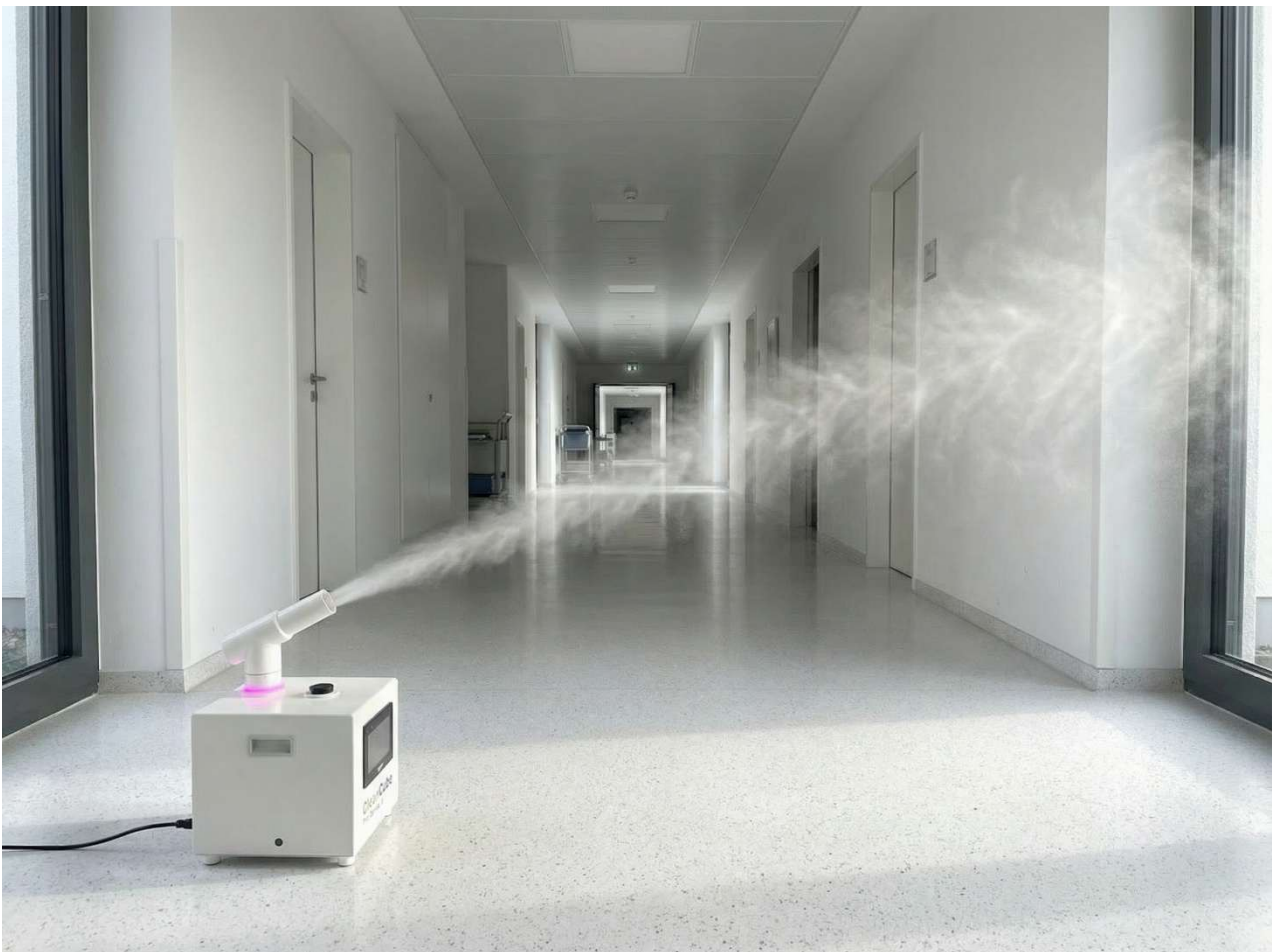




Whitepaper

Warum die manuelle Desinfektion nicht ausreicht – und warum Kaltvernebelung den Unterschied macht

