

# Die Rolle von Schwimmbädern in der Corona-Pandemie

von Dr. phil. Pamela Klotti-Franz, St. Ingbert, 18. Februar 2021

mit Daten der Bundes- und Landeskader der DTU (Deutschen Triathlon-Union), des DSV (Deutschen Schwimmverbandes), der STU (Saarländischen Triathlon-Union), der DLRG und des SSB (Saarländischen Schwimmbunds) an der Landessportschule des Saarlandes

## Einleitung

Im Zuge der Kontaktbeschränkungen zur Eindämmung der Corona-Pandemie wurden in Deutschland nach Anstieg der Fallzahlen im Spätsommer 2020 alle Sportstätten und so auch die Schwimmbäder erneut geschlossen. Lediglich dem Berufssport bleibt es vorbehalten, weiter zu trainieren.

Während es zu Beginn der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 keine Untersuchungen zum Verhalten des Coronavirus, speziell des SARS-CoV-2-Virus, in Schwimmbädern gab, hat sich die Forschungslage dahingehend inzwischen verbessert. Insbesondere seit dem zweiten Halbjahr 2020 existieren vermehrt englischsprachige Studien, die Schlussfolgerungen zur Rolle von Schwimmbädern in Zeiten von Corona sowie dem Einfluss von Chlor auf das Coronavirus zulassen.

Um nach einem weiteren Abfall der Inzidenz eine baldige Wiedereröffnung der Schwimmbäder für Vereine und auch die breite Öffentlichkeit zu ermöglichen, kann die Betrachtung der Publikationen und Stellungnahmen namhafter Institutionen und Wissenschaftler sowohl eine Entscheidungshilfe für die Entscheidungsträger in den Kommunen, Städten, Landkreisen und Bundesländern darstellen als auch die Suche nach der Antwort auf die Frage nach der Sicherheit von Schwimmbädern in einer Pandemie erleichtern.

Zur Beantwortung dieser Frage sollen einerseits aktuelle Studien herangezogen werden sowie andererseits in vertiefter Form auf ein kürzlich veröffentlichtes Review der Fachzeitschrift *swimswam* (2021), das unter dem Titel „Update Info: What’s known about chlorine’s impact on Coronavirus“ erschienen ist, zurückgegriffen werden (Race, 2021). In diesem werden einige relevante Erkenntnisse und Studienergebnisse dargelegt, die das Thema Schwimmen in Zeiten von Corona aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchten. Weiterhin sollen auch die Meinungen namhafter Wissenschaftler und Institutionen Berücksichtigung finden.

Die vorgelegte Übersicht befasst sich daher mit dem Einfluss des Chlors auf das Virus und betrachtet darüber hinaus Datenerhebungen zu Corona-Ausbrüchen im Zusammenhang mit dem Besuch eines Schwimmbades.

## Übertragung von SARS-CoV-2

SARS-CoV-2 wird hauptsächlich über Aerosole und über kontaminierte Flächen übertragen. Dabei erfolgt die Übertragung des Virus laut *Robert-Koch-Institut* (RKI) hauptsächlich über „die respiratorische Aufnahme virushaltiger Partikel, die beim Atmen, Husten, Sprechen, Singen und Niesen entstehen“ (RKI, 2021). Insbesondere im Umkreis von ein bis zwei Metern um infizierte Personen ist die Exposition und somit die Ansteckungsgefahr am größten. Befinden sich die Personen zusätzlich auch noch in schlecht belüfteten, kleinen Räumen, steigt das Risiko einer Ansteckung mit dem Coronavirus. Daher werden besondere Hygienemaßnahmen, die sog. AHAL-Regeln, mindestens 1,5 Meter zu weiteren Personen, regelmäßiges Händewaschen, Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes sowie Lüften, empfohlen (ebd.).

