



Q-LIFE · DAS WISSENSCHAFTLICHE E-BOOK

Hydroxil

Die Desinfektion der Zukunft — Wie hypochlorige Säure Bakterien, Viren und Pilze eliminiert: ohne synthetische Rückstände, ohne Kompromisse.

Q-Life · 2026

Inhaltsverzeichnis

K00 Einleitung: Warum dieses Buch?

K01 Kapitel 1: Was ist Hydroxyl? — Die Wissenschaft hinter HOCl

K02 Kapitel 2: Geschichte — Vom Schlachtfeld zum Immunsystem

K03 Kapitel 3: Wirkungsweise — Wie HOCl Pathogene eliminiert

K04 Kapitel 4: Der große Vergleich — HOCl vs. klassische Desinfektionsmittel

K05 Kapitel 5: Sicherheit & Verträglichkeit — Warum HOCl so besonders ist

K06 Kapitel 6: HOCl in Medizin & Therapie — Was die Wissenschaft zeigt

K07 Kapitel 7: Tier & Landwirtschaft — Stall, Weide, Bienenstock

K08 Kapitel 8: Alltag, Küche, Camping — Hygiene ohne Kompromisse

K09 Kapitel 9: Hotel, Gastro & öffentliche Einrichtungen

K10 Kapitel 10: Umwelt & Nachhaltigkeit — Die grüne Desinfektion

K11 Kapitel 11: Wie HOCl hergestellt wird — Elektrolyse erklärt

K12 Kapitel 12: Die Zukunft der Desinfektion

K13 Anhang: FAQ, Glossar, Quellenverzeichnis & Checklisten

Rechtlicher Hinweis

Dieses Buch dient ausschließlich zu Informationszwecken. Die darin enthaltenen Informationen ersetzen keine medizinische, veterinärmedizinische oder sonstige fachliche Beratung. Bei gesundheitlichen Beschwerden konsultieren Sie bitte stets eine Ärztin, einen Arzt oder eine Tierärztin bzw. einen Tierarzt.

Zu Hydroxil: Aqua Electra Hydroxil ist in Deutschland als Biozidprodukt gemäß EU-Biozidverordnung Nr. 528/2012 bei der BAuA registriert (N-95701). Es ist kein Arzneimittel und kein Medizinprodukt im Sinne der EU-Medizinprodukteverordnung (MDR 2017/745).

Zu zitierten Studien: In diesem Buch genannte wissenschaftliche Studien beziehen sich auf den Wirkstoff Hypochlorige Säure (HOCl) im Allgemeinen und nicht notwendigerweise auf das Produkt Hydroxil im Speziellen. Studienergebnisse sind keine Leistungsversprechen des Produkts.

Zu US-amerikanischen Zulassungen: Zulassungen durch FDA und EPA gelten im Recht der USA. Maßgeblich für den deutschen Markt ist die BAuA-Registrierung nach EU-Recht.

Individuelle Ergebnisse: Praxisbeispiele in diesem Buch sind illustrative Szenarien auf Basis typischer Anwendungserfahrungen. Individuelle Ergebnisse können variieren.

Einleitung: Warum dieses Buch?

Frankreich, 1916. Ein Lazarett hinter der Front.



Abbildung 1 — Einleitung: Warum dieses Buch?



Abbildung 2 — Einleitung: Warum dieses Buch?

Soldaten, die Schrapnellsplitter überlebt haben, sterben Wochen später an Wundinfektion. Jod brennt und zerstört das Gewebe, das gerettet werden soll. Der Chemiker Henry Dakin findet eine Lösung: eine schwach konzentrierte hypochlorige Säure, die Keime tötet, ohne gesundes Gewebe zu schädigen — die sogenannte Dakin-Lösung.

Dann kommt das Penicillin. Die Antibiotika-Ära beginnt. Und hypochlorige Säure gerät für Jahrzehnte in Vergessenheit.

(Die ganze Geschichte erzählt Kapitel 2.)

110 Jahre später: Das gleiche Problem in neuer Verpackung

Heute sterben keine Soldaten mehr an infizierten Schrapnellwunden — zumindest nicht in dieser Größenordnung. Aber die Herausforderung ist dieselbe, nur moderner verpackt.

Krankenhauseskeime, die gegen alle bekannten Antibiotika resistent sind. SARS-CoV-2, das gezeigt hat, wie schnell ein Erreger die Welt lahmlegen kann. Norovirus-Ausbrüche in Schulen und Altenheimen. Salmonellen auf dem Schneidebrett. Schimmel im Badezimmer. Mauke beim Pferd. Mastitis beim Rind.

Desinfektion ist überall. Wir sprühen, wischen und desinfizieren mehr als je zuvor.

Aber mit was?

Schau dir mal kurz die Rückseite deines Desinfektionsmittels an. Ethanol. Isopropanol. Benzalkoniumchlorid. Glutaraldehyd. Didecylmethylammoniumchlorid.

Klingt beeindruckend. Ist es auch — aber nicht auf die gute Art.

Die Hygiene-Lüge

Wir bekämpfen Bakterien mit Substanzen, die selbst ein Problem sind. Das klingt paradox. Ist es auch.

Alkohol (Ethanol/Isopropanol) ist das beliebteste Desinfektionsmittel überhaupt. Praktisch, schnell, günstig. Aber: Er trocknet die Haut bei regelmäßiger Anwendung aus, erhöht das Risiko von Hautschäden, ist hochentflammbar — und wirkt nicht gegen alle Erregertypen. Gegen unbehüllte Viren und Bakteriensporen ist er weitgehend wirkungslos.

Chlorbleiche (Natriumhypochlorit in hoher Konzentration) wirkt breit. Aber sie ätzt Haut und Schleimhäute, erzeugt in Kombination mit Ammoniak giftige Chlorgase, greift Oberflächen an und darf auf keinen Fall mit anderen Reinigern gemischt werden.

Quartäre Ammoniumverbindungen (QACs) — das sind die "professionellen" Desinfektionsmittel in Hotels, Krankenhäusern und der Lebensmittelindustrie. Effektiv, ja. Aber QACs stehen in wissenschaftlicher Diskussion: Studien deuten darauf hin, dass sie Antibiotikaresistenzen fördern, Asthma auslösen und Reproduktionsprobleme verursachen können. Sie reichern sich in der Umwelt an und sind schwer abbaubar.

Infobox: QACs und Antibiotikaresistenz

Eine Studie in *Nature Medicine* (2019) zeigte, dass regelmäßiger Kontakt mit quartären Ammoniumverbindungen bei Bakterien Kreuzresistenzen gegen Antibiotika auslösen kann. Der Mechanismus: Die Bakterien entwickeln Pumpmechanismen, die sowohl QACs als auch Antibiotika aus der Zelle transportieren. Die Desinfektion von heute könnte zum Resistenzproblem von morgen beitragen.

(Quelle: Munita & Arias, *Microbiology Spectrum*, 2016; Mc Cay et al., *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2010)

Wir töten Keime. Aber wir schaden uns dabei selbst — und der Umwelt. Und dem nächsten Antibiotikum, das irgendwann vielleicht dein Leben retten soll.

Es muss einen besseren Weg geben.

Dein Körper weiß es schon längst

Hier ist die Ironie der Geschichte: Während wir Jahrzehnte damit verbracht haben, immer aggressivere Chemikalien zu entwickeln, hatte unser Körper die Lösung schon immer.

In deinem Blut. Genauer: in deinen weißen Blutkörperchen.

Wenn Bakterien oder Viren in deinen Körper eindringen, schickt dein Immunsystem neutrophile Granulozyten — spezialisierte Killerzellen — an den Ort des Geschehens. Diese Zellen umschließen die Eindringlinge und zerstören sie mit einer selbst produzierten Substanz: hypochloriger Säure, kurz HOCl.

Milliarden HOCl-Moleküle pro Sekunde — pro Zelle, pro Infektion. Kontinuierlich. Seit der ersten Minute deines Lebens. *(Die genaue Zahl erklärt Kapitel 1.)*

HOCl ist kein Labor-Konstrukt. Kein synthetisches Chemieprodukt. Es ist das, was dein Immunsystem seit Millionen Jahren produziert, um Infektionen zu bekämpfen.

Und jetzt ist es — dank moderner Elektrolysetechnologie — in der Flasche verfügbar.

Infobox: Wie viel HOCl steckt in dir?

Neutrophile Granulozyten machen etwa 60–70 % aller weißen Blutkörperchen aus. Ein gesunder Erwachsener hat rund 4.000 bis 10.000 neutrophile Granulozyten pro Mikroliter Blut. Bei einer Infektion steigt diese Zahl dramatisch an — und jede einzelne dieser Zellen produziert HOCl als primäre Waffe. Dein Körper ist buchstäblich eine HOCl-Fabrik.

Dein Immunsystem war der erste Desinfektionsmittel-Hersteller der Welt — und arbeitet seit Millionen Jahren ohne Zulassungsverfahren.

Gleiche Substanz. Flasche statt Blut.

Was Wissenschaftler heute herstellen, ist chemisch identisch mit dem, was dein Körper produziert. Das Ergebnis ist verblüffend:

- **99,99 % wirksam** gegen Bakterien, Viren, Pilze und Sporen
- **Hautfreundlich** — so sanft, dass spezifisch formulierte HOCl-Produkte direkt auf Wunden angewendet werden können; Hydroxil ist als Biozidprodukt für Flächen- und allgemeine Desinfektion zugelassen
- **Nicht toxisch** — nach dem Einsatz zerfällt HOCl in Wasser und eine minimale Menge Kochsalz
- **Umweltverträglich** — keine Rückstände, kein bioakkumulatives Potenzial
- **Geruchsarm** — kein beißender Chemiestank
- **Für Mensch und Tier geeignet** — kein Brennen, kein Reizen bei bestimmungsgemäßer Anwendung

Klingt zu gut, um wahr zu sein? Das dachten viele. Bis sie die Studienlage gesehen haben.

Was dich in diesem Buch erwartet

Dieses Buch ist kein Werbeprospekt. Es ist ein ehrlicher, wissenschaftlich fundierter Blick auf eine Substanz, über die viel zu wenig gesprochen wird — obwohl sie das Potenzial hat, die Art, wie wir desinfizieren, grundlegend zu verändern.

Du lernst:

- **Die Wissenschaft hinter HOCl** — verständlich erklärt, ohne Chemiestudium
- **Wie HOCl wirkt** — was auf molekularer Ebene passiert, wenn HOCl auf einen Keim trifft
- **Warum HOCl sicherer ist** als die meisten bekannten Desinfektionsmittel
- **Wo HOCl eingesetzt wird** — von der Wundversorgung über den Pferdestall bis zur Hotelküche
- **Was du konkret tun kannst** — mit Checklisten, Praxisbeispielen und echten Anwendungsszenarien

Und du bekommst die Antwort auf eine Frage, die viele stellen, wenn sie das erste Mal von HOCl hören: *"Warum weiß ich davon nichts?"*

Für wen ist dieses Buch?

Für dich als Privatperson, wenn du deinen Haushalt sicherer, gesünder und chemieärmer gestalten willst — für dich, deine Kinder, deine Haustiere.

Für dich als Tierhalter oder Landwirt, wenn du nach einer Lösung suchst, die bei Mauke, Wunden, Stallhygiene und Eutergesundheit wirkt, ohne Resistenzen zu fördern.

Für dich im Gastgewerbe, wenn du HACCP-konform desinfizieren, Kosten senken und auf Dutzende Einzelprodukte verzichten willst.

Für dich als Heilpraktiker oder Therapeut, wenn du nach einer wissenschaftlich belegten, schonenden Ergänzung für deine Praxis suchst.

Für dich als neugierigen Menschen, der einfach wissen will, ob das wirklich alles stimmt — oder ob das wieder so ein Wellness-Hype ist.

Die wissenschaftliche Grundlage ist solide — das zeigt dieses Buch.

Auf den Punkt

Die meisten Desinfektionsmittel lösen ein Problem und schaffen dabei zwei neue: Sie sind aggressiv gegenüber Haut und Umwelt, und einige von ihnen tragen zur Entstehung von Antibiotikaresistenzen bei. Hypochlorige Säure ist anders — weil sie keine Fremdsubstanz ist, sondern das, was dein Körper selbst produziert, um Infektionen zu bekämpfen. Hocheffektiv gegen Bakterien, Viren und Pilze. Gleichzeitig so schonend, dass spezifisch formulierte HOCl-Produkte direkt auf Wunden angewendet werden können. Dieses Buch zeigt dir, warum das kein Widerspruch ist — und was das konkret für deinen Alltag bedeutet.

Weiter zu Kapitel 1: Was ist Hydroxyl? – Die Wissenschaft hinter HOCl

Kapitel 1: Was ist Hydroxyl? — Die Wissenschaft hinter HOCl

Drei Buchstaben, die alles verändern

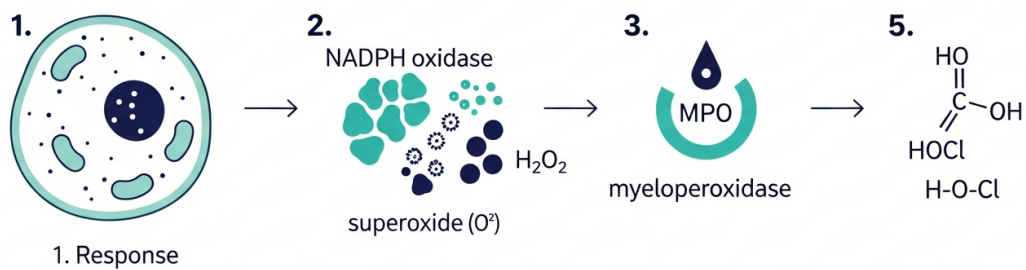


Abbildung 1 — Kapitel 1: Was ist Hydroxyl? — Die Wissenschaft hinter HOCl



Abbildung 2 — Kapitel 1: Was ist Hydroxyl? — Die Wissenschaft hinter HOCl

Stell dir vor, du findest heraus, dass die wirksamste Waffe gegen Bakterien, Viren und Pilze nicht in einem Chemielabor erfunden wurde — sondern schon seit Millionen von Jahren in deinem Blut steckt.

Nicht irgendwo. Sondern in deinen weißen Blutkörperchen. Genau da.

Wenn ein Keim in deinen Körper eindringt, reagiert dein Immunsystem mit einer Präzision, die jeden Chemiker neidisch machen würde. Spezialisierte Zellen — die sogenannten neutrophilen Granulozyten — eilen zum Einsatzort, umschließen den Eindringling und fluten ihn mit einer Substanz, die ihn in Sekundenbruchteilen zerstört.

Diese Substanz heißt HOCl. Hypochlorige Säure.

Drei Buchstaben. Ein Wasserstoffatom, ein Sauerstoffatom, ein Chloratom. Und eine der wirksamsten antimikrobiellen Substanzen, die in der Natur bekannt sind.

Das Molekül, das alles kann

Schauen wir uns HOCl kurz genauer an — ohne Chemiestudium, versprochen.

Die chemische Formel lautet HOCl. Es ist eine schwache Säure — farblos, leicht nach Chlor riechend in höherer Konzentration, bei niedrigen Konzentrationen praktisch geruchsneutral. Hydroxyl als fertig formuliertes Produkt hat einen pH-Wert zwischen 6,0 und 7,4 — im neutralen bis leicht sauren Bereich, was seine besondere Hautverträglichkeit erklärt.

Was HOCl so besonders macht, ist nicht das Molekül selbst — es ist der pH-Wert.

Infobox: Das pH-Geheimnis

HOCl ist ein Chamäleon. Im sauren bis neutralen Bereich (pH 4–7,5) liegt die hochwirksame Form vor: HOCl — hochreaktiv, aggressiv gegen Keime, gleichzeitig körperverträglich. Steigt der pH-Wert über 7,5 an, wandelt sich HOCl in das sogenannte Hypochlorit-Ion (OCl^-) um — das 80- bis 100-mal weniger wirksam ist. Hydroxyl operiert bei pH 6,0–7,4, also genau in dem Bereich, in dem HOCl dominant und hochaktiv ist — während herkömmliche Chlorbleiche mit pH 11–13 fast ausschließlich das schwächere OCl^- enthält.

(Quelle: Block & Rowan, J Oral Maxillofac Surg, 2020; PMC7315945)

Das ist auch der Grund, warum Chlorbleiche — die in jedem Supermarkt steht — trotz des gleichen Wirkstoffs so anders ist als HOCl. Chlorbleiche hat einen pH-Wert von 11 bis 13. Stark basisch, ätzend, aggressiv. Das Hypochlorit-Ion, das dabei entsteht, muss mit viel höherer Konzentration eingesetzt werden, um ähnliche Ergebnisse zu erzielen — und richtet dabei erheblich mehr Schaden an Haut, Atemwegen und Umwelt an.

HOCl macht dasselbe — besser, sicherer, schonender. Weil der pH stimmt.

Der "Respiratory Burst" — wenn dein Körper zur Bombe wird

Lass uns einen Moment in deinen Körper reisen. Genauer gesagt: in eine neutrophile Granulozyte, eine jener weißen Blutkörperchen, die du in Milliardenanzahl in deinem Blut trägst.

Neutrophile machen 60 bis 70 Prozent aller weißen Blutkörperchen aus. Ihre Aufgabe: Erkennen, Verfolgen, Vernichten. Wenn sie einen Keim aufspüren, passiert etwas Faszinierendes — Wissenschaftler nennen es den "Respiratory Burst".

Die Sequenz läuft so ab:

Erstens: Ein Enzym namens NADPH-Oxidase startet und produziert Superoxid-Radikale — hochreaktive Sauerstoffmoleküle.

Zweitens: Diese Superoxid-Radikale werden blitzschnell zu Wasserstoffperoxid (H_2O_2) umgewandelt. Ja, dasselbe Wasserstoffperoxid, das du aus der Apotheke kennst.

Drittens: Jetzt kommt das Schlüsselenzym ins Spiel — die Myeloperoxidase (MPO). Sie kombiniert das Wasserstoffperoxid mit Chlorid-Ionen (Cl^-), die im Körper reichlich vorhanden sind. Das Ergebnis: **HOCl** — hypochlorige Säure.

In Zahlen: Eine einzige neutrophile Granulozyte produziert rund 1,6 Millionen HOCl-Moleküle pro Sekunde. In einer ausgewachsenen Immunreaktion sind Milliarden dieser Zellen aktiv.

Dein Körper ist buchstäblich eine HOCl-Fabrik.

Infobox: Dein Immunsystem — der erste Desinfektionsmittel-Hersteller der Welt

Lange bevor es Sagrotan, Sterillium oder Domestos gab, produzierte dein Körper bereits das wirksamste Desinfektionsmittel der Natur. Jeden Tag. Milliardenfach. Ohne Nebenwirkungen, ohne Umweltrückstände, ohne Folgekosten. Das nächste Mal, wenn du eine Schürfwunde hast und sie "von selbst" heilt — das ist kein Wunder. Das ist HOCl.

(Quelle: Winterbourn CC. Nat Chem Biol. 2008;4(5):278-286)

HOCl vs. Bleiche — der entscheidende Unterschied

Hier liegt das größte Missverständnis, wenn Menschen zum ersten Mal von HOCl hören: *"Das ist doch nur Chlorbleiche, oder?"*

Nein. Und der Unterschied ist fundamental.

Beide Substanzen gehören zur gleichen chemischen Familie — beide enthalten Chlor. Aber der pH-Wert macht alles. Natriumhypochlorit (NaOCl), also Bleiche, wird bei einem pH von 11 bis 13 eingesetzt. Dabei liegt der Wirkstoff fast ausschließlich als Hypochlorit-Ion (OCl^-) vor — das 80- bis 100-mal schwächer wirkt als HOCl.

Das bedeutet: Um dieselbe keimtötende Wirkung zu erzielen, braucht man von Bleiche eine viel höhere Konzentration. Und eine höhere Konzentration bedeutet: mehr Schäden an Haut und Gewebe, mehr giftige Dämpfe, mehr Umweltbelastung, mehr Korrosion an Materialien.

HOCl ist der präzise Skalpell. Bleiche ist der Vorschlaghammer.

Eigenschaft	HOCl (pH 6,0–7,4 bei Hydroxil)	Chlorbleiche NaOCl (pH 11–13)
Relative Wirksamkeit	80–100× höher	Basiswert
Hautverträglichkeit	Sehr gut, nicht reizend	Ätzend bei Hautkontakt
Schleimhautverträglichkeit	Geeignet (Mund, Wunde)	Stark reizend bis ätzend
Geruch	Kaum wahrnehmbar	Stechend, reizend
Materialverträglichkeit	Nicht korrosiv	Bleicht, korrodiert Metalle
Umweltverhalten	Zerfällt zu Wasser + Kochsalz	Giftige Chlorverbindungen möglich
Einsatz auf Lebensmitteln	Ja (lebensmittelecht)	Nein

Was macht Hydroxil von Q-Life konkret?

