

# **Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf**

Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen

Prof. Dr. med. Matthias Augustin

## **COVID-19-Infektionen bei Beschäftigten eines Akutkrankenhauses nach der ersten Welle der Pandemie in Deutschland**

### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Philipp Stüven

aus Hamburg

Hamburg 2023

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 07.05.2024

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, die Vorsitzende: Prof. Dr. Marylyn Addo

Prüfungsausschuss, zweite Gutachterin: Prof. Dr. Alexandra M. Preisser

Prüfungsausschuss, dritter Gutachter: Prof. Dr. Albert Nienhaus

# Inhaltsverzeichnis

I.	Artikel in gedruckter Originalversion	
	“COVID-19 infections in staff of an emergency care hospital after the first wave of the pandemic in Germany”	4
II.	Abstract (Englischsprachige Zusammenfassung des gedruckten Artikels)	13
III.	Dissertationsschrift	
	Hintergrund	14
	Methode	15
	Ergebnisse	16
	Diskussion	21
	Quellen	24
IV.	Zusammenfassende Darstellung der Publikation	25
V.	Erklärung des Eigenanteils an der Promotion	26
VI.	Danksagung	27
VII.	Lebenslauf	28
VIII.	Eidesstattliche Versicherung	29

# COVID-19 infections in staff of an emergency care hospital after the first wave of the pandemic in Germany

## COVID-19-Infektionen bei Beschäftigten eines Akutkrankenhauses nach der ersten Welle der Pandemie in Deutschland

### Abstract

**Background:** Hospital staff have an increased risk of SARS-CoV-2 infection. It is thus necessary to monitor the situation because infected staff may in turn infect patients and their family members. Following the first wave of infection in the summer of 2020, the Rhine-Maas Hospital (RMK) provided all staff the opportunity to be tested for SARS-CoV-2 via antibody testing.

**Methods:** The tests were carried out from 19.6.2020 to 17.7.2020. The IgG antibody test qualitatively tested for SARS-CoV-2 antibodies via enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). An IgG titre of 0.8 IU/mL or more was considered positive. All staff who tested positive for SARS-CoV-2 by PCR testing after February 2020 were also included in the study. Occupational and non-occupational risk factors for infection were determined. Staff in the intensive care ward, the emergency department, or a SARS-CoV-2 ward ("corona ward") were predefined as having increased exposure. Odds ratios (OR) were calculated using logistical regression for occupational and private infection risk.

**Results:** 903 staff members (58.9%) with complete data took part in the cross-sectional study. 52 staff members (5.8%) had a positive PCR test result in their medical history or tested positive in the IgG test. Around half of the infections (55%) were only detected by serological testing during the study. Staff with tasks classified as at-risk had an OR of 1.9 (95% CI 1.04–3.5) for infection. Risk factors also included private contacts to people infected with SARS-CoV-2 and holidays in risk areas. At the time of data collection, 11.5% of those with the disease reported that they had not yet fully recovered from COVID-19.

**Discussion:** Following the first COVID-19 wave, 5.3% of staff at the RMK were infected. An increase in occupational infection risk was found even after controlling for non-occupational infection risks. This should be taken into account with regard to the recognition of COVID-19 as an occupational disease. Methods to improve protection against nosocomial transmissions should be considered.

**Keywords:** occupational health, COVID-19, infection risk, health worker, hospital

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Beschäftigte im Krankenhaus haben ein erhöhtes Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion. Ein Monitoring der Situation ist auch deshalb notwendig, weil infizierte Beschäftigte sowohl Patienten als auch ihre Angehörigen infizieren können. Am Rhein-Maas-Klinikum (RMK) wurde deshalb nach der ersten Infektionswelle im Sommer 2020 allen Beschäftigten ein Angebot gemacht, sich auf SARS-CoV-2 mittels Antikörpertest untersuchen zu lassen.

**Methoden:** Die Untersuchungen wurden vom 19.6.2020 bis zum 17.7.2020 durchgeführt. Der IgG-Antikörpertest erfolgte mit Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) qualitativ auf SARS-CoV-2-Antikör-

Philipp Stüven<sup>1</sup>  
Georg Mühlenbruch<sup>2</sup>  
Agnes  
Evenschor-Ascheid<sup>2</sup>  
Ellen Conzen<sup>2</sup>  
Claudia Peters<sup>1</sup>  
Anja Schablon<sup>1</sup>  
Albert Nienhaus<sup>1,3</sup>

1 University Hospital Hamburg-Eppendorf (UKE), Institute for Health Services Research in Dermatology and Nursing (IVDP), Centre for Epidemiology and Health Services Research for Healthcare Professionals (CVcare), Hamburg, Germany

2 Rhine-Maas Hospital, District Aachen, Würselen, Germany

3 German Statuary Institution for Accident Insurance and Prevention for Health and Welfare Services (BGW), Department of Occupational Medicine, Toxic Substances, Health Service Research, Hamburg, Germany

per. Ein IgG-Titer ab 0,8 IU/ml wurde als positiv bewertet. Ferner wurden alle Beschäftigten, die seit Februar 2020 mittels PCR auf SARS-CoV-2 positiv getestet worden waren, in die Studie eingeschlossen. Erhoben wurden berufliche und außerberufliche Risikofaktoren für eine Infektion. Beschäftigte auf der Intensivstation, in der zentralen Notaufnahme oder auf einer SARS-CoV-2-Station („Corona-Station“) wurden vorab als erhöht Exponierte eingestuft. Für das berufliche und private Infektionsrisiko wurden Odds Ratios (OR) in einer logistischen Regression berechnet.

**Ergebnisse:** An der Querschnittsstudie nahmen 903 Beschäftigte (58,9%) mit vollständigen Daten teil. Eine positive PCR in der Anamnese oder einen positiven IgG-Test wiesen 52 Beschäftigte (5,8%) auf. Etwa die Hälfte der Infektionen (55%) wurde erst im Rahmen der Studie mit der Serologie entdeckt. Beschäftigte mit Tätigkeiten, die als gefährdend eingestuft wurden, hatten ein OR von 1,9 (95%-CI 1,04–3,5) für eine Infektion. Private Kontakte zu SARS-CoV-2-Infizierten und Urlaube in Risikogebieten waren ebenfalls Risikofaktoren. Zum Zeitpunkt der Erhebung gaben 11,5% der Erkrankten an, sich noch nicht wieder vollends von COVID-19 erholt zu haben.

**Diskussion:** Nach der ersten COVID-19-Welle waren 5,3% der Beschäftigten des RMK infiziert. Auch nach der Kontrolle für außerberufliche Infektionsrisiken war das beruflich bedingte Infektionsrisiko erhöht. Das sollte bei der Anerkennung von COVID-19 als Berufskrankheit berücksichtigt werden. Möglichkeiten zur Verbesserung des Schutzes vor nosokomialen Übertragungen sollten erwogen werden.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsmedizin, COVID-19, Infektionsrisiko, Berufskrankheit, Beschäftigte im Krankenhaus

## Key points

- After the first wave of the COVID-19 pandemic, prevalence of IgG indicating SARS-CoV-2 infection was low in hospital workers in Germany.
- About half of the infections discovered by serology were not detected before by symptoms and PCR test.
- Working in the emergency room, intensive care or at the COVID-19 ward was a risk factor for infection, even after controlling for private risk factors.
- Symptoms of Long COVID were indicated by about 10% of the infected health workers.

## Background

Cases of illness with a novel coronavirus (SARS-CoV-2) were identified for the first time in China in December 2019. Within a few months, the virus had triggered a worldwide pandemic that is still ongoing. The typical symptoms of a SARS-CoV-2 infection are cough, rhinitis, sore throat and fever. The loss of smell and taste have also been frequently reported. Severe symptoms may lead to fatal complications caused by acute interstitial pneumonia. The first sign of this is usually having difficulty breathing. The disease with its wide range of symptoms is classified as COVID-19. The first case in Germany was identified on 27 January 2020. Over 1.7 million people contracted the disease in Germany that year, of whom more than 33,000 died in connection with a SARS-CoV-2 infection [1]. To this day, the disease continues to push

the health system to its limits with unforeseeable consequences. People who work in jobs on the front line against the virus, such as doctors and nurses, seem to be at significantly greater risk of contracting COVID-19 themselves. As of May 2020, 152,888 infections and 1,413 deaths of healthcare workers (HW) were reported worldwide due to COVID-19 [2]. Several studies have shown an increased prevalence in healthcare workers compared to the general public [3], [4]. In a European study, infection risk for HW was compared to the infection risk of the general population. The adjusted attack rate ratio in HWs (compared with non-HWs) was 3.0 (95% confidence interval (CI) 2.2–4.0) for infection [5]. Sick leave or hospitalisation due to COVID-19 was 2.4 times more frequent in these occupations than in all other occupations, according to data from German health insurers [6]. Therefore, every effort should be made to stop the spread of the disease among HW and to address any potential risk factors. This can be achieved by following general hygiene rules, wearing additional personal protective equipment (PPE), and vaccinating against COVID-19. At the same time, possible mutations that require further measures, e.g., adaptation of the vaccines, should also be kept in mind. In order to assess the situation for hospital staff, we conducted a cross-sectional study at the Rhine-Maas hospital (RMK) in the Aachen district after the first wave in summer 2020. The RMK is a primary care hospital. It is located in the vicinity of the Heinsberg district, which was particularly affected by the first wave of infection. This meant that investigating the course of infection at the beginning of the pandemic among RMK staff was of



particular interest. We intended to analyse the prevalence of SARS-CoV-2 infections in HW of the hospital and to analyse occupational and private risk factors for infection.

## Methods

### Study design and participants

The cross-sectional study was conducted from 19.6.2020 to 17.7.2020. At the time of data collection, the hospital had 1,532 staff members and 663 hospital beds (total capacity including geriatric rehabilitation). This study was preceded by an outbreak event in February 2020. At the time, staff with typical COVID-19 symptoms or with known contacts to infected patients were tested by PCR, but a systematic investigation of all staff was not carried out. In the cross-sectional study, no PCR was performed, but rather specific antibodies were determined. PCR testing was not carried out because the incidence of SARS-CoV-2 infection in the population was low at the time of the study, and the logistical burden of PCR testing for all staff did not seem justified.

The cross-sectional study was conducted as a prevalence study in the context of an occupational health check-up. All RMK hospital staff were informed of the study's objective on several occasions via email and intranet. Participation was voluntary. All staff were given the opportunity to take part in the study irrespective of whether they worked closely with patients. There were no exclusion criteria. No financial or other incentives were given for participating in the study. In-person briefings were held in addition to the participant information provided on the intranet. All participants gave their written consent in advance. The German Statutory Institution for Accident Insurance and Prevention for Health and Welfare Services (BGW) provided funding. The Ethics Committee of the Medical Association of Hamburg (Ethics Committee Application No. PV7298) approved the study.

Blood samples (1 serum monovette) were taken from all participants for the study. The RMK provided staff for the coordination and collection of the blood samples, as well as the collection and encryption of data. The occupational health doctor (A. E-A) and her staff carried out the blood collection specifically. In addition, staff working in various departments also performed blood collection. A phlebotomy team (staff responsible only for blood collection at the RMK) also supported the blood collection.

The serology evaluation was performed by an external laboratory that has cooperated with the hospital for years and has a branch at the RMK. Some of the laboratory staff and the laboratory manager are also staff of the RMK.

