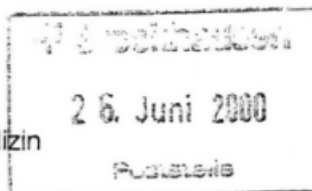


Hygiene-Institut des Ruhrgebiets

Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin
Direktor: Prof. Dr. rer. nat. L. Dunemann



Hygiene-Institut · Postfach 10 12 55 · 45812 Gelsenkirchen

Rotthäuser Str. 19
45879 Gelsenkirchen

Chemische Fabrik
Stockhausen GmbH
Postfach 5 70

47705 Krefeld



Zentrale 0209 / 92 42-0
Durchwahl - 350
Telefax - 333
E-Mail hyg@hyg.de

Unser Zeichen A 2262 D/00/C
Ansprechpartner(in) Herr Dipl.-Biol. Weiß

Gelsenkirchen, 21.06.2000

Löschwasserzusatz "Firesorb MO"

hier: Abwassertechnische, ökotoxikologische und
brandhygienische Bewertung

Ihre Schreiben vom 08.05.2000, Z.: LTÖ-QSE, 31.05.2000, Z.: LTÖ-QSE
und 07.06.2000, Z.: Dr. Diener, LTÖ

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit v.g. Schreiben beauftragten Sie uns, den Löschwasserzusatz mit der Bezeichnung
"Firesorb MO" in abwassertechnischer, ökotoxikologischer und brandhygienischer Hin-
sicht zu prüfen und zu beurteilen.

Wie Sie uns mitteilten, unterscheidet sich der Feuerlöschmittelzusatz **"Firesorb MO"** in-
folge der Modifikationen der Herstellervorschrift (W 64864) und des Herstellungsverfah-
rens gegenüber dem Produkt **"Firesorb MF"** (Herstellervorschrift W 59151) durch Verrin-
gerung des Restmonomergehalts und einer Veränderung der Ölphase.

Die nachfolgende Bewertung erfolgt auf der Grundlage der uns überlassenen Unterlagen
sowie der Ergebnisse der in unserem Haus durchgeführten Prüfungen.

1. Beschreibung des Löschwasserzusatzes

Bei dem zur Beurteilung anstehenden Produkt handelt es sich um ein Terpolymer aus Acrylamid, carboxyl- und sulfogruppenhaltigen Monomeren als W/O-Emulsion. Die Ölphase besteht aus einer Mischung von Fettsäureestern. Das Konzentrat stellt eine gelbliche, opake Flüssigkeit dar, die in der vorgesehenen Anwendungskonzentration von 1,5 % bis 3 % viskose bis hochviskose Produkte von gelartiger Struktur bildet.

2. Verwendungszweck

Die aus dem Löschwasserzusatz "**Firesorb MO**" hergestellten, z.T. hochviskosen Gele sind in bezug auf die Adhäsionseigenschaften derart konzipiert, daß sie sowohl auf senkrechten als auch auf waagerechten Oberflächen haften und somit zum einen feuerbedrohte Gegenstände schützen als auch in Brand geratene Objekte aufgrund entstehender Verdunstungskälte löschen können.

Neben dem v.g. Objektschutz ist ebenfalls ins Auge gefaßt, den Löschwasserzusatz "**Fire-sorb MO**" als 1,5 %igen Zusatz zur Bekämpfung von Waldbränden o.ä. einzusetzen, wobei in der Regel davon ausgegangen wird, daß das auf diese Weise "präparierte" Löschwasser von Flugzeugen oder Hubschraubern in einer Menge von 0,1 l bis 3,2 l pro Quadratmeter ausgebracht wird. Als Eindringtiefe in den jeweils anstehenden natürlichen Boden wird - über die Zeit gesehen - etwa 20 cm angenommen.

