

Prof. Dr. Dr. W. Gräf
Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin
em. o. Prof. für Hygiene und Med. Mikrobiologie
der Universität Erlangen-Nürnberg

91054 Erlangen, den 05.01.1999
Saranstrasse 11
Telefon 09131/55163

GUTACHTEN

zur Beurteilung des Regenerierungsmittels

WESSOCLEAN AQUA Typ 1

der Fa. WESSOCLEAN Wasserhygiene GmbH in Hersbruck

aus wasserhygienisch-toxikologischer Sicht und zur
Umweltverträglichkeit

Erstellt von

Prof. Dr. Dr. Walter Gräf

Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin
em. o. Prof. für Hygiene und Medizinischer Mikrobiologie
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

im Januar 1999

im Auftrag des Herstellers

Ausgefertigt am 5. Jan. 1999
Das Gutachten umfaßt

9 Seiten

Präambel

Das Produkt

WESSOCLEAN AQUA Typ 1

der Fa. WESSOCLEAN Wasserhygiene GmbH

wurde am Institut für Medizinische Hygiene der Universität Erlangen-Nürnberg bzw. im
persönlichen Laboratorium
von Prof.Dr.Dr.Walter Gräf

Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

unter Mitwirkung der LGA (Landesgewerbeanstalt Bayern)

chemisch-toxikologisch sowie bakteriologisch-umwelthygienisch begutachtet.

Das hier vorliegende Gutachten stellt eine Zusammenfassung dieser Untersuchungen dar und gliedert sich in folgende Punkte:

- I. Toxikologisch-chemische Beurteilung
- II. Bakteriologische Untersuchungen
- III. Bewertung der Umweltverträglichkeit

I. Toxikologisch-chemische Beurteilung

WESSOCLEAN AQUA Typ 1 ist ein feinkristallines, weißes Pulvergemisch von hoher chemischer Reinheit, praktisch geruchlos, mit stark saurem Geschmack.

Die Bestandteile des weiterentwickelten Brunnenregeneriermittels WESSOCLEAN AQUA Typ 1 sind:

- *Citronensäure*, wasserfrei, DAB (Ph.Eur. und ZverkV) E 330 – $C_6H_8O_7$

Citronensäure ist als ungiftiger Naturstoff mit einer zentralen Rolle im Stoffwechselgeschehen (Citronensäurezyklus) aller Organismen bekannt.

Im menschlichen Körper werden physiologischerweise täglich erhebliche Mengen davon umgesetzt. Citronensäure ist als Lebensmittelzusatzstoff (E 330) bis zu 5 g/kg zugelassen.

Gegenüber dem Citronensäure Monohydrat besitzt die wasserfreie Citronensäure um etwa 10 % mehr Säurekapazität und eignet sich besonders als guter Komplexbildner im Auflösenvorgang von Brunnenbelägen organischen als auch chemischen Ursprungs.

- *Natrium-Benzoat*, DAB (Ph.Eur.BP, NF, FCC) E 211 – $C_7H_5NaO_2$

Natriumbenzoat ist das Natriumsalz der Benzoesäure und besitzt toxikologisch keine Bedeutung. Es wird daher in der Lebensmitteltechnologie als Konservierungsmittel verwendet. Das Verderben von festen und flüssigen Lebensmitteln wird in der Regel durch Mikroorganismen ausgelöst. Die antimikrobielle Wirkung des Na-Benzoesalzes verhindert die Entwicklung von Keimen.

Konservierungsstoffe sind keine Desinfektionsmittel und wirken bakteriostatisch. Im Gegensatz zur Ascorbinsäure (Vitamin C), die in der Lebensmittelherstellung zur Vitaminierung und aus technologischen Gründen (Hemmung enzymatischer Bräunung) verwendet wird, kommt dem Na-Benzoesalz die spezielle Aufgabe zu, die antimikrobielle Wirkung in einem pH-Wert-Spektrum von 2 bis ca. pH 5,5 sicherzustellen.