Blood samples were qualitatively tested for SARS-CoV-2 antibodies (IgG and IgA) using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), in accordance with the manufacturer's instructions [7]. IgG values below 0.8 in the serological testing were rated as negative, and IgG values  $\geq 0.8$  were rated as positive. Participants with isolated detection of

IgA were not considered positive due to insufficient specificity [7], [8].

All staff with a positive PCR result in their medical history and/or a positive IgG test result ( $\geq 0.8$  IU/mL) were considered infected. Participants with IgG results in the range of 0.8 to  $<1.5$  IU/mL and in the range of  $\geq 1.5$  were compared with respect to typical COVID-19 results [8], [9].

A standardized in-house questionnaire collected socio-demographic data as well as the risk of infection that the employees were exposed to, both at work and in their private lives. The questionnaire also included questions regarding visits to risk areas.

All participants were divided into risk groups in order to better assess their risk of infection with SARS-CoV-2. Staff in the intensive care ward, the emergency department or a SARS-CoV-2 ward ("corona ward") were pooled together as the group with a high risk of infection. All other staff working closely with patients were identified as being at medium risk of infection. A low risk of infection was assigned to working in administration, in the kitchen or in the IT and technical areas, which have little or no patient contact. Separation into the risk groups was carried out before blood collection, i.e., before the infection status was known.

### Statistical analysis

The data were evaluated using descriptive analysis. Positive SARS-CoV-2 cases, by PCR or IgG antibody testing, were compared to those who tested negative. Categorical variables were represented by absolute and relative frequencies; metric variables were represented by mean (MW), median, standard deviation (SD) and range. Group differences were calculated with the chi-squared test, with Fisher's exact test in the case of a low cell frequency or with a t-test in the case of metric variables. A trend test was performed for ordinal variables. Multiple logistic regression was performed for the outcome of SARS-CoV-2 infection (yes/no) and the level of estimated risk of infection. We also considered age and gender as additional independent variables, as well as private contacts with people with SARS-CoV-2 infections and holidays in risk areas. The modelling was completed step by step. Only variables with a p-value  $\geq 0.1$  were included in the model. A p-value of  $\geq 0.05$  was deemed statistically significant. The statistical analysis was performed using SPSS (version 27).



## Results

### Participants and response rate

A total of 925 staff members (response rate of 60.4%) of the RMK took part in the study. Eight participants were excluded due to failure to complete the questionnaires, and 14 participants were excluded due to missing information. Therefore, 903 staff members were included in the evaluation. The age of the participants ranged from 17 to 83 years (median 44 years, mean 43.5 years) (Table 1). The advanced age of some study participants (n=4) is because volunteers were included. Once the risk of SARS-CoV-2 for people of advanced age became known, they were sent home immediately, both for their own protection and for the protection of the vulnerable patient groups. 74% of the staff consisted of women. The largest occupational group comprised nurses with 42.3% of participants, followed by doctors with 19.4%. The most common working areas were in non-surgical wards (19.7%), followed by intensive care wards (14.6%) and surgical wards (14.3%) (Table 1).

A total of 52 (5.8%) staff members tested positive for SARS-CoV-2. Prior to the cross-sectional study, 23 staff members were tested positive via PCR. Among them, 20 staff members (87%) had a positive IgG test result, and three had a negative IgG test result (13.0%). A further 29 staff members (3.2% of all participants), who were not initially diagnosed with SARS-CoV-2 infection by PCR, had a positive serology test result (IgG  $\geq 0.8$  IU/mL) (Table 2).

Table 2: Staff with positive PCR or positive serology result

Tests	N	%
PCR and IgG positive	20	38.5
PCR positive, IgG negative	3	5.8
No PCR, IgG positive	29	55.8
All positive	52	100.0

### Risk factors for infection

The average age of a SARS-CoV-2 infected individual was 38.5 years. In contrast, the age of negatively tested individuals was 43.9 years ( $p=0.002$ ) (Table 1). Gender had no influence on the probability of a positive test result (men 7.7%, women 5.1%,  $p=0.146$ ). Nursing assistants had the highest rate of positive results (10.3%), and those in cleaning, kitchen and other occupations had the lowest (1.6%). However, these differences were not statistically significant. The probability of infection was highest for emergency department staff (15.4%). This difference was statistically significant. The risk of infection was not elevated for staff on "corona wards" (6.9% versus 5.1%). There was a statistically significant trend for the number as well as the duration of contacts. Wearing personal protective equipment had no influence on the prevalence of SARS-CoV-2 infection (Table 1).

The prevalence of SARS-CoV-2 among staff with an assessed low risk of infection did not differ from the prevalence among staff with a medium risk of infection (3.7% versus 3.9%) (not shown in table). Therefore, these two groups were combined. A high infection risk was found for 410 staff members (Table 3). These consisted of nurses, doctors and cleaning staff (not shown in table). Staff with a high infection risk had nearly twice the infection risk compared to staff with an estimated low or medium infection risk (8.0% versus 3.9%). The OR adjusted for private contacts and holidays in risk areas is 1.9 (95% CI 1.3–4.2). After further controlling for age, the OR does not change, only the 95% CI changes (1.04–3.5), but remains statistically significant. Staff with multiple job-related contacts with COVID-19 patients or with contacts lasting longer than 15 minutes had an increased OR for infection (OR=2.2). However, the OR was no longer statistically significant after controlling for age.

Persons with private contacts to SARS-CoV-2 infected persons had a statistically significantly higher risk of infection compared to those without private SARS-CoV-2 contacts (12.6% versus 4.6%, OR 2.8; 95% CI 1.6–5.7). Visiting a risk area was also associated with a SARS-CoV-2 infection (9.0% versus 5.0%). However, the adjusted OR was not statistically significant (OR 1.5; 95% CI 0.9–3.0) (Table 2). However, when analysed dichotomously, the chi-squared test yielded a statistically significant  $p$  of 0.039.

### Staff with a positive test

The most common symptoms among staff who tested positive were loss of taste and smell (50%), fatigue and exhaustion (48.1%), rhinitis (48.1%), headache (46.2%) and cough (40.4%) (Figure 1). At the time of study, 11.5% of those who tested positive reported that they had not yet fully recovered, and 36.5% reported to have recovered. 52% gave no answer. The most common remaining symptoms were taste and smell disturbances (7.7%), exhaustion (5.8%), shortness of breath (5.8%) and dizziness (5.8%) (not shown in table).

When comparing SARS-CoV-2 positive participants, depending on the IgG titre level, the most common symptoms with a titre of  $\geq 0.8$  to  $< 1.5$  were cough (43.8%), rhinitis (37.5%), headache (37.5%) and loss of taste/smell. Among participants with an IgG  $\geq 1.5$ , the most common symptoms were loss of taste/smell (57.6%), fatigue/exhaustion (57.6%), rhinitis (51.5%) and headache (51.5%). Only the difference regarding fatigue and exhaustion (25.0% versus 57.6%) was statistically significant with respect to the IgG titre (Table 4).

Table 1: Description of the study population and comparison of negatively vs. positively tested HW

	Total HW N=903		Negative HW N=851 (94.2%)		Positive HW N=52 (5.8 %)		p-value
Age	17–83 years Mean 43.54 Median 44 SD=12.876		17–83 years, Mean 43.85 Median 45.0 SD=12.141		20–64 years Mean 38.48 Median 37.0 SD=13.408		t-test 0.002
Gender	N	%*	N	%**	N	%**	Chi <sup>2</sup>
Male	235	26	217	92.3	18	7.7	0.146
Female	668	74	634	94.9	34	5.1	
Occupation							
Doctor	175	19.4	164	93.7	11	6.3	0.256
Nurse	382	42.3	354	92.7	28	7.3	
Nursing assistant	29	3.2	26	89.7	3	10.3	
Peripheral healthcare role	71	7.9	69	97.2	2	2.8	
Administrative staff	79	8.7	74	93.7	5	6.3	
Cleaning/kitchen staff	42	4.7	41	97.6	1	2.4	
Other occupation	125	13.8	123	98.4	2	1.6	
Department							
Emergency	78	8.6	66	84.6	12	15.4	0.003
Surgical ward	129	14.3	120	93	9	7.0	
Non-surgical ward	178	19.7	163	91.6	15	8.4	
Intensive care ward	132	14.6	127	96.2	5	3.8	
Laboratory	3	0.3	3	100	–	–	
Radiology	39	4.3	38	97.4	1	2.6	
Administration	74	8.2	69	93.2	5	6.8	
Central services <sub>1</sub> & housekeeping <sub>2</sub>	50	5.5	50	100	–	–	
Other	220	24.4	215	97.7	5	2.3	
COVID-19 ward							
Yes	334	37.0	311	93.1	23	6.9	0.450
No	569	63.0	540	94.9	29	5.1	
Contact with COVID-19 patients							
Multiple contacts	474	52.5	440	92.8	34	7.2	Trend 0.033
One contact	117	13.0		94.0	7	6.0	
No contact	312	34.6	301	96.5	11	3.5	
Duration of contact <sub>3</sub>							
Over 15 minutes	407	45.0	376	92.4	31	7.6	Trend 0.026
Under 15 minutes	178	19.7	168	94.4	10	5.6	
No contact	318	35.2	307	96.5	11	3.5	
PPE during contact							
Yes	337	37.3	323	95.8	14	4.2	0.139
No	566	62.7	528	93.3	38	6.7	
Type of PPE(multiple answers)							
Face mask (surgical/FFP2) <sup>***</sup>	527	58.4	492	93.4	35	6.6	0.194
Goggles	392	43.4	364	92.9	28	7.1	0.149
Gloves	483	53.5	451	93.4	32	6.6	0.254
Gown	442	48.9	410	92.8	32	7.2	0.065
Private contact with SARS-CoV-2 infected individuals							
Yes	135	15.0	118	87.4	17	12.6	0.001
No	768	85.0	733	95.4	35	4.6	
Holiday in risk area							
Yes	178	19.7	162	91.0	16	9.0	0.039
No	725	80.3	689	95.0	36	5.0	

<sub>1</sub> Central services: Storage, pick-up and drop-off service, maintenance, entrance gate

<sub>2</sub> Housekeeping: Cleaning, kitchen

<sub>3</sub> Duration of contact: In case of multiple contact → Duration of the longest contact

PPE = personal protective equipment

\* Column %

\*\* Row %

\*\*\* Participants who ticked "Yes" in each case (multiple responses possible)



Table 3: Risk factors for a SARS-CoV-2 infection

	Negative (N=851)		Positive (N=52)		OR	95% CI
	N	%	N	%		
Occupational infection risk						
Low	474	96.1	19	3.9	1	–
High	377	92.0	33	8.0	1.9 <sup>1</sup>	1.3–4.2
Contact with COVID-19 patients						
No contact	301	96.5	11	3.5	1	–
One contact	301	96.5	11	3.5	1.8	0.7–4.7
Multiple contacts	440	92.8	34	7.2	2.2 <sup>2</sup>	1.1–4.5
Duration of job-related contact						
No contact	307	96.5	11	3.5	1	–
Under 15 minutes	168	94.4	10	5.6	1.6	0.6–3.7
Over 15 minutes	376	92.4	31	7.6	2.2 <sup>3</sup>	1.1–4.6
Private contact						
No	733	95.4	35	4.6	1	–
Yes	118	87.4	17	12.6	2.8	1.6–5.7
Holiday in risk area						
No	689	95.0	36	5.0	1	–
Yes	162	91.0	16	9.0	1.5	0.9–3.0

<sup>1</sup> After adjusting for age, the OR remains constant at 1.9, and the 95% CI is 1.04–3.5