Wissen ist gut. Anwendung ist besser.

Die Hydroxil-Linie von Q-Life ist eine stabilisierte HOCl-Lösung mit 500 ppm aktivem Chlor — hergestellt durch kontrollierte Elektrolyse aus Wasser und Salz. Keine synthetischen Zusatzstoffe, keine Duftstoffe, keine Konservierungsmittel.

Der pH-Wert liegt dauerhaft bei 6,0–7,4 — präzise gesteuert durch den Herstellungsprozess, genau im Bereich höchster HOCl-Aktivität.

Registriert beim Bundesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) unter der Nummer N-95701. Geprüft nach den einschlägigen europäischen Normen: EN 1276 (Bakterizidie), EN 14476 (Viruzidie), EN 13624 (Fungizidie) sowie EN 14348 (Mykobakterizidie) und EN 17126 (Sporozidie). Dermatologisch getestet mit dem Ergebnis „Sehr gut“ (Dermatest® Epikutantest, 30 Probanden, 2020).

Das sind keine Versprechen — das sind geprüfte, dokumentierte Fakten.

Infobox: Was bedeuten die EN-Normen?

EN-Normen sind europäische Prüfstandards. EN 1276 prüft die Wirksamkeit gegen Bakterien unter Praxisbedingungen (inkl. Belastungssubstanzen wie Eiweißstoffe, die reale Verschmutzung simulieren). EN 14476 prüft gegen behüllte und unbehüllte Viren. EN 13624 gegen Pilze. Wer diese Normen besteht, hat nicht in einem Laborkabinett ohne jede Belastung getestet — sondern unter Bedingungen, die echten Anwendungssituationen nahekomen. Das ist der Unterschied zwischen einem Versprechen und einem Beweis.

Wie klein ist HOCl eigentlich?

Zum Abschluss noch eine Perspektive, die man leicht vergisst.

HOCl ist ein winziges Molekül — kleiner als fast alle anderen Desinfektionsmittelmoleküle. Diese Größe ist kein Zufall. Sie ist ein Vorteil.

Kleine Moleküle dringen tiefer ein: in Biofilme, in Zellwände, in die Proteinhülle von Viren. Große Moleküle wie quartäre Ammoniumverbindungen wirken hauptsächlich an Oberflächen — HOCl erreicht, was andere nicht erreichen.

Das ist einer der Gründe, warum HOCl gegen sogenannte unbehüllte Viren (wie Norovirus, Adenovirus) wirkt, gegen die Alkohol weitgehend wirkungslos ist. Die kleinen Viren, die keine fetthaltige Schutzhülle haben, werden von HOCl durch direkte Oxidation zerstört — Alkohol gleitet an ihnen vorbei.

Drei Atome. Kleines Molekül. Große Wirkung.

Auf den Punkt

Hypochlorige Säure ist keine Erfindung der Chemieindustrie — sie ist das, was dein Immunsystem seit Millionen von Jahren produziert, um Eindringlinge zu vernichten. Bei richtigem pH-Wert ist HOCl 80- bis 100-mal wirksamer als herkömmliche Chlorbleiche, dabei so schonend, dass es auf Wunden, Augen und Schleimhäute angewendet werden kann. Die Hydroxil-Lösung von Q-Life macht genau diesen Wirkstoff — stabilisiert, geprüft und anwendungsbereit — in der Flasche verfügbar.

Weiter zu Kapitel 2: Geschichte — Vom Schlachtfeld zum Immunsystem

Kapitel 2: Geschichte — Vom Schlachtfeld zum Immunsystem

Ein Mann, eine Lösung, Millionen Leben



Abbildung 1 — Kapitel 2: Geschichte — Vom Schlachtfeld zum Immunsystem



Abbildung 2 — Kapitel 2: Geschichte — Vom Schlachtfeld zum Immunsystem

Frankreich, Herbst 1916. Das Lazarett hinter der Westfront riecht nach Fäulnis.

Nicht nach Desinfektionsmittel — nach dem Gegenteil davon. Verwundete Soldaten, die den direkten Beschuss überlebt haben, sterben Tage später an infizierten Wunden. Gangrän frisst sich durch Gewebe. Tetanus lähmt. Sepsis tötet. Jod brennt und zerstört das gesunde Fleisch, das gerettet werden soll. Alkohol ist knapp. Die Ärzte stehen vor einem Problem, für das es keine Lösung zu geben scheint.

Dann kommen Alexis Carrel und Henry Dakin.

Carrel ist zu diesem Zeitpunkt bereits Nobelpreisträger — ausgezeichnet 1912 für seine revolutionären Methoden der Gefäßchirurgie. Dakin ist ein britischer Chemiker, der mit einer Frage ins Lazarett kommt: Was, wenn man die Wunden nicht einmalig behandelt, sondern kontinuierlich mit einer keimtötenden Lösung spült?

Dakin experimentiert. Er testet mehr als 200 verschiedene chemische Verbindungen — und findet schließlich etwas, das wirkt. Eine schwach alkalische Lösung auf Basis von Natriumhypochlorit, gepuffert mit Borsäure. Exakt auf die richtige Konzentration eingestellt: stark genug, um Keime zu töten. Schwach genug, um das Gewebe nicht zu zerstören.

Die sogenannte "Dakin's Solution" wird zur medizinischen Sensation des Ersten Weltkriegs. Infektionsraten fallen dramatisch. Amputationen werden verhindert. Soldaten überleben Wunden, an denen sie ohne diese Lösung gestorben wären.

Im Zweiten Weltkrieg wird dieselbe Methode wieder eingesetzt.

Infobox: Dakin's Solution — der Urgroßvater von Hydroxil

Was Dakin und Carrel damals nutzten, war eine Vorform dessen, was wir heute als HOCl kennen. Der entscheidende Unterschied: Dakin's Solution war stark alkalisch (pH ~9–10) und enthielt hauptsächlich das weniger aktive Hypochlorit-Ion (OCl^-). Moderne Elektrolyse erzeugt stabilisiertes HOCl bei pH 6,0–7,4 — in diesem neutralen bis leicht sauren Bereich liegt HOCl in hochaktiver Form vor und ist bis zu 100-mal wirksamer als das Hypochlorit der Dakin-Lösung, dabei nicht ätzend. Fast 80 Jahre Wissenschaft liegen zwischen Dakins Lösung und einer Flasche Hydroxil. Die Idee ist dieselbe. Der Fortschritt ist enorm.

(Quelle: Dakin HD, Br Med J. 1915; Carrel & Dakin, J Exp Med. 1917)

1834: Der Mann, der HOCl zuerst sah

Die Geschichte beginnt eigentlich früher — und unspektakulärer.

Im Jahr 1834 sitzt ein französischer Chemiker namens Antoine Jérôme Balard in seinem Labor in Paris. Balard ist der Mann, der wenige Jahre zuvor das chemische Element Brom entdeckt hat — ein Fund, der ihm europaweit Berühmtheit eingebracht hat. Jetzt beobachtet er die Reaktion von Chlorgas mit Wasser.

Dabei identifiziert er erstmals hypochlorige Säure als eigenständige chemische Verbindung: HOCl.

Für Balard ist es eine chemische Kuriosität. Eine interessante Reaktion, dokumentiert, abgelegt. Kein Mensch ahnt damals, welche Bedeutung dieses Molekül einmal haben wird. Dass es im menschlichen Immunsystem eine Schlüsselrolle spielt — das weiß noch niemand. Dass es eines Tages in der Lebensmittelverarbeitung, in Krankenhäusern, auf Bauernhöfen und in Sprühflaschen auf Millionen von Fensterbänken stehen wird — unvorstellbar.

1834 ist HOCl nichts weiter als eine Entdeckung in einem Pariser Chemielabor.

Die stille Revolution der 1960er

Sprung nach vorne. Seattle, 1960er Jahre.

Ein Immunologe namens Seymour Klebanoff forscht an der University of Washington an weißen Blutkörperchen — und macht eine Entdeckung, die die gesamte Immunologie verändert.

Klebanoff untersucht, wie neutrophile Granulozyten Bakterien abtöten. Das ist zu diesem Zeitpunkt noch wenig verstanden. Man weiß, dass diese Zellen Keime vernichten — aber wie?

Klebanoff entdeckt das Myeloperoxidase-System. Er zeigt, dass Neutrophile ein Enzym namens Myeloperoxidase (MPO) nutzen, um aus Wasserstoffperoxid und Chlorid-Ionen HOCl herzustellen — direkt in der Zelle, direkt am Ort der Infektion.

Die Schlussfolgerung ist so schlicht wie revolutionär: Das wirksamste Desinfektionsmittel, das wir kennen, produziert unser eigener Körper. Seit Millionen von Jahren. In industriellen Mengen.

Klebanoffs Arbeiten legen den wissenschaftlichen Grundstein für alles, was danach kommt.



Infobox: Seymour Klebanoff — der Mann, der HOCl im Körper fand

Klebanoff veröffentlichte seine wegweisende Arbeit über Myeloperoxidase und HOCl in Jahrzehnten kontinuierlicher Forschung, zuletzt zusammengefasst in: "*Myeloperoxidase: friend and foe.*" J Leukoc Biol. 2005;77(5):598-625. Er zeigte, dass MPO-defiziente Patienten — also Menschen, denen dieses Enzym fehlt — deutlich anfälliger für schwere bakterielle Infektionen sind. HOCl ist nicht optional. Es ist essenziell.

Die ECA-Revolution: Stabile HOCl aus Wasser und Salz

Jahrzehntelang bleibt HOCl ein Laborstoff. Die Herausforderung: HOCl ist instabil. In der freien Natur zerfällt es schnell. Es lässt sich schlecht lagern, schlecht transportieren, schwer auf stabile Konzentrationen bringen.

Dann kommen die 1990er Jahre. Russische und japanische Forscher entwickeln unabhängig voneinander die sogenannte **Elektro-Chemische Aktivierung** (ECA) — ein Verfahren, das mit Membran-Elektrolyse stabile HOCl-Lösungen im optimalen pH-Bereich erzeugt.

Das Rezept ist verblüffend simpel: Wasser + Salz + Strom. Kein Chemielabor nötig. Keine exotischen Rohstoffe. Die Elektrolyse spaltet Natriumchlorid (Kochsalz) in seine Bestandteile auf und rekombiniert sie zu HOCl — kontrolliert, reproduzierbar, stabil.

Aus der Laborsubstanz wird ein industriell herstellbares Desinfektionsmittel.

Die Regulatoren kommen — und geben grünes Licht

Was folgt, ist eine Serie regulatorischer Meilensteine, die zeigen: Das ist kein alternativer Gesundheitstrend. Das ist Wissenschaft, die von den strengsten Zulassungsbehörden der Welt geprüft und bestätigt wird.

Jahr	Meilenstein
1834	Balard identifiziert HOCl als chemische Verbindung
1915–16	Dakin's Solution rettet Verwundete im Ersten Weltkrieg
1960er	Klebanoff entdeckt das MPO/HOCl-System in Neutrophilen
1990er	ECA-Technologie ermöglicht stabile, industrielle HOCl-Produktion
2002	FDA genehmigt HOCl für Wundpflege-Produkte erstmals
2007	Peer-reviewed Meilenstein-Studie zu HOCl in der Wundversorgung (Wang et al., J Burns Wounds)
2018	FDA erweitert Zulassung: antipruritische Anwendung, Augenhygiene, Wundreinigung
2020	EPA listet HOCl auf "List N" — wirksam gegen SARS-CoV-2
2022	EPA befreit HOCl von Toleranzanforderungen auf Lebensmittelkontaktflächen (bis 200 ppm)
2023	FDA Food Contact Notification 1811: HOCl als antimikrobielles Mittel für Fleisch, Geflügel, Fisch, Obst, Gemüse — kein Nachspülen nötig

Die EPA-Listung aus dem Jahr 2020 ist besonders bemerkenswert. Als SARS-CoV-2 die Welt in den Ausnahmezustand versetzt, suchten Behörden und Bevölkerung fieberhaft nach wirksamen Desinfektionsmitteln. Die EPA — die US-Umweltbehörde, bekannt für ihre strengen Prüfstandards — listet HOCl auf ihrer "List N" für Mittel, die gegen SARS-CoV-2 wirksam sind.

HOCl — unter anderem neben weiteren geprüften Mitteln — stand auf dieser Liste. Ein wichtiges regulatorisches Signal in einer Zeit globaler Dringlichkeit.

Heute: Ein Markt erwacht

Was lange eine Nischenanwendung in spezialisierten medizinischen Einrichtungen war, ist heute auf dem Weg in den Mainstream.

Der globale HOCl-Markt wurde 2024 auf rund 5,9 Milliarden US-Dollar geschätzt. Prognosen gehen von einem jährlichen Wachstum von über 5 Prozent bis 2030 aus. Treiber sind drei große gesellschaftliche Trends: das durch COVID-19 dauerhaft gestiegene

Hygienebewusstsein, die zunehmende Bedrohung durch Antibiotikaresistenzen — und die wachsende Nachfrage nach nachhaltigen, umweltverträglichen Alternativen zu herkömmlichen Reinigungskemikalien.

190 Jahre nach Balards Entdeckung in einem Pariser Labor ist HOCl angekommen — in Krankenhäusern, Schlachthöfen, Lebensmittelabriken, Tierarztpraxen, Hotelküchen und in der Flasche auf dem Regal.

Die Geschichte hat lange gebraucht. Aber sie hat ein gutes Ende.

Auf den Punkt

HOCl hat eine 190-jährige Geschichte — von Balards Entdeckung in einem Pariser Labor, über die lebensrettende Dakin-Lösung in den Schützengräben des Ersten Weltkriegs, bis zur FDA-Zulassung als Lebensmitteldesinfektionsmittel und EPA-Listung gegen SARS-CoV-2. Was einst als chemische Kuriosität galt, ist heute ein Milliarden-Markt, getragen von Behörden, Wissenschaft und dem wachsenden Wunsch nach Desinfektion ohne Chemie-Kollateralschäden.

Weiter zu Kapitel 3: Wirkungsweise — Wie HOCl Pathogene eliminiert

Kapitel 3: Wirkungsweise — Wie HOCl Pathogene eliminiert

10 Sekunden. 99,999 Prozent. Ende.

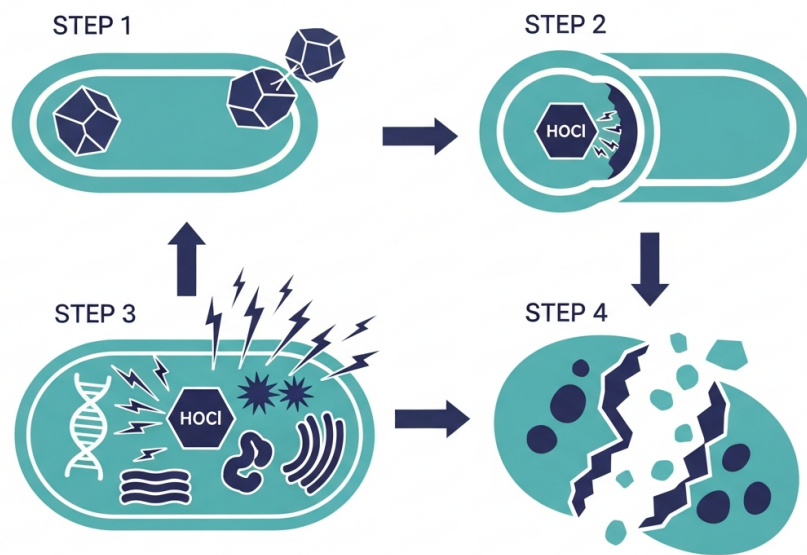


Abbildung 1 — Kapitel 3: Wirkungsweise — Wie HOCl Pathogene eliminiert

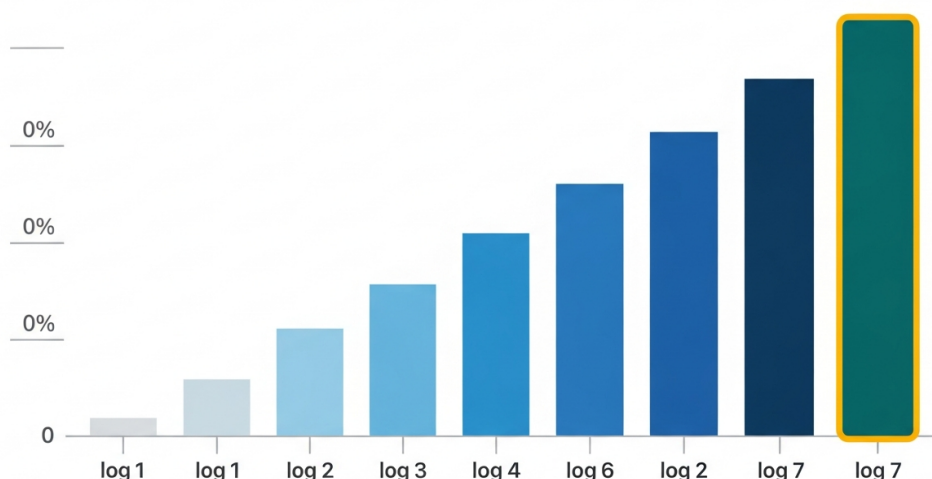


Abbildung 2 — Kapitel 3: Wirkungsweise — Wie HOCl Pathogene eliminiert

Es ist der 15. März 2020. Supermärkte werden leergekauft. Desinfektionsmittel sind ausverkauft. Und irgendwo in einem Forschungslabor messen Wissenschaftler, was eine HOCl-Lösung mit 28 ppm aktivem Chlor in exakt zehn Sekunden anrichtet.

Das Ergebnis: SARS-CoV-2 wird um den Faktor 100.000 reduziert. Log-Stufe 5. Von einer Million Viren überlebt eine Handvoll.

In zehn Sekunden.

Wie macht HOCl das? Die Antwort liegt in einer Eigenschaft, die dieses Molekül von fast allen anderen Desinfektionsmitteln unterscheidet: Es greift nicht an einem Punkt an. Es greift überall gleichzeitig an.

Der Angriff — vier Schritte, Sekunden

Stell dir einen Bakterium vor. Eine mikroskopisch kleine Zelle, umgeben von einer Membran, gefüllt mit Enzymen, DNA, Proteinen — dem ganzen Apparat des Lebens.

HOCl geht in vier Schritten vor:

Schritt 1: Kontakt. HOCl trifft auf die Oberfläche des Erregers. Bis hierhin unterscheidet sich noch nichts von anderen Desinfektionsmitteln.

Schritt 2: Penetration. Hier beginnt der Unterschied. HOCl ist ein kleines, elektrisch neutrales Molekül. Es trägt keine Ladung — und genau deshalb kann es mühelos durch die Zellmembran gleiten. Das geladene Hypochlorit-Ion (OCl^-) aus der Chlorbleiche kann das nicht. Es bleibt draußen und wirkt nur an der Oberfläche. HOCl kommt rein.

Schritt 3: Oxidation. Einmal in der Zelle, startet HOCl einen simultanen Angriff auf mehrere Ziele:

- Es oxidiert **Thiol-Gruppen** in Enzymen — die Werkzeuge der Zelle werden inaktiviert
- Es attackiert **DNA und RNA** — die Bauanleitung der Zelle wird unleserlich, Replikation gestoppt
- Es zerstört **Fettsäuren in der Zellmembran** — die Außenhülle verliert ihre Integrität
- Es denaturiert **Proteine** — strukturelle und funktionale Bausteine kollabieren

Schritt 4: Zelltod. Die Zelle bricht zusammen. Nicht langsam. Innerhalb von Sekunden bis wenigen Minuten, je nach Erregertyp.

Infobox: Warum HOCl schneller tötet als Alkohol

Alkohol (Ethanol, Isopropanol) entzieht Zellmembranen ihre Lipide und denaturiert Proteine — das dauert. Effektive Kontaktzeit: mindestens 30 Sekunden, meist 1–2 Minuten. Dazu verdunstet Alkohol auf Oberflächen, bevor er seine Wirkung vollständig entfaltet. HOCl durchdringt Zellmembranen aktiv und greift simultan an mehreren Punkten an. Kontaktzeit für die meisten Bakterien: 5–60 Sekunden. Gegen SARS-CoV-2: 10 Sekunden.

(Quelle: Niedrig et al., Eur Arch Otorhinolaryngol, 2021, PMC8657320)

Log-Stufen — die Sprache der Desinfektion

Wenn du Desinfektionsmittel vergleichst, wirst du früher oder später dem Begriff "Log-Stufe" oder "log reduction" begegnen. Das klingt nach Mathematik — ist es auch, aber verständlich.

Eine Log-Stufe entspricht einer Zehnerpotenz. Log 1 bedeutet: 90 Prozent der Keime werden abgetötet. Log 2: 99 Prozent. Log 4: 99,99 Prozent. Jede zusätzliche Stufe ist zehnmal besser als die vorherige.