- *Sorbinsäure*, DAB (Ph.Eur.BP, NF, FCC) E 200 – $C_6H_8O_2$

Sorbinsäure ist ein Lebensmittelkonservierungsstoff mit wachstumshemmender Wirkung auf Mikroorganismen und besitzt ein spezifisches Wirkungsspektrum auf Schimmelpilze. Aber auch die Entwicklung von Hefen und katalasepositiven Bakterien vermag sie zu unterdrücken. Sorbinsäure ist als Konservierungsstoff bis zu 10 g pro kg Lebensmittel zugelassen.

- *L-Ascorbinsäure*, Vitamin C; (Ph.Eur./ZverkV) E 300 – $C_6H_8O_2$

L-Ascorbinsäure ist ein für Menschen essentieller Naturstoff (Vitamin C), der in allen höheren Tieren und Pflanzen vorkommt. Ascorbinsäure wird wegen seiner reduzierenden

Wirkung und der Ausbildung stabiler Salze als Antioxidans in der Lebensmittelindustrie verwendet. Sie ist dort als Lebensmittelzusatzstoff (E 300) bis 500 mg/kg zugelassen.

- *Silbernitrat*, chem.rein, krist., Ph.Eur. – AgNO_3 (ionogenes Silber – Ag^+)

Die in WESSOCLEAN AQUA Typ 1 vorhandenen Silbermengen sind so gering, daß sie zum Teil unterhalb der bewilligten Silbermenge für Trinkwasserdesinfektion bzw. Aufbereitung von Trinkwasser liegen und deshalb weder für Mensch noch Tier eine Gefahr besteht. Silberionen besitzen in der vorliegenden geringen Konzentration für Mensch und Umwelt keinerlei toxikologische Bedeutung und können als eine der „harmlosesten“ Aufbereitungsstoffe zur Trinkwasseraufbereitung und anderen Substraten angesehen werden.

GRENZWERTE für Trinkwasser nach TWV (1990): 0,01 mg/l

AUSNAHME GEMÄß Anlage 3 Nr. 4

Bei Aufbereitung von Trinkwasser sind Silberwerte bis 0,08 mg/l erlaubt.

Einleitbedingungen für Abwasser gemäß Abwassergesetz.

Silberfracht: 4 g/h

Schnellwert: 0,2 mg/l

Silberung:

Bezeichnung für die Einführung von Silberspuren in wässrigen Systemen mit dem Ziel, die oligodynamischen Eigenschaften von Ag zur Desinfektion und Konservierung, im häufigsten Fall zur Entkeimung von Trinkwasser ausnutzen zu können. Technisch geht man im allgemeinen so vor, daß man entweder kolloidale Dispersionen von metallischen Silber mit einem aktivierenden Edelmetall (Au, Pd) auf Trägerstoffe aufbringt oder mit Hilfe eines schwachen elektrischen Stroms aus in das Wasser eintauchenden Silber-Kathoden Ag-Ionen erzeugt (sog. Elektrosilberung, Bsp.: Cumasina®-Verfahren). Geeignete kolloidale Ag-Lösungen können z.B. nach Katadyn- oder Argentox®-Verfahren hergestellt werden. Die Silberung kann außer für die Trinkwasserentkeimung auch zur algiziden Aufbereitung von Brauchwasser und Badewasser, d.h. im Sinne von Schwimmbadpflegemitteln eingesetzt werden.

II. Bakteriologische Untersuchungen

Fragestellung:

Wird die Wiederverkeimung von Trinkwasser durch Restkonzentrationen des Regenerierungsmittels WESSOCLEAN AQUA Typ 1 gefördert ?

Prinzipieller Versuchsmodellansatz zur Klärung dieser Fragestellung.