<sup>2</sup> After adjusting for age, the OR is 1.7 (95% CI 0.8–3.6)

<sup>3</sup> After adjusting for age, the OR is 1.7 (95% CI 0.8–3.7)

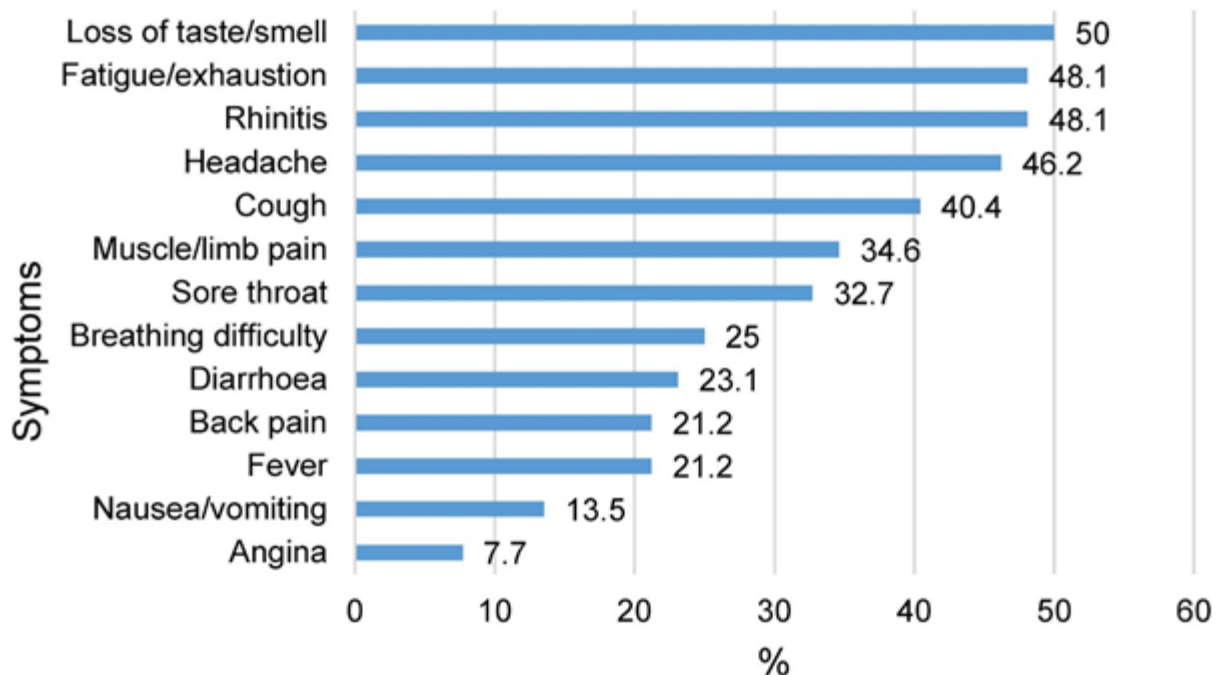


Figure 1: Symptoms of COVID-19 in PCR or IgG positive HW (n=52)

Table 4: Symptoms depending on titre level

	IgG $\geq$ 1.5 (n=33)		IgG $\geq$ 0.8–<1.5 (n=16)		p-value
	N	%	N	%	
Loss of taste/smell	19	57.6	5	31.3	0.128
Fatigue/exhaustion	19	57.6	4	25	0.039
Rhinitis	17	51.5	6	37.5	0.382
Headache	17	51.5	6	37.5	0.382
Cough	12	36.4	7	43.8	0.757
Muscle/limb pain	14	42.4	3	18.8	0.123
Sore throat	9	27.3	6	27.5	0.520
Breathing difficulty	9	27.3	4	25	1.000
Diarrhoea	10	30.3	2	12.5	0.290
Back pain	9	27.3	1	6.3	0.135
Fever	7	21.2	3	18.8	1.000
Nausea/vomiting	7	21.2	0	0	0.080
Angina	4	12.1	0	0	0.289

## Discussion

By means of antibody testing, this study investigated the development of SARS-CoV-2 infection during the first wave in Germany among the staff of a hospital. Out of 903 participants, 52 (5.8%) were infected. Despite being a low rate, it is higher than in comparable studies in Germany during the first wave. For example, 3.9% of healthcare staff were infected in Eschweiler (study period 27 April 2020–20 May 2020) [10]. In a study from Bonn (study period 9 March–30 April 2020), 1% of staff were infected [11]. The infection rate was 1.8% in Hamburg (study period 20 March–17 July 2020) and 1.6% in Essen (study period 25 March–21 April 2020), although in Essen, only staff who had direct contact with SARS-CoV-2 patients were tested [12], [13]. When compared across Europe, a study from Italy (Rome), where the virus first appeared in Europe (18 March–27 April 2020), indicated that 2.7% of the staff were infected [14]. The high infection rate of the Rhine-Maas Hospital is probably associated with its proximity to the Heinsberg district, which was severely affected by SARS-CoV-2 at the beginning of the first wave.

In terms of the frequency of the symptoms, there are parallels with other surveys: in the Bonn study, 72% of those infected had symptoms (50% in this study) [11]. The Eschweiler study found that 30.8% of those infected had symptoms [10], the most common being headache (30.3%), fatigue/exhaustion (30.3%), sore throat (28.8%) and cough (28.8%). Loss of taste/smell was only found in 3% of the cases. In the Hamburg study, the symptoms included rhinorrhoea (72.7%), headache (68.2%), muscle pain (59.1%) and cough (50%) [12]. It is worth noting that in our study 11% continued to have symptoms for more than four weeks, indicating Long COVID.

The significantly increased risk among those returning from risk areas is also found in the Bonn study: 18% of the infected staff (n=56) had been to a risk area [11]. In the Eschweiler study, 60.5% of those infected had had

contact with a positive case, and 36.8% for more than 15 minutes, with 28.9% wearing a facemask at work [10]. In the present study, 78.8% had contact, and 59.6% had contact for more than 15 minutes, with 67.3% of those infected reporting that they had worn a facemask at work. With regard to the effectiveness of protective measures, it should be taken into account that those infected with SARS-CoV-2 had a higher proportion of longer contact duration (31 of 52 [59.6%] versus 376 of 903 [41.6%]). Strikingly, in this study, the percentage of infected individuals is the highest among nursing assistants compared to the other occupational groups with patient contact. A cross-sectional study from China came to a similar conclusion and suggested that increased medical education plays a role in the prevention of the disease [15].

## Strengths and limitations of the study

The period of the study from 19.6.2020 to 17.7.2020 covers the first "Corona wave", as the antibody tests conducted reflect the entire course of infection during this period. The location of the hospital near a risk area allows a good assessment of the risk of disease for such a case. Because of the high participation rate, this can be considered representative of the course of infection among hospital staff.

Before the study started, 23 participants already knew about their disease, so there is a risk of bias, for instance, due to selecting symptoms typical of SARS-CoV-2 when answering the questions. Due to the heightened risk, hospital volunteers were given time off from work shortly after the pandemic began. They only came to the hospital for testing. This would mean that the volunteers would have no occupational infection risk during the time up to testing, compared to the rest of the staff. Furthermore, due to the low infection rate, the number of infected HW was small. This did not permit extensive analysis of risk factors. Nevertheless, work-related risk factors were observed. This knowledge might be useful for assessing claims of COVID-19 as occupational disease [16].

## Outlook and personal comments by the occupational health doctor (A. E-A)

This study addressed the impact of the first "Corona wave" on the staff of a hospital. At the time, there was still some uncertainty about effective protective measures. For instance, the staff on the "Corona ward" frequently rotated; consequently, there was a risk of carry-over to other areas of the hospital. It should also be noted that each "wave" is different: the "third wave" in particular, characterised by the British variant, has led to increased infections in the RMK (105 staff members from November to April) despite increased protective measures (personal communication). However, since the start of the vaccination campaign for healthcare staff, the number of tests has decreased as fewer staff members have shown symptoms. Since May 2021, only one staff member (who did not wish to be vaccinated) tested positive,



which clearly speaks for the success of vaccination. Now, booster vaccinations are being administered at the hospital, as some vaccine breakthroughs have been observed.

## Conclusions and implications for practice

Although the RMK was serving patients from one of the first hot spots in Germany, the infection rate after the first wave of the pandemic was rather low. Nevertheless, HW with contact to patients with COVID-19 had an increased infection risk after controlling for private risk factors. This should be considered regarding the assessment of COVID-19 as an occupational disease. Most of the HW reported contact to COVID-19 patients in our study. An improved emergency plan might help reduce contacts to a limited number of HW. PPE did not show a protective effect in this study. Improving availability of PPE and exercising the correct use of PPE might be helpful in the future to better protect HW from infection.

## Notes

### Competing interests

The research work of CVcare at the University Medical Centre Hamburg-Eppendorf (UKE) is primarily funded by the BGW. The BGW had no part in the design of the study, the collection, analysis, or interpretation of data, writing the manuscript, or the decision to publish the results. The other authors from the RMK state that there are no conflicts of interest.

### Acknowledgement

The study was funded by the Statutory Accident Insurance and Prevention in the Health and Welfare Services (BGW) in Hamburg.

We would like to thank the study team at the Rhine-Maas Hospital, especially the staff, for their participation in the study.

