivität, subjektive Beanspruchung) erhoben. Die Vor- und

Hauptuntersuchungen selbst fanden in Vorbereitungsräumen sowie in einem Laborraum mit einer Grundfläche von ca. 50 m<sup>2</sup> und einem Raumlufteinhalt von ca. 175 m<sup>3</sup> statt. Am Hauptversuch selbst waren ein Proband und zwischen 2 und 4 Studienmitarbeitende mit je 6 bis 8 h Kontaktzeit zueinander beteiligt. Außerdem bestand an allen Untersuchungstagen Kontakt von allen Studienteilnehmenden zum Studienarzt.

Die Vorbereitung der Laborversuche erfolgte bereits unter den Bedingungen der COVID-19-Pandemie-Situation. Zu beachten waren Regelungen des Bundes, des Landes Berlin sowie der BAuA selbst. Daher wurde im Zusammenhang mit dem Studienprotokoll für das Projekt vor Durchführung der Laborversuche ein Hygienekonzept erstellt und mit dem Arbeitsschutz in der BAuA abgestimmt. Das Hygienekonzept war Bestandteil des Studienprotokolls und wurde der Ethikkommission der Ärztekammer Berlin vorgestellt und mit dem Ethikantrag bestätigt (Ärzteammer Berlin Eth-55/20 19.01.2021). Das Hygienekonzept umfasste sowohl allgemeine, technische, organisatorische als auch personenbezogene medizinische Maßnahmen. Das Hygienekonzept wurde dem Arbeitsschutzmanagement der BAuA vorgelegt und von diesem geprüft und bestätigt.

Während der Phase der Laborversuche wurde wöchentlich eine Einschätzung der COVID-19-Situation mit Prognose und Empfehlung durch den Studienarzt auf Basis der vorliegenden Statistiken und Empfehlungen des Robert Koch-Instituts (RKI) und Berliner Senats sowie der gesetzlichen Regelungen und Restriktionen vorgenommen und Empfehlungen zur Durchführung der Laboruntersuchung ausgesprochen. Das Hygienekonzept wurde über den Projektzeitraum kontinuierlich erweitert und angepasst. Ein wichtiges Kriterium in der Einschätzung der COVID-19-Situation stellt dabei die Berlin-Corona-Ampel dar.

Unter den nachfolgenden allgemeinen und medizinischen/personenbezogenen Hygienebedingungen wurden die Versuche durchgeführt: Die Teilnahme am Versuch war explizit auf bezeichnete Studienmitarbeitende beschränkt (Studienarzt und 2 bis 4 Studienmitarbeitende

sowie der Proband). Es wurden grundsätzlich die allgemeinen Maßnahmen zur Minderung der Infektionsgefahr beachtet: mindestens 1,5 m Abstand zu allen Personen auch bei Gesprächen und in Pausen; Begrüßung ohne Körperkontakt; Husten und Niesen in Einmal-Taschentuch oder Armbeuge; regelmäßiges und gründliches Händewaschen. Mund-Nase-Schutz (Studienteilnehmende), Atemschutzmasken FFP2 (Studienmitarbeitende) und bei Bedarf zusätzlich Gesichtsschutzschilde wurden verwendet. Es erfolgte täglich ein Ausschluss eines akuten Infektes inklusive Prüfung der medizinischen Teilnahmevoraussetzungen durch einen Studienarzt. Dies umfasste die Prüfung der vollständigen Immunisierung (2/2 bzw. später 3/3 Impfungen) gegen das COVID-19-Virus, tagesaktuelle SARS-CoV 2-Ag-Test, den anamnestischen Ausschluss von Kontakten zu COVID-19-Fällen, den anamnestischen und klinischen Ausschluss einer aktuellen Infektion am Untersuchungstag. Die Kontaktdaten der Studienteilnehmenden wurden gemäß Datenschutzkonzept des Projektes F2425 bis zum Abschluss der Studie aufbewahrt, sodass eine Kontaktaufnahme jederzeit möglich war. Sollte eine Infektion entdeckt werden, wären alle Kontaktpersonen unverzüglich benachrichtigt worden. Sowohl die Studienteilnehmenden als auch die Studienmitarbeitenden wurden mündlich darauf hingewiesen, die Corona-Warn-App des RKI zu nutzen. Das Hygienekonzept enthielt Hinweise zum Umgang mit besonders schutzbedürftigen Personen, zur Berücksichtigung psychischer Belastungen sowie zur Möglichkeit der Inanspruchnahme arbeitsmedizinischer Vorsorge.

