



## **Peressigsäure: Eigenschaften und Anwendungen**

Seit nunmehr 100 Jahren ist die antimikrobielle Wirkung von Peressigsäure bekannt. Im American Chemical Journal veröffentlichten Freer und Novy 1902 einen Artikel unter der Überschrift »On the formation, decomposition and germicidal action of benzolacetyl and diacetyl peroxides« [1], in dem erstmalig die bakteriziden und sporiziden Eigenschaften von Peressigsäure und Perbenzoesäure beschrieben wurden. Nach dieser Publikation dauerte es fast 50 Jahre, bis dieser Wirkstoff »wiederentdeckt« wurde.

Auf der Jahrestagung der amerikanischen bakteriologischen Gesellschaft wurde 1949 über vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener Wirkstoffe gegen Sporen von »Bacillus thermoazidurans« berichtet. Die Autoren zeigten, dass Peressigsäure das höchste Wirkpotenzial im Vergleich aller 23 untersuchten Substanzen, einschließlich Chlor-enthaltender Verbindungen, aufweist [2].

Heute werden in Europa jährlich mehrere tausend Tonnen Peressigsäure in CIP-Systemen (Cleaning-in-Place) zur Desinfektion in der Nahrungsmittelindustrie, in Brauereien und Molkereien, zur Desinfektion von Kühl- und Prozesswasser-Kreisläufen sowie von Ionenaustauscher-Säulen bei der Wasseraufbereitung genutzt.

Im medizinischen Bereich kommt Peressigsäure hauptsächlich zur Aufbereitung chirurgischer und thermolabiler Instrumente, insbesondere von Endoskopen, zur Desinfektion von Hämodialyse-Anlagen sowie beim desinfizierenden Waschen von Krankenhaustextilien nach einem RKI-gelisteten Verfahren zum Einsatz.

### **Mikrobiologische Wirkung von Peressigsäure**

Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften ist Peressigsäure in die Gruppe der mikrobiziden Reaktivwirkstoffe einzuordnen. Vertreter dieser Wirkstoffgruppe, zu denen auch die Aldehyde gehören, erzielen ihre Wirkung durch eine chemische Umsetzung mit Inhaltsstoffen der Zelle und/oder der Zellmembran. Damit weisen diese Wirkstoffe einen unspezifischen Wirkungsmechanismus auf und die Möglichkeit einer Resistenzbildung ist gering.

Peressigsäure wirkt biozid oder inaktivierend gegen ein breites Spektrum von Bakterien, einschließlich Mykobakterien und bakterieller Sporen, Pilzen und Viren, einschließlich der schwer zu inaktivierenden unbehüllten Viren, wie Poliovirus und Hepatitis A Virus [3, 4].

Für die Anwendung der Peressigsäure im medizinischen Bereich zur Instrumentenaufbereitung ist die pH-Abhängigkeit der Wirksamkeit von besonderem Interesse, da einige Anwendungseigenschaften, wie Geruch, Inhalationstoxizität oder die Materialverträglichkeit von Metallen und einer Reihe von Kunststoffen, in entgegengesetzter Richtung vom pH-Wert der Peressigsäure-Lösung beeinflusst werden.

Tabelle 1 zeigt, dass Peressigsäure in saurer Lösung bei pH <3 am wirksamsten ist. Bei konstanter Konzentrationen nimmt die sporizide Wirksamkeit mit steigenden pH-Werten bis zur praktischen Unwirksamkeit bei pH 8 ab. Dieser pH-Effekt kann jedoch durch Variation anderer Parameter, wie Wirkstoffkonzentration oder der Temperatur, kompensiert werden. So wird beispielsweise eine umfassende Sporenwirksamkeit in alkalischer Lösung bei pH 10 bis 11 bei der Wäschedesinfektion im RKI-Verfahren bei einer Konzentration von 100 ppm Peressigsäure und einer Temperatur von 60°C erreicht [5].



### **Reaktion mit Proteinen**

Die Reaktivwirkstoffe unterscheiden sich durch die Art der chemischen Umsetzung mit Proteinen. Während die Wirkstoffe Peressigsäure und Aktivchlor die Eiweißmoleküle durch Oxidationsreaktionen zerstören, kommt es bei der Reaktion von Aldehyden, wie Glutaraldehyd, mit Proteinen zur Bildung höhermolekularer Verbindungen. Bei der Verwendung von sauren Lösungen mit einem pH-Wert  $<4$  ist zu berücksichtigen, dass es in Interaktion mit Proteinen zur Bildung von Präzipitaten kommen kann. Die Reaktionsprodukte des Glutaraldehyds und die säure-induzierten Präzipitate können sich als Rückstände auf Oberflächen ablagern. Bei der Aufbereitung flexibler Endoskope können diese Rückstände, insbesondere in den schwer zugänglichen Kanälen, zu Hygieneproblemen führen.