FH, Steinemann Disinfection, 2026



*The information contained in this document has been prepared with the utmost care and to the best of our knowledge and belief. However, no guarantee is given regarding the completeness, accuracy, or timeliness of the content. This material is intended solely for general informational purposes and **does not constitute professional medical advice or an officially recognised medical training resource**. There is no claim of legal or scientific validity, particularly in the context of medical diagnosis, therapy, or education. Use of the information is at the user's own responsibility. The publisher accepts no liability for any damages or consequences arising from the use of the provided content. Subject to change and errors excepted.*

© 2026 Steinemann Disinfection / Clean Service Group AG, all rights reserved. The content of this material may not be reproduced, distributed, or used without prior written permission from the copyright holder.



1 Grenzen der Hand- und Flächendesinfektion

Viele Spitäler, Arztpraxen und Industriebetriebe verlassen sich auf die manuelle Flächendesinfektion. Wischen und Sprühen bleiben wichtig, haben aber **systemische Grenzen**, die in der Literatur wiederholt dokumentiert wurden.

Begrenzte Reichweite

Eine vielzitierte Studie von Richard P. Carling, einem US-amerikanischen Infektiologen und Experten für Krankenhaushygiene am Yale-New Haven Hospital, führte in 23 Akutspitälern eine multizentrische Untersuchung zur „**Gründlichkeit der terminalen Reinigung**“ durch. Methode: Vor der Routine-Reinigung wurden definierte „**high-touch**“-Objekte (Bedienfeld/Call-Button, Bettgestell, Nachttisch, Türgriffe, Lichtschalter, Toilette, Waschbeckenarmatur u. a.) mit **unsichtbarem, fluoreszierendem UV-Marker** versehen; nach der Reinigung wurde geprüft, ob der Marker entfernt war (= korrekt gereinigt).

Ergebnis: Im Median waren **nur 49 %** der markierten Kontaktflächen korrekt gereinigt; mehr als die Hälfte blieb unzureichend behandelt. Besonders schlecht schnitten **schwer erreichbare** Bereiche ab (z. B. Bettgestell-Unterseiten, Rückseiten von Geräten), während gut sichtbare Flächen deutlich häufiger korrekt gereinigt wurden [1].

In einem späteren, randomisierten Qualitätsprogramm über **36 Akutspitäler** lag der **Baseline-Wert bei 48 %**; durch strukturiertes Ziel-Flächen-Monitoring, **wöchentliches Feedback** und **Management-Interventionen** stieg die korrekte Reinigung auf **77 %** – also **+29 Prozentpunkte**, aber immer noch **keine Vollabdeckung** [2].

Eine Fallserie aus dem Mafraq Hospital (Abu Dhabi) illustriert die Spannweite: **Nur 11 %** der beobachteten Ziel-Oberflächen waren initial korrekt gereinigt; erst nach Einführung eines UV-Marker-Monitorings mit Rückmeldungen an das Personal verbesserte sich die Quote substantiell [5].

Diese Arbeiten zeigen **präzise, wo die Lücken entstehen**: schwer zugängliche, verdeckte oder „**vergessene**“ Flächen (Rückseiten, Unterseiten, Nischen, Kabelbäume) werden systematisch ausgelassen.



Personenabhängigkeit und Prozessvariabilität:

Die Qualität der Wischdesinfektion hängt nachweislich von **Schulung, Motivation und Zeitdruck** ab. Dancer fasst zusammen, dass selbst gut geplante Protokolle **inkonsistent umgesetzt** werden – u. a. wegen unzureichender Flächenbenetzung und zu kurzer **Einwirkzeiten** [3].

In einer Übersicht von Carling & Huang wird gezeigt, dass **Trainings- und Feedbackprogramme** zwar helfen (typisch Anstieg von ~48 % korrekt gereinigter Flächen auf 60–80 %), aber **Restlücken von 20–40 %** bleiben, die sich allein durch Personalmaßnahmen nicht vollständig schließen lassen [2][3].