## References

1. Robert Koch Institute (RKI). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Daily Situation Report of the Robert Koch Institute 31/12/2020 – Updated status for Germany. Berlin: RKI; 2020 [last access 2021 Dec 19]. Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/Dez\\_2020/2020-12-31-en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Dez_2020/2020-12-31-en.pdf?__blob=publicationFile)
2. Bandyopadhyay S, Baticulon RE, Kadhum M, Alser M, Ojuka DK, Badereddin Y, Kamath A, Parepalli SA, Brown G, Iharchane S, Gandino S, Markovic-Obiago Z, Scott S, Manirambona E, Machhada A, Aggarwal A, Benazaize L, Ibrahim M, Kim D, Tol I, Taylor EH, Knighton A, Bbaale D, Jasim D, Alghoul H, Reddy H, Abuelgasim H, Saini K, Sigler A, Abuelgasim L, Moran-Romero M, Kumarendran M, Jamie NA, Ali O, Sudarshan R, Dean R, Kissyova R, Kelzang S, Roche S, Ahsan T, Mohamed Y, Dube AM, Gwini GP, Gwohyala R, Brown R, Papon MRKK, Li Z, Ruzats SS, Charuvila S, Peter N, Khalidy K, Moyo N, Alser O, Solano A, Robles-Perez E, Tariq A, Gaddah M, Kolovos S, Muchemwa FC, Saleh A, Gosman A, Pinedo-Villanueva R, Jani A, Khundkar R. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review. *BMJ Glob Health*. 2020 12;5(12). DOI: 10.1136/bmjgh-2020-003097
3. Karlsson U, Fraenkel CJ. Covid-19: risks to healthcare workers and their families. *BMJ*. 2020 10;371:m3944. DOI: 10.1136/bmj.m3944
4. Koh D. Occupational risks for COVID-19 infection. *Occup Med (Lond)*. 2020 03;70(1):3-5. DOI: 10.1093/occmed/kqaa036
5. Ferland L, Carvalho C, Gomes Dias J, Lamb F, Adlhoeh C, Suetens C, Beauté J, Kinross P, Plachouras D, Hannila-Handelberg T, Fabiani M, Riccardo F, van Gageldonk-Lafeber AB, Teirlinck AC, Mossong J, Vergison A, Melillo J, Melillo T, Mook P, Pebody R, Coutinho Rehse AP, Monnet DL. Risk of hospitalization and death for healthcare workers with COVID-19 in nine European countries, January 2020–January 2021. *J Hosp Infect*. 2022 Jan;119:170-4. DOI: 10.1016/j.jhin.2021.10.015
6. Möhner M, Wolik A. Differences in COVID-19 Risk Between Occupational Groups and Employment Sectors in Germany. *Dtsch Arztebl Int*. 2020 09;117(38):641-2. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0641
7. EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG. Characteristics of EUROIMMUN ELISA for COVID-19 diagnostics – YI\_2606\_I\_UK\_C. Lübeck: EUROIMMUN; 2020. Available from: [https://www.coronavirus-diagnostics.com/documents/Indications/Infections/Coronavirus/YI\\_2606\\_I\\_UK\\_C.pdf](https://www.coronavirus-diagnostics.com/documents/Indications/Infections/Coronavirus/YI_2606_I_UK_C.pdf)
8. EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG. Anti-SARS-CoV-2 QuantiVac ELISA (IgG) – EI\_2606\_D\_DE\_B05. Lübeck: EUROIMMUN; 2021. Available from: [https://www.coronavirus-diagnostics.de/documents/Indications/Infections/Coronavirus/EI\\_2606\\_D\\_DE\\_B.pdf](https://www.coronavirus-diagnostics.de/documents/Indications/Infections/Coronavirus/EI_2606_D_DE_B.pdf)
9. Van Elslande J, Houben E, Depypere M, Brackenier A, Desmet S, André E, Van Ranst M, Lagrou K, Vermeersch P. Diagnostic performance of seven rapid IgG/IgM antibody tests and the Euroimmun IgA/IgG ELISA in COVID-19 patients. *Clin Microbiol Infect*. 2020 Aug 26(8):1082-7. DOI: 10.1016/j.cmi.2020.05.023
10. Platten M, Cranen R, Peters C, Wisplinghoff H, Nienhaus A, Bach AD, Michels G. Prävalenz von SARS-CoV-2 bei Mitarbeitern eines Krankenhauses der Regel-/Schwerpunktversorgung in Nordrhein-Westfalen [Prevalence of SARS-CoV-2 in employees of a general hospital in Northrhine-Westphalia, Germany]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2021 03;146(5):e30-e38. DOI: 10.1055/a-1322-5355
11. Menting T, Krause K, Benz-Tetty F, Boehringer R, Laufer D, Gruber B, Crump M, Schieferdecker R, Reuhl S, Kaferstein A, Engelhart S, Streck H, Marx B, Aldabbagh S, Eis-Hübinger A, Rockstroh JK, Schwarze-Zander C. Low-threshold SARS-CoV-2 testing facility for hospital staff: Prevention of COVID-19 outbreaks? *Int J Hyg Environ Health*. 2021 01;231:113653. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113653



12. Brehm TT, Schwinge D, Lampalzer S, Schlicker V, Küchen J, Thompson M, Ullrich F, Huber S, Schmiedel S, Addo MM, Lütgehetmann M, Knobloch JK, Schulze Zur Wiesch J, Lohse AW. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies among hospital workers in a German tertiary care center: A sequential follow-up study. *Int J Hyg Environ Health*. 2021 03;232:113671. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113671
13. Korth J, Wilde B, Dolff S, Anastasiou OE, Krawczyk A, Jahn M, Cordes S, Ross B, Esser S, Linde-mann M, Kribben A, Dittmer U, Witzke O, Herrmann A. SARS-CoV-2-specific antibody detection in healthcare workers in Germany with direct contact to COVID-19 patients. *J Clin Virol*. 2020 Jul;128:104437. DOI: 10.1016/j.jcv.2020.104437
14. Lahner E, Dilaghi E, Prestigiacomo C, Alessio G, Marcellini L, Simmaco M, Santino I, Orsi GB, Anibaldi P, Marcolongo A, Annibale B, Napoli C. Prevalence of Sars-Cov-2 Infection in Health Workers (HWs) and Diagnostic Test Performance: The Experience of a Teaching Hospital in Central Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 06;17(12). DOI: 10.3390/ijerph17124417
15. Zhang M, Zhou M, Tang F, Wang Y, Nie H, Zhang L, You G. Knowledge, attitude, and practice regarding COVID-19 among healthcare workers in Henan, China. *J Hosp Infect*. 2020 Jun;105(2):183-7. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.04.012
16. Nowak D, Ochmann U, Brandenburg S, Nienhaus A, Woltjen M. COVID-19 als Berufskrankheit oder Arbeitsunfall: Überlegungen zu Versicherungsschutz und Meldepflicht in der gesetzlichen Unfallversicherung [COVID-19 as an occupational disease or work-related accident: Considerations regarding insurance cover and reporting obligation in the statutory accident insurance]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2021 Feb;146(3):198-204. DOI: 10.1055/a-1341-7867

**Corresponding author:**

Prof. Dr. Albert Nienhaus  
 University Hospital Hamburg-Eppendorf (UKE), Institute  
 for Health Services Research in Dermatology and Nursing  
 (IVDP), Centre for Epidemiology and Health Services  
 Research for Healthcare Professionals (CVcare),  
 Martinistraße 52, Bethanien-Höfe, 20246 Hamburg,  
 Germany  
 Albert.Nienhaus@bgw-online.de

**Please cite as**

Stüven P, Mühlenbruch G, Evenschor-Ascheid A, Conzen E, Peters C, Schablon A, Nienhaus A. COVID-19 infections in staff of an emergency care hospital after the first wave of the pandemic in Germany. *GMS Hyg Infect Control*. 2022;17:Doc04. DOI: 10.3205/dgkh000407, URN: urn:nbn:de:0183-dgkh0004073

**This article is freely available from**

<https://doi.org/10.3205/dgkh000407>

**Published:** 2022-03-01

**Copyright**

©2022 Stüven et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

## **II. Abstract**

### **History**

Frontline workers in hospitals face higher risk of contracting COVID-19. As a result, it has become necessary to monitor the situation so infected members of staff do not infect patients and their family members. The first case of COVID-19 in Germany was identified on 27 January 2020. In the summer of 2020, all members of staff at the Rhine-Maas Hospital (RMK) were provided the opportunity to do an antibody testing for SARS-CoV-2. A location near the hospital became a hotspot for COVID-19 infections which rendered this research study of particular interest.

### **Methodology**

A cross-sectional study was carried out from 19 June 2020 to 17 July 2020. Blood samples from participants were qualitatively tested for SARS-CoV-2 antibodies with an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). A test was considered positive with an IgG titre of 0.8 IU/mL or more. In addition, all members of staff who had tested positive for SARS-CoV-2 with polymerase chain reaction (PCR) after February 2020, were included in the study. Occupational and non-occupational risk factors for infection were also determined. Members of staff in the intensive care ward, the emergency department, or a SARS-CoV-2 ward (“corona ward”) were predefined as being at higher risk. Odds ratio (OR) was calculated using logistical regression for occupational and non-occupational risks for infection.

### **Results**

925 members of staff initially took part in the study, however, 22 of them were later excluded from it for various reasons. The research results are built upon the information provided by 903 members of staff. 52 of these (5.8%) tested positive with a PCR test or an IgG test. During the study, approximately half of the infections (55%) were only detectable with serological testing. Members of staff with tasks classified as “at-risk” had an infection OR of 1.9 (95% CI 1.04–3.5). Risk factors were identified as private contact (OR of 1.5; 95 % CI 0,9–3,0) with people who had been infected during holiday in SARS-CoV-2 hotspots (OR of 1.5; 95 %-CI 0,9–3,0). At the time of data collection, 11.5% of infected cases reported that they had not fully recovered from the infection.

### **Discussion**

Following the first wave of COVID-19, 5.3% of members of staff at the RMK tested positive for the infection. The study detected an increase in the occupational risks for infection even when the non-occupational risks had been controlled. This should be taken into account in the recognition of COVID-19 as an occupational disease. Methods to improve protection against nosocomial transmissions should also be considered.

### III. Dissertationsschrift

#### Hintergrund

Im Dezember 2019 wurden in China zum ersten Mal Fälle von Erkrankungen mit einem neuartigen Coronavirus (SARS-CoV-2-Virus) bekannt. Innerhalb weniger Monate entwickelten sich SARS-CoV-2-Infektionen durch das Virus zu einer Pandemie. Typische Symptome einer Infektion mit SARS-CoV-2 sind Husten, Schnupfen, Halsschmerzen und Fieber. Auch Anosmie und Dysgeusie werden häufig beschrieben. Tödliche Komplikationen können beim schweren Verlauf durch eine fulminante interstitielle Pneumonie entstehen. Häufig ist hierbei Luftnot das erste Anzeichen. Die Erkrankung mit ihrer vielfältigen Symptomatik wird als COVID-19 bezeichnet. Der erste Fall in Deutschland wurde am 27. Januar 2020 nachgewiesen. In diesem Jahr erkrankten in Deutschland über 1,7 Millionen Menschen, von denen mehr als 33.000 im Zusammenhang mit einer SARS-CoV-2-Infektion verstarben [1].

Die Last der an SARS-CoV-2-Erkrankten bringt das Gesundheitssystem bis heute immer wieder an seine Grenzen, die Folgen sind bisher nicht absehbar. Gerade Menschen in Arbeitsbereichen, die in vorderster Linie gegen das Virus antreten, z.B. Ärzte\* und Pflegende, scheinen einem deutlich erhöhten Risiko ausgesetzt zu sein, selbst an COVID-19 zu erkranken. Bis Mai 2020 gab es 152.888 SARS-CoV-2-Infektionen und 1.413 Tote unter Beschäftigten aus dem medizinischen Bereich [2]. Auch in Studien wurde eine erhöhte Prävalenz bei medizinischen Beschäftigten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung festgestellt [3, 4]. In einer europäischen Studie wurde das Risiko für SARS-CoV-2-Infektion bei Beschäftigten im Gesundheitswesen mit dem Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion in der Allgemeinbevölkerung verglichen: Das bereinigte Befallsratenverhältnis bei Beschäftigten im Gesundheitswesen (im Vergleich zu Nichtbeschäftigten im Gesundheitswesen) betrug 3,0 (95 % CI 2,2–4,0) [5]. Krankenschreibungen oder Krankenhausaufenthalte aufgrund von COVID-19 waren nach Angaben der deutschen Krankenkassen bei Beschäftigten im Gesundheitswesen 2,4-mal häufiger als in allen anderen Berufen [6].

Folglich sollte mit allen Möglichkeiten versucht werden, die Ausbreitung der Erkrankung unter Beschäftigten im Gesundheitswesen zu stoppen sowie potenziellen Risikofaktoren entgegenzuwirken. Dies kann über die Einhaltung der allgemeinen Hygieneregeln, das zusätzliche Tragen von persönlicher Schutzausrüstung und mittels COVID-19-Impfungen erfolgen. Dabei sollten auch mögliche Mutationen im Blick behalten werden, die weitere Maßnahmen erfordern, z.B. die Anpassung von Impfstoffen.

Um die Situation der Beschäftigten in einem Krankenhaus zu untersuchen, wurde im Rhein-Maas-Klinikum (RMK) in der Städteregion Aachen nach der ersten Welle im Sommer 2020 eine Querschnittsstudie durchgeführt. Das RMK ist ein Klinikum der Primärversorgung. Es liegt in der Nähe des Kreises Heinsberg, der besonders am Anfang von der ersten Infektionswelle betroffen war. Daher war die Untersuchung des Infektionsgeschehens zu Beginn der Pandemie bei den Mitarbeitenden dieses Klinikums von besonderem Interesse.

