



interuniversitäres forschungszentrum
für technik, arbeit und kultur

Ökologische, gesundheitliche und rechtliche Aspekte von Reinigungsmitteln mit Mikroorganismen als Wirkprinzip

Akronym: MIKROREIN

Endbericht

Graz, Juni 2009
aktualisiert: Okt. 2009

Projekttitle: Ökologische, gesundheitliche
und rechtliche Aspekte von Reinigungsmitteln mit
Mikroorganismen als Wirkprinzip (mikrobiologische Reiniger)

Status: Endbericht

Akronym: MIKROREIN

Adressat: Lebensministerium, Wien

Zuwendungsempfänger: IFZ - Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und
Kultur, Schlögelgasse 2, A-8010 Graz, <http://www.ifz.tugraz.at>

Projektbearbeiter: Armin Spök, Manfred Klade

Kontakt: Dr. Armin Spök, E-Mail: spoek@ifz.tugraz.at,
Tel.: +43 316 813909-41, Fax: +43 316 812661-11

Datum: 15.6.2009, aktualisiert am 1.10.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	11
2	Einleitung	19
2.1	Problemstellung und Methodik	19
2.2	Vorgangweise und Einschränkungen	19
3	Technologie und Anwendungen	21
3.1	Hersteller, Marketingstrategien und Produkte.....	21
3.2	EM-Produkte.....	22
3.2.1	EM in Unterhaltsreinigung und Geruchsbekämpfung.....	26
3.2.2	EM-Waschmittel	28
3.3	MO-Produkte	29
3.3.1	Unterhaltsreinigung zur Geruchsbeseitigung	31
3.3.2	Abbau von Fetten	31
3.3.3	Abbau von organischem Schmutz und Ölrückständen	32
3.4	Herstellung und Handling der mikrobiellen Fraktion.....	32
3.5	Marktrelevanz und Perspektiven	36
3.6	Gewerbliche Anwendungen.....	36
3.7	Zusammenfassung.....	38
4	Rechtliche Einordnung	41
4.1	Arbeitsschutz	41
4.2	Chemikalienrecht.....	43
4.3	Detergenzienverordnung.....	46
4.4	Biozid-Produkte-Richtlinie.....	46
4.5	Gentechnikgesetz.....	51
4.6	Produktsicherheitsgesetz	51
4.7	Regulierung von mikrobiellen Reinigern in Kanada und den USA.....	52
4.7.1	Kanada	52
4.7.2	USA	53
4.8	Zusammenfassung und Resümee.....	53
5	Bewertung	56
5.1	Wirkungsweise und Anwendernutzen	57
5.2	Ökologischer Nutzen und Risiken	60
5.3	Gesundheitliche Risiken	60
5.3.1	Gesundheitliche Risiken der mikrobiellen Fraktion.....	61
5.3.2	Bewertung durch die US EPA.....	64
5.3.3	Bewertung durch die holländische VWA	66
5.3.4	Bewertung durch die EFSA.....	67
5.3.5	Gesundheitliche Risiken - sonstige Inhaltsstoffe	67
5.3.6	Probleme bei Zertifizierungen und Normen	67
5.4	Zusammenfassung und Resümee.....	68

6	Empfehlungen	71
7	Literatur	73
8	Anhang	77
	Anhang: Tabellen	77
	Anhang: EFSA-Review der Gefährdungspotentiale von Bacillus spp. in Lebensmittelkontexten.....	91
	Anhang: Patentexzerpt BIOLOGICAL-BASED CLEANING AGENT FOR DISPOSAL SYSTEMS (WO/2002/068573)	94
	Anhang: Interviews und Kontakte	99

Tabellen

Tabelle 1: Beispiele von EM-Produkten für die Unterhaltsreinigung.	28
Tabelle 2: Risikogruppen biologischer Arbeitsstoffe	42
Tabelle 3: Im Rahmen der Studie recherchierte Anbieter und Produktanwendungen*.	77
Tabelle 4: Angaben zu Inhaltsstoffen und Mikroorganismen in Sicherheitsdatenblatt und Produktinformation.	78
Tabelle 5: Spezifizierung der Mikroorganismen lt. Herstellerangaben.	81
Tabelle 6: Beispiele für Patente auf mikrobiologische Reiniger	83
Tabelle 7: Mikroorganismen, die für die Verwendung in Reinigern beschrieben wurden.***	84
Tabelle 8: Rahmenrezepturen von konventionellen und mikrobiologischen Sanitärreinigern....	88
Tabelle 9: Rahmenrezepturen von konventionellen Allzweck- und Sanitärreinigern.....	88
Tabelle 10: Mikrobiologische Reiniger: „Standardreiniger“	89
Tabelle 11: Rezepturen Teilereiniger: mikrobiologische u. konventionelle Reiniger.	90
Tabelle 12: Rezepturen Rohrpflegemittel (mikrobiologisches Produkt) und Rohreiniger (konventionelles Produkt).....	90

Abbildungen und Textboxen

Abbildung 1: EM Logo.....	23
Abbildung 2: Vergleichende Herstellerbeschreibung der Wirkungsweise konventioneller und mikrobiologischen Reiniger.	29
Abbildung 3: Vergleichende Herstellerbeschreibung der Wirkungsweise chemischer, enzymatischer und mikrobiologischer Reiniger.	30
Abbildung 4: Auszeichnungslogo des US EPA Design for Environment Program.....	65
Box 1: Fallbeispiel EMS-Hersteller	33
Box 2: Fallbeispiel Hersteller von Mikroorganismen und MO-Reiniger	34

Abkürzungsverzeichnis

ABAS	Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe
AschG	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
ATCC	American Type Culture Collection
ATP	Adenosintriphosphat
CEPA	Canadian Environment Protection Act
DfE	Design for the Environment Program
DGHM	Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
DO	Disolved oxygen
DSL	Domestic Substance List
DSM	Deutsche Stammsammlung
ECHA	Europäische Chemikalien Agentur
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
EMRO	EM Research Organisation, Inc
EMW-T	WT steht für „weiß, Textilien“
EM	Effektive Mikroorganismen
EM-Produkte	Mikrobielle Reiniger auf EM-Basis
FIFRA	Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act
GMP	Good Manufacturing Practice
GRAS	Generally recognized as safe
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
IKW	Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen

MO	Mikroorganismus
MO-Produkte	Mikrobielle Reiniger auf anderer Basis als EM
MOD	Manual of Decisions
MSDS	Material Safety Data Sheets
NSNR	New Substance Notification Regulations
ÖGHMP	Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin
PIP	Probiotics in Progress
PSG	Produktsicherheitsgesetz
QPS	Qualified Presumption of Safety
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
TRBA	Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe
TSCA	Toxic Substances Control Act
US EPA	US Environmental Protection Agency
US FDA	US Food and Drug Administration
UVCB	Substances of Unknown, Variable composition, Complex reaction products or Biological Materials
VbA	Verordnung für biologische Arbeitsstoffe
VWA	Voedsel en Waren Autoriteit

1 Zusammenfassung

Reinigung und Geruchsbeseitigung entspricht einem Grundbedürfnis des modernen Menschen und dient der Hygiene. Allzweck-, Bad-, Küchen- und Fußbodenreiniger sind nur einige Beispiele für die große Vielfalt von Reinigungsmitteln, die der Beseitigung von Schmutz von Oberflächen und Gebrauchsgegenständen dienen. Nicht immer sind die darin enthaltenen Stoffe unbedenklich für Mensch und Umwelt. So lösen Sanitärreiniger, die starke Säuren enthalten, zwar Kalk und Fett, können dabei aber auch die ungeschützte Haut schädigen. Unangenehmer Geruch wird durch Zersetzung organischer Substanzen oft von Mikroorganismen hervorgerufen. Da dieser mit unzureichender Hygiene in Verbindung gebracht wird, erwartet man sich mit der Reinigung auch eine Geruchsbeseitigung. Duftstoffe machen Sauberkeit und Hygiene erleb- und wahrnehmbar und werden deshalb oft Reinigungsmitteln beigelegt. Duftstoffe überdecken unangenehme Gerüche aber oft nur und bekämpfen nicht deren Ursache. Sie können außerdem Allergien verursachen oder sich in der Umwelt schlecht abbauen.

Seit einigen Jahren befinden sich Produkte auf dem Markt, die sich von diesen klassischen Reinigern unterscheiden und von ihren Herstellern auch als ‚**probiotische**‘¹ oder **mikrobiologische Reiniger** bezeichnet werden. Den Produkten gemeinsam ist, dass sie **lebensfähige Mikroorganismen (MO)** enthalten – manchmal in Sporenform. Die Hersteller begründen die Vorteile gegenüber klassischen Reinigern unter anderem damit, dass mikrobiologische Reiniger Reinigungswirkung und Geruchsbeseitigung erbringen, die nicht von Reinigungskemikalien ausgehen. Mikrobiologische Reiniger überdecken unangenehme Gerüche nicht wie klassische Reiniger durch kurzzeitige Parfümierung, sondern die enthaltenen Mikroorganismen verdrängen geruchsbildende Bakterien durch Nahrungskonkurrenz und können geruchsbildende Substanzen abbauen und bekämpfen so das Geruchsproblem an seiner Wurzel.

Österreichische Behörden und Einrichtungen der Konsumentenberatung, die sich auch mit den ökologischen Wirkungen von Reinigungsmitteln beschäftigen, gelangten zur Einsicht, dass der Stand des Wissens in Bezug auf diesen Produkttyp ungenügend ist und verbessert werden sollte. So konnte bei Anfragen zu Vor- und Nachteilen derartiger Produkte keine Empfehlung gegeben werden, weil nicht klar war, ob von den in den Produkten enthaltenen Mikroorganismen Gesundheits- und Umweltgefährdungen ausgehen oder ob eine zufriedenstellende Reinigungswirkung auch tatsächlich erreicht wird. Unklar war auch, welche rechtlichen Regelungen auf diesen Produkttyp anzuwenden sind. Deshalb wurde das Interuniversitäre Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) damit beauftragt, Informationen über mikrobiologische Reiniger zu sammeln, zu diskutieren und schließlich in einer Studie zu bewerten. Das Projektteam führte Recherchen in Datenbanken und Fachmedien durch, kontaktierte und interviewte Hersteller, wertete Studien, Patente und Produktunterlagen aus und befragte neben den Herstellern auch Regulierungsbehörden sowie ExpertInnen aus Arbeits- und Verbraucherschutz und Hygiene. Die Ergebnisse wurden zu einem Berichtsentwurf verarbeitet

¹ Englisch: probiotics.

und im Februar 2009 erörterten Hersteller und ExpertInnen aus Chemiepolitik, Umwelt- und Verbraucherschutz in einem Workshop vorläufige Schlussfolgerungen und offene Fragen. Weitere Konsultationen mit Herstellern und ExpertInnen folgten. Das Projektteam formulierte schließlich erste Antworten zu den Projektfragen:

Welche Leistungen erbringen die enthaltenen Mikroorganismen?

Zu diesen Fragen lieferte die Recherche nur wenige unabhängige wissenschaftliche Untersuchungen, eher gaben die Hersteller selbst Beschreibungen der Wirkungen, die sich wie folgt skizzieren lassen: Bei der Anwendung werden Mikroorganismen aufgebracht (z. T. als Sporen, die erst auskeimen müssen), die sich vermehren und mit den geruchsverursachenden Bakterien um die vorhandenen Nahrungsquellen (Fett, Urin) konkurrieren. Eine **geruchsbeseitigende Wirkung** resultiert auch aus der Verwertung von Geruchsstoffen wie Ammoniak durch die aufgebrachten Mikroorganismen. Die regelmäßige Wiederholung der Aufbringung wird damit begründet, dass die Wechselwirkung zwischen geruchsbildenden und geruchsbeseitigenden Bakterien eine Homöostase darstellt, die regelmäßig zugunsten der erwünschten Mikroorganismen zu verschieben ist. Eine den **Schmutz abbauende Wirkung** wird mit dem Stoffwechsel der Mikroorganismen begründet: Die Mikroorganismen setzen Enzyme frei, die Fette, Proteine oder Stärken abbauen, um diese dann als Nahrungsquelle zu nutzen. Eine abbauende Wirkung kann bei klassischen Reinigern auch durch den Zusatz von Enzymen erreicht werden, bei dieser entfällt aber die anschließende Metabolisierung der Abbauprodukte, für welche die Mikroorganismen verantwortlich sind.

Wer stellt mikrobiologische Reiniger her, wer verwendet sie und wofür? Welche Vor- und Nachteile haben mikrobiologische Reiniger gegenüber klassischen Reinigern in der Anwendung?

Die Anbieter mikrobiologischer Reiniger sind in vielen Fällen zugleich auch deren Hersteller und die Begriffe *Hersteller* bzw. *Anbieter* werden in der Folge synonym verwendet. Es handelt sich dabei oft um Formulierer – kleine oder mittlere Unternehmen ohne Konzernstruktur – die Produktbestandteile einschließlich der Mikroorganismen zukaufen und weiterverarbeiten. Aus Fachzeitschriften und dem Internet wurden Anbieter mikrobiologischer Reiniger in Österreich, Deutschland, Schweiz, Belgien, Holland, Großbritannien, USA, Kanada, Australien und Japan recherchiert, bei 20 Anbietern wurden deren Produktinformationen ausgewertet. Angenommen wird, dass in der vorliegenden Studie zumindest für den deutschsprachigen Raum ein erheblicher Teil des Marktes erfasst und abgebildet ist. Von neun Anbietern wurde Auskunft zu ihren Produkten und Herstellungsverfahren erbeten, dazu war auch die Mehrheit bereit; Detailinformation wurde von zwei Herstellern bereitgestellt. Anwender der Produkte sind KonsumentInnen und z.B. Reinigungsunternehmen (Facility Management), wobei bei letzteren die **geruchsbeseitigende Unterhaltsreinigung** in Toiletten und sanitären Anlagen im Vordergrund steht. Angeboten werden auch **spezielle Reinigungsanforderungen in Gewerbe und Industrie**, die von klassischen Reinigern nicht oder nur unzureichend erbracht werden können: Die

nachhaltige Beseitigung von Ablagerungen in Fettabscheidern, Siphonen, Kläranlagen und Abwasserrohren, der Abbau von Ölablagerungen in Mauerwerk oder die Teilereinigung² zählen dazu. Mikrobiologische Unterhaltsreiniger sind, was die Beseitigung herkömmlichen Schmutzes von Oberflächen wie Böden betrifft, in ihrer Reinigungsleistung klassischen Reinigern unterlegen. Diese Einschätzung wurde jedenfalls von der Mehrzahl der in der Studie befragten AnwenderInnen und BeraterInnen aus der Reinigungssparte geteilt. Einzelne Hersteller mikrobiologischer Reiniger arbeiten daran, konkurrenzfähige Produkte mit Mikroorganismen für die schmutzbeseitigende Unterhaltsreinigung zu entwickeln. Ein interessantes aber kontroversielles Produktkonzept für mikrobiologische Reiniger ist die Unterhaltsreinigung in Krankenhäusern. Ein Vorteil gegenüber klassischen Desinfektionsreinigern oder gar Desinfektionsmitteln wird vom Produktentwickler in der Verdrängung schädlicher oder gefährlicher Krankenhauskeime durch regelmäßig ausgebrachte ‚probiotische‘ und für den Menschen harmlose Keime gesehen.

Ein Sonderfall in Bezug auf Anbieter, Produktdesign als auch AnwenderInnen sind mikrobiologische Reiniger, die **Effektive Mikroorganismen (EM)** enthalten. Dabei handelt es sich um eine in ihrer Zusammensetzung nicht exakt bekannte Mischkultur verschiedener Mikroorganismen, die von Herstellern in Japan in Form einer Stammlösung weltweit an Lizenznehmer vertrieben wird. Diese Stammlösung wird – mit Zusätzen versehen – zu verschiedenen Produkttypen – darunter auch mikrobiologische Reiniger – weiterverarbeitet: So bietet etwa ein österreichischer Lizenznehmer Produkte für die Reinigung und Geruchsbekämpfung im Sanitär- und Haushaltsbereich an. Gleichzeitig werden auch Produkte mit identen und ähnlichen Mischkulturen für den Gartenbau zur Bodenverbesserung oder als Futterzusatz in der Viehzucht angeboten. In der populärwissenschaftlichen Literatur zum Thema *Effektive Mikroorganismen* wird dem Konzept pauschal ein ökologischer Nutzwert zugeschrieben. Reiniger mit effektiven Mikroorganismen werden vermutlich häufiger als sonstige mikrobiologische Reiniger im privaten Haushalt verwendet. Diese Produkte finden sich zumeist in Reform- und Bioläden und gelangen auch über einem vom Hersteller organisierten Vertrieb und/oder über das Internet zu den AnwenderInnen.

Welche EU-rechtlichen Regelungen greifen bei mikrobiellen Reinigern?

Mikrobiologische Reiniger fallen unter die EU-Richtlinie 2000/54/EG zum Schutz von ArbeitnehmerInnen gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe, welche auch eine verpflichtende Gefährdungsbeurteilung durch den Arbeitgeber vorsieht. Eine mögliche Anwendung des EU-Chemikalienrechts REACH und/oder der EU-Biozid-Produkte-Richtlinie wurde geprüft, konnte aber nicht abschließend geklärt werden. Lebende Mikroorganismen oder Sporen sind nicht im REACH Stoffbegriff enthalten, allerdings auch nicht definitiv ausgeschlossen wie im alten Chemikalienrecht. Fraglich ist auch, ob die von den

² Gemeint ist die Beseitigung von Fettablagerungen auf Stahlteilen, Kunst- oder Verbundstoffen in industriellen Fertigungsprozessen.

Mikroorganismen produzierten extrazellulären Enzyme unter REACH fallen könnten. Unklar bleibt ebenso eine mögliche Anwendung der Detergenzienverordnung. Eine Klarstellung der Europäischen Kommission wonach Reiniger die Bakterien enthalten nicht unter diese Verordnung fallen, wurde auf Basis eines einzelnen Produktes zur Entfernung von Hausstaubmilbenkot getroffen und lässt sich nicht mit Sicherheit auf andere Arten von mikrobiellen Reinigern umlegen. Eine Anwendung der Biozid-Produkte-Richtlinie erscheint in Analogie zu Entscheidungen im Manual of Decisions denkbar, wodurch eine Einstufung als Biozid möglich wäre, aber im konkreten Fall von der Wirkungsbehauptung, dem Wirkungsmechanismus und dem Anwendungsbereich abhängig wäre. Laut Herstellerangaben, wurden die Anwendbarkeit von REACH und EU-Biozidrecht von nationalen Behörden dreier EU-Mitgliedsländern bislang verneint. Diese Fragen können allerdings ev. nicht generalisierend für alle mikrobiellen Reiniger beantwortet werden, da es unterschiedliche Wirkmechanismen und Wirkbehauptungen gibt; zudem wurden diese Fragen bisher nicht auf EU-Ebene abgestimmt. Hersteller/Importeure müssen jedenfalls im Rahmen der EU-Richtlinie 2001/95/EG zur allgemeinen Produktsicherheit eine Sicherheitsbewertung durchführen. In der Praxis konzentriert sich die Gefährdungsbeurteilung auf Pathogenitätsrisiken. Fallweise werden auch akute Toxizitätstests durchgeführt.

Welche Mikroorganismen sind in mikrobiologischen Reinigern enthalten und geht von ihnen ein gesundheitliches oder ökologisches Risiko aus? Was enthalten mikrobiologische Reiniger außerdem?

Die Kontakte zu den Herstellern wurden genutzt, um genauere Informationen zu den Produktinhaltsstoffen, insbesondere den enthaltenen Mikroorganismen in Erfahrung zu bringen. Nur in wenigen Fällen gaben diese die genaue Zusammensetzung sowie Identität und Bezugsquelle der Mikroorganismen bekannt. Damit gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Schädigungen in der beruflichen oder auch privaten Anwendung entstehen können, bedarf es der Kombination einer entsprechenden Exposition mit einem der verursachenden Noxe – den Mikroorganismen – inhärenten Gefährdungspotenzial. Werden mikrobiologische Reiniger im Haushalt oder bei der professionellen Reinigung im Sprüh- oder Wischverfahren aufgebracht, können die Zellen oder deren Sporen inhaliert oder oral aufgenommen werden. Somit ist jedenfalls eine Exposition für den privaten Anwender als auch für das Reinigungspersonal anzunehmen. Deshalb ist entscheidend, dass vom *biologischen Arbeitsstoff Mikroorganismen* keine gesundheitlichen Risiken ausgehen.

Arbeitsschutzregelungen, in Österreich zählen dazu das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz und die Verordnung für biologische Arbeitsstoffe, definieren 4 Risikoklassen biologischer Arbeitsstoffe. Nur die **Risikoklasse 1** gilt als generell unbedenklich³. Es sollte daher anzunehmen sein, dass die Produkthanbieter nur Mikroorganismen der Risikoklasse 1 einsetzen und dies auch deklarieren. Um diese Annahme zu prüfen, wurden Produktinformationen von neun Anbietern ausgewertet:

³ D.h. es ist in der Regel keine Infektionsgefährdung für die ArbeitnehmerInnen zu erwarten

Nur ein Anbieter verwendet den Terminus *Risikogruppe 1* zur Spezifizierung seiner in den Produkten enthaltenen Mikroorganismen. Ein Anbieter umschreibt deren Ungefährlichkeit etwa mit dem Terminus *nicht-pathogen*, ein weiterer belegt dies durch ein Fachgutachten. Die Mehrzahl der untersuchten Produktinformationen belegen nur die Anwesenheit von Mikroorganismen (z.B.: *enthält Mikroorganismen*). Zwei Anbieter stellten auf Nachfrage detaillierte Angaben zu den in ihren Produkten enthaltene Mikroorganismen zur Verfügung (in einem Fall als vertrauliche Information). Bei einem Produkt wurden Spezies identifiziert, die der Risikoklasse 2 zugerechnet werden könnten.

Von der Humanpathogenität zu unterscheiden ist eine mögliche sensibilisierende Wirkung durch Mikroorganismen. Zu dieser Frage werden von den Anbietern kaum Informationen bereitgestellt. Lediglich ein Anbieter schließt über einen Fachgutachter auch toxische sowie sensibilisierende Wirkungen aus. Wenig wurde in Erfahrung gebracht, ob und wie die Anbieter die Mikroorganismen taxonomisch identifizieren und wer diese bereitstellt (Bezugsquellen).

Die Studie untersuchte Sicherheitsdatenblätter und Produktinformationen 19 mikrobiologischer Reiniger, die von neun verschiedenen Anbietern stammen, auf deren **chemische Inhaltsstoffe**. Dabei zeigte sich, dass diese – verglichen mit den Rahmenrezepturen klassischer Sanitär- und Allzweckreiniger – kaum Säuren und nur geringe Mengen an Tensiden enthalten. Recht häufig werden Alkohole, zumeist Ethanol und Propanol, eingesetzt. Mikrobiologische Reiniger enthalten aber auch Duftstoffe wie ätherische Öle, Limonen oder Linalool sowie Konservierungsmittel, etwa Formaldehydabspalter, Isothiazolinone und können auch Enzyme (z.B. Lipasen, Proteasen, Amylasen) enthalten.

Welche gesundheitlichen und ökologischen Vor- und Nachteile haben mikrobiologische Reiniger?

Das gesundheitliche Risiko, welches von den in den mikrobiologischen Reinigern enthaltenen Mikroorganismen für Menschen besteht, lässt sich in Interpretation des derzeit gültigen Arbeitsschutzrechtes – und somit wohl auch im Sinne des Konsumentenschutzes – als *vernachlässigbar* bewerten, wenn diese der Risikogruppe 1 zugeordnet werden können und sich auch keine sonstigen möglichen Gefährdungen identifizieren lassen. Die verfügbaren Produktinformationen - mit Ausnahme eines Spezialreinigers - belegen diese Zugehörigkeit. Die Studie konnte jedoch keine Informationen finden, mit denen ein allfälliges sensibilisierendes Potenzial durch Mikroorganismen – insbesondere bei chronischen Exposition – bewertet oder hinreichend ausgeschlossen wird. Weiters gibt es Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur, zu Toxinbildung, Lebensmittelkontaminationen und -vergiftungen, deren Relevanz im Rahmen dieser Studie nicht geklärt werden konnte. Diese Hinweise, dass machen Stämme derselben Spezies Toxinbildner sind, andere Stämme aber nicht, verweisen auf die Schlüsselrolle einer exakten taxonomischen Identifizierung als Basis der Risikobewertung. Ob eine solche präzise Identifizierung mit anerkannter Methodologie durchgeführt wurde ist für Mikroorganismen, die nicht von internationalen Stammsammlungen bezogen werden, nicht bekannt. Daraus ergeben sich offene Fragen, die auch von der US EPA und der holländischen Behörde für Lebensmittel-

und Konsumentensicherheit VWA als bedeutsam und verfolgenswert eingeschätzt werden. Die aus den Projektrecherchen ersichtlichen unterschiedlichen Standards bei der Herstellung der Reiniger in Bezug auf Prozessführung, Qualitätssicherung und Hygiene können durch kontaminierende Mikroorganismen auch gesundheitsrelevante Implikationen haben. Untersuchungen der VWA hatten dies auch bereits im Jahr 2004 festgestellt.

Eine Analyse der Produktunterlagen zeigt, dass insbesondere mikrobiologische Sanitär- und Allzweckreiniger auch chemische Inhaltsstoffe enthalten und das eine völlige Vermeidung von „Chemie“ in den Produkten nicht der Fall ist. Insbesondere für Duftstoffe und Konservierungsmittel werden immer wieder nachteilige ökologische und gesundheitliche Wirkungen diskutiert. Will man sich ein entsprechendes Urteil bilden, ist dazu eine vergleichende Bewertung mit einer Produktalternative – zum Beispiel mit einem klassischen Reiniger – erforderlich. Solche Einzelfallbewertungen wurden in der Studie nicht durchgeführt.

Es trifft jedoch zu, dass mikrobiologische Reiniger kaum Säuren und nur geringe Mengen an Tensiden enthalten, weshalb in Bezug auf die Reiz- und Ätzwirkung Vorteile gegenüber vergleichbaren klassischen Reinigern gegeben sein sollten.

Mikrobiologische Reiniger, die in gewerblichen oder industriellen Spezialanwendungen überzeugen und etwa bei der Teilereinigung, der Reinigung und präventiven Pflege von Abwasserrohren und Fettabscheidern eingesetzt werden, lassen bei Vergleich mit den Rahmenrezepturen von klassischen Reinigern Einsparpotenziale bei Chemikalien – etwa was die Verwendung von Laugen und Lösungsmittel betrifft – vermuten. Das gleiche gilt für eine weitgehend lösungsmittelfreie Teilereinigung durch einen mikrobiologischen Reiniger. Aus ökologischer Sicht günstig erscheint auch deren vorbeugende Wirkung: Bei Fettabscheidern und Abwasserrohren z.B. in Großküchen bilden sich auf Grund regelmäßigen Zudosierens einer mikrobiologischen Reinigungslösung nach Herstellerangaben in der Folge weniger Ablagerungen und somit weniger Fäulnisgerüche, was den Reinigungsaufwand langfristig reduziert. Die Studie kann aber dazu keine allgemein gültige Empfehlung oder Bewertung abgeben, eine Einzelfallanalyse und ein Einzelfallvergleich wären dazu erforderlich.

Für die Schmutz beseitigende Unterhaltsreinigung bietet der Markt derzeit offensichtlich keine mikrobiologischen Reiniger an, die in der Leistung mit klassischen Reinigern konkurrieren können, wodurch sich ein ökologischer Vergleich erübrigt.

Ein möglicherweise zu wenig beachtetes ökologisches Risiko ist die Pflanzenpathogenität von Mikroorganismen. Zwar konnten pflanzenpathogene Mikroorganismen nicht in den analysierten Reinigern, wohl aber in der dazu veröffentlichten Patentliteratur identifiziert werden. Unklar ist, ob und in welcher Form Hersteller eine mögliche Pflanzenpathogenität bewerten.

Die Unklarheiten bei der rechtlichen Einordnung und in der Bewertung von mikrobiologischen Reinigern erschweren oder verunmöglichen - Herstellererfahrungen zufolge - auch den Erwerb von Umwelt- und Biozertifikaten (z.B. österreichisches Umweltzeichen, US EPA DfE) und das Erfüllen von HACCP Normen.

Welche Empfehlungen ergeben sich aus den Schlussfolgerungen der vorliegenden Studie für den Umgang mit und die Bewertung von mikrobiologischen Reinigern?

Mikrobiologische Reiniger haben sich in bestimmten Anwendungsbereichen bewährt und besitzen dort Vorteile gegenüber klassischen Reinigern. Das ist insbesondere die geruchsbeseitigende Unterhaltsreinigung sowie Spezialanwendungen, bei denen die Beseitigung oder die Vermeidung von Gerüchen sowie Öl-, Fett- und Schmutzablagerungen in technischen Systemen und Kompartimenten (Fettabscheidern, Metallteile, Rohrleitungen, Mauerwerk, Küchensiphone usw.) nachgefragt wird. Einen wichtigen Vorteil mikrobiologischer Reiniger gegenüber klassischen Reinigern sieht die Studie darin, dass Gerüche nicht überdeckt bzw. parfümiert werden, sondern diese durch Nahrungskonkurrenz mit geruchsbildenden Mikroorganismen und Abbau ursächlich beseitigen. Die Studie empfiehlt daher, für solche Anwendungen mikrobiologische Reiniger zu erwägen. Allerdings sollten Hersteller die Verwendung von Duftstoffen überdenken, die nur der einfachen Wahrnehmung einer Reinigungswirkung dienen.

Bei der wischenden und Schmutz beseitigenden Unterhaltsreinigung etwa im Gebäudebereich scheinen derzeit auf Basis der erhaltenen ExpertInnenmeinungen mikrobiologische Reiniger klassische Reiniger nicht ersetzen zu können. Die Studie empfiehlt, Gutachten zu diesem Thema zu initiieren und daraus begründete Argumente für die Konsumentenberatung abzuleiten. Es erscheint auch im Interesse der Anbieter, solche Studien durchzuführen.

Der Stand des Wissens zu den Produkten, den darin verwendeten Mikroorganismen und zu deren Wirkmechanismen bei der Schmutz- und Geruchsbekämpfung wird von der Studie als unbefriedigend bewertet. Die Studie empfiehlt zur Hebung des Wissensstandes die Erstellung einer Produktdatenbank und Untersuchungen und Forschungsvorhaben, insbesondere was die Wirkmechanismen betrifft.

Die Studie schlägt vor, in einem Forschungsvorhaben und als Beitrag für den Arbeits- und Verbraucherschutz mikrobiologische Reiniger zumindest exemplarisch einer chemischen und mikrobiologischen Analyse zu unterziehen, diese etwa auf mikrobielle Toxine und Kontaminanten zu prüfen sowie das sensibilisierende und für Pflanzen und Tiere pathogene Potenzial der darin enthaltenen Mikroorganismen zu bewerten.

Mikrobiologische Reiniger scheinen in bestimmten Anwendungen ökologische Vorteile gegenüber klassischen Reinigern zu besitzen (Stichwort: Chemikalieneinsparung). Ob diese Annahme auch tatsächlich zutrifft, sollte im Vergleich mit dem „klassischen“ Konkurrenzprodukt geprüft werden. Die Studie empfiehlt dazu Fallstudien, welche Ökobilanz und Risikobewertung kombinieren. Es erscheint auch im Interesse der Anbieter, solche Studien durchzuführen.

Die verfügbaren Informationen lassen derzeit keine unmittelbare gesundheitliche Gefährdung in der Anwendung mikrobiologischer Reiniger erkennen. Die Informationen der Hersteller zu den

verwendeten Mikroorganismen sind jedoch uneinheitlich und lückenhaft und häufig geht aus diesen die Zugehörigkeit der Mikroorganismen zur Risikoklasse 1 nicht klar hervor. Diese Zugehörigkeit ist aber eine wesentliche Voraussetzung für die Unbedenklichkeit der Produkte. Die Studie empfiehlt daher, die Spezifikation der Mikroorganismen zu standardisieren und als Produktinformation – etwa auf dem Sicherheitsdatenblatt oder dem Behältnis – verpflichtend vermerken zu lassen.

Allerdings gibt es Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur zu möglichen sensibilisierenden oder toxischen Eigenschaften von Mikroorganismen. In Verbindung mit einer chronischen respiratorischen Exposition waren diese Hinweise Grund für die US EPA, mikrobiologischen Reinigern bislang nicht das EPA Umweltzeichen zu verleihen. Die Relevanz dieser Hinweise wäre wissenschaftlich zu klären und international abzustimmen. Bis zu dieser Klärung wäre eine eindeutige Empfehlung für eine Anwendung als Unterhaltsreiniger bei Teppichen und Polstermöbel oder eine Sprühapplikation in engen geschlossenen Räumen verfrüht. Die VWA hat sich aufgrund von Hinweisen auf mangelnde Qualitätssicherung und Hygiene in der Herstellung mikrobiologischer Reiniger sowie wegen möglicher toxischer Eigenschaften mancher eingesetzter Mikroorganismen gegen eine Anwendung im Lebensmittel- u. Krankenhausbereich ausgesprochen und empfohlen, eine Exposition der YOPI-Risikogruppe (Young/Old/Pregnant/Immuno-supprimised) zu vermeiden. Diese Empfehlungen beruhen auf mikrobiologischen Untersuchungen, die ca. 10 Jahre zurückliegen. Derartige Analysen wären zu wiederholen, um die Aktualität dieser Empfehlung zu überprüfen.

Die Studie schlägt vor, ein standardisiertes Verfahren zu Risikobewertung und Risikokommunikation, welches auch Anforderungen für die Identifizierung der Mikroorganismen und die Qualitätssicherung in der Produktion beinhalten sollte, auf der Ebene der OECD zu erwägen und zu diskutieren.