#### Schutzmaßnahmen

Folgende technische und organisatorische Schutzmaßnahmen wurden auf Grundlage des SARS-CoV-2-Arbeitsschutzstandards des BMAS sowie der SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregel getroffen, um das Infektionsrisiko für Studienmitarbeitende zu minimieren:

- Festlegungen zur Arbeitsplatzgestaltung und zur Lüftungsregime



- und zur Überwachung des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks,
- Festlegungen zu Nutzungen, Reinigung und Desinfektion von Sanitärräumen, Kantinen und Pausenräumen und Arbeitsmitteln/ Werkzeugen,
- Sicherstellung ausreichender Schutzabstände,
- Festlegungen zur Aufbewahrung von Arbeitskleidung und persönlicher Schutzausrüstung,
- Unterweisung und aktive Kommunikation.

### **Erfahrungen zur Umsetzung der Schutzmaßnahmen und Infektionen mit SARS-CoV-2 während der Studie**

Im Verlauf der Untersuchungen wurden keine Infektionen von Studienteilnehmenden oder Studienmitarbeitenden mit den COVID-19-Infektionen im Zusammenhang mit den Laborversuchen beobachtet. Es wurden demgegenüber in wenigen Fällen Studienteilnehmende aufgrund von berichteten Kontakten zu COVID-19-Fällen, Hinweisen auf sonstige akute Infekte am Untersuchungstag sowie fehlendem Nachweis einer vollständigen Immunisierung vom Studienarzt vom Versuch ausgeschlossen.

### **Checkliste für die Gefährdungsbeurteilung während eines erhöhten infektiösen Gefährdungspotenzials**

Zur Unterstützung der Gefährdungsbeurteilung bei der Durchführung arbeitsphysiologischer Forschung wurde eine Checkliste auf Basis der Erfahrungen aus den Einrichtungen in Tübingen, Magdeburg, Hamburg und Berlin erstellt (▣ Tab. 2). In der Checkliste werden zunächst allgemeine Hinweise wie etwa zur Kommunikation mit den Studienteilnehmenden oder der Einbindung der lokalen Ethikkommission gegeben. Im zweiten Teil der Checkliste wurden Situationen mit Gefährdungspotenzial aus den berichteten Forschungsaktivitäten extrahiert und passende Schutzmaßnahmen aufgelistet. Anwender\*innen dieser Checkliste wählen demensprechend die Situation oder Situationen

aus, die den Situationen der eigenen Forschungsaktivität am ehesten entsprechen, um passende Schutzmaßnahmen zu identifizieren.

### **Diskussion und Schlussbemerkung**

Die Umsetzung empirischer arbeitsphysiologischer Forschung während der COVID-19-Pandemie stellte neue Herausforderungen an Forschungseinrichtungen und Wissenschaftler\*innen. Mittels einer spezifischen Gefährdungsbeurteilung können Infektionsrisiken für Studienteilnehmende und Untersuchende erkannt und zielgerichtete Schutzmaßnahmen eingesetzt werden. Anhand der Beispiele aus Tübingen, Magdeburg, Hamburg und Berlin, wo arbeitsphysiologische Forschung trotz der Pandemie umgesetzt wurde, wurde eine Checkliste zur Unterstützung der Gefährdungsbeurteilung bei erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial erstellt. Wie wirksam die ergriffenen Maßnahmen im Einzelnen tatsächlich waren, kann nicht verifiziert werden, da an keinem der Standorte eine Überprüfung oder Nachverfolgung stattgefunden hat. Jedoch wurde an keinem der vier Standorte eine Infektion mit Sars-CoV-2 durch die Studienteilnehmenden bzw. Untersuchenden rückgemeldet, die auf eine Infektion im Rahmen der Studienteilnahme oder Laborpraktika zurückgeführt werden konnte. Mittlerweile liegen in der Literatur zahlreiche Erkenntnisse zur Wirksamkeit verschiedener Schutzmaßnahmen bzgl. einer Minderung der Ansteckungsgefahr mit SARS-CoV-2 vor [10]. Dabei wird klar, dass die Evidenz der im vorliegenden Text beschriebenen Maßnahmen zur Risikominderung unterschiedlich hoch ist. Beispielsweise gibt es für die Maßnahme Handhygiene nur wenige Studien, die diese speziell für das SARS-CoV-2-Virus untersucht haben. Dennoch erscheint sie absolut sinnvoll, da Händewaschen/-desinfektion bereits vor der Pandemie ein effektives Mittel zur Vermeidung von Durchfallerkrankungen und Atemwegserkrankungen war [11, 12]. Die in gängigen Hygieneplänen empfohlene Händedesinfektion vor und nach Personenkontakt ist im Rahmen