Log-Stufe	Reduktion	Von 10 Mio. Keimen überleben	Entspricht
1 log	90 %	1.000.000	Händewaschen mit Wasser
2 log	99 %	100.000	Händewaschen mit Seife
3 log	99,9 %	10.000	Einfaches Desinfektionsmittel
4 log	99,99 %	1.000	Standard-Desinfektionsmittel
5 log	99,999 %	100	Gute Krankenhausdesinfektion
6 log	99,9999 %	10	Sterilisationsniveau
7 log	99,99999 %	1	OP-Saal / Reinraum

Der europäische Prüfstandard EN 1276 — nach dem Hydroxyl zertifiziert ist — verlangt und bestätigt Log 5 (99,999 %) unter Praxisbedingungen. Das entspricht der Anforderung an gute Krankenhausdesinfektion. Unter optimierten Laborbedingungen wurden für HOCl in Einzelstudien Log-Reduktionen von bis zu 7 dokumentiert — je nach Erreger, Konzentration und Kontaktzeit. Diese Werte zeigen das Potenzial des Wirkstoffs, sind aber keine Pauschalgarantie für alle Anwendungsbedingungen.

Infobox: Warum nicht 100 %?

Weil ehrliche Wissenschaft keine Absolutaussagen macht. Log 7 ist messtechnisch die praktische Obergrenze — jenseits davon wird das Zählen der überlebenden Keime schlicht schwierig. 100 % zu behaupten wäre unseriös, und genau das unterscheidet ein Fachbuch von einer Werbebroschüre. Aber um ehrlich zu sein: Wenn von 10 Millionen Keimen statistisch einer überlebt, hat dieser Keim ein ziemlich einsames Leben vor sich.

Wer gegen wen — die Wirksamkeit im Überblick

HOCl macht keinen Unterschied zwischen Erregertypen. Bakterien, Viren, Pilze, Sporen — der Oxidationsmechanismus funktioniert gegen alle.

Erregertyp	Wirksamkeit	Kontaktzeit	Norm / Quelle
Bakterien (gram+ & gram-)	99,99 %	5–60 Sek.	EN 1276, EN 13727
Viren, behüllt (SARS-CoV-2, Influenza, Herpes)	99,999 % (5 log)	10 Sek.	EN 14476, PMC8657320
Viren, unbehüllt (Norovirus-Surrogat MNV-1)	99,9 % (3 log)	20 Sek.	PMC1932820
Pilze & Hefen (Candida)	99,99 %	30–60 Sek.	EN 13624
Mykobakterien (Tuberkulose)	Wirksam	1–5 Min.	EN 14348
Sporen (C. difficile)	Wirksam	5–15 Min.	EN 17126
Legionellen	Wirksam	Minuten	EN 13623
Biofilme	Disruption + Abtötung	Minuten	Mehrere Studien

Das Norovirus-Problem — und die HOCl-Lösung

Norovirus kennt fast jeder. Die brutale 24-Stunden-Magengrippe, die sich durch Schulen, Kreuzfahrtschiffe und Altenheime frisst wie ein Lauffeuer.

Das Problem: Norovirus ist ein sogenanntes unbehülltes Virus. Es hat keine fetthaltige Außenhülle — und genau diese Hülle ist der Angriffspunkt von Alkohol. Alkohol-basierte Desinfektionsmittel sind gegen Norovirus weitgehend wirkungslos. Das ist keine Nische — das betrifft einen der häufigsten Krankheitserreger überhaupt.

HOCl wirkt anders. Es greift nicht die Außenhülle an, sondern dringt direkt ein und zerstört das Virusgenom und die Kapsidproteine durch Oxidation. Eine Studie zeigte, dass elektrolysiertes, oxidierendes Wasser das Norovirus-Surrogat in 20 Sekunden um mehr als 3 log-Stufen reduziert.

(Quelle: D'Souza DH et al., J Food Prot. 2007, PMC1932820)

Kein Alkohol schafft das. HOCl schon.

Biofilme — der unsichtbare Feind

Es gibt eine Kategorie von Infektionen, über die kaum jemand spricht — obwohl sie für 60 bis 80 Prozent aller chronischen Infektionen verantwortlich sind: Biofilme.

Ein Biofilm ist eine Kolonie von Bakterien, die sich in eine schützende Schleimmatrix eingebettet hat. Auf chronischen Wunden, in Wasserrohren, auf medizinischen Geräten, auf der Zahnoberfläche — Biofilme sind überall, wo Oberflächen dauerhaft feucht sind.

Das Problem: Die Schutzmatrix des Biofilms wirkt wie eine Festungsmauer. Viele Desinfektionsmittel kommen gar nicht erst bis zu den Bakterien drin. Antibiotika ebenso wenig — weshalb Biofilm-Infektionen so schwer zu behandeln sind.

HOCl kann diese Matrix durchdringen. Das kleine, neutrale Molekül gleitet durch die Biofilm-Struktur, erreicht die Bakterien darunter und zerstört sie. Gleichzeitig oxidiert HOCl die Matrix selbst — der Biofilm löst sich auf.

Das ist besonders relevant für chronische Wunden (dazu mehr in Kapitel 6), für die Wasseraufbereitung und für die Lebensmittelverarbeitung.

Warum Resistenzbildung praktisch unmöglich ist

Hier liegt einer der wichtigsten Unterschiede zwischen HOCl und Antibiotika.

Ein Antibiotikum greift typischerweise einen spezifischen Mechanismus an: ein bestimmtes Enzym, eine bestimmte Zellwand-Komponente, einen bestimmten Rezeptor. Wenn Bakterien durch Mutation genau diesen einen Mechanismus verändern, wird das Antibiotikum unwirksam. Das ist der Ursprung der Antibiotikaresistenz — und eine der größten Gesundheitsbedrohungen unserer Zeit.

HOCl greift gleichzeitig an: DNA, Proteine, Enzyme, Membranen. Es gibt keinen einzelnen "Schalter", den Bakterien umlegen könnten, um HOCl zu entkommen. Um gegen HOCl resistent zu werden, müsste eine Bakterienzelle simultane Mutationen an zahlreichen fundamentalen Zellbestandteilen entwickeln — das ist evolutionär nahezu ausgeschlossen.

Das Ergebnis: Nach 190 Jahren Nutzung von HOCl in der Medizin — beginnend mit Dakins Lösung im Ersten Weltkrieg — sind nach aktuellem wissenschaftlichem Kenntnisstand keine klinisch relevanten HOCl-Resistenzen bei Pathogenen beschrieben worden. Der Multi-Target-Mechanismus macht eine Resistenzentwicklung biologisch unwahrscheinlich.

Infobox: Das Antibiotikaresistenz-Problem

Die WHO warnt: Antibiotikaresistenzen könnten bis 2050 weltweit jährlich bis zu 10 Millionen Todesfälle verursachen — mehr als Krebs. Multiresistente Keime wie MRSA, VRE und ESBL-bildende Bakterien sprechen auf immer weniger Wirkstoffe an. Desinfektionsmittel, die nicht über spezifische Rezeptoren, sondern über unspezifische Oxidation wirken, sind ein zentraler Baustein im Kampf gegen diese Bedrohung. HOCl gehört dazu.

(Quelle: WHO, "Antimicrobial resistance: Global report on surveillance", 2014)

Auf den Punkt

HOCl tötet 99,99 % aller Bakterien, Viren und Pilze — oft in unter einer Minute, gegen SARS-CoV-2 in zehn Sekunden. Die Stärke liegt im Mechanismus: Als kleines, neutrales Molekül durchdringt HOCl Zellmembranen und greift gleichzeitig DNA, Proteine, Enzyme und Membranen an. Genau diese Multi-Target-Wirkung macht eine Resistenzentwicklung biologisch unwahrscheinlich — und unterscheidet HOCl fundamental von Antibiotika, die nur an einem einzigen Punkt angreifen. Unter EN-Normbedingungen (EN 1276) ist HOCl auf Log-5-Reduktion zertifiziert; Log-7-Werte wurden unter optimierten Laborbedingungen gemessen.

Weiter zu Kapitel 4: Der große Vergleich — HOCl vs. klassische Desinfektionsmittel

Kapitel 4: Der große Vergleich — HOCl vs. klassische Desinfektionsmittel

Die Stunde der Wahrheit



Abbildung 1 — Kapitel 4: Der große Vergleich — HOCl vs. klassische
Desinfektionsmittel



Abbildung 2 — Kapitel 4: Der große Vergleich — HOCl vs. klassische Desinfektionsmittel

Du stehst vor dem Regal im Drogeriemarkt. Desinfektionsspray. Alkoholgel. Chlorreiniger. Alle versprechen dasselbe: Keime töten. Alle sehen in der Werbung gleich überzeugend aus.

Aber was steht wirklich drin? Was passiert wirklich auf der Oberfläche — und auf deiner Haut? Was landet im Abwasser? Und was greift nach einem Jahr täglichem Einsatz den Edelstahl in deiner Küche an?

Dieses Kapitel macht, was niemand in der Werbebroschüre macht: Es vergleicht ehrlich.

Die fünf Platzhirsche — und ihre Schattenseiten

Alkohol: Der Schnellstarter mit Durchhalteproblem

Ethanol und Isopropanol sind die beliebtesten Desinfektionsmittel weltweit. Günstig, schnell verfügbar, wirksam gegen viele Erreger. In der Pandemie wurden ganze Länder damit versorgt.

Aber:

Alkohol ist hochentflammbar. Nicht "vorsicht, brennbar" — sondern tatsächlich eine Gefahrstoffklasse. In Krankenhäusern und Pflegeheimen gibt es strenge Vorschriften, wie viel Alkohol-Desinfektionsmittel gelagert werden darf.

Alkohol trocknet die Haut bei regelmäßiger Anwendung messbar aus. Pflegende, die täglich dutzende Male Hände desinfizieren, kennen die Folgen: rissige Haut, Ekzeme, Entzündungen. Die Desinfektion erzeugt das nächste Problem.

Und: Alkohol verdunstet. Das klingt nach einem Vorteil — kein Nachspülen nötig — ist aber auch ein Problem. Die effektive Kontaktzeit, die für vollständige Wirksamkeit nötig wäre, wird auf Oberflächen oft nicht erreicht, weil der Alkohol längst verdunstet ist, bevor er fertig war.

Das Gravierendste: Gegen unbehüllte Viren — Norovirus, Adenovirus, Rotavirus — ist Alkohol weitgehend wirkungslos. Diese Viren haben keine fetthaltige Außenhülle, an der Alkohol angreifen könnte. Sie überleben die Alkohol-Desinfektion praktisch schadlos.

"Alkohol ist wie ein Sprinter, der nach 50 Metern aufgibt — schnell, aber keine Ausdauer. Und gegen die hartnäckigsten Gegner hilft er gar nicht."

Chlorbleiche: Der Klassiker mit Aggressionsproblem

Natriumhypochlorit. Bekannt als Chlorbleiche, bekannt aus dem Putzschrank jeder Großmutter. Günstig, breit wirksam, seit Jahrzehnten bewährt.

Aber:

Bleiche ätzt. Hautkontakt mit unverdünnter oder falsch verdünnter Bleiche verursacht chemische Verätzungen. Die Dämpfe reizen Atemwege und Augen. In geschlossenen Räumen und bei falscher Lagerung können sich Chlorgasverbindungen bilden — ganz besonders gefährlich, wenn Bleiche aus Versehen mit Ammoniak-haltigen Reinigern gemischt wird.

Bleiche korrodiert Metalle. Edelstahl, Aluminium, Kupfer — Bleiche greift sie alle an. In gewerblichen Küchen, in Labors, in Krankenhäusern führt das zu erheblichem Materialverschleiß.

Und: Bleiche muss nachgespült werden, wenn sie in Kontakt mit Lebensmitteln kommt. Das kostet Zeit, Wasser — und bietet Fehlerquellen. Studien zeigen, dass falsche Verdünnungen in der Praxis häufig sind: zu stark (ätzend) oder zu schwach (unwirksam).

Wasserstoffperoxid: Der Grüne mit Stärke-Problem

H₂O₂ hat einen guten Ruf — zu Recht in Teilen. Es zerfällt zu Wasser und Sauerstoff, ist damit vergleichsweise umweltverträglich, und wirkt gegen ein breites Erregerspektrum.

Aber:

Wasserstoffperoxid in der für den Haushalt erhältlichen 3-Prozent-Konzentration ist gegen viele resistente Keime — MRSA, Tuberkulose-Bakterien, Sporen — nur begrenzt wirksam. Für zuverlässige Sporozidie braucht es 35 Prozent — eine Konzentration, die im Alltag schlicht nicht sicher handhabbar ist.

Außerdem ist H₂O₂ instabil. Es zerfällt bei Licht- und Wärmeeinwirkung rasch. Die Wirksamkeit einer schlecht gelagerten Flasche ist schwer einzuschätzen.

Quartäre Ammoniumverbindungen (QACs): Die Profis mit Reputationsproblem

QACs sind die heimlichen Stars der professionellen Desinfektion. Hotels, Krankenhäuser, Lebensmittelbetriebe — überall dort, wo "professionell" draufsteht, stecken oft QACs drin. Sie reinigen und desinfizieren gleichzeitig, bleiben lange auf Oberflächen aktiv, schäumen angenehm.

Aber:

QACs stehen zunehmend in der Kritik. Mehrere Studien deuten darauf hin, dass regelmäßiger Kontakt mit bestimmten QACs das Risiko für Asthma und Atemwegserkrankungen erhöht — besonders bei professionellen Reinigungskräften. Tierstudien zeigten Hinweise auf Reproduktionsprobleme. Der US-Bundesstaat Massachusetts hat QACs in die Kategorie "problematisch" eingestuft.

Dazu kommt: QACs sind persistent. Sie bauen sich in der Umwelt kaum ab, reichern sich in Gewässern an und sind toxisch für aquatische Organismen. Und sie können — anders als HOCl — Kreuzresistenzen mit Antibiotika fördern. Der "professionelle" Reiniger von heute könnte das Resistenzproblem von morgen verursachen.

Jod (Povidon-Jod): Der Veteran mit Nischenproblem

Povidon-Jod ist bewährt — seit Jahrzehnten Standard in der chirurgischen Wundvorbereitung. Breites Wirkspektrum, gut erforscht.

Aber: Es verfärbt alles gelbbraun. Es ist bei rund zwei Prozent der Bevölkerung allergen. In höheren Konzentrationen ist es zytotoxisch — tötet also auch Körperzellen ab, die es heilen soll. Bei Langzeitanwendung kann es die Schilddrüsenfunktion beeinträchtigen.

Als spezialisiertes Mittel in der Chirurgie ist Jod wertvoll. Als Allround-Desinfektionsmittel für den Alltag ist es keine gute Wahl.

Die große Vergleichstabelle

Kriterium	HOCl	Alkohol	Bleiche	H ₂ O ₂	QACs
Bakterien	✓ 99,99 %	✓	✓	✓	⚠ begrenzt
Viren, behüllt	✓ 5 log / 10 Sek.	✓	✓	✓	⚠
Viren, unbehüllt	✓ 3 log / 20 Sek.	✗	✓	✓	✗
Sporen	✓	✗	✓	✓ nur 35 %	✗
Biofilme	✓	✗	⚠	⚠	✗
Kontaktzeit	Sekunden	Minuten	Minuten	Minuten	10+ Min.
Hautverträglich	✓ sehr gut	✗ austrocknend	✗ ätzend	✗ reizend	⚠
Augensicher	⚠ Spezialprodukt nötig	✗	✗	✗	✗
Lebensmittelecht	✓ FDA, kein Nachspülen	✗	⚠ verdünnt + spülen	⚠	✗
Kinder & tiersicher	✓	✗ brennbar	✗ giftig	✗	✗
Brennbar	✗ nein	✗ ja	✗	✗	✗
Korrosiv	✗ nein	✗	✓ ja	⚠	✗
Umweltverhalten	✓ → Salz + Wasser	⚠	✗ Chlorverbindungen	✓	✗ persistent
Resistenzrisiko	✗ keines	✗	✗	✗	⚠ möglich

Was kostet das wirklich?

Beim Preis liegt die größte Überraschung — aber nicht dort, wo die meisten sie erwarten.

Mittel	Kosten pro Liter (gebrauchsfertig)	Haltbarkeit
Alkohol-Desinfektion	8–15 €	Stabil
Chlorbleiche (verdünnt)	0,10–0,50 €	Wochen
Wasserstoffperoxid 3 %	2–5 €	Monate
QAC-Lösung	3–8 €	Stabil
Hydroxil Q-Life	ab 2,40 € / Liter (Großgebinde)	ca. 12 Monate

Infobox: Der versteckte Preis

Chlorbleiche kostet fast nichts pro Liter. Aber was kostet ein korrodierter Edelstahltresen nach zwei Jahren? Was kosten Krankheitstage durch Chlordämpfe in schlecht belüfteten Räumen? Was kostet eine allergische Reaktion auf QACs? Was kostet ein Materialschaden durch falsch verdünnte Bleiche auf einer Arbeitsfläche? Der günstigste Preis steht selten auf dem Etikett.

Praxistest: Die Restaurantküche

Ein konkretes Szenario — täglich mehrfach, in tausenden Gastronomie-Betrieben:

Alle Arbeitsflächen, Schneidebretter und Messer müssen nach dem Umgang mit rohem Fleisch desinfiziert werden. HACCP-Pflicht. Dokumentationspflicht.

	Chlorbleiche	Alkohol	Hydroxil
Anwendung	Verdünnen, einwirken, nachspülen	Aufsprühen, warten	Aufsprühen, fertig
Nachspülen nötig?	Ja — lebensmittelrechtlich	Nein (verdunstet)	Nein (FDA-konform)
Handschuhe nötig?	Ja	Empfohlen	Nein
Materialschäden?	Edelstahl korrodiert	Kunststoff kann leiden	Keine
Lebensmittelkontakt sicher?	Nur bei korrekter Verdünnung	Nein	Ja (bis 200 ppm, EPA)
Geruch	Stark reizend	Alkohol	Kaum wahrnehmbar

Der Unterschied im Alltag: Mit Hydroxil sprühst du, wartest kurz — fertig. Kein Verdünnen, kein Nachspülen, keine Handschuhe, keine korrodierenden Oberflächen. Für ein Restaurant, das täglich Hunderte solcher Desinfektionsschritte durchführt, summiert sich das auf erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen.

Infobox: Warum "lebensmittelecht" so wichtig ist

Die FDA hat 2023 mit der Food Contact Notification 1811 bestätigt: HOCl kann auf Fleisch, Geflügel, Fisch, Obst, Gemüse und Eiern verwendet werden — ohne Nachspülen, bei bis zu 60 ppm aktivem Chlor. Die EPA erlaubt bis zu 200 ppm auf Lebensmittelkontaktflächen ohne Toleranzanforderungen. Kein anderes der hier verglichenen Desinfektionsmittel hat diese Zulassung in dieser Breite. *Hinweis: Diese US-Zulassungen gelten nach US-Recht. Für den deutschen Markt ist die BAuA-Registrierung (N-95701) nach EU-Recht maßgeblich; die Lebensmittelverträglichkeit von HOCl ist dort als Biozidprodukt ebenfalls anerkannt.* (Quelle: FDA FCN 1811, 2023; EPA Federal Register, 2022)

Auf den Punkt

Alkohol verdunstet zu schnell und versagt gegen Norovirus. Bleiche ätzt und korrodiert. Wasserstoffperoxid wirkt nur in Konzentrationen, die im Alltag nicht sicher handhabbar sind. QACs reichern sich in der Umwelt an und stehen im Verdacht, Resistenzen zu fördern. HOCl

ist eines der wenigen Desinfektionsmittel, das breit wirksam, hautfreundlich, lebensmittelecht, nicht brennbar, nicht korrosiv und vollständig biologisch abbaubar ist – und das alles gleichzeitig.

Weiter zu Kapitel 5: Sicherheit & Verträglichkeit – Warum HOCl so besonders ist

Kapitel 5: Sicherheit & Verträglichkeit — Warum HOCl so besonders ist

Das klingt nach einem Widerspruch



Abbildung 1 — Kapitel 5: Sicherheit & Verträglichkeit — Warum HOCl so besonders ist



Abbildung 2 — Kapitel 5: Sicherheit & Verträglichkeit — Warum HOCl so besonders ist

Ein Desinfektionsmittel, das 99,99 Prozent aller Bakterien, Viren und Pilze in Sekunden abtötet — aber gleichzeitig so sanft ist, dass man es direkt ins Auge sprühen kann.

Das klingt wie Werbung. Wie eine dieser Behauptungen, die man hinterfragt.

Also: Hinterfragen wir.

Die Antwort liegt in einem Konzept, das Pharmakologen den "Heiligen Gral" nennen: selektive Toxizität. Tödlich für die Falschen. Harmlos für die Richtigen.