Die Studie empfiehlt, auf einer europäischen Ebene den Produkttyp *mikrobiologische Reiniger* zu definieren, seine rechtliche Zuordnung zu prüfen und diese gegebenenfalls anzupassen. Dabei sollte insbesondere geprüft werden, ob die Chemikalienregelung (REACH) und/oder die Biozidprodukt-Richtlinie auf den Produkttyp anzuwenden ist.

2 Einleitung

2.1 Problemstellung und Methodik

Ein seit wenigen Jahren am Markt befindlicher neuer Typ von Unterhaltsreinigern enthält als Wirkprinzip lebende Mikroorganismen, deren Stoffwechselfvorgänge Reinigungsleistungen unterstützen und zur Unterdrückung von Geruchsbildungen beitragen können. Bis dato ist über Produkte, Wirkmechanismen und enthaltene Mikroorganismen wenig bekannt, ebenso wenig gibt es einen Überblick über die verschiedenen Anwendungsarten. Es ist nicht klar, welche rechtlichen Regelungen auf diese Produkte anwendbar sind und ob überhaupt und in welcher Form gesundheitliche und ökologische Bewertungen erfolgen bzw. vorliegen. Diese Studie hatte zum Ziel, erste Antworten auf diese und damit zusammenhängende Fragen zu geben und jene Aspekte zu identifizieren, die einer weiteren und eingehenden Untersuchung oder einer Klärung bedürfen.

2.2 Vorgangsweise und Einschränkungen

Der vorliegende Endbericht beruht auf Recherchen in wissenschaftlichen Datenbanken (Web of Knowledge, SciFinder), Patentdatenbanken und im Internet, auf Anfragen an und Interviews mit Herstellern, Importeuren, Formulierern, Personen aus Vertriebsorganisationen, Interessensvertretungen der Wirtschaft, professionellen Reinigungsdienstleistern, KonsumentInnenschutz, Umweltschutz, und Behörden sowie WissenschaftlerInnen. Auf dieser Basis wurde ein Endberichtsentwurf erstellt, der dann als Grundlage für einen Stakeholder-Workshop mit VertreterInnen aus den oben genannten Bereichen diente. Auf Basis der Workshop-Beiträge, von Kommentaren zum Endberichtsentwurf und weiterer Detailklärungen mit Stakeholdern und ExpertInnen, wurde dann der vorliegende Endbericht erstellt. Geographisch lag der Schwerpunkt auf dem deutschsprachigen Raum (Österreich, Deutschland, Schweiz), es wurden aber auch Hersteller in Belgien, Großbritannien, Holland, USA, und Kanada kontaktiert.

Die Recherchen gestalteten sich aus verschiedenen Gründen als schwierig. Zum einen gibt es keine zentralen Ansprechpartner der kommerziellen Akteure (Hersteller, Importeure und Formulierer) oder ein eigenes Produkterfassungssystem. Innerhalb von Interessensvertretungen werden diese Produkte bislang eher als Nischen- und Spezialprodukte angesehen und sind bei zumeist kleinen spezialisierten Herstellern nicht wirklich vertreten. Zum anderen gibt es von Seiten vieler Hersteller erhebliche Zurückhaltung, Rezepturen und/oder Details zu den enthaltenen Mikroorganismen, Wirkprinzipien etc. offenzulegen. Diese werden zumeist als vertrauliches betriebsinternes Wissen eingestuft. Eine weitere Schwierigkeit und gleichzeitig eine Schlussfolgerung des Projekts ist, dass generalisierende Aussagen nur sehr eingeschränkt möglich sind, da es unter den Herstellern eine sehr große Bandbreite bei Produktdesign, Herstellungsweise, Qualitätskontrolle, firmen-internem Wissen über Wirkmechanismen und Sicherheit der Mikroorganismen zu geben scheint.

Die ökologische und gesundheitliche Bewertung von mikrobiellen Reinigern sowie die Bewertung der Wirksamkeit ist daher unter einem entsprechenden Vorbehalt zu sehen. Die vorliegende Arbeit ist daher eher als Grundlagenstudie zu verorten, die eine ganze Reihe von Ansatzpunkten identifiziert und eine Orientierung für weiterführende Diskussion und Untersuchungen darstellt.

3 Technologie und Anwendungen

Bei mikrobiologischen Reinigern handelt es sich um kommerziell vertriebene Produkte mit Mikroorganismen als aktive Komponenten, die für unterschiedliche Arten einer Anwendung (Unterhaltsreinigung, Geruchsbekämpfung, Abbau von Fetten und Ölen). Die Produkte enthalten außer Mikroorganismen oft auch andere, für die Wirkung wichtige Komponenten wie Enzyme, Tenside oder Duftstoffe.

Die folgenden Ausführungen beruhen schwerpunktmäßig auf Herstellerinformationen aus Österreich, Deutschland, Belgien und Holland.

3.1 Hersteller, Marketingstrategien und Produkte

Im Rahmen dieser Studie wurden ca. 30 Hersteller aus Österreich, Deutschland, Schweiz, Belgien, Holland, Großbritannien, USA, Kanada, Australien und Japan identifiziert, von 20 Herstellern wurden webbasierte Informationen zu den Produkten ausgewertet (siehe auch Tabelle 3). Die Angaben von neun Herstellern in Produktinformation und Sicherheitsdatenblatt zu enthaltenen Mikroorganismen und chemischen Inhaltsstoffen wurden in Tabelle 4 und Tabelle 5 ausgewertet.

Bei den Herstellern handelt es sich häufig um Formulierer. Das bedeutet, dass diese häufig auch den Vertrieb direkt erledigen und ihre Produktbestandteile zukaufen. Dies betrifft auch die eingesetzten Mikroorganismen, für die nur wenige Hersteller über hinreichend Know-how für den gesamten Herstellungsprozess, ausgehend von einer eigenen Stammsammlung bis hin zum scale-up (und ev. Sporulation), zu verfügen scheinen. In manchen Fällen werden Starterkulturen immer wieder neu zugekauft und selbst vermehrt (Interviews Hersteller).

Als Vertriebsstruktur wird häufig Direktmarketing betrieben bzw. das Internet genutzt, mikrobielle Reiniger haben bislang nur bei EM-Produkten den Weg in den Einzelhandel gefunden (Interview Umweltorganisation) - der private Endverbraucher spielt eine eher untergeordnete Rolle. Bei den AbnehmerInnen mikrobiologischer Produkte handelt es sich oft um industrielle und gewerbliche Kunden mit spezifischen Problemstellungen. Die Produkthanbieter ordnen sich eher den KMU's zu, die großen Unternehmen der Reinigungsmittelbranche sind kaum mit Produkten am Markt vertreten und überlassen diesen bisher den Nischenanbietern (Interview Reinigungsmittelhersteller)⁴.

⁴ Nach Projektabschluss erlangte das Projektteam Kenntnis von einer möglichen Ausnahme: Der Weltmarktführer in der Herstellung von industriellen Enzymen, die Firma Novozymes mit Hauptsitz in Dänemark, stellt am Standort Salem, USA, Vorprodukte für mikrobielle Reiniger her (<http://www.novozymes.com/en/MainStructure/Biologicals/Products>). Diese werden nach eigenen Angaben weltweit vermarktet und von anderen Firmen zu fertigen Produkten formuliert. Die verfügbaren Informationen zum Hersteller und deren Produkten lassen nicht erkennen, dass sich die Ergebnissen und Schlussfolgerungen dieser Studie in irgendeiner Weise ändern würden. Aus diesen Grund und wegen des bereits erfolgten Projektabschlusses wurden die Produkte dieser Firma in den Anhangtabellen nicht berücksichtigt.

Zwei Gruppen werden im Rahmen dieser Studie unterschieden:

- *Produkte mit effektiven Mikroorganismen* (EM®-Produkte), d.h., die auf dem Konzept der *Effektiven Mikroorganismen* (nachfolgend als EM-Produkte bezeichnet) nach Teruo Higa basieren und ein breites Spektrum von Mikroorganismen verwenden.
- *Produkte mit Mikroorganismen* (nachfolgend als MO-Produkte bezeichnet), deren Zusammensetzung und Herkunft sich nicht explizit auf EM bezieht.

Diese Unterteilung ist auch deshalb hilfreich, da sich die Anwendungs- und Marketingkonzepte unterscheiden: Während die empfohlenen Anwendungen für EM-Produkte geradezu universell sind, sind diese für MO-Produkte eher kundenspezifisch.

Die fundamentalen Wirkprinzipien sind allerdings ähnlich bzw. ident.

3.2 EM-Produkte

Dieses Konzept wurde in den 70er und 80er Jahren entwickelt, ursprünglich für den Gebrauch in der Landwirtschaft (speziell Getreideanbau) als Alternative zu landwirtschaftlichen Chemikalien (z.B. Pestizide, Düngemittel). In Folge wurde die Anwendung auf Viehhaltung (z.B. bei Viehexkrementen, Abfluss in Güllegruben) und Umweltschutz (Bodensanierung, Wasserreinigung) sowie als Nahrungsergänzungsmittelerweitert.⁵

Die Anwendung von EM in/als Reinigungsmittel(n) ist in mehreren Patenten beschrieben⁶ (z.B. für Küchenreinigung: Korea - KR 2005081474, USPTO Patent Application 20070190625).

Die Handelsmarke EM® - gemeint sind damit die von Teruo Higa an der Ryukyu Universität in Okinawa (Japan) entwickelten Produkte wie EM1®, EM-X® - wird seit 1994 offiziell von EMRO (EM Research Organisation, Inc) vertreten. *Effektive Mikroorganismen* ist somit kein Gattungsbegriff im wissenschaftlichen Sinne, sondern eine geschützte Marke. EMRO mit Hauptsitz in Japan vergibt in Hinblick auf EM-Produkte Lizenzen bzw. wickelt das Vertrags- und Patentrechtswesen ab. „Originales“ EM ist durch folgendes Logo von „Nachbauprodukten“ unterscheidbar:

⁵ EM-World (2009): Woher kommt diese Technologie? http://em-world.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=51.

⁶ Patente aus Japan und Korea sind meist nur sehr beschränkt zugänglich, da nur nicht sehr aussagekräftige Kurzfassungen auf Englisch verfügbar sind.



Abbildung 1: EM Logo.

Quelle: www.microorgansimos-efectivos.com.

Bei EM-Produkten mit diesem Logo sollte man davon ausgehen können, dass die Mikroorganismensuspensionen entweder von EMRO selbst oder von einem der zwei Hauptlizenznehmer, INFRC und APNAN⁷, stammt. Dies unterscheidet die Produkte vermutlich von EM-ähnlichen Produkten u. a. aus USA, Japan, China oder Indien, die nicht von EMRO autorisiert sind aber teilweise über das Kürzel EM vermarkten.⁸

EMRO arbeitet mit autorisierten Partnern bzw. Lizenznehmern. Diese sind für

- USA: CEMP USA, Inc. d/b/a EM America, Alto
- Österreich: Multikraft Produktions- und HandelsgmbH, Pichl/Wels⁹
- Deutschland: EMIKO Handelsgesellschaft mbH, Swisttal-Heimerzheim
- Schweiz: EM Schweiz AG, Luzern

EM-Technologie wird von ihren Promotoren als zukunftsweisende und nachhaltige Technologie beschrieben, die sich „an natürlichen Abläufen orientiert“. Die verwendeten Mikroorganismen entstammen „ursprünglich der freien Natur“.¹⁰

Die EM-Technologie basiert auf einer in ihrer genauen Zusammensetzung nicht deklarierten Mischkultur aus 80 Arten von Mikroorganismen, die sich folgenden Gruppen zuordnen lassen:¹¹

- Photosynthesebakterien - *Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter spaeroides*
- Milchsäurebakterien - *Lactobacillus plantarum* und *casei*, *Streptococcus lactis*

⁷ <http://www.infrc.or.jp/english/>, <http://www.apnan.org/>.

⁸ <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.

⁹ Im Projektzeitraum erfolgte die Umstellung der Zusammenarbeit auf das Tropical Plant Research Institute (TPR) in Japan.

¹⁰ EM World: Was ist EM Technologie? http://em-world.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=55.

¹¹ Szymanski & Patterson: Effective Microorganisms (EM) and Wastewater Systems. Lanfax Laboratories Armidale. NSW Australia; EM Patentliteratur zusammengefasst in <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.

- Hefen - *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*
- Aktinomyzeten - *Streptomyces albus*, *S. griseus*
- Ferment-aktive Pilze - *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*

In manchen Quellen werden zuweilen nur die ersten drei Gruppen genannt bzw. diese als die „Kerngruppe“ bezeichnet und darauf verwiesen, dass alle Organismen aus der Lebensmitteltechnologie bekannt seien. Allerdings wird auch auf „regionale Formulierungen“ und/oder Produkte in früheren Jahren verwiesen, die auch Spezies der beiden letztgenannten Gruppen enthalten. Außerdem scheinen auch batch-to-batch Unterschiede möglich.¹² Diese Angaben beziehen sich nicht spezifisch auf Reiniger, allerdings werden möglicherweise die immer gleichen Mischkulturen für unterschiedliche Zwecke eingesetzt und unter unterschiedlichen Labels vermarktet.¹³

Welche Mikroorganismen tatsächlich verwendet werden ist offiziellen EMRO-Dokumenten nicht zu entnehmen. Die Zahl der verwendeten Mikroorganismenarten scheint sich jedenfalls im Laufe der Jahre als Resultat von Forschung und Produktentwicklung verringert zu haben – ebenso deren relative Zusammensetzung. In aktuell vermarkteten Mikroorganismensuspensionen scheinen nur 9-15 verschiedene Spezies („primary organisms“) eingesetzt zu werden.¹⁴

Manchen Quellen zufolge variieren die Produkte je nach Hersteller bzw. Charge auch hinsichtlich der Mikroorganismenpopulation.¹⁵ Bei nicht durch EMRO autorisierten Produkten kann jedenfalls davon ausgegangen werden, dass sie mit unterschiedlichen Rohmaterialien und Methoden hergestellt werden und sich in der Mikroorganismenzusammensetzung unterscheiden.

Die Mikroorganismensuspensionen werden als EM-2 (zumeist Hefen und verwandte Mikroorganismen), EM-3 (zumeist phototrophe und verwandte Mikroorganismen) und EM-4 (Milchsäurebakterien) hergestellt und auch separat vermarktet. In EM-1 werden alle Suspensionen zusammengeführt (ev. in dieser Form auch noch weiterkultiviert) und gemeinsam mit Nährstoffen abgefüllt und verkauft.¹⁶

¹² Ibid.

¹³ <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.

¹⁴ <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.

¹⁵ <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.

¹⁶ Ein Hersteller meinte dazu, dass die Beschreibung, in diesem Absatz „nur auf den japanischen Markt zu[trifft]. Außerhalb Japans wird nur die Urlösung (z.B. EM-1) vermarktet. Dies hat weniger mit unternehmerischen Aspekten sondern mehr mit der Handhabung der Produkte zu tun. Die einzelnen Bakterienstämme sind Relikte der Forschungsjahre. In der ursprünglichen Urlösung waren zum Beispiel keine Photosynthesebakterien enthalten. Die Wirkung geht von der Kombination aller Mikroorganismen aus.“

Aus der Stamm- oder Urlösung EM-1 kann in Eigenregie unter Zusatz von Wasser und Zuckerrohrmelasse in 7 Tagen unter Luft- und Lichtabschluss die aktivierte Lösung EMa (1%ig, 3%ig)¹⁷ gewonnen werden. Sowohl EM-1 als auch EMa werden als Bodenhilfsstoff oder im Haushalt zur Reinigung und Geruchsbekämpfung empfohlen oder können mit organischem Material zusammen zur Herstellung von Kompost oder Futtermittel (Bokashi) verwendet werden. Empfohlene Anwendungen von unverdünnter oder verdünnter EM-1 Lösung sind u. a. die Reinigung von Fliesenwänden, Herden, Kühlschränken, Töpfen und Pfannen, Biotonnen, Wohnräumen, Holzfußböden, Schränken und Gardaroben, Schuhschränken, Lederbekleidung, Glastüren, Badezimmer, Toiletten samt Spülkasten, Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen, verstopften Abflüssen, Fußmatten sowie Autopflege. Die Lösung wird dabei verdünnt oder unverdünnt verwendet, häufig aufgesprüht, mit dem Putzlappen direkt aufgebracht oder dem Putzwasser beigegeben. Eine Einwirkzeit ist zumeist erforderlich.¹⁸ Im Zusammenhang mit Gebäudereinigen wird angegeben, dass EM „zur Erhöhung der Reinigungsleistung“ auch herkömmlichen (nicht antibakteriell wirkenden) Reinigern beigemischt werden“ kann. In letzterem Zusammenhang erfolgt auch der Hinweis, dass EM-Putzwasser sich „hervorragend für Grünanlagen“ eignet.¹⁹

In manchen Fällen werden EM-Suspensionen als Basis benutzt und weitere Mikroorganismen zugegeben. In einem Fall wurde die Rezeptur wie folgt adaptiert:

- EM-Urlösung (Mikroorganismen-Einzelkomponenten werden in-house angezüchtet, einzelne Komponenten für die Züchtung werden aus Japan, Skandinavien, Deutschland, Australien und Südafrika bezogen)
- Photosynthesebakterien (Eigenisolate)
- Hefe (*S. cerevisiae*, gefriergetrocknet aus Braubedarfhandel)
- Mikroorganismen, die aus der Abwasserreinigung bekannt sind und die speziell Cellulose und Fette, Öle abbauen können (Bezug über US-Firma)

Von diesen Mikroorganismen werden fünf Mikroorganismen der EM-1-Urlösung deklariert: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhodopseudomonas palustris*, *S. cerevisiae* und Schimmelpilze.²⁰ Die restlichen Mikroorganismen sind entweder Betriebsgeheimnis (Fett-, Öl-,

¹⁷ Dazu ein EM-Hersteller: „[Herstellernamen] hat alle Aussagen, Rezepturen und Forschungsergebnisse auf folgende Rezeptur gestützt: 3% Urlösung, 3% Zuckerrohrmelasse, 94% Wasser. Wir haben durch Tests gefunden, dass andere Konzentrationen zu anderen Mikroorganismenpopulationen im Produkt führen. Dadurch können wir die Wirksamkeit oder Stabilität von anderen Rezepturen nicht bestätigen.“

¹⁸ EM – life: EM im Haushalt und in der Tierhaltung. <http://www.em-life.info/texte/haushobbytier.pdf>.

¹⁹ EMGEO: Biologische Gebäudereinigung mit Effektiven Mikroorganismen (EM). http://www.emgeo.de/online/templatemedial/all_lang/resources/EM-Geb%C3%A4udereinigung.pdf.

²⁰ Die Angabe dieser fünf Mikroorganismen war für den Import aus Japan und die Anmeldung in Österreich als Bodenverbesserer erforderlich.

Celluloseabbau) oder – wie im Fall des japanischen Herstellers der EM-1-Suspension - nicht vollständig deklariert und auch dem Formulierer nicht in jedem Fall bekannt.

3.2.1 EM in Unterhaltsreinigung und Geruchsbekämpfung

EM wird als grundlegend anderes Wirkmodell herkömmlichen Reinigern gegenübergestellt (hier am Beispiel der Gebäudereiniger beschrieben), die Geruchsbekämpfung wird – je nach Hersteller/Vertrieb - als wesentlicher oder gleichberechtigter Zusatznutzen gesehen

Reinigung

Bei herkömmlichen Reinigern und Desinfektionsmitteln wird kritisiert, dass eine erneute Besiedlung der gereinigten Oberflächen durch Mikroorganismen rasch, „innerhalb weniger Minuten“, erfolgt. Bei dieser Neubesiedlung wird in der Regel kein Einfluss genommen, welche Mikroorganismen dies sind. Im Fall von Krankenhäusern wird hier insbesondere auf multiresistente Keime hingewiesen.

Die Reinigungsleistung basiert auf mikrobiellem Stoffwechsel, lt. EM-Hersteller bzw. Vertrieb speziell auf

- **Nährstoffzehrung:** Mikroorganismen nutzen organische Verbindungen (z.B. Zucker, Fett, Eiweiß, Stärke etc.) als Nahrung. Organische Verschmutzungen werden aufgefressen, wobei leicht lösliche Mineralstoffe (z.B. CO₂) entstehen.
- **Enzymatische Reinigung:** Die Mikroorganismen in EM produzieren verschiedene Enzyme, welche organische Schmutzbestandteile (Fette, Stärke, Proteine) aufspalten und somit Verschmutzungen lösen. Der Reinigungseffekt von Enzymen wird auch in herkömmlichen Reinigungsmitteln genutzt.
- **Langzeitwirkung:** Die mit EM gereinigten Flächen bleiben mit Mikroorganismen besiedelt. Die EM-Mikroorganismen können nahrungsarme Zeiten (in diesem Fall saubere Flächen) überdauern und somit bei erneut eintretender Verschmutzung wieder aktiv werden. Auf diese Weise wird eine neue Verschmutzung verlangsamt und das „Festbacken“ von Schmutzstoffen verhindert.“²¹

Geruchsbekämpfung

Bei der Zersetzung organischer Abfallstoffe können unangenehme Gerüche entstehen (z.B. Ammoniakbildung auf Toiletten). Die in EM enthaltenen Mikroorganismen „bauen schlecht riechende Gase wie Ammoniak oder Schwefelwasserstoff ab und verdrängen die

²¹ EMGEO ibid.

geruchsbildenden Bakterien.“²² Beispielsweise wandelt *Rhodopseudomonas palustris* SO₃ in S um, und verhindert damit die Entstehung von H₂S (Interview Hersteller).

Als weitere Wirkungen von EM Produkten werden angegeben²³:

Korrosionsschutz

„Effektive Mikroorganismen bilden bei ihrem Stoffwechsel Antioxidanzien mit überschüssigen Elektronen. Die überschüssigen Elektronen werden an freie Radikale abgegeben, wodurch ihre Reaktionsfreudigkeit gesenkt wird. Auf diese Weise bewirken Effektive Mikroorganismen einen hochwirksamen Korrosionsschutz auf allen Materialoberflächen.“

Schutz gegen Schimmelpilze

Die regelmäßige Reinigung mit EM vermindert durch den Entzug von Nährstoffen (Nahrungskonkurrenz) und durch die Produktion organischer Säuren das Wachstum von Schimmelpilzen.

Das Sortiment aus Reinigungsprodukten auf Basis EM-Technologie eines österreichischen Herstellers²⁴ umfasst derzeit vier Produkte für die Unterhaltsreinigung. Bei den eingesetzten Mikroorganismen handelt es sich um effektive Mikroorganismen sowie um zusätzliche Kulturen, die lt. Herstellerangaben aus *Hefen und anderen Spezialisten (Mikroorganismen) zur Aufspaltung von Ölen, Fetten, Papierresten etc* bestehen. Weitere Bestandteile sind ätherische Öle, Fruchtextrakte, Zuckerrohrmelasse sowie geringe Mengen Ethanol (siehe Tabelle 1).

Die Reinigungsleistung des Kraftreinigers aus der obigen Tabelle wurde in einer Diplomarbeit der Fachhochschule (Bio- und Umwelttechnik) mit einem marktüblichen Vergleichsreiniger und einem Desinfektionsreiniger in der FH Wels und in Küchen getestet (Haslinger 2006):. Die Tests beinhalteten die Ermittlung von Keimzahlen (via Abklatschtests) sowie die Ermittlung der Biolumineszenz von ATP (Adenosintriphosphat)²⁵ in Abstand von Stunden bzw. Tagen nach der Reinigung. Der Autor kommt zusammenfassend zum Ergebnis: *„Die Resultate zeigen, dass der [...] Reiniger und die Vergleichsreiniger direkt nach dem Reinigungsvorgang nahezu idente Ergebnisse erzielen und auch nur geringfügig vom Desinfektionsmittel übertroffen werden. Weiters zeigen die Ergebnisse, dass die Testflächen, welche mit dem [...]Reiniger gereinigt wurden, länger sauber bleiben als jene, die*

²² Ibid.

²³ EMGEO ibid.

²⁴ Dabei zählen Reinigungsprodukte nicht zum Kerngeschäft, sondern wurden im Laufe der Jahre nebenbei mitentwickelt (Interview Hersteller). Die Hauptanwendung liegt eher in der Landwirtschaft (EM als Futterzusatzstoffe, Bodenhilfsmittel), der Vertrieb erfolgt über das Internet bzw. über ca. 70 bis 80 kleinere Partnerhändler in Österreich, Deutschland und Südtirol sowie Großhändler in Italien, Ungarn und Deutschland.

²⁵ Zur raschen Bestimmung der Kontamination von Oberflächen durch Mikroorganismen und organische Reste, siehe auch: <http://www.labworld.at/Produkte/Laborgeraete/ATP.pdf>

mit den Vergleichsmitteln gereinigt wurden. Dies zeigt sich vor allem 24 und 48 Stunden nach der Reinigung, wo die absolute Häufigkeit der Ergebnisse des [...]Reiniger bei der Keimzahlklasse 4 liegt. Bei den Vergleichsprodukten liegt diese bei der Keimzahlklasse 5.“

Tabelle 1: Beispiele von EM-Produkten für die Unterhaltsreinigung.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Verwendung lt. Herstellerangaben
Küchenreiniger, probiotisch, Zitroneneukalyptus	EM & PDM-7; Grapefruitkernextrakt; Zuckerrohrmelasse, Ethanol (<3%) ätherische Öle: Eukalyptus, Piniennadel, Zedernnadel	Geschirr, Kochfeld, Dunstabzug, Backrohr: Geruchsbekämpfung, Fettlösung
Kraftreiniger, probiotisch, Limette	EM & PDM-7; Zitronen- und Orangenextrakt ; Zuckerrohrmelasse; Ethanol (<3%) Ätherische Öle: Zitrone, Limette, Pinie, Orange	Für große und stark verschmutzte Flächen (Großküchen, Kindergärten, Schulen usw.)
Citrusreiniger, probiotisch, Zitrone	EM & PDM-7; Zitronen- und Orangenextrakt ; Zuckerrohrmelasse; Ethanol (<1,5%) Ätherische Öle: Zitrone, Limette, Pinie, Orange	Sanitärräume und Haushalt
Universalreiniger, probiotisch, Lavendel	EM & PDM-7; Grapefruitkernextrakt; Zuckerrohrmelasse; Ethanol (<1,5%) Ätherische Öle: Lavendel, Orange	Hauhalt

Anmerkung: Hierbei handelt es sich um modifizierte EM-Produkte, bei denen zu EM-1 weitere Mikroorganismen hinzugegeben werden. Quelle: EM-Hersteller

3.2.2 EM-Waschmittel²⁷

Ein japanischer Hersteller stellt ein EM-Waschmittel her, das u. a. in der Schweiz, in Österreich und den USA als Pulver bzw. Flüssigpräparat verkauft wird.²⁸ Als Inhaltsstoffe werden „aktiviertes“ Wasser, Palmöl, Palmkernöl, Kaliumhydroxid, EMW-T und EM2 angegeben, wobei letzteres die Mikroorganismen enthält. EM-2 ist eine Variante der EM-1 Suspension (siehe weiter oben), die vor allem Hefen enthält. Für dieses Produkt (und diverse Seifenprodukte auf dieser Basis) wird angegeben, dass es nicht nur umweltschonend ist, sondern sogar verbessernd wirkt, Gerüche in der Wäsche neutralisiert, statische Elektrizität eliminiert und die Leitungen von Rost und anderen Ablagerungen befreit.²⁹ Darüber hinaus sind keine näheren Informationen verfügbar.

²⁷ Obwohl kein Reinigungsmittel im Sinn dieser Studie werden diese Produkte ob des Wirkmechanismus hier miterfasst.

²⁸ <http://www.engelis-naturshop.ch/product/958/shabondama-em-waschmittel.html>;
<http://www.multikraft.at/01051/shop.AnDPage?Artikel=277>; N.N. (2005): „Protecting den Environment to Revitalizing Nature“: The EM Shabondama Story. EMTN Newsletter Nov. 15, S. 7.

²⁹ „SHABONDAMA SOAP has stepped up the efforts to popularize soap that does not pollute water. Moreover, SHABONDAMA SOAP thought there was a possibility that EM SOAP could clean up rivers and oceans if they produced EM SOAP, and people domestically could use EM SOAP in the home and pour it into all the drains in laundry machines, kitchens, bathrooms...etc. Household wastewater, which is the source of contamination, can be the source of purification. That is why; SHABONDAMA SOAP started to develop soap, which can help cleanse the environment“ (<http://www.muso-intl.co.jp/english/soap/shabon04.html>). Siehe außerdem Fußnote 28.

3.3 MO-Produkte

Der Einsatz von Mikroorganismen in Reinigern jenseits des EM-Konzepts geht zumindest bis Mitte der 80er Jahre zurück. Richardson et al. (United States Patent 4,655,794, 1987) beschreibt einen mikrobiellen Reiniger, der zuvor seit zumindest drei Jahren als Sanitärreiniger am Markt war.

MO-Produkte enthalten ebenso wie auch EM-Produkte häufig Mikroorganismen in Form einer Mischkultur, deren Zusammensetzung und Bezugsquellen aber von den Herstellern nicht bekanntgegeben wird (siehe dazu auch Anhang Tabelle 4) oder nur sehr allgemein beschrieben wird (siehe Abbildung 3). Es handelt sich bei den Bezugsquellen aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht um Hersteller von effektiven Mikroorganismen, da diese in der Regel offensiv beworben werden. MO-Produkte werden für eher klar umgrenzte Anwendungsbereiche ausgelobt, die Wirkung der Mikroben wird dabei häufig mit Enzymen und Tensiden kombiniert. Mikrobiologische Produkte wurden für folgende Anwendungskontexte recherchiert:

- Unterhaltsreinigung zur Geruchsvermeidung
- Abbau von organischen Substanzen
- Abbau von Fetten
- Abbau von Öl und Ölrückständen

Die Wirkmechanismen sind vermutlich ähnlich zu sehen wie bei EM-Reinigern (siehe dazu auch die Herstellerangaben in Abbildung 2 und Abbildung 3). Genauer kann dazu aber nicht ausgesagt werden, da es nur von zwei Herstellern Auskünfte über die eingesetzten Mikroorganismen gab und nur bei einem dieser beiden auch Informationen zu den Wirkmechanismen zur Verfügung gestellt wurden. Diese Informationen beziehen sich ausschließlich auf MO-Reiniger auf *Bacillus* spp.-Basis. Derartige Reiniger stellen allerdings einen häufig verwendeten Typ dar.

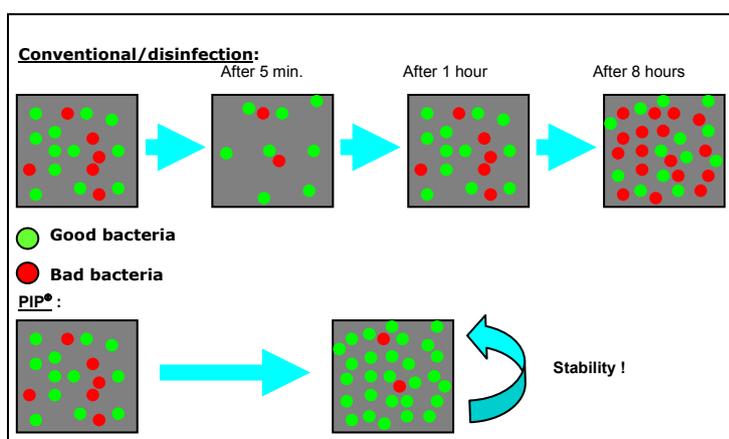
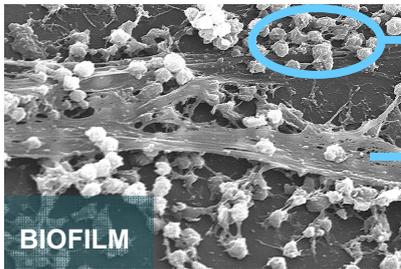
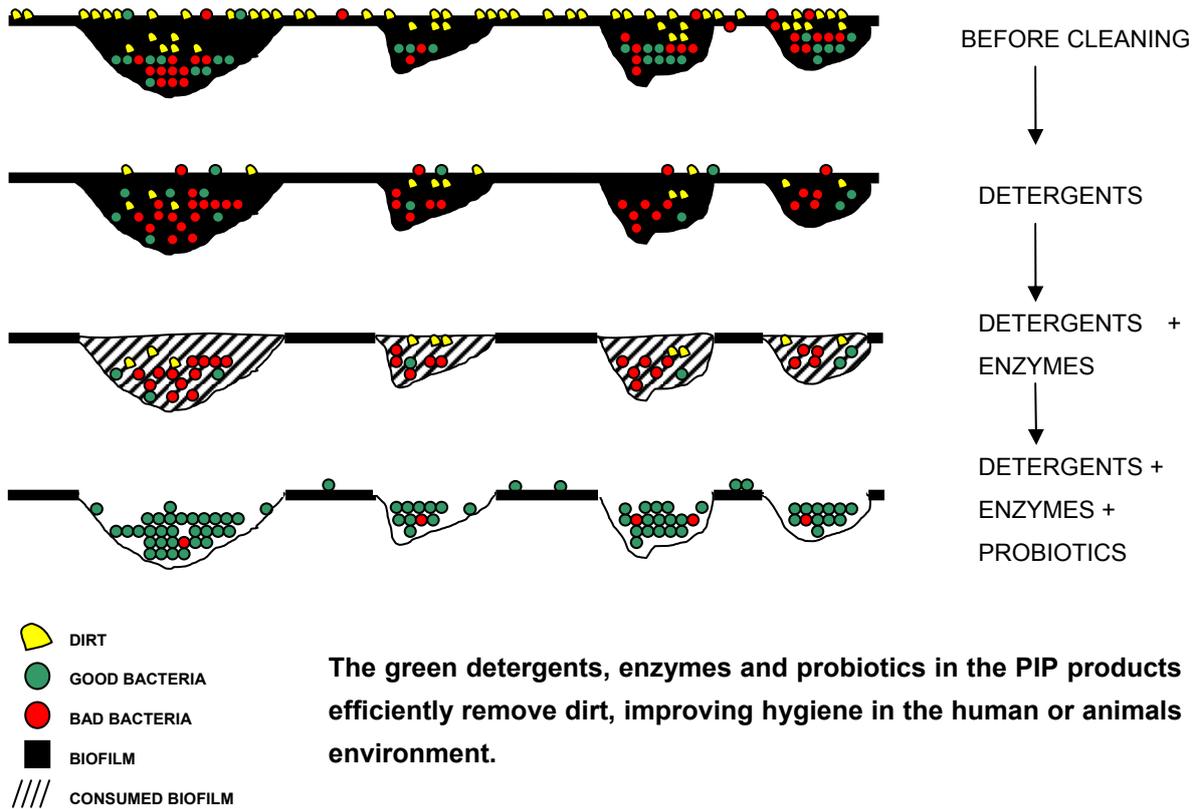


Abbildung 2: Vergleichende Herstellerbeschreibung der Wirkungsweise konventioneller und mikrobiologischer Reiniger.