\*) Zur besseren Lesbarkeit wird das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.



## Methode

### Studiendesign und Teilnehmer

Die Studie wurde als Querschnittsanalyse von 19. Juni 2020 bis 17. Juli 2020 durchgeführt. In der Klinik waren zum Zeitpunkt der Erhebung 1.532 Mitarbeiter beschäftigt und es gab insgesamt 663 Krankenhausbetten (Planbetten inklusive geriatrischer Rehabilitation). Dieser Studie vorausgegangen war ein Ausbruchsgeschehen im Februar 2020. Zu diesem Zeitpunkt wurden Mitarbeitende mit typischen COVID-19-Symptomen oder mit bekanntem Kontakt zu infektiösen Patienten mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR-Test) untersucht. Eine systematische Untersuchung aller Mitarbeitenden erfolgte zu dem Zeitpunkt nicht.

In dieser Studie wurden keine PCR-Tests durchgeführt, sondern die spezifischen Antikörpertiter untersucht. Auf PCR-Tests wurde verzichtet, da zum Zeitpunkt der Studie die Inzidenz von SARS-CoV-2-Infektionen in der Bevölkerung gering war und der logistische Aufwand für PCR-Tests bei allen Mitarbeitern nicht gerechtfertigt erschien.

Die Studie fand als Prävalenzstudie im Rahmen einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung statt. Über E-Mail und Intranet wurde das gesamte Krankenhauspersonal des RMK mehrfach über das Vorhaben der Studie informiert. Die Teilnahme war freiwillig. Allen Mitarbeitern wurde unabhängig von einer patientennahen Tätigkeit die Möglichkeit gegeben, an der Studie teilzunehmen. Ausschlusskriterien gab es nicht. Es wurden keine finanziellen oder anderen Anreize für die Teilnahme angeboten. Zusätzlich zur im Intranet bereitgestellten Teilnehmerinformation erfolgte eine Aufklärung im persönlichen Gespräch. Alle Teilnehmer gaben vorab ihr schriftliches Einverständnis. Die Finanzierung war über die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) sichergestellt. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Ärztekammer Hamburg genehmigt (Ethikantrag Nr. PV7298).

Für die Studie wurde allen Teilnehmern Blut (1 Serum-Monovette) entnommen. Das RMK stellte das Personal für die Blutabnahmen, deren Koordination, die Erhebung der Daten und deren Verschlüsselung. Die Blutentnahmen wurden von der Betriebsärztin (A. E-A) und ihren Mitarbeitern vorgenommen. Zusätzlich wurde in verschiedenen Abteilungen von den dort tätigen Mitarbeitern selbst Blut abgenommen. Des Weiteren gab es ein Phleboteam (Team von Mitarbeitern, das nur für die Blutentnahme im RMK zuständig ist), das die Blutabnahmen unterstützte.

Die Auswertung der Serologie erfolgte in einem externen Labor, das mit dem RMK seit Jahren kooperiert und in diesem Klinikum eine Dependence hat; so sind einige Labormitarbeiter sowie der Laborleiter gleichzeitig auch Mitarbeiter des RMK.

Die Blutproben wurden mit Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISA) qualitativ auf SARS-CoV2-Antikörper (IgG und IgA) getestet und die Untersuchungen gemäß den Anweisungen des Herstellers durchgeführt [7]. IgG-Werte  $< 0,8$  IU/ml in der Serologie wurden als negativ und IgG-Werte  $\geq 0,8$  IU/ml als positiv bewertet. Dagegen wurden Teilnehmer mit isoliertem Nachweis von IgA, wegen der unzureichenden Spezifität von IgA, nicht als positiv gewertet [7,8].

Als infiziert angesehen wurden alle Mitarbeitenden mit einem positiven PCR-Test in der Vorgeschichte und/oder einem positiven IgG-Test ( $\geq 0,8$  IU/ml). Teilnehmer mit einem IgG im Bereich von  $0,8$  bis  $< 1,5$  IU/ml und Teilnehmer mit einem IgG im Bereich von  $\geq 1,5$  IU/ml wurden

auf typische COVID-19-Ergebnisse verglichen [8, 9]. Ein selbstentwickelter Fragebogen umfasste neben soziodemografischen Angaben das Infektionsrisiko, dem die Mitarbeiter ausgesetzt waren und noch sind – sowohl im beruflichen, als auch im privaten Umfeld. Des Weiteren waren Fragen zu Aufenthalten in Risikogebieten enthalten.

Um die Infektionsgefährdung gegenüber SARS-CoV-2 besser beurteilen zu können, wurden alle Teilnehmer in Risikogruppen unterteilt. Als Gruppe mit hohem Infektionsrisiko wurden Mitarbeiter in der Intensivstation, der zentralen Notaufnahme oder auf einer SARS-CoV-2-Station („Coronastation“) zusammengefasst. Ein mittleres Infektionsrisiko bestand bei allen übrigen Mitarbeitern mit patientennahen Tätigkeiten. Patientenferne Tätigkeiten, wie in der Verwaltung, im EDV- und Technikbereich oder in der Küche, wurden mit einem niedrigen Infektionsrisiko eingestuft. Diese Einteilung in Risikogruppen erfolgte vor der Blutabnahme, also bevor der Infektionsstatus bekannt war.

### **Statistische Analyse**

Die Auswertung der Daten erfolgte mit deskriptiven Methoden. SARS-CoV-2-Positive im PCR-Test oder im IgG-Antikörpertest wurden im Vergleich zu SARS-CoV-2-Negativen dargestellt. Kategoriale Variablen wurden mit absoluten und relativen Häufigkeiten und metrische Variablen durch Mittelwert (MW), Median, Standardabweichung (SD) sowie Spannweite (Range) präsentiert. Gruppenunterschiede wurden mit dem Chi-Quadrat-Test bzw. bei kleiner Zellenbesetzung mit dem exakten Test nach Fisher oder bei metrischen Variablen mit einem t-Test berechnet. Eine multiple logistische Regression wurde für das Outcome der SARS-CoV-2-Infektion (ja/nein) und die Höhe des geschätzten Infektionsrisikos durchgeführt. Als zusätzliche unabhängige Variablen wurden das Alter und das Geschlecht sowie private Kontakte zu Personen mit SARS-CoV-2-Infektionen und Urlaube in Risikogebieten berücksichtigt. Die Modellbildung erfolgte schrittweise. Nur Variablen mit einem p-Wert  $\leq 0,1$  wurden im Modell belassen. Ein p-Wert von  $\leq 0,05$  wurde als statistisch signifikant angesehen. Die statistische Analyse wurde mit SPSS (Version 27) durchgeführt.

## **Ergebnisse**

### **Studienpopulation und Antwortrate**

Insgesamt nahmen 925 Mitarbeiter (Responserate 60,4 %) des RMK an der Studie teil. Ausgeschlossen wurden acht Teilnehmer wegen fehlender Fragebögen und 14 Teilnehmer aufgrund mangelnder Angaben. Somit konnten insgesamt 903 Mitarbeiter in die Auswertung eingeschlossen werden. Das Alter der Teilnehmer lag zwischen 17 und 83 Jahren (Median 44 Jahre, Mittelwert 43,5 Jahre) (*Tabelle 1*). Das hohe Alter einiger Studienteilnehmer ( $n = 4$ ) lässt sich auf ihre ehrenamtliche Tätigkeit zurückführen. Nach Bekanntwerden des Risikos von SARS-CoV-2 für ältere Menschen mussten diese umgehend zu Hause bleiben, auch zum Schutz der vulnerablen Patientengruppen, die sie betreuten. 74 % der Mitarbeiter waren Frauen. Die größte Berufsgruppe umfasste die Pflegekräfte mit 42,3 %, gefolgt von Ärzten mit 19,4 %. Die häufigsten Tätigkeitsfelder lagen in nicht chirurgisch arbeitenden Stationen (19,7 %), gefolgt von den Intensivstationen (14,6 %) und den chirurgischen Stationen (14,3 %) (*Tabelle 1*).

Insgesamt wurden 52 Mitarbeiter (5,8 %) positiv auf SARS-CoV-2 getestet. Vor der Studie wurden 23 Mitarbeiter mittels PCR-Test positiv getestet. Davon hatten 20 Mitarbeiter (87 %) einen positiven IgG-Test und drei einen negativen IgG-Test (13,0 %). Weitere 29 Mitarbeiter (3,2 %) hatten eine positive Serologie ( $\text{IgG} \geq 0,8 \text{ IU/ml}$ ), ohne dass die SARS-CoV-2-Infektion vorher mittels PCR-Test diagnostiziert worden war (*Tabelle 2*).

### **Risikofaktoren für SARS-CoV-2-Infektionen**

Das Durchschnittsalter eines SARS-CoV-2-Erkrankten betrug 38,5 Jahre, das Alter bei negativ getesteten Personen 43,9 Jahre ( $p = 0,002$ ) (*Tabelle 1*). Das Geschlecht hatte keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit eines positiven Testergebnisses (Männer 7,7 %, Frauen 5,1 %,  $p = 0,146$ ). Pflegehelfer hatten die höchste Rate positiver Ergebnisse (10,3 %) und Reinigungs- und Küchenkräfte sowie sonstige Berufe die niedrigste (1,6 %). Diese Unterschiede waren aber nicht statistisch signifikant. Die Wahrscheinlichkeit einer SARS-CoV-2-Infektion war für Mitarbeiter der Notaufnahme am höchsten (15,4 %). Für Mitarbeiter auf Coronastationen war das Infektionsrisiko nicht erhöht (6,9 % versus 5,1 %). Die Kontaktdauer und das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung hatten in dieser Studie keinen Einfluss auf die Prävalenz der SARS-CoV-2-Infektionen (*Tabelle 1*).

Die SARS-CoV-2 Prävalenz bei Mitarbeitenden wurde anhand des Arbeitsbereiches in drei Risikogruppen eingeteilt. Die Prävalenz bei Mitarbeitenden mit einem als niedrig eingeschätzten Infektionsrisiko unterschied sich nicht von der Prävalenz bei denen mit einem mittleren Infektionsrisiko (3,7 % versus 3,9 %) (*keine Tabelle*). Deshalb wurden diese beiden Gruppen zusammengefasst. Ein hohes Infektionsrisiko bestand bei 410 Mitarbeitern (*Tabelle 3*). Die betroffenen Berufsgruppen waren Pflegekräfte, Ärzte und Reinigungspersonal, welche auf der Notaufnahme, Intensivstation und den Coronastationen arbeiteten. Mitarbeiter mit einem hohen Infektionsrisiko hatten ein annähernd doppelt so hohes Risiko für eine Infektion wie Mitarbeiter mit einem niedrigen (8,0 % versus 3,7 %) oder mittleren Infektionsrisiko (8,0 % versus 3,9 %). Das für berufliche Infektionsrisiko adjustierte Odds Ratio (OR) beträgt 1,9 (95 %-CI 1,3–4,2). Nach zusätzlicher Kontrolle für das Alter ändert sich das OR nicht, lediglich das 95 %-CI verändert sich, (95 %-CI 1,04–3,5), bleibt aber statistisch signifikant. Mitarbeiter mit mehreren berufsbedingten Kontakten zu COVID-19-Patienten oder mit Kontakten, die länger als 15 Minuten dauerten, hatten ein erhöhtes OR von 2,2 für eine SARS-CoV-2-Infektion (bei mehrmaligen Kontakten: 95 %-CI 1,1–4,5, bei Kontakten über 15 Minuten: 95 %-CI 1,1–4,6). Das OR war jedoch nach der Alterskontrolle nicht mehr signifikant.