Es wurde eine Wasserprobe mit relativ hohem Keimgehalt (KBE/ml) sowohl ohne WESSOCLEAN AQUA Typ 1 (= Nullkontrolle) als auch die gleiche Wasserprobe mit absteigendem WESSOCLEAN AQUA Typ 1-Zusatz (12 g/l; 1,2 g/l; 0,12 g/l; 0,012 g/l;

0,0012 g/l) sowohl sofort nach Wirkstoffzusatz (= Sofortkontrolle) als auch nach 72 Std. Standzeit auf ihren Keimgehalt (KBE/ml) überprüft.

Die Versuchsanordnung wurde insofern unter zwei verschiedenen Versuchsbedingungen durchgeführt, als eine der genannten Konzentrationsreihen bei 22 °C für 72 Stunden gehalten wurde, während der zweite Reaktionsansatz nach 10 °C für 72 Stunden „Standtemperatur“ zur bakteriologischen Überprüfung gelangte.

Die betreffenden Versuchsansätze wurden sämtlich jeweils in drei Reagenzröhrchen abgefüllt und unter den betreffenden Meßparametern Konzentration und Keimzahl (KBE/ml) qualitativ mikrobiologisch untersucht. Die gefundenen „Dreifachwerte“ wurden gemittelt und als jeweiliges „Meßergebnis“ in den nachfolgend als Versuchsergebnisse tabellarisch und graphisch wiedergegeben.

Da gemäß der gültigen Trinkwasserverordnung die sog. Koloniezahl (KBE/ml) jeweils bei Bebrütungsbedingungen von 22 °C (psychrophile Keimarten), als auch bei 37 °C (mesophile Keimarten) Bebrütungstemperaturen ermittelt werden müssen, wurde auch bei den vorliegenden Untersuchungsreihen so verfahren.

Die „Keimzählung“ erfolgte im sog. Plattengußverfahren bei Verwendung von plate-count-agar.

Versuchsergebnisse:

Die mikrobiologischen Ergebnisse der beschriebenen Versuchsreihen finden sich nachfolgend tabellarisch wie auch graphisch wiedergegeben, wobei in zwei Abschnitten die WESSOCLEAN AQUA Typ 1 Wirksamkeiten nach 72 Stunden Einwirkungszeit bei 10 °C-Lagerungstemperatur, als auch bei 22 °C-Lagerungstemperatur beschrieben sind. Die Koloniezahlen in den Testwasserproben waren bei Untersuchungsbeginn (= Sofortwert) allen Ansätzen weitestgehend gleich und betragen bei 37 °C Bebrütungstemperatur im Mittel 15×10^3 KBE/ml, bei 22 °C Bebrütungstemperatur 31×10^3 KBE/ml. Bei Versuchsende, d.h. nach 72 Stunden Einwirkungszeit waren sie bei den Ansätzen ohne WESSOCLEAN z.T. erheblich höher geworden (= Nachverkeimung). Diese jeweiligen, temperaturabhängigen Keimzahlen werden in den nachfolgenden Tabellen zu Grunde gelegt.

- WESSOCLEAN AQUA Typ 1-Effekt nach 72 Stunden Einwirkzeit bei 10 °C

Tabelle 1

Mit verschiedenen WESSOCLEAN-Konzentrationen bei 10 °C / 72 Std.

WESSOCLEAN-Konzentrationen

KBE/ml nach 72 Std.	Null- kontrolle	12 g/l	1,2 g/l	0,12 g/l	0,012 g/l	0,0012 g/l	0,00012 g/l
bei 22 °C	160×10^3	0	0	0	$1,6 \times 10^3$	24×10^3	130×10^3
bei 37 °C	70×10^3	0	0	0	$1,0 \times 10^3$	$2,6 \times 10^3$	30×10^3