PIP: Probiotics in Progress. Quelle: Temmerman (2009).



Microorganisms
(bacteria, fungi, archeae, algae...)

Biofilm binding matrix
(exopolysaccharides, proteins...)

PIP® products

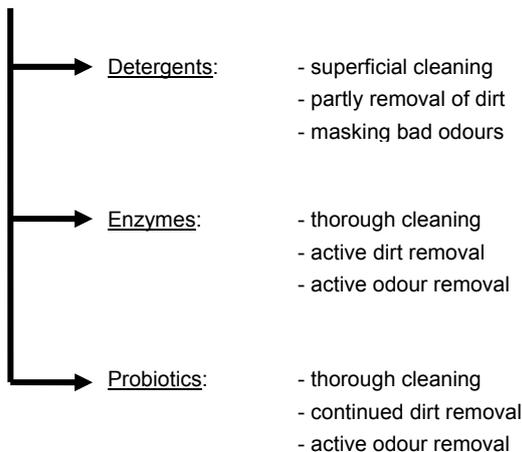


Abbildung 3: Vergleichende Herstellerbeschreibung der Wirkungsweise chemischer, enzymatischer und mikrobiologischer Reiniger.

PIP: Probiotics in Progress (Bezeichnung von Chrisal für mikrobiologische Reiniger). Quelle: Temmerman (2009).

Für *Bacillus* spp. wird angegeben, dass diese eine Reihe von extrazellulären Enzymen produzieren, z.B. Proteasen, Amylasen, Lipasen, Cellulasen und Ureasen. Diese Enzyme bauen Makromoleküle und Polymere, wie Proteine, Fette, Zuckerverbindungen und Urin, in niedermolekulare Bestandteile ab, die dann von den Zellen aufgenommen und metabolisiert werden können. Dies bedeutet, dass diese Reste von Fleisch, Milch, Stärke und Käse verwertet werden können.

Diese Angaben legen nahe, dass die Bakterien in der ersten Stufe – Abbau von Makromolekülen – evtl. ähnlich wirken wie zugesetzte Enzyme. Proteasen, Amylasen, Cellulasen und Lipasen werden tatsächlich routinemäßig in Reinigern eingesetzt, Urease wird u. a. in Urinaltabs eingesetzt. Allerdings ist das Spektrum der biochemischen Eigenschaften der *Bacillus*-Enzyme, was spezifische enzymatische Aktivität, Substratspezifität, Temperatur-, pH-Optima und –Bereiche, Stabilität etc. anbelangt, mit Sicherheit wesentlich breiter, was für die Reinigungswirkung bei sehr unterschiedlichen Reinigungsumwelten und Verschmutzungsarten ein Vorteil sein könnte. In jedem Fall entfällt bei einem rein enzymatischen Reiniger die zweite Stufe der mikrobiellen Reiniger – die Metabolisierung der Abbauprodukte.

3.3.1 Unterhaltsreinigung zur Geruchsbeseitigung

Eine der Hauptanwendungen von MO-Produkten ist die Unterhaltsreinigung, in der Regel in Kombination mit einer geruchsbeseitigenden Wirkung. Die von den Herstellern empfohlenen Anwendungsbereiche sind abwaschbare Oberflächen und Böden in Gebäuden und sanitären Einrichtungen sowie im Außenbereich (Unterführungen, Passagen, Mülltonnen usw.) Die geruchsbeseitigende Wirkung wird dadurch erklärt, als die eingesetzten Bakterien organische Stoffe geruchlos abbauen können. Z.B. wird Harnstoff durch die extrazelluläre Urease in H_2O , NH_3 und CO_2 zerlegt und das zur unerwünschten Geruchsbildung beitragende NH_3 wird von anderen Mikroorganismen im Reiniger (in diesem Beispiel alles *Bacillus* spp.) verwertet werden. (Herstellerinformation).

Mit der Anwendungslösung werden die Bakteriosporen auf die Oberfläche aufgebracht, die auskeimen und sich vermehren und den unerwünschten Bakterien die Nahrung in Form von Urin und Fett entziehen. Durch die regelmäßige Anwendung in der Unterhaltsreinigung werden die erwünschten Bakterien in der Überzahl gehalten und einem Wiederauftreten von Gerüchen vorgebeugt (Beispiele für Anbieter sind in Tabelle 3 angeführt (Anhang)).

3.3.2 Abbau von Fetten

Fettablagerungen stellen insbesondere in Fettabscheidern und Abflussrohren ein Problem dar und deren Behandlung ist ein Anwendungsbereich mikrobiologischer Reiniger. Die Patentliteratur beschreibt solche Spezialreiniger auf enzymatischer Basis z.B. zur Beseitigung von Celluloseablagerungen (z.B. Patent DE 3322950 C), weitere Patente beschreiben u. a. verschiedene Varianten von mikrobiologischen Rohrreinigern, z.B. im Patent WO 02/068573 A1 (siehe dazu auch den Auszug aus dem Patent im Anhang, S. 94). Darin wird ein

mikrobiologischer Rohrreiniger zur Beseitigung von Fettablagerungen beschrieben, der Sporen in wasserlöslichen Mikrokapseln (Weichgelatine) enthält. Als geeignete Mikroorganismen werden hier insbesondere nicht-pathogene aerobe Sporenbildner beschrieben, die membrangebundene Lipasen exprimieren (z.B. *Bacillus* spp. vor allem *Bacillus pabuli*). Im Reiniger enthaltene Fettsäureverbindungen dienen hierbei als Kohlenstoffquelle.

Die Mikroorganismen werden dabei mit Enzymen und Tensiden kombiniert und entweder von Hand oder über ein Dosiersystem zugesetzt. Neben der Beseitigung von Ablagerungen, die zu Verstopfungen führen können, wird auch eine Geruchsbeseitigung angestrebt. Die abbauende Wirkung erklärt sich dabei aus einem Zusammenwirken von Enzymen und Mikroorganismen (Beispiele für Produkte sind in Tabelle 3 im Anhang angeführt).

3.3.3 Abbau von organischem Schmutz und Ölrückständen

Mikroorganismen sind auch in Spezialanwendungen unterstützend beteiligt, die den Abbau von organischer Verschmutzung und Ölrückständen zum Ziel haben:

Zum einen handelt es sich dabei um die Reinigung von Maschinenteilen, die mit Bearbeitungsölen, Kühlschmierstoffen, leichten Fetten oder anderen Verschmutzungen kontaminiert sind. Die eigentliche Reinigungslösung sind chemische Tenside, während die Mikroorganismen durch den Abbau der abgelösten Verschmutzungen die Reinigungslösung anschließend „wiederaufbereiten“. Dadurch kann die Reinigungslösung in einer dafür entwickelten Anlage (Pinselwaschtisch) im Kreislauf gefahren und wieder benutzt werden. Dies bedeutet eine Standzeitverlängerung des Reinigers.

Eine weitere Anwendung ist die Beseitigung von Ölfilmen bzw. Ölverschmutzungen im Boden oder im Mauerwerk. Die eigentliche Reinigungsleistung wird dabei durch einen Lösungsvermittler erbracht, der patentiert und dessen Zusammensetzung nicht exakt bekannt sind. Durch das Aufbringen werden die hydrophoben Schadstoffe (Öl-Komponenten) in eine wässrige Phase überführt und so für einen nachfolgenden Abbau durch Bakterien zugänglich gemacht. Eine Bakterienlösung kann aufgebracht werden, falls solche vor Ort nicht oder nicht ausreichend vorhanden ist. Ergänzend kann auch noch eine Nährstofflösung als Unterstützung beim Abbau eingesetzt werden. Ähnliche Wirkkonzepte und Produkte werden auch unter dem Begriff Bioremediation beschrieben.

Beispiele für Produkte sind in Tabelle 3 im Anhang angeführt.

3.4 Herstellung und Handling der mikrobiellen Fraktion

Zur Herstellungsweise von mikrobiellen Reinigern im Allgemeinen und der mikrobiellen Fraktion (Sporen- oder Zellsuspension) im Besonderen waren nähere Informationen nur direkt und nur von drei Herstellern verfügbar.

Kernpunkte dabei sind:

- Die Mikroorganismen stammen teilw. aus anerkannten Stammsammlungen oder sind Eigenisolate, in vielen Fällen wird die mikrobielle Fraktion von spezialisierten Firmen hergestellt und dann an Formulierer weiter gereicht. Diese Mikroorganismen sind nach vorliegenden Informationen nicht genetisch verändert. Zwei Hersteller gaben an, dass die Mikroorganismen auch keinen konventionellen Stammverbesserungsprozess durchlaufen haben.
- Die Arbeiten erfolgen dabei zumindest teilweise unter sterilen Bedingungen, speziell die Anzucht und Vermehrung der Mikroorganismen.
- Die Qualitätskontrolle stellt die Konsistenz zw. den Chargen im Hinblick auf die gewünschten Wirkeigenschaften sicher und dass keine Kontaminationen mit anderen Mikroorganismen erfolgt. Ein Hersteller gab dazu an, dass routinemäßig jede Charge auf *Bacillus* spp., *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* spp., Hefen und Schimmelpilze untersucht wird. Hersteller verweisen explizit auf GMP (Good Manufacturing Practice), HACCP und ISO-Zertifizierungen als zusätzliche Qualitätssicherung.
- Wichtig ist auch, auf welche Weise die Haltbarkeit des Produkts sichergestellt wird. Hier ist von einer geringeren Haltbarkeit der Produkte mit lebenden Mikroorganismen gegenüber solchen mit Sporen auszugehen.

In Box 1 und Abbildung 4 ist die Herstellung mikrobieller Reiniger bei einem EM-Hersteller, in Box 2 bei einem Hersteller von MO-Reinigern exemplarisch beschrieben.

Box 1: Fallbeispiel EMS-Hersteller

Zuerst werden die Mikroorganismen in Form von Komponentensuspensionen in Fermentatoren vermehrt (bis zu 10 verschiedene). Jede Komponente kann mehrere Mikroorganismen enthalten. Medienbestandteile und Anzuchtbedingungen können sich zw. Komponenten unterscheiden. Diese Anzucht wird teilw. unter sterilen Bedingungen durchgeführt. Diese werden nach einer Anzuchtphase von einer Woche bis zu 12 Monaten vermischt und als Mischsuspension unter Zugabe von Zuckerrohrmelasse weiter vermehrt. Nach ca. 4–12 Wochen entsteht daraus die so genannte Urlösung. Diese wird dann entweder als solche verkauft (Käufer kann die Suspension selber aktivieren) oder zuvor durch Zugabe von Zuckerrohrmelasse und Wasser zu EM Aktiv aktiviert. Hierbei ist auch die Einhaltung einer genauen Rezeptur (3% Urlösung, 3% Zuckerrohrmelasse, 94% Wasser) wichtig, um eine für die Anwendung optimale Mikroorganismenpopulation zu erzielen. Die Anzucht der Urlösung findet bei 32-38°C und nicht mehr unter sterilen Bedingungen statt. Die aktivierte Urlösung (EM Aktiv) ist für ca. drei Monate lagerfähig.

Die mikrobiologische Qualitätssicherung erfolgt durch externe Labors.

- Eine Probe jeder Charge wird nach Japan geschickt, innerhalb von zwei Wochen dort untersucht und freigegeben.
- Ein Universitätslabor untersucht die EM-Urlösung auf Vorhandensein und quantitative Zusammensetzung von fünf Mikroorganismen (fünf Mikroorganismen der EM-1 Urlösung werden deklariert, die restlichen sind Betriebsgeheimnis) und bestätigt die Abwesenheit von Mikroorganismen der Risikoklasse 2 und höher.
- Eigenisolate werden in unregelmäßigen Abständen durch ein australisches Labor untersucht

Trinkwasserlabor untersucht in Stichproben von Produkten die Abwesenheit von pathogenen Keimen

Im laufenden Betrieb erfolgt die in-house Qualitätskontrolle durch Messungen von pH, Redoxpotential, Leiffähigkeit; Sicht- u. Geruchskontrolle. (Interview Hersteller).

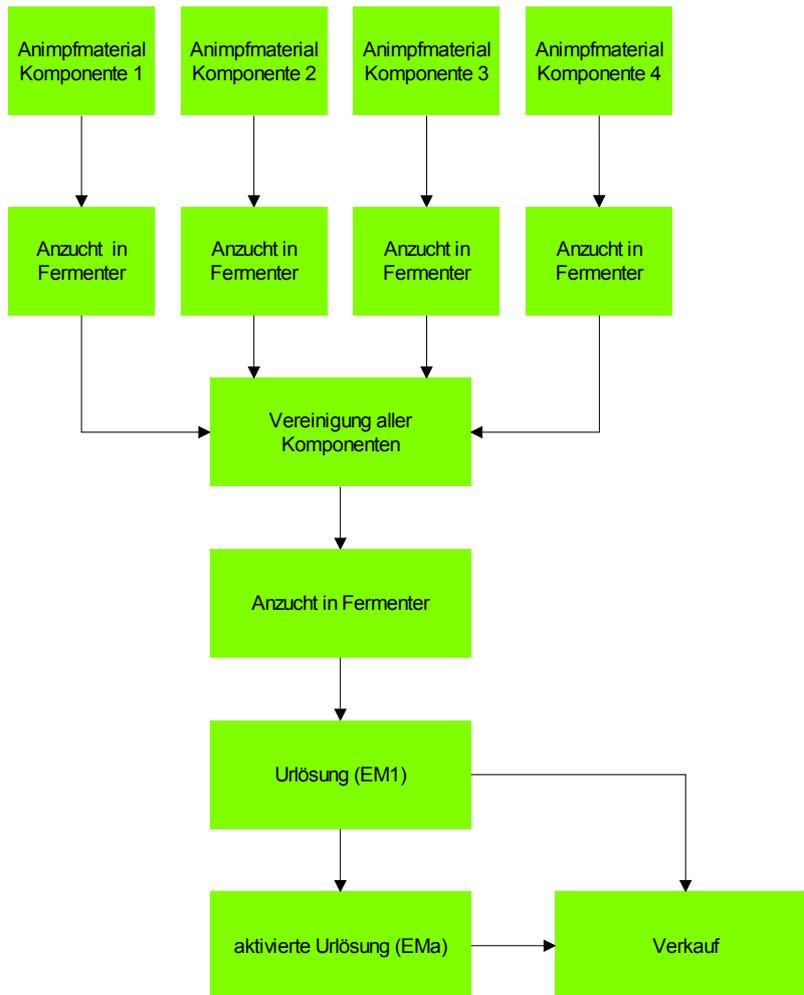


Abbildung 4: Graphische Darstellung Herstellungsprozess EM-Produkt.

Quelle: Interviews und Materialien Hersteller

Box 2: Fallbeispiel Hersteller von Mikroorganismen und MO-Reiniger

Dieser Hersteller verwendet ausschließlich *Bacillus* spp. in seinen Reinigern und stellt auch Sporensuspensionen in Lohnfertigung für andere Formulierer her.

Die Anzucht erfolgt für jeden Spezies getrennt, ausgehend von Inokulationsmaterial erfolgt ein stufenweiser Scale-Up bis zum 500l bzw. 8000l Maßstab. Nachdem die Zellen sporuliert sind, wird die Sporensuspension bei 62-65°C pasteurisiert und die Sporen durch Zentrifugation abgetrennt. Die Prozessführung erfolgt bis dahin unter sterilen Bedingungen. Die daraus resultierende Paste (slurry) stellt die Rohware dar, die eingefroren oder gefriergetrocknet wird.

Mikroorganismen werden in dieser Form entweder an Formulierer ausgeliefert oder in-house formuliert. In formulierter Form ist er mindestens ein Jahr bei Raumtemperatur haltbar.

Qualitätssicherung

Der gesamte Prozess wird unter GMP geführt. Jedes Inokulationsmaterial wird auf eine Reihe von Fremdkeimen getestet (u.a. auf anaerobe Keime, Coliforme, *Lactobacilli*, *P.aeruginosa*, *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp., Hefen, Schimmelpilze, *B.cereus*), während der Fermentation wird kontinuierlich auf Kontaminanten getestet.

Quelle: Interviews und Materialien Hersteller

Bei manchen Herstellern scheint es allerdings auch Praktiken zu geben, die man aus Sicht der Qualitätssicherung und Produktsicherheit als problematisch einstufen muss (Interview Hersteller, Behörde):

Z.B. versuchen manche (Anm.: die branchenintern als unseriös angesehen werden), bei EM-Produkten die einmal aktivierte Urtlösung einfach zu vermehren. Dies funktioniert aber nicht, da dann einzelne Mikroorganismengruppen in der Zusammensetzung überhandnehmen und andere unterrepräsentiert sind, was zumindest die Wirkeigenschaften verschlechtert.

Ein Hersteller von EM-Produkten beschreibt weitere als problematisch einzustufende Praktiken:

“Most, if not all, manufacturers of EM do not grow EM from "pure culture". They do not grow EM in a sterile environment and they do not use sterile media. So, the dominant species can "drift" over time, largely effected by the substrates used. For example, one of the materials often used is fish emulsion (basically ground up fish parts). If this is pasteurized before using as a culture media, it will not contribute many organisms (depends on how it is "pasteurized"). However, if it is not pasteurized, the species of organisms living on that batch of fish guts will likely grow and be present in EM, if they can survive the process and compliment the other beneficials in "seed EM". As you may imagine, this makes EM-1 a "nightmare" to manage for regulatory and labelling issues. It also means that many of the EM labels from around the world are often not accurate.

Some of the more advanced producers of EM, such as EM Laboratory in Japan, will regularly "spike" their batches with species from pure culture. They call this "renewing" the cultures. This is probably the best way to maintain consistency (certain species always present in predictable populations), while also getting the species richness obtained from purposely not growing in pure culture. Dr. Higa taught his students that EM made from pure culture is not as effective as EM made naturally from high quality ingredients.

I have taken EM from different manufacturers and had it cultured out on various media, purified to pure culture and then identified each different species. They have never matched the species on the labels or in the literature.

It is because of these issues that many manufacturers have decided not to put species on the label. The less specific they can be, the less chance of "misbranding."³⁰

Derartigen Praktiken, eine mangelnde Qualitätssicherung und zu lange Lagerzeiten mögen mit der Grund sein, warum, bei mikrobiologischen Analysen von manchen Produkten (EM und MO-Produkte) ein deutliche geringerer Anteil von Lebendkeimen (Normalwert ca. 10^7) bis nahezu keine Lebendkeime gefunden wurden (VWA 2004, Interview Hersteller).

³⁰ Wood zit. n. <http://www.eminfo.info>. Zu diesem Zitat merkte ein EM-Hersteller an: “Würden wir [...] nicht eine stabile Qualität herstellen können, könnten wir unsere Produkte [...] weder anmelden noch erfolgreich vertreiben. Wie oben erwähnt arbeiten wir in einer sehr geringen Bandbreite und wissen immer was unser Produkte enthält. Andererseits wäre es unmöglich für uns seriöse Beratung in der Tierhaltung, Landwirtschaft oder Abfall- und Abwasserwirtschaft zu machen. Die Informationen von eminfo.info stützen sich auf die Tatsache, dass EM überwiegend in Entwicklungsländern zum Einsatz kommt und in diesen Ländern eine kontrollierte Herstellung solcher Mikroorganismen-Produkte nicht möglich ist bzw. auch nicht forciert wird, weil es ja eine Low-Tec-Technologie bleiben soll.“

3.5 Marktrelevanz und Perspektiven

Die öffentlich verfügbare Literatur und Dokumente und die Herstellerbefragungen lassen keine seriöse Einschätzung des Marktpotenzials und der Entwicklungsperspektiven zu. Derzeit scheinen mikrobiologische Reiniger für Haushaltsanwendungen eine Schiene innerhalb des Segmentes der „alternativen“ bzw. ökologischen Reiniger zu sein. Hinweise auf das Vorliegen eines gewissen – aber schwer zu quantifizierenden - Marktpotentials gibt es für gewerbliche Anwendung. Insbesondere die Geruchsbekämpfung, ev. auch die Verbesserungsmöglichkeit im Hinblick auf ökologische Eigenschaften und Arbeitsschutz sowie eine mögliche Kosteneinsparung (so sich diese erhärten lassen) könnten hier eine Rolle spielen. Das Vorliegen von positiven Erfahrungen von Großanwendern könnte hier auch die Nachfrage stimulieren. Die entsprechenden Industrieverbände in Deutschland und Österreich gaben allerdings an, dass mikrobiologische Reiniger weder im Haushalts noch im gewerblichen Bereich bislang „untergekommen seien“ (Interviews Interessensvertretungen Wirtschaft).

3.6 Gewerbliche Anwendungen

Ob und welche gewerblichen Anwender mikrobiologische Reiniger verwenden, lässt sich vor allem aus entsprechenden Verweisen von Herstellern und Vertriebsfirmen erschließen. Ganz generell wird vielfach auf Anwendungen in stark frequentierten Räumen wie Schulen, Ämtern, Gaststätten und Hotellerie, Bahnhöfen sowie Tierheimen usw. verwiesen, in denen unangenehme Salmiak- und Uringengerüche auftreten. Zumeist geht es um Flächen- u. Allzweckreiniger, teilw. auch um Teppich- u. Polstermöbelreinigung (N.N. 2008). Konkrete Beispiele von deutschen Firmen umfassen Toilettenreinigung (Geruchsbeseitigung, Keimreduktion) (N.N. 2002), Flächenreinigung in Thermen³¹, Fußgängerpassagen (vor allem Geruchsverringering (Urin)) (N.N. 2002).

DB Services GmbH setzt im Bereich Verkehrsdienste Hessen und in anderen Bundesländern bei der Reinigung von Sanitär- und Toilettenanlagen in Zügen seit 2003 mikrobiologische Reiniger ein. Während eines dreimonatigen Testlaufs wurden in Abklatschtests deutliche Reduktionen in den Keimzahlen von *Enterobacteriaceae* und *mesophile aerobe* Bakterien nachgewiesen, was als wesentliche Verbesserung der Hygiene interpretiert wurde, ohne dass Desinfektionsmittel verwendet wurden. Zudem gab es keine Beanstandungen mehr bezüglich Geruchsbildung. Der Reiniger wird aufgesprüht oder mit dem Tuch oder Mopp aufgetragen, ohne dass mit Wasser nachgespült wird (N.N. 2004).³²

Eine belgische Firma stellt eine mikrobiologische Reiniger-Produktlinie für Krankenhäuser her, die folgende Produkte umfassen: Fußböden-, Sanitär-, Universal- sowie einen speziellen

³¹ http://www.rationell-reinigen.de/data/beitrag/beitrag_1060021.html.

³² Die Deutschen Bundesbahnen (DBB) wurden kontaktiert, waren aber zu keiner Auskunft bereit.

„allergiefreien“ Reiniger. Die Effizienz dieser Reiniger wurde in einem belgischen Krankenhaus positiv getestet, der Stand der routinemäßigen Anwendung ist nicht bekannt.³³

Anwendung in Österreich

Ein Fragebogen, ausgesendet an 50 österreichische Reinigungsdienstleister³⁴, ergab nur eine sehr geringe Rücklaufquote (>10%).³⁵ In 3 Fällen wurde angegeben, dass keine mikrobiologischen Reiniger verwendet werden (in zwei Fällen, weil derartige Reiniger unbekannt sind; in einem Fall, weil bei einem Test die Wirkung nicht besser war, als die vom Unternehmen eingesetzten Produkte, der Preis aber deutlich höher war). In einem Fall verwendet das Unternehmen mikrobiologische Reiniger und wurde zu seinen Erfahrungen interviewt: Der Reinigungsdienstleister übernahm auf Wunsch der ÖBB einen bereits eingeführten mikrobiologischen Reiniger. Die Erfahrungen damit werden in der täglichen Unterhaltsreinigung im Sanitärbereich als „gut“ bewertet. Dabei werden insbesondere WC-Schalen, Sanitärporzellan, Verfugungen, Fliesen und Fliesenverkleidungen gereinigt.³⁶ Im sonstigen Personenbereich wird der Reiniger nicht verwendet. Die Geruchsbeseitigung wird positiv bewertet.

Vom gleichen Hersteller verwendet der Dienstleister außerdem einen mikrobiologischen Reiniger für den Großküchenbereich zur täglichen Unterhaltsreinigung von Kanalabflüssen und Siphons. Dabei ist mit der Ablagerung von tierischen und pflanzlichen Fetten und in Folge mit Geruchsentwicklung zu rechnen. Die Beseitigung kann durch alkalische oder - wenn die Flächen aus Edelstahl sind – durch säurehaltige Produkte erfolgen, eine vollständige Geruchsbekämpfung gelingt dabei nicht. Der mikrobiologische Reiniger stellt dazu eine sinnvolle Alternative dar.

Ebenso auf Kundenwunsch wurde ein anderer mikrobieller Reiniger (EM-Produkt) für die Unterhaltsreinigung einer Schule eingesetzt.

Die Frage, ob ein mikrobiologischer Reiniger auch für herkömmliche Objektreinigung im Gebäudebereich (z.B. Boden, Schreibtische, Textilbeläge u. ä.) eingesetzt werden soll, wurde verneint. In diesem Fall wird ein herkömmliches tensidhaltiges Reinigungsmittel, das mit einem Mikrofasertuch aufgebracht wird, als ausreichend gesehen.

Von Herstellerseite wurde auch noch über Anwendungen in Altersheimen, in der Reinigung von öffentlichen Gebäuden und bei einem Brillenhersteller berichtet (Interview Hersteller).

³³ Chrisal: PIP Healthcare®. For efficient and sustainable probiotic cleaning. Information Brochure.

³⁴ Adressquelle: Die Top 50 der österreichischen Facility-Dienstleister, download unter: <http://www.reinigung-aktuell.at>

³⁵ Der Rücklauf erlaubt somit keine statistisch relevante Aussage. Auf Maßnahmen zur Erhöhung der Rücklaufquote (z.B. nachtelefonieren) musste wegen fehlender finanzieller Ressourcen verzichtet werden.

³⁶ Die ÖBB wurden kontaktiert, waren aber zu keiner Auskunft bereit.

3.7 Zusammenfassung

Seit einigen Jahren befinden sich Produkte auf dem Markt, die sich von diesen klassischen Reinigern unterscheiden und von ihren Herstellern auch als „probiotische“³⁷ oder mikrobiologische Reiniger bezeichnet werden. Den Produkten gemeinsam ist, dass sie lebensfähige Mikroorganismen (MO) enthalten – manchmal in Sporenform. Die Hersteller begründen die Vorteile gegenüber klassischen Reinigern unter anderem damit, dass mikrobiologische Reiniger Reinigungswirkung und Geruchs-beseitigung erbringen, die nicht von Reinigungschemikalien ausgehen. Mikrobiologische Reiniger überdecken unangenehme Gerüche nicht wie klassische Reiniger durch kurzzeitige Parfümierung, sondern die enthaltenen Mikroorganismen verdrängen geruchsbildende Bakterien durch Nahrungskonkurrenz und können eruchsbildende Substanzen abbauen und bekämpfen so das Geruchsproblem an seiner Wurzel.

Zu der Frage, wie mikrobiologische Reiniger ihre Leistung erbringen, lieferte die Recherche nur wenige unabhängige wissenschaftliche Untersuchungen. Nach Herstellerbeschreibungen lassen sich die Wirkungen wie folgt skizzieren: Bei der Anwendung werden Mikroorganismen aufgebracht (z. T. als Sporen, die erst auskeimen müssen), die sich vermehren und mit den Geruch verursachenden Bakterien um die vorhandenen Nahrungsquellen (Fett, Urin) konkurrieren. Eine geruchsbeseitigende Wirkung resultiert auch aus der Verwertung von Geruchsstoffen wie Ammoniak durch die aufgebrauchten Mikroorganismen. Die regelmäßige Wiederholung der Aufbringung wird damit begründet, dass die Wechselwirkung zwischen geruchsbildenden und geruchsbeseitigenden Bakterien eine Homöostase darstellt, die regelmäßig zugunsten der erwünschten Mikroorganismen zu verschieben ist. Eine den Schmutz abbauende Wirkung wird mit dem Stoffwechsel der Mikroorganismen begründet: Die Mikroorganismen setzen Enzyme frei, die Fette, Proteine oder Stärken abbauen, um diese dann als Nahrungsquelle zu nutzen. Eine abbauende Wirkung kann bei klassischen Reinigern auch durch den Zusatz von Enzymen erreicht werden, bei dieser entfällt aber die anschließende Metabolisierung der Abbauprodukte, für welche die Mikroorganismen verantwortlich sind. Die Anbieter mikrobiologischer Reiniger sind in vielen Fällen zugleich auch deren Hersteller und die Begriffe *Hersteller* bzw. *Anbieter* werden in der Folge synonym verwendet. Es handelt sich dabei oft um Formulierer – kleine oder mittlere Unternehmen ohne Konzernstruktur – die Produktbestandteile einschließlich der Mikroorganismen zukaufen und weiterverarbeiten. Aus Fachzeitschriften und dem Internet wurden Anbieter mikrobiologischer Reiniger in Österreich, Deutschland, Schweiz, Belgien, Holland, Großbritannien, USA, Kanada, Australien und Japan recherchiert, bei 20 Anbietern wurden deren Produktinformationen ausgewertet. Angenommen wird, dass in der vorliegenden Studie zumindest für den deutschsprachigen Raum ein erheblicher Teil des Marktes erfasst und abgebildet ist. Von neun Anbietern wurde Auskunft zu ihren Produkten und Herstellungsverfahren erbeten, dazu war auch die Mehrheit bereit; Detailinformation wurde von zwei Herstellern bereitgestellt. Anwender der Produkte sind KonsumentInnen und z.B. Reinigungsunternehmen (Facility Management), wobei bei letzteren die geruchsbeseitigende

³⁷ Englisch: probiotics.

Unterhaltsreinigung in Toiletten und sanitären Anlagen im Vordergrund steht. Angeboten werden auch spezielle Reinigungsanforderungen in Gewerbe und Industrie, die von klassischen Reinigern nicht oder nur unzureichend erbracht werden können: Die nachhaltige Beseitigung von Ablagerungen in Fettabscheidern, Siphonen, Kläranlagen und Abwasserrohren, der Abbau von Ölablagerungen in Mauerwerk oder die Teilereinigung³⁸ zählen dazu. Mikrobiologische Unterhaltsreiniger sind, was die Beseitigung herkömmlichen Schmutzes von Oberflächen wie Böden betrifft, in ihrer Reinigungsleistung klassischen Reinigern unterlegen. Diese Einschätzung wurde jedenfalls von der Mehrzahl der in der Studie befragten AnwenderInnen und BeraterInnen aus der Reinigungssparte geteilt. Einzelne Hersteller mikrobiologischer Reiniger arbeiten daran, konkurrenzfähige Produkte mit Mikroorganismen für die schmutzbeseitigende Unterhaltsreinigung zu entwickeln. Ein interessantes aber kontroversielles Produktkonzept für mikrobiologische Reiniger ist die Unterhaltsreinigung in Krankenhäusern. Ein Vorteil gegenüber klassischen Desinfektionsreinigern oder gar Desinfektionsmitteln wird vom Produktentwickler in der Verdrängung schädlicher oder gefährlicher Krankenhauskeime durch regelmäßig ausgebrachte ‚probiotische‘ und für den Menschen harmlose Keime gesehen.

In Bezug auf Anbieter, Produktdesign und auch AnwenderInnen unterscheiden sich mikrobiologische Reiniger mit so genannten Effektiven Mikroorganismen (EM-Produkte) von sonstigen Reinigern, die Mikroorganismen enthalten (MO-Produkte). Dabei handelt es sich um eine in ihrer Zusammensetzung nicht exakt bekannte Mischkultur verschiedener Mikroorganismen, die von Herstellern in Japan in Form einer Stammlösung weltweit an Lizenznehmer vertrieben wird. In jedem Fall scheinen Photosynthesebakterien (*Rhodospseudomonas* spp., Milchsäurebakterien (*Lactobacillus* spp.) und Hefen enthalten zu sein, ev. auch Schimmelpilze. Manche Hersteller nutzen die Stammlösung als Basis und geben andere Mikroorganismen hinzu. Diese einheitliche Stammlösung wird – mit Zusätzen versehen – zu verschiedenen Produkttypen – darunter auch mikrobiologische Reiniger – weiterverarbeitet: So bietet etwa ein österreichischer Lizenznehmer Produkte für die Reinigung und Geruchsbekämpfung im Sanitär- und Haushaltsbereich an. Gleichzeitig werden auch Produkte mit identer und ähnlicher Mischkultur von Mikroorganismen für den Gartenbau zur Bodenverbesserung oder als Futterzusatz in der Viehzucht angeboten. In der populärwissenschaftlichen Literatur zum Thema *Effektive Mikroorganismen* wird dem Konzept pauschal ein ökologischer Nutzwert zugeschrieben. Reiniger mit effektiven Mikroorganismen werden vermutlich häufiger als sonstige mikrobiologische Reiniger im privaten Haushalt verwendet. Diese Produkte finden sich zumeist in Reform- und Bioläden und gelangen auch über einen vom Hersteller organisierten Vertrieb und/oder über das Internet zu den AnwenderInnen.