Warum HOCl Keime tötet, aber dich nicht

Deine Körperzellen produzieren HOCl selbst — seit Millionen von Jahren. Das Immunsystem nutzt es täglich. Und deshalb hat es sich bei der Evolution unserer Zellen ergeben: Sie sind gegen HOCl gewappnet.

Der Mechanismus ist elegant. Menschliche — und tierische — Zellen besitzen ein ganzes Arsenal an antioxidativen Schutzsystemen: Glutathion, Katalase, Superoxiddismutase. Diese Enzyme neutralisieren reaktive Sauerstoffverbindungen wie HOCl, bevor sie Schaden anrichten können.

Bakterien, Viren und Pilze? Die haben diesen Schutz entweder gar nicht oder in deutlich geringerem Ausmaß. Sie sind gegenüber HOCl schutzlos — und sterben.

HOCl erkennt den Unterschied. Nicht weil es intelligent ist, sondern weil Biologie über Jahrmillionen genau diesen Selektionsmechanismus entwickelt hat.



Infobox: Selektive Toxizität — der Heilige Gral der Pharmakologie

Das Ideal jedes Medikaments und jedes Desinfektionsmittels ist selektive Toxizität: schädlich für den Erreger, harmlos für den Wirt. Penicillin erreicht das, indem es Zellwandstrukturen angreift, die nur Bakterien besitzen. HOCl erreicht es durch den oxidativen Schutzapparat menschlicher Zellen — sie können HOCl neutralisieren, bevor es Schaden anrichtet. Pathogene können es nicht.

Auf der Haut: Was wirklich passiert

Stell dir vor, du verwendest täglich ein Desinfektionsmittel — als Pfleger, als Koch, als Tierarzt. Dreißig, vierzig, fünfzig Mal am Tag.

Mit Alkohol-Desinfektionsmitteln führt das nach wenigen Wochen zu sichtbaren Hautschäden: Rissigkeit, Rötungen, Ekzeme. Die Haut verliert Feuchtigkeit und ihre Schutzbarriere — und wird damit anfälliger für Infektionen. Das Desinfektionsmittel erzeugt das Problem, das es verhindern soll.

HOCl trocknet die Haut nicht aus. Es enthält keinen Alkohol, keine aggressiven Tenside, keine Duftstoffe. Studien an menschlichen Keratinozyten und Fibroblasten — den Hauptzellen der Haut — zeigten keine zytotoxische Wirkung in anwendungsüblichen Konzentrationen.

Hydroxil wurde dermatologisch getestet — Dermatest® vergab das Urteil „Sehr gut“ (offener Epikutantest, 30 Probanden, 2020). Der Test belegt Hautverträglichkeit unter Prüfbedingungen; er ist kein klinisches Wirksamkeitszeugnis und nicht mit einer klinischen Studie gleichzusetzen.

Und mehr: HOCl wird aktiv in der Dermatologie zur Behandlung von Hautkrankheiten eingesetzt. Bei atopischer Dermatitis (Neurodermitis), seborrhoischer Dermatitis und Akne. Eine vielbeachtete Studie von Fukuyama et al. (2018) zeigte antipruritische und entzündungshemmende Wirkung von HOCl in einem NC/Nga-Mausmodell für atopische Dermatitis — ein Standardmodell der präklinischen Dermatologieforschung. Die Ergebnisse sind vielversprechend; klinische Humanstudien bestätigen vergleichbare Effekte in ersten Untersuchungen.

(Quelle: Fukuyama T et al., Clin Exp Allergy, 2018 — Tiermodell)

Das ist kein Zufall. Es ist Biologie.

HOCl und Augenwendungen — ein differenzierter Blick

In der Ophthalmologie gibt es tatsächlich HOCl-basierte Spezialprodukte — das zeigt, welches Potenzial der Wirkstoff hat. Ein bekanntes Beispiel ist **Avenova** von NovaBay Pharmaceuticals: ein 0,01-prozentiges, speziell formuliertes und von der FDA zugelassenes HOCl-Augenspray für Blepharitis und Meibom-Drüsen-Dysfunktion. Eine Studie aus 2023 zeigte dabei deutliche Verbesserungen des OSDI-Scores bei Blepharitis-Patienten.

(Quelle: J Clin Med. 2023, PMC9917691)

Wichtiger Hinweis: Diese Augenanwendungen beziehen sich auf spezifisch für den Augenbereich formulierte, ophthalmologisch geprüfte HOCl-Produkte. Hydroxyl als Biozidprodukt (BAuA-Reg. N-95701) ist für den Augenbereich nicht zugelassen. Das Sicherheitsdatenblatt weist explizit darauf hin, dass bei Augenkontakt sofort mit viel Wasser gespült werden soll. Für Augenanwendungen sind ausschließlich hierfür zugelassene Spezialprodukte geeignet — niemals ein allgemeines Desinfektionsmittel.

Für Kinder: Kein Restrisiko

Jeder Elternteil kennt das Dilemma: Der Schnuller fällt auf den Boden in der Fußgängerzone. Das Spielzeug kommt aus dem Mund des Nachbarskindes. Der Wickeltisch war gestern von einem kranken Baby benutzt worden.

Desinfizieren — aber womit, wenn man sich keine Sorgen machen will?

Alkohol ist brennbar — in der Nähe von Kerzen, in der Nähe von Wärmelampen, in der Nähe von Kindern kein unbedeutender Faktor. Bleiche ist bei Hautkontakt gefährlich, bei Ingestion toxisch. QACs haben ein ungeklärtes Toxizitätsprofil.

HOCl hat keine dieser Eigenschaften:

- Nicht brennbar
- Keine flüchtigen organischen Verbindungen — keine Dämpfe zum Einatmen
- Lebensmittelecht — kein Risiko bei Kontakt mit Schnullern, Spielzeug, Trinkflaschen
- Keine Vergiftungsgefahr bei versehentlichem Hautkontakt in anwendungsüblicher Konzentration

Für Babys und Kleinkinder gibt es kaum eine unbedenklichere Option zur Flächendesinfektion.

Für Tiere: Das Lecken-Problem gelöst

Wer Tiere hat, kennt das Problem: Du behandelst eine Wunde — und das Tier leckt sofort die behandelte Stelle ab.

Mit Jod-Lösungen oder alkoholhaltigen Sprays ist das ein ernstes Problem. Jod kann bei Ingestion in relevanteren Mengen die Schilddrüse belasten. Alkohol ist toxisch für Hunde und Katzen bereits in kleinen Mengen.

HOCl hat dieses Problem nicht. Selbst wenn das Tier die behandelte Stelle ableckt, besteht keine Gefahr — die Konzentration, die dabei aufgenommen wird, ist physiologisch unbedeutend. Der Körper des Tieres verarbeitet es genauso wie der menschliche Körper: die antioxidativen Schutzsysteme neutralisieren es.

Die amerikanische Produktlinie **Vetericyn** — einer der führenden Anbieter von Veterinär-Wundpflegeprodukten — basiert auf HOCl und ist explizit für Anwendungen am Tier ausgelegt, bei denen mit Ablecken zu rechnen ist.

Was die Behörden sagen

Behörde / Norm	Aussage zur Sicherheit
FDA	10+ zugelassene Wundpflege-Produkte; Augenpflege; Lebensmittelkontakt ohne Nachspülen (FCN 1811)
EPA	Registriertes Desinfektionsmittel; Toleranz-Befreiung auf Lebensmittelflächen bis 200 ppm
FDA GRAS	"Generally Recognized as Safe" für saures elektrolysiertes Wasser
BAuA	Registrierung N-95701 (Deutschland)
CLP-Verordnung EU	Nicht als Gefahrstoff eingestuft (Verordnung 1272/2008)
Dermatologisch	Getestet mit dem Ergebnis "Sehr gut"

Infobox: Kein einziges Gefahrenpiktogramm

Schau dir die Rückseite einer Flasche Chlorbleiche an: Totenschädel-Symbol, Ätzend-Symbol, Umweltgefahr-Symbol. Alkohol-Desinfektionsmittel: Flammen-Symbol. Wasserstoffperoxid: Ausrufezeichen, Ätzend. Auf einem ordnungsgemäß produzierten HOCl-Produkt in Anwendungskonzentration: kein einziges Gefahrenpiktogramm. Keine H-Sätze. Keine P-Sätze. Das CLP-Etikett der EU-Gefahrstoffverordnung bleibt leer. Das ist nicht Marketing — das ist die chemische Realität.

Ein ehrliches Wort zur Anwendung

Dieses Kapitel wäre unvollständig ohne einen wichtigen Hinweis — weil ein seriöses Buch keine Absolutversprechen macht.

HOCl ist außergewöhnlich sicher. Aber wie bei jedem Biozidprodukt gilt: Es ist zum Desinfizieren gedacht, nicht zum Trinken. In sehr hohen Konzentrationen — weit über den Anwendungskonzentrationen — kann HOCl reizend wirken.

Starke organische Verschmutzung kann die Wirksamkeit reduzieren. Wer eine sichtbar verschmutzte Wunde oder Oberfläche behandelt, sollte zuerst mechanisch reinigen, dann desinfizieren.

Und wie alle Flüssigkeiten: kühl und dunkel lagern für maximale Haltbarkeit.

Das sind die einzigen Einschränkungen. Für ein Produkt mit diesem Wirkungsprofil ist das eine bemerkenswert kurze Liste.

Auf den Punkt

HOCl ist von FDA, EPA und BAuA als sicher eingestuft, nach EU-Gefahrstoffrecht nicht klassifiziert, und dermatologisch mit „Sehr gut“ bewertet (Dermatest®, Epikutantest, 30 Probanden). Für ophthalmologische Anwendungen existieren speziell formulierte, hierfür zugelassene HOCl-Produkte — Hydroxil als Biozidprodukt ist nicht dafür bestimmt. Der Grund für das außergewöhnliche Sicherheitsprofil liegt in der Biologie: Menschliche und tierische Zellen besitzen antioxidative Schutzsysteme gegen HOCl — Bakterien, Viren und Pilze nicht. Wenige Desinfektionsmittel können dieses Sicherheitsprofil bei gleichzeitig so breiter Wirksamkeit vorweisen.

Weiter zu Kapitel 6: HOCl in Medizin & Therapie — Was die Wissenschaft zeigt

Kapitel 6: HOCl in Medizin & Therapie — Was die Wissenschaft zeigt

⚠ Hinweis: Dieses Kapitel stellt wissenschaftliche Studienergebnisse zum Wirkstoff Hypochlorige Säure (HOCl) vor. Die genannten Studien beziehen sich auf HOCl im Allgemeinen, nicht zwingend auf das Produkt Hydroxil im Speziellen. Hydroxil ist ein zugelassenes Biozidprodukt (BAuA N-95701) — kein Arzneimittel und kein Medizinprodukt. Die hier beschriebenen medizinischen Anwendungen erfordern entsprechend zugelassene Spezialprodukte. Bei Erkrankungen konsultieren Sie bitte eine Ärztin oder einen Arzt.

Das offene Bein



Abbildung 1 — Kapitel 6: Medizin & Therapie — Von der Wunde bis zum Auge

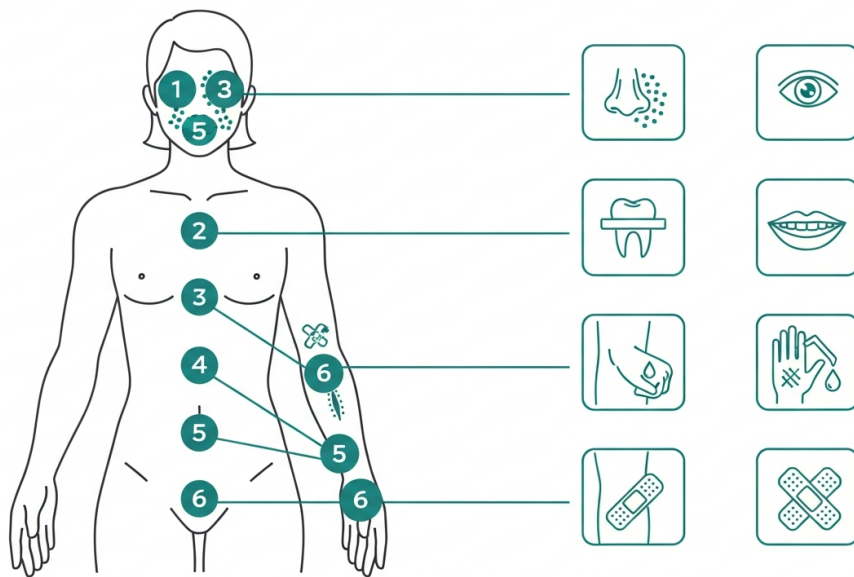


Abbildung 2 — Kapitel 6: Medizin & Therapie — Von der Wunde bis zum Auge

Frau Bergmann ist 67 Jahre alt. Seit drei Monaten hat sie ein Unterschenkelulkus — ein "offenes Bein", wie es im Volksmund heißt. Jede Woche fährt sie zur Wundambulanz. Jede Woche wird gespült, verbunden, desinfiziert. Jede Woche brennt es.

Und jede Woche ist die Wunde nicht besser geworden.

Was Frau Bergmann nicht weiß: Das Problem ist nicht die mangelnde Desinfektion. Es ist der Biofilm. Eine schützende Schleimmatrix aus Bakterien hat sich auf der Wunde angesiedelt — und die meisten herkömmlichen Desinfektionsmittel kommen nicht durch.

Jetzt stellen wir uns dieselbe Situation mit HOCl vor. Und warum der Unterschied fundamental ist.

Wunden: Das Kerngebiet von HOCl in der Medizin

Seit über einem Jahrzehnt sind HOCl-basierte Wundpflegeprodukte von der FDA zugelassen. Mehr als zehn Produkte. Auf dem US-amerikanischen Markt ist HOCl in der professionellen Wundversorgung keine Neuheit mehr — sondern Standard in spezialisierten Zentren.

Der Grund liegt in einem Paradox, das jede Wundversorgung begleitet:

Das Wundheilungs-Paradox: Die meisten Desinfektionsmittel, die Bakterien in Wunden abtöten, schädigen gleichzeitig das gesunde Gewebe — und verzögern damit die Heilung. Octenidin brennt. Jod ist zytotoxisch in höheren Konzentrationen. Wasserstoffperoxid greift Fibroblasten an — genau die Zellen, die für die Gewebeneubildung zuständig sind.

HOCl tötet Keime. Aber es schädigt gesundes menschliches Gewebe nicht. Das ist der Grund, warum die FDA es zugelassen hat — und warum Wundspezialisten weltweit darauf umsteigen.

Infobox: Das Wundheilungs-Paradox

Eine Studie im Journal of Burns and Wounds zeigte: Stabilisiertes HOCl reduzierte die bakterielle Belastung in chronischen Wunden signifikant — ohne die Heilungsgeschwindigkeit des Gewebes zu beeinträchtigen. Das ist der entscheidende Unterschied zu klassischen Desinfektionsmitteln, die zwar Keime töten, aber gleichzeitig die Zellen schädigen, die heilen sollen.

(Quelle: Wang L et al., J Burns Wounds, 2007, PMC1853323; Robson MC et al., PMC1853324)

Akute Wunden: Schnitt, Schürfung, Verbrennung

Bei akuten Wunden — Schnittwunden in der Küche, Schürfwunden beim Sport, kleinere Brandwunden — ist HOCl die sauberste Lösung im wortwörtlichen Sinne.

Ein Sprühstoß reinigt und desinfiziert in einem Schritt. Kein Brennen. Kein Reizen des umliegenden Gewebes. Kein zytotoxischer Effekt auf die Zellen, die die Wunde schließen sollen.

Bei Brandwunden — wo Patienten oft immungeschwächt sind und große Wundflächen ein enormes Infektionsrisiko darstellen — wird HOCl in spezialisierten Verbrennungszentren als Spüllösung eingesetzt. Die Begründung: Es reduziert die Keimbelastung zuverlässig, ohne das ohnehin schon geschädigte Gewebe weiter zu belasten.

Chronische Wunden: Das Biofilm-Problem lösen

Zurück zu Frau Bergmann.

Bei chronischen Wunden — diabetisches Fußsyndrom, Ulcus cruris, Dekubitus — ist das eigentliche Problem fast immer der Biofilm. Studien zeigen: 60 bis 80 Prozent aller chronischen Wunden sind von Biofilmen besiedelt. Diese Schutzmatrix aus Bakterien und Schleimsubstanz ist das, was Heilung verhindert — nicht mangelnde Desinfektion.

Herkömmliche Desinfektionsmittel kommen nicht durch die Biofilm-Matrix. HOCl schon. Das kleine, neutrale Molekül penetriert die Matrix, erreicht die Bakterien darunter und zerstört sie — und oxidiert dabei gleichzeitig die Matrix selbst.

Das ist der Unterschied zwischen symptomatischer Behandlung und Ursachenbekämpfung.

So sieht der Unterschied in der Praxis aus

Schritt	Konventionell	Mit HOCl
Reinigung	NaCl-Spülung	HOCl-Spülung (reinigt + desinfiziert)
Desinfektion	Octenidin oder Polihexanid	Entfällt — in Schritt 1 enthalten
Biofilm-Management	Mechanisches Debridement	HOCl löst Biofilm + Debridement
Verbandwechsel	Oft schmerzhaft	Schmerzfrei — kein Brennen
Heimversorgung	Antibiotikum-Salbe?	HOCl-Spray für zu Hause

Dermatologie: Wenn die Haut rebelliert

HOCl ist nicht nur für Wunden. Es hat sich in mehreren dermatologischen Bereichen als wirksam erwiesen — mit einer Datenlage, die sich sehen lassen kann.

Neurodermitis (atopische Dermatitis)

Neurodermitis ist chronisch, belastend, und für Betroffene oft ein lebenslanger Kampf. Der ständige Juckreiz. Die Schlafstörungen. Die Haut, die nie wirklich in Ruhe ist.

Ein wesentlicher Faktor: *Staphylococcus aureus* besiedelt bei über 90 Prozent der Neurodermitis-Patienten die Haut — und befeuert die Entzündungsreaktion.

Eine präklinische Studie von Fukuyama und Kollegen (2018) im NC/Nga-Mausmodell zeigte: HOCl wirkt antipruritisch — also juckreizstillend — und entzündungshemmend. Es reduziert Entzündungsmediatoren wie Histamin, Leukotrien B₄ und Interleukin-2. Der Mechanismus ist doppelt: HOCl reduziert die Staphylokokken-Besiedlung auf der Haut — und wirkt gleichzeitig direkt entzündungshemmend.

(Quelle: Fukuyama T et al., *Clin Exp Allergy*, 2018 — Tiermodell NC/Nga-Mäuse)

Akne, seborrhoische Dermatitis, Narben

Bei Akne hat sich HOCl als interessante Alternative zu Benzoylperoxid gezeigt: wirksam gegen *Cutibacterium acnes* (früher *Propionibacterium acnes*), aber ohne das typische Austrocknen und Reizen der Haut.

Bei seborrhoischer Dermatitis — Schuppenflechte der Kopfhaut und des Gesichts — zeigte eine Studie mit 25 Patienten signifikante Verbesserungen bei Rötung, Schuppung und Juckreiz unter topischer HOCl-Anwendung.

Und bei der Narbenbehandlung: HOCl moduliert die Entzündungsreaktion in der kritischen Heilungsphase — was hypertrophen Narben und Keloiden entgegenwirken kann.

Augenheilkunde: Der wahrscheinlich überraschendste Anwendungsbereich

Blepharitis — die chronische Entzündung der Lidränder — ist eine der häufigsten Augenerkrankungen weltweit. Ursache: bakterielle Besiedlung der Lidranddrüsen, oft kombiniert mit Milben (*Demodex folliculorum*).

Das Ergebnis: trockene, brennende, juckende Augen, Rötung, Krustenbildung — und eine Erkrankung, die ohne konsequente Behandlung chronisch bleibt.

Das US-Unternehmen NovaBay Pharmaceuticals hat mit **Avenova** ein speziell formuliertes HOCl-Augenspray entwickelt — zugelassen von der FDA für die Lidrandhygiene. Konzentration: 0,01 Prozent. Eine randomisiert-kontrollierte Studie aus 2023 zeigte: Der OSDI-Score sank von 35,6 auf 15,3 — eine klinisch hochsignifikante Verbesserung ($p < 0,001$).

(Quelle: J Clin Med, 2023, PMC9917691; BMC Ophthalmology, 2023, PMC10711848)

Wichtiger Hinweis: Avenova und vergleichbare Augenprodukte sind ophthalmologisch geprüfte Spezialformulierungen. Hydroxyl ist als Biozidprodukt nicht für den Augenbereich bestimmt und darf dort nicht eingesetzt werden.

HNO, Zahnmedizin und Atemwege

Die Einsatzbereiche reißen nicht ab.