von arbeitsphysiologischen Studien zu bevorzugen, da diese hautschonender ist als Händewaschen [13]. Ein Cochrane-Review gab folgende Empfehlungen zu physischen Maßnahmen für die Reduktion von Atemwegsinfektionen: Händewaschen, nicht die Augen, die Nase oder den Mund berühren, Niesen oder Husten in den Ellbogen, Abwischen von Oberflächen mit Desinfektionsmitteln, das Tragen von Masken, Augenschutz, Handschuhen und Schutzmänteln, Vermeidung des Kontakts mit anderen Menschen (Isolierung oder Quarantäne), Abstand zu anderen Menschen halten (Distanzierung), Untersuchung von Personen auf Anzeichen einer Infektion (Screening; [14]). Auch eine Metaanalyse kam zu dem Ergebnis, dass das Tragen von Masken ein fast 70% verringertes Infektionsrisiko bedeutet [15]. Schließlich zeigte eine Analyse des RKI interessanterweise, dass Schutzmaßnahmen mit eher geringer Wirksamkeit in Kombination mit anderen Maßnahmen zu einer erhöhten Reduktion des Infektionsrisikos beitragen können [16], was demnach für ein breites Maßnahmenportfolio spricht, so wie es auch an den vier Standorten vorhanden war. Die Auswahl der Maßnahmen für die Labor- und Felduntersuchungen steht dabei immer im Kontext der jeweils aktuellen Vorgaben der Politik und den Regelungen der ggf. übergeordneten Einrichtung (z. B. Universität) bzw. branchenspezifische Empfehlungen der DGUV und sollte schnell an Veränderungen adaptiert werden können. Natürlich bedingen auch infrastrukturelle Rahmenbedingungen, wie etwa ob ein Forschungslabor über eine Lüftung mit ausreichend hoher Luftwechselrate verfügt, welche Schutzmaßnahmen zum Einsatz kommen.

Empfehlungen der Europäischen Kommission zum Management von klinischen Studien während der COVID-19-Pandemie verdeutlichen die in den Beispielen und der Checkliste beschriebenen Maßnahmen und geben weitere Anregungen [17]. Empfohlen wurden u. a. die Umwandlung von physischen Besuchen in Telefon- oder Videobesuche, Verschiebung oder vollständige Streichung von Besuchen, um sicherzu-

**Tab. 2** Checkliste für die Gefährdungsbeurteilung bei der Durchführung arbeitsphysiologischer Forschung während der SARS-CoV-2-Pandemie**Allgemeine Hinweise für die Umsetzung arbeitsphysiologischer Forschung bei erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial**

Zur Unterstützung reibungsloser Abläufe an den Untersuchungstagen sollten die eingesetzten Schutzmaßnahmen und Vorgaben in den Institutsgebäuden den Studienteilnehmenden gegenüber vorab klar kommuniziert werden

Die COVID-19-Pandemie hat gezeigt, dass es bei der persönlichen Schutzausrüstung und Antigen-Schnelltests zu Lieferengpässen kommen kann. Ein ausreichender Vorrat ist empfehlenswert

Das Studienteam sollte in allen Belangen der Schutzmaßnahmen (z. B. Durchführung von Antigen-Schnelltests, Anpassung persönlicher Schutzausrüstung) vor Beginn der Studie geschult werden