3. Abwassertechnische Bewertung

Zur abwassertechnischen Beurteilung des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" wurden die von Ihnen ermittelten Kenndaten für das Produkt "**Firesorb MF**" (siehe unseren Bericht vom

19.02.1998, Dir.Tgb.-Nr. A 0539 S/98/C) nach dem Sturm- und MITI-TEST sowie die Angaben über die akute Toxizität auf das Bakterium *Pseudomonas putida* zugrunde gelegt. Weiterhin wurden die in unserem Haus nach dem TTC-Test erhaltenen Prüfergebnisse für den Löschwasserzusatz "**Firesorb MF (64864)**" (s. unseren Bericht vom 06.04.2000, Dir.-Tgb.-Nr. A 1350 S/00/hs) berücksichtigt.

3.1 Ergebnisse zur biologischen Abbaubarkeit

Die über einen Zeitraum von 28 Tagen durchgeführten Überprüfungen des biologischen Abbauverhaltens des Löschwasserzusatzes erbrachten nachfolgend aufgeführte Resultate:

Untersuchungs- verfahren	eingesetzte Substanzmenge mg/l	Abbaurrate %
MITI-Test	100	53
MITI -Test	1000	36
Sturm-Test	30	ca. 40
Sturm-Test	60	ca. 40

Aufgrund der uns überlassenen Rezepturunterlagen ist davon auszugehen, daß die v.g. Abbauraten des Produktes "**Firesorb MF**" auf den neuen Feuerlöschmittelzusatz "**Firesorb MO**" größenordnungsmäßig übertragbar sind. Entsprechend den v.g. Testergebnissen ist das Produkt "**Firesorb MO**" somit nur in einem begrenzten Umfang biologisch abbaubar.

3.2 Ergebnisse des Zellvermehrungshemmtestes mit dem Organismus *Pseudomonas putida*

Die in diesem Zusammenhang vorgestellten Testergebnisse weisen aus, daß im Vergleich zu einer Kontrollkultur des genannten Bakteriums bei einem Konzentrationswert von ≤ 4000 mg/l keine Hemmung der Zellvermehrung stattfindet. Als effektive Wirkkonzentration, ausgedrückt als EC_{50} -Wert, wird von einer Löschwasserzusatzmenge von > 4000 mg/l ausgegangen.

3.3 Ergebnisse des Dehydrogenasenhemmtestes mit 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)

Um praxisnahe Aussagen über eine ggf. vorliegende Toxizität des zu untersuchenden Produktes gegenüber niederen Wasserorganismen machen zu können, wurde ein TTC-Test durchgeführt. Das Verfahren beruht darauf, daß die Dehydrogenasen der lebenden Zellen (Belebtschlamm) 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC) zu rotem Formazan in quantitativer Abhängigkeit zu den jeweils aktiven Zellen reduzieren. Auf diese Weise läßt sich durch die mengenmäßige Erfassung des gebildeten Formazans eine unmittelbare Aussage über die Toxizität eines Stoffes, den man in eine definierte Belebtschlamm/TTC-Suspension einbringt, machen, wenn man die Ergebnisse mit denen einer Parallelprobe vergleicht, die diesen Stoff nicht enthält.

Im vorliegenden Fall wurde eine 2 %ige Testlösung eingesetzt, da bei höheren Konzentrationen aufgrund der Viskosität Probleme bei der Handhabung im Rahmen der TTC-Prüfung auftraten.

Wie die semilogarithmische grafische Abbildung verdeutlicht, liegt die Formazanbildung, in absoluten Werten ausgedrückt, bis zu einem Ansatz von ca. 0,1 ml der Produktlösung (2 %ig)/10 ml Gesamtlösung im Bereich des Blindwertes; hieraus läßt sich für das Originalprodukt ein EC_0 -Wert von ≤ 200 mg/l ableiten. Der weitere Verlauf der Kurve belegt dann,

daß mit zunehmenden Anteilen des Produktes (2 %ig) eine Abnahme der Formazanbildung eintritt. Mengenanteile von ca. 0,8 ml 2 %iger Substanzlösung führen schließlich zu einer etwa 50 %igen Hemmung der Dehydrogenasenaktivität des eingesetzten Belebtschlammes ($EC_{50} = 1600 \text{ mg/l}$).