Nasenspülungen: HOCl-Lösungen zur Nasenspülung bei chronischer Sinusitis und Rhinosinusitis zeigen vielversprechende Ergebnisse — ohne die Schleimhautschädigung, die manche anderen antimikrobiellen Spüllösungen verursachen.

Atemwege und COVID-19: Eine Studie in *Journal of Dental Research* (2023) zeigte, dass HOCl-Spray SARS-CoV-2, Influenzaviren und Herpesviren in Aerosolen innerhalb von Sekunden inaktiviert. Das schlägt eine Brücke zur oberen Atemwegshygiene — als ergänzende Maßnahme bei viralen Atemwegsinfekten.

Zahnmedizin: HOCl ist als Chlorhexidin-Alternative in der Diskussion. Chlorhexidin — das am häufigsten verwendete Mundantiseptikum — hat bekannte Nachteile: Zahnverfärbungen, Geschmacksstörungen, gelegentliche Allergien. HOCl hat keine dieser Nebenwirkungen, wirkt antimikrobiell und zeigt erste positive Ergebnisse in der Behandlung von Periimplantitis — Entzündungen rund um Zahnimplantate, wo Biofilme die Hauptursache sind.

HOCl in der Wissenschaft – Studienstatus

Anwendungsbereich	Evidenzstand
Wundreinigung/-desinfektion	Gut belegt (Humanstudien, FDA-zugelassene Produkte)
Biofilm-Management	Gut belegt (Laborstudien, klinische Studien)
Augenhygiene (Blepharitis)	Belegt (RCT, FDA-Zulassung für Avenova – nicht Hydroxil)
Neurodermitis	Präklinisch (Tiermodell, erste Humanstudien)
Nasenhygiene/Sinusitis	Vielversprechend (erste Humanstudien)
Zahnmedizin/Periimplantitis	Frühe Studien, keine Zulassung für Hydroxil
Flächendesinfektion in der Praxis	Zertifiziert (EN-Normen, VAH, BAuA N-95701)

Infobox: Studienübersicht Medizin

Studie	Jahr	Bereich	Kernergebnis
Wang et al. (PMC1853323)	2007	Wundversorgung	HOCl reduziert Keimbelastung ohne Gewebeschaden
Robson et al. (PMC1853324)	2007	Chronische Wunden	Signifikante Wundheilung unter HOCl
Fukuyama et al.	2018	Neurodermitis (Tiermodell)	Antipruritisches/entzündungshemmendes im NC/Nga-Mausmodell — keine Humandaten
Gold et al. (JCAD)	2018	Dermatologie	Breites Anwendungsprofil bestätigt
J Clin Med (PMC9917691)	2023	Blepharitis/Auge	OSDI von 35,6 → 15,3
Guan et al. (J Dent Res)	2023	Aerosole/COVID	SARS-CoV-2 in Sekunden inaktiviert

Auf den Punkt

HOCl ist wissenschaftlich fundiert — für Wundversorgung gut belegt, in der Ophthalmologie durch Spezialprodukte wie Avenova klinisch erprobt, und in der Zahnmedizin als mögliche Chlorhexidin-Alternative in Diskussion. Die Datenlage für Neurodermitis basiert bislang überwiegend auf einem Tiermodell; erste Humanstudien sind vielversprechend. Als Biozidprodukt (BAuA N-95701) ist Hydroxil für Flächen-, Raum- und allgemeine Desinfektion zugelassen — medizinische Anwendungen erfordern entsprechend zugelassene Spezialprodukte.

Weiter zu Kapitel 7: Tier & Landwirtschaft — Stall, Weide, Bienenstock

Kapitel 7: Tier & Landwirtschaft — Stall, Weide, Bienenstock

**Das Problem, das kein Desinfektionsmittel lösen kann.
Außer einem.**



Abbildung 1 — Kapitel 7: Tier & Landwirtschaft — Stall, Weide, Bienenstock



Abbildung 2 — Kapitel 7: Tier & Landwirtschaft — Stall, Weide, Bienenstock

Der Hund kommt vom Spaziergang zurück. Schürfwunde am Pfötchen. Du nimmst das Desinfektionsmittel — und er leckt sofort drauf.

Das Pferd hat Mauke. Du behandelst die Fesselbeugen. Es frisst die Salbe ab.

Die Katze hat eine Bisswunde. Du sprühst drauf. Zehn Sekunden später: Reinigungspflege.

Bei Tieren ist das "Lecken-Problem" kein Randphänomen — es ist die Regel. Und es ist der Grund, warum die meisten Desinfektionsmittel in der Tierhaltung ein ernstes Sicherheitsproblem haben.

Jod ist bei oraler Aufnahme in größeren Mengen problematisch für die Schilddrüse. Alkohol ist für Hunde und Katzen bereits in kleinen Mengen toxisch. QAC-haltige Produkte haben ein ungeklärtes Risikoprofil.

HOCl hat dieses Problem nicht. Es ist dasselbe, was das Immunsystem des Tieres selbst produziert. Wenn das Tier die behandelte Stelle ableckt, passiert nichts.

Pferde: Die sensiblen Athleten

Pferde sind empfindlich — körperlich und psychisch. Eine Wundbehandlung, die brennt, macht das Tier beim nächsten Mal zum Problemfall. Eine Desinfektion mit beißendem Geruch löst Stress und Abwehrreaktionen aus.

HOCl brennt nicht. Es riecht nach nichts Wahrnehmbarem. Und es wirkt trotzdem.

Mauke — der Feuchtigkeits-Fluch

Mauke ist eines der häufigsten chronischen Probleme in der Pferdehaltung, besonders im Winter und bei Pferden mit Fesselhaaren. Die Fesselbeugen werden feucht, die Haut aufgeweicht, Bakterien und Pilze siedeln sich an. Das Ergebnis: Krusten, Entzündung, Schmerzen, und oft eine hartnäckige Mischinfektion aus mehreren Erregern gleichzeitig.

Das ist HOCl's starkes Terrain. Es wirkt gegen Bakterien und Pilze gleichzeitig — mit einem einzigen Produkt. Kein getrenntes Antibiotikum gegen die Bakterien, kein Antimykotikum gegen die Pilze.

Praxisbeispiel (illustrativ): Reitstall Sonnenhof, 20 Pferde

Jedes Jahr dasselbe: Mit den ersten feuchten Herbstwochen kommen die Mauke-Fälle. Einzelne Pferde, manchmal mehrere gleichzeitig. Konventionelle Behandlung: Cortison-Salbe, Antibiotikum, wochenlanger Aufwand.

Seit der Umstellung auf HYDROXIL Pferde-Hygiene: Tägliches Besprühen der Fesselbeugen nach dem Putzen — kein Brennen, kein Abwehrreflexes der Pferde. Wöchentliche Boxendesinfektion mit dem 6L-Kanister. Ergebnis: Deutlich weniger Mauke-Fälle, kürzere Behandlungsdauer, merklich entspanntere Pferde bei der Pflege.

Strahlfäule — wenn der Huf stinkt

Strahlfäule ist eine bakterielle Infektion des Hufstrahls — erkennbar am schwarzen, übel riechenden Zerfall des Horngewebes. Feuchtigkeit, mangelnde Bewegung und zu seltenes Ausheben begünstigen sie.

HOCl desinfiziert den Huf täglich, ohne das empfindliche Gewebe anzugreifen. Kein Abbrennen der Hornsubstanz wie mit manchen konventionellen Mitteln. Die Regeneration kann beginnen, weil der Infektionsdruck nachlässt — ohne die Heilung gleichzeitig zu behindern.

Sommerekzem und Wundpflege

Sommerekzem ist eine allergische Reaktion auf Kriebelmückenstiche. Die antipruritische — juckreizstillende — Wirkung von HOCl, die wir aus der Humandermatologie kennen, überträgt sich auf Pferde: regelmäßiges Aufsprühen lindert den Juckreiz und reduziert die Entzündungsreaktion.

Bei allgemeiner Wundpflege gilt: Pferde mit frischen Wunden behandeln sich einfacher, wenn die Behandlung nicht brennt. Kooperation statt Abwehr. Das ist nicht nur angenehmer — es ist sicherer für Pferd und Mensch.

Tränkwasser

Stehende Tränken sind Brutstätten für Keime, Algen und Biofilme. Pferde sind notorisch wählerisch bei Wasser — geringstmögliche Geruchsveränderung ist Pflicht.

HOCl ist in anwendungsüblicher Konzentration geruchs- und geschmacksneutral. Die Zugabe ins Tränkwasser reduziert die Keimlast, verhindert Biofilmbildung in Leitungen und Trögen — und die Pferde trinken normal weiter.

Hunde, Katzen und Kleintiere

Das Lecken-Problem ist hier noch akuter als beim Pferd. Katzen putzen sich stundenlang. Hunde lecken jede Wunde, jede Stelle, jedes Mal.

Wundpflege: Nach Bissverletzungen, Schürfwunden, Operationsnarben — HOCl desinfiziert ohne Vergiftungsrisiko beim Ablecken. Das ist kein kleines Detail, das ist der Kernvorteil.

Ohrenpflege: Chronische Otitis externa ist eines der häufigsten Probleme bei Hunden mit Schlappohren. HOCl als Reinigungslösung reduziert die Keimbelastung im Gehörgang ohne reizende Chemie — und ohne das Risiko, bei versehentlichem Schlucken toxisch zu wirken.

Hotspots: Akute feuchte Dermatitis — Stellen, wo das Tier sich wund geleckt hat — sprechen gut auf HOCl an. Es beruhigt die Entzündung, reduziert die Keimbelastung und das Tier toleriert die Anwendung.

Pfotenpflege nach dem Spaziergang: Streusalz, Hundekot-Keime, Viren, Parasiteneier — die städtische Straße ist ein mikrobiologisches Risiko. Pfotensprühen mit HOCl nach dem Spaziergang: Desinfektion ohne Reizung der empfindlichen Pfotenballen.

Nutztiere: Wenn Hygiene über Wirtschaftlichkeit entscheidet

In der Nutztierhaltung hat Hygiene einen direkten wirtschaftlichen Effekt. Mastitis beim Rind kostet. Salmonellen beim Geflügel kostet. Krankheiten im Stall kosten — in Tierverlusten, in Behandlungskosten, in Antibiotikaeinsatz.

Praxisbeispiel (illustrativ): Milchbauer, 120 Kühe

Mastitis ist in vielen Betrieben ein wiederkehrendes Problem: erhöhter Antibiotikaeinsatz, reduzierte Milcheignung, wirtschaftliche Belastung.

HOCl-Pre-Dipping und Post-Dipping der Euter ist eine etablierte hygienische Maßnahme: Die Zitze wird vor dem Melken gereinigt und desinfiziert, nach dem Melken nochmals behandelt. HOCl ist lebensmittelecht — keine Rückstände in der Milch. Betriebe berichten von verbesserten Ergebnissen bei konsequenter Anwendung; individuelle Ergebnisse hängen von Betriebsbedingungen und Hygieneprogramm ab.

Euterreinigung (Pre- und Post-Dipping)

HOCl ist lebensmittelecht — von FDA und EPA für den Einsatz auf Lebensmittelkontaktflächen und direkt auf Lebensmitteln zugelassen. Das bedeutet: Keine Rückstandsproblematik in der Milch, kein Nachspülen der Zitzen nötig, keine Wartezeit vor dem Melken.

Klassische Jod-Dipping-Lösungen sind wirksam, aber hinterlassen Jod-Rückstände, die im Milchfett nachweisbar sein können. HOCl zerfällt nach der Anwendung in Wasser und winzige Mengen Kochsalz.

Stalldesinfektion ohne Wartezeit

Konventionelle Stalldesinfektionsmittel erfordern Wartezeiten nach der Anwendung — Tiere müssen raus, der Stall muss auslüften. Das ist aufwändig und im laufenden Betrieb oft nicht praktikabel.

HOCl benötigt keine Wartezeiten. Die Tiere können im Stall bleiben. Keine toxischen Dämpfe. Keine Rückstände auf Fressgittern und Tränken.

Geflügel: Salmonellen-Prävention

In der Geflügelhaltung ist Salmonellen-Prävention ein dauerhaftes Thema — regulatorisch und praktisch. HOCl lässt sich per Vernebler in der Stallluft einsetzen, ins Tränkwasser dosieren und zur Desinfektion der Schlachthanlagen verwenden. In der Lebensmittelverarbeitung ist es bereits etabliert.

Imkerei: Das unterschätzte Einsatzgebiet

Die Varroa-Milbe ist der größte Feind des Bienenvolks. Seit ihrer Einschleppung in die europäischen Bienenpopulationen hat sie Millionen von Völkern vernichtet. Die klassischen Behandlungsmethoden — Ameisensäure, Oxalsäure — sind wirksam, aber stressig: für die Bienen, für den Imker, für die Umgebung.

HOCl als schonende Ergänzung: Stockdesinfektion nach dem Auswinterung, Behandlung von befallenen Waben, Unterstützung der Volkshygiene. Die Bienen selbst produzieren in ihren Immunzellen HOCl — die Substanz ist ihnen biochemisch nicht fremd.

Ergänzend: Tränkwasser mit HOCl-Zusatz zur allgemeinen Stärkung der Völker — besonders in der Aufzucht- und Schwarmzeit.

✓ **Checkliste: HOCl in der Tierhaltung**

- Wundpflege bei allen Tierarten — kein Vergiftungsrisiko beim Ablecken
- Hauterkrankungen: Mauke, Sommerexzem, Hotspots, Dermatitis
- Ohrenpflege bei Hunden und Katzen
- Pfotenpflege nach dem Spaziergang
- Tränkwasser-Desinfektion: Pferd, Rind, Geflügel
- Stalldesinfektion ohne Wartezeiten
- Euterreinigung Pre- und Post-Dipping (lebensmittelecht)
- Stockhygiene und Wabenpflege in der Imkerei
- Transportfahrzeug-Desinfektion
- Pflege-Equipment: Halfter, Schermaschinen, Instrumente

💬 **Kennst du jemanden, für den das interessant wäre?**

- Einen Pferdebesitzer, der jedes Jahr mit Mauke oder Strahlfäule kämpft?
- Einen Landwirt, der den Antibiotika-Einsatz bei seinen Tieren reduzieren möchte?
- Einen Imker, dessen Völker unter Varroa leiden?
- Einen Hundebesitzer, dessen Tier chronische Ohrenentzündungen hat?
- Einen Geflügelhalter, der Salmonellen-Prävention ohne synthetische Zusatzstoffe sucht?
- Einen Tierarzt, der nach schonenden Wundspüllösungen sucht?

Auf den Punkt

HOCl ist das ideale Desinfektionsmittel in der Tierhaltung — weil Tiere lecken, und das keine Gefahr darstellt. Es wirkt gegen Bakterien, Viren und Pilze gleichzeitig, braucht keine Wartezeiten im Stall, hinterlässt keine Rückstände in Milch oder Fleisch, und ersetzt vom Pferdehuf bis zum Bienenstock dutzende Einzelprodukte durch ein einziges.

Weiter zu Kapitel 8: Alltag, Küche, Camping — Hygiene ohne Kompromisse

Kapitel 8: Alltag, Küche, Camping — Hygiene ohne Kompromisse

Der Moment mit dem Hühnchen



Abbildung 1 — Kapitel 8: Alltag, Küche, Camping — Hygiene ohne Kompromisse



Abbildung 2 — Kapitel 8: Alltag, Küche, Camping — Hygiene ohne Kompromisse

Es ist Dienstagabend. Du hast rohes Hühnchen auf dem Schneidebrett zerteilt. Das Schneidebrett liegt in der Spüle, dein Messer daneben. Die Arbeitsfläche daneben hat Kontakt gehabt.

Jetzt kommt der klassische Ablauf: Spülmittel. Heißes Wasser. Abspülen. Aber tötet Spülmittel Salmonellen? Nein, eigentlich nicht. Also holst du das Küchenspray aus dem Schrank, sprühst drauf, wartest die angegebene Einwirkzeit, und spülst dann nach — weil es ja auf Lebensmittelkontaktflächen nicht draufbleiben darf.

Vier Schritte. Zwei Produkte. Drei Minuten.

Mit HOCl: einmal draufsprühen. Fertig. Kein Nachspülen. Keine Wartezeit. Keine Handschuhe. Lebensmittelrecht nach FDA und EPA.

Das ist der Alltag, um den es in diesem Kapitel geht.

Küche: Das Hygiene-Zentrum des Hauses

Die Küche ist der Ort, wo Hygiene am meisten zählt — und wo die meisten Menschen am meisten falsch machen. Nicht aus Fahrlässigkeit. Sondern weil die verfügbaren Produkte entweder zu aggressiv oder zu schwach sind.

Schneidebretter und Messer sind die häufigste Quelle für Kreuzverunreinigungen bei der Zubereitung von Mahlzeiten. Salmonellen vom Geflügel. Listerien vom Aufschnitt. E. coli vom Salat. HOCl aufsprühen, kurz einwirken lassen — fertig. Kein Nachspülen, weil es lebensmittelecht ist. Kein Handschuh, weil es die Haut nicht angreift.

Schwämme und Spültücher sind die wahren Keimschleudern in der Küche. Eine Studie zeigte: Küchenspülschwämme gehören zu den am dichtesten besiedelten mikrobiellen Ökosystemen in einem Haushalt. Das Einlegen in HOCl-Lösung für zwei Minuten ist

wirksamer als die Mikrowellenmethode — und schont das Material.

Kühlschrank — besonders beim Saisonwechsel oder nach dem Ausleeren: HOCl-Spray auf alle Flächen, einwirken lassen, abwischen. Kein Rückstand, kein Geruch. Schimmelprävention an den Dichtungsgummis inklusive.

Obst und Gemüse waschen: Die FDA-Zulassung (FCN 1811, 2023) erlaubt HOCl bei bis zu 60 ppm als No-Rinse-Sanitizer direkt auf Lebensmitteln. Das bedeutet: Salat in einer HOCl-Lösung waschen eliminiert E. coli, Salmonellen und Listerien auf der Oberfläche. Kein Nachspülen erforderlich. Nebenwirkung: verlängerte Haltbarkeit durch reduzierte Oberflächenkeimzahl.

Infobox: Was "Lebensmittelecht" wirklich bedeutet

"Lebensmittelecht" klingt nach Marketing, ist aber eine regulatorische Kategorie. FDA Food Contact Notification 1811 (2023): HOCl darf direkt auf Fleisch, Geflügel, Fisch, Meeresfrüchten, Obst, Gemüse und Eiern eingesetzt werden — ohne Nachspülen, bis 60 ppm. Die EPA erlaubt bis 200 ppm auf Lebensmittelkontaktflächen ohne Toleranzanforderungen. Das ist die strengste Prüfhürde, die ein Desinfektionsmittel nehmen kann. HOCl hat sie genommen.

Bad: Wo Keime gerne wohnen

Das Badezimmer ist nach der Küche die zweite Hygiene-Hochburg im Haus. Und der Ort, wo die meisten Haushalte die aggressivsten Reinigungsprodukte einsetzen — weil Kalk, Schimmel und Keime hartnäckig sind.

Schimmelprävention ist HOCl's stärkste Anwendung im Bad. Schimmel ist ein Pilz — und HOCl wirkt fungistatisch und fungizid. Regelmäßiges Besprühen von Fugen, Dichtungen, Fensterrahmen und der Decke über der Dusche hält Schimmelsporen dauerhaft in Schach. Nicht mit der Keule, sondern kontinuierlich präventiv.

Armaturen, Waschbecken, Toilette: Aufsprühen, kurz einwirken, abwischen. Kein beißender Chlorgestank. Keine Dämpfe, die beim Putzen in geschlossenem Bad die Atemwege reizen.

Zahnbürsten: Einlegen in HOCl-Lösung für zwei Minuten — bakteriell wie neu. Gerade nach einer Erkältung oder Grippe empfehlenswert, bevor die Zahnbürste weiterverwendet wird.

Kinder und Babys: Wenn Sicherheit keine Kompromisse kennt

Ein Baby krabbelt auf dem Boden. Der Schnuller fällt auf den Supermarktboden. Das Spielzeug landet nach dem Kita-Besuch im Mund.

Das sind keine Ausnahmesituationen. Das ist der Alltag mit kleinen Kindern.

HOCl ist für diesen Alltag gemacht: Schnuller, Beißringe, Spielzeug, Wickeltisch, Kinderwagen-Griffe — alles lässt sich aufsprühen oder kurz einlegen. Kein Nachspülen nötig. Keine Handschuhe. Und wenn das Baby kurz darauf die Stelle ableckt — kein Problem.