Sowohl Luftfeuchtigkeit als auch Temperatur beeinflussen die Verteilung der Aerosole im Raum. Durch die hohe relative Luftfeuchtigkeit in Schwimmbädern wird laut der *International Association for Sports and Leisure Facilities* (IKAS) die Ausbreitung und somit die Ansteckungsgefahr allerdings reduziert (IKAS, 2020). Einer Studie zum Verhalten von Aerosolen in der Ausatmung in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit zufolge lagern sich größere Tröpfchen ( $>100\ \mu\text{m}$ ) bei hoher Luftfeuchtigkeit schnell ab. (Ji, Qian, & Zheng, 2017), während sich kleinere Tröpfchen ( $10\ \mu\text{m}$ ) bei hoher Luftfeuchtigkeit (60-80%) und Temperatur zunächst mit Wasser anreichern und sich dann ebenfalls ablagern. Im Zusammenhang mit der Übertragung des Influenzavirus in Abhängigkeit von Luftfeuchtigkeit und Temperatur konnte festgestellt werden, dass sich die ausgeatmeten Aerosole bei hoher Luftfeuchtigkeit (80%) zu schnell absetzen, um eine Ausbreitung des Influenzavirus zu verursachen (Lowen, Mubareka, Steel, & Palese, 2007).

Auch die Übertragung des Virus durch die Kontamination des Wassers mit Fäkalien wird im Zusammenhang mit Schwimmbädern diskutiert. Allerdings gibt es für eine fäkal-orale Übertragung des Coronavirus in chemisch behandeltem Wasser, wie es bei anderen erregurbedingten Kontaminationen in Schwimmbädern häufig der Fall ist, keine Evidenz (Romano-Bertrand, Aho Glele, Grandbastein, & Lepelletier, 2020). Bereits im März 2020 veröffentlichte das *Umweltbundesamt* eine Stellungnahme, in der es darauf hinweist, dass eine Ansteckung mit dem Coronavirus in Schwimmbädern lediglich durch den unmittelbaren Kontakt mit infizierten Personen oder kontaminierten Flächen hervorgerufen werden könne. Schwimm- und Badebeckenwasser werde nach „anerkannten Regeln der Technik aufbereitet und desinfiziert“, so dass bei normgerechter „Aufbereitung und Betriebskontrolle“ eine „hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt“ werde. „Das Schwimm- und Badebeckenwasser [sei] gut gegen alle Viren, einschließlich Coronaviren, geschützt“ (Umweltbundesamt, 2020).

Dennoch gibt es nach wie vor skeptische Stimmen in Bezug auf die Sicherheit von Schwimmbädern in Zeiten einer Pandemie.

## Aufbau und Stabilität des Corona-Virus

Um die Wirksamkeit unterschiedlicher Einflussfaktoren auf das Coronavirus verständlich zu machen, ist es notwendig, kurz den Aufbau des Virus darzustellen.

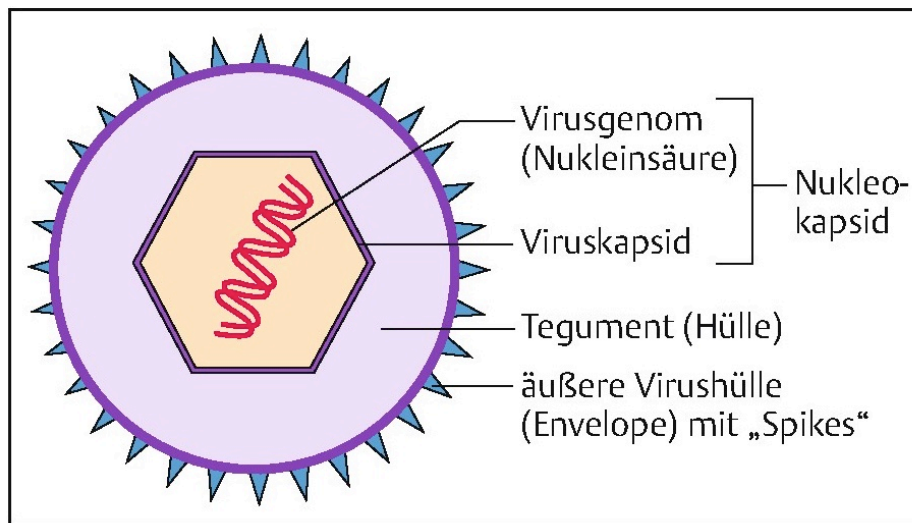


Abbildung 1: Aufbau eines Virions (Schemazeichnung) (Doerr & Gerling, 2010, S. 170)

Das Corona-Virus ist ein behülltes Virus, dessen Lipidhülle lipophile (fettlösliche) Eigenschaften hat und besonders empfindlich gegenüber Desinfektionsmitteln auf Alkoholbasis und auch auf Hitze reagiert (Ziebuhr, 2016). Ebenfalls reagieren behüllte Viren empfindlich gegenüber Alkalien, Oxidationsmitteln und Detergentien (Schmerold, 2010, S. 527 ff.). Diese Stoffe beschädigen die Hülle und inaktivieren so das Virus.