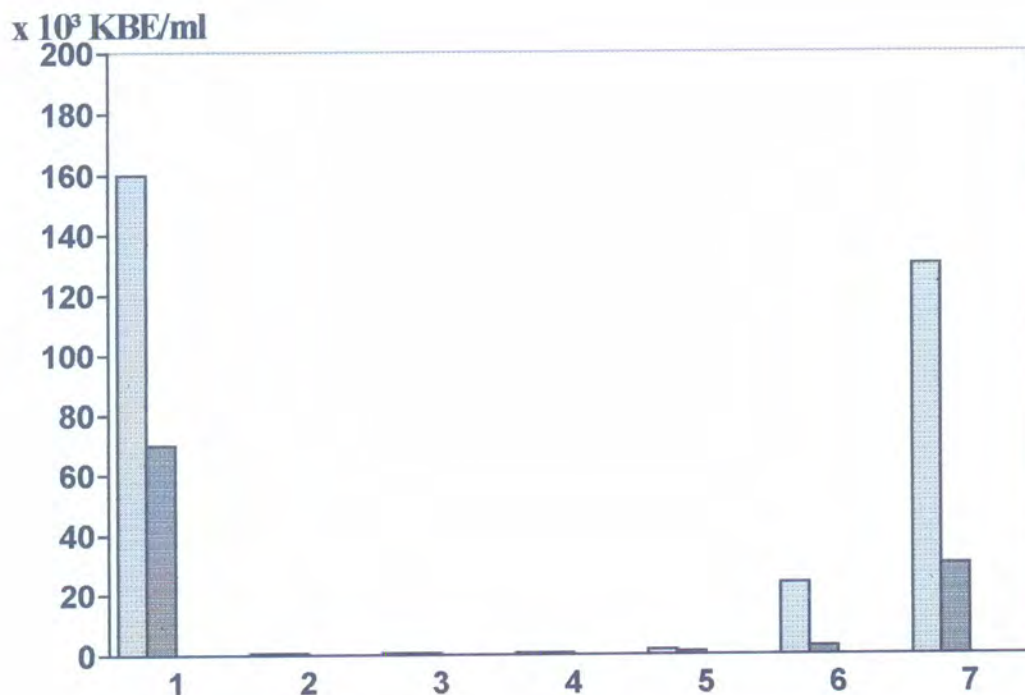


Abb. 1:

Koloniezahlen bestimmt im Plate count-Verfahren nach TVO bei 22 °C und 37 °C
Bebrütungstemperatur aus Wasserprobe, welche bei 10 °C über 72 Std. belassen
worden war.

Balken hell = bei 22 °C. Balken dunkel = bei 37 °C.

- 1 = Nullkontrolle (ohne WESSOCLEAN AQUA Typ 1)
 2 = mit 12 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1
 3 = mit 1,2 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1
 4 = mit 0,12 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1
 5 = mit 0,012 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1
 6 = mit 0,0012 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1
 7 = mit 0,00012 g/l WESSOCLEAN AQUA Typ 1

- **WESSOCLEAN AQUA Typ 1-Effekt**
mit 72 Stunden Einwirkzeit bei 22 °C

Tabelle 2

Mit verschiedenen WESSOCLEAN-Konzentrationen bei 22 °C / 72 Std.

WESSOCLEAN-Konzentrationen

KBE/ml nach 72 Std.	Null- kontrolle	12 g/l	1,2 g/l	0,12 g/l	0,012 g/l	0,0012 g/l	0,00012 g/l
bei 22 °C	60 x 10 ³	0	0	5 x 10 ³	8 x 10 ³	40 x 10 ³	60 x 10 ³
bei 37 °C	50 x 10 ³	0	0	4 x 10 ³	9 x 10 ³	16 x 10 ³	40 x 10 ³