Bei privaten Kontakten zu SARS-CoV-2-Erkrankten war das Infektionsrisiko im Vergleich zu Personen ohne solche Kontakte signifikant erhöht (12,6 % versus 4,6 %, OR 2,8; 95 %-CI 1,6–5,7). Auch der Aufenthalt in einem Risikogebiet war mit einer SARS-CoV-2-Infektion (9,0 % versus 5,0 %) assoziiert. Allerdings war das adjustierte OR nicht signifikant (OR 1,5; 95 %-CI 0,9–3,0) (*Tabelle 2*).



**Tabelle 1:** Darstellung der Studienpopulation und Vergleich negativ versus positiv getesteter Mitarbeiter (MA)

	MA gesamt N = 903		MA negativ N = 851 (94,2 %)		MA positiv N = 52 (5,8 %)		p-Wert
<b>Alter</b>	17–83 Jahre MW 43,54 Median 44; SD = 12,876		17–83 Jahre, MW 43,85 Median 45,0 SD = 12,141		20–64 Jahre MW 38,48 Median 37,0 SD = 13,408		0,002
<b>Geschlecht</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	
Männlich	235	26	217	92,3	18	7,7	0,146
Weiblich	668	74	634	94,9	34	5,1	
<b>Tätigkeit</b>							
Arzt	175	19,4	164	93,7	11	6,3	0,256
Pflegekraft	382	42,3	354	92,7	28	7,3	
Pflegehelfer	29	3,2	26	89,7	3	10,3	
Med. Assistenzberuf	71	7,9	69	97,2	2	2,8	
Verwaltungsangestellter	79	8,7	74	93,7	5	6,3	
Reinigungs-/Küchenkraft	42	4,7	41	97,6	1	2,4	
Sonstiger Beruf	125	13,8	123	98,4	2	1,6	
<b>Bereich</b>							
Notaufnahme	78	8,6	66	84,6	12	15,4	0,003
Chirurgische Station	129	14,3	120	93	9	7,0	
Nichtchirurgische Station	178	19,7	163	91,6	15	8,4	
Intensivstation	132	14,6	127	96,2	5	3,8	
Labor	3	0,3	3	100	–	–	
Radiologie	39	4,3	38	97,4	1	2,6	
Verwaltung	74	8,2	69	93,2	5	6,8	
Zentrale Dienste <sup>1</sup> und Hauswirtschaft <sup>2</sup>	50	5,5	50	100	–	–	
Andere	220	24,4	215	97,7	5	2,3	
<b>COVID-19-Station</b>							
Ja	334	37,0	311	93,1	23	6,9	0,450
Nein	569	63,0	540	94,9	29	5,1	
<b>Dauer des Kontakts<sup>3</sup></b>							
Über 15 Minuten	407	45,0	376	92,4	31	7,6	0,120
Unter 15 Minuten	178	19,7	168	94,4	10	5,6	
Kein Kontakt	318	35,2	307	96,5	11	3,5	
<b>PSA bei Kontakt</b>							
Ja	337	37,3	323	95,8	14	4,2	0,139
Nein	566	62,7	528	93,3	38	6,7	
<b>Art der PSA (Mehrfachnennung)</b>							
Maske (MNS/FFP2)	527	58,4	492	93,4	35	6,6	0,194
Brille	392	43,4	364	92,9	28	7,1	0,149
Handschuhe	483	53,5	451	93,4	32	6,6	0,254
Kittel	442	48,9	410	92,8	32	7,2	0,065
<b>Privater Kontakt zu SARS-CoV-2-Erkrankten</b>							
Ja	135	15,0	118	87,4	17	12,6	0,001
Nein	768	85,0	733	95,4	35	4,6	
<b>Urlaub im Risikogebiet</b>							
Ja	178	19,7	162	91,0	16	9,0	0,039
Nein	725	80,3	689	95,0	36	5,0	

1. Zentrale Dienste: Lager, Hol- und Bringdienst, Technik, Pforte

2. Hauswirtschaft: Reinigung, Küche

3. Dauer des Kontakts: Bei mehrmaligen Kontakt => Dauer des längsten Kontakts

PSA = Persönliche Schutzausrüstung

MNS = Mund-Nasen-Schutz

**Tabelle 2:** Mitarbeiter mit positiver Serologie oder positivem PCR-Test

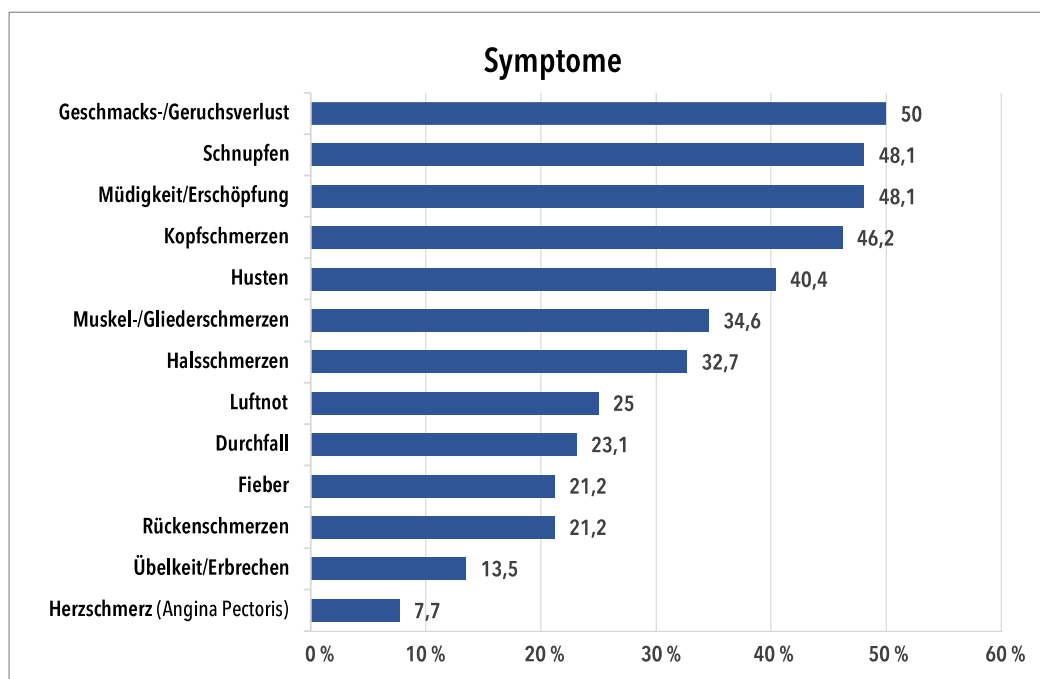
Tests	N	%
IgG positiv, kein PCR-Test	29	55,8
IgG positiv, PCR-Test positiv	20	38,5
IgG negativ, PCR-Test positiv	3	5,8
Alle positiv	52	100

**Tabelle 3:** Risikofaktoren für eine SARS-CoV-2-Infektion

	Negativ (N = 851)		Positiv (N = 52)		OR	95%-CI
	N	%	N	%		
<b>Berufliches Infektionsrisiko</b>						
Niedrig	474	96,1	19	3,9	1	–
Hoch	377	92,0	33	8,0	1,9 <sup>1</sup>	1,3–4,2
<b>Kontakt mit COVID-19-Patienten</b>						
Kein Kontakt	301	96,5	11	3,5	1	–
Einmaliger Kontakt	110	94,0	7	6,0	1,8	0,7–4,7
Mehrmaliger Kontakt	440	92,8	34	7,2	2,2 <sup>2</sup>	1,1–4,5
<b>Dauer des Kontakts</b>						
Kein Kontakt	307	96,5	11	3,5	1	–
Unter 15 Minuten	168	94,4	10	5,6	1,6	0,6–3,7
Über 15 Minuten	376	92,4	31	7,6	2,2 <sup>3</sup>	1,1–4,6
<b>Privater Kontakt</b>						
Nein	733	95,4	35	4,6	1	–
Ja	118	87,4	17	12,6	2,8	1,6–5,7
<b>Urlaub im Risikogebiet</b>						
Nein	689	95,0	36	5,0	1	–
Ja	162	91,0	16	9,0	1,5	0,9–3,0

1. Nach gleichzeitiger Kontrolle für das Alter bleibt das OR konstant bei 1,9 (95%-CI 1,04–3,5)
2. Nach gleichzeitiger Kontrolle für das Alter ist das OR 1,7 (95%-CI 0,8–3,6)
3. Nach gleichzeitiger Kontrolle für das Alter ist das OR 1,7 (95%-CI 0,8–3,7)

**Abbildung 1:** Symptome von COVID-19 bei positiven PCR-Test oder IgG-positiven Mitarbeitern (N = 52)



**Tabelle 4:** Symptome in Abhängigkeit zur Titerhöhe von IgG (N = 49)

	IgG $\geq 1,5$ IU/ml (N = 33)		IgG $\geq 0,8 - < 1,5$ IU/ml (N = 16)		p-Wert
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	
Geschmacks-/Geruchsverlust	19	57,6	5	31,3	0,128
Müdigkeit/Erschöpfung	19	57,6	4	25	0,039
Schnupfen	17	51,5	6	37,5	0,382
Kopfschmerzen	17	51,5	6	37,5	0,382
Husten	12	36,4	7	43,8	0,757
Muskel-/Gliederschmerzen	14	42,4	3	18,8	0,123
Durchfall	10	30,3	2	12,5	0,29
Halsschmerzen	9	27,3	6	27,5	0,520
Luftnot	9	27,3	4	25	1,000
Rückenschmerzen	9	27,3	1	6,3	0,135
Fieber	7	21,2	3	18,8	1,000
Übelkeit/Erbrechen	7	21,2	0	0	0,080
Angina Pectoris	4	12,1	0	0	0,289

### Mitarbeiter mit positivem Test

Die häufigsten Symptome bei positiv getesteten Mitarbeitern waren Geschmacks- und Geruchsverlust (50 %), Müdigkeit und Erschöpfung (48,1 %), Rhinitis (48,1 %), Kopfschmerzen (46,2 %) und Husten (40,4 %) (*Abbildung 1*). Zum Zeitpunkt der Studie gaben 11,5 % der positiv Getesteten an, dass sie sich noch nicht vollständig von der Erkrankung erholt hätten, und 36,5 % gaben an, sich erholt zu haben. 52 % gaben keine Antwort. Unter den anhaltenden Symptomen (*keine Tabelle*) waren am häufigsten Geschmacks- und Geruchsstörungen (7,7 %), Erschöpfung (5,8 %), Kurzatmigkeit (5,8 %) und Schwindel (5,8 %).

Beim Vergleich der Symptome von SARS-CoV-2 positiven Teilnehmern je nach IgG-Titerspiegel waren die häufigsten Symptome mit einem Titer von  $\geq 0,8$  bis  $< 1,5$  IU/ml: Husten (43,8 %), Rhinitis (37,5 %), Kopfschmerzen (37,5 %) und Geschmacks-/Geruchsverlust (31,3 %). Bei Teilnehmern mit einem IgG  $\geq 1,5$  IU/ml waren die häufigsten Symptome Geschmacks-/Geruchsverlust (57,6 %), Müdigkeit/Erschöpfung (57,6 %), Rhinitis (51,5 %) und Kopfschmerzen (51,5 %). Nur der Unterschied hinsichtlich Müdigkeit und Erschöpfung (25 % versus 57,6 %) war statistisch signifikant in Bezug auf den IgG-Titer (*Tabelle 4*).