MO-Produkte werden von vielen Herstellern in der EU, USA, Kanada, Australien etc. produziert und unterscheiden sich insbesondere in Bezug auf die eingesetzten Mikroorganismen zum Teil sehr. Einige Hersteller arbeiten mit verschiedenen Mischkulturen von *Bacillus* spp., die in sporulierter Form im Reiniger enthalten und in dieser Form bis zu einem Jahr lagerfähig sind. Die

³⁸ Gemeint ist die Beseitigung von Fettablagerungen auf Stahlteilen, Kunst- oder Verbundstoffen in industriellen Fertigungsprozessen.

Herstellung erfolgt bei EM- und MO-Produkten in ähnlicher Form. Die Mikroorganismen werden als Einzelkultur- oder in Komponentenform (Mischkulturen) angezüchtet, die dann je nach Reiniger/Anwendung kombiniert werden. Während es Hersteller gibt, die ISO-zertifiziert sind und nach GMP und HACCP produzieren, sterile Prozessführungen haben, ein gut etabliertes Monitoring- und Qualitätssicherungssystem (zumeist bei der Impfkultur, und am Ende des Prozesses bzw. im fertigen Produkt) haben, scheint es auch solche zu geben, bei denen die Qualitätssicherung nicht im demselben Ausmaß realisiert ist. Dies spiegelte sich u. a. in großen Variationen bei der Keimzahl im Produkt, der Lagerstabilität und im Vorhandensein von mikrobiellen Kontaminationen wieder (siehe dazu auch Abschnitt 5.3.3).

4 Rechtliche Einordnung

Mikrobiologische Reiniger stellen eine Produktinnovation dar, bei der es derzeit nicht vollständig klar ist, unter welche Gesetzesmaterien diese Reiniger als Produkte bzw. deren mikrobielle Fraktion fallen und was dies im Detail für eine allfällige Einstufung/Risikoabschätzung, Genehmigung/Anmeldung und Kennzeichnung bedeutet.

Eine Sichtung von Schlüsselbestimmungen der in Frage kommenden regulatorischen Kontexte ergab, dass die Arbeitsschutzgesetze für biologische Arbeitsstoffe jedenfalls anwendbar sind, während es nicht geklärt ist, ob und inwieweit das Chemikalienrecht REACH, die Detergenzienverordnung oder das Biozidrecht anwendbar sind. Definitiv ausgeschlossen wird die Anwendbarkeit des Gentechnikgesetzes.

4.1 Arbeitsschutz

Mikroorganismen werden als „biologische Arbeitsstoffe“ eingesetzt, etwa in der Lebensmittel-, Biotech- und Pharmaindustrie, in Laboratorien oder in der wissenschaftlichen Forschung. Des Weiteren gibt es auch Arbeitsbereiche, in denen es zu einer unbeabsichtigten Exposition mit biologischen Stoffen kommt, wie etwa Abfallwirtschaft, dem Abwasserbereich, im Gesundheitswesen und in der Landwirtschaft.³⁹ Für den Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen legt der Arbeitsschutz Maßnahmen zur Vorbeugung von Gefährdungen fest.

Biologische Arbeitsstoffe werden nach ihrem unterschiedlichen Infektionspotenzial – den humanpathogenen Eigenschaften – in 4 Risikogruppen unterteilt.⁴⁰ Die Einstufungskriterien sind Auftreten und Ausmaß der Erkrankung für den Menschen, die Verbreitungsgefahr in der Bevölkerung sowie Prophylaxe und Therapiemöglichkeiten. Stoffe der Risikogruppen 2 bis 4 gelten als gefährlich, Stoffe der Risikogruppe 1 gelten primär als nicht gefährlich.

Bei den Einstufungen nach Anhang III Richtlinie 2000/54/EG -in den Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) durch Fettdruck markiert - handelt es sich um rechtsverbindliche Legaleinstufungen. Da dies Mindestanforderungen nach Art. 137 EG-Vertrag sind, dürfen national keine niedrigeren Einstufungen vorgenommen werden. Verschärfungen der Einstufungen nach Anhang III sind möglich, wurden in Österreich und Deutschland jedoch nicht vorgenommen.⁴¹

³⁹ Siehe dazu: <http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/biologische/default.htm>.

⁴⁰ Die Angaben beziehen sich auf EU Richtlinie 2000/54/EG, das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz sowie die Verordnung biologischer Arbeitsstoffe.

⁴¹ http://www.baua.de/nn_5846/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/FAQ/02/FAQ-02_content.html?_nnn=true.

Generell muss eine Einschätzung auch das weitere Gefährdungspotential der Mikroorganismen umfassen. Beispielsweise berücksichtigt die Einstufung nicht das allergene und toxische Potenzial, daher ist bei der Verwendung von Stoffen der Risikogruppe 1 auch zu prüfen, ob sie in diesem Sinne gesundheitsgefährdend sein können. Maßnahmen zur Gefahrenverhütung sind sowohl bei der beabsichtigten als auch bei der unbeabsichtigten Verwendung in einem unterschiedlichen Ausmaß zu treffen.⁴²

Tabelle 2: Risikogruppen biologischer Arbeitsstoffe

Gruppe	Definition	Beispiele
1	Es ist in der Regel keine Infektionsgefährdung für die ArbeitnehmerInnen zu erwarten	Bakterienstämme für Laborzwecke (<i>E.coli</i> K12); Produktionsstämme zur Herstellung von Waschmittelenzymen (<i>Bacillus subtilis</i>); Bäckerhefe, Bierhefe, Weinhefe (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>); Arbeitsstoffe der Gruppe 1 mit sensibilisierender Wirkung sind vorwiegend Schimmelpilze, wie <i>Aspergillus</i> - oder <i>Penicillium</i> -arten
2	Können beim Menschen eine Krankheit hervorrufen und stellen eine Gefahr für ArbeitnehmerInnen dar	Legionellen, Tetanuserreger, Polioviren, Salmonellen
3	Können beim Menschen eine schwere Krankheit hervorrufen und stellen eine ernste Gefahr für ArbeitnehmerInnen dar	Milzbrand-, Tuberkulose- und AIDS-Erreger
4	Können beim Menschen eine schwere Krankheit hervorrufen und stellen eine ernste Gefahr für ArbeitnehmerInnen dar. Eine wirksame Vorbeugung und Behandlung ist nicht möglich	Ebola-Viren, Lassa-Viren

Nach dem österreichischen ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (AschG) dürfen biologische Arbeitsstoffe der Gruppen 2, 3 oder 4 nicht verwendet werden, wenn das gleiche Arbeitsergebnis mit einem nicht oder weniger gefährlichen Stoff erreicht werden kann, das gleiche gilt für Verfahren. Die (erstmalige) beabsichtigte Verwendung biologischer Arbeitsstoffe der Gruppe 2, 3 oder 4 ist dem Arbeitsinspektorat schriftlich zu melden und auf Nachfrage die Verwendung zu begründen. Diese sind nach Möglichkeit in geschlossenen Systemen zu verwenden.

Für die Sicherheit am Arbeitsplatz besteht die Verpflichtung des Arbeitgebers zur Gefährdungsbeurteilung (Ermittlung und Beurteilung der Gefahren bei der Verwendung). Diese ist tätigkeitsbezogen durchzuführen und dem jeweiligen Gesundheitsrisiko entsprechende Schutzmaßnahmen sind vom Arbeitgeber zu treffen.

Für die Zuordnung eines biologischen Arbeitsstoffes zur Gruppe 2, 3 oder 4 stehen Organismenlisten zur Verfügung (Anhang 2 der Verordnung biologische Arbeitsstoffe – VbA,

⁴² Folder Biologische Arbeitsstoffe des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit – Arbeitsinspektion, download unter <http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/biologische/default.htm>.

BGBl II Nr. 237/1998).⁴³ Bei Risikoklasse 1 sind keine Maßnahmen und ist keine verpflichtende Information vorgesehen. Wenn ein biologischer Arbeitsstoff in den Organismenlisten nicht enthalten ist, ist er nicht automatisch der Risikogruppe 1 zuzuordnen. Eine beabsichtigte Verwendung von Mikroorganismen in Form biologischer Arbeitsstoffe und damit zusammenhängend die Ermittlung und Beurteilung der Gefahren sollte also an die Zuordnung der jeweiligen Risikogruppe gebunden sein.

Hersteller von mikrobiologischen Reinigern geben zumeist an, dass nur Mikroorganismen der Risikoklasse 1 verwendet werden. Für EM-Produkte wird zudem angegeben, dass die meisten Mikroorganismen in der Lebensmittelproduktion verwendet werden. Alle Milchsäurebakterien und Hefen, die in EM-1 enthalten sind, werden zudem von der US FDA als GRAS (generally recognized as safe) eingestuft.⁴⁴ Im Fall von EM-Gebäudereinigern wurde explizit angegeben, dass EM hautverträglich sind und ohne Schutzkleidung angewandt werden können.⁴⁵ Zwei Hersteller von MO-Produkten gaben für alle verwendeten *Bacillus* spp. GRAS- und für einige QPS-Status (Qualified Presumption of Safety)⁴⁶ an (Interview Hersteller).

4.2 Chemikalienrecht

Die Darstellung der Identität von Stoffen unter REACH orientiert sich dabei eng an bisherigen Bestimmungsgrundsätzen zum EINECS sowie Alt- und Neustoffrecht. Danach werden Stoffe grundsätzlich in zwei Gruppen eingeteilt:⁴⁷

1. Stoffe mit definierter Zusammensetzung (Stoffe bestehend aus definierten Hauptkomponenten und Verunreinigungen sowie Hilfsstoffen).
2. Sogenannte UVCB-Stoffe (Substances of Unknown, Variable composition, Complex reaction products or Biological Materials).

UVCB-Stoffe sind Stoffe, deren qualitative und/oder quantitative Zusammensetzung mehr oder weniger unbekannt und variabel ist. UVCB-Stoffe, wie komplexe Reaktionsgemische oder

⁴³ Download unter: <http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/biologische/biologischerarbeitsstoffe020.htm>. Manche Länder haben zur Erleichterung der Einstufung auch Listen beschlossen, in denen Organismen der Risikogruppe 1 gelistet sind.

⁴⁴ http://www.go-emco.co.jp/en/about_em/index.php#article_00008.

⁴⁵ EMGEO: Biologische Gebäudereinigung mit Effektiven Mikroorganismen (EM). http://www.emgeo.de/online/templatemedien/all_lang/resources/EM-Geb%C3%A4udereinigung.pdf

⁴⁶ QPS ist dem GRAS-Konzept ähnlich und wurde von der EFSA für die Anwendung im Lebensmittelbereich entwickelt. Jeder Mikroorganismenstamm, dessen Identität eindeutig festgestellt und der einer QPS-Gruppe zugeordnet werden kann, muss zwar eventuell festgelegte Bedingungen erfüllen, wäre aber darüber hinaus befreit von der Notwendigkeit einer weiteren Sicherheitsbewertung bereit.

⁴⁷ REACH-Helpdesk: Kurz-Info: Leitfaden zur Definition und Benennung von Stoffen. <http://www.reach-helpdesk.de/de/Downloads/Kurzinfo-Stoffidentitaet.pdf>.

Extrakte, werden daher in aller Regel nicht nur durch die genaue Zusammensetzung, sondern auch durch zusätzliche Parameter definiert. Hierzu zählen der Reaktionsprozess, das Extraktionsverfahren der Ursprungsorganismus usw.

Demnach wäre es evt. möglich, komplexe Enzymextrakte unter REACH zu erfassen, auch wenn deren Produktionsorganismus noch im Extrakt vorhanden ist (z.B. als UVCB sub-type 1 oder 3 nach ECHA 2007⁴⁸). Diese Betrachtungsweise ließe sich evt. auf Mikroorganismen in Reinigern anwenden. Die darin enthaltenen Mikroorganismen produzieren für den Reinigungseffekt erforderliche Enzyme, die teilw. in der Zelle angereichert und teilw. aus der Zelle in die umgebende Flüssigkeit abgegeben werden (und als solche dann unabhängig vom Vorhandensein der Mikroorganismen sind). Allerdings müssen auch UVCB-Stoffe grundsätzlich eindeutig zu identifizieren sein, d. h., alle für den Stoff relevanten Informationen sind anzugeben. Das hieße, dass nicht die Mikroorganismen selbst, sondern das durch diese Mikroorganismen produzierte komplexe Stoffgemisch dann z.B. unter die UVCB-Definition fallen könnten.⁴⁹ Folgt man dieser Betrachtung, würde die Einstufung und Kennzeichnung nach den herkömmlichen Kriterien des Chemikalienrechts erfolgen, die auf definierte chemische Einzelsubstanzen ausgelegt ist und mikroorganismenspezifische Risikofaktoren wie z.B. Pathogenität jedenfalls nicht umfassen. Eventuell wäre für die Stoffidentifizierung dann eine taxonomische Identifizierung der Mikroorganismen erforderlich.

Darüber hinaus würde sich hier wohl auch das Problem der Unterscheidbarkeit von registriertem und nicht-registriertem Stoff stellen, das von den Autoren des Berichts bereits ausführlich im Zusammenhang mit Enzymen diskutiert worden ist (Federal Environment Agency/IFZ 2002).

Folgt REACH allerdings der Interpretation des Stoffbegriffs im bisherigen EU-Chemikalienrecht, dann wäre davon auszugehen, dass lebende Mikroorganismen (worunter auch Sporen fallen würden) generell vom EU-Chemikalienrecht ausgenommen sind (MOD 2006, S.106-107)⁵⁰:

"5.12 APPLICABILITY OF THE DIRECTIVE TO MICRO-ORGANISMS

(NOT GENETICALLY MODIFIED)99,100,101

Directive 67/548/EEC and its 7th Amendment (92/32/EEC) are the basis for the notification of "new" substances. Article 2 defines the meaning of "substance" and "preparation" respectively for the purpose of the Directive. "Substance" means chemical elements and their compounds in the natural state or obtained by any production process...; "preparations" mean mixture or solutions

⁴⁸ ECHA (2007): Guidance for the identification and naming of substances under REACH. http://bookshop.eu.int/eubookshop/download.action?fileName=ED3007006ENC_002.pdf&eubphfUid=10024870&catalogNbr=ED-30-07-006-EN-C.

⁴⁹ Unklar ist hier u. a., inwieweit es für diese Betrachtungen eine Rolle spielt, dass es eine notwendige Vorbedingung für die technische Funktion ist, dass die Sporen aus der Stammlösung auskeimen und, dass sich die Mikroorganismen vermehren.

⁵⁰ European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. MANUAL OF DECISIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE SIXTH AND SEVENTH AMENDMENTS TO DIRECTIVE 67/548/EEC ON DANGEROUS SUBSTANCES (DIRECTIVES 79/831/EEC AND 92/32/EEC) (NON-CONFIDENTIAL VERSION). Updated: 03rd July 2006; http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/New-Chemicals/Manual_of_decisions.pdf; Kapitel 5.12.

composed of two or more substances. However Article 1 declares that the Directive shall not apply to substances or preparations for which other notification or approval procedures exist, e.g. medicinal substances, foodstuffs or pesticides. Additionally, according to Article 13, substances which appear in the EINECS inventory ("old" or "existing" substances) shall be exempted from the obligation to notify. In principle, for the notification of new substances the same rules are used as for the reporting of substances for EINECS. Taking into account that substances obtained by any production process have to be notified according to Directive 92/32/EEC, substances produced by micro-organisms (e.g. enzymes produced by biotechnology) have to be notified, if no exemptions are to be applied. However it has to be checked whether micro-organisms themselves are "substances" within the definition of the Directive or not. Several cases can be distinguished:

2. Living micro-organisms as bacteria (prokaryota) and fungi (mycota, including yeasts)

Living organisms are obviously not covered by the definition of Directive 92/32/EEC and do not have to be notified. Other wise, the notification of animals and plants becomes an issue. Also, living organisms were not included in EINECS. Rule 19 of the EINECS criteria for reporting substances (Chapter II of "Reporting for the EINECS Inventory" (see Section 2.3) states that "Bacteria, fungi and yeasts themselves, being living material, should not be reported." [...] "Since there is no exemption to the general rule that substances obtained by any production process have to be notified, those killed micro-organisms which can be defined as substances (e.g. protein or amino acid hydrolysates) have to be notified. **Living organisms, in contrast, do not have to be notified.**" (MOD 2006, S.106-107).

Die REACH-Verordnung thematisiert diesen Fall nicht, ein expliziter Ausschluss vom Geltungsbereich der REACH-Verordnung lässt sich zumindest aus dem Verordnungstext nicht ersehen.⁵¹ In den Leitlinien für die Identifizierung von Stoffen unter REACH wird der Fall lebender Mikroorganismen allerdings nicht mehr explizit angesprochen.

Aus diesen Gründen erscheint es aus Sicht der Autoren als wenig wahrscheinlich aber nicht explizit ausgeschlossen, dass die mikrobielle Fraktion in einer der vorhin diskutierten Varianten unter REACH fallen könnte. Laut Auskunft eines Herstellers wurde von den holländischen und finnischen zuständigen Behörden bestätigt, dass Mikroorganismen/Sporen nicht unter REACH fallen.⁵²

Obwohl es voraussichtlich keine rechtliche Anforderung gibt, wird von Herstellern bei der Bewertung und Kennzeichnung der Reinigerprodukte im Rahmen der „Material Safety Data Sheets“ (MSDS) die Mikroorganismenfraktion zumindest teilweise mit berücksichtigt. Von einem belgischen Hersteller/Importeur war dazu zu erfahren, dass für die Zusammenstellung der MSDS keine spezifischen Informationserfordernisse einhergingen und eine Erklärung des Herstellers ausreichte, dass von den enthaltenen Mikroorganismen keine Gefahr für die Gesundheit ausgeht.

⁵¹ Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 (Text with EEA relevance) .Official Journal L 353 , 31/12/2008 P. 0001 – 1355.

⁵² Von der Europäischen Chemikalienbehörde war dazu keine Stellungnahme zu erhalten.

4.3 Detergenzienverordnung

Die EU-Verordnung 648/2004 regelt das Inverkehrbringen von Wasch- und Reinigungsmitteln und legt die Anforderungen bezüglich ökologischer Eigenschaften, Kennzeichnung sowie Informationspflichten des Herstellers fest. In Beantwortung einer Herstelleranfrage haben sich die Europäische Kommission und die EU-Mitgliedstaaten darauf verständigt, dass mikrobiologische Reiniger keine Reinigungswirkung im Sinne der ISO-Definition haben „(‘the process by which soil is dislodged from the substrate and brought into a state of solution or dispersion’)“ – diese fallen daher nicht unter die Detergenzienverordnung (EC 2009). Diese Klarstellung bezog sich auf eine Anfrage zu einem spezifischen Produkt, für welches der Hersteller eine Reinigungswirkung durch mikrobiellen Abbau von Staubmilbenexkrementen angab. Ob sich diese Klarstellung daher auf die gesamte Palette der mikrobiellen Reiniger wie sie in diesem Bericht beschrieben sind, anwenden ließe, z.B. auch auf Oberflächenreiniger für Sanitäranlagen, bleibt unklar. Diese Unklarheiten konnten in Diskussion mit britischen Behördenvertretern (die dazu ebenfalls eine Klarstellung veröffentlicht hatten)⁵³ nicht geklärt werden.

4.4 Biozid-Produkte-Richtlinie⁵⁴

Neue Wirkstoffe unterliegen unmittelbar den Bestimmungen der Biozid-Produkte-Richtlinie 98/8/EG über das EU-Bewertungsverfahren. Wenn die Bewertung eines Wirkstoffes positiv abgeschlossen und der Wirkstoff in Anhang I, IA oder IB der Richtlinie aufgenommen worden ist, beginnt auf der Basis von Anträgen bei den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten das nationale Produkt-Zulassungs- oder Registrierungsverfahren für Biozid-Produkte, die diesen Wirkstoff enthalten. In diesem Rahmen werden die produktspezifischen Risiken bewertet. Erst mit der Zulassung/Registrierung dürfen Biozid-Produkte mit neuem Wirkstoff erstmals auf den Markt gebracht werden. In Österreich gilt in Umsetzung der EU-Richtlinie 98/8/EG das Biozid-Produkte-Gesetz.⁵⁵ Das Gesetz enthält damit auch Bestimmungen zur Kennzeichnung, Werbung, Meldepflichten und darüber hinaus zu detaillierten Überwachungsmaßnahmen.

Können mikrobiologische Reiniger als Biozide angesehen werden?

In Interviewgesprächen und Kontakten zu VertreterInnen der Wirtschaft und von Behörden wurde die Anwendung der Biozidrichtlinie als denkbar und prüfenswert dargestellt (Interview Interessensvertretung Wirtschaft, Behörde).

⁵³ <http://www.pesticides.gov.uk/detergents.asp?id=1677>.

⁵⁴ Dieser Abschnitt bezieht sich nur auf die Mikroorganismen und bezieht andere Inhaltsstoffe der Reiniger nicht mit ein, auch dann nicht, wenn es sich dabei um mögliche biozide Wirkstoffe handelt.

⁵⁵ http://www.biozide.at/index.php?id=6&type=0&jumpurl=uploads%2Fmedia%2FBiozidG_06.pdf&juSecure=1&locationData=6%3Att_content%3A939&juHash=cee39fb0f5.

Dem scheint die Erfahrung eines Herstellers zu widersprechen, der u. a. mikrobiologische Reiniger für Krankenhäuser entwickelt und vermarktet. Ein klinische Studie in einem holländischen Krankenhaus, in der mikrobiologische Reinigung mit chemischen Reinigern und Desinfektionsmitteln verglichen wurde, ergab zwar eine höhere Gesamtkeimzahl, aber eine Reduktion von problematischen Keimen wie coliformen Bakterien, *Clostridium* sp. *Staphylococcus.ausreus*. Allerdings wird hier vom Hersteller von „Mikroorganismenmanagement“ gesprochen und keine biozide Wirkung angegeben.⁵⁶ Auf der Website des Herstellers wird die Wirkung wie folgt beschrieben: „The use of probiotic cleaning products in hospitals, retirement homes and related facilities introduces a stable and healthy microbial community lowering the risk of problems with pathogens.“⁵⁷ [...] “It cleans and degreases fast and thoroughly, and creates a stable and healthy microbiota in the environment, making disinfection in most cases redundant.“⁵⁸ Nach Angaben des Herstellers wurde in Konsultationen mit den zuständigen Behörden des Mitgliedstaates festgestellt, dass diese Produkte nicht als Biozid gelten.

Aufgrund dieser divergierenden Angaben werden zu dieser Frage in Folge einige systematische Überlegungen angestellt:

Ein Reiniger fällt normalerweise dann unter die Biozidrichtlinie, wenn

- eine Reinigung von lebenden unerwünschten Mikroorganismen oder Sporen erfolgt, denn nur dann spricht man von einer desinfizierenden Wirkung
- diese desinfizierende Wirkung direkt oder indirekt ausgelobt wird: z.B. durch Hinweise auf eine „hygienische“ Wirkung oder durch Bezug auf Mikroorganismen. Diese Auslobung: muss nicht unbedingt auf der Verpackung oder in der Produktinformation erfolgen, sondern kann z.B. auch eine Website oder Werbung des Herstellers sein. Eine Auslobung als Biozid liegt vor, wenn auch nur annähernd angedeutet wird, dass sich die Zahl der pathogenen Keime verringert. Diesbezüglich stellt das Manual of Decisions⁵⁹ fest:

“The definition of a biocidal product in the BPD is that it is ‘intended’ as such and this does not necessitate a claim to be made. However, it is reasonable to expect that an intended biocidal action would be reflected in a relevant claim. In the absence of such a claim, on the label or elsewhere, some other relevant matter in the context in which the product is presented beyond its formulation (e.g. presentation of the product, use instruction, main function, etc.) would be needed to justify a conclusions that it was ‘intended’ to be biocidal. If the main function of the product is not biocidal, the product has no claim for having a biocidal function and the intention is not to use it as a biocidal product, then it is not within the scope of the BPD. In case of a divergence of views concerning a particular product between the authorities and the person responsible for

⁵⁶ Chrisal: PIP Healthcare®. For efficient and sustainable probiotic cleaning. Information Brochure.

⁵⁷ <http://www.chrisal.be/index.php?item=24&subitem=100>.

⁵⁸ <http://www.chrisal.be/index.php?item=24&subitem=100&subsubitem=66>.

⁵⁹ Entscheidungen zur Interpretation der Biozidrichtlinie haben den Stellenwert von Präzedenzfällen. Diese werden im MOD gesammelt und bei künftigen Abgrenzungsfällen als Interpretationsgrundlage herangezogen.

placing the product on the market, it is up to the latter to demonstrate that no biocidal effect was intended.” (MOD 2008, S.25-36)⁶⁰

Falls die Senkung der Keimzahl nicht ausgelobt, dann fällt ein Produkt nur auch dann unter die Biozid-Produkte-Richtlinie, wenn es einen Stoff enthält, der unter die Richtlinie fällt, außer der Hersteller kann beweisen, dass der biozide Stoff zwar enthalten, aber in speziell diesem Biozid nicht wirksam ist.

Eventuell kann auch bereits eine Auslobung als „geruchsvermeidend“ oder „die Hygiene verbessernd“ in dieser Richtung interpretiert werden.⁶¹

Für eine Vermarktung als Biozid wäre der Wirkmechanismus im Antragsverfahren anzugeben und müsste die Wirksamkeit nachgewiesen werden. Evt. müssten aber auch biozide Wirkungen, die nicht explizit ausgelobt werden, hinsichtlich ihrer Rolle (z.B. Reinigung, Geruchsbekämpfung) beschrieben werden.

Biozide Wirkungen könnten auch von Mikroorganismen ausgehen. Tatsächlich sind Mikroorganismen in den Anhängen der Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 gelistet (z.B. *B.subtilis* (Deutschland) und *B.sphaericus* (Italien) im Anhang I und II).

Biozide Wirkung muss sich nicht notwendigerweise auf Zelltod beschränken sondern könnte auch eine Verdrängung von bestimmten Mikroorganismen z.B. durch Nahrungskonkurrenz umfassen:

„Article 2 Definitions

1. For the purposes of this Directive the following definitions shall apply:

(a) Biocidal products

*Active substances and preparations containing one or more active substances, put up in the form in which they are supplied to the user, intended to destroy, deter, render harmless, **prevent the action of, or otherwise exert a controlling effect on any harmful organism by chemical or biological means.***

[...]

(d) Active substance

*A substance or **micro-organism** including a virus or a fungus having general or specific action on or against harmful organisms.“*

⁶⁰ “2.1.8.1. Biocidal / non-biocidal claims. Question: Are the following products covered by the BPD:

[...]products which have a non-biocidal function, but which may also exert, depending on the conditions of use, a biocidal function (and no claims are made in this respect), such as a deodoriser that may control harmful organisms in the process; In other words, which are the ways in which the intent to control harmful organisms is deemed to be manifested (e.g. through claims)?“ (MOD 2008, S.25).

⁶¹ Diese Ansicht wurde im Projektworkshop von einer Biozidexpertin vertreten.

Dazu sind im Manual of Decisions (MOD 2008) folgende Fälle beschrieben, die sich als Referenz heranziehen ließen:

“2.3.16. Nutrients for beneficial micro-organisms

Question: A product has been developed for "conservation" of additives in the field of paper production. The product contains specifically assorted nutrients and when it is added a displacement-process takes place among the micro-organisms. Those microorganisms that produce undesired metabolites that have a negative impact on the additives, are overgrown by micro-organisms that produce metabolites that do not have any negative impact. Is this a biocidal product within the scope of the Biocides Directive?

*Answer (agreed in January 2003): Under the assumption that the product consisting of the nutrients when added to the **additives only supports the growth of those microorganisms that do not produce undesired metabolites, and has no significant direct effect on the other micro-organisms, this product is not a biocidal product.** According to the definition in Article 2(1)(d) of the Directive, an active substance must have a direct action on or against harmful organisms, whereas here the action is on a wanted or useful organisms. This is similar to the case of calcium nitrate used to prevent the growth of bad smelling organisms in chemical toilets²⁴. In that case it was agreed that calcium nitrate was not a biocide, since the action on the harmful organisms was only indirect.” (MOD 2008)⁶²*

Zum Thema Calciumnitrat heißt es dann:

“Agreement 7

Issue: Products that contain substances (e.g. calcium nitrate) which prevent the growth of bad-smelling microorganism by promoting the breakdown of organic matter by non-smelling organisms and by this disfavours [sic!] the growth of bad-smelling organisms. Nutrients (e.g. nitrate) added to oil wells to support growth of one type of bacterium over another. These are used in the oil industry to prevent anaerobic bacteria producing unwanted material – usually hydrogen sulphide.

*Agreement: **Not a biocidal active substance since according to the definition in Article 2(1)(d) of Directive 98/8/EC, an active substance must have a direct action on or against harmful organisms, whereas here the action is on a wanted or useful organisms.**”(EC 2003, S.3)⁶³*

Übertragen auf mikrobiologische Reiniger könnte interpretiert werden, dass die Zugabe von Nährstoffen zur Verbesserung der Wachstumsbedingungen von nicht-problematischen Mikroorganismen alleine nicht ausreicht, um eine biozide Wirkung zu begründen, da diese indirekt erfolgt.

An anderer Stelle wird eine Spezialanwendung von mikrobiologischen Produkten angesprochen:

„2.3.19. Cleaning product and antifouling product containing microorganisms

Question: A company wishes to market a product, containing various species of microorganisms to aid the cleaning (during maintenance) of surfaces that usually reside under water (hulls of boats

⁶² MANUAL OF DECISIONS FOR IMPLEMENTATION OF DIRECTIVE 98/8/EC CONCERNING THE PLACING ON THE MARKET OF BIOCIDAL PRODUCTS. Last modified: 10.07.2008. <http://ec.europa.eu/environment/biocides/pdf/mod.pdf>.

⁶³ EC (2003): Guidance document agreed between the Commission services and the competent authorities of the Member States for the Biocidal Products Directive 98/8/EC. Doc-Biocides-2002/04-Rev3. 31.10.2003. <http://ec.europa.eu/environment/biocides/pdf/definitions.pdf>.

etc.). The product's aim is to reduce the adhesion of various fouling organisms onto the surface. The company claims that the product has EPA approval for this use. The Company claims that the product does not act on the organisms itself but on the adhesive material (cement) that the organisms secrete from glands and use to attach themselves to a surface. The formulation is a mixture of enzymes and micro-organisms which hydrolyse the 'cement'. The cleaning product has no known residual effect once the surface has been rinsed clean. The Company claims that the product is not intended to have a biocidal effect nor is it intended to control growth or settlement of fouling organisms. In addition the company plans to extend the product range to introduce the same technology formulated into a marine underwater hull coating. Such a product is currently sold to the yacht and leisure craft market in the USA (the company claims that it has EPA approval). This coating contains the same enzyme/micro-organism mix as the cleaning product described above. It deters the settlement of marine growth by hydrolysing the cement adhesive they secrete and preventing their adhesion to the surface. The Company claims it does not have a damaging effect on the marine organisms themselves. Are these products within the scope of the BPD and, if so, under which product types?

Answer (agreed in December 2004 and modified in July 2005): A biocide is defined in Article 2 of the BPD as active substances and preparations containing one or more active substances, put up in the form in which they are supplied to the user, intended to destroy, deter, render harmless, prevent the action of, or otherwise exert a controlling effect on any harmful organism by chemical or biological means. For both products, the mode of action of the various enzymes and species of microorganisms appears to be the reduction of the adhesion of various organisms such as barnacles, clams and other marine growth onto surfaces. This ties in with the deterrence, rendering harmless or prevention the action of the undesired organisms criteria in the definition albeit indirect chemical (hydrolysis) action on the adhesive material (cement) of such organisms. It is clearly not necessary to have a 'damaging' effect on the fouling organisms. Upon further enquiries, the company itself explained that the product 'acts upon the polysaccharide component of the adhesive material secreted by the settling organism'. **So there is obviously an action on or against the harmful organism as contained in the definition of Directive 98/8/EC.** Consequently, the product intended to be used in underwater coatings is an antifouling product within the scope of Directive 98/8/EC. For the cleaning product the situation is more complicated. A normal detergent would most likely not have an effect as described in the preceding paragraph. The fact that in the 'cleaning' product there are 'no residual effects once the surface has been rinsed' is not really relevant - most disinfectants are applied and then washed away without residual effects (e.g. disinfectants used on surfaces). **It is therefore considered that the 'cleaning product' is also under the scope of the BPD and should fall into PT 2: Private area and public health area disinfectants and other biocidal products.** The company had also suggested that both products had approval with the US EPA. Upon verification with the EPA, it was found that no approvals existed. However, the EPA indicated that both products would require approval given that they made antimicrobial claims." (MOD 2008).