Neben den behüllten Viren, zu denen beispielsweise auch das Influenza-, Ebola- oder das Marburgvirus zählen, existieren auch noch die unbehüllten Viren wie Adeno- oder Noroviren (Doerr & Gerling, 2010, S. 170), die für die optimale Wasseraufbereitung in Schwimmbädern ebenfalls von großer Bedeutung sind.

Weitere Merkmale zur Unterscheidung von Viren wie zum Beispiel Größe, Form oder Struktur sind für die Fragestellung allerdings nicht weiter relevant und können somit vernachlässigt werden.

## Der Einfluss von Chlor

Zu den Oxidationsmitteln, die in Schwimmbädern bei der Desinfektion zum Einsatz kommen, zählt bekanntermaßen Chlor. Die Wirksamkeit von Chlor bei Coronaviren wird in den nachfolgenden Studien belegt.

Dem *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) zufolge ist das Schwimmen in Hallenschwimmbädern unbedenklich, da das für die übliche Desinfektion des Wassers verwendete Chlor Viren wie das SARS-CoV unschädlich macht (Schive, 2020). Daher könne man Rückschlüsse auf dessen Wirksamkeit auch bei diesem speziellen Coronavirus (SARS-CoV-2) ziehen (ebd.).

Das *Department of Health and Human Sciences of the United States* (HHS) kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass Covid-19 nicht in gechlorten Schwimmbädern übertragen werden kann (zit. n. Race, 2021).

Eine von der *WHO* veröffentlichte Studie von La Rosa et al. (2020) untersucht das Auftreten und die Persistenz des Coronavirus in wässriger Umgebung. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das Coronavirus eine geringe Stabilität in flüssiger Umgebung hat und sehr empfindlich gegenüber Oxidantien wie Chlor ist. Zudem werden behüllte Viren im Wasser schneller inaktiviert als behüllte enterische Virenstämme, wie beispielsweise Noro-, Entero-, Adenoviren oder Hepatitis A-Viren.

Eine weitere Auffälligkeit des Coronavirus ist, dass es im Gegensatz zu Bakterien über eine geringere Widerstandsfähigkeit gegenüber Chlor verfügt. Somit kann die in Schwimmbädern übliche Desinfektionspraxis, die sowohl bei nicht-behüllten Viren als auch bei Bakterien effektiv wirksam ist, als völlig ausreichend erachtet werden und erfüllt daher auch bei Coronaviren ihren Zweck (La Rosa, Bonadonna, Lucentini, Kenmoe, & Suffredini, 2020).

Zu diesem Schluss kamen auch Romano-Bertrand et al. (2020). So können unbehüllte Viren im Gegensatz zu den behüllten Viren selbst in mit Chlor, Brom oder Ozon behandeltem Wasser noch mehrere Tage überleben, während eine Übertragung im Wasser durch behüllte Virenarten wie dem SARS-CoV-2 nicht möglich ist, da die Hülle bei Kontakt sehr schnell inaktiviert wird (Romano-Bertrand, Aho Glele, Grandbastein, & Lepelletier, 2020). Daher ist die übliche in Schwimmbädern verwendete Reinigungs- und Desinfektionspraxis, eine fortlaufende mikrobiologische Kontrolle und die Einhaltung der Hygiene- und Abstandsregeln ausreichend, um das Risiko einer Übertragung zu verhindern.

Eine vom *U.S. National Center for Biotechnology* publizierte Studie zur Ausbreitung des Coronavirus konnte zeigen, dass das Coronavirus empfindlich sowohl auf die Verwendung von Oxidantien wie Chlor reagiert als auch auf hohe Temperaturen (Patel, Choudhary, Pittman, Mlsna, & Mohan, 2020).

Auch namhafte Professoren wie Agust Kvaran, Professor der physikalischen Chemie an der Universität zu Island, bestätigt in einer isländischen Zeitung auf die Frage nach der Effektivität von Chlor in Schwimmbädern in Bezug auf das Coronavirus dessen hemmenden oder zerstörenden Einfluss. Er führt diesen ebenfalls auf die Beschädigung der Hüllmembran des Virus durch den Einsatz von Chlor zurück (Massey, 2020).