Grundsätzlich sollte vor Studienbeginn und kontinuierlich im Verlauf abgewogen werden, ob die Gefährdungslage eine Studiendurchführung erlaubt. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, die Studie zu unterbrechen

Die Beratung durch die zuständige Ethikkommission zum Arbeitsschutzkonzept und den ergriffenen Maßnahmen bzw. auch der Austausch mit dem zuständigen betriebsärztlichen Dienst sollte vor Studienbeginn erfolgen

Mögliche Gefährdungen für Studienteilnehmende und Untersuchende	Situationen/Abläufe, formuliert als Prüffragen	Maßnahmen zur Verringerung oder Beseitigung der Gefährdung
Persönliche Kontakte finden statt	Findet arbeitsphysiologische Labor- und Feldforschung unter erhöhter Infektionsgefährdung statt?	Abwägung, ob beim aktuellen Infektionsgeschehen die Durchführung der Studie möglich ist
	Müssen Studienteilnehmende und Untersuchende in persönlichen Kontakt treten?	Erstellen eines Hygienekonzepts Beratung des Hygienekonzepts durch die Ethikkommission bzw. den Betriebsärztlichen Dienst der Forschungseinrichtung Aufklärung bzgl. Infektionsrisiken (zusätzlich zu etwaigen generellen Risiken durch die Studienteilnahme) Basishygiene (Abstand, Händewaschen, Vermeidung) Durchführung von Antigen-Schnelltests direkt vor Personenkontakten Ausfüllen eines anamnestischen Screening-Bogens zu bestehenden Infekten bzw. zu Kontakten zu Infektionsfällen Aufnahme der Kontaktdaten im Fall einer notwendigen Infektionsrückverfolgung Tragen von Schutzmasken (FFP2) Schulung des Studienteams zum Hygienekonzept und den eingesetzten Schutzmaßnahmen Optional und im Einverständnis: teaminterne Einigung auf einen wirksamen Impfschutz
Einhalten eines empfohlenen Mindestabstands ist nicht möglich	Können im Wartebereich für Studienteilnehmende gültige Mindestabstände nicht eingehalten werden?	Abstände durch Veränderung der räumlichen Gegebenheiten vergrößern/wahren durch bewusste Platzierung von Stühlen und Versuchsaufbauten
	Müssen mehrere Studienteilnehmende gleichzeitig untersucht werden und werden Tätigkeiten ausgeführt, bei denen gültige Mindestabstände nicht eingehalten werden?	Lüften der Räumlichkeiten
	Unterschreiten die Untersuchenden die gültigen Mindestabstände zu den Studienteilnehmenden (z. B. beim Anlegen der Messtechnik wie der Elektrokardiographie-Elektroden) oder während der Überwachung der Experimente?	Erhöhung der Luftwechselrate bei vorhandenen Lüftungsanlagen Termine mit ausreichendem Abstand planen, so dass Begegnungen auf Fluren oder in Wartebereichen vermieden werden Video-Tutorials zu den geplanten Versuchen erstellen, so dass Kontaktzeiten mit Versuchsleitenden reduziert werden können Tragen von Schutzmasken (FFP2)
Vermehrte Aerosolausstoß aufgrund körperlicher Aktivität der Studienteilnehmenden	Sind die zu untersuchenden Studienteilnehmenden körperlich aktiv und kommt es zu einem vermehrten Ausstoß an Aerosolen?	Untersucher/Untersucherinnen tragen Schutzmasken (FFP2)
	Sollten oder dürfen die Studienteilnehmenden während den Untersuchungen keine Schutzmaske oder Mund-Nase-Bedeckung tragen?	Lüften der Räumlichkeiten
	Können die Studienteilnehmenden während der erhöhten körperlichen Aktivität aus methodischen oder Sicherheitsgründen nicht allein in einem Untersuchungsraum sein?	Erhöhung der Luftwechselrate bei vorhandenen Lüftungsanlagen

**Tab. 2** (Fortsetzung)**Allgemeine Hinweise für die Umsetzung arbeitsphysiologischer Forschung bei erhöhtem infektiösem Gefährdungspotenzial**