Unsichtbare Risiken: Luft als Reservoir (nicht adressiert durch Wischen):

Manuelle Flächendesinfektion **beeinflusst die Raumluft nicht**. Mehrere Studien zeigen, dass **Personen im Raum** erhebliche Mengen biologischer Aerosole emittieren. Qian et al. quantifizierten in einem besetzten Hörsaal **Größenklassen-aufgelöste Emissionsraten** und schätzten die Freisetzung auf die Größenordnung von **$3,7 \times 10^7$ bakteriellen Partikeln pro Person und Stunde**; die Partikel liegen teils im **respirablen Bereich**, bleiben also lange schwebefähig [6].

Hospodsky et al. belegten in einer **Klassenzimmer-Studie**, dass **Belegung** die luftgetragenen Bakterienkonzentrationen signifikant erhöht (im Vergleich zum leeren Raum) und dass die **Quelle überwiegend der Mensch** ist (Haut- und Kleidungsabrieb) [7].

Für Viren argumentieren Morawska et al., dass **Aerosole** unter typischen Innenraumbedingungen **stundenlang infektiös** bleiben können – weshalb **Lüftung/Filtration** und **luftseitige Desinfektionsstrategien** zentrale Kontrollen sind [8].

Konsequenz: Auch bei perfekt gewischten Oberflächen bleibt die **Luft** ein **Infektionspfad**, den das Wischen nicht adressiert.

Persistenz und Resistenz auf Oberflächen (trotz Reinigung):

Kampf zeigt in einer systematischen Übersicht, dass zahlreiche **Erreger** auf trockenen Oberflächen **Tage bis Monate** überleben: z. B. **Noroviren** über Wochen; **Sporen von Clostridioides difficile** bis zu **5 Monate** [9].

Biofilme bilden einen zusätzlichen Schutz: Donlan beschreibt, dass mikrobielle Gemeinschaften in extrazellulärer Matrix **gegen Wischdesinfektion hochresistent** sein können; nach „aggressiver“ Reinigung bleiben **viable Zellen** nachweisbar [10]. Das erklärt, warum **punktueller Flächendesinfektion** trotz korrektem Produkt und korrekter Anwendung **Restkontamination** hinterlassen kann – insbesondere in **Ritzen, Fugen, Textilien und Rohrleitungen**.

Die Evidenz zeigt konsistent: Manuelle Flächendesinfektion **reduziert** Risiken, **eliminiert** sie aber nicht. Objektive Marker-Studien belegen **nur 49 %** gründlich gereinigte „high-touch“-Flächen im Median (vor Intervention) und **maximal ~70–80 %** nach intensiven Programmen – **mit**

persistierenden Lücken an schwer zugänglichen Stellen [1][2][3][5]. Zudem **bleibt die Luft unbehandelt**, obwohl dort **relevante Lasten** getragen werden [6][7][8]. Langzeit-Persistenz (Norovirus, Sporen) und **Biofilme** verstärken die Rest-Risiken [9][10].

2 Dreidimensionale statt punktuelle Wirkung

CleanCubes vernebeln 7,5 % H₂O₂ zu einem **feinen Kalt-Aerosol**. Die Tröpfchen liegen im **Mikrometerbereich**, bleiben **lange genug in der Luft**, inaktivieren luftgetragene Keime und **lagern sich anschließend gleichmäßig** auf Oberflächen ab – auch an **Rückseiten, Unterseiten und in Nischen**. So wird **Luft + Fläche** in **einem Prozess** adressiert, während Wischen nur Kontaktflächen erreicht [11].

Homogene Abdeckung

Die CleanCubes erzeugen **starke Vortex-Strömungen**, um das Aerosol **im gesamten Raum** zu verteilen. Entsprechend der **EN 17272** muss die **gleichmäßige Wirksamkeit** mittels **Biologischer Indikatoren (BI)** an **mehreren Raumpositionen** nachgewiesen werden (u. a. auch in „schwierigen“ Zonen). Die Norm fordert **Wirksamkeits- und Verteilungstests**; **CleanCubes** sind entlang dieser Vorgaben validierbar [12].