Praxisbeispiel (illustrativ): Familie Weber — 2 Kinder, 1 Hund, 5 Reinigungsprodukte werden zu 1

Julia Weber ist Mutter von zwei Kindern (2 und 5 Jahre alt) und Hundebesitzerin. Unter ihrer Spüle: Küchenreiniger, Badreiniger, Desinfektionsspray, Spielzeugreiniger, Pfoten-Desinfektion für den Hund. Fünf Flaschen, fünf Inhaltsstoffe, fünf Mal lesen, ob es für Babys geeignet ist.

Seit dem Umstieg auf Hydroxil: eine Flasche. Küche, Bad, Spielzeug, Wickeltisch, Hundepfoten. Kein Nachspülen. Keine Handschuhe. Und wenn der Hund die Arbeitsfläche ableckt oder die Kinder an ihrem frisch desinfizierten Spielzeug lutschen — vollkommen sicher.

Für Allergiker und Asthmatiker ist die Zusammensetzung entscheidend. Herkömmliche Reiniger enthalten Duftstoffe, Konservierungsmittel und quartäre Ammoniumverbindungen — alles Substanzen, die Atemwegsreaktionen auslösen können. Hydroxil enthält keines davon. Keine flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs), keine Dämpfe, keine bekannten Atemwegsrisiken.

Camping & Wohnmobil: Das unterschätzte Hygieneproblem

Es ist Saisonstart. Du öffnest deinen Wohnmobil-Wassertank zum ersten Mal nach sechs Monaten. Was drin ist, siehst du nicht. Was drin riecht, merkst du sofort.

Stehende Wassersysteme sind mikrobiologische Brutstätten. Legionellen wachsen bevorzugt bei Temperaturen zwischen 25 und 45 Grad Celsius — genau dem Temperaturbereich, dem ein Wohnmobil-Wassertank im Frühling ausgesetzt ist. E. coli, Pseudomonaden, Schimmelpilze kommen dazu.

Klassische Chlortabletten helfen — greifen aber Tankmaterialien an, hinterlassen Chlorgeschmack und -geruch, und bekämpfen Biofilme an Tankinnenwänden nur oberflächlich.

HOCl dringt in Biofilme ein, löst sie auf, tötet die Bakterien darin — und greift das Tankmaterial nicht an. Kein Nachgeschmack. Kein Geruch.

✅ Checkliste: HOCl im Camping-Alltag

- Wassertank: Vor Saisonstart komplett desinfizieren — HOCl-Lösung befüllen, 30 Minuten einwirken, ablassen
- Leitungen: HOCl-Lösung durchlaufen lassen, 10 Minuten einwirken, mit Frischwasser nachspülen
- Oberflächen: Küchenbereich und Nasszelle täglich sprühen
- Kühlschrank: Monatliche HOCl-Reinigung, Dichtungen besonders beachten
- Schimmelkontrolle: Fensterrahmen, Dichtungen, Ecken alle zwei Wochen behandeln
- Gemeinschafts-Sanitäreanlagen: Vor Benutzung kurz aufsprühen
- Trinkflaschen: Wöchentlich mit HOCl-Lösung ausspülen, 2 Minuten einwirken lassen

Trinkwasser zuhause: Das vergessene Risiko

Legionellen sind nicht nur ein Krankenhaus- oder Hotel-Problem. In alten Hausleitungen, in Leitungen nach langen Stagnationszeiten (Urlaub, Ferienwohnung, leerstehende Wohnungen), in selten genutzten Warmwasserleitungen können sich Legionellen ansiedeln.

Hydroxyl Trinkwasser-Desinfektion gibt es in Gebindegrößen für Haushalt bis Großgebäude. Die Dosierung richtet sich nach dem Leitungsvolumen — einmalige Stoßdesinfektion oder kontinuierliche Niedrigdosierung je nach Situation.

Luftdesinfektion: Der unsichtbare Einsatz

HOCl lässt sich vernebeln. Mit einem Ultraschall-Vernebler oder einem professionellen Fogger wird HOCl als feiner Nebel in den Raum gebracht — er sinkt langsam ab, kommt mit Oberflächen und Aerosolen in Kontakt und desinfiziert beides.

Besonders relevant in Wartezimmern, Kindertagesstätten und Pflegeheimen — überall dort, wo viele Menschen auf engem Raum zusammenkommen und Atemwegsinfekte sich schnell verbreiten.

Die Studie von Guan et al. (*Journal of Dental Research*, 2023) zeigte: HOCl-Aerosol inaktiviert SARS-CoV-2, Influenzaviren und Herpesviren in Sekunden. Keine VOCs, keine Atemwegsbelastung, keine Rückstände auf Oberflächen.



Kennst du jemanden, für den das interessant wäre?

- Eine Familie mit Kleinkindern, die nach einer unbedenklichen Allround-Desinfektion sucht?
- Einen Allergiker oder Asthmatiker, der auf Duftstoffe und QACs in Reinigern reagiert?
- Einen Camping-Fan, dessen Wassertank nach der Winterpause riecht?
- Jemanden, der eine Ferienwohnung betreibt und schnell und gründlich reinigen muss?
- Einen Sportler, der Sporttaschen, Ausrüstung und Schuhe hygienisch halten will?
- Eine Kita-Leitung, die nach sicherer Spielzeug- und Flächendesinfektion sucht?

Auf den Punkt

Ein Produkt für fast alles: Küche, Bad, Baby, Haustier, Camping-Wassertank. HOCl ist lebensmittelecht nach FDA und EPA (für den deutschen Markt: BAuA-Registrierung N-95701) — kein Nachspülen, keine Handschuhe, kein Vergiftungsrisiko. Hinweis: Auf farbigen Textilien kann bei längerem Kontakt eine Farbveränderung auftreten — dort kurz testen. Fünf Produkte unter der Spüle werden zu einer einzigen Flasche, die überall einsetzbar ist, wo Sauberkeit zählt und synthetische Rückstände nichts zu suchen haben.

Weiter zu Kapitel 9: Hotel, Gastro & öffentliche Einrichtungen

Kapitel 9: Hotel, Gastro & öffentliche Einrichtungen

Die Inspektion



Abbildung 1 — Kapitel 9: Hotel, Gastro & öffentliche Einrichtungen



Abbildung 2 — Kapitel 9: Hotel, Gastro & öffentliche Einrichtungen

Es ist Montagmorgen. Der Hygienekontrolleur des Lebensmittelamts steht unangemeldet an der Küchentür.

Kein Gastronom liebt diesen Moment. Aber die, die HOCl einsetzen, fürchten ihn weniger als andere.

Denn das, was auf dem Spiel steht — Betriebserlaubnis, Reputation, Gesundheit der Gäste — liegt mit HOCl auf einer soliden Grundlage: lebensmittelecht nach FDA-Standard, HACCP-kompatibel, dokumentierbar über europäische Prüfnormen. Kein Nachspülen. Kein Rückstand. Keine Graubereiche.

Das ist das Versprechen, das HOCl in der gewerblichen Hygiene einlöst. Nicht als Marketing-Aussage — sondern als regulatorisch belegter Fakt.

Gastronomie: Wo ein Fehler Existenzen kostet

In der professionellen Küche gibt es keine Fehler. Oder genauer: Fehler bei der Lebensmittelhygiene können Gastroenteritis-Ausbrüche verursachen, das Gesundheitsamt auf den Plan rufen und eine Restaurantreputation dauerhaft beschädigen.

Salmonellen auf dem Geflügel-Schneidebrett. Listerien auf der Aufschnittmaschine. E. coli auf der Gemüsewaschanlage. Kreuzverunreinigungen, die sich durch eine einzige unzureichend desinfizierte Oberfläche aufbauen können.

Arbeitsflächen und Küchengeräte

HOCl aufsprühen, kurz einwirken lassen — fertig. Kein Nachspülen, weil lebensmittelecht (FDA FCN 1811, 2023). Sofort weiterarbeiten, keine Wartezeit. Kein Geschmacks- oder Geruchsübertrag auf Lebensmittel.

Und der Edelstahl-Tresen? Bleibt unversehrt. Chlorbleiche korrodiert Edelstahl bereits ab 500 ppm und bei häufiger Anwendung deutlich darunter — HOCl nicht. Die Küchenausstattung hält länger. Das rechnet sich.

Zapfanlagen und Getränkeleitungen

Biofilm in Bierleitungen und Getränkeautomaten ist die häufigste Ursache für Geschmacksprobleme und hygienische Beanstandungen. HOCl löst Biofilme auf — nicht nur oberflächlich, sondern durch Penetration der Schutzmatrix. Materialverträglich mit Kunststoffen und Edelstahl.

HACCP: Das Dokumentationsproblem gelöst

HACCP — Hazard Analysis Critical Control Points — ist in der Lebensmittelverarbeitung Pflicht. Hygienemaßnahmen müssen dokumentiert, nachvollziehbar und prüfbar sein.

HOCl ist HACCP-kompatibel: Die Wirksamkeit ist über EN-Normen dokumentiert (EN 1276, EN 13697, EN 14476). Mit FAC-Teststreifen (Free Active Chlorine) lässt sich die Konzentration vor Ort schnell messen und dokumentieren. Lückenlos nachverfolgbar für Lebensmittelaudits.

Hotellerie: Wenn Sauberkeit zum Erlebnis wird

Ein Hotelzimmer muss nicht nur hygienisch sein. Es muss sich hygienisch anfühlen — und riechen. Der Gast, der die Tür öffnet und sofort einen Chlorgestank in der Nase hat, verbindet das nicht mit Sauberkeit. Er verbindet es mit Krankenhausflur.

HOCl ist nahezu geruchsneutral. Der Gast bemerkt keine Chemie. Er bemerkt nur: Es ist sauber.



Praxisbeispiel (illustrativ): Hotel Seeblick — 80 Zimmer, 4 Sterne

Vorher: 8 verschiedene Reinigungsprodukte für Zimmer, Bad, Küche, Wellness und Gemeinschaftsflächen. Jedes mit eigenen Gefahrenhinweisen. Gefahrstoff-Schulung für alle Reinigungskräfte verpflichtend. Schutzausrüstung: Handschuhe, Atemschutz bei manchen Mitteln. Beschwerden aus dem Team: Hautreizungen, Atemwegsprobleme nach langen Reinigungsschichten.

Nach Umstellung auf Hydroxil als Universal-Desinfektionsmittel: Keine Gefahrstoff-Schulung nötig — Hydroxil ist nicht als Gefahrstoff eingestuft. Keine Schutzausrüstung notwendig. Keine Atemwegsbeschwerden aus dem Team mehr. Acht Produkte wurden zu einem. ROI nach sechs Monaten: positiv.

Zimmerreinigung: Die versteckten Hotspots

Studien zu Hygienestandards in Hotels zeigen immer wieder dieselben kritischen Kontaktflächen: Fernbedienungen, Lichtschalter, Türgriffe, Nachttische. Stellen, die täglich von vielen Händen berührt werden und bei der Reinigung oft vergessen oder nur oberflächlich gewischt werden.

HOCl-Spray: aufsprühen, kurz einwirken, abwischen. Kein spezielles Werkzeug. Keine Wartezeit. Keine Schutzausrüstung.

Im Badezimmer: WC, Dusche, Armaturen ohne ätzende Chlordämpfe. Die Reinigungskraft arbeitet ohne Atemschutz — und das Badezimmer riecht nach dem Putzen nach nichts.

Wellness, Pool und Fitness

Whirlpools und Pools sind herausfordernde Hygienebereiche: Warmwasser, hohe organische Belastung durch Körperrückstände, Biofilmrisko auf Leitungen und Oberflächen.

HOCl als Ergänzung zur Wasseraufbereitung in Whirlpools: weniger Einsatz von klassischem Chlorgrenulat nötig, weniger Reizung der Schleimhäute der Gäste, weniger Chlorgeruch im Wellness-Bereich.

Saunabänke lassen sich mit HOCl desinfizieren ohne das Holz zu beschädigen oder zu verfärben. Fitnessgeräte, Matten, Griffe — schnell, rückstandsfrei, ohne Geruch.

Öffentliche Einrichtungen: Besonderer Schutz für vulnerable Gruppen

Kindertagesstätten und Schulen

Kinder sind immunologisch noch in der Entwicklung. Sie erkranken schneller, übertragen Erreger intensiver — und bringen sie nach Hause. Norovirus-Wellen in Kitas sind eine Belastung für das gesamte Familiensystem.

HOCl inaktiviert Norovirus in 20 Sekunden — und ist dabei sicher, wenn Kinder anschließend mit behandelten Oberflächen in Kontakt kommen. Kein Nachspülen. Kein Vergiftungsrisiko.

Luftvernebelung in Gruppenräumen während der Norovirus- und Grippezeit: HOCl-Aerosol reduziert die Keimlast in der Raumluft ohne Atemwegsbelastung für Kinder oder Erzieher.

Pflegeheime und Seniorenresidenzen

Ältere und pflegebedürftige Menschen sind immungeschwächt. Ein Norovirus-Ausbruch in einem Pflegeheim kann tödlich verlaufen — und solche Ausbrüche laufen mit erschreckender Häufigkeit durch die Schlagzeilen.

HOCl ist hier dreifach wirksam: als Flächendesinfektionsmittel für Zimmer und Gemeinschaftsbereiche, als Wundspüllösung bei Dekubitus und chronischen Wunden der Bewohner, und als Vernebler-Desinfektionsmittel in der Raumluft.

Keine VOCs — keine Atemwegsbelastung für Menschen, die ohnehin bereits Atemwegserkrankungen haben können.

Was HOCl im Gewerbebetrieb wirklich kostet

Posten	Konventionell (8 Produkte)	Hydroxil (1 Produkt)
Produktkosten / Monat	~400 €	~300 € (20L-Kanister)
Lagerhaltung	8 verschiedene Gebinde	1 Gebinde
Gefahrstoff-Schulung	Pflicht — regelmäßig	Nicht erforderlich
Schutzausrüstung	Handschuhe, teils Atemschutz	Nicht erforderlich
Materialschäden	Korrosion, Verfärbungen	Keine
Krankheitstage Reinigungspersonal	Haut- und Atemwegsreizungen	Keine bekannten Risiken

Infobox: Der versteckte ROI

Der direkte Produktpreis ist nur die sichtbare Spitze des Eisbergs. Weniger Schulungsaufwand, keine Schutzausrüstungskosten, keine Materialschäden durch Korrosion, weniger Krankheitstage im Reinigungsteam, weniger Produktwechsel-Logistik — viele gewerbliche Betriebe berichten von einer positiven Kosten-Nutzen-Bilanz nach der Umstellung auf HOCl. Individuelle Ergebnisse hängen von Betriebsgröße, bisherigen Produkten und Anwendungsmengen ab.



Kennst du jemanden, für den das interessant wäre?

- Einen Gastronomen, der seinen HACCP-Aufwand vereinfachen will?
- Eine Hotelleitung, die Reinigungskosten senken und das Team entlasten will?
- Eine Kita-Leitung, die nach sicherer Flächendesinfektion für Kinder sucht?
- Einen Heimleiter, der Norovirus-Ausbrüche im Pflegeheim verhindern will?
- Einen Facility-Manager, der acht Reinigungsprodukte durch eines ersetzen will?
- Eine Arztpraxis, die nach VAH-konformer Desinfektion ohne Gefahrstoff-Aufwand sucht?

Auf den Punkt

In Gastronomie und Hotellerie vereinfacht HOCl den kompletten Hygieneprozess: Ein Produkt statt acht, keine Gefahrstoff-Schulung, kein Nachspülen auf Lebensmittelflächen, keine Materialschäden. HACCP-konform, dokumentierbar, mit VAH-Anerkennung (gültig bis 23.05.2026, min. 500 ppm FAC, innerhalb von 3 Monaten nach Anbruch verwenden). Viele Betriebe berichten von einer positiven Kosten-Nutzen-Bilanz nach der Umstellung – die konkreten Einsparungen hängen vom Einzelfall ab.

Weiter zu Kapitel 10: Umwelt & Nachhaltigkeit – Die grüne Desinfektion

Kapitel 10: Umwelt & Nachhaltigkeit — Die grüne Desinfektion

Was bleibt, wenn alles sauber ist

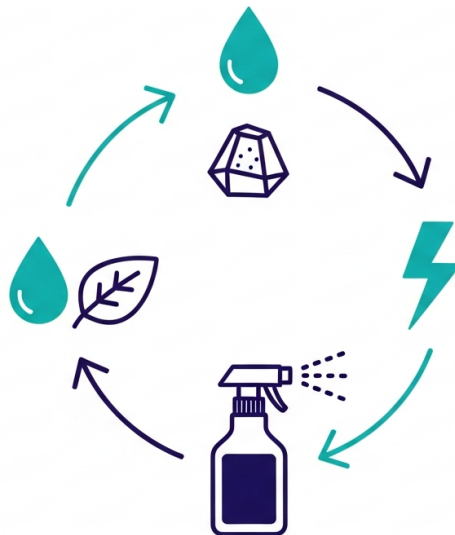


Abbildung 1 — Kapitel 10: Umwelt & Nachhaltigkeit — Die grüne Desinfektion



Abbildung 2 — Kapitel 10: Umwelt & Nachhaltigkeit — Die grüne Desinfektion

Stell dir vor, du verwendest jeden Tag ein Desinfektionsmittel. Sprühst es auf Oberflächen, spülst es weg, es landet im Abwasser, fließt in die Kläranlage — und von dort weiter.

Was passiert danach?

Bei Chlorbleiche: chlororganische Verbindungen, die in der Umwelt persistent sein können. Bei QACs: aquatisch toxische Substanzen, die sich in Wasserorganismen anreichern und von herkömmlichen Kläranlagen kaum abgebaut werden. Bei Isopropanol: ein erdölbasiertes Lösemittel mit CO₂-Fußabdruck.

Bei HOCl: Salz und Wasser.

Das ist keine Marketing-Vereinfachung. Das ist Chemie.

Der HOCl-Kreislauf: Von Salz zu Salz

HOCl ist das einzige Desinfektionsmittel, das vollständig in einem natürlichen Kreislauf funktioniert. Drei Zutaten rein — und am Ende kommen dieselben drei Grundstoffe heraus.

Schritt 1 — Herstellung: Demineralisiertes Wasser + Natriumchlorid (Speisesalz) + elektrischer Strom → HOCl entsteht durch Elektrolyse.

Schritt 2 — Anwendung: HOCl desinfiziert Oberflächen, Wunden, Wasser, Atemluft — und eliminiert dabei 99,99 % aller Pathogene.

Schritt 3 — Zerfall: Sobald HOCl seine Aufgabe erledigt hat oder mit organischem Material in Kontakt kommt, zerfällt es: $\text{HOCl} \rightarrow \text{NaCl (Kochsalz)} + \text{H}_2\text{O (Wasser)} + \text{O}_2 \text{ (Sauerstoff)}$.

Schritt 4: Diese Abbauprodukte sind identisch mit dem, was am Anfang stand. Der Kreislauf schließt sich.

Infobox: Von Salz zu Salz

HOCl ist vielleicht das einzige Desinfektionsmittel, das vollständig im Kreislauf funktioniert. Hergestellt aus Salz und Wasser, zerfällt es wieder zu Salz und Wasser. Dazwischen hat es 99,99 % aller Pathogene eliminiert. Die Natur macht es nicht effizienter — sie arbeitet nach demselben Prinzip, in deinen weißen Blutkörperchen, jeden Tag.

Was klassische Desinfektionsmittel hinterlassen

Zum Vergleich: Was passiert mit anderen Mitteln, wenn sie ihren Weg durch die Umwelt nehmen?

Chlorbleiche (NaOCl) reagiert im Abwasser mit organischen Verbindungen und bildet Trihalogenmethan (THM) und andere chlororganische Verbindungen. Einige dieser Verbindungen sind persistent, bioakkumulativ und karzinogen. Die Trinkwasseraufbereitung kämpft seit Jahrzehnten mit THM-Grenzwerten.

Quartäre Ammoniumverbindungen sind biologisch kaum abbaubar. Sie passieren Kläranlagen weitgehend unbeschadet, akkumulieren in Gewässersedimenten und sind toxisch für Fische, Algen und Wirbellose. Regulatoren in den USA und der EU haben begonnen, QACs stärker zu kontrollieren — aber der bereits in Gewässern angereicherte Bestand ist nicht reversibel.

Isopropanol (in Alkohol-Desinfektionsmitteln) ist erdölbasiert. Herstellung und Transport haben einen CO₂-Fußabdruck. Im Abwasser wird es zwar von Kläranlagen weitgehend abgebaut — aber die Produktionskette ist alles andere als klimaneutral.