Equipment/ Messinstrumente mit Kontakt zu Studienteilnehmenden und Untersuchern/ Untersucherinnen	Haben die verwendeten Messinstrumente (z. B. Brustgurt zur Ableitung der Herzschlagfrequenz) Kontakt zu den Studienteilnehmenden und Untersuchenden?  Haben die Studienteilnehmenden und (oder Untersuchenden) Kontakt mit dem Versuchsaufbau bzw. nutzen die gleichen Werkzeuge und Werkstücke?	Durchführung einer Oberflächendesinfektion nach jedem Studienteilnehmenden  Verwendung von individuellen Produktion (z. B. individuelle Arbeitshandschuhe) oder Einmalprodukten (z. B. Einmalhandschuhe, Einmalelektroden, Überzieher für Kopfhörer etc.)
Dynamische Infektionslage mit Virusmutationen	Ist die Infektionslage (hoch-)dynamisch oder pandemisch/epidemisch?  Kommt es zu Virusmutationen, die zusätzliche oder andere Schutzmaßnahmen erfordern?  Ändert sich der Impfstatus innerhalb der Bevölkerung und damit die Risikobewertung?	Regelmäßige (medizinische/epidemiologische) Aktualisierung der eigenen Risikobewertung der Forschungsaktivität in Bezug auf die Risiken, die Durchführbarkeit und die notwendigen Schutzmaßnahmen (z. B. gesetzliche Vorgaben, Änderungen der Risikobewertungen und Empfehlungen des RKI, Empfehlungen der Unfallversicherungen usw.). Gegebenenfalls kann eine Unterbrechung oder vorzeitige Beendigung der Forschungsaktivität notwendig werden

stellen, dass nur unbedingt notwendige Besuche an den Prüfzentren durchgeführt werden. Die Leitlinie stellt klar, dass zum Schutze aller Beteiligten ggf. bestimmte Untersuchungen nicht durchgeführt werden können und folglich Studienzentren zeitweise geschlossen werden müssen. Bei gut begründbaren und nicht aufschiebbaren Studien wird sogar empfohlen, Studienzentren außerhalb von Risikozonen zu planen, die auch wohnortnah der Studienteilnehmenden sein sollten. Viele arbeitsphysiologische Studien fallen vermutlich nicht in „nicht aufschiebbare Studien“, jedoch könnte bei anhaltender Pandemie diskutiert werden, ob Studienzentren nur außerhalb an patientenfernen Orten eingerichtet werden. Das heißt, die Behandlung von Patienten an bspw. Universitätskliniken sollte nicht durch zusätzliche „Kontakte mit Studienteilnehmenden“ beeinflusst werden bzw. vulnerable Patientengruppen einer zusätzlichen Gefährdung durch Personenkontakte ausgesetzt werden. Zudem wird erwartet, dass Drittmittelgeber\*innen von Studien sich den aktuellen Vorschriften und Gegebenheiten anpassen und stetig Risikobewertungen neu durchführen. Abweichungen vom Prüfplan sollten diskutiert werden. Arbeitsphysiologische Studien am Menschen bedürfen der Zustimmung der zuständigen Ethikkommission. Gemäß den Empfehlungen der Europäischen Kommission wird daher empfohlen, Hygienekonzepte, ggf. in Sinne eines Stufenplans bei Einreichung des Ethikantrags, vorzulegen. Damit verbunden

ist auch eine schriftliche Einwilligung der Studienteilnehmenden bezüglich erweiterter Schutzmaßnahmen sinnvoll, z. B. wenn vor Ort zusätzliche Schnelltestungen durchgeführt werden. Es sollte in Betracht gezogen werden, dass Studienteilnehmende getrennte Einwilligungserklärungen unterzeichnen und datieren, um sicherzustellen, dass ausreichend gut über die Schutzmaßnahmen aufgeklärt wurde.