Aus beiden Beispielen lässt sich schließen, dass eine direkte Wirkung vorliegen muss. Ob sich eine derartige Wirkung auch bei mikrobiologischen Reinigern zeigen lässt, hängt nun vom genauen Wirkmechanismus und von der Interpretation ab. Ähnlich wie bei oben beschriebenen Fall scheinen in manchen Fällen auch Nährmedienbestandteile in der Anwendungslösung des Reinigers enthalten zu sein (z.B. Zuckerrohrmelasse, Fruchtkernextrakten). Anders als in jenem Fall werden hier aber spezifische Mikroorganismen zugesetzt. Erfolgt die Wirkung ausschließlich über Nahrungskonkurrenz, könnte dies trotzdem als direkte Wirkung auf die unerwünschten Mikroorganismen gesehen werden, da es sich um einen spezifischen Nahrungsentzug handelt. Evt. sind auch andere Mechanismen wirksam: z.B. können Mikroorganismen bakteriozide, bakteriostatische bzw. fungizide oder fungistatische Substanzen bilden, die wiederum spezifisch das Wachstum von bestimmten Mikroorganismengruppen hemmen bzw. dies sogar abtöten können. Ebenso können Mikroorganismen durch ihre Stoffwechselaktivitäten ein unvorteilhaftes Klima für das Wachstum anderer Mikroorganismen schaffen (z.B. pH-Verschiebung). Derartige

Mechanismen sind für mikrobiologische Reiniger nicht beschrieben, zumindest nicht in öffentlich zugänglicher Form. Allerdings erwecken die wenigen und sehr unpräzisen Beschreibungen des Wirkmechanismus auch den Eindruck, dass die Wirkmechanismen nicht wirklich vollständig klar sind.

Nach eigenen Angaben haben Hersteller auch fallweise nationale Behörden bzw. akkreditierte Prüfinstitutionen mit dieser Frage kontaktiert. Im Fall von Reinigern, die als MO-Komponente ausschließlich Bacillus-Sporen enthalten, haben nach Herstellerangaben die belgischen und holländischen Behörden sowie ein deutsches Institut bestätigt, dass kein Biozid vorliegt. Dies wird auch in einer Studie des holländischen VWA bestätigt (VWA 2004). Interessanterweise beschrieben diese Hersteller Milchsäurebakterien, die auch in mikrobiologischen Reinigern eingesetzt werden (Wachstumshemmung anderer Mikroorganismen durch pH-Verschiebung) als potentiell biozid (Interviews Hersteller, Hersteller im Projektworkshop). Konkrete Informationen dazu liegen allerdings nicht vor.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Frage, ob und in welchen Fällen mikrobiologische Reiniger als Biozide eingestuft werden könnten, offen bleibt. Sehr wahrscheinlich muss für die Beantwortung dieser Frage sehr genau nach den Wirkmechanismen differenziert werden, was insbesondere bei komplexen Mischungen von Mikroorganismen und/oder nicht (vollständig) bekannten Wirkmechanismen schwierig ist (letzteres wurde in einem Kontakt mit den zuständigen belgischen Behörden bestätigt (Interview Behörde)). Der zweite zentrale Aspekt ist die Art der Auslobung. Zumindest bei den Produkten für den Krankenhausbereich scheint man hier den Grenzbereich auszuloten (Diskussion Projektworkshop).

4.5 Gentechnikgesetz

Eine Anwendung von genetisch veränderten Mikroorganismen (GVM) in Reinigern ist auszuschließen, da dieser nach dem EU-Recht eine Genehmigung des Inverkehrbringens nach EU-Richtlinie 2001/18/EG vorausgehen müsste. Weder liegt eine entsprechende Genehmigung vor noch wurde ein derartiger Antrag je eingebracht. Analoges gilt für andere Staaten. Hersteller von EM geben generell und Hersteller von Mikroorganismen vereinzelt explizit an, dass keine GVM verwendet wurden.

4.6 Produktsicherheitsgesetz

Falls sektorales EU-Recht nicht anwendbar wäre, ist immer noch die Produktsicherheit gemäß EU-Richtlinie 2001/95/EG über allgemeine Produktsicherheit (in Österreich umgesetzt durch das Produktsicherheitsgesetz (PSG))⁶⁴ zu überprüfen. Falls es auch keine spezifischen nationalen Normen gibt, muss die Produktsicherheit nach folgenden Kriterien bewertet werden:

⁶⁴ Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Dezember 2001 über die allgemeine Produktsicherheit. Amtsblatt Nr. L 011 vom 15/01/2002 S. 0004 – 0017.

- „die Empfehlungen der Kommission zur Festlegung von Leitlinien für die Beurteilung der Produktsicherheit,
- die im betreffenden Bereich geltenden Verhaltenskodizes für die Produktsicherheit,
- der derzeitige Stand des Wissens und der Technik,
- die Sicherheit, die von den Verbrauchern vernünftigerweise erwartet werden kann.“
(Art.3(3)).

Demnach kann man davon ausgehen, dass Hersteller/Importeure in jeden Fall die Verpflichtung haben, die Produktsicherheit zu bewerten und Konsumentinnen über allfällige Risiken zu informieren. Die Anforderung der Richtlinie lässt jedoch einen weiten Interpretationsspielraum zu, wie eine hinreichende Sicherheitsbewertung von mikrobiologischen Reinigern im Detail erfolgen soll.

4.7 Regulierung von mikrobiellen Reinigern in Kanada und den USA

4.7.1 Kanada

In Kanada fällt die Herstellung und der Import von lebenden Mikroorganismen unter die New Substance Notification Regulations (NSNR) im Rahmen der Canadian Environment Protection Act (CEPA) (äquivalent dem EU Chemikalienrecht). 1999 wurde der Substanzbegriff im CEPA um biotechnisch hergestellte Substanzen einschließlich lebender (Mikro)organismen erweitert.⁶⁵ Hersteller oder Importeure müssen sicherstellen, dass der Mikroorganismus bereits auf der Domestic Substance List (DSL) (kombiniertes Alt- und Neustoffverzeichnis) eingetragen ist, ansonsten liegt eine neue „Substanz“ vor und somit kann eine Neuanmeldung erforderlich sein (Environment Canada o.Jg., 2000, Government of Canada, Environment Canada, Health Canada 2001). Für die Bereitstellung von Informationen gibt es detaillierte Richtlinien. Gesundheits- und Umweltrisiken werden gemeinsam durch Health Canada und Environment Canada bewertet. Damit ist Kanada eines der wenigen Länder mit einem Zulassungsverfahren für Mikroorganismen in mikrobiologischen Reinigern.

Die DSL enthält derzeit ca. 50 Mikroorganismen (der Eintrag erfolgt auf Stammebene) sowie zwei Mischkulturen („consortia“).⁶⁶ In allen Fällen konnten die Hersteller allerdings nachweisen, dass diese Mikroorganismen bereits zuvor in Kanada genutzt wurden, wodurch keine Neuanmeldung erforderlich war. Keiner dieser Stämme hat daher eine Risikoabschätzung nach den kanadischen

⁶⁵ Konkretisierend für Mikroorganismen heißt es “A pure culture of a bacterium is considered a substance, as is a complex unformulated natural combination of micro-organisms isolated from the environment. A deliberate mixture of micro-organisms is not considered a substance” (Government of Canada, Environment Canada, Health Canada 2001).

⁶⁶ Environment Canada: List of organisms on the Domestic Substances List. Updated 20-08-2008. <http://www.ec.gc.ca/substances/nsb/pdf/biolist.pdf>.

Richtlinien durchlaufen (Government of Canada, Environment Canada, Health Canada (2001). Die Behörden verfügen über keine Informationen, welche der gelisteten Mikroorganismenstämme in mikrobiellen Reinigern verwendet werden (Interview Behörde).

4.7.2 USA⁶⁷

Anders als in Kanada werden in den USA „naturally occurring microorganisms“ und damit auch mikrobielle Reiniger generell nicht reguliert. Natürliche Mikroorganismen werden von der US EPA als implizit im Toxic Substances Control Act (TSCA) Chemical Substance Inventory enthalten angesehen. Unter den Begriff „natürlicher Mikroorganismus“ fallen alle Mikroorganismen, die nicht der Definition eines genetisch veränderten Mikroorganismus (Gentransfer über die Gattungsgrenze hinaus) entsprechen. Produkte, die als Biozide oder Pestizide eingestuft werden, würden unter den Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act (FIFRA) fallen und entsprechend vom US Department of Agriculture (USDA) einer Bewertung unterzogen werden. Bei mikrobiellen Reinigern, wie sie im Focus dieser Studie stehen, liegen i. d. R. keine entsprechenden Auslobungen vor - diese werden dann auch nicht als Biozide angesehen.

4.8 Zusammenfassung und Resümee

In diesem Kapitel wurde untersucht, welches harmonisierte EU-Recht auf mikrobiologische Reiniger anwendbar ist oder sein könnte – dabei lag der Fokus auf Rechtsmaterien, die auf Umwelt- und/oder Gesundheitsschutz abzielen.

ArbeitnehmerInnenschutz: Mikrobiologische Reiniger fallen unter die EU-Richtlinie 2000/54/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, in Österreich sind das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (AschG) und die Verordnung für biologische Arbeitsstoffe relevant. Darin ist vorgesehen, dass der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung vornehmen muss, in der die Mikroorganismen auf Basis von Organismenlisten in eine von vier Risikogruppen eingestuft werden. Nur von Risikogruppe 1 gehen keine Gefahren für den Menschen aus. Meldepflichten an die zuständige Behörde sowie Schutzmaßnahmen für Arbeitnehmer hängen von der Einstufung ab Stufe 2 ab. Darüber hinaus bezieht die Gefährdungsbeurteilung noch andere Aspekte wie Expositionsformen sowie toxische und allergene Eigenschaften (die in den Risikogruppen nicht berücksichtigt sind) mit ein.

REACH: Mikrobiologische Reiniger fallen hinsichtlich ihrer chemischen Komponenten unter das EU-Chemikalienrecht REACH. Die enthaltenen lebenden Mikroorganismen oder Sporen fallen allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht unter den REACH-Stoffbegriff. Dies wird durch Herstellerangaben bestätigt, wonach REACH in der Sichtweise der holländischen und finnischen zuständigen Behörden nicht anwendbar ist. Eine Restunsicherheit besteht, da das alte EU-

⁶⁷ Dieser Abschnitt beruht im Wesentlichen auf einem Interview mit der US EPA und ergänzenden Recherchen.

Chemikalienrecht im Manual of Decisions lebende Mikroorganismen explizit ausgeschlossen hatte, die REACH Guidelines dies aber nicht tun. Eine weitere – evt. wahrscheinlichere - Möglichkeit wäre, dass die von den Mikroorganismen produzierten Enzyme ebenso wie die als Reinstoffe zugesetzten Enzyme als UVCB-Stoffe angesehen werden. Obwohl daher keine rechtliche Erfordernis besteht, werden in den MSDS von mikrobiologischen Reinigern trotzdem fallweise und in unterschiedlicher Form Angaben zur mikrobiellen Fraktion gemacht.

Detergenzienverordnung: In Beantwortung einer Herstelleranfrage haben sich die Europäische Kommission und die EU-Mitgliedstaaten darauf verständigt, dass mikrobiologische Reiniger keine Reinigungswirkung im Sinne der ISO-Definition haben und daher nicht unter die Detergenzienverordnung EU-Verordnung 648/2004 fallen. Diese Klarstellung bezog sich auf eine Anfrage zu einem spezifischen Produkt, für welches der Hersteller eine Reinigungswirkung durch mikrobiellen Abbau von Staubmilbenexkrementen angab. Ob sich dies Klarstellung tatsächlich auf die gesamte Palette der mikrobiellen Reiniger anwenden ließe, bleibt unklar.

Biozid-Produkte-Richtlinie: Mikrobiologische Reiniger erfüllen Voraussetzungen, die eine Einstufung als Biozid für bestimmte Anwendungen als möglich erscheinen lassen:

1. Von Mikroorganismen können grundsätzlich biozide Wirkungen ausgehen, zwei *Bacillus* spp., darunter *B. subtilis* (der auch in manchen mikrobiologischen Reinigern enthalten ist) sind im Anhang der Verordnung (EG) 1451/2007 gelistet.
2. Unter biozide Wirkungen würden auch chemische oder biologische Verdrängungsprozesse von unerwünschten Mikroben fallen, sofern eine direkt Wirkung vorliegt. Hier könnte der oder die genauen Wirkmechanismen entscheidend sein: Eine einfache Nahrungskonkurrenz alleine genügt evt. nicht. Allerdings können viele Mikroorganismen bakteriozide, bakterostatische, fungizide und fungistatische Substanzen bilden oder durch eigene Stoffwechselfvorgänge die Wachstumsbedingungen für andere Mikroorganismen verschlechtern (z.B. durch pH-Verschiebung infolge von Gärungsprozessen bei *Lactobacillus* spp.). Hersteller sprechen zumeist von Nahrungskonkurrenz, jedoch werden dazu meist keine genaueren Angaben gemacht.
3. In machen Fällen finden sich Auslobungen, die als biozide Wirkungsbehauptung interpretiert werden können, speziell bei Reinigern im Krankenhausbereich aber auch bei normalen Unterhaltsreinigern wenn Geruchsvermeidung ausgelobt wird.

In der bisherigen Praxis haben nationale Behörden in Holland und Belgien auf Herstelleranfragen allerdings bestätigt, dass kein biozides Produkt vorliegt. Die Frage, ob und in welchen Fällen die Biozid-Produkte-Richtlinie anwendbar ist, konnte im Rahmen dieser Studie nicht weiter geklärt werden. Dasselbe gilt auch für die mögliche Anwendung des Chemikalienrechts REACH. Ein Hersteller gab an, dass für seine Produkte die Detergenzienverordnung zur Anwendung kommt. Deziidiert ausgeschlossen werden kann eine Anwendung des Gentechnikgesetzes, da keine genetisch veränderten Mikroorganismen eingesetzt werden.

Falls sektorales EU-Recht nicht anwendbar wäre, ist immer noch die Produktsicherheit gemäß EU-Richtlinie 2001/95/EG über allgemeine Produktsicherheit (in Österreich umgesetzt durch das Produktsicherheitsgesetz) zu bewerten und sind KonsumentInnen über allfällige Risiken zu informieren. Allerdings gibt es viel Interpretationsspielraum, wie diese Verpflichtung auf mikrobiologische Reiniger umzulegen ist.

In Kanada ist bei Herstellung, Import und Anwendung von lebenden Mikroorganismen gemäß der New Substance Notification Regulations eine Neuanmeldung durchzuführen, wenn diese Mikroorganismen nicht bereits in der Domestic Substance List enthalten sind. Darin müssen detaillierte Informationen zu Gesundheits- und Umweltrisiken enthalten sein. In den USA werden Mikroorganismen, außer wenn sie genetisch verändert sind, grundsätzlich nicht reguliert. Ausgenommen sind Produkte, die als Biozide oder Pestizide eingestuft werden, was allerdings für mikrobiologische Reiniger nach vorliegenden Informationen nicht zutrifft.

5 Bewertung

Im Rahmen dieser Studie konnten nur drei Studien zu Wirksamkeit von mikrobiologischen Reinigern recherchiert werden, von denen nur eine Studie im Volltext zugänglich ist. Zu ökologischen Nutzen sowie zu ökologischen oder gesundheitliche Risiken wurden mit Ausnahme der VWA-Studie keine weiteren Arbeiten gefunden.⁶⁸ Von den Herstellern gibt es zu all diesen Bereichen zumeist nur sehr wenige Informationen. Die Informationen über gesundheitliche Risiken während Produktion und Anwendung beschränken sich zumeist auf die Zuordnung der Mikroorganismen zu Risikoklasse 1 und teilweise des GRAS oder QPS Status. Auch bezüglich der Wirkmechanismen liegen zumeist keine Detailinformationen vor.

Auf dieser Basis kann eine fundierte Bewertung dieser Technologie und Produkte nicht geleistet werden. Dieses Kapitel beschränkt sich daher auf Überlegungen zu Bewertung und Bewertungsgrundlagen.

Ein zweiter wichtiger Aspekt ist, dass es nicht angemessen wäre, mikrobiologische Reiniger als eine homogene Kategorie darzustellen. Aus den Recherchen geht deutlich hervor, dass es zwischen Herstellern und zwischen Produkten deutliche Unterschiede im Bezug auf folgende Aspekte gibt:

- Enthaltene Mikroorganismen und deren Ursprung
- Prozessführung und Qualitätskontrolle
- Kenntnis über und Deklaration von enthaltenen Mikroorganismen
- Detailkenntnisse über die Wirkungsweise der Mikroorganismen

Die große Bandbreite in diesen Bereichen ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass zumindest die Mikroorganismenfraktion von mikrobiologischen Reinigern mit Ausnahme des Arbeitsschutzes derzeit nicht spezifisch geregelt ist.

Bei der Betrachtung gesundheitlicher und ökologischer Risiken mikrobiologischer Produkte ist es hilfreich, die Risikobetrachtung der Mikroorganismen von denen zu sonstigen Inhaltsstoffen wie Tensiden, Enzymen, Konservierungsmitteln und Duftstoffen zu trennen. Für letztere gelten klar das europäische Chemikalienrecht sowie die Detergenzienverordnung. Die nachfolgenden Betrachtungen fokussieren auf die mikrobielle Fraktion, die chemische Fraktion wird dabei – abgesehen von der Bewertung der ökologischen Nutzen - nur am Rande berücksichtigt.

⁶⁸ Von dieser in holländischer Sprache verfassten Arbeit erlangte das Projektteam erst unmittelbar vor Abschluss der vorliegenden Studie Kenntnis (VWA 2004). Mit einer der VWA-AutorInnen wurde daraufhin ein Telefoninterview geführt. Interessanterweise kommen beide Studien zu sehr ähnlichen Schlussfolgerungen.

5.1 Wirkungsweise und Anwendernutzen

Der Nutzen ist durch eine Wirksamkeit in der ausgelobten Anwendung gegeben. Die häufigsten Anwendungen betreffen dabei – wie in Kapitel 3 ausgeführt – die Unterhaltsreinigung zur Geruchsentfernung, den Abbau von Fetten sowie den Abbau von Ölen und Ölrückständen. In der vorliegenden Untersuchung konnten dazu zwar sowohl Pro- als auch Contra-Behauptungen (z.B. Produktclaims) recherchiert werden, allerdings kaum unabhängige Prüfberichte und Untersuchungen, in denen eine Wirksamkeit durch eine unabhängige Stelle untersucht und belegt wird. Dies hängt auch damit zusammen, dass im Unterschied zum Desinfektionsmittelbereich für den Reinigungsbereich keine standardisierten Prüfungsmethoden existieren. Ein Aspekt der Wirkungsweise, der sowohl mit der Geruchs- als auch mit der Reinigungswirkung zusammenhängt, ist der Abbau der Biofilmmatrix (hier wirken auch zugesetzte Enzyme), in der sich organische Verschmutzung aber auch geruchsbildende Bakterien festsetzen können. Biofilme sind nach Herstellerangaben für normale Detergenzien nicht erreichbar.

Keiner der Anbieter gibt Informationen über den Gehalt an Sporen bzw. Mikroorganismen, die Dauer oder den Ablauf der Wirksamkeit. Ebenso finden sich kaum Hinweise, ob und wie die Mikroorganismen – sei es als Sporen oder als aktive Zellen – mit den sonstigen Produktbestandteilen des Reinigers wechselwirken oder in der Wirkung beeinflusst werden.

Geruchsbekämpfung

Die Wirkung wird im Falle der Geruchsbekämpfung häufig auf eine Nahrungskonkurrenz zwischen den im Reiniger enthaltenen Mikroorganismen und den geruchsbildenden Mikroorganismen zurückgeführt. Alternativ wird die geruchsverursachende Komponente auch direkt verwertet: Beispielsweise wird Harnstoff von extrazellulären Enzymen eines Reinigers in CO_2 und NH_3 aufgespalten, wobei NH_3 von bestimmten Mikroorganismen verwertet werden kann und daher die Geruchsentwicklung reduziert (Herstellerinformation). Diese Wirkungen sind nicht dauerhaft und erfordern deshalb eine regelmäßige Anwendung. Tatsächlich gab ein Hersteller von MO-Sanitärreinigern an, dass die mikrobielle Komponente erst nach zwei bis drei Tagen wirksam wird und ohne weitere Behandlung nach fünf Tagen wieder den Status quo ante erreicht. Die Wirkmodelle sind an sich plausibel, werden von den Anbietern allerdings kaum durch Studien oder experimentelle Untersuchungen belegt. Eine objektive Bewertung durch AnwenderInnen ist auch dadurch erschwert, weil praktisch alle Produkte, die für diesen Anwendungszweck ausgelobt werden, Duftstoffe enthalten und die Parfümierung auf diese Weise eine reinigende Wirkung vortäuschen kann (siehe Tabelle 4).⁶⁹ Nach Erfahrungen von professionellen NutzerInnen bzw. ExpertInnen im Gebäudereinigungsbereich, welche mit solche Produkten regelmäßig und in erheblichem Umfang arbeiten, bewähren sich mikrobiologische

⁶⁹ Zu dieser Aussage der Kommentar eines Herstellers: „die Duftstoffe (Anm.: ätherische Öle) sind in so geringer Quantität vorhanden, dass sie nur als solche, also als Duftstoffe wirken, und keinerlei Einfluss auf die Reinigungswirkung haben. Unsere Reiniger reinigen mit oder ohne Duftstoffe gleich gut.“ Ein Reinigungsdienstleister gab an, dass Duftstoffen die Zusatzfunktion haben, dem Reinigungspersonal und den Benützern eine erfolgte Reinigung zu bestätigen.

Mittel zur Geruchsbekämpfung jedenfalls in stark belasteten sanitären Anlagen und im Küchenbereich durchaus, können aber mit höheren Kosten verbunden sein.⁷⁰ Sie werden als anwendungssicher aber schulungsintensiv eingeschätzt (Interview Reinigungsdienstleister, Sterba 2009).

Von einigen InterviewpartnerInnen wird eine Anwendung in der Gebäudereinigung außerhalb des Sanitärbereiches skeptisch bis ablehnend bewertet (Interviews KonsumentInnenschutz, Reinigungsdienstleister). Dazu wurde von einem Anbieter auf eine Fachhochschul-Diplomarbeit verwiesen, welche die Reinigungsleistung eines marktüblichen EM-Reinigers mit einem Desinfektionsreiniger in der Gebäudereinigung (Labor und Küchen; nach ÖGHMP und DGHM Kriterien) vergleicht (Haslinger 2006). Die Testmethodik beinhaltete die Ermittlung von Gesamtkeimzahlen (via Abklatschtests) sowie die Ermittlung der Biolumineszenz von ATP (Adenosintriphosphat)⁷¹ in Abstand von Stunden bzw. Tagen nach der Reinigung. Unmittelbar nach der Anwendung beschreibt die Studie „nahezu idente“ Ergebnisse beider Reiniger. Testflächen, welche mit dem mikrobiologischen Produkt gereinigt wurden, bleiben aber länger sauber als jene, die mit Vergleichsmitteln gereinigt wurden. Bei der Gesamtkeimzahl schneidet der EM-Reiniger 24 und 48 Stunden nach der Reinigung besser ab als der Vergleichsreiniger.

Für die Prüfung der Reinigungsleistung gibt es allerdings in der Gebäude- und Unterhaltsreinigung bisher keine einheitlichen Standards und Testverfahren. Deshalb sind die erzielten Ergebnisse in ihrer Aussage zu relativieren. Ein Hersteller gab dazu an, aus diesen Gründen neu entwickelte Produkte mittels der von einer IKW-Arbeitsgruppe entwickelten Empfehlungen zur Qualitätsbewertung der Produktleistung von Allzweckreinigern⁷² untersuchen und mit konventionellen Reinigern vergleichen zu wollen. Diese Tests stellen zwar keinen Standard dar, finden aber breite Anerkennung (Interview Hersteller).

Die Reinigungswirkung unterstützende Mikroorganismen

Der zweite wichtige Anwendungsbereich ist der Abbau von Fetten und Ölen, bei dem die Mikroorganismen unterstützende Funktion haben und die Anwendung den Einsatz von Tensiden und/oder Enzymen erfordert. Dies sind häufig Spezialanwendungen, z.B. als Abfluss- u.

⁷⁰ „Um einen akzeptablen Reinigungsstandard zu erreichen ist eine hohe Dosierung notwendig. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Kosten für den Einsatz [Anm.: hier wurde der Produktname (einer von zwei verwendeten mikrobiellen Reinigern) gelöscht] ca. 10 mal höher sind als beim Einsatz herkömmlicher Reinigungschemie. Ein Einsatz mikrobiologischer Reiniger in der gewerblichen Reinigung wird von uns grundsätzlich befürwortet. Wir sind der Meinung, dass diese Produkte optimal für die Geruchsbeseitigung in speziellen Anwendungsbereichen geeignet sind. Der Einsatz in der Unterhaltsreinigung ist jedoch nur auf Kundenwunsch und fallweise mit einem Aufpreis für die Reinigungsprodukte verbunden.“ (Sterba, 2009).

⁷¹ Zur raschen Bestimmung der Kontamination von Oberflächen durch Mikroorganismen und organische Reste, siehe auch: <http://www.labworld.at/Produkte/Laborgeraete/ATP.pdf>.

⁷² IKW Empfehlungen (Filzner & Aßmuss 2004), download: <http://www.ikw.org/>.

Rohrreiniger, zur Entfettung von Metallteilen in der Industrie und zur Aufbreitung von Waschwässern in Autowaschanlagen.

Für die Entfernung von Dieselölrückständen aus Wasser wurde von einem Anbieter ein Gutachten beigelegt, aus dem hervorgeht, dass eine Kombination eines Reinigers mit einer unterstützenden Bakterienkultur den Abbau am schnellsten durchführt. In diesem Fall ist allerdings die Anwesenheit des tensidhaltigen Reinigers für die Wirkung entscheidend, die durch die Zugaben der Bakterienlösung alleine nicht erbracht werden kann.

Die Schwierigkeit einer Bewertung des EM-Konzeptes

Das EM-Konzept⁷³ besagt, dass diese Kombination aus verschiedenen Mikroorganismengruppen „auf Menschen, Tiere und Umwelt eine gesunde regenerierende Wirkung haben“⁷⁴ und „in der Lage ist, faulende, ‚lebensfeindliche‘ Substanzen so zu beeinflussen, dass daraus ein lebensfördernder Prozess entsteht“ (Haslinger, 2006). Den Ausgangspunkt bildet eine nicht weiter wissenschaftlich begründete Klassifizierung von Mikroorganismen nach drei Typen: regenerierend (aufbauend), desintegrierend (abbauend, pathogen) und neutral. Die effektiven Mikroorganismen werden dem regenerierenden Typus zugerechnet und „verhindern“ Abbau- und Verwesungsprozesse. In diesem „Regenerationsprozess“ werden durch die EM „antioxidative bzw. bioaktive“ Substanzen (Vitamine, Enzyme, Aminosäuren usw.) frei, welche die schädliche Wirkung der Oxidation unterbinden. Dabei wird sowohl Oxidationsvorgängen als auch der Bildung freier Radikale eine nachteilig-negative Wirkung zugeschrieben, für die desintegrierende Mikroorganismen verantwortlich sind und die idealerweise rückgängig gemacht werden sollte. Die dem neutralen Typus zugeordneten Mikroorganismen verhalten sich dabei opportunistisch, d.h. sie passen sich der vorherrschenden Fraktion (ab- bzw. aufbauende Mikroorganismen) an. Die schlechte Qualität von Ackerböden, schlechte Umweltverhältnisse aber auch Krankheiten bei Pflanzen, Tieren und Menschen werden insgesamt bestimmten oxidativen Vorgängen zugeschrieben, denen durch die Verwendung von EM entgegengewirkt werden kann. EM-Reiniger werden nicht nur als nicht-nachteilig, sondern als positiv für die Umwelt beschrieben. In diesem und ähnlichen Zusammenhängen wird auch die Notwendigkeit einer weltweiten Verbreitung propagiert.

Das diesen Wirkbehauptungen zugrundeliegende Prinzip ist zwar grundsätzlich plausibel (z.B. Optimierung mikrobieller Prozesse zur Bodenverbesserung, Geruchsbekämpfung), das Erklärungsmodell arbeitet jedoch dabei teilw. mit pseudowissenschaftlichen Annahmen und Begrifflichkeiten (z.B. *Antioxidation*, *Herstellung von Lebendigkeit*), die die Bewertung der Technologie zusätzlich erschwert.

⁷³ Effective microorganisms (EM®) ist eine weltweit geschützte Marke des Dr. Teruo Higa.

⁷⁴ <http://www.em-info.es>.

5.2 Ökologischer Nutzen und Risiken

Eine Analyse der Produktunterlagen zeigt, dass insbesondere mikrobiologische Sanitär- und Allzweckreiniger auch chemische Inhaltsstoffe enthalten und das eine völlige Vermeidung von „Chemie“ in den Produkten nicht der Fall ist. Insbesondere für Duftstoffe und Konservierungsmittel werden immer wieder nachteilige ökologische und gesundheitliche Wirkungen diskutiert. Will man sich ein entsprechendes Urteil bilden, ist dazu eine vergleichende Bewertung mit einer Produktalternative – zum Beispiel mit einem klassischen Reiniger – erforderlich. Solche Einzelfallbewertungen wurden in der Studie nicht durchgeführt.

Es trifft jedoch zu, dass mikrobiologische Reiniger kaum Säuren und nur geringe Mengen an Tensiden enthalten, weshalb in Bezug auf die Reiz- und Ätzwirkung Vorteile gegenüber vergleichbaren klassischen Reinigern gegeben sein sollten.

Mikrobiologische Reiniger, die in gewerblichen oder industriellen Spezialanwendungen überzeugen und etwa bei der Teilereinigung, der Reinigung und präventiven Pflege von Abwasserrohren und Fettabscheidern eingesetzt werden, lassen bei Vergleich mit den Rahmenrezepturen von klassischen Reinigern Einsparpotenziale bei Chemikalien – etwa was die Verwendung von Laugen und Lösungsmittel betrifft – vermuten. Das gleich gilt für eine weitgehend lösungsmittelfreie Teilereinigung durch einen mikrobiologischen Reiniger. Aus ökologischer Sicht günstig erscheint auch deren vorbeugende Wirkung: Bei Fettabscheidern und Abwasserrohren etwa in Großküchen bilden sich auf Grund regelmäßigen Zudosierens einer mikrobiologischen Reinigungslösung nach Herstellerangaben in der Folge weniger Ablagerungen und somit weniger Fäulnisgerüche, was den Reinigungsaufwand langfristig reduziert. Die Studie kann aber dazu keine allgemein gültige Empfehlung oder Bewertung abgeben, ein Einzelfallanalyse und ein Einzelfallvergleich ist dazu erforderlich.

Für die Schmutz beseitigende Unterhaltreinigung bietet der Markt derzeit offensichtlich keine mikrobiologischen Reiniger an, die in der Leistung mit klassischen Reinigern konkurrieren können, wodurch sich ein ökologischer Vergleich erübrigt.

Ein möglicherweise zu wenig beachtetes ökologisches Risiko ist die Pflanzenpathogenität von Mikroorganismen. Zwar konnten pflanzenpathogene Mikroorganismen nicht in den analysierten Reinigern, wohl aber in der dazu veröffentlichten Patentliteratur identifiziert werden.

5.3 Gesundheitliche Risiken

Da mikrobielle Reiniger teilweise im Sprühverfahren aufgebracht werden und in engen geschlossenen Räumen angewandt werden (Sanitäranlagen) ist von einer Aerosolbildung auszugehen und es steht ev. primär die inhalative Exposition im Focus. Aber auch von einer dermalen Exposition ((ev. verletzte) Haut, Augen) ist auszugehen. Mikrobiologische Reiniger werden auch zur Geruchsbekämpfung als Teppich- und Polsterreiniger eingesetzt, hier können beispielsweise vegetative Bacillus-Zellen bei Nahrungsknappheit wieder sporulieren und sich bei wiederholter Behandlung Sporen anreichern. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit der

Bildung von Stäuben. Erfolgt die Reinigung nicht sporadisch sondern als Unterhaltsreiniger, wäre in beiden Fällen von einer chronischen Exposition des Reinigungspersonals und ev. auch der Anwender auszugehen.

5.3.1 Gesundheitliche Risiken der mikrobiellen Fraktion

Eine gesundheitliche Bewertung der in mikrobiologischen Reinigern enthaltenen Mikroorganismen im Rahmen spezifischer Gesetze findet derzeit in der EU nur nach Richtlinie 2000/54/EG (bzw. auf nationaler Ebene in Österreich nach ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) sowie der Verordnung biologischer Arbeitsstoffe) und durch den Arbeitgeber statt und geht - bis auf wenige Ausnahmen – nicht mit einer behördlichen Meldepflicht einher. Dabei wird eine Einstufung der Mikroorganismen in vier Risikogruppen getroffen, wobei nur von der Risikogruppe 1 keine humanpathogene Wirkung ausgeht. Die beabsichtigte Verwendung von Mikroorganismen, die in andere Risikogruppen (2, 3, 4) fallen, in einem Arbeitszusammenhang bedarf einer Meldung an die Arbeitsinspektion.

Laut ASchG und Verordnung biologischer Arbeitsstoffe ist darüber hinaus zu berücksichtigen (Hejkrlik 2009):

- Art und Häufigkeit der Tätigkeit
- Mögliche Infektionswege, z.B. durch Inhalation von Aerosolen oder Staub, durch direkten oder indirekten Haut- oder Schleimhautkontakt, durch Verletzungen oder Bisse, durch orale Aufnahme
- Allergieauslösende oder toxische Wirkungen
- Informationen (§ 41 Abs. 3 ASchG) über mögliche oder tatsächlich aufgetretene Erkrankungen

Herstellerangaben beziehen sich zumeist – wenn überhaupt – auf die Risikoklassen. Vielfach wird angegeben, dass nur Mikroorganismen der Risikogruppe 1 enthalten sind und/oder solche, die auch in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Diese Annahme wird auch von Experten aus dem Verbraucherschutz geteilt. In einigen Fällen verweisen Hersteller auch auf eine Einstufung der eingesetzten Mikroorganismen als GRAS (Generally Recognized as Safe; USA) oder QPS (Qualified Presumption of Safety; EFSA). Beide Konzepte stufen zudem bestimmte Mikroorganismen, mit denen bereits lange Erfahrungen in der Lebensmittelproduktion vorliegen, als sicher ein.