Die Umwelt-Scorecard

Faktor	HOCl	Bleiche	Alkohol	QACs
Abbauprodukte	Salz, Wasser, O ₂	Chlororganische Verbindungen	CO ₂ , Wasser	Persistent
Aquatische Toxizität	Keine (bestimmungsgem. Gebrauch)	Hoch	Gering	Hoch
Bioakkumulation	Nein	Nein	Nein	Ja
Gefahrguttransport	Nein	Ja	Ja (brennbar)	Teilweise
Rohstoffbasis	Wasser, Salz, Strom	Chlorgas, NaOH	Erdöl / Biomasse	Petrochem. Synthese
Kläranlagenverhalten	Vollständig abbaubar	THM-Bildung	Weitgehend abbaubar	Kaum abbaubar

Was die US-Umweltbehörde sagt

Die FDA hat für die Food Contact Notification 1811 (2023) ein detailliertes Umweltgutachten erstellt. Das Ergebnis ist eindeutig:

"Allowing HOCl will not significantly affect the quality of the human environment."

Die berechnete Umweltexpositionskonzentration liegt vier Größenordnungen — also zehntausendmal — unter dem empfindlichsten aquatischen Toxizitätswert. Kein ökotoxisches Potenzial bei bestimmungsgemäßem Gebrauch.

(Quelle: FDA Environmental Decision Memo, FCN 1811, 2023)

Weniger Plastik, weniger Logistik

Nachhaltigkeit ist nicht nur eine Frage der Chemie. Es ist auch eine Frage der Verpackung, des Transports und der Logistik.

Ein Haushalt, der heute fünf verschiedene Reinigungsprodukte unter der Spüle hat — Küchenreiniger, Badreiniger, Desinfektionsspray, Spielzeugreiniger, Tierdesinfektion — verbraucht fünf Plastikflaschen, die fünfmal produziert, fünfmal befüllt, fünfmal transportiert und fünfmal entsorgt werden müssen.

Eine Flasche Hydroxil ersetzt alle fünf.

In einem Hotel, das acht Reinigungsprodukte durch einen 20-Liter-Kanister Hydroxil ersetzt, reduziert sich das Verpackungsvolumen dramatisch. Und der Gefahrguttransport entfällt komplett — HOCl ist kein Gefahrstoff, braucht keine Gefahrgut-Kennzeichnung, keine Sonderlagerung.

Für Großverbraucher gibt es Hydroxil in 300-Liter- und 1000-Liter-Gebinden. Noch weniger Verpackung. Noch weniger Fahrten. Noch weniger CO₂.

Die nächste Stufe: Vor-Ort-Produktion

Für Großverbraucher — Kliniken, Hotels, Lebensmittelfabriken — geht der Trend zur Vor-Ort-Erzeugung. ECA-Anlagen (Elektro-Chemische Aktivierungs-Generatoren) produzieren HOCl direkt vor Ort, aus Wasser und Salz.

Das bedeutet: kein Transport mehr. Kein Verpackungsmaterial. Immer frisches Produkt. Der ökologische Fußabdruck schrumpft gegen null.

Für Privathaushalte und kleine Betriebe ist das noch nicht wirtschaftlich — fertig stabilisierte Produkte wie Hydroxil sind hier die praktischere und qualitätssicherere Wahl. Aber die Richtung ist klar.

Auf den Punkt

HOCl ist die nachhaltigste Desinfektionslösung auf dem Markt: Hergestellt aus Wasser und Salz, zerfällt es wieder zu Wasser und Salz. Keine toxischen Rückstände, keine Gewässerbelastung, kein Gefahrguttransport, weniger Plastikverpackung. Die EPA bestätigt: kein signifikanter Umwelteinfluss. Das ist kein Nachhaltigkeits-Versprechen — das ist das Ergebnis, wenn man die Chemie zu Ende denkt.

Weiter zu Kapitel 11: Wie HOCl hergestellt wird — Elektrolyse erklärt

Kapitel 11: Wie HOCl hergestellt wird — Elektrolyse erklärt

Drei Zutaten. Eine Reaktion. Der Unterschied liegt im Detail.

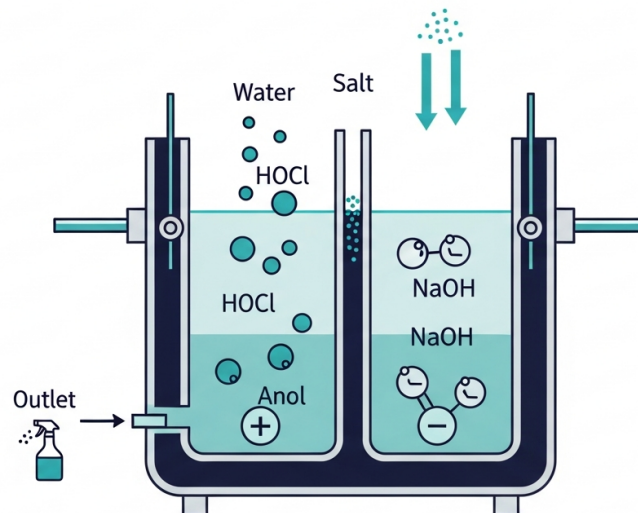


Abbildung 1 — Kapitel 11: Wie HOCl hergestellt wird — Elektrolyse erklärt

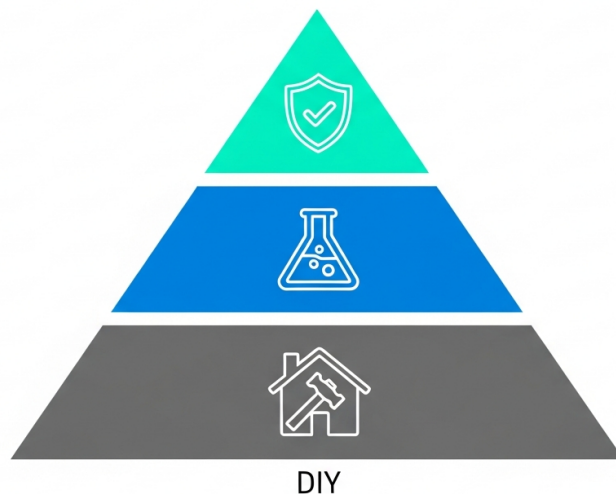


Abbildung 2 — Kapitel 11: Wie HOCl hergestellt wird — Elektrolyse erklärt

Wenn jemand zum ersten Mal hört, wie HOCl hergestellt wird, ist die Reaktion meistens dieselbe: "Das klingt einfach. Kann ich das selbst machen?"

Die Antwort ist: Ja, im Prinzip. Wasser, Salz, Strom — das sind die drei Zutaten. Die Elektrolyse ist keine Raketenwissenschaft.

Aber zwischen "im Prinzip" und "professionell, stabil, nachweislich wirksam" liegt ein Unterschied, der über die Frage entscheidet: Hast du am Ende ein hochwirksames Desinfektionsmittel — oder hast du verdünnte Bleiche in einer hübschen Flasche?

Dieses Kapitel erklärt den Unterschied. Für die, die verstehen wollen, was wirklich in ihrer Flasche steckt.

Das Grundprinzip: Elektro-Chemische Aktivierung

Die Technik hinter HOCl heißt Elektro-Chemische Aktivierung, kurz ECA. Sie wurde in den 1990er Jahren von russischen und japanischen Wissenschaftlern unabhängig voneinander entwickelt und seitdem kontinuierlich verfeinert.

Das Verfahren läuft in einer Elektrolysezelle ab:

Eine Salzlösung aus demineralisiertem Wasser und Natriumchlorid (gewöhnlichem Speisesalz) fließt durch die Zelle. In der Zelle befinden sich zwei Elektroden — eine Anode (Pluspol) und eine Kathode (Minuspole) — getrennt durch eine spezielle Membran.

An der **Anode** laufen die Oxidationsreaktionen ab: Chlorid-Ionen (Cl^-) aus dem Salz werden zu Chlor oxidiert, das mit Wasser reagiert und HOCl bildet. Gleichzeitig entstehen geringe Mengen Sauerstoff.

An der **Kathode** laufen Reduktionsreaktionen ab: Es entstehen Natriumhydroxid (NaOH — Natronlauge) und Wasserstoff.

Die Membran ist der entscheidende Faktor. Sie lässt Ionen wandern — aber verhindert, dass die Produkte beider Kammern sich vermischen.

Infobox: Warum die Membran alles entscheidet

Ohne Membran vermischen sich HOCl und NaOH sofort — sie neutralisieren sich gegenseitig, und das Ergebnis ist eine alkalische Natriumhypochlorit-Lösung. Das ist verdünnte Bleiche. Genau das produzieren die günstigen "HOCl-Generatoren für 80 Euro" ohne Membrantrennung. Die Membran ist der Unterschied zwischen einer Spielerei und einem professionellen Desinfektionsmittel. Wer ein echtes HOCl-Produkt kauft, bezahlt nicht für das Salz — er bezahlt für das Know-how, das in der Membrantechnologie und der Stabilisierung steckt.

Die kritischen Parameter — warum HOCl-Qualität so unterschiedlich sein kann

HOCl ist nicht gleich HOCl. Die Wirksamkeit hängt von mehreren Parametern ab, die präzise kontrolliert werden müssen:

Parameter	Optimal	Was bei Abweichung passiert
pH-Wert	4–6 (HOCl allg.) / 6,0–7,4 (Hydroxyl)	Über pH 7,5: Umwandlung in OCl^- (80× weniger wirksam). Unter pH 3: Chlorgas-Bildung
Elektrolysezeit	30–60 Minuten	Zu lang: HOCl zerfällt zu Chlorat (ClO_3^-) — weniger wirksam, anders toxikologisch
Salzkonzentration	Systemspezifisch	Zu hoch: Chlorgas-Bildung. Zu niedrig: Unzureichende HOCl-Konzentration
Elektrodenmaterial	Titan, Platin-beschichtet	Billige Legierungen: Korrosion, Metallverunreinigungen, kurze Lebensdauer
FAC (Freies aktives Chlor)	200–500 ppm	Über 500 ppm: Instabiler, schnellerer Zerfall
ORP (Redoxpotenzial)	+800 bis +1100 mV	Unter 800 mV: Reduzierte antimikrobielle Aktivität

Ein professioneller Hersteller misst und dokumentiert alle diese Parameter chargenbezogen.
Ein DIY-Gerät — das weiß man nicht.

Das Stabilisierungsproblem: Frisch oder haltbar?

Frisch produziertes HOCl ist hochaktiv. Aber es ist auch instabil.

Ohne Stabilisierung beginnt HOCl sofort zu zerfallen:

- UV-Licht beschleunigt den Zerfall in Minuten
- Wärme beschleunigt den Zerfall
- Luftsaurestoff und organische Verunreinigungen beschleunigen den Zerfall
- In offener Flasche: Haltbarkeit Stunden bis wenige Tage

Das ist der Grund, warum ein DIY-Gerät zwar "frisches" HOCl produziert — aber eine Flasche, die gestern abgefüllt wurde, übermorgen möglicherweise nur noch eine wässrige Natriumchlorid-Lösung ist.

Professionelle Stabilisierung löst dieses Problem:

- Natürliche Puffersubstanzen halten den pH dauerhaft im Wirkungsbereich (für Hydroxyl: 6,0–7,4)
- Lichtschutz durch opake Verpackung
- Patentierte Verfahren zur Absorption oxidativer Verluste
- Temperaturkontrolle in Produktion und Lagerung

Das Ergebnis: **ca. 12 Monate Haltbarkeit** bei unveränderter Wirksamkeit (ungeöffnet);
nach Anbruch innerhalb von 12 Wochen verwenden.

Der Qualitätsvergleich: DIY vs. Profi

Die ehrliche Antwort auf die Frage "Kann ich das selbst machen?" lautet: Du kannst etwas herstellen, das HOCl enthält. Aber ob es wirksam, sicher und haltbar ist — das ist eine andere Frage.

	DIY-Gerät (ab 80 €)	Semi-professionell	Hydroxil (Q-Life)
Membrantrennung	Meist nein → Bleiche-Mischung	Teilweise	Ja — reines HOCl
pH-Kontrolle	Nein	Begrenzt	Ja — chargenweise
Stabilisierung	Nein — Stunden bis Tage	Wochen	ca. 12 Monate
Qualitätskontrolle	Keine	Begrenzt	Chargendokumentation
Zertifizierungen	Keine	Teilweise	VAH, BAuA, EN-Normen
Wirksamkeitsnachweis	Nicht vorhanden	Teilweise	Vollständig dokumentiert

Infobox: Der Champagner-Vergleich

HOCl aus einem billigen Generator ist wie Sekt aus dem Discounter — technisch gesehen Schaumwein, aber mit Champagner hat es wenig zu tun. Beides enthält Kohlensäure. Aber Herstellung, Qualitätskontrolle und das Ergebnis im Glas sind fundamental verschieden. Bei HOCl entscheiden Membranqualität, Elektrodenmaterial, Prozesssteuerung und Stabilisierung über den Unterschied zwischen "vielleicht wirksam" und "nachweislich 99,99 % — dokumentiert für jede Charge."

Woran du Qualität erkennst

Bevor du ein HOCl-Produkt kaufst, sollten diese Informationen auf der Verpackung oder im Datenblatt stehen:

✓ Checkliste: HOCl-Qualität erkennen

- pH-Wert im Wirkungsbereich angegeben (für Hydroxil: 6,0–7,4)?
- FAC (Free Available Chlorine) in ppm angegeben (min. 500 ppm für Hydroxil)?
- Haltbarkeitsdatum länger als 6 Monate (Zeichen für Stabilisierung)?
- Hinweis zur Verwendungsdauer nach Anbruch vorhanden (z. B. 12 Wochen)?
- Zertifizierungen vorhanden (VAH, EN-Normen)?
- BAuA-Registrierungsnummer (Deutschland: Pflicht für Biozidprodukte)?
- Keine Zusatzstoffe — keine Duftstoffe, keine Tenside, keine Konservierungsmittel?
- Nicht als Gefahrstoff eingestuft (CLP-Verordnung)?
- Chargenrückverfolgbarkeit für Gewerbeanwender möglich?

Hydroxil erfüllt alle diese Kriterien. BAuA-Registrierung: N-95701. pH: 6,0–7,4. FAC: 500 ppm. Haltbarkeit: ca. 12 Monate (ungeöffnet), 12 Wochen nach Anbruch. Keine Zusatzstoffe. Nicht als Gefahrstoff eingestuft.

Auf den Punkt

HOCl wird durch Elektrolyse von Salzwasser hergestellt — simpel im Prinzip, komplex in der Qualität. Der entscheidende Unterschied zwischen einem professionellen Produkt und einer DIY-Lösung liegt in der Membrantrennung (echtes HOCl vs. Bleiche-Mischung), der Elektrodenqualität, der professionellen Stabilisierung (ca. 12 Monate Haltbarkeit statt Stunden) und der Zertifizierung. Wer nachweisbare Wirksamkeit braucht, braucht ein professionell hergestelltes, zertifiziertes Produkt.

Weiter zu Kapitel 12: Die Zukunft der Desinfektion

Kapitel 12: Die Zukunft der Desinfektion

Drei Krisen. Eine Lösung.



Abbildung 1 — Kapitel 12: Die Zukunft der Desinfektion

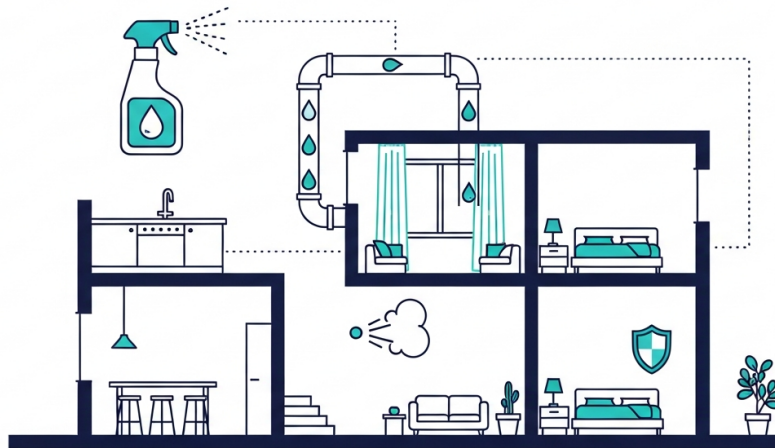


Abbildung 2 — Kapitel 12: Die Zukunft der Desinfektion

Im Jahr 2050 werden — wenn nichts passiert — schätzungsweise 10 Millionen Menschen jährlich an Infektionen durch antibiotikaresistente Keime sterben. Mehr als heute an Krebs.

Das ist keine Dystopie. Das ist die aktuelle WHO-Prognose.

Gleichzeitig hat COVID-19 der Welt gezeigt, wie ein einziger Erreger die globale Gesellschaft innerhalb von Wochen zum Stillstand bringen kann. Das Hygienebewusstsein, das danach zurückgeblieben ist, ist kein vorübergehender Trend — es ist eine dauerhafte Verschiebung.

Und der dritte Druck: Regulatoren weltweit beginnen, die jahrzehntelange Duldung von persistenten, umweltgefährlichen Chemikalien in Reinigungsprodukten zurückzudrehen. QACs stehen auf der Beobachtungsliste. Chlorbleiche im Haushalt wird diskutiert.

Drei Krisen, die alle in dieselbe Richtung drängen: weg von toxischer Desinfektion, hin zu intelligenter, wirksamer und umweltverträglicher Hygiene.

HOCl steht genau an diesem Schnittpunkt.

Antibiotikaresistenz: Prävention statt Behandlung

Das Antibiotikaresistenz-Problem ist fundamental: Antibiotika greifen spezifische Mechanismen an — und Bakterien können lernen, diese Mechanismen zu verändern.

HOCl greift nicht spezifisch. Es oxidiert simultant DNA, Proteine, Enzyme und Zellmembranen. Es gibt keinen einzelnen Mechanismus, den eine Bakterienzelle durch Mutation umgehen könnte.

In einer Welt, in der immer mehr Antibiotika versagen, gewinnt Desinfektion als primäre Prävention an Bedeutung. Keime, die gar nicht erst in den Körper gelangen, müssen nicht behandelt werden. HOCl, das keine Resistenzbildung ermöglicht und keine Kreuzresistenzen

mit Antibiotika erzeugt, ist Teil der Lösung — nicht Teil des Problems.

Der Markt, der wächst

Der globale HOCl-Markt ist nicht mehr Nische.

2024 wurde er auf rund 5,9 Milliarden US-Dollar geschätzt. Prognosen verschiedener Marktforschungsunternehmen gehen bis 2033 von einem Volumen von über 8 Milliarden US-Dollar aus — bei einem jährlichen Wachstum von 3 bis 6 Prozent.

Getrieben wird dieses Wachstum von drei Megatrends: dem dauerhaft erhöhten Hygienebewusstsein nach COVID-19, dem zunehmenden Druck auf umweltschädliche Desinfektionsmittel durch Regulatoren und Verbraucher, und dem wachsenden Bedarf nach Lösungen, die im Kontext von Antibiotikaresistenzen funktionieren.

(Quelle: Grand View Research, 2024; Fortune Business Insights; Expert Market Research)

Neue Anwendungsfelder: Was kommt als Nächstes

Die Anwendungsgebiete von HOCl wachsen kontinuierlich. Einige sind bereits in der Praxis etabliert — andere befinden sich in klinischen Studien oder regulatorischen Prüfverfahren.

Bereich	Potenzial	Status heute
Aerosoldesinfektion (Raumluft)	Sehr hoch	In breiter Anwendung, wachsend
Zahnmedizin / Biofilm-Management	Hoch	Klinische Studien laufen
Aquakultur (Fischzucht)	Hoch	Regulierung in Arbeit
Kosmetik / Hautpflege	Mittel	Forschungsphase
Wasseraufbereitung (Großskala)	Sehr hoch	Pilotanlagen aktiv
Textildesinfektion (Krankenhauswäsche)	Hoch	Pilotprojekte
Atemwegsmedizin (Inhalation)	Mittel	Präklinisch



Infobox: Die Desinfektion der Zukunft ist unsichtbar

In zehn Jahren wirst du nicht mehr aktiv über Desinfektion nachdenken. Vernebler in der Lüftungsanlage, HOCl im Wassersystem, Sensoren, die bei erhöhter Keimbelastung automatisch dosieren. Die sauberste Zukunft ist die, in der Hygiene kein Thema mehr ist — weil sie einfach funktioniert. Automatisch, kontinuierlich, ohne synthetische Rückstände.

Regulatorische Dynamik: Der Wind dreht sich

Was vor zehn Jahren noch ein Nischenprodukt mit eingeschränkter Zulassung war, ist heute regulatorisch breit abgesichert — und die Entwicklung geht weiter.

Die FDA erweitert ihre HOCl-Zulassungen kontinuierlich. Die EPA lockerte 2022 die Toleranzanforderungen für Lebensmittelkontaktflächen. Die EU-Biozidverordnung hat HOCl im Prüfverfahren für weitere Einsatzgebiete. In Deutschland sind BAuA-Registrierung und VAH-Anerkennung vorhanden.

Der Trend ist eindeutig: Mehr Zulassungen, breitere Anwendungsfelder, weniger regulatorische Hürden — während gleichzeitig kritische Inhaltsstoffe in Wettbewerbsprodukten stärker unter Druck geraten.