In Studien mit H₂O₂-Kaltvernebelung zeigte sich insbesondere für **Sporen von Geobacillus stearothermophilus**, dass **mehrzyklische Anwendungen Log-Reduktionen bis ~5** erzielen können und dass **Homogenität** der Verteilung entscheidend ist [13].

Wirksam gegen anspruchsvolle Erreger (inkl. unbehüllte Viren, Sporen, Biofilme):

Kampf fasst für Viren zusammen, dass **unbehüllte Viren** (z. B. **Adeno-, Noro-**) deutlich **resistenter** sind als behüllte; **H₂O₂-Aerosole** sind hier **signifikant wirksam** bei adäquater Dosis/Kontaktzeit [14].

Gegen **Sporen** (z. B. *C. difficile*) sind **mehrere H₂O₂-Kaltvernebelungs-Zyklen** sinnvoll; Andersen et al. belegten **vollständige Inaktivierung** in Praxisumgebungen **erst nach drei Zyklen**, nicht nach einem oder zwei [13].


Biofilme sind durch die Aerosolpenetration besser adressierbar als durch Wischprozesse, die vor allem die **oberste Schicht** benetzen [10].

Standardisierung, Automatisierung, Dokumentation

CleanCubes laufen **vollautomatisch**: Dosis, Zeit und Prozessschritte sind **vordefiniert, reproduzierbar** und **auditierbar**. Damit entfallen die Hauptfehlerquellen der Handdesinfektion (zu kurze Einwirkzeit, vergessene Flächen, ungleichmäßige Benetzung) [12][13].

2.1 Praxisnahe klinische Evidenz

In einem **Before-After-Setting** sank unter **routinemäßigem Kaltvernebelung-Einsatz** die **Inzidenz von C. difficile-Infektionen** von **4,6 auf 2,7 Fälle pro 10 000 Patiententage** (-41 %, p < 0,001) und



weiter auf **1,4** im verlängerten Beobachtungszeitraum – ein **robuster, anhaltender Effekt** in der Versorgungsrealität [16]. In einer prospektiven Evaluationsstudie zeigte **Hybrid-H₂O₂-Fogging** deutliche **Reduktionen der Umgebungskeime** gegenüber Standard-EVS-Reinigung (z. B. aerob zählbare Kolonien/ATP-Last), konsistent mit der **BI-Inaktivierung** nach internationalen Standards [17]. Beide Ansätze adressieren exakt jene Lücken, die die **UV-Marker-Studien** für die manuelle Reinigung belegen.

2.2 Rückstandsfreie Sicherheit

H₂O₂ zerfällt nach der Reaktion zu **Wasser und Sauerstoff** – **ohne** chlorierte Rückstände, ohne QAV-Belag. Damit ist H₂O₂-Kaltvernebelung **material- und umweltfreundlicher** als viele Alternativen, sofern **Kondensation vermieden** und **Grenzwerte** eingehalten werden [15].



3 Warum „Wischen allein“ nicht genügt

1. **Objektiv gemessene Lücken:** 49 % gründlich gereinigte „high-touch“-Flächen im Median (Baseline) und selbst nach Programmen nur 60–80 % – **Restlücken bleiben** [1][2][3][5].
2. **Luft bleibt unbehandelt:** Menschen emittieren $\sim 10^7$ - 10^8 bioaerosole Partikel pro Person und Stunde; Aerosole können **stundenlang infektiös** sein – **Wischen adressiert das nicht** [6][7][8].
3. **Resiliente Erreger: Noroviren, Sporen, Biofilme** überdauern; punktuelle Wischprozesse erreichen sie **nicht zuverlässig** [9][10].

3.1 Warum CleanCubes die logische Ergänzung sind:

1. **3D-Wirkung: Luft + alle Oberflächen** in einem standardisierten Zyklus, inkl. verdeckter Zonen.
2. **Validierte Homogenität:** Nach **EN 17272** mit **BI-Nachweis** auch in „Schattenbereichen“.
3. **Wirksam gegen anspruchsvolle Zielorganismen:** Mehrzyklische H₂O₂-Kaltvernebelung - Protokolle für **Sporen**, robuste Wirkung gegen **unbehüllte Viren** und **Biofilme**.
4. **Automatisierung: Reproduzierbare Qualität, Dokumentation** für Audits, **Entkopplung von Personalvariabilität**.
5. **Rückstandsfreie Anwendung:** Zerfall zu H₂O und O₂, keine chlorierten Rückstände.