In den Erfahrungsberichten wurde deutlich, dass neben den reinen Schutzmaßnahmen eine Reihe anderer Faktoren wichtig ist, um das Infektionsrisiko gering zu halten. Dabei ist zunächst die Schulung des Studienteams im Umgang und der Anwendung der Schutzmaßnahmen als wichtige Qualitätssicherungsmaßnahme zu nennen. Schulungen aller beteiligten Personen im Rahmen von Studien sollten verpflichtend und regelmäßig durchgeführt werden. Ebenso werden Transparenz und Kommunikation gegenüber den Studienteilnehmenden als wichtige Aspekte betrachtet. Einerseits können gut informierte Studieninteressenten das mit einer Studienteilnahme verbundene Risiko, sich mit COVID-19 zu infizieren, besser einstufen und entscheiden, ob eine Teilnahme aus individueller Sicht vertretbar ist. Andererseits können sie abwägen, ob eine Teilnahme trotz zusätzlicher Aufwendungen für den Infektionsschutz in Frage kommt und ob die Maßnahmen ggf. die Studienteilnahme ausschließen, da diese z. B. einen vollständigen Impfschutz vorsehen, der

nicht für jede/jeden Studieninteressentin/en vorliegt. Arbeitsphysiologische Studien sind dadurch geprägt, dass in der Regel gesunde Studienteilnehmende im Labor oder im Feld untersucht werden. Gemäß der Deklaration von Helsinki sind ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen einzuhalten, so dass eine Beratung durch eine Ethikkommission unabdingbar ist. Es ist zu empfehlen, dass der Ethikkommission neben dem ausführlichen Studienplan ein spezifisches, der aktuellen Infektionslage angepasstes und praktikables Konzept zum Schutz vor Infektionskrankheiten vorgelegt wird. Die COVID-19-Pandemie hat die Notwendigkeit derartiger Schutzkonzepte vor Augen geführt. Der Schutz der Studienteilnehmenden und des Studienteams sowie der Schutz vor ungewollter Verbreitung von Infektionen sollte jedoch auch unabhängig von COVID-19, etwa durch eine entsprechende Basishygiene, zum Standard arbeitsphysiologischer Forschung gehören.

### Korrespondenzadresse

#### Benjamin Steinhilber

Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Tübingen  
Tübingen, Deutschland  
benjamin.steinhilber@med.uni-tuebingen.de

**Danksagung.** Wir danken allen Untersuchenden sowie Labormitarbeitenden und Studienteilnehmenden, die an den beschriebenen arbeitsphysiologischen Forschungsaktivitäten und Lehrveranstaltungen unter Pandemiebedingungen partizipiert

und zum Gelingen der Projekte beigetragen haben. Im Besonderen möchten wir uns bei den Personen bedanken, die bei der Erarbeitung und consequenten Umsetzung der Arbeitsschutzkonzepte (inkl. Hygienekonzepte) mitgewirkt haben:

- Tomasz Downar und Julia Gabriel für Tübingen
- Stephanie Piatek für Magdeburg
- Jamal Nasir Choudhry und Natalie Krämer für Hamburg
- Peter Schams (Projektleitung F2425), Marion Freyer, Dr. Marianne Schust und Peter von Löwis für Berlin

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** B. Steinhilber und M.A. Rieger arbeiten am Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung des Universitätsklinikums Tübingen, welches eine institutionelle Förderung durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall) erhält. B. Thielmann, I. Böckelmann, A. Klusmann und F. Liebers geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

1. Dragano N, Reuter M, Berger K (2022) Increase in mental disorders during the COVID-19 pandemic: the role of occupational and financial strains. *Dtsch Arztebl Int* 119:179–187. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0133>
2. Kanning UP, Ohlms M (2021) Hochschullehre in Zeiten von Corona. *Wirtschaftspsychologie* 23(2):44–45