### **Zur Toxikologie von Peressigsäure**

Bei der toxikologischen Bewertung von Peressigsäure im Hinblick auf deren Einsatz in Desinfektionsmitteln sind drei Fragestellungen zu berücksichtigen. Erstens das Gefahrenpotential unverdünnter Produkte, zweitens die toxikologischen Eigenschaften von Anwendungslösungen Peressigsäure-basierter Produkte und drittens die toxikologische Bewertung möglicher Rückstände auf Oberflächen desinfizierter Gerätschaften.

Peressigsäure wurde in zahlreichen Studien bezüglich seiner toxikologischen Eigenschaften untersucht [6]. Generell ist das toxische Potential von Peressigsäure von der vorliegenden Konzentration abhängig. Peressigsäure-Lösungen mit einer Konzentration größer 5% sind als ätzend einzustufen. Da Peressigsäure in Desinfektionsprodukten überwiegend in Konzentrationen zwischen 5% und 15% vorliegt, sind beim Umgang mit den unverdünnten Produkten Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten. Beispielsweise ist der Kontakt mit Augen und Haut durch die Verwendung von Schutzhandschuhen und Schutzbrille auszuschließen. Peressigsäure-Lösungen mit einer Konzentration zwischen 0,3% und 5% sind als reizend anzusehen. Auch in diesem Konzentrationsbereich, ist daher die Verwendung von Schutzhandschuhen und Schutzbrille empfohlen.

Zur Aufbereitung von Medizinprodukten kommen hauptsächlich verdünnte Peressigsäure-Lösungen mit einer Konzentration bis zu 0,35% zur Anwendung, welche nicht als ätzend oder reizend anzusehen sind.

Bei sachgemäßer Anwendung von Desinfektionsmitteln sind nur geringe Rückstände von Desinfektionswirkstoffen auf den behandelten Oberflächen zu erwarten. Peressigsäure hat hierbei den zusätzlichen Vorteil, dass sie in Essigsäure und Sauerstoff zerfällt, so dass mögliche Rückstände weiter verringert werden. Für die toxikologische Bewertung dieser geringen Mengen ist insbesondere die Frage von Bedeutung, ob Allergien ausgelöst oder mutagene (erbgutschädigende) Wirkungen verursacht werden können. Hierzu durchgeführte Untersuchungen konnten zeigen, dass für Peressigsäure kein allergieauslösendes oder mutagenes Risiko zu erwarten ist.



## **Materialverträglichkeit von Peressigsäure**

Die Kompatibilität von Metallen und Kunststoffen mit Peressigsäure ist, wie bei allen Säure- / Salz-basierten Systemen stark vom pH-Wert der Anwendungslösung abhängig. In der Diskussion zur Materialverträglichkeit von Peressigsäure bei der Aufbereitung medizinischer Geräte, insbesondere flexibler Endoskope, wird dieser Aspekt häufig vernachlässigt. So wird eine gute Kompatibilität eines Desinfektionsmittels mit medizinischen Instrumenten auf alle Peressigsäure-basierte Produkte übertragen, bzw. es erfolgt eine Verallgemeinerung der Schäden, die durch ein spezielles Produkt verursacht werden, auf alle Mischungen, welche diesen Wirkstoff enthalten.

Am Beispiel des Vergleiches der Materialbeeinflussung durch Schwefelsäure und deren Salze lässt sich die Bedeutung des pH-Wertes verdeutlichen. Es ist allgemein bekannt, dass Schwefelsäure stark korrosiv wirkt und zu erheblichen Materialveränderungen führt, während deren Salze (z.B. Natriumsulfat) nur einen minimalen Einfluss ausüben.

Das Korrosionsverhalten von Peressigsäure bei unterschiedlichen pH-Werten und Konzentrationen und konstanter Zusammensetzung des Wassers zeigt die Tabelle 2 [7]. Bei einigen Metallen, wie Aluminium oder Edelstahl, ist unter den geprüften Bedingungen kein Abtrag festzustellen, während sich die Abtragungswerten bei verzinktem Eisen oder Kupfer zwischen pH 4,6 und pH 6,4 um eine Zehnerpotenz unterscheiden. Ein analoges Korrosionsverhalten ist auch für Kupferlegierungen und Nickel bekannt. Eloxiertes Aluminium wird sowohl im alkalischen als auch im sauren Milieu entfärbt. Nur in einem schmalen pH-Bereich ist eine hinreichende Stabilität der Eloxal-Schicht zu erzielen.