## Diskussion

Die vorliegende Studie untersucht das Infektionsgeschehen zu SARS-CoV-2 bei Mitarbeitern eines Krankenhauses durch Antikörperbestimmung während der ersten Welle in Deutschland. Von insgesamt 903 Teilnehmern waren 52 (5,8 %) infiziert. Dies ist mehr als in vergleichbaren Studien während der ersten Welle in Deutschland: So infizierten sich in einer Studie aus Eschweiler (27. April 2020 – 20. Mai 2020) 3,9 % der Mitarbeiter [10], in einer Studie aus Bonn (9. März – 30. April 2020) waren es 1 % der Mitarbeiter [11], in einer Studie aus Hamburg (20. März – 17. Juli 2020) 1,8 % und in einer Studie aus Essen (25. März – 21. April 2020) 1,6 % der Mitarbeiter, wobei hier nur die getestet wurden, die direkten Kontakt zu SARS-CoV-2-Patienten hatten [12, 13]. Im europäischen Vergleich zeigt eine Studie aus Italien (Rom, 18. März – 27. April 2020), wo das Virus zuerst in Europa auftrat, dass 2,7 % der Mitarbeiter infiziert waren [14]. Die hohe Infektionsrate des RMK steht vermutlich im Zusammenhang mit der geographischen Lage im Kreis Heinsberg, der stark von SARS-CoV-2 betroffen war.

Bezüglich der Häufigkeit der Symptome zeigten sich Parallelen mit anderen Erhebungen: So stellte die Studie in Bonn fest, dass 72 % der SARS-CoV-2-Erkrankten Symptome hatten (50 % im RMK) [11]. In der Studie aus Eschweiler zeigten 30,8 % der SARS-CoV-2-Erkrankten Symptome [10], die häufigsten waren Kopfschmerzen (30,3 %), Müdigkeit/Erschöpfung (30,3 %), Halsschmerzen (28,8 %) und Husten (28,8 %). Geschmacks-/Geruchsverlust lagen hier nur bei 3 % (50 % im RMK). In der Studie aus Hamburg waren es Rhinorrhoe (72,7 %), Kopfschmerz (68,2 %), Muskelschmerzen (59,1 %) und Husten (50 %) [12]. Auch das signifikant erhöhte Risiko bei Rückkehrern aus Risikogebieten ließ sich in der Studie aus Bonn finden: 18 % der an SARS-CoV-2 erkrankten Mitarbeiter (n = 56) waren in einem Risikogebiet gewesen [11].

In der Studie aus Eschweiler hatten 60,5 % der an SARS-CoV-2-Erkrankten Kontakt zu einem positiven Fall. Bei 36,8 % von ihnen war der Kontakt länger als 15 Minuten. Dabei trugen während der Arbeit 28,9 % von den SARS-CoV-2-Erkrankten einen Mund-Nasen-Schutz [10]. Im RMK hatten 78,8 % der an SARS-CoV-2-Erkrankten Kontakt zu einem positiven Fall und bei 59,6 % von ihnen war dies länger als 15 Minuten, dabei gaben 67,3 % der an SARS-CoV-2-Erkrankten an, einen Mund-Nasen-Schutz während der Arbeit getragen zu haben.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen sollte berücksichtigt werden, dass ein erhöhter Anteil von den SARS-CoV-2 erkrankten Mitarbeitern längere Kontakte zu SARS-CoV-2-infizierten Patienten hatten und tendenziell auch häufigere Kontaktdauer zu diesen aufwiesen (31 von 52 [59,6 %] versus 376 von 851 [44,2 %]).

Auffällig ist, dass in dieser Studie unter den Pflegehelfern der prozentuale Anteil der Erkrankten, im Vergleich zu den anderen Berufsgruppen mit Patientenkontakt, am höchsten war. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch eine Querschnittsstudie aus China, die vermutet, dass mehr medizinische Bildung bei der Prävention der Erkrankung eine Rolle spielt [15].



## **Stärken und Limitationen der Studie**

Durch den Zeitraum der Studie vom 19. Juni 2020 bis zum 17. Juli 2020 konnte die erste Coronawelle gut erfasst werden, da die Antikörperuntersuchung das gesamte Infektionsgeschehen dieses Zeitraums widerspiegelt. Die Lage des Krankenhauses in der Nähe eines Risikogebiets ermöglichte eine gute Einschätzung des Erkrankungsrisikos. Dank der hohen Teilnehmerrate konnte das Infektionsgeschehen bei den Mitarbeitern des Krankenhauses gut beschrieben werden.

23 Teilnehmer wussten schon vor der Studie von ihrer Erkrankung, deshalb besteht die Möglichkeit, dass sie bei der Beantwortung der Fragen z. B. SARS-CoV-2 typische Symptome angekreuzt haben und es somit zu einer Verzerrung gekommen ist.

Aufgrund ihres erhöhten Risikos wurden die ehrenamtlich Tätigen im Krankenhaus bereits kurz nach Beginn der Pandemie von ihrer Arbeit freigestellt. Sie kamen nur zur Testung ins Krankenhaus. Damit hatten sie im Vergleich zu den restlichen Mitarbeitern kein berufliches Ansteckungsrisiko in der Zeit bis zur Testung. Darüber hinaus war die Anzahl der infizierten Mitarbeiter aufgrund der niedrigen Infektionsrate gering. Dies erlaubte keine umfassende Analyse der Risikofaktoren. Dennoch wurden arbeitsbedingte Risikofaktoren beobachtet. Dieses Wissen könnte nützlich sein, um COVID-19 als Berufskrankheit zu bewerten [16].

## **Ausblick und persönliche Anmerkungen einer Arbeitsmedizinerin (A. E-A\*)**

Diese Studie befasst sich mit den Auswirkungen der ersten Coronawelle auf das Personal im Krankenhaus. Zu diesem Zeitpunkt herrschte zum Teil noch Unklarheit über effektive Schutzmaßnahmen. So wechselten die Mitarbeiter auf der Coronastation häufig und es bestand folglich die Gefahr einer Verschleppung in andere Bereiche des Krankenhauses. Auch sollte berücksichtigt werden, dass sich jede Coronawelle unterscheidet: Gerade die dritte Welle, geprägt durch die „britische Variante“, hat zu erhöhten Ansteckungen (von November 2020 bis April 2021 – 105 Mitarbeiter) trotz verstärkter Maßnahmen (persönliche Kommunikation) im RMK geführt. Seit Beginn der Impfkampagne für medizinische Mitarbeiter hat die Anzahl der Testungen aber abgenommen, da weniger Mitarbeiter Symptome aufwiesen. Es wurde seit Mai 2021 nur noch ein Mitarbeiter positiv getestet, da dieser sich nicht impfen lassen wollte, was deutlich für den Impferfolg spricht. Aktuell besteht die Möglichkeit von Auffrischungsimpfungen im Krankenhaus, da einige Impfdurchbrüche beobachtet wurden.

## **Schlussfolgerungen und Implikationen für die Praxis**

Obwohl das RMK Patienten aus einem der ersten Hotspots in Deutschland versorgte, war die Infektionsrate nach der ersten Welle der Pandemie eher gering. Dennoch hatten Mitarbeiter mit Kontakt zu COVID-19-Patienten ein erhöhtes Infektionsrisiko nach Kontrolle privater Risikofaktoren. Dies sollte bei der Beurteilung von COVID-19 als Berufskrankheit berücksichtigt werden. Die meisten der Mitarbeiter berichteten in dieser Studie von Kontakten zu COVID-19-Patienten. Ein verbesserter Notfallplan könnte dazu beitragen, die Kontakte auf eine begrenzte Anzahl von Mitarbeitern zu reduzieren. Persönliche Schutzausrüstungen zeigten in dieser Studie keine protektive Wirkung. Die Verbesserung ihrer Verfügbarkeit und der korrekten Anwendung könnte in Zukunft hilfreich sein, um medizinisches Personal besser vor Infektionen zu schützen.

\*) Dr. med. Agnes Evenschor-Ascheid

**Interessenkonflikte**

Die Forschungsarbeiten von CVcare am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) werden vorrangig von der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) gefördert. Die BGW war an der Gestaltung der Studie, der Sammlung, Analyse oder Interpretation von Daten, dem Verfassen des Manuskripts oder der Entscheidung zur Veröffentlichung der Ergebnisse nicht beteiligt. Die anderen Autoren aus dem RMK geben an, dass es keine Interessenkonflikte gibt.

**Danksagung**

Die Studie wurde von der BGW in Hamburg finanziert. Wir danken dem Studienteam des RMK, insbesondere den Mitarbeitern, für ihre Teilnahme an der Studie.