3. Berghoff S, Horstmann N, Hüsich M et al (2021) Studium und Lehre in Zeiten der Corona-Pandemie – Die Sicht von Studierenden und Lehrenden. CHE gemeinnütziges Centrum für Hochschulentwicklung, Gütersloh
4. Dietz P et al (2021) Zehn Thesen zur Situation von Studierenden in Deutschland während der SARS-Cov-2-Pandemie. *ASU Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 56:149–153. <https://doi.org/10.17147/asu-2103-8402>
5. Präsidium HRK (2021) COVID-19-Krise: Auswirkungen auf Forschung an den Hochschulen Positionspapier. In: Beschluss des 694 Präsidiums der HRK am 25. Januar 2021 Videokonferenz. HRK Hochschulrektorenkonferenz – Die Stimme der Hochschulen. [https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/2021-01-25\\_HRK-PS-Beschluss\\_Corona\\_Auswirkungen\\_auf\\_Forschung\\_an\\_HS.pdf](https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/2021-01-25_HRK-PS-Beschluss_Corona_Auswirkungen_auf_Forschung_an_HS.pdf). Zugegriffen: 12. Febr. 2024
6. Corona ExpertInnenrat der Bundesregierung (2022) Pandemie Vorbereitung auf Herbst/Winter 2022/23. 11. Stellungnahme des ExpertInnenrates der Bundesregierung zu COVID-19. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/2048684/0e393c7cf5d2b3a556fa6a8df6352d11/2022-06-08-stellungnahme-expertinnenrat-data.pdf>. Zugegriffen: 12. Febr. 2024
7. Bettina H (2023) Tübinger Uniklinik empfiehlt Maske – was sagen die Stuttgarter Kliniken? <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.corona-und-co-uniklinik-empfehl-maske-tragen.d614bc19-4626-4b25-82a9-315f09ac4198.html>. Zugegriffen: 12. Febr. 2024
8. Steinhilber B, Seibt R, Gabriel J et al (2023) Influence of face masks on physiological and subjective response during 130 min of simulated light and medium physical manual work—an explorative study. *Healthcare* 11(9):1308. <https://doi.org/10.3390/healthcare11091308>
9. Wuyts FL, De Bodt MS, Molenberghs G et al (2000) The dysphonia severity index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach. *J Speech Lang Hear Res* 43:796–809. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4303.796>
10. European Centre for Disease Prevention and Control (2020) Guidelines for non-pharmaceutical interventions to reduce the impact of COVID-19 in the EU/EEA and the UK. Stockholm. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/covid-19-guidelines-non-pharmaceutical-interventions-september-2020.pdf>. Zugegriffen: 12. Febr. 2024
11. Paludan-Müller AS, Boesen K, Klerings I, Jørgensen KJ, Munkholm K (2020) Hand cleaning with ash for reducing the spread of viral and bacterial infections: a rapid review. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013597>
12. Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Arikpo D, Meremikwu MM, Critchley JA (2021) Hand-washing promotion for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004265.pub4>
13. Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) (2022) Technische Regeln für Gefahrstoffe. Gefährdung durch Hautkontakt Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen. TRGS 401 (Fassung 5.6.2023). <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>. Zugegriffen: 12. Febr. 2024
14. Jefferson T, Dooley L, Ferroni E, Al-Ansary LA, van Driel ML, Bawazeer GA, Jones MA, Hoffmann TC, Clark J, Beller EM, Glasziou PP, Conly JM (2023) Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006207.pub6>
15. Li Y, Liang M, Gao L, Ahmed MA, Uy JP, Cheng C, Zhou Q, Sun C (2021) Face masks to prevent transmission of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Am J Infect Control* 49(7):900–906. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.12.007>
16. an der Heiden M, Hicketier A, Bremer V, Bozormehr KB, Costa D, Rohleder S (2022) Wirksamkeit und Wirkung von anti-epidemischen Maßnahmen auf die COVID-19-Pandemie in Deutschland (StopptCOVID-Studie). Robert-Koch-Institut. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Projekte\\_RKI/StopptCOVID-Bericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Projekte_RKI/StopptCOVID-Bericht.pdf?__blob=publicationFile). Zugegriffen: 12. Febr. 2024
17. Commission européenne (2022) Guidance on the management of clinical trials during the COVID-19 (Coronavirus) pandemic. Bruxelles, Belgique. [https://health.ec.europa.eu/document/download/74386d75-e5fd-4d9c-9dfc-ec7d60758da9\\_en?filename=guidanceclinicaltrials\\_covid19\\_en\\_1.pdf](https://health.ec.europa.eu/document/download/74386d75-e5fd-4d9c-9dfc-ec7d60758da9_en?filename=guidanceclinicaltrials_covid19_en_1.pdf). Zugegriffen: 12. Febr. 2024

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.