Kaum explizite Hinweise auf verwendete Mikroorganismen und/oder deren Risikogruppe

Die Abwesenheit von Stufe 2 Mikroorganismen wird zwar durch die Herstellerangaben in Sicherheitsdatenblatt und Produktinformation im Wesentlichen bestätigt, allerdings geben viele Anbieter keine oder kaum verwendbare Informationen über die eingesetzten Mikroorganismen oder deren Risikoeinstufung (siehe auch Tabelle 5 im Anhang). Tatsächlich wurden nur für zwei Produkte die verwendeten Mikroorganismen offen gelegt, von zwei weiteren Herstellern wurden

vertrauliche Informationen über die Gesamtpalette der verwendeten Mikroorganismen erhalten.⁷⁵ In einigen Fällen konnte trotz Nachfrage keine Information zu den verwendeten Mikroorganismen erhalten werden. Häufig wird darauf verwiesen, dass die genaue Zusammensetzung Betriebsgeheimnis sei.

Nur einer von acht Produktanbietern verwendet den Begriff ‚Risikogruppe 1‘ zur Spezifizierung der in seinen Produkten enthaltenen Mikroorganismen. Bei anderen Anbietern wird die Ungefährlichkeit mit Formulierungen wie „probiotische Bakterien“, „ungiftige Mischkultur verschiedenster Mikroorganismen“, „nicht pathogene Bakterienkulturen“ umschrieben. Vier Anbieter nehmen überhaupt keinen Bezug auf das Risikopotenzial, sondern erwähnen lediglich die Existenz der Mikroorganismen („verschiedene Mikroorganismen“, „enthält Mikroorganismen“, „Bakterien“, „mit Hilfe von Mikroorganismen“) (siehe Tabelle 4).

In einem Fall werden Mikroorganismen der Risikogruppe 2 angegeben⁷⁶ (siehe Tabelle 5 und Tabelle 7 im Anhang): *Achromobacter denitrificans*, *Serratia liquefaciens*).⁷⁷ Die Verwendung von Risikogruppe 2 Mikroorganismen wird auch von Herstellern und BehördenvertreterInnen bestätigt (Interviews BehördenvertreterInnen, Hersteller). In der Patentliteratur und allgemeinen Beschreibungen werden ebenfalls Mikroorganismen der Risikoklassen 2 angegeben. Ein spezielles Problem scheint zu sein, dass die Einstufung dieser Organismen in Risikoklasse 1 oder 2 in der EU und den USA in einigen Fällen unterschiedlich ausfallen kann.⁷⁸ Die höhere Einstufung in der EU war für einen Importeur in der EU ein Grund, auf diese Mikroorganismen in den Produkten bzw. auf Produkte mit diesen Mikroorganismen zu verzichten (Interview Hersteller).

Einige der verwendeten Mikroorganismen wurden in Einzelfällen als Krankheitserreger nachgewiesen oder werden als solche vermutet (z.B. *Bacillus subtilis*, *Comamonas testosteroni*, *Pseudomonas fluorescens*). Dies könnte bei erheblich abwehrgeminderten Menschen problematisch sein. Tatsächlich wurde von einem Hersteller mikrobiologischer Produkte für Krankenhäuser bestätigt, dass dieser Aspekt in der Folge von Produktuntersuchungen aufgekommen sein und künftig im Produktsicherheitsblatt enthalten sein wird (Interview Hersteller).

Unklar, ob und wie die Evaluierung anderer gesundheitlicher Gefährdungspotentiale erfolgt

Das Risikogruppenschema informiert über die Pathogenität und gibt keine oder nur sehr eingeschränkt Auskünfte über andere mögliche Gesundheitsgefährdungen.

⁷⁵ Diese sind daher nicht in den Anhangtabellen berücksichtigt.

⁷⁶ In einem weiteren Fall (nicht in den Anhang-Tabellen dokumentiert) wurde in mikrobiologischen Analysen eines WC-Reinigers *Escherichia vulneris*, ebenfalls ein Risikoklasse 2-Organismus identifiziert, wobei jedoch von einer Kontamination auszugehen ist (Interview Behörde).

⁷⁷ Dabei handelt es sich um ein Produkt zur Reinigung von Teichen, Biotopen etc.

⁷⁸ Dies wurde von einem außereuropäischen Hersteller thematisiert, der seine Produkte in der EU vermarkten möchte.

Ein Sensibilisierungsrisiko, insbesondere respiratorische Sensibilisierung, durch Mikroorganismen, welches von dem pathogenen Risiko zu unterscheiden ist, wird von Herstellern weder erwähnt noch ausgeschlossen, obwohl bekannt ist, dass auch Arbeitstoffe der Risikogruppe 1 sensibilisierende Wirkung aufweisen können (z.B. Schimmelpilze wie *Aspergillus* spp. oder *Penicillium* spp. (Baur et al. 1992, 1994, Losada et al. 1992, Quirce et al. 1992), siehe auch Tabelle 7 im Anhang). Dabei genügt es ev. nicht, das Vorhandensein von bekannten Gefahrenstoffen zu überprüfen, d. s. solche Stoffe, die mit R42 (Sensibilisierung durch Einatmen möglich) oder R42/43 (Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich) gekennzeichnet sind (insbesondere, da die Mikroorganismen nicht nach Chemikalienrecht eingestuft und gekennzeichnet werden), auch andere entsprechende Kennzeichnungen und Listen sind heranzuziehen, ebenso Sicherheitsdatenblatt, Produktinformation etc. Im Fall von nicht ausreichenden Informationen muss auch beim Hersteller bzw. Importeur nachgefragt werden (ABAS 2008).

Manche Hersteller gaben auf Nachfrage ferner an, dass die eingesetzten Mikroorganismen bzw. die Reiniger einer Reihe von toxikologischen Tests, teilw. nach OECD-Norm, unterzogen werden.

- Akute Toxizität bei Ratten für jeden eingesetzten Mikroorganismenstamm
- Akute Hautirritation/Korrosionstest (OECD 404), Akute Augenirritation/Korrosion (OECD 405), Sensibilisierung durch die Haut (OECD 406) beim mikrobiellen Reiniger (Endprodukt)

Unklar, wie Hersteller/Importeure die taxonomische Identifizierung vornehmen

Auf Anfrage übermittelte ein Anbieter ein Fachgutachten, in dem die für alle im Produkt enthaltenen fünf Bakterienspezies die Zugehörigkeit zur Risikogruppe 1 bestätigt und toxische und sensibilisierende Wirkungen ausgeschlossen werden. Diese Begutachtung basiert allerdings nur auf schriftlichen Produktinformationen und nicht auf einer mikrobiologischen Analyse des Produktes. In allen anderen erfassten Produkten bleibt es unklar, wie die taxonomische Identifizierung erfolgt.

Eine valide Ermittlung des Gefährdungspotentials samt Einstufung der Mikroorganismen in Risikoklassen setzt voraus, dass nicht nur genaue Informationen über eingesetzte, sondern ev. auch über tatsächlich im Produkt vorhandene Mikroorganismen vorliegen. Der genaue Ablauf, Konsistenz und Qualitätssicherung des Herstellungsprozesses sind in diesem Zusammenhang bedeutsam (siehe dazu Abschnitt 3.4), da Mikroorganismen ev. als Kontaminanten mit angezchtet werden, die für die Sicherheitseinstufung des Produktes relevant sein können. Um Konsistenz bezüglich Produktsicherheit (und ev. auch Wirksamkeit) gewährleisten zu können, sind daher bestimmte Anforderungen an den Herstellungsprozess sowie eine entsprechende Qualitätskontrolle unerlässlich.

Ein Schlüsselement jeder Gefährdungsbeurteilung von Mikroorganismen ist in jedem Fall deren präzise taxonomische Identifizierung, da die Informationen über den jeweiligen Mikroorganismus aus der wissenschaftlichen Literatur die alleinige Quelle für die Gefährdungsbeurteilung ist. Die Identifizierung muss daher jüngste Erkenntnisse der Taxonomie berücksichtigen und unter Einsatz von geeigneter zeitgemäßer Methodik und nach

internationalen Leitlinien (z.B. OECD 2003) erfolgen. Die Identifizierung sollte auch bis auf die Stammebene reichen. In machen Fällen können einzelne Stämme derselben Mikroorganismenspezies toxische Metaboliten produzieren andere nicht.⁷⁹

Die taxonomische Identifizierung sollte daher idealerweise durch ein akkreditiertes spezialisiertes mikrobiologisches Labor erfolgen. Dies ist insbesondere in Fällen wichtig, in denen die verwendeten Stämme nicht aus kommerziellen Stammsammlungen bezogen werden, sondern aus der Natur isoliert wurden.

Aus den dazu vereinzelt vorliegenden Herstellerinformationen ergibt sich ein gemischtes Bild. Einerseits werden sehr gut charakterisierte Mikroorganismen von internationalen Stammsammlungen (z.B. ATCC, DSM) verwendet, bei denen man eine präzise taxonomische Identifizierung voraussetzen kann. Andererseits werden Mikroorganismen aus anderen Quellen und auch Eigenisolate eingesetzt, für die kaum Angaben gemacht werden, welches mikrobiologische Labor mit welchen Methoden eine Identifizierung vorgenommen hat. Die Verlässlichkeit der taxonomischen Identifizierung kann also zumeist nicht beurteilt werden.

5.3.2 Bewertung durch die US EPA⁸⁰

Eine Bewertung von mikrobiellen Reinigern erfolgt auf freiwilliger Basis durch das Office of Pollution Prevention and Toxics im Rahmen des „Design for the Environment Program (DfE)“.⁸¹ Hier können Firmen eine Auszeichnung der EPA für besonders umweltverträgliche Produkte anstreben. Im Rahmen dieses Programms werden u. a. Umwelt- und Gesundheitsrisiken, Wirksamkeit, Reinheit (Abwesenheit von mikrobiellen Kontaminanten), Lagerstabilität und ein möglicher Umweltvorteil bewertet. Die Bewertung bezieht auch die Unterlagen der Hersteller mit ein, beruht aber in höherem Maße auf eigenen extensiven Literaturrecherchen.

Mehrere Hersteller haben bereits eine derartige Auszeichnung für ihre mikrobiellen Produkte (vor allem Oberflächen-, Teppich- und Abflussreiniger) angestrebt. Interessanterweise konnte bislang in keinem einzigen Fall die Bewertung eines mikrobiellen Produkts abgeschlossen und die Auszeichnung vergeben werden. Als Grund dafür wurde angegeben, dass sich bei der Bewertung der Gesundheits- und Umweltrisiken Fragen ergeben haben, auf die es bei derzeitigem Erkenntnisstand keine hinreichend gesicherten Antworten gibt. Folgende Bewertungsschwierigkeiten wurden identifiziert:

⁷⁹ Z.B. EC-DG SANCO (2005): Guideline developed within the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health on the taxonomic level of micro-organisms to be included in Annex I to Directive 91/414/EEC. Sanco/10754/2005 rev.5, 15 April.

⁸⁰ Dieser Abschnitt basiert im wesentlichen auf einem Interview mit einem Behördenvertreter, das erst in der Endphase des Projekts geführt wurde, das die in den vorangegangenen Abschnitten ausgeführten Probleme und Bedenken zur Praxis der Gefährdungsbeurteilung bestätigt.

⁸¹ Hier werden nur die Produkte in Anwendungskontexten bewertet, die Herstellung wird nicht berücksichtigt. Für nähere Informationen siehe <http://www.epa.gov/dfe/>.



Abbildung 4: Auszeichnungslogo des US EPA

Design for the Environment Program.

Quelle: <http://www.epa.gov/dfe/index.htm>.

Identifizierung der Mikroorganismen: Hier werden häufig keine oder ungenügende Informationen angegeben, wie die taxonomische Identifizierung der eingesetzten Mikroorganismen erfolgt, was angesichts der bekannten Schwierigkeiten einer hinreichend präzisen Identifizierung bereits am Ausgangspunkt der Risikobewertung die Unsicherheit schafft, dass die gesamte nachfolgende Gefährdungsbeurteilung ev. von falschen Voraussetzungen ausgeht.

Gesundheitliche Gefährdungen: Hier wird deutlich über die Feststellung der Risikogruppe hinausgegangen. Bei Unterhaltsreinigern, bei denen eine häufige Anwendung beabsichtigt ist, z.B. in Restaurants, bei kommerziellen Reinigungsdienstleistern (auch bei Teppichreinigern), ergibt sich die Möglichkeit einer chronischen respiratorischen Exposition durch Aerosol- und Staubbildung. Im Kontext dieses Expositionsszenarios sind Hinweise aus der Literatur zu sehen, dass bestimmte Mikroorganismen, u. a. auch solche, die als gut charakterisierte „Arbeitspferde“ der Biotechnologie angesehen und seit langem auch in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden, ev. problematische Eigenschaften haben können: z.B. respiratorische Sensibilisierung bzw. [extrinsische allergische Alveolitis](#)⁸² (z.B. auch *B. subtilis*; siehe Tripathi & Grammer 2001).⁸³ Weitere Hinweise aus der Literatur werfen Fragen auf: Cytotoxizität bestimmter *Bacillus* spp., das Auffinden von homologen Sequenzen zum *B. cereus*-Toxin Hämolysin in *B. amyloliquefaciens*, *B. amyloliquefaciens*-Isolate, die Toxine bilden können, Berichte über Lebensmittelvergiftungen durch *B. subtilis*. Diese Hinweise aus der Literatur sind aus Sicht der EPA in ihrer Relevanz für die Bewertung mikrobieller Reiniger unklar und konnten bislang nicht befriedend geklärt werden.

⁸² Im Englischen auch unter dem Begriff ‚hypersensitivity pneumonitis‘ beschrieben.

⁸³ Die USDA hat Mikroorganismen in Biopestiziden generell als atemwegsensibilisierend anerkannt.

5.3.3 Bewertung durch die holländische VWA

Die holländische Behörde für Lebensmittel- und Konsumentensicherheit (Voedsel en Waren Autoriteit, VWA) hat 2004 eine Studie veröffentlicht⁸⁴, in der 40 mikrobiologische Reiniger von ca. 15 Firmen aus Holland, Belgien, Frankreich und Deutschland mikrobiologisch untersucht wurden (VWA 2004). Diese Analyse führte zu folgenden Ergebnissen⁸⁵:

- Die Anzahl der lebenden Mikroorganismen ist sehr unterschiedlich: 100 (!) bis 10^8 /ml (lt. Industrie (Status: 2004) seien mikrobiologische Reiniger erst ab einer Anzahl von 10^7 hinreichend wirksam).
- Teilw. wurden nicht deklarierte Mikroorganismen gefunden, teilw. deklarierte Mikroorganismen nicht gefunden.
- U. a. werden *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *P. putida* verwendet. Dies sind als Kontaminanten von Lebensmittel- und Verursacher von Lebensmittelvergiftungen bekannt.
- In vier Proben wurden Kontaminationen durch *Enterobacteriaceae* entdeckt (~1000/ml).
- Die Produkte sind z. T. nicht stabil, tragen aber (Status: 2004) kein Haltbarkeitsdatum: nach 6 Monaten waren bei manchen Produkten die Anzahl der Sporen/Zellen bereits reduziert und die weitere Verwendbarkeit der Produkte unklar.

Diese Ergebnisse waren für die VWA Indikatoren einer mangelnden Qualitätssicherung und Hygiene im Produktionsprozess mit Auswirkungen auf mögliche Gesundheitsgefährdungen. Entsprechend waren daher die Empfehlungen,

- mikrobiologische Reiniger nicht in Bereichen zu verwenden, in denen Lebensmittel hergestellt oder zubereitet werden,
- Expositionen der YOPI-Risikogruppe (Young/Old/Pregnant/Immuno-supprimised) zu vermeiden,
- KonsumentInnen besser zu informieren und
- die Hygienestandards in der Herstellung zu verbessern.

Von einer Verwendung im Krankenhausbereich wurde von der VWA ebenfalls abgeraten.

Die Anwendungen von mikrobiologischen Reinigern in anderen Bereichen, z.B. im Sanitärbereich, sind aus Sicht der VWA nicht problematisch.

⁸⁴ Von dieser in holländischer Sprache verfassten Arbeit erlangte das Projektteam erst unmittelbar vor Abschluss der vorliegenden Studie Kenntnis (VWA 2004). Mit einer der VWA-AutorInnen wurde daraufhin ein Telefoninterview geführt. Interessanterweise kommen sowohl die VWA-Studie als auch die vorliegende IFZ-Studie zu sehr ähnlichen Schlussfolgerungen.

⁸⁵ Interview VWA.

Einschränkend muss allerdings erwähnt werden, dass die Schlussfolgerungen und Empfehlungen der VWA auf Analysen zw. 1997 und 1999 beruhten und es nicht klar ist, inwieweit Analysen im Jahr 2009 noch ein ähnliches Bild vermitteln würden.

5.3.4 Bewertung durch die EFSA

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat im Rahmen ihres QPS-Konzepts diverse *Bacillus* spp. bewertet, von denen manche auch in mikrobiologischen Reinigern eingesetzt werden. Die EFSA hat sich dabei auf ähnliche Literaturhinweise bezogen wie die US EPA und die VWA. Im Anhang: EFSA-Review der Gefährdungspotentiale von *Bacillus* spp. in Lebensmittelkontexten sind die relevanten Passagen daher exzerpiert und die entsprechenden Literaturhinweise angeführt. Trotzdem wurden *B. clausii*, *B. coagulans*, *B. fusiformis*, *B. lentus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. atrophaeus*, *B. mojavensis*, *B. subtilis* and *B. vallismortis* als QPS eingestuft, allerdings nur für Stämme, für die bislang keine Fälle von Lebensmittelvergiftungen, keine enterotoxische Aktivität, keine Toxin- oder Surfactantbildung bekannt sind. Einschränkend sei hier allerdings darauf hingewiesen, dass das QPS-Konzept auf Mikroorganismen abzielt, die in Lebensmitteln enthalten sind oder in der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden, was nicht notwendigerweise relevant ist für andere Expositionswege (z.B. respiratorisch) (siehe dazu auch EFSA 2008, S.22).

5.3.5 Gesundheitliche Risiken - sonstige Inhaltsstoffe

Die möglichen Risiken, welche von den sonstigen Inhaltsstoffen – also von Tensiden, Enzymen, Konservierungsmitteln und Duftstoffen - ausgehen, entsprechen denen herkömmlicher Produkte wie etwa Reinigungsmitteln (z.B. Duftstoffproblematik). Das Chemikalienrecht (Stoff- und Zubereitungsrichtlinie, Erstellung eines Sicherheitsdatenblattes) sowie die Detergenzienverordnung 648/2004 erfordern das Ausweisen von Produktbestandteilen über 0,2% von Konservierungsmitteln, von Duftstoffen und Enzymen unabhängig von ihrer Konzentration sowie von allergenen Duftstoffen über 0,01 Gew%. Danach ist ein Sicherheitsdatenblatt für die gewerbliche Anwendung vorgesehen: sieben von acht Anbietern stellen zu ihren Produkten Sicherheitsdatenblätter bereit, diese wurden hinsichtlich der Produktbestandteile ausgewertet (siehe Tabelle 4 im Anhang). Dabei wurde die Einhaltung regulatorischer Erfordernisse nicht überprüft.

5.3.6 Probleme bei Zertifizierungen und Normen

Einige Hersteller gaben an, dass die Schwierigkeit mikrobiologischen Reiniger rechtlich einzuordnen und/oder zu bewerten dazu führt, dass die Produkte nicht zertifiziert werden, was Marketing und Akzeptanz erschwert.

Dies wurde bereits an anderer Stelle für die US EPA Umweltauszeichnung DfE beschrieben. In Österreich wurden ähnliche Erfahrungen mit dem österreichischen Umweltzeichen und mit der Biozertifizierung gemacht. Auch HACCP Compliance scheint ein Problem zu sein, da mikrobielle

Reiniger nicht unter den zugelassenen Reinigern gelistet seien. Ein Hersteller berichtete von Schwierigkeiten im Zusammenhang mit dem deutschen Umweltzeichen „Blauer Engel“, da Umweltkriterien nur für chemische Produkte etabliert seien. Dennoch wurde in diesem Fall einem mikrobiellen Reiniger das Umweltzeichen in der Kategorie „Kläranlagenverträgliche Sanitär- und Spülzusätze“ verliehen⁸⁶. (Interviews Hersteller, Behörde).

5.4 Zusammenfassung und Resümee

Die Kontakte zu den Herstellern wurden dazu genutzt, um genauere Informationen zu den Produktinhaltsstoffen, insbesondere den enthaltenen Mikroorganismen in Erfahrung zu bringen. Nur in wenigen Fällen gaben diese die genaue Zusammensetzung sowie Identität und Bezugsquelle der Mikroorganismen bekannt. Damit gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Schädigungen in der beruflichen oder auch privaten Anwendung entstehen können, bedarf es der Kombination einer entsprechenden Exposition mit einem der verursachenden Noxe – den Mikroorganismen – inhärenten Gefährdungspotenzial. Werden mikrobiologische Reiniger im Haushalt oder bei der professionellen Reinigung im Sprüh- oder Wischverfahren aufgebracht, können die Zellen oder Sporen inhaliert oder oral aufgenommen werden. Somit ist jedenfalls eine Exposition sowohl für den privaten Anwender als auch für das Reinigungspersonal anzunehmen. Deshalb ist entscheidend, dass vom *biologischen Arbeitsstoff Mikroorganismen* keine gesundheitlichen Risiken ausgehen.

Arbeitsschutzregelungen - in Österreich zählen dazu das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz und die Verordnung für biologische Arbeitsstoffe - definieren 4 Risikoklassen biologischer Arbeitsstoffe. Nur die Risikoklasse 1 gilt als generell unbedenklich⁸⁷. Es sollte daher anzunehmen sein, dass die Produkthanbieter nur Mikroorganismen der Risikoklasse 1 einsetzen und dies auch deklarieren. Um diese Annahme zu prüfen, wurden Produktinformationen von neun Anbietern ausgewertet: Nur ein Anbieter verwendet den Terminus *Risikogruppe 1* zur Spezifizierung seiner in den Produkten enthaltenen Mikroorganismen. Ein Anbieter umschreibt deren Ungefährlichkeit etwa mit dem Terminus *nicht-pathogen*, ein weiterer belegt dies durch ein Fachgutachten. Die Mehrzahl der untersuchten Produktinformationen belegen nur die Anwesenheit von Mikroorganismen (z.B.: *enthält Mikroorganismen*). Zwei Anbieter stellten auf Nachfrage detaillierte Angaben zu den in ihren Produkten enthaltene Mikroorganismen zur Verfügung (in einem Fall als vertrauliche Information). Bei einem Produkt wurden Mikroorganismen der Risikoklasse 2 identifiziert.

Von der Humanpathogenität zu unterscheiden ist eine mögliche sensibilisierende Wirkung durch Mikroorganismen. Zu dieser Frage werden von den Anbietern kaum Informationen bereitgestellt. Lediglich ein Anbieter schließt über einen Fachgutachter auch toxische sowie

⁸⁶ Diese Auszeichnung wurde 1996 verliehen, später aber nicht mehr neu beantragt und ist daher im Jahr 2000 ausgelaufen (Interview Hersteller).

⁸⁷ D.h. es ist in der Regel keine Infektionsgefährdung für die ArbeitnehmerInnen zu erwarten

sensibilisierende Wirkungen aus. Wenig wurde in Erfahrung gebracht, ob und wie die Anbieter die Mikroorganismen taxonomisch identifizieren und wer diese bereitstellt (Bezugsquellen).

Die Studie untersuchte Sicherheitsdatenblätter und Produktinformationen 19 mikrobiologischer Reiniger, die von neun verschiedenen Anbietern stammen, auf deren chemische Inhaltsstoffe. Dabei zeigte sich, dass diese – verglichen mit den Rahmenrezepturen klassischer Sanitär- und Allzweckreiniger – kaum Säuren und nur geringe Mengen an Tensiden enthalten. Recht häufig werden Alkohole, zumeist Ethanol und Propanol, eingesetzt. Mikrobiologische Reiniger enthalten aber auch Duftstoffe wie ätherische Öle, Limonen oder Linalool sowie Konservierungsmittel, etwa Formaldehydabspalter oder Isothiazolinone, und können auch Enzyme (z.B. Lipasen, Proteasen, Amylasen) enthalten.

Das gesundheitliche Risiko, welches von den in den mikrobiologischen Reinigern enthaltenen Mikroorganismen für Menschen besteht, lässt sich in Interpretation des derzeit gültigen Arbeitsschutzrechtes – und somit wohl auch im Sinne des Konsumentenschutzes – als *vernachlässigbar* bewerten, wenn diese der Risikogruppe 1 zugeordnet werden können und sich auch keine sonstigen möglichen Gefährdungen identifizieren lassen. Die verfügbaren Produktinformationen belegen diese Zugehörigkeit mit Ausnahme eines Spezialreinigers. Die Studie konnte jedoch keine Informationen finden, mit denen ein allfälliges sensibilisierendes Potenzial durch Mikroorganismen – insbesondere bei chronischer Exposition – bewertet oder hinreichend ausgeschlossen wird. Weiters gibt es Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur, deren Relevanz im Rahmen dieser Studie nicht geklärt werden konnte: Toxinbildungen bei manchen Stämmen von Mikroorganismen, die auch in Reiniger eingesetzt wurden, Berichte über Lebensmittelkontaminationen und -vergiftungen bei anderen Stämmen. Diese Hinweise, dass machen Stämme derselben Spezies Toxinbildner sind, andere Stämme aber nicht, verweisen auf die Schlüsselrolle einer exakten taxonomischen Identifizierung als Basis der Risikobewertung. Ob eine solche präzise Identifizierung mit anerkannter Methodologie durchgeführt wurde ist für Mikroorganismen, die nicht von internationalen Stammsammlungen bezogen werden, nicht bekannt. Daraus ergeben sich offene Fragen, die auch von der US EPA und der holländischen Behörde für Lebensmittel- und Konsumentensicherheit VWA als bedeutsam und verfolgenswert eingeschätzt werden. Die aus den Projektrecherchen ersichtlichen unterschiedlichen Standards bei der Herstellung der Reiniger im Bezug auf Prozessführung, Qualitätssicherung und Hygiene können durch kontaminierende Mikroorganismen auch gesundheitsrelevante Implikationen haben. Untersuchungen der VWA hatten dies auch bereits im Jahr 2004 festgestellt.

Eine Analyse der Produktunterlagen zeigt, dass insbesondere mikrobiologische Sanitär- und Allzweckreiniger auch chemische Inhaltsstoffe enthalten und dass eine völlige Vermeidung von „Chemie“ in den Produkten nicht der Fall ist. Insbesondere für Duftstoffe und Konservierungsmittel werden immer wieder nachteilige ökologische und gesundheitliche Wirkungen diskutiert. Will man sich ein entsprechendes Urteil bilden, ist dazu eine vergleichende Bewertung mit einer Produktalternative – zum Beispiel mit einem klassischen Reiniger – erforderlich. Solche Einzelfallbewertungen wurden in der Studie nicht durchgeführt.

Es trifft jedoch zu, dass mikrobiologische Reiniger kaum Säuren und nur geringe Mengen an Tensiden enthalten, weshalb in Bezug auf die Reiz- und Ätzwirkung Vorteile gegenüber vergleichbaren klassischen Reinigern gegeben sein sollten.

Mikrobiologische Reiniger, die in gewerblichen oder industriellen Spezialanwendungen überzeugen und etwa bei der Teilereinigung, der Reinigung und präventiven Pflege von Abwasserrohren und Fettabscheidern eingesetzt werden, lassen bei Vergleich mit den Rahmenrezepturen von klassischen Reinigern Einsparpotenziale bei Chemikalien – etwa was die Verwendung von Laugen und Lösungsmittel betrifft – vermuten. Das gleich gilt für eine weitgehend lösungsmittelfreie Teilereinigung durch einen mikrobiologischen Reiniger. Aus ökologischer Sicht günstig erscheint auch deren vorbeugende Wirkung: Bei Fettabscheidern und Abwasserrohren z.B. in Großküchen bilden sich auf Grund regelmäßigen Zudosierens einer mikrobiologischen Reinigungslösung nach Herstellerangaben in der Folge weniger Ablagerungen und somit weniger Fäulnisgerüche, was den Reinigungsaufwand langfristig reduziert. Die Studie kann aber dazu keine allgemein gültige Empfehlung oder Bewertung abgeben, eine Einzelfallanalyse und ein Einzelfallvergleich wären dazu erforderlich.

Für die Schmutz beseitigende Unterhaltreinigung bietet der Markt derzeit offensichtlich keine mikrobiologischen Reiniger an, die in der Leistung mit klassischen Reinigern konkurrieren können, wodurch sich ein ökologischer Vergleich erübrigt.

Ein möglicherweise zu wenig beachtetes ökologisches Risiko ist die Pflanzenpathogenität von Mikroorganismen. Zwar konnten pflanzenpathogene Mikroorganismen nicht in den analysierten Reinigern, wohl aber in der dazu veröffentlichten Patentliteratur identifiziert werden. Unklar ist, ob und in welcher Form Hersteller eine mögliche Pflanzenpathogenität bewerten.

Die Unklarheiten bei der rechtlichen Einordnung und in der Bewertung von mikrobiologischen Reinigern erschweren oder verunmöglichen Herstellererfahrungen zufolge auch den Erwerb von Umwelt- und Biozertifikaten (z.B. österreichisches Umweltzeichen, US EPA DfE) und das Erfüllen von HACCP Normen.

6 Empfehlungen

Mikrobiologische Reiniger haben sich in bestimmten Anwendungsbereichen bewährt und besitzen dort Vorteile gegenüber klassischen Reinigern. Das sind insbesondere die Geruch beseitigende Unterhaltsreinigung sowie Spezialanwendungen, bei denen die Beseitigung oder die Vermeidung von Gerüchen sowie Öl-, Fett- und Schmutzablagerungen in technischen Systemen und Kompartimenten (Fettabscheidern, Metallteile, Rohrleitungen, Mauerwerk, Küchensiphone usw.) nachgefragt wird. Einen wichtigen Vorteil mikrobiologischer Reiniger gegenüber klassischen Reinigern sieht die Studie darin, dass Gerüche nicht überdeckt bzw. parfümiert werden, sondern diese durch Nahrungskonkurrenz mit geruchsbildenden Mikroorganismen und Abbau ursächlich beseitigen. Die Studie empfiehlt daher, für solche Anwendungen mikrobiologische Reiniger zu erwägen. Allerdings sollten Hersteller die Verwendung von Duftstoffen überdenken, die nur mehr der einfachen Wahrnehmung einer Reinigungswirkung dienen.

Bei der wischenden und Schmutz beseitigenden Unterhaltsreinigung z.B. im Gebäudebereich scheinen derzeit auf Basis der erhaltenen ExpertInnenmeinungen mikrobiologische Reiniger klassische Reiniger nicht ersetzen zu können. Die Studie empfiehlt, Gutachten zu diesem Thema zu initiieren und daraus begründete Argumente für die Konsumentenberatung abzuleiten. Es erscheint auch im Interesse der Anbieter, solche Studien durchzuführen.

Der Stand des Wissens zu den Produkten, den darin verwendeten Mikroorganismen und zu deren Wirkmechanismen bei der Schmutz- und Geruchsbekämpfung wird von der Studie als unbefriedigend bewertet. Die Studie empfiehlt zur Hebung des Wissensstandes die Erstellung einer Produktdatenbank und Untersuchungen und Forschungsvorhaben, insbesondere was die Wirkmechanismen betrifft.

Die Studie schlägt vor, in einem Forschungsvorhaben und als Beitrag für den Arbeits- und Verbraucherschutz mikrobiologische Reiniger zumindest exemplarisch einer chemischen und mikrobiologischen Analyse zu unterziehen, diese etwa auf mikrobielle Toxine und Kontaminanten zu prüfen sowie das sensibilisierende und für Pflanzen und Tiere pathogene Potenzial der darin enthaltenen Mikroorganismen zu bewerten.

Mikrobiologische Reiniger scheinen in bestimmten Anwendungen ökologische Vorteile gegenüber klassischen Reinigern zu besitzen (Stichwort: Chemikalieneinsparung). Ob diese Annahme auch tatsächlich zutrifft, sollte im Vergleich mit dem „klassischen“ Konkurrenzprodukt geprüft werden. Die Studie empfiehlt dazu Fallstudien, welche Ökobilanz und Risikobewertung kombinieren. Es erscheint auch im Interesse der Anbieter, solche Studien durchzuführen.

Die verfügbaren Informationen lassen derzeit keine unmittelbare gesundheitliche Gefährdung in der Anwendung mikrobiologischer Reiniger erkennen. Die Informationen der Hersteller zu den verwendeten Mikroorganismen sind jedoch uneinheitlich und lückenhaft und häufig geht aus

diesen die Zugehörigkeit der Mikroorganismen zur Risikoklasse 1 nicht klar hervor. Diese Zugehörigkeit ist aber eine wesentliche Voraussetzung für die Unbedenklichkeit der Produkte. Die Studie empfiehlt daher, die Spezifikation der Mikroorganismen zu standardisieren und als Produktinformation – etwa auf dem Sicherheitsdatenblatt oder dem Behältnis – verpflichtend vermerken zu lassen.