## Quellen

1. Robert Koch Institute (RKI). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Daily Situation Report of the Robert Koch Institute 31/12/2020 – Updated status for Germany. Berlin: RKI; 2020 [last access 2021 Dec 19]. Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/Dez\\_2020/2020-12-31-en.pdf?\\_\\_blob=publication](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Dez_2020/2020-12-31-en.pdf?__blob=publication)
2. Bandyopadhyay S, Baticulon RE, Kadhum M, Alser M, Ojuka DK, Badereddin Y, Kamath A, Parepalli SA, Brown G, Iharchane S, Gandino S, Markovic-Obiago Z, Scott S, Manirambona E, Machhada A, Aggarwal A, Benazaize L, Ibrahim M, Kim D, Tol I, Taylor EH, Knighton A, Bbaale D, Jasim D, Alghoul H, Reddy H, Abuelgasim H, Saini K, Sigler A, Abuelgasim L, Moran-Romero M, Kumarendran M, Jamie NA, Ali O, Sudarshan R, Dean R, Kissyova R, Kelzang S, Roche S, Ahsan T, Mohamed Y, Dube AM, Gwini GP, Gwokyalala R, Brown R, Papon MRKK, Li Z, Ruzats SS, Charuvila S, Peter N, Khalidy K, Moyo N, Alser O, Solano A, Robles-Perez E, Tariq A, Gaddah M, Kolovos S, Muchemwa FC, Saleh A, Gosman A, Pinedo-Villanueva R, Jani A, Khundkar R. Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review. *BMJ Glob Health*. 2020 12;5(12). DOI: 10.1136/bmjgh-2020-003097
3. Karlsson U, Fraenkel CJ. Covid-19: risks to healthcare workers and their families. *BMJ*. 2020 10;371:m3944. DOI: 10.1136/bmj.m3944
4. Koh D. Occupational risks for COVID-19 infection. *Occup Med (Lond)*. 2020 03;70(1):3-5. DOI: 10.1093/occmed/kqaa036
5. Ferland L, Carvalho C, Gomes Dias J, Lamb F, Adlhooc C, Suetens C, Beauté J, Kinross P, Plachouras D, Hannila-Handelberg T, Fabiani M, Riccardo F, van Gageldonk-Lafeber AB, Teirlinck AC, Mossong J, Vergison A, Melillo J, Melillo T, Mook P, Pebody R, Coutinho Rehse AP, Monnet DL. Risk of hospitalization and death for healthcare workers with COVID-19 in nine European countries, January 2020–January 2021. *J Hosp Infect*. 2022 Jan;119:170-4. DOI: 10.1016/j.jhin.2021.10.015
6. Möhner M, Wolik A. Differences in COVID-19 Risk Between Occupational Groups and Employment Sectors in Germany. *Dtsch Arztebl Int*. 2020 09;117(38):641-2. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0641
7. EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG. Characteristics of EUROIMMUN ELISA for COVID-19 diagnostics – YI\_2606\_I\_UK\_C. Lübeck: EUROIMMUN; 2020. Available from: [https://www.coronavirusdiagnostics.com/documents/Indications/Infections/Coronavirus/YI\\_2606\\_I\\_UK\\_C.pdf](https://www.coronavirusdiagnostics.com/documents/Indications/Infections/Coronavirus/YI_2606_I_UK_C.pdf)
8. EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG. Anti-SARS-CoV-2 QuantiVac ELISA (IgG) – EI\_2606\_D\_DE\_B05. Lübeck: EUROIMMUN; 2021. Available from: [https://www.coronavirus-diagnostik.de/documents/Indications/Infections/Coronavirus/EI\\_2606\\_D\\_DE\\_B.pdf](https://www.coronavirus-diagnostik.de/documents/Indications/Infections/Coronavirus/EI_2606_D_DE_B.pdf)
9. Van Elslande J, Houben E, Depypere M, Brackenier A, Desmet S, André E, Van Ranst M, Lagrou K, Vermeersch P. Diagnostic performance of seven rapid IgG/IgM antibody tests and the Euroimmun IgA/IgG ELISA in COVID-19 patients. *Clin Microbiol Infect*. 2020 Aug;26(8):1082-7. DOI: 10.1016/j.cmi.2020.05.023
10. Platten M, Cranen R, Peters C, Wisplinghoff H, Nienhaus A, Bach AD, Michels G. Prävalenz von SARS-CoV-2 bei Mitarbeitern eines Krankenhauses der Regel-/Schwerpunktversorgung in Nordrhein-Westfalen [Prevalence of SARS-CoV-2 in employees of a general hospital in Northrhine-Westphalia, Germany]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2021 03;146(5):e30-e38. DOI: 10.1055/a-1322-5355
11. Menting T, Krause K, Benz-Tetty F, Boehringer R, Laufer D, Gruber B, Crump M, Schieferdecker R, Reuhl S, Kaferstein A, Engelhart S, Streeck H, Marx B, Aldabbagh S, Eis-Hübinger A, Rockstroh JK, Schwarze-Zander C. Low-threshold SARS-CoV-2 testing facility for hospital staff: Prevention of COVID-19 outbreaks? *Int J Hyg Environ Health*. 2021 01;231:113653. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113653
12. Brehm TT, Schwinge D, Lampalzer S, Schlicker V, Küchen J, Thompson M, Ullrich F, Huber S, Schmiedel S, Addo MM, Lütgehetmann M, Knobloch JK, Schulze Zur Wiesch J, Lohse AW. Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies among hospital workers in a German tertiary care center: A sequential follow-up study. *Int J Hyg Environ Health*. 2021 03;232:113671. DOI: 10.1016/j.ijheh.2020.113671
13. Korth J, Wilde B, Dolff S, Anastasiou OE, Krawczyk A, Jahn M, Cordes S, Ross B, Esser S, Linde-mann M, Kribben A, Dittmer U, Witzke O, Herrmann A. SARS-CoV-2-specific antibody detection in healthcare workers in Germany with direct contact to COVID-19 patients. *J Clin Virol*. 2020 Jul;128:104437. DOI: 10.1016/j.jcv.2020.104437
14. Lahner E, Dilaghi E, Prestigiacomo C, Alessio G, Marcellini L, Simmaco M, Santino I, Orsi GB, Anibaldi P, Marcolongo A, Annibale B, Napoli C. Prevalence of Sars-Cov-2 Infection in Health Workers (HWs) and Diagnostic Test Performance: The Experience of a Teaching Hospital in Central Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 06;17(12). DOI: 10.3390/ijerph17124417
15. Zhang M, Zhou M, Tang F, Wang Y, Nie H, Zhang L, You G. Knowledge, attitude, and practice regarding COVID-19 among healthcare workers in Henan, China. *J Hosp Infect*. 2020 Jun;105(2):183-7. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.04.012
16. Nowak D, Ochmann U, Brandenburg S, Nienhaus A, Woltjen M. COVID-19 als Berufskrankheit oder Arbeitsunfall: Überlegungen zu Versicherungsschutz und Meldepflicht in der gesetzlichen Unfallversicherung [COVID-19 as an occupational disease or work-related accident: Considerations regarding insurance cover and reporting obligation in the statutory accident insurance]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2021 Feb;146(3):198-204. DOI: 10.1055/a-1341-7867

## IV. Zusammenfassende Darstellung der Publikation

### Hintergrund

Beschäftigte im Krankenhaus haben ein erhöhtes Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion. Ein Monitoring der Situation ist auch deshalb notwendig, weil SARS-CoV-2 erkrankte Beschäftigte sowohl Patienten als auch ihre Angehörigen infizieren können. Am Rhein-Maas-Klinikum (RMK) wurde deshalb nach der ersten Infektionswelle im Sommer 2020 allen Beschäftigten angeboten, sich auf SARS-CoV-2 mittels Antikörpertest untersuchen zu lassen.

### Methoden

Die Untersuchungen wurden vom 19. Juni 2020 bis zum 17. Juli 2020 durchgeführt. Der IgG-Antikörpertest erfolgte mit Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) qualitativ auf SARS-CoV-2-Antikörper. Ein IgG-Titer  $\geq 0,8$  IU/ml wurde als positiv bewertet. Ferner wurden alle Beschäftigten, die seit Februar 2020 in einer Polymerase-Kettenreaktion (PCR-Test) auf SARS-CoV-2 positiv getestet worden waren, in die Studie eingeschlossen und als positiv gewertet. Erhoben wurden berufliche und private Risikofaktoren für eine Infektion. Beschäftigte auf der Intensivstation, in der zentralen Notaufnahme oder auf einer SARS-CoV-2-Station („Corona-station“) wurden vorab als erhöht Exponierte eingestuft. Für das berufliche und private Infektionsrisiko wurden Odds Ratios (OR) in einer logistischen Regression berechnet.

### Ergebnisse

An der Querschnittsstudie nahmen 903 Beschäftigte (58,9 % aller Beschäftigten) mit vollständig ausgefülltem Fragebogen teil. Einen positiven PCR-Test in der Anamnese oder einen positiven IgG-Test wiesen 52 Beschäftigte (5,8 %) auf. Etwa die Hälfte der Infektionen (55 %) wurde erst im Rahmen der Studie mittels Serologie entdeckt. Beschäftigte mit Tätigkeiten, die als gefährdend eingestuft wurden, hatten ein OR von 1,9 (95 %-CI 1,3–4,2) für eine Infektion. Private Kontakte zu SARS-CoV-2-Erkrankten, OR von 2,8 (95 %-CI 1,6–5,7), und Urlaube in Risikogebieten, OR von 1,5 (95 %-CI 0,9–3,0), waren ebenfalls Risikofaktoren. Zum Zeitpunkt der Erhebung gaben 11,5 % der Erkrankten an, sich noch nicht wieder vollends von COVID-19 erholt zu haben.

### Diskussion

Nach der ersten COVID-19-Welle waren 5,3 % der Beschäftigten des RMK infiziert. Auch nach der Kontrolle für private Infektionsrisiken war das beruflich bedingte Infektionsrisiko erhöht. Dies sollte bei der Anerkennung von COVID-19 als Berufskrankheit berücksichtigt werden. Möglichkeiten zur Verbesserung des Schutzes vor nosokomialen Übertragungen sollten erwo-gen werden.



## V. Erklärung des Eigenanteils an der Publikation

Hiermit versichere ich, Philipp Stüven, dass ich folgende Anteile für die Erstellung der Publikationspromotion „*COVID-19-Infektionen bei Beschäftigten eines Akutkrankenhauses nach der ersten Welle der Pandemie in Deutschland*“ selbstständig erarbeitet habe.

Die notwendige Literaturrecherche und -auswertung nahm ich eigenständig vor.

Vor Beginn der Studie erstellte ich das Studienprotokoll für den Ethikantrag bei der Hamburger Ärztekammer.

Die Analyse der statistischen Daten nahm ich selbstständig vor.

Prof. Dr. med. Albert Nienhaus konzipierte die Studie, überwachte die Datenanalyse und brachte entscheidende Vorschläge für die endgültige Version des Manuskriptes ein.

Dr. P.H. Anja Schablon und Dr. P.H. Claudia Peters überwachten die Auswertung der Daten sowie deren Interpretation und brachten wesentliche Anregungen für die Verbesserung ein.

Dr. med. Agnes Evenschor-Ascheid half mir, einen besseren Einblick über die Erhebung der Daten zu gewinnen. Sie steuerte wichtige Ideen für die Ausarbeitung bei.

Ich erstellte den ersten Entwurf des Manuskriptes und bearbeitete diesen regelmäßig.

Alle Autoren lasen die endgültige Version des Manuskriptes und stimmten ihr zu.

## **VI. Danksagung**

Mein Dank gebührt an erster Stelle Prof. Dr. med. Albert Nienhaus für die Bereitstellung des Promotionsthemas und seine große Unterstützung. Als sich abzeichnete, dass die Auswertung der von mir mit erhobenen Daten an meiner ersten Arbeit sich aus externen Gründen verzögerte, wählte er für mich ein neues Thema aus. Seine professionelle Begleitung ermöglichte einen reibungslosen Ablauf, gerade am Ende des Publikationsprozesses.

Ich danke allen Mitarbeitern des Rhein-Maas-Klinikums, die an der Studie teilgenommen haben, ebenso denen, die bei der Datenerhebung mitwirkten.

Mein besonderer Dank gilt Dr. med. Agnes Evenschor-Ascheid als Verantwortliche für die Erhebung dieser Daten im Klinikum. Die wertvollen Ratschläge und ihre kritische Betrachtung halfen mir, neue Aspekte und Ansätze für mein Thema zu entdecken.

Dr. P.H. Anja Schablon und Dr. P.H. Claudia Peters hatten für mich immer ein offenes Ohr. Durch ihre unermüdliche Unterstützung und die zahlreichen Gespräche, Ratschläge und differenzierten Anmerkungen ließ sich diese Arbeit erst verwirklichen.

Auch dem übrigen Team des CVcare bin ich dankbar für eure Hilfe, ich habe mich stets willkommen gefühlt. Besonders möchte ich Herrn Olaf Kleinmüller hervorheben, der Koordinator der Probenentnahmen bei meinem ersten Thema gewesen ist.

Als Letztes möchte ich meinen Eltern Maike und Ingolf Stüven danken. Sie haben mir im richtigen Moment gezeigt, dass dort, wo sich eine Tür schließt, sich woanders auch eine neue öffnet.

## VII. Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Philipp Julian Stüven
Geburtsdatum	29. Juni 1994
Geburtsort	Hamburg
Familienstand	ledig

### Schulbildung

2000–2003	Grundschule Hamburg
2003–2013	Allgemeine Hochschulreife, mit der Note 1,5 Rudolf-Steiner-Schule Hamburg

### Hochschulausbildung

Oktober 2015–September 2021	Medizinstudium an der Universität Gießen
September 2018–März 2020	Erasmus Lausanne, Schweiz mit anschließendem Freisemester für zusätzliche Famulaturen in der französischen Schweiz
Oktober 2021–November 2022	Medizinstudium, mit der Note 2,5 (PJ im Ausland: französische Schweiz, Südafrika, La Réunion)

## VIII. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift:

.....