Was noch fehlt — eine ehrliche Einordnung

Dieses Buch wäre unvollständig ohne einen nüchternen Blick auf die verbleibenden Herausforderungen.

Bekanntheit: "HOCl" sagt den meisten Menschen noch immer nichts. Das Wort "Hypochlorige Säure" klingt nach Chemiestunde, nicht nach Alltagsprodukt. Der Bildungsaufwand ist real.

Qualitätsstandards: Die Qualitätsunterschiede zwischen Produkten sind für Verbraucher schwer erkennbar. Ein billiges DIY-Gerät und ein professionell zertifiziertes Produkt tragen dasselbe Label — "HOCl" — aber die Wirksamkeit kann sich drastisch unterscheiden. Hier braucht es bessere Verbraucherinformationen und eventuell schärfere Standards.

Langzeitstudien in neuen Bereichen: In etablierten Feldern wie Wundversorgung und allgemeiner Desinfektion ist die Datenlage exzellent. In neueren Anwendungen wie Inhalationsmedizin oder Aquakultur laufen Studien noch.

Preispunkt: Professionell stabilisiertes HOCl ist teurer als Billigbleiche. Skaleneffekte durch wachsende Produktion werden diesen Abstand verringern — aber er ist heute noch vorhanden.

Vision 2035

Stell dir einen normalen Dienstagabend vor, zehn Jahre von heute.

Du kommst nach Hause. Dein Kind zeigt eine kleine Schürfwunde. Du nimmst die eine Flasche unter dem Waschbecken — kein Nachdenken, welches Mittel für was geeignet ist. Du sprühst drauf. Keine Tränen, weil es nicht brennt.

In der Küche hast du rohes Geflügel verarbeitet. Du sprühst die Arbeitsfläche ab. Fertig. Kein Nachspülen. Kein Gefahrstoff. Kein schlechtes Gewissen.

In deiner Kita läuft während der Norovirus-Saison unauffällig ein Luftvernebler. In deinem Hotel wird die Klimaanlage mit HOCl gespült, wöchentlich, automatisch. Im Krankenhaus nebenan ist Alkohol-Desinfektionsmittel eine Ausnahme — HOCl die Regel.

Das ist nicht utopisch. Das ist die logische Fortsetzung dessen, was bereits begonnen hat.

Auf den Punkt

Die Zukunft der Desinfektion heißt: wirksam, sicher, nachhaltig, automatisiert. HOCl erfüllt alle vier Kriterien — und steht damit am Schnittpunkt von drei der größten Gesundheitsherausforderungen unserer Zeit: Antibiotikaresistenz, Post-COVID-Hygienebewusstsein und der Suche nach chemieärmeren Alternativen. Der Markt wächst auf 8 Milliarden US-Dollar zu. Die Regulierung folgt. Der Rest ist Aufklärung.

Weiter zum Anhang: [FAQ](#), [Glossar](#), [Quellenverzeichnis](#) & [Checklisten](#)

Anhang: FAQ, Glossar, Quellenverzeichnis & Checklisten

A. Häufige Fragen (FAQ)

Allgemein

Ist HOCl das Gleiche wie Chlorbleiche?

Nein — obwohl beide zur Chlorfamilie gehören. Chlorbleiche (NaOCl) hat einen pH-Wert von 11–13, ist stark ätzend und enthält hauptsächlich das deutlich schwächere Hypochlorit-Ion (OCl^-). HOCl ist typischerweise im pH-Bereich 4–7 am wirksamsten; Hydroxyl wird mit pH 6,0–7,4 produziert. HOCl ist 80- bis 100-mal wirksamer als OCl^- und dabei hautfreundlich und nicht ätzend. Gleiche Rohstoffbasis, komplett unterschiedliche Eigenschaften.

Riecht HOCl nach Chlor?

Minimal bis gar nicht. Bei 500 ppm ist ein leichter Hauch möglich, der sich in Sekunden verflüchtigt. Nicht vergleichbar mit dem Schwimmbad-Chlorgeruch, der von Chloraminen stammt — HOCl bildet diese Verbindungen in anwendungsüblichen Konzentrationen nicht.

Wie lange ist HOCl haltbar?

Professionell stabilisiertes HOCl wie Hydroxyl: ca. 12 Monate ungeöffnet bei kühler, dunkler Lagerung; nach Anbruch innerhalb von 12 Wochen aufbrauchen. DIY-Lösungen aus Heimgeräten ohne Membrantrennung und Stabilisierung: Stunden bis wenige Tage. Das Haltbarkeitsdatum ist ein gutes Qualitätssignal.

Ist HOCl sicher für Kinder und Babys?

Ja. HOCl ist nicht als Gefahrstoff eingestuft (EU CLP-Verordnung), enthält keine flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs), keine Duftstoffe, keine Konservierungsmittel. Lebensmittelecht nach FDA. Kein Vergiftungsrisiko bei versehentlichem Hautkontakt oder Ingestion in Anwendungskonzentration.

Kann ich HOCl trinken?

Nein — HOCl ist kein Getränk. Als Desinfektionsmittel gedacht, nicht als Nahrungsmittel. In den üblichen Anwendungskonzentrationen ist versehentliche Ingestion kleiner Mengen (z.B. durch Kontakt mit frisch desinfizierten Flächen) harmlos — aber es ist nicht für die orale Einnahme bestimmt.

Anwendung

Muss ich nach dem Desinfizieren nachspülen?

Nein. HOCl ist lebensmittelecht und als No-Rinse-Sanitizer von der FDA zugelassen: bis zu 60 ppm direkt auf Lebensmitteln, bis zu 200 ppm auf Lebensmittelkontaktflächen ohne Toleranzanforderungen (EPA, 2022). Kein Nachspülen nötig.

Kann ich HOCl auf allen Oberflächen verwenden?

Ja — Edelstahl, Kunststoff, Glas, Holz, Keramik, Gummi. HOCl ist nicht korrosiv bei Anwendungskonzentration und greift die meisten Materialien nicht an. **Ausnahme**

Textilien: Auf farbigen Stoffen kann HOCl bei höheren Konzentrationen oder längerem Kontakt zu Farbveränderungen führen. Für delikate oder farbige Textilien empfiehlt sich ein kurzer Test an einer unauffälligen Stelle. Anders als Chlorbleiche, die Edelstahl und andere Metalle korrodiert, ist HOCl metallverträglich.

Wie wende ich HOCl richtig an?

Aufsprühen, 30 Sekunden bis 2 Minuten einwirken lassen (je nach Erregertyp — Bakterien: 30 Sek., Viren: 1–2 Min.), fertig. Bei starker organischer Verschmutzung gilt: erst mechanisch reinigen, dann desinfizieren. Verschmutzung reduziert die Wirksamkeit aller Desinfektionsmittel.

Kann ich HOCl auf offene Wunden auftragen?

Es gibt mehr als zehn FDA-zugelassene Wundpflegeprodukte auf HOCl-Basis — diese sind speziell für den medizinischen Einsatz formuliert und zugelassen. **Hydroxil** als Biozidprodukt (BAuA N-95701) ist für allgemeine Desinfektion zugelassen, nicht als Medizinprodukt. Für den Einsatz an offenen Wunden empfehlen sich ausschließlich entsprechend zugelassene Wundpflegeprodukte und ärztliche Begleitung.

Hilft HOCl gegen Schimmel?

Ja. HOCl ist fungizid nach EN 13624. Es tötet Schimmelpilze und kann präventiv auf gefährdeten Oberflächen (Fugen, Dichtungen, Fensterrahmen) eingesetzt werden. Regelmäßige Anwendung verhindert Neuansiedlung.

Wie lagere ich HOCl richtig?

Kühl (unter 25 °C), dunkel (UV-Licht beschleunigt den Zerfall) und verschlossen. Nicht in der Nähe von direkter Sonneneinstrahlung oder Wärmequellen lagern. Original-Verpackung verwenden — opake Behälter schützen vor Lichtzerfall.

Tiere

Ist HOCl sicher, wenn mein Tier die behandelte Stelle ableckt?

Ja. HOCl ist in Anwendungskonzentration bei oraler Aufnahme unbedenklich — für Hunde, Katzen, Pferde und alle anderen Haustierspezies. Das ist der entscheidende Vorteil gegenüber Jod (Schilddrüsenproblematik) und Alkohol (toxisch für Hunde und Katzen bereits in kleinen Mengen).

Hilft HOCl bei Mauke beim Pferd?

Ja. Mauke ist typischerweise eine bakteriell-pilzliche Mischinfektion. HOCl bekämpft beide Erregertypen gleichzeitig ohne Brennen — das Pferd toleriert die Behandlung wesentlich besser als klassische Mittel. Tägliches Aufsprühen auf die betroffenen Fesselbeugen nach dem Putzen.

Kann ich HOCl im Stall vernebeln, während die Tiere drin sind?

Ja. HOCl erzeugt keine toxischen Dämpfe, keine VOCs, keine Atemwegsreizung. Die Tiere können während der Desinfektion im Stall bleiben — ein erheblicher praktischer Vorteil gegenüber klassischen Stalldesinfektionsmitteln, die Wartezeiten erfordern.

Gewerbe & Zertifizierungen

Ist HOCl HACCP-konform?

Ja. HOCl ist HACCP-kompatibel (Hazard Analysis Critical Control Points). Dokumentierbare Wirksamkeit über EN-Normen, lebensmittelecht ohne Nachspülen, keine unerwünschten Rückstände auf Lebensmittelkontaktflächen.

Brauche ich eine Gefahrstoff-Schulung für den Einsatz von HOCl?

Nein. Hydroxil ist nach CLP-Verordnung (EU, 1272/2008) nicht als Gefahrstoff eingestuft. Keine Gefahrenpiktogramme, keine H-Sätze, keine P-Sätze. Eine normale Einweisung in die Anwendung genügt — keine Gefahrstoff-Unterweisung nach GefStoffV erforderlich.

Mit welchen EN-Normen ist Hydroxil zertifiziert?

EN 1276 (Bakterizidie, Suspension), EN 13727 (Bakterizidie, medizinisch), EN 13697 (Bakterizidie & Fungizidie, Oberfläche), EN 14476 (Viruzidie, inkl. SARS-CoV-2), EN 13624 (Fungizidie), EN 14348 (Mykobakterizidie), EN 17126 (Sporizidie), EN 13623 (Legionellen).

B. Glossar

Begriff	Erklärung
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin — registriert Biozidprodukte in Deutschland
Biofilm	Bakterienkolonie eingebettet in schützende Schleimmatrix; haftet an Oberflächen; schwer mit herkömmlichen Mitteln zu entfernen
CLP	Classification, Labelling and Packaging — EU-Verordnung (1272/2008) zur Einstufung und Kennzeichnung chemischer Stoffe
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft — zertifiziert Desinfektionsmittel für die Tiermedizin
ECA	Electro-Chemical Activation — Elektrolyseverfahren zur kontrollierten HOCl-Herstellung
EPA	Environmental Protection Agency — US-Umweltbehörde
FAC	Free Available Chlorine — frei verfügbares aktives Chlor in Lösung, gemessen in ppm

FDA	Food and Drug Administration — US-Behörde für Lebensmittel- und Arzneimittelzulassung
GRAS	Generally Recognized as Safe — FDA-Einstufung als "allgemein als sicher anerkannt"
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points — systematisches Lebensmittelsicherheits-Managementsystem
HOCl	Hypochlorige Säure (Hypochlorous Acid) — der antimikrobielle Wirkstoff in Hydroxyl
Log-Reduktion	Logarithmische Keimreduktion: 1 log = 90 %, 3 log = 99,9 %, 5 log = 99,999 %, 7 log = 99,99999 %
MPO	Myeloperoxidase — Enzym in neutrophilen Granulozyten, das HOCl aus H ₂ O ₂ und Chlorid-Ionen produziert
NaOCl	Natriumhypochlorit — Chlorbleiche (pH 11–13); 80–100× weniger wirksam als HOCl
Neutrophile	Häufigste weiße Blutkörperchen (60–70 % aller Leukozyten); produzieren HOCl als primäre antimikrobielle Waffe
OCI⁻	Hypochlorit-Ion — entsteht bei pH über 7,5; 80–100× weniger wirksam als HOCl
ORP	Oxidation-Reduction Potential (Redoxpotenzial) — Maß für die Oxidationskraft einer Lösung in Millivolt (mV)
ppm	Parts per million — Maßeinheit für Konzentration (1 ppm = 1 mg pro Liter)
QAC	Quaternary Ammonium Compounds — synthetische Desinfektionsmittel-Klasse; persistent in der Umwelt
ROS	Reactive Oxygen Species — reaktive Sauerstoffspezies; HOCl gehört zu dieser Gruppe
VAH	Verbund für Angewandte Hygiene — führt die offizielle Deutsche Desinfektionsmittelliste
VOC	Volatile Organic Compounds — flüchtige organische Verbindungen; HOCl enthält keine

C. Quellenverzeichnis

Peer-reviewed Studien

1. Block MS, Rowan BG. "Hypochlorous Acid: A Review." *J Oral Maxillofac Surg*. 2020;78(9):1461–1466. PMC7315945
2. Wang L, Bassiri M, Najafi R et al. "HOCl as wound care agent: Part I." *J Burns Wounds*. 2007;6:e5. PMC1853323
3. Robson MC, Payne WG, Ko F et al. "HOCl as wound care agent: Part II." *J Burns Wounds*. 2007;6:e6. PMC1853324
4. Fukuyama T et al. "HOCl is antipruritic and anti-inflammatory in atopic dermatitis." *Clin Exp Allergy*. 2018;48(1):78–88.
5. Gold MH et al. "Status Report on Topical Hypochlorous Acid." *J Clin Aesthet Dermatol*. 2018;11(11):36–39.
6. Guan H et al. "HOCl Rapidly Kills Corona, Flu, and Herpes." *J Dent Res*. 2023;102(9).
7. Niedrig M et al. "Potent antiviral activity of HOCl against SARS-CoV-2." *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021. PMC8657320
8. D'Souza DH et al. "HOCl against norovirus surrogate." *J Food Prot*. 2007. PMC1932820
9. Winterbourn CC. "Reconciling the chemistry and biology of reactive oxygen species." *Nat Chem Biol*. 2008;4(5):278–286.
10. Klebanoff SJ. "Myeloperoxidase: friend and foe." *J Leukoc Biol*. 2005;77(5):598–625.
11. Landa-Solis C et al. "Microcyn: super-oxidized water." *J Hosp Infect*. 2005;61(4):291–299.
12. Selkon JB et al. "HOCl in wound care." *J Wound Care*. 2006;15(1):11–13.
13. "0.01% HOCl via ultrasonic atomization for blepharitis." *J Clin Med*. 2023. PMC9917691
14. Prospective RCT Blepharitis. *BMC Ophthalmology*. 2023. PMC10711848
15. IOVS/ARVO Dry Eye Study. 2019.
16. Fukuzaki S. "Mechanisms of NaOCl in cleaning." *Biocontrol Sci*. 2006;11(4):147–157.
17. Dakin HD. "On antiseptic substances in infected wounds." *Br Med J*. 1915;2(2852):318–320.
18. Carrel A, Dakin HD. "The treatment of infected wounds." *J Exp Med*. 1917;26(1):25–37.
19. "HOCl Clinical Insights Across Specialties." *Biomedicines*. 2023;13(12):2921.

Behördliche Quellen

1. FDA. Food Contact Notification No. 1811. 2023.
2. FDA. Environmental Decision Memo, FCN 1811. 2023.
3. EPA. "HOCl; Exemption from Tolerance." *Federal Register*. 14. Sept. 2022.
4. EPA. List N — Disinfectants effective against SARS-CoV-2.
5. USDA. "Handling Report on Hypochlorous Acid." 2015.
6. WHO. "Expert Review on Hypochlorous Acid." 2021.
7. WHO. "Antimicrobial Resistance: Global Report." 2014.
8. BAuA. Biozid-Registrierung N-95701.
9. CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008.

Geprüfte EN-Normen (Hydroxil)

1. EN 1276 — Bakterizidie (quantitativer Suspensionstest)
2. EN 13727 — Bakterizidie (medizinischer Bereich)
3. EN 13697 — Bakterizidie & Fungizidie (Oberflächentest)

4. EN 14476 — Viruzidie (inkl. SARS-CoV-2, Adenovirus)
5. EN 13624 — Fungizidie (Hefen, quantitativer Suspensionstest)
6. EN 14348 — Mykobakterizidie / Tuberkulozidie
7. EN 17126 — Sporizidie
8. EN 13623 — Wirksamkeit gegen Legionella pneumophila

Marktberichte

1. Grand View Research. "Hypochlorous Acid Market Report." 2024.
 2. Fortune Business Insights. "HOCl Market — USD 8 billion by 2033."
 3. Expert Market Research. "HOCl Market CAGR 3.1% through 2035."
-

D. Checklisten

Checkliste 1: HOCl im Haushalt

- Küche: Arbeitsflächen, Schneidebretter, Kühlschrank, Spülschwämme
- Bad: Armaturen, WC, Dusche, Dichtungen, Zahnbürsten
- Baby: Schnuller, Beißringe, Spielzeug, Wickeltisch, Kinderwagen
- Haustier: Pfoten nach Spaziergang, Näpfe, Schlafplatz
- Wäsche: Sportkleidung, Handtücher (Sprühstoß vor der Wäsche)
- Schimmelprävention: Fensterdichtungen, Ecken, Fugen im Bad
- Lebensmittel: Obst/Gemüse waschen, Fleisch-Kontaktflächen
- Luft: Vernebler bei Erkältungswelle in der Familie

Checkliste 2: HOCl für Tiere und im Stall

- Wundversorgung bei allen Tierarten
- Hauterkrankungen: Mauke, Sommerkezem, Hotspots, Dermatitis
- Ohr- und Augenpflege (Hund, Katze)
- Pfotenpflege nach Spaziergängen
- Tränkwasser-Hygiene: Pferd, Rind, Geflügel
- Stallboden und -wände — ohne Wartezeiten
- Futtertröge und Tränken
- Transportfahrzeuge
- Equipment: Halfter, Sattel, Schermaschinen
- Bienenstock-Hygiene, Stockdesinfektion

Checkliste 3: HOCl im Gewerbebetrieb

- Küche: HACCP-konforme Flächendesinfektion, No-Rinse auf Lebensmittelflächen
- Sanitäranlagen: Oberflächen, Armaturen, Böden
- Gästezimmer: Türgriffe, Lichtschalter, Fernbedienungen
- Wellness: Sauna, Whirlpool, Fitnessgeräte, Matten
- Klimaanlage: Verdampfer-Desinfektion gegen Legionellen und Schimmel
- Wassersystem: Legionellen-Prävention in Leitungen
- Zapfanlagen und Getränkeleitungen: Biofilm-Entfernung
- Dokumentation: Chargenprotokoll für Audits und HACCP-Nachweis

Checkliste 4: HOCl-Qualität erkennen

- pH-Wert im Wirkungsbereich angegeben (für Hydroxyl: 6,0–7,4)?
- FAC (Free Available Chlorine) in ppm angegeben (min. 500 ppm für Hydroxyl)?
- Haltbarkeitsdatum länger als 6 Monate (Zeichen für Stabilisierung)?
- Hinweis zur Verwendungsdauer nach Anbruch vorhanden (z. B. 12 Wochen)?
- BAuA-Registrierungsnummer vorhanden (Pflicht für Biozide in Deutschland)?
- VAH-Anerkennung oder EN-Normen-Nachweise dokumentiert?
- Keine Zusatzstoffe: keine Duftstoffe, Tenside, Konservierungsmittel?
- Nicht als Gefahrstoff nach CLP-Verordnung eingestuft?
- Chargenrückverfolgbarkeit für gewerbliche Anwender möglich?

E. Weiterführende Ressourcen

Q-Life Hydroxyl

- q-life.de — Produktinformationen, Anwendungsgebiete, Technische Daten
- shop.q-life.world — Online-Shop: alle Produktlinien und Gebindegrößen
- camping.q-life.world — Spezialseite für Camping- und Freizeitanwendungen
- horses.q-life.world — Spezialseite für Pferdehalter

Wissenschaftliche Datenbanken

- pubmed.ncbi.nlm.nih.gov — PubMed: Zugang zu allen zitierten Studien über PMC-Nummern
- hocl.com — Internationale HOCl-Informationsplattform

Behörden und Normen

- fda.gov — FDA-Datenbank für Food Contact Notifications und Produktzulassungen
- epa.gov/pesticide-registration — EPA List N und Tolerance Exemptions
- baua.de — BAuA-Registrierungsdatenbank für Biozidprodukte
- vah-online.de — VAH Deutsche Desinfektionsmittelliste

Hydroxyl — Die Desinfektion der Zukunft

Q-Life · shop.q-life.world · q-life.de