Zur manuellen desinfizierenden Reinigung von chirurgischen Instrumenten werden seit Jahrzehnten Peressigsäure-basierte Produkte erfolgreich verwendet. Der Einsatz erfolgt im leicht alkalischen Milieu, wodurch eine gute Materialverträglichkeit mit einer herausragenden Reinigungsleistung kombiniert werden kann.

Um Materialveränderungen an medizinischen Instrumenten beim Einsatz von Peressigsäure zu vermeiden bzw. zu minimieren sind die Desinfektionsmittel hinsichtlich ihrer Kompatibilität auf das jeweilige Applikationsfeld und die dabei zur Anwendung kommenden Bedingungen abzustimmen. Derartige optimierte Produkte stehen für Desinfektionsmaßnahmen, beispielsweise zur manuellen bzw. maschinellen Aufbereitung flexibler Endoskope oder für die desinfizierende Reinigung chirurgischer Instrumente und flexibler Endoskope, zur Verfügung.

Eine Abweichung von diesen optimierten Produkt- und Anwendungssystemen kann jedoch zu erheblichen Materialbeeinträchtigungen führen.

## **Zusammenfassung**

Nachdem in den ersten sechzig Jahren nach der Entdeckung der mikrobiziden Wirkung der Peressigsäure nur wenige Fälle für deren Nutzung publiziert worden, führten die Arbeiten verschiedener Arbeitsgruppen zum mikrobiziden Wirkungsspektrum und zum Wirkmechanismus, zur Toxikologie, zur Ökologie, zur sicheren Herstellung konzentrierter und verdünnter PES-Lösungen und deren Handhabung, zur Analytik des Wirkstoffes sowie zur Interaktion mit verschiedenen Materialien zur Erschließung einer Vielzahl sehr unterschiedlicher neuer Anwendungsfelder.

Diese umfassen beispielsweise die Desinfektion von Lebensmitteln, wie Obst und Gemüse, den Einsatz in der Lebensmittel- bzw. lebensmittelverarbeitenden Industrie,



wie Brauereien und Molkereien, die Entfernung von Biofilmen in verschiedenen Bereichen sowie Anwendungen im medizinischen Bereich zur Desinfektion von Hämodialyse-Geräten oder Aufbereitung von Endoskopen bzw. chirurgischer Instrumente.

Als Reaktivwirkstoff hat Peressigsäure ein umfassendes mikrobizides Wirkungsspektrum, welches auch Mykobakterien, Sporen und unbehüllte Viren einschließt. Die mikrobizide Wirksamkeit und die Anwendungseigenschaften sind im erheblichen Maße vom pH-Wert abhängig. Die in der Vergangenheit vorhandenen Einschränkungen der Applikation hinsichtlich der Materialverträglichkeit und der Toxikologie sind durch optimierte Rezepturen und Verfahren überwunden.

Somit ist dieser „alte“ Wirkstoff nach mehr als 110 Jahren auch weiterhin eine mikrobiologisch wirksame Substanz mit erheblichen Entwicklungspotential hinsichtlich erweiterter innovativer Anwendungen.

## Literatur

[1 – 7] Literatur ist beim Autor abrufbar unter E-Mail Adresse: holger.biering@web.de

Tabelle 1:

pH-Abhängigkeit der spezifischen Wirksamkeit von Peressigsäure gegen *Bacillus subtilis* bei Raumtemperatur bei einer Konzentration von 300 ppm

pH	2	4	5	7	8
log Reduktion	4	3	2	1	<1

Tabelle 2:

Korrosionsverhalten von Peressigsäure im Test nach DIN 50905 in Abhängigkeit vom pH-Wert und der Konzentration in Wasser von 16 °dh bei Raumtemperatur gemessen in Abtragswerten in g/m<sup>2</sup>/h

Material	Peressigsäure-Konzentration / pH-Wert		
	100 ppm/pH 6,4	250 ppm/pH 5,4	500 ppm/pH 4,6
Aluminium 99,5	0	0	0
Chromnickelstahl 1.4301, 1.4401	0	0	0
verzinntes Eisen	0	0	0
verzinktes Eisen	0,05	0,2	0,5
Eisen St 37 / 2	0,7	1,1	1,6
Kupfer	0,05	0,1	0,5