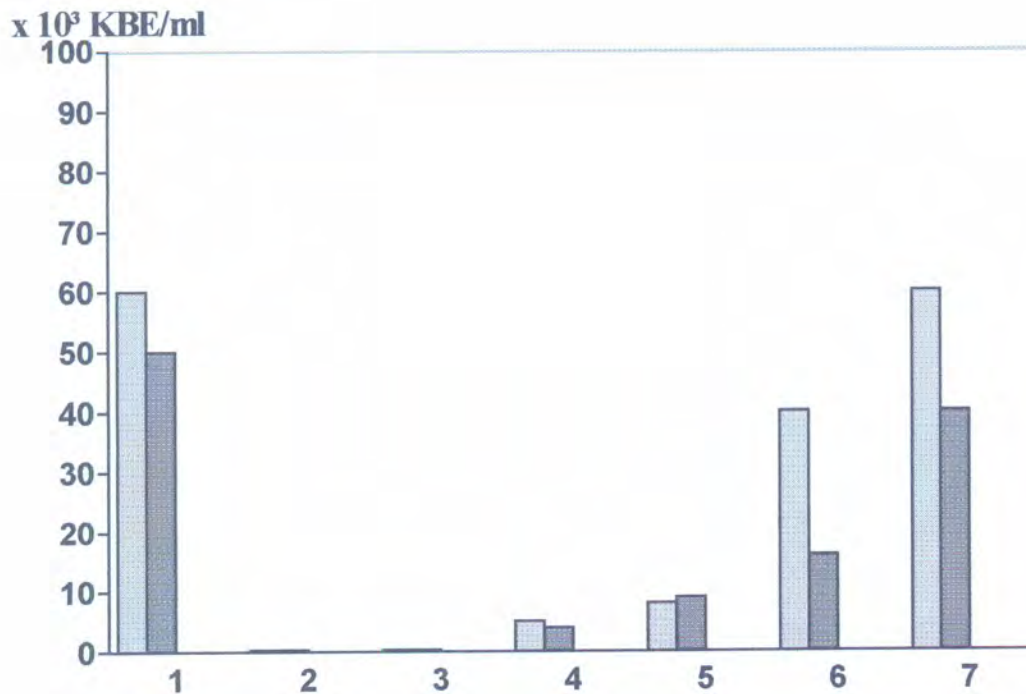


Abb. 2:

Koloniezahlen bestimmt im Plate count-Verfahren nach TVO bei 22 °C und 37 °C
 Bebrütungstemperatur aus Wasserprobe, welche bei 22 °C über 72 Std. belassen
 worden war.

Balken hell = bei 22 °C. Balken dunkel = bei 37 °C.

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| 1 = Nullkontrolle | (ohne WESSOCLEAN AQUA Typ 1) |
| 2 = mit 12 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |
| 3 = mit 1,2 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |
| 4 = mit 0,12 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |
| 5 = mit 0,012 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |
| 6 = mit 0,0012 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |
| 7 = mit 0,00012 g/l | WESSOCLEAN AQUA Typ 1 |

Diskussion der Versuchsergebnisse:

Bei der 72 stündigen Einwirkungszeit der WESSOCLEAN-Konzentrationen unter den Bedingungen von 10 °C läßt sich feststellen, daß bis zu einer Konzentration von 0,12 g/l praktisch Keimfreiheit erzielt worden war.

Erst ab 0,012 g/l WESSOCLEAN zeigte sich ein geringer Keimgehalt, welcher dann bis zur Konzentration 0,00012 g/l einen zunehmenden Anstieg zu verzeichnen hatte.

Grundsätzlich muß festgestellt werden, daß selbst bei der Minimalverdünnung von 0,00012 g/l WESSOCLEAN der Nullkontrollkeimwert nicht erreicht wurde.

Dies bedeutet, daß WESSOCLEAN AQUA Typ 1 auf Wasserkeime in höheren Konzentrationen eine ausgesprochene Bakterizitie entfaltet hat und erst bei erheblich niedrigen Konzentrationen immerhin noch eine deutliche Bakteriostase zu verzeichnen war.