Allerdings gibt es Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur zu möglichen sensibilisierenden oder toxischen Eigenschaften von Mikroorganismen. In Verbindung mit einer chronischen respiratorischen Exposition waren diese Hinweise Grund für die US EPA, mikrobiologischen Reinigern bislang nicht das EPA Umweltzeichen zu verleihen. Die Relevanz dieser Hinweise wäre wissenschaftlich zu klären und international abzustimmen. Bis zu dieser Klärung wäre eine eindeutige Empfehlung für eine Anwendung als Unterhaltsreiniger bei Teppichen und Polstermöbel oder eine Sprühapplikation in engen geschlossenen Räumen verfrüht. Die VWA hat sich aufgrund von Hinweisen auf mangelnde Qualitätssicherung und Hygiene in der Herstellung mikrobiologischer Reiniger sowie wegen möglicher toxischer Eigenschaften mancher eingesetzter Mikroorganismen gegen eine Anwendung im Lebensmittel- u. Krankenhausbereich ausgesprochen und empfohlen, eine Exposition der YOPI-Risikogruppe (Young/Old/Pregnant/Immuno-supprimised) zu vermeiden. Diese Empfehlungen beruhen auf mikrobiologischen Untersuchungen, die ca. 10 Jahre zurückliegen. Derartige Analysen wären zu wiederholen, um die Aktualität dieser Empfehlung zu überprüfen.

Die Studie schlägt vor, ein standardisiertes Verfahren zu Risikobewertung und Risikokommunikation, welches auch Anforderungen für die Identifizierung der Mikroorganismen und die Qualitätssicherung in der Produktion beinhalten sollte, auf der Ebene der OECD zu erwägen und zu diskutieren.

Die Studie empfiehlt, auf einer europäischen Ebene den Produkttyp *mikrobiologische Reiniger* zu definieren, seine rechtliche Zuordnung zu prüfen und diese gegebenenfalls anzupassen. Dabei sollte insbesondere geprüft werden, ob die Chemikalienregelung (REACH) und/oder die Biozidprodukt-Richtlinie auf den Produkttyp anzuwenden ist.

7 Literatur

- Baur, X.; Chen, Z.; Sander, I. (1994): Isolation and denomination of an important allergen in baking additives: alpha-amylase from *Aspergillus oryzae* (Asp o II). *Clin Exp Allergy* 24 : 465-470.
- Baur, X.; Sander, I.; Jansen, A.; Czuppon, A.B. (1994): Are amylases in bakery products and flour potential food allergens? *Schweiz Med Wochenschr.* 124: 846-851.
- Beschluss des Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS): Biologische Arbeitsstoffe mit sensibilisierender Wirkung. *BARbBl.3/03*, 606.
- Biostoffverordnung (BioStoffV) vom 27. Januar 1999 (BGBl. I S. 50), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261)
- Diver, S. 2001 (updated 11 Oct 2001, accessed 27 Aug 2002), 'Nature Farming and Effective Microorganisms', Rhizosphere II: Publications, Resource Lists and Web Links from Steve Diver, <http://ncatark.uark.edu/~steved/Nature-Farm-EM.html>
- EC (2003): Guidance document agreed between the Commission services and the competent authorities of the Member States for the Biocidal Products Directive 98/8/EC. Doc-Biocides-2002/04-Rev3. 31.10.2003. <http://ec.europa.eu/environment/biocides/pdf/definitions.pdf>.
- EC (2009). European Commission: Question and agreed answers concerning the correct implementation of Regulation (EC) No 648/2004 on detergents. Version: March 2009. http://ec.europa.eu/enterprise/chemicals/legislation/detergents/docs/faq_detergent_regulation_march2009.pdf.
- EC-DG SANCO (2005): Guideline developed within the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health on the taxonomic level of micro-organisms to be included in Annex I to Directive 91/414/EEC. *Sanco/10754/2005 rev.5*, 15 April.
- ECHA (2007): Guidance for the identification and naming of substances under REACH. http://bookshop.eu.int/eubookshop/download.action?fileName=ED3007006ENC_002.pdf&eubphfUID=10024870&catalogNbr=ED-30-07-006-EN-C.
- EM – life: EM im Haushalt und in der Tierhaltung. <http://www.em-life.info/texte/haushobbytier.pdf>. 1
- EMGEO: Biologische Gebäudereinigung mit Effektiven Mikroorganismen (EM). http://www.emgeo.de/online/templatemedia/all_lang/resources/EM-Geb%C3%A4udereinigung.pdf.
- EM – life: EM im Haushalt und in der Tierhaltung. <http://www.em-life.info/texte/haushobbytier.pdf>.
- EM World: Was ist EM Technologie? http://em-world.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=55.
- EMGEO: Biologische Gebäudereinigung mit Effektiven Mikroorganismen (EM). http://www.emgeo.de/online/templatemedia/all_lang/resources/EM-Geb%C3%A4udereinigung.pdf.
- EM-World: Woher kommt diese Technologie? [Zitat einfügen]- EM World: Was ist EM Technologie? http://em-world.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=55. Szymanski & Patterson: Effective Microorganisms (EM) and Wastewater Systems. Lanfax Laboratories Armidale. NSW Australia; EM Patentliteratur zusammengefasst in <http://www.eminfo.info/moreem1.html#Names>.
- Environment Canada (2000): New Substance Notifications Regulations Biotechnology Products. Alert. http://www.ec.gc.ca/substances/nsb/pdf/a0008_e.pdf.
- Environment Canada (o.Jg.): Fact Sheet. Products Containing Living Micro-Organisms. http://www.ec.gc.ca/substances/nsb/pdf/360_micro_org_e.pdf.
- European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. MANUAL OF DECISIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE SIXTH AND SEVENTH AMENDMENTS TO DIRECTIVE 67/548/EEC ON DANGEROUS SUBSTANCES (DIRECTIVES 79/831/EEC AND 92/32/EEC) (NON-CONFIDENTIAL VERSION). Updated: 03rd July 2006; [73](http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/New-</p></div><div data-bbox=)

- Chemicals/Manual_of_decisions.pdf; Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 (Text with EEA relevance) .Official Journal L 353 , 31/12/2008 P. 0001 – 1355.
- Federal Environment Agency/Inter-University Research Center for Technology Work, and Culture: Collection of Information on Enzymes, Final Report, Luxembourg: European Commission (2002). Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe. Einstufung von Bakterien (Bacteria) und Archaeobakterien (Archaea) in Risikogruppen. TRBA 466. Bundesarbeitsblatt 7-2006, 33-193 (Neufassung). Ausgabe: Dezember 2005.
- Government of Canada, Environment Canada, Health Canada (2001): Guidelines for the Notification and Testing of New Substances: Organisms. Pursuant to The New Substances Notification Regulations of the Canadian Environmental Protection Act, 1999. <http://www.ec.gc.ca/substances/nsb/pdf/Bioge1201.pdf>.
- Haslinger, D. (2006): Überprüfung der Reinigungswirkung „EM-Effektiver Mikroorganismen“. Diplomarbeit Fachhochschul-Diplomstudiengang Bio- und Umwelttechnik
- Losada, E.; Hinojosa, M.; Quirce, S.; Sanchez-Cano, M.; Moneo, I. (1992): Occupational asthma caused by alpha-amylase inhalation: clinical and immunologic findings and bronchial response patterns. J Allergy Clin Immunol 89: 118-125.
- MANUAL OF DECISIONS FOR IMPLEMENTATION OF DIRECTIVE 98/8/EC CONCERNING THE PLACING ON THE MARKET OF BIOCIDAL PRODUCTS. Last modified: 10.07.2008. <http://ec.europa.eu/environment/biocides/pdf/mod.pdf>.
- N.N. (2002): Dicke Luft in Sanitieranlagen. Geruchsvernichtung durch Mikroorganismen. Rationell Reinigen 2. http://www.rationell-reinigen.de/data/beitrag/beitrag_1048606.html. N.N. (2002): Bakterien gegen Gestank. Reiniger auf mikrobiologischer Basis vernichtet üble Gerüche. Rationell Reinigen 4. http://www.rationell-reinigen.de/data/beitrag/beitrag_1048237.html
- N.N. (2004): „Bakterientief“ sauber – Mikrobiologischer Reiniger sorgt für Hygiene in DB-Zügen. In: Rationell Reinigen 9/2004 S 14- 16.
- N.N. (2008). Bakteriologische Reiniger. Rationell Reinigen 11. http://www.rationell-reinigen.de/data/beitrag/Artikel-Bakteriologische-Reiniger_2804317.html.
- OECD (2003) Guidance Document on the Use of Taxonomy in Risk Assessment of Micro-Organisms: Bacteria. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology No.29. ENV/KM/MONO(2003)13.
- Patent No KR 2005081474. Do, MS: Preparation of detergent for kitchen using effective microorganism to improve cleaning power and to protect skin.
- Pressberger, T. (2008): Mit der Kraft der Natur. Thema Mikrobiologische Reiniger. Reinigung aktuell 02/2008, S.20-23
- Quirce, S.; Cuevas, M.; Diez-Gomez, M.; Fernandez-Rivas, M.; Hinojosa, M.; Gonzalez, R.; Losada, E. (1992): Respiratory allergy to Aspergillus-derived enzymes in bakers' asthma. J Allergy Clin Immunol 90: 970-978.
- Rackl, C. (2006) Praktische Erfahrungen mit effektiven Mikroorganismen (EM) in Pflanzenbau und Tierhaltung. Diplomarbeit FACHHOCHSCHULE WEIHENSTEPHAN, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft.
- REACH-Helpdesk: Kurz-Info: Leitfaden zur Definition und Benennung von Stoffen. <http://www.reach-helpdesk.de/de/Downloads/Kurzinfo-Stoffidentitaet.pdf>.
- RICHTLINIE 2000/54/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. September 2000 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (Siebte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 262/21.

- Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten. Amtsblatt Nr. L 123 vom 24/04/1998 S. 0001 – 0063.
- Sterba, Ch. (2009): Erfahrungsbericht Mikrobiologische Reiniger in der Gebäudereinigung. Input im Rahmen des Workshops „Mikrobiologische Reiniger– rechtliche Einordnung und Bewertungsfragen“, 23.2.2009, Wien.
- Technische Regeln für Biologische Arbeitstoffe. Einstufung von Pilzen in Risikogruppen. TRBA 460. Bundesarbeitsblatt 10-2002
- Technische Regeln für Biologische Arbeitstoffe. Einstufungskriterien für biologische Arbeitstoffe. TRBA 450. Bundesarbeitsblatt Juni 2000 mit Änderungen und Ergänzungen 04/2002 und 10/2002; Änderungen und Ergänzungen 11/2004.
- Technische Regeln für Biologische Arbeitstoffe. Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege. TRBA/TRGS 406. Juni 2008
- Tripathi, A.; Grammer, L.C. (2001). Extrinsic allergic alveolitis from a proteolytic enzyme. *Ann Allergy Asthma Immunol* 86: 425-427.
- United States Patent (1987): Liquid cleaner containing viable microorganisms 4,655,794, Apr. 7
- United States Patent 5,364,789, Nov 15, 1994 Guinn et al.: Microbial cleaner for oil storage tanks and floors
- USPTO Patent Application 20070190625, Higa, T: Detergents made use of fermentation technology and production method thereof.
- Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 über die zweite Phase des Zehn-Jahres-Arbeitsprogramms zur Wirkstoffprüfung gemäß Richtlinie 98/8/EG ("2. Review-Verordnung")
- Verordnung (EG) Nr. 648/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über Detergenzien. Amtsblatt Nr. L 104 vom 08/04/2004 S. 0001 – 0035.
- Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales über den Schutz der Arbeitnehmer/innen gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe (Verordnung biologische Arbeitsstoffe - VbA) BGBl. II Nr. 237/1998.
- VWA (2004): BACTERIËLE REINIGERS. Reinigers op basis van micro-organismen.met eventuele toevoegingen. Statusrapport over de werking van microbiologische reinigers, de wettelijke aspecten en eventuele gezondheidsrisico's voor de consument en professionele gebruikers. Rapport nr. ND04o071-3. VOEDSEL EN WAREN AUTORITEIT (VWA).
- WIPO/OMPI Patent WO 02/068573 A1 (2002): Biological-based cleaning agents for disposal systems.

8 Anhang

Anhang: Tabellen

Tabelle 3: Im Rahmen der Studie recherchierte Anbieter und Produktanwendungen*.

Hersteller	Land	Typ	Unterhaltsreinigung	Geruchsentfernung	Abbau Fette	Abbau Öle	Anzahl Produkte	
Hersteller 1	Österreich	MO			X	X	1 (Kombi)	
Hersteller 2	Österreich	MO	X	X	X			
Hersteller 3	Österreich	EM	X	X	(X)		4	
Hersteller 4	Österreich	MO		(X)			1	
Hersteller 5	Deutschland	MO	X	X	X	X	8	
Hersteller 6	Deutschland	MO			X	X	1	
Hersteller 7	Deutschland	MO	X	X			2	
Hersteller 8	Deutschland	MO	X	X			1	
Hersteller 9	Schweiz	MO	X	X			2	
Hersteller 10	Belgien	MO	X	X	X		23	
Hersteller 11	Belgien	MO	Wie Hersteller 19					
Hersteller 12	Großbritannien	MO	X	X	X		<5	
Hersteller 13	Großbritannien	MO			X		4	
Hersteller 14	USA	MO	X	X	X	X	4	
Hersteller 15	USA	EM	X				1	
Hersteller 16	USA	MO	X			X	2	
Hersteller 17	USA	MO			X	X	9	
Hersteller 18	USA	MO	X	X	X		2	
Hersteller 19	USA	MO	X	X	X	X	3	
Hersteller 20	Holland	MO	X	X	X	X	5**	

*Spezialanwendungen wie Abfluss- oder Tankreiniger sind in dieser Tabelle nicht explizit angeführt; ** Produziert auch in Lohnfertigung für Formulierer.

Tabelle 4: Angaben zu Inhaltsstoffen und Mikroorganismen in Sicherheitsdatenblatt und Produktinformation.

Hersteller	Produkt/ Produkttyp	Inhaltsstoffangaben lt. SDBI	Sonstige Stoffangaben in Produktinformation	Angaben zu Mikroorganismen lt. SDBI	Angaben zu Mikroorganismen in Produktdatenblatt bzw. Produktinformation
Hersteller 3	Universalreiniger	Ethanol: <1,5%; Grapefruitkernextrakt; ätherische Öle (Lavendel-Orangenöl); Zitronensäure, Melasse	-	"verschiedene Mikroorganismen"	EM
	Kraftreiniger	Ethanol: <3%; Grapefruitkernextrakt; ätherische Öle (Zitronen-, Limetten-, Orangen-, Pinienöl); Enzyme, Melasse			
	Küchenreiniger	Ethanol: <3%; Grapefruitkernextrakt; ätherische Öle (Eukalyptus, Citriodra, Piniennadel, Zedernadel); Enzyme (Lipasen, Proteasen, Amylasen), biologische Zuckerrohrmelasse			
	Citrusreiniger	Ethanol: <1,5%; Grapefruitkernextrakt; ätherische Öle (Limetten-, Orangen-, Zitronen-, Pinienöl); Citronella, Zitronensäure, Melasse	-		
Hersteller 2	Bodenreiniger	2-(2-butoxy)ethanol: 0,5-2,4%; Isopropanol: 0,5-2,4%; Lauryldiethanolamid:0,5-2,4%; Natriumlaurylethersulfat:2,5-9%	-	keine	"probiotische Bakterien"
	WC-Reiniger	"Enthält keine für die Gesundheit gefährlichen Stoffe über der Gehaltsgrenze"	Anionogene oberflächenaktive Stoffe < 5 %, nicht ionogene oberflächenaktive Stoffe <5%; Parfüms < 5%; Konservierungsmittel (2-Mehtyl-4-isothiazolin-3-on) <5%)	keine	"probiotische Bakterien"
Hersteller 1		SDBI nicht verfügbar	keine	SDBI nicht verfügbar	"Ungiftige Mischkultur verschiedenster Mikroorganismen"
Hersteller 6		Alkoholalkoxylat: 1-3%; Duftstoff	keine	"Enthält Mikroorganismen"	-
Hersteller 9		Isopropanol: 1-5%; Decylglucoside: 1- 5%; Natriumethylhexylsulfat: 1-5%	Formaldehydepot alpa, Gemisch aus: 5-Chlor-2-methyl-2H-isothiazol-3-on / 2 Mehtyl-2H-isothiazol-3-on; allergene Duftstoffe: Butylphenyl Methylpropional, Linalool; Hexyl cinnamic aldehyde	keine	"Biosan Bakterien"

Hersteller	Produkt/ Produkttyp	Inhaltsstoffangaben lt. SDBI	Sonstige Stoffangaben in Produktinformation	Angaben zu Mikroorganismen lt. SDBI	Angaben zu Mikroorganismen in Produktdatenblatt bzw. Produktinformation
Hersteller 7	Geruchs-Stopp	keine	Duftstoffe		"nicht pathogene Bakterienkulturen"
		keine	Duftstoffe		"nicht pathogene Bakterienkulturen"
Hersteller 8		Anionische Tenside, nichtionische Tenside, Duftstoffe (Linalool, d-Limonene, Lilial, Neolone) < 1%	Anionische Tenside < 1%; nichtionische Tenside < 1%; Duftstoffe, Linalool, d- Limonene, Lilial, Neolone	keine	"mit Hilfe von Mikroorganismen"
Hersteller 5		Mikroorganismen und Enzyme, adsorbiert an einem organischen Träger (Semmelmehl)	-	Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen. Risikogruppe 1	-
		Lösung aus Mikroorganismen und Enzyme, Alkohol, Duftstoff, Lebensmittelfarbe, anionisches Tensid (APO-frei) Enthält geringe Mengen anorganische Salze	-	Nichtpathogenes mikrobiologisches Produkt. Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen	-
		Lösung aus Mikroorganismen und Enzyme, Alkohol, Duftstoff, Lebensmittelfarbe, anionisches Tensid (APO-frei) Enthält geringe Mengen anorganische Salze	-	Nichtpathogenes mikrobiologisches Produkt. Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen	-
		Wässrige Lösung aus Mikroorganismen, mehrwertige Alkohol, anionische und nichtionische Tenside	-	Nichtpathogenes mikrobiologisches Produkt. Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen	-
		Anionische oberflächenwirksame Substanz: 5-10%; nichtionische oberflächenwirksame Substanz: 0-5%	-	Wasserhaltige Auflösung ausgewählter natürlicher Bakterien	-
Hersteller 5		Lösung aus Mikroorganismen und Enzymen, Alkohol, Duftstoff, Lebensmittelfarbe, anionisches Tensid (APO-frei). Enthält geringe Mengen anorganischer Salze	-	Nichtpathogenes mikrobiologisches Produkt. Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen	-

Hersteller	Produkt/ Produkttyp	Inhaltsstoffangaben lt. SDBI	Sonstige Stoffangaben in Produktinformation	Angaben zu Mikroorganismen lt. SDBI	Angaben zu Mikroorganismen in Produktdatenblatt bzw. Produktinformation
		Lösung aus Mikroorganismen und Enzyme, Alkohol, Duftstoff, Lebensmittelfarbe, anionisches Tensid (APO-frei) Enthält geringe Mengen anorganische Salze	-	Nichtpathogenes mikrobiologisches Produkt. Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen	-

Anmerkungen: Berücksichtigt nur die Hersteller 1-9. Hersteller und Produkte wurden anonymisiert. Teilweise ist anstelle des Produkts der Produkttyp angegeben. -: keine Informationen vorhanden.

Tabelle 5: Spezifizierung der Mikroorganismen lt. Herstellerangaben.

Hersteller	Produkt/ Produkttypen	Hinweis auf Mikro- organismen im SDBI	Hinweis auf Mikro- organismen im Produktinfo	Angaben zu Mikroorganismen	Angaben basieren auf	Genus & Spezies	Bezugsquelle	Kommentare, sonstige Spezifikationen	
Hersteller 3	Universalreiniger, Kraftreiniger; Küchenreiniger; Citrusreiniger	ja	ja	Milchsäurebakterien	Zertifikat	<i>Lactobacillus plantarum Lactobacillus casei</i>	Angaben vorhanden	Local beneficial microorganisms, that exist naturally in the environment, survive in the mixture of EM at pH levels under 3,5.... All microbes found in EM are present in all ecosystems and are primarily used in the food industry, the are non-toxic to humans, animals, plants and the environment	
				Photosynthesebakterien					<i>Rhodospseudomonas palustris</i>
				Hefe					<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
				Sonstige					
Hersteller 2	Bodenreiniger, WC-Reiniger und Geruchskiller	nein	ja	"Probiotische Bakterien"	Produktinformation	k. A.	k. A.		
Hersteller 1		SDBI nicht verfügbar	ja	Purple Bacteria (Purple Non-sulfur Bacteria)	Herstellerangaben auf Anfrage	<i>Rhodospseudomonas, Rhodospirillum</i>	Angaben vorhanden (USA)	SDB nicht verfügbar	
				Purple Sulfur Bacteria					<i>Thiobacillus novellas, Thiobacillus thiooxidans, Thiobacillus denitrificans, Thiobacillus thioparus</i>
				Pseudomonas					<i>Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas citronellolis</i>
				Alcaligenes					<i>Alcaligenes denitrificans</i>
				Flavobactrium					<i>Flavobactrium auatile, Flavobacter oceanosedimentum</i>
				Nitrobacter		<i>Nitrobacter winogradski</i>			

Hersteller	Produkt/ Produkttypen	Hinweis auf Mikro- organismen im SDBI	Hinweis auf Mikro- organismen im Produktinfo	Angaben zu Mikroorganismen	Angaben basieren auf	Genus & Spezies	Bezugsquelle	Kommentare, sonstige Spezifikationen
				Nitrosomas		<i>Nitrosomas - europaea</i>		
				Comamonas		<i>Comamonas testosteroni</i>		
				Bacillus		<i>Bacillus macerans</i>		
				Serratia		<i>Serratia liquifaciens</i>		
Hersteller 6		ja	ja	"Bacillusstämmen der Risikoklasse 1"	Herstellerangaben auf Anfrage	k. A.	Deutsche Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ)	
Hersteller 9		nein	ja	"Biosan Bakterien"	Produktinformation	k. A.	k. A.	
Hersteller 7		nein	ja	"Nicht pathogene Bakteriekulturen"	Produktinformation	k. A.	k. A.	
Hersteller 8		nein	ja	"Mikroorganismen"	Produktinformation	k. A.	k. A.	Gutachten: "Sämtliche aufgeführten Bakterien...(sind der) Risikogruppe 1 zuzuordnen"
Hersteller 5		ja	nicht verfügbar	"Lösung aus Mikroorganismen und Enzymen"; "Wässrige Lösung aus Mikroorganismen"; wasserhaltige Auflösung ausgewählter natürlicher Bakterien"	SDBI	k. A.	k. A.	SDBI: "Mikroorganismen aus natürlichen Vorkommen. Risikogruppe 1"
Hersteller 21		nicht verfügbar	ja	"Mischung von bakteriellen Kulturen und Enzymen...der Gruppe 1"	Produktinformation	k. A.	k. A.	
Hersteller 22		nicht verfügbar	ja	Effektive Mikroorganismen (EM) nach Higa	Herstellerangaben	k. A.	Angaben vorhanden (Generalimporteur für Deutschland)	

Anmerkung: Berücksichtigt Produkte der Hersteller 1-9 und zusätzlich zweier weiterer Hersteller aus Deutschland (21 und 22), die in Tabelle 3 nicht erfasst sind. SDBI: Sicherheitsdatenblatt; MO: Mikroorganismen; k. A.: keine Angaben

Tabelle 6: Beispiele für Patente auf mikrobiologische Reiniger

Patentnummer	Patentinhaber	Veröffentlichung	Bezeichnung
US 6,498,137 B1	Schalitz et al.	24. Dez 02	Aerosol cleaning composition containing an organic acid and a spore forming microbial composition
WO 02/068573 A1	Koeppel Clemens	06. Sep 02	Reinigungsmittel für Entsorgungssysteme auf biologischer Basis (a)
4,655,794	Richardson et al.	07. Apr 87	Liquid cleaner containing viable microorganisms
20070190625	Teruo Higa		Detergent made use of fermentation technology and production method thereof (b)
KR 2005081474	Do Mal Soon	19. Aug 05	Preparation method of detergent composition for kitchen using effective microorganism to improve cleaning power and to protect skin
JP 2006206815	Yasuda Nobuo	10. Aug 06	Covering agents for fabrics and dry detergents containing them (c)
KR 2003097060	Lee Byung Hun	31. Dez 03	Bioscrubber for waste gas treatment by using effective microorganisms for removing malodour and volatile organic compounds (d)
US 5,364,789	Guinn et al.	15. Nov. 94	Microbial cleaner for oil storage tanks and floors

Anmerkungen

(a) sowie Sporen eines aeroben, sporenbildenden und membrangebundenen Lipase-exprimierenden Mikroorganismus, wobei das Reinigungsmittel die Sporen des Mikroorganismus zusammen mit einem Träger mikroverkapselt enthält.

(b) "adding effective microorganisms (EM) and EM-X ceramic powder in a production process of soap, and which proliferates effective microorganisms in sewage water after washing for cleaning the sewage water."

(c) folgende Mikroorganismen wurden erwähnt: Actinomyceten, Milchsäurebakterien, Photosynthetische Bakterien, Hefe, Eubakterien

(d) "Bacillus is used as the effective microorganisms to improve the removal efficiency"

Tabelle 7: Mikroorganismen, die für die Verwendung in Reinigern beschrieben wurden.***

Organismus	Risiko- klasse [§]	Weitere risikorelevante Eigenschaften	Quelle	Anmerkung
Bakterien				
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i> (<i>Thiobacillus thiooxidans</i>)*	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Achromobacter denitrificans</i> (<i>Alcaligenes denitrificans</i>)*	2		Hersteller 1 (e)	
<i>Arthrobacter</i> sp.	1-2	p	4,655,794	(b)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1		Patent US 6,498,137 B1 (2002)	(d)
<i>Bacillus licheniformis</i>	1+	p?	Patent US 6,498,137 B1 (2002)	(d)
<i>Bacillus megaterium</i>	1+	p?	Patent US 6,498,137 B1 (2002)	(d)
<i>Bacillus pabuli</i> (<i>Paenibacillus pabuli</i>)*	1		Patent WO 02/068573 A1	(a), Membran gebundene Lipase (Reinigungsprozess)
<i>Bacillus</i> sp.	1-3	p?	Patent WO 02/068573 A1; Patent 4,655,794	(a), Membran gebundene Lipase (Reinigungsprozess) (b), Degrade sanitary waste
<i>Bacillus subtilis</i>	1+		Hersteller 18, Patent 4,655,794	(b)
<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>Animalis</i> (<i>Bifidobacterium animalis</i>)*	1		Hersteller 18	
<i>Bifidobacterium bifidum</i> subsp. <i>Lactis</i> (<i>Bifidobacterium bifidum</i>)*	1		Hersteller 18	
<i>Bifidobacterium longum</i>	1		Hersteller 18	
<i>Citrobacter</i> sp.	2	t	Patent 4,655,794	(b)
<i>Comamonas testosteroni</i>	1+		Hersteller 1 (e)	
<i>Corynebacter</i> sp.	1-2	t, p?, T	Patent 4,655,794	(b)
<i>Enterobacter</i> sp.	1-2	P, p?, t, TA	Patent 4,655,794	(b)
<i>Flavobacter oceanosedimentum</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Flavobacterium aquatile</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1+		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	1		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (<i>Lactobacillus bulgaricus</i>)*	1		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>casei</i> (<i>Lactobacillus casei</i>)*	1		Hersteller 3	

Organismus	Risiko- klasse ^s	Weitere risikorelevante Eigenschaften	Quelle	Anmerkung
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> (<i>Lactobacillus lactis</i>)*	1		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus diacetylactis</i>	?		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus fermentum</i>	1		Hersteller 18	
<i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> (<i>Streptococcus lactis</i>)*	1/1+		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1+		Hersteller 3, 18	
<i>Nitrobacter winogradski</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Nitrosomas europaea</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Paenibacillus macerans</i> (<i>Bacillus macerans</i>)*	1+		Hersteller 1 (e)	
<i>Pseudomonas citronellolis</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1+		Hersteller 1 (e)	
<i>Pseudomonas</i> sp.	1-2	p, p?, t	Patent 4,655,794	(b)
<i>Rhodobacter sphaeroides</i>	1		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	1		Hersteller 3, 18	
<i>Rhodospseudomonas</i> sp.	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Rhodospirillum</i> sp.	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Serratia liquifaciens</i> synonym: <i>Serratia proteamaculans</i> **	1-2**		Hersteller 1 (e)	
<i>Stakeya novella</i> (<i>Thiobacillus novellus</i>)*	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	1		Hersteller 18	
<i>Streptomyces albus</i>	1		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Streptomyces griseinus</i>	1		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Thiobacillus denitrificans</i>	1		Hersteller 1 (e)	
<i>Thiobacillus thioparus</i>	1		Hersteller 1 (e)	
Hefen und Pilze				
<i>Aspergillus oryzae</i>	1	A	Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger

Organismus	Risiko- klasse [§]	Weitere risikorelevante Eigenschaften	Quelle	Anmerkung
<i>Candida utilis</i>	1			
<i>Mucor hiemalis</i>	1		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Saccharomyces albus</i>	?		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1		Hersteller 3, 18	
<i>Saccharomyces griseinus</i>	?		Rackl (2006)	Nicht spez. für Reiniger

Anmerkungen

§ Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe. Einstufung von Bakterien (Bacteria) und Archaeobakterien (Archaea) in Risikogruppen. TRBA 466. Bundesarbeitsblatt 7-2006, 33-193 (Neufassung). Ausgabe: Dezember 2005; Liste risikobewerteter Mikroorganismen für gentechnische Arbeiten. http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/3/0/5/CH0817/CMS1201093533126/risikogruppen_bacteria.pdf;

(a) Reinigungsmittel für Entsorgungssysteme auf biologischer Basis

(b) Liquid Cleaner containing viable microorganisms

(c) SCD (2007): Certification of analysis. SCD Efficient Microbes (EM) Original™

(d) United States Patent US 6,498,137 B1 (2002): Schalitz et al.

(e) Produkt zur Reinigung von Teichen, Biotopen etc.

p pathogen für Pflanzen

p? Nach heutigem Kenntnisstand kann noch nicht endgültig entschieden werden ob der Organismus pflanzenpathogen ist

+ In Einzelfällen als Krankheitserreger nachgewiesen oder vermutet, überwiegend bei erheblich abwehrgeminderten Menschen

t pathogen für Wirbeltiere, der Mensch wird in der Regel nicht befallen. Wenn ein Bakterium sowohl human- als auch tierpathogen ist, entfällt die Kennzeichnung

t? Nach heutigem Kenntnisstand kann noch nicht endgültig entschieden werden, ob der Organismus für Wirbeltiere pathogen ist

TA Arten, von denen Stämme bekannt sind, die langjährig sicher in der technischen Anwendung gehandhabt wurden. Diese bewährten Stämme können daher nach den Eingruppierungskriterien in die Gruppe 1 fallen. Die Kennzeichnung mit TA erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In Spezies ohne diese Kennzeichnung können deshalb ggf. auch Stämme mit den Merkmalen „TA“ vorkommen

T Organismus produziert Toxine

? Einstufung nicht überprüft

A Allergie induzierend

*: Species deren Bezeichnung nach dem 1.1.1980 geändert wurde (Gentechnikbuch, Liste risikobewerteter Mikroorganismen für gentechnische Arbeiten, Annex II).

** : Hängt von der genauen taxonomischen Zuordnung ab: *Serratia proteamaculans* (*Serratia proteamaculans* subsp. *proteamaculans*): Risikostufe 2; *Serratia proteamaculans* subsp. *proteamaculans* siehe *Serratia proteamaculans*; *Serratia proteamaculans* subsp. *quinovora* siehe *Serratia quinivorans*; *Serratia quinivorans* (*Serratia proteamaculans* subsp. *quinovora*): Risikostufe 1.

*** Manche der Beschreibungen von EM beziehen sich auf viele Einsatzbereiche; es bleibt dadurch im Unklaren, ob alle beschriebenen Mikroorganismen auch in Reinigern eingesetzt werden (siehe auch Spalte Anmerkungen). Mikroorganismen, die in konkreten Produkten verwendet werden, die im Rahmen dieser Recherche ermittelt wurden, sind grau hinterlegt.

Tabelle 8: Rahmenrezepturen von konventionellen und mikrobiologischen Sanitärreinigern.

Komponente	Einfache Rezeptur Mikroorganismen [%]	Einfache Rezeptur [%]	Komplexe Rezeptur [%]	Stark saure Rezeptur (pH < 1) [%]
Mikroorganismen	✓			
Tenside	<1	~ 1	~ 5	
Alkohol			~ 1	
Säure		~ 20	~ 20	> 30
Konservierungsmittel			~ 1	
Lösungsmittel				~ 1
Korrosionsinhibitor				< 5
Duftstoffe	✓		✓	
Farbstoffe	✓		✓	

Quelle: „die umweltberatung“.

Tabelle 9: Rahmenrezepturen von konventionellen Allzweck- und Sanitärreinigern.

Komponente	Allzweckreiniger flüssig (sauer) [%]	Allzweckreiniger flüssig (schwach alkalisch) [%]	WC Reiniger flüssig [%]	WC Reiniger-Pulver [%]
Tenside	5 - 9	5 - 9	0 - 5	15 - 30
Builder (Citrat, NTA, Phosphat, Phosphonat)	0 - 3	0 - 3		0 - 5
Säuren (Citronen-, Essig-, Malein- Amidosulfonsäure, K/Na-Hydrogensulfat)	5 - 10		4 - 10	10 - 50
Konservierungsmittel	✓	✓		
Lösungsmittel (Ethanol, Butylglykolether...)	0 - 5	0 - 5		
Duftstoffe	✓	✓	✓	✓
Farbstoffe	✓	✓	✓	✓

Quelle: Wagner, G. (Hrsg.) (2003): Reinigungs- und Pflegemittel im Haushalt.

Tabelle 10: Mikrobiologische Reiniger: „Standardreiniger“.