## Studien zur Übertragung von Covid-19 in Schwimmbädern

Im Oktober 2020 legte der kanadische Schwimmverband (*Swimming Canada*) eine eigene Datenerhebung vor. Nachdem die Schwimmbäder Mitte März schließen mussten, konnten die kanadischen Hochleistungsschwimmer\*innen in den vier Leistungszentren, sowie die Universitäts- und auch ein Teil der Vereinsschwimmer im Frühsommer in den Trainingsbetrieb zurückkehren. Die Daten beziehen sich auf den Zeitraum vom Wiedereinstieg ins Wasser- und Landtraining im Sommer bis Ende September und gehen neben den Angaben der Leistungszentren auch auf die Berichte von 157 Cheftrainer\*innen zurück, die landesweit 14000 Schwimmer\*innen in 167000 Trainingseinheiten betreuten. Insgesamt seien in Kanada im Berichtszeitraum ca. 23500 Schwimmer\*innen in den Trainingsbetrieb zurückgekehrt und hätten 282000 Trainingseinheiten absolviert. Weder in den Leistungszentren noch an den Universitäten oder in den Schwimmvereinen konnte ein einziger Covid-19-Ausbruch registriert werden (Atkinson, 2020).

Auch die *New Jersey Swim Safety Alliance* (NJSSA) konnte in einer statistischen Erhebung in 44 Einrichtungen mit über 212000 Besucher\*innen keine Corona-Infektionen verzeichnen. Man gehe davon aus, dass die Aerosole durch die warme Luft nach oben steigen, abkühlen und wieder ins Wasser fallen, wo sie letztlich unschädlich gemacht werden (D'Addona, 2020).

Laut den *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) existieren bislang keine Berichte, die belegen, dass Covid-19 in Schwimmbädern übertragen wird. Die CDC sieht die Einhaltung der üblichen Hygieneregeln (AHA-Regeln) als ausreichend an (CDC, 2020).

## Schwimmsporttreibende Bundes- und Landeskader im Saarland

Bundes- und Landeskaderathlet\*innen der *Deutschen Triathlon-Union* (DTU), des *Deutschen Schwimmverbandes* (DSV), der *Saarländischen Triathlon-Union*, der *DLRG* und des *Saarländischen Schwimmbundes* (SSB) konnten trotz steigender Inzidenzen im Winter 20/21 nach Ende des ersten Lockdowns von Anfang Juni bis einschließlich heute bis auf wenige kurze Unterbrechungen wegen Unklarheiten bzgl. der Fortsetzung des Trainings aufgrund neuer Beschlusslage zum Coronavirus unter Einhaltung strenger Hygienevorgaben trainieren.

Tabelle 1: Die Tabelle zeigt die Anzahl der individuellen Trainingseinheiten (Wasser und Land) der Verbände von Juni 2020 bis Februar 2021

	Anzahl der Schwimmer*innen/Triathlet*innen	Wasser-einheiten	Landeinheiten (Athletik/Kraft)	kombiniert
<b>DTU</b>	19	3420	1710	5130
<b>STU</b>	17/20	2950	400	3350
<b>DLRG</b>	51	1584	90	1674
<b>SSB/DSV</b>	58	13861	6466	20327
<b>Gesamt</b>	<b>145/148</b>	<b>21815</b>	<b>8666</b>	<b>30481</b>

Insgesamt 145/148 Bundes- und Landeskaderathlet\*innen konnten somit ihr Training in insgesamt 30481 individuellen Trainingseinheiten fortsetzen, wobei bei den Triathleten zum besseren Vergleich mit den Schwimmern nur die Athletik-/Krafttrainingseinheiten berechnet wurden, während die Trainingseinheiten, die vorrangig im Freien stattfanden (Laufen, Radfahren) vernachlässigt wurden. Im genannten Zeitraum wurde kein einziger Corona-Fall bekannt, der auf das Training an der Landessportschule zurückgeführt werden kann. Obwohl sowohl Schwimmer\*innen als auch Triathlet\*innen weiterhin in Familie, Schule oder Universität Kontakt zu Personen aus dem Nicht-Trainingsumfeld hatten und es in diesem Zusammenhang vereinzelt bei Schwimmer\*innen/Triathlet\*innen auch zu Quarantäne-Anordnungen kam, da sie im privaten oder schulischen Bereich Kontakt zu infizierten Personen hatten, kam es zu keinem Corona-Ausbruch innerhalb der Teams.