Bei der 72 stündigen Einwirkungszeit der WESSOCLEAN-Konzentrationen unter den Bedingungen von 22 °C waren ähnliche Effekte zu verzeichnen. Bis 1,2 g/l WESSOCLEAN war wiederum Keimfreiheit vorhanden. Erst ab 0,12 g/l WESSOCLEAN konnte ein geringer Keimgehalt ermittelt werden, welcher dann ab 0,0012 g/l bis hin zu 0,00012 g/l sich den Nullkontrollen angeglichen hatte.

Es kann festgestellt werden, daß selbst bei Einwirkungstemperaturen von 22 °C, WESSOCLEAN AQUA Typ 1 einen deutlichen, zum Teil bakteriziden, zumindest aber einen erheblichen bakteriostatischen (= keimhemmenden) Effekt bewirkt hat.

III. Bewertung der Umweltverträglichkeit

(die Untersuchungen wurden von der Landesgewerbeanstalt Bayern (LGA) erstellt)

1. Biochemischer Abbau

1.1 Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB):

12 g WESSOCLEAN AQUA Typ 1 wurde in einem Liter Wasser gelöst. Anschließend wurde der CSB nach DIN 38409-H 41 bestimmt.

Untersuchungsergebnis:

CSB: 8350 mg/l O₂

1.2 Bestimmung des Biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB):

0,1 ml der bei 1.1 genannten Lösung wurde zu je 173 ml Prüfansatz zupipettiert. Anschließend erfolgte die Durchführung gemäß DIN 38409- H 51.

Untersuchungsergebnis:

BSB: Messung nach Ablauf von 1 bis 9 Tagen

Stunden	O ₂ -Verbrauch in mg/l	Abbau in % *
24	0,48	9,9
48	1,92	39,9
72	2,16	44,8
96	2,67	55,3
120	2,78	57,6
144	2,90	60,1
168	2,98	61,7
192	3,05	63,2
216	3,26	67,5

*: Bei der Berechnung des Abbaus wurde ein rechnerischer O₂-Verbrauch von 4,83 mg/O₂ für

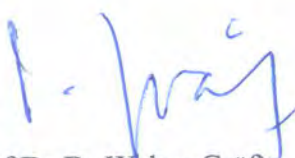
einen 100 %igen Abbau zugrunde gelegt.

Zusammenfassende Bewertung:

Unter Berücksichtigung aller ermittelten Untersuchungsergebnisse läßt sich das Regenerierungsmittel WESSOCLEAN AQUA Typ 1 unter umwelthygienischen Gesichtspunkten, wie folgt beurteilen:

- in physiologisch-toxikologischer Hinsicht ist das Präparat bei Beurteilung der vorliegenden chemischen Zusammensetzung (Citronensäure, Natrium-Benzoesäure, Sorbinsäure, L-Ascorbinsäure, Silbernitrat) für den Menschen völlig unbedenklich einzustufen.
- unter ökologisch-umwelthygienischen Gesichtspunkten ist das Präparat sehr empfehlenswert, da es bzw. seine Wirkstoffkomponenten erwiesenermaßen weitestgehend biologisch abbaubar sind.
- unter hygienisch-mikrobiologischen Gesichtspunkten läßt sich feststellen, daß das Präparat, insbesondere auf der bakteriziden Wirkung des ionogenen Silberanteiles beruhend, im praktischen Anwendungskonzentrationsbereich deutlich bakterizide Wirksamkeit entfaltet und selbst bei hoher Verdünnung noch eine deutliche Bakterio-stase (= Verhinderung der Wiederverkeimung des behandelten Wassers) bewirkt.
- unter chemischen Gesichtspunkten kann dem Präparat eine sehr gute Wirkung in bezug auf die Auflösung von typischen Brunnenbelägen chemischer und organischer Natur wie Eisen- und Manganoxidablagerungen (sog. Verockerung), sowie allgemeinen Kalkablagerungen bestätigt werden.

Erlangen, den 5. Januar 1999


(Prof.Dr.Dr.Walter Gräf)