			"Universal- reiniger"	"WC Reiniger"	"Reinigungsmittel Sanitärreinigung"	"Mikrobiologischer Reiniger und Geruchsvernichter"
Mikroorganismen (Typ)			EM	MO	MO	MO
Rezepturkomponenten lt. Hersteller	CAS	R-Sätze	%	%	%	%
Tenside						
nichtionisch				< 5	<5	< 5
ionisch				< 5	<5	< 5
Säuren						
Zitronensäure	77-92-9	R36	✓			
Lösungsmittel						
Ethanol	64-17-5	R11	< 1, 5			
Isopropanol	67-63-0	R11-36-67			✓	
Enzyme						
Lipasen			✓			
Proteasen			✓			
Amylasen			✓			
Duftstoff / Parfüm				✓		
Linalool, d-Limonene, Lilial, Neolone						✓
Linalool, d-Limonene, Hexyl cinnamic aldehyde, Butylphenyl Methypropional					✓	
Natürliches ätherisches Öl			✓			
Farbstoffe						
Konservierungsmittel						✓
Kathon	55965-84-9	R23/24/25-34- 43-50/53		✓	✓	
Sonstige Bestandteile						
Grapefruitkernextrakt			✓			
Melasse			✓			

Tabelle 11: Rezepturen Teilereiniger: mikrobiologische u. konventionelle Reiniger.

Rezepturkomponenten lt. Hersteller	CAS	R-Sätze	Konventioneller R.	MO-Reiniger
Mikroorganismen (Typ)				
Alkoholalkoxyolat		Xn, R22,38,41	1 - 3%	
Naphtha	64742-48-9	Xn, R65-66		>90%
Duftstoff / Parfüm				

Tabelle 12: Rezepturen Rohrpflegemittel (mikrobiologisches Produkt) und Rohreiniger (konventionelles Produkt).

Rezepturkomponenten lt. Hersteller	CAS	R-Sätze	Pflegemittel für Rohre und Fettabscheider		Rohreiniger I	Rohreiniger II
			%	%	%	%
Mikroorganismen (Typ)			<input checked="" type="checkbox"/>			
Enzyme			<input checked="" type="checkbox"/>			
Alkohol			<input checked="" type="checkbox"/>			
anionisches Tensid			<input checked="" type="checkbox"/>			
Duftstoff / Parfüm			<input checked="" type="checkbox"/>			
Kaliumhydroxid	1310-58-3	Xn, C R22-35			< 30	
Natriumhydroxid	1310-73-2	C, R35				15 - 30
Natriumnitriloacetat	5064-31-3	R22-36				1 - 5
amphoterer Tensid	61788-90-7	Xi, R38-41-50				<1

Anhang: EFSA-Review der Gefährdungspotentiale von *Bacillus* spp. in Lebensmittelkontexten

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat im Rahmen ihres QPS-Konzepts diverse *Bacillus* spp. bewertet von denen manche auch in mikrobiologischen Reinigern eingesetzt werden und ähnliche Feststellungen wie die US EPA getroffen:

“Strains of B. fusiformis, B. licheniformis, B. mojavensis, B. pumilus, and B. subtilis are known as rare causes of foodborne poisoning (Kramer 1989). A few strains among these species produce cytotoxins (Salkinoja-Salonen, Vuorio et al. 1999; From, Pukall et al. 2005). Strains of other species have been reported to produce B. cereus-like toxins, although the identification of the organisms in these studies is uncertain (B. amyloliquefaciens, B. circulans, B. lentimorbis, B. lentus, and B. megaterium).” (EFSA 2007, S.3).

“The virulence factors involved in infection by Bacillus spp. outside of the gastrointestinal tract are not as well known as for food poisoning. Bacillus spp. other than B. cereus, in particular some strains of B. licheniformis, B. pumilus, and B. subtilis produce very active cyclic biosurfactants with large potential medicinal and industrial applications (Mulligan 2005; Rodrigues, Banat et al. 2006). These cyclic biosurfactants are also haemolytic (Dufour, Deleu et al. 2005) and could be cytotoxic. The role of cytotoxins and of cytotoxic biosurfactant molecules in infections occurring outside the gastrointestinal tract caused by Bacillus spp. other than Bacillus cereus should be investigated further.” (ibid S. 5).

Eine Aktualisierung dieser Einschätzung trifft dann folgende Feststellungen:

“Results published since the preparation of the opinion give more indications on the nature of some of the toxic compounds produced by these QPS Bacillus species: Amylosin produced by B. amyloliquefaciens, a member of the B. subtilis group (Mikkola et al., 2007); the lipopeptides fengycin and surfactin from B. subtilis and B. mojavensis (Huang et al., 2006, From et al., 2007a); pumilacidin from B. pumilus (From et al., 2007b); lichenysin from B. licheniformis (Nieminen et al., 2007). Pumilacidin was associated with a food borne poisoning outbreak linked to rice (From et al., 2007b). Lichenysin was produced by Bacillus sp. isolated from mastitis. Surfactin was proposed to be the origin of the cytotoxic activities found in some strains of B. mojavensis implicated in foodborne poisoning (From et al., 2007a).

All the above described toxins are peptides with toxic activities on cell lines and sperm cells similar to that of the emetic toxin of B. cereus. They can be detected by the same biological tests, but their ability to cause emesis has not been proven. Therefore the qualification in the list of QPS granted micro-organisms "absence of emetic food poisoning toxin with surfactant activities" for Bacillus strains should be reworded as "absence of food poisoning toxins, absence of surfactant activities". The approach proposed in the previous QPS opinion [EFSA 2007, Appendix B] would permit to detect these toxic peptides and the strains producing them would not be qualified for the QPS.

All these toxic peptides had toxic activities on cells similar to the emetic toxin of B. cereus. Although this emetic toxin usually causes mild poisoning, it has been responsible for severe and fatal liver failures (Mahler et al. 1997; Posfay-Barbe 2008; Dierick et al. 2005). The previous QPS opinion (EFSA 2007a, Appendix B) reported that B. cereus enterotoxins have already been detected in other Bacillus spp. Therefore, genes coding for these toxins are frequently screened for in Bacillus spp. strains proposed as probiotics. However, for non- B. cereus isolates, cytotoxic properties are more frequently caused by other toxins (From et al., 2005). Similarly the emetic toxin of B. cereus does not seem to be the cause of toxicity found in Bacillus spp. other than B. cereus. Therefore, testing Bacillus strains for B. cereus toxin genes is useful but must be completed by tests on cell cultures, as recommended in the previous QPS opinion, using adequate controls (e.g. strains for which the toxicity or the lack of toxicity have been fully characterized).” (EFSA 2008)

Trotzdem wurden *B. clausii*, *B. coagulans*, *B. fusiformis*, *B. lentus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. atrophaeus*, *B. mojavensis*, *B. subtilis* and *B. vallismortis* für den QPS-Status vorgeschlagen.

Einschränkend sei hier allerdings darauf hingewiesen, dass das QPS-Konzept auf Mikroorganismen abzielt, die in Lebensmitteln enthalten sind oder in der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden, was nicht notwendigerweise relevant ist für andere Expositionswege (z.B. respiratorisch) (siehe dazu auch EFSA 2008, S.22): .

Tabelle: Aktualisierung der EFSA-Empfehlung für den QPS-Status.

Bacillus Species			Qualifications
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Bacillus lentus</i>	<i>Bacillus pumilus</i>	Absence of food poisoning
<i>Bacillus atrophaeus</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Absence of toxins*.
<i>Bacillus clausii</i>	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Bacillus vallismortis</i>	surfactant activity.*
<i>Bacillus coagulans</i>	<i>Bacillus mojavensis</i>	<i>Geobacillus</i>	Absence of enterotoxigenic activity.*
<i>Bacillus fusiformis</i>		<i>stearothermophilus</i>	

Quelle: EFSA (2008).

Im Exzerpt zitierte Literatur

- Dierick, K., Van Coillie, E., Swiecicka, I., Meyfroidt, G., Devlieger, H., Meulemans, A., Hoedemaekers, G., Fourie, L., Heyndrickx, M. and Mahillon, J. 2005. Fatal family outbreak of *Bacillus cereus*-associated food poisoning. *J.Clin. Microbiol.* 43, 4277-4279.
- Dufour, S., M. Deleu, et al. (2005). "Hemolytic activity of new linear surfactin analogs in relation to their physico-chemical properties." *Biochim Biophys Acta* 1726(1): 87-95.
- EFSA (2007): Introduction of a Qualified Presumption of Safety (QPS) approach for assessment of selected microorganisms referred to EFSA. Opinion of the Scientific Committee (Question No EFSA-Q-2005-293). Adopted on 19 November 2007. APPENDIX B. Scientific report on the assessment of *Bacillus* species.
- EFSA (2008): SCIENTIFIC OPINION. The maintenance of the list of QPS microorganisms intentionally added to food or feed1. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards (Question No EFSA-Q-2008-006). Adopted on 10 December 2008. *The EFSA Journal* (2008) 923, 1-48.
- From, C., Hormazabal, V. and Granum, P.E., 2007b. Food poisoning associated with pumilacidin-producing *Bacillus pumilus* in rice. *Int. J. Food Microbiol.* 115, 319-324.
- From, C., Pukall, R., Schumann, P., Hormazabal, V. and Granum, P.E., 2005. Toxinproducing ability among *Bacillus* spp. outside the *Bacillus cereus* group. *Appl. Environ. Microbiol.* 71,1178-1183.
- From, C., R. Pukall, et al. (2005). "Toxin-producing ability among *Bacillus* spp. outside the *Bacillus cereus* group." *Appl Environ Microbiol* 71(3): 1178-83.
- From, C., Hormazabal, V., Hardy, S.P. and Granum, P.E., 2007a. Cytotoxicity in *Bacillus mojavensis* is abolished following loss of surfactin synthesis: Implications for assessment of toxicity and food poisoning potential. *Int. J. Food Microbiol.* 117, 43-49.
- Huang, X.Q., Lu, Z.X., Zhao, H.Z., Bie, X.M., Lu, F.X. and Yang, S.J.,. 2006. Antiviral activity of antimicrobial lipopeptide from *Bacillus subtilis* fmbj against Pseudorabies Virus, Porcine Parvovirus, Newcastle Disease Virus and Infectious Bursal Disease Virus in vitro. *Int. J. Peptide Res. Therapeutics* 12, 373-377.
- Kramer, J. M., Gilbert, R.J. (1989). *Bacillus cereus* and other *Bacillus* species. Foodborne bacterial pathogens. New York, Marcel Dekker Inc.

- Mahler, H., Pasi, A., Kramer, J.M., Schulte, P., Scoging, A.C., Bar, W. and Krahenbuhl, S., 1997. Fulminant liver failure in association with the emetic toxin of *Bacillus cereus* [see comments]. *New Eng. J. Med.* 336, 1142-8.
- Mikkola, R., Andersson, M.A., Teplova, V., Grigoriev, P., Kuehn, T., Loss, S., Tsitko, I., Apetroaie, C., Saris, N.E.L., Veijalainen, P. and Salkinoja-Salonen, M.S., 2007. Amylosin from *Bacillus amyloliquefaeiens*, a K⁺ and Na⁺ channel-forming toxic peptide containing a polyene structure. *Toxicon.* 49, 1158-1171.
- Mulligan, C. N. (2005). "Environmental applications for biosurfactants." *Environ Pollut* 133(2): 183-98.
- Posfay-Barbe, K.M., Schrenzel, J., Frey, J., Studer, R., Kroff, C., Belli, D.C., Parvex, P., Rimensberger, P.C. and Schappi, M.G., 2008. Food poisoning as a cause of acute liver failure. *Ped. Infect. Dis. J.* 27, 846-847.
- Rodrigues, L., I. M. Banat, et al. (2006). "Biosurfactants: potential applications in medicine." *J Antimicrob Chemother* 57(4): 609-18.
- Salkinoja-Salonen, M. S., R. Vuorio, et al. (1999). "Toxigenic strains of *Bacillus licheniformis* related to food poisoning." *Appl Environ Microbiol* 65(10): 4637-45.

Anhang: Patentexzerpt BIOLOGICAL-BASED CLEANING AGENT FOR DISPOSAL SYSTEMS (WO/2002/068573)

„Reinigungsmittel für Entsorgungssysteme auf biologischer Basis. Die Erfindung betrifft ein Reinigungsmittel für Entsorgungssysteme auf biologischer Basis, das eine Mischung aus Glyceriden von nativen Fettsäuren mit bis zu 18 C-Atomen, nativen Fettsäuren mit bis zu 18 C-Atomen und Salzen und Amiden von nativen Fettsäuren mit bis zu 18 C-Atomen sowie Sporen eines aeroben, sporenbildenden und membrangebundene Lipase exprimierenden Mikroorganismus enthält.

Es ist bekannt, verstopfte Entsorgungsrohre mit chemischen Reinigungsmitteln gängig zu machen. Solche chemischen Reinigungsmittel enthalten zumeist Ätznatron und Natriumhypochlorit. Sie sind stark alkalisch und wirken in einer Weise, dass die Ablagerungen nach chemischer Reaktion entweder in eine lösliche Form überführt werden oder ihre Haftung an den Systemwandungen verlieren. Eine mechanische Abtrennung von Fetten aus dem Abwasser mit Hilfe von Fettabscheideanlagen ist allerdings bei Einsatz solcher chemischen Methoden nicht mehr möglich. In jedem Fall enthalten die herkömmlichen chemischen Reinigungsmittel Schadstoffe, die geeignet sind, die Funktionsfähigkeit von Kläranlagen zu beeinträchtigen.

Im Stand der Technik sind eine Reihe von enzym- und mikroorganismenhaltigen Reinigungssystemen bekannt, die solche Entsorgungssysteme auf biologische Art und Weise reinigen. So wird in der DE 33 22 950 C ein Reinigungsmittel beschrieben, das als aktive Komponente das Enzym Cellulase aus Bakterien der Gattung Cellulomonas enthält und insbesondere für den Abbau von Celluloseablagerungen geeignet ist.

Gemäß US 3 418 251 A wird ein Reinigungsmittel aus abrasiv wirkenden Stoffen, z. B. Siliciumdioxid, Tensiden und vermehrungsfähigen Mikroorganismen, bevorzugt Bazillus subtilis und anderen Gattungen von Bazillus, beschrieben, das für den Abbau von Ablagerungen in Rohrsystemen geeignet ist. Nachteil dieser Reinigungsmittel ist, dass sowohl die Mikroorganismen als auch die Enzyme durch das regelmäßige abfließende Wasser von den abzubauenen Ablagerungen weggespült werden. Aus diesem Grund müssen derartige Reinigungsmittel nachdosiert werden. Die Mikroorganismen bzw.

Enzyme gelangen dabei auch in Fettabscheider und entfalten dort ihre Wirkung, was dem Fettabscheider seine Funktion nimmt.

Ein weiterentwickeltes Vorreinigungsmittel ist in der DE 44 28 834 C beschrieben. Dieser Rohrreiniger besteht aus zwei Komponenten, einer ersten Komponente mit einem Fettsäureestergemisch mit gelösten fettsauren Salzen und Fettsäureamiden sowie nativen Ölen und einer zweiten Komponente aus einem organischen Trägermaterial, vermehrungsfähigen Mikroorganismen und Enzymen.

Der Rohrreiniger gemäß DE 44 28 834 C hat trotz guter Funktionen zwei grundsätzliche Nachteile. Zum einen ist dies die beschränkte Lagerfähigkeit, da die zweite Komponente aufgrund ihres Gehaltes an lebenden Mikroorganismen und funktionsfähigen Enzymen in ihrer Haltbarkeit stark begrenzt ist. Nach Ablauf der zulässigen Lagerzeit verliert dieser Rohrreiniger seine Aktivität weitestgehend. Zum anderen hängt das Haftungsverhalten der Mikroorganismen und der Enzymen entscheidend von der ersten Komponente ab.

Durch Hydrolasen werden die Kohlenstoff- und Stickstoffquelle aus der Komponente 1 bereitgestellt. Das bedeutet, dass das Wachstum der vermehrungsfähigen Mikroorganismen das Vorhandensein von Hydrolasen in der Komponente 2 notwendig ist. Sind Fettabscheider vorhanden, gelangen aber gerade diese Hydrolasen durch den täglichen Abwasserfluß in den Fettabscheider und führen zu einer Spaltung der Fette und einer Verschlechterung der Abwasserqualität.

Eine Weiterentwicklung dieses Vorreinigers ist in der DE 198 50 012.2 beschrieben. Der dort beschriebene zweikomponentige Rohrreiniger macht Gebrauch von Sporen eines aeroben, sporenbildenden und membrangebundenen Lipase exprimierenden Mikroorganismus, der zusammen mit einer Wasser-in-Öl-Emulsion eines Triglyzerids, einer Kohlenstoffquelle, einer Stickstoffquelle und eines Emulgators zur Beseitigung von Fettablagerungen eingesetzt wird.

Der biologische Rohrreiniger gemäß DE 198 50 012.2 hat sich im Grunde genommen bewährt. Nachteilig ist jedoch nach wie vor die Notwendigkeit, zwei Komponenten aufeinander abgestimmt einzusetzen. Da nach der Dosierung der ersten Komponente eine Einwirkzeit von wenigstens 6h notwendig ist, ist eine Fehlanwendung nicht auszuschließen.

Insgesamt wäre es wünschenswert, über einen Rohrreiniger auf Basis von Sporen eines aeroben, sporenbildenden und membrangebundenen Lipase exprimierenden Mikroorganismus zu verfügen, der hinreichend lagerstabil ist und die Sporulation im Mittel selbst zuverlässig unterbindet, dagegen nach der Anwendung zuverlässig ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit einem Reinigungsmittel der eingangs genannten Art gelöst, das die Sporen der Mikroorganismen zusammen mit einem Träger in wasserlöslichen Mikrokapseln enthält.

Das erfindungsgemäße Reinigungsmittel für Entsorgungssysteme auf biologischer Basis beruht auf einer Mischung aus Fettsäurekomponenten, die geeignet sind, in Fettablagerungen einzudringen, diese aufzuweichen und anzulösen und dadurch Raum für die Ansiedlung und Entwicklung von Mikroorganismen zu schaffen. Die Mikrokapseln mit den Sporen befinden sich ebenfalls in der Mischung, in der sie sich nach Verdünnung mit Wasser langsam auflösen.

Die Aufweichung der Fettablagerungen geschieht in erster Linie durch die Glyceride und die Fettsäuren.

Die Mischung hat eine im Wesentlichen lösende Wirkung, die dazu dient, die Ablagerungen für die Mikroorganismen zugänglich zu machen. Naturgemäß sind diese Komponenten als Kohlenstoffquelle für Mikroorganismen geeignet.

Daneben dienen die Fettsäureamide als Stickstoffquelle. Die Mischung hat zweckmäßigerweise einen pH-Wert von 7,0 bis 7,5.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung enthält mikroverkapselte Sporen von obligat aeroben Mikroorganismen. Durch die Verwendung von Sporen wird erreicht, dass auch bei längerer Lagerzeit kein Aktivitätsverlust eintritt.

Bei den eingesetzten Mikroorganismen handelt es sich um solche, die eine membrangebundene Lipase exprimieren können. Das erfindungsgemäße Mittel erlaubt es, dass sich die Mikroorganismen aus den Sporen nach der Freisetzung an ihrem Einsatzort entwickeln und von ihnen gewünschte Aktivität zeigen.

Enzymaktivität und Mikroorganismus sind dabei aneinander gekoppelt, unerwünschte Enzymaktivität durch Abschwemmen des Enzyms wird so vermieden.

Die Sporen befinden sich in einem Trägermaterial, vorzugsweise einem Triglyzerid der hier beschriebenen Fettsäuren, das vorzugsweise zudem einen Zucker oder ein Zuckerderivat und insbesondere Sorbit enthält. Sie werden freigesetzt, sobald das Reinigungsmittel mit Wasser verdünnt wird und sich die Kapseln aufgelöst haben. Die Mischung wird insgesamt zum Einsatzort getragen, wo die sich entwickelnden Mikroorganismen ihre Wirkung entfalten.

Bei Verwendung eines Zuckers als Träger ist eine hervorragende Konservierung der Sporen gewährleistet. Nach Freisetzung der Sporen bewirkt die Mischung die direkte Einlagerung der Sporen am Einsatzort, nämlich in den Fettablagerungen. Die Menge der Sporen in den Kapseln liegt dabei zweckmäßigerweise im Bereich von 1×10^6 bis 1×10^9 KBE/g Reinigungsmittel und insbesondere von 5×10^7 bis 5×10^8 KBE/g.

Für die Verkapselung kommen insbesondere übliche Weichgelatine kapseln in Frage.

Als sporenbildende Mikroorganismen kommen insbesondere Bakterien in Frage, die für Menschen, Tiere und Pflanzen nicht pathogen sind. Voraussetzung ist, daß es sich um aerobe Mikroorganismen handelt, die die membrangebundene Lipase exprimieren können. Die Mikroorganismenart oder der Stamm sind nicht entscheidend. Als besonders geeignet haben sich jedoch Mitglieder der Gattung *Bazillus*, vor allem diverse Stämme von *Bazillus pabuli* (*Paenibacillus pabuli*) erwiesen und davon insbesondere der Stamm DSM 10049, der nach den Bestimmungen des Budapester Vertrags bei der DSMZ in Braunschweig in lebensfähigen Zustand hinterlegt ist.

Es versteht sich, dass auch Mischungen von Sporen eingesetzt werden können, wenn sie den Randbedingungen genügen.

Als Glyzeride kommen Mono-, Di- und/oder Triglyzeride, insbesondere von nativen organischen Carbonsäuren mit bis zu 18 Kohlenstoffatomen und/oder native Öle in Frage, wobei Triglyzeride der Capryl- und/oder Caprinsäure bevorzugt sind. Als natives Öl ist Rizinusöl bevorzugt, das ein Triglyzerid ist. Als weitere native Fettsäuren können beispielsweise Canrinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure, Elaidinsäure und Ricinoleinsäure verwendet werden. Die nativen Fettsäuren, Salze und Amide stammen aus der gleichen Gruppe.

Die mengenmäßige Zusammensetzung des Gemisches aus Fettsäuren, Fettsäureglyzeriden, Fettsäuresalzen und Fettsäureamiden kann, je nach Einstellung des Herstellungsverfahrens in weiten Bereichen schwanken. Sie ergibt sich aus dem Verseifungsprozeß der nativen Öle und der anschließenden Einstellung des Neutralpunktes. Der Gehalt an Fettsäureglyzeriden beträgt zweckmäßigerweise etwa 50% oder mehr. Das Verhältnis der Glyzeride zu den freien Säuren, ihren Salzen und ihren Amiden liegt zumeist im Bereich von 25 : 75 bis 75 : 25, nach Gewicht. Entscheidend ist das Vermögen der Mischung, in die Ablagerungen einzudringen und sie anzulösen. Dies bedingt eine ölig/flüssige Konsistenz, die mit dem erfindungsgemäßen Mittel gegeben ist.

Als Kohlenstoffquelle für die Mikroorganismen dienen die in der Mischung enthaltenen Fettsäureverbindungen. Zusätzliche Kohlenstoffquelle kann der Träger für die Sporen sein, zweckmäßigerweise in Form von Zucker oder Zuckerderivaten, insbesondere Sorbit. Es sollte sich dabei um eine für den jeweils eingesetzten Mikroorganismus schnell verfügbare Quelle handeln, die nach der Keimung ohne größeren Aufschluss fort metabolisiert werden kann. Das Fettsäureamid dient als Stickstoffquelle. Weitere Stickstoffquellen können vorhanden sein, bei denen es sich zweckmäßigerweise um übliche Ammoniumverbindungen, Harnstoff, Aminosäuren oder Hefeextrakte handelt.

Das erfindungsgemäße Mittel kann Emulgatoren enthalten, in der Regel solche, die üblicherweise zur Herstellung von Emulsionen aus Öl und Wasser verwandt werden.

Das erfindungsgemäße Rohrreinigungsmittel enthält vorzugsweise eine weitere Komponente, die die Keimung der Sporen unterstützt. Zweckmäßigerweise werden hierfür Aminosäuren eingesetzt, insbesondere Alanin. Als geeignet haben sich ferner Caseinhydrolysate erwiesen und Trypsin. Diese die Sporenkeimung fördernden Substanzen können sowohl in der Mischung als auch in der Kapsel vorliegen.

Das erfindungsgemäße Rohrreinigungsmittel arbeitet wie folgt : Da die lipophilen Ablagerungen in Entsorgungsleitungen regelmäßig von hydrophilen Bestandteilen durchsetzt sind, kommt es dort zur Anhaftung des erfindungsgemäßen Mittels. Nach Ausbildung eines Films auf der Oberfläche der Ablagerungen dringen zunächst die Ölbestandteile in die Ablagerungen ein, später auch die mit Sporen beladenen Tröpfchen und die Nährstoffe in der wässrigen Phase, wobei Vertiefungen und Taschen entstehen, die bis zur Rohrwand reichen und die fettlösenden und-spaltenden Komponenten enthalten. In Gegenwart von Wasser entsteht eine für die Keimung der Sporen günstige Umgebung.

Die Bestandteile des erfindungsgemäßen Mittels stellen insbesondere in der Anfangsphase der Entwicklung der Mikroorganismen die benötigten Kohlenstoff- und Stickstoffmengen bereit. Eine schnelle Keimung der Sporen und ein schnelles Wachstum ist somit gewährleistet. Weitere Nährstoff- und Energiequellen stellen die Ablagerungen dar, die durch die membrangebundenen Lipasen in biologische verfügbare Monomere gespalten werden. Die Sauerstoffversorgung der obligat aeroben Mikroorganismen findet über den gelösten Sauerstoff aus dem Abwasser statt. So entsteht ein aktiver Biofilm zwischen der wässrigen Phase und der zu beseitigenden Ablagerung.

Durch die enzymatische Aktivität der Mikroorganismen, das mikrobielle Wachstum und die Wirkung der fettlösenden Bestandteile der Ölphase, werden die Vertiefungen und Taschen in den Ablagerungen vergrößert und ausgeweitet.

Die Mikroorganismen dringen weiter in die Ablagerungen hinein vor. Dies führt dazu, dass sich die Ablagerungen in Bruchteilen von der Rohrwandung lösen und im Leitungssystem abgeführt werden. Falls vorhanden, werden die Fettpartikel in einer Fettabscheideanlagen von der wässrigen Phase getrennt.

Die Überlebensfähigkeit der Mikroorganismen, die mit den Fettpartikeln in eine Fettabscheideanlage gelangen, ist allerdings recht gering. Dort herrschen in der Regel anaerobe Verhältnisse, die aus den dort herrschenden geringen Strömungsgeschwindigkeiten resultieren. Mit dem Tod der Mikroorganismen endet aber auch die Enzymaktivität, so dass es im Fettabscheider selbst nicht mehr zu Zersetzungs- und Ablösungserscheinungen kommt.

Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Rohrreinigers wird zweckmäßigerweise so vorgegangen, dass die Mischung zur Auflösung der Gelatinekapseln in die gleiche Menge handwarmen Wassers eingerührt, und danach stehengelassen wird und die dabei entstandene Emulsion in das Entsorgungssystem abgegeben wird. Die Anwendung erfolgt vorzugsweise über Nacht, was der Mischung die notwendige Zeit zum Angriff auf und zur Einlagerung in die Fettablagerungen gibt.

Der erfindungsgemäße Rohrreiniger hat eine Reihe von Vorteilen. Dies ist zum einen die lange Lagerfähigkeit, die durch den Einsatz der Sporen und durch die getrennte Aufbewahrung der Ölphase und der Sporen bedingt ist. Durch die erfindungsgemäße Zusammenstellung und Anwendung wird die zeitgerechte Aktivierung der Sporen durch das Einrühren in das Wasser und die Auflösung der Gelatinekapseln gewährleistet. Die vorhandene Nährlösung begünstigt die schnelle Sporenkeimung und das Anwachsen der Mikroorganismen, wie auch ein schnelles Durchsetzen der Fettablagerungen.

Durch Verwendung strikt aerober Mikroorganismen mit membrangebundenen Lipasen kann erreicht werden, dass sich die Tätigkeit der Mikroorganismen strikt auf die Leitungssysteme beschränkt und es nicht mehr zur Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit nachgeschalteter Fettabscheider kommt. Dies ist bei herkömmlichen Rohrreinigungssystemen auf Basis freier Enzyme nicht gegeben.

Schließlich ist der erfindungsgemäße Rohrreiniger vollständig biologisch abbaubar und weist, aufgrund der Immobilisierung der Sporen und Bakterien an und in den Ablagerungen eine erhöhte Toleranz gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln auf.

Die Sporen der einzusetzenden Mikroorganismen werden auf an und für sich bekannte Art und Weise erzeugt. Für die Sporulation wird beispielsweise *Bazillus pabuli* in einem Casein-Soja-Pepton-Medium kultiviert, dem Rizinusöl zugesetzt ist. Die Sporulation wird durch Anlegen von Vakuum während der Lager bei 4°C ausgelöst, ggf. auch durch Zugabe von Mangansalzen. Das sporenhaltige Medium wird dann auf übliche Weise auf die Sporen hin aufgearbeitet, mit dem Träger und der C-Quelle versetzt und dann mit 0,5 Gew.-%, bezogen auf die Fettsäurederivate, Weichgelatine verkapselt. Die Kapseln werden dann in die Rohrreinigerabmischung eingebracht, wo sie gegen Umwelteinflüsse weitgehend abgeschottet und konserviert sind. Durch Zugabe von Wasser wird die Verkapselung aufgehoben und das sporenhaltige Medium freigesetzt. Die Verdünnung mit Wasser und ggf. der Kontakt mit einem die Sporenkeimung fördernden Mittel führt dann zur Aktivierung.

*Eine typische Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Rohrreinigers liegt im folgenden Bereich :
40 bis 50 Gew.-% Fettsäureglyzeride 40 bis 50 Gew.-% Fettsäuren, Fettsäuresalze und
Fettsäureamide 2,0 bis 7,5 Gew.-% üblicher nichtionischer Emulgator, 2,0 bis 5,0 Gew.-%
Gelatinekapseln mit Sporen und Sorbit im Fettsäuretriglyzerid, davon 0,5 bis 1 Gew.-% Sorbit.“*

Quelle: <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?IA=EP2001002153&wo=2002068573&DISPLAY=DESC>; Published:
03.12.2003, withdrawn: 03.02.2006; OCR-Text.

Anhang: Interviews und Kontakte

Mit folgenden Institutionen, Organisationen und Firmen wurden Interviews geführt bzw. punktuelle Fragen geklärt:

Arbeitsinspektion/BMWA, Österreich
BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Deutschland
Biotech-Kausmann, Deutschland
CB Chemie & Biotechnologie GmbH, Deutschland
Chrisal Europe, Belgien
Engelis NaturShop, Schweiz
fabachem Astleithner GmbH, Österreich
Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leef milieu
G-Clean Consulting und Vertriebs GmbH, Österreich
Health Canada, Kanada
Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. (IKW), Deutschland
Industrieverband IHO (gewerbliche Hygiene- und Oberflächenreiniger), Deutschland
Multikraft Produktions- und HandelsgmbH, Österreich
NobleBio, Holland
Novozymes Biologicals, USA
RAN-Schumacher GmbH, Deutschland
Simacek Facility, Österreich
Stiftung Warentest, Deutschland
Synoxim, Deutschland
die umweltberatung nö süd, Österreich
Umweltbundesamt, Österreich
US EPA, USA
VKI-Verein für Konsumenteninformation, Österreich
Voedsel en Waren Autoriteit (VWA Noord ; Food and Consumer Product Safety Authority), Holland
Werner& Mertz, Deutschland

Folgende ExpertInnen wurden befragt und gaben Auskunft bzw. nahmen am Workshop teil:

Ojan Assadian, Klinisches Institut für Hygiene und medizinische Mikrobiologie, Universität Wien, Österreich
Walter Buzina, Institut für Hygiene, Mikrobiologie und Umweltmedizin, Universität Graz, Österreich
Edmund Plattner, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreich
Franz Reinthaler, Institut für Hygiene, Mikrobiologie und Umweltmedizin, Universität Graz, Österreich

Folgende Personen nahmen am Workshop teil:

Walter Buzina, Institut für Hygiene, Mikrobiologie und Umweltmedizin, Universität Graz
Harald Brugger, die Umweltberatung, Wien
Michael Eckerstorfer, Umweltbundesamt, Abt. für Biologische Sicherheit u. Landnutzung, Wien
Arno Dermutz, VKI, Wien
Ingrid Hejkrlik, Arbeitsinspektorat, Wien
Helmut Höpoltseider, G-Clean, Asten
Andrea Husnik, die Umweltberatung, Wien
Thomas Jakl, BMLFUW, Abt.V/2 (Chemikalien), Wien
Manfred Klade, IFZ, Graz
Susanna Schragner, BMLFUW, Abt V/3 (Biozide), Wien
Kurt Schumacher, RAN Schumacher, Düren, Deutschland
Edith Schumacher, RAN Schumacher, Düren, Deutschland
Armin Spök, IFZ, Graz
Christian Sterba, Simacek Facility, Wien
Robin Temmerman, Chrisal NV, Lommel, Belgien
Michael Wittmann, BMLFUW, Abt.V/2 (Chemikalien), Wien

Folgende Institutionen, Organisationen und Firmen reagierten nicht auf Anfragen bzw. waren nicht auskunftsbereit:

BAUA, Deutschland
Bioscience Inc, USA
Bio-Spiral, Deutschland
CEMP USA, Inc. d/b/a EM America, USA
DBB, Deutschland
Dr. Schnell Chemie, Deutschland
Durus International Corp., USA
EM Research Organization (EMRO), Japan
EM World Germany, Deutschland
Fachverband der chemischen Industrie, Wirtschaftskammer Österreich
Gator International, USA
Kahler, Österreich
Mira International BV, Deutschland
ÖBB Infrastruktur, Österreich
Mibicon, Belgien
Ramco Specialty Products, Inc., USA
Strata International LLC., USA

Sustainable Community Development, USA

Symbio, UK

Verbraucherzentrale, Deutschland

Wetrok AG, Schweiz

WORX Environmental Products Inc., Kanada