## **Fazit**

Schwimmen gilt in Deutschland als Kulturgut und gehört zur Allgemeinbildung wie etwa Schreiben und Lesen. Die Folgen der Pandemie bedingten Schließungen von Schwimmbädern für die Bevölkerung sind enorm. Schwimmen nimmt in Deutschland nicht nur aufgrund seiner gesundheitlichen, integrativen und sozialen Bedeutung für Jung und Alt einen besonderen Stellenwert ein. So führt der Wegfall präventiver Bewegungsangebote im Wasser insbesondere bei älteren Menschen vermehrt zu körperlichen Problemen, die wirtschaftlichen Einbußen der Vereine sind massiv, Kinder und Jugendliche leiden unter dem Bewegungsmangel, es fehlt ein Ventil und dem Leistungsschwimmen geht der Nachwuchs verloren. Die allgemeine Zielsetzung, dass jeder Heranwachsende in Deutschland schwimmen können soll, rückt durch die Schließungen in immer weitere Ferne. Daher ist es dringend geboten, die Schwimmbäder so schnell wie möglich wieder zu öffnen.

Die vorgelegten Studien belegen, dass die gängige Desinfektionspraxis mit Chlor die Ausbreitung von Coronaviren in den Schwimmbädern verhindern kann.

Ebenso wie die Desinfektion ist weiterhin die Beachtung der Hygieneregeln wie sorgfältiges Händewaschen, die Einhaltung der Hust- und Niesetikette bzw. die Vermeidung eines Schwimmbadbesuchs bei Erkältungssymptomen sowie die Einhaltung der Abstandsregeln sowohl um das Becken als auch in allen anderen Bereichen der Schwimmbäder, in denen sich Personen auf engerem Raum begegnen können, dringend erforderlich. Dass die Einhaltung der Abstands- und Hygieneregeln erfolgreich eine Ausbreitung des Coronavirus verhindern kann, zeigen die verschiedenen, erfreulich positiven Erhebungen zu den Corona-Ausbrüchen in Schwimmbädern.

Eine weitere mögliche Erklärung für das geringe Infektionsrisiko in Schwimmbädern könnte auch aus der Annahme resultieren, dass die permanente Exposition der Schleimhäute des Mund-Nasen-Rachenraums durch chlorhaltiges Wasser beim Schwimmen, insbesondere beim Leistungsschwimmen, eine nachhaltig desinfizierende Wirkung auf die Schleimhäute hat (IAKS, 2020). Wissenschaftler konnten aktuell die positive Wirkung von Mundspülungen und Nasensprays mit chlorhaltigen Lösungen wie beispielsweise TCA (Trichloressigsäure) auf Coronaviren in verschiedenen Untersuchungen nachweisen (Shaden, Zbigniew, & Schwartz,

2020). Um die Wirkweise von chlorhaltigem Schwimmbadwasser auf die Schleimhäute zu belegen, könnte letztlich eine in vitro-Studie erhellend sein.

Trotz aller Bedenken kann den Ausführungen entsprechend eine schnellstmögliche Öffnung der Schwimmbäder gelingen. Diese sollte unter Beachtung der Einhaltung der AHAL-Regeln, des geforderten Abstands um das Becken, der Minimierung von Kontakten im gesamten Schwimmbad sowohl durch die Vorgabe von Laufwegen als auch durch Einschränkungen der max. Besucherzahl, wie es bereits im Sommer 2020 in den geöffneten Schwimmbädern in Deutschland praktiziert wurde, erfolgen.

### **Autorenerklärung**

Die Autorin, namentlich Dr. phil Pamela Klotti-Franz, versichert, dass sie Urheberin dieser Veröffentlichung ist und dass diese nicht finanziell unterstützt wurde. Zudem sind alle Textstellen, Tabellen und Abbildungen sowie Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Personen beruhen, als solche kenntlich gemacht.