3.2 Praktische Empfehlungen

- **Basis beibehalten:** Manuelle Reinigung bleibt Pflicht (Entfernung organischer Last).
 - H₂O₂-Kaltvernebelung **ergänzen:** **CleanCubes** zyklisch einsetzen – z. B. nach Entlassungen, nach Eingriffen, bei Ausbrüchen, in Hochrisiko-Zonen (Endoskopie, IMC/ICU), in Wart-/Behandlungsräumen mit hoher Fluktuation.
 - **Validieren & dokumentieren:** **BI an mehreren Raumpositionen** platzieren; **Prozesse protokollieren** (Konzentration, RLF, Kontaktzeit).
 - **Sicherheit & Material:** **Kondensation vermeiden**, sensible Materialien prüfen; Grenzwerte (z. B. 1 ppm vor Wiederbezug) einhalten.
- So entsteht aus einem **punktuellen Hygienekonzept** (Wischen) ein **ganzheitlicher, dreidimensionaler Infektionsschutz**, der **wissenschaftlich belegt, standardisiert** und **auditierbar** ist.



4 Quellen

- [1] Carling PC et al. (2008). Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. PMID: 18171180. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18171180/>
- [2] Carling PC et al. (2008). Improving cleaning of the environment surrounding patients in 36 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. PMID: 18851687. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18851687/>
- [3] Carling PC & Huang SS (2013). Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. *Infect Control Hosp Epidemiol*. DOI: 10.1086/670222. <https://www.cambridge.org/core/journals/infection-control-and-hospital-epidemiology/article/improving-healthcare-environmental-cleaning-and-disinfection-current-and-evolving-issues/149C7D943A348162ACAC18B69FC46225>
- [4] Dancer SJ (2009). The role of environmental cleaning in the control of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect*. DOI: 10.1016/j.jhin.2008.06.019
- [5] Ng WK et al. (2014). How clean is clean: a new approach to assess and improve environmental cleaning. *Oman Med J*. PMC4645839. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4645839/>
- [6] Qian J et al. (2012). Size-resolved emission rates of airborne bacteria and fungi in an occupied classroom. *Indoor Air* (open-access via PMC). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3437488/>
- [7] Hospodsky D et al. (2012). Human occupancy as a source of indoor airborne bacteria. *PLoS ONE*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0034867>
- [8] Morawska L et al. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int*. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105832. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7250761/>
- [9] Kampf G (2018). Persistence of pathogens on inanimate surfaces. *BMC Infect Dis*. DOI: 10.1186/s12879-018-3487-5
- [10] Donlan RM (2002). Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerg Infect Dis*. DOI: 10.3201/eid0809.020063
- [11] Berger D (2021). Hydrogen peroxide as a disinfectant. PMC8233052. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8233052/>
- [12] EN 17272:2020. Chemical disinfectants and antiseptics – Methods of airborne room disinfection by automated process. <https://knowledge.bsigroup.com/products/chemical-disinfectants-and-antiseptics-methods-of-airborne-room-disinfection-by-automated-process>
- [13] Andersen BM et al. (2006). Effect of aerosolized hydrogen peroxide on spores in rooms and ambulances. *J Hosp Infect*. PMID: 16337307. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16337307/>
- [14] Kampf G (2020). Efficacy of disinfection against viruses. *J Hosp Infect*. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.018
- [15] PubChem. Hydrogen Peroxide (CID 784) – Zerfallsprodukte H₂O/O₂. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrogen-Peroxide>
- [16] Truitt CL et al. (2022). Evaluation of an aerosolized hydrogen peroxide disinfection system: reduction of *C. difficile* infection rates. *Am J Infect Control*. PMID: 35307211. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35307211/>
- [17] Khandelwal A et al. (2022). Enhanced disinfection with hybrid hydrogen peroxide fogging. *BMC Infect Dis* 22:704. <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-022-07704-9>