## Literaturverzeichnis

- Atkinson, J. (25. Oktober 2020). *Swimming Canada Navigates A Successful And Risk Mitigated Return To Swimming*. Abgerufen am 28. Januar 2021 von <http://www.casca.org/admin/files/COVID/Swimming-Canada-Navigates-a-Successful-and-Risk-Mitigated-Return-to-Swimming-Training-v3.pdf>
- CDC. (31. Dezember 2020). *Considerations for Public Pools, Hot Tubs, and Water Playgrounds During COVID-19*. Abgerufen am 28. Januar 2021 von <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/parks-rec/aquatic-venues.html>
- D'Addona, D. (04. Dezember 2020). *Swimming World Magazine. Study: Zero Incidents of Covid-19 Infections at Indoor Pools*. Abgerufen am 30. Januar 2021 von <https://www.swimmingworldmagazine.com/news/study-zero-incident-of-covid-19-infections-at-indoor-pools-updated-stats/>
- Doerr, H. W., & Gerling, W. (Hrsg.). (2010). *Medizinische Virologie. Grundlagen, Diagnostik, Prävention und Therapie viraler Erkrankungen, 2. Auflage*. Stuttgart, New York: Thieme.
- IKAS, I. A. (25. Oktober 2020). *Hallenbad in Zeiten von Corona - kein Problem mit guten Konzepten*. Abgerufen am 12. Februar 2021 von <https://deutschland.iaks.sport/news/hallenbad-zeiten-von-corona-kein-problem-mit-guten-konzepten>
- Ji, Y., Qian, H., & Zheng, X. (2017). The impact of ambient humidity on the evaporation and dispersion of exhaled breathing droplets: A numerical investigation. *Journal of aerosol science*(115), S. 164-172. doi:org/10.1016/j.jaerosci.2017.10.009.
- La Rosa, G., Bonadonna, L., Lucentini, L., Kenmoe, S., & Suffredini, E. (2020). Coronavirus in water environments: Occurrence, persistence and concentration methods - A scoping review. *Water Research*(179), S. 2-11. doi:org/10.1016/j.watres.2020.115899.
- Lowen, A. C., Mubareka, S., Steel, J., & Palese, P. (2007). Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. *PLoS Pathog*, 3(10), p. e151. doi:10/1371/journal.ppat.0030151.
- Massey, M. (11. Dezember 2020). *The Reykjavik Grapevine*. Abgerufen am 30. Januar 2021 von <https://grapevine.is/news/2020/12/11/how-effective-is-swimming-pool-chlorine-at-killing-covid-19/>
- Patel, M., Choudhary, V., Pittman, C., Mlsna, T., & Mohan, D. (Oktober 2020). Coronavirus (SARS-CoV-2) in the environment: Occurrence, persistence, analysis in aquatic systems and possible management. *Science of The Total Environment*(765), S. doi:org/10.1016/j.scitotenv.2020.142698.
- Race, R. (05. Januar 2021). Updated Info: What's known about chlorine's impact on coronavirus. Abgerufen am 21. Januar 2021 von: <https://swimswam.com/updated-info-whats-known-about-chlorines-impact-on-coronavirus/>. swimswam.



- RKI. (09. Februar 2021). *Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19*. Abgerufen am 12. Februar 2021 von [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html)
- Romano-Bertrand, S., Aho Glele, L.-S., Grandbastein, B., & Lepelletier, D. (Juni 2020). Preventing SARS-CoV-2 transmission in rehabilitation pools and therapeutic water environments. *Journal of Hospital Infection*(105), S. 625-627. doi:org/10.1016/j.jhin.2020.06.003.
- Schive, K. (28. August 2020). *MIT Medical*. Abgerufen am 28. Januar 2021 von <https://medical.mit.edu/covid-19-updates/2020/08/indoor-pool>
- Schmerold, I. (2010). *Desinfektionsmittel. Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterenärmedizin.3. Auflage*. Stuttgart: MVS Medizinverlage Stuttgart.
- Shaden, A., Zbigniew, R., & Schwartz, R. A. (26. Oktober 2020). COVID-19: opical agents and therapeutic prevention of nasal viral aquisition. *Dermatologic Therapy*, 34(1), S. doi:10.1111/dth.14454.
- Umweltbundesamt. (12. März 2020). *Coronavirus SARS-CoV-2 und Besuch in Schwimm- oder Badebecken beziehungsweise Schwimm- oder Badeteichen. Stellungnahme des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission*. Abgerufen am 28. Januar 2021 von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/stellungnahme\\_uba\\_sars-co2\\_badebecken.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/stellungnahme_uba_sars-co2_badebecken.pdf)
- Ziebuhr, J. (2016). Coronaviren. *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*, S. 479-482. doi:10/1007/978-3-662-48678-8\_58.