3.4 Zusammenfassende Bewertung

Unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften des Löschwasserzusatzes "**Fire-sorb MO**", der in 3 %iger Konzentration feste, nur bedingt fließfähige Gelstruktur aufweist, ist festzustellen, daß nachteilige, die Funktion des biologisch arbeitenden Teils eines Klärwerkes störende Einflüsse u.E. nicht oder aber nur in geringem Umfang zu erwarten sind, da aufgrund der hohen Viskosität, die bis zur festkörperartigen Struktur des mit "**Firesorb MO**" versetzten Löschwassers reicht, ein Eindringen in die Kanalisation in der v.g. Konzentration und somit eine Zuführung zu einer Abwasserreinigungsanlage weitgehend minimiert ist. In dem beschriebenen Zusammenhang gehen wir davon aus, daß der im Verlauf von Bränden eingesetzte Löschwasserzusatz und somit das "verfestigte" Gel-system nach dem Brandereignis in seiner Gesamtheit zusammen mit ggf. anfallendem Brandschutt ordnungsgemäß, d.h. entsprechend den jeweiligen behördlichen Auflagen entsorgt wird.

Sollten im Rahmen von notwendigen Reinigungsarbeiten Löschmittel, die das hier untersuchte Produkt in verdünnter Form enthalten, über die Kanalisation einem biologisch arbeitenden Klärwerk zugeleitet werden, so ist sicherzustellen, daß im Zulauf zur Abwasserreinigungsanlage eine Verdünnung des Löschmittelzusatzes (Konzentrat) von etwa 1:5000 bzw. der 3 %igen Gebrauchslösung des Produktes von etwa 1:150 gewährleistet ist, damit keine nachteiligen, die Funktion eines Belebtschlammes störenden Auswirkungen eintreten.

4. Ökologische Bewertung

Die nachfolgende ökologische Bewertung des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" umfaßt die Wirkungsweise des Produktes auf aquatische Systeme sowie auf Bodenorganismen und Pflanzen. Die hierzu von seiten der Fa. Stockhausen vorgelegten Ergebnisse zur Toxizität gegenüber Fischen, Daphnien, Algen, Erdwürmern und Pflanzen werden nachfolgend vorgestellt und bewertet.

4.1 *Fischtoxizität*

Als Ergebnis der mit den Testorganismen *Brachidanio rerio* (Zebrafisch) über 96 Stunden durchgeführten Fischversuche ist festzuhalten, daß 60 % der eingesetzten Tiere bei der gewählten Testkonzentration von 100 mg "**Firesorb MO**"/l überlebten; höhere als die bezeichnete Konzentration wurden nicht berücksichtigt. Eine Kennzeichnungspflicht des Produktes gemäß EG-Richtlinie 67/548 mit dem R-Satz 53 = "Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben" ist bei einer LC_{50} von > 100 mg/l nicht gegeben.

4.2 *Daphnientoxizität*

Aufgrund des ermittelten Konzentrationswertes (EC_{50} -Wert) für die Toxizität gegenüber Kleinkrebsen (Testorganismus *Daphnia magna*) von 48 mg/l des Löschwasserzusatzes ist das Produkt "**Firesorb MO**" gemäß Richtlinie 67/548 EWG mit den Risikosätzen 52 = "Schädlich für Wasserorganismen" und 53 = "Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben" zu belegen.

4.3 *Algentoxizität*

Der im vorliegenden Fall zur Bewertung des toxischen Verhaltens gegenüber der Alge *Scenedesmus subspicatus* ermittelte IC_{50} -Wert von 34 mg "**Firesorb MO**"/l nach 72-stündiger Kultivierung zieht, unter Berücksichtigung der ungünstigen biologischen Abbaubarkeit, gemäß der Richtlinie 67/548 EWG eine Einstufung mit den nachfolgend aufgeführten Symbolen nach sich:

R 52 = Schädlich für Wasserorganismen

R 53 = Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

4.4 *Zusammenfassende Bewertung der aquatischen Toxizität*

Auf der Grundlage der uns zur aquatischen Toxizität des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" zur Verfügung gestellten Untersuchungsergebnisse sowie unter Berücksichtigung der Abbaubarkeit ist festzustellen, daß der Einsatz des Produktes zur Brandbekämpfung und zur Vorsorge im Hinblick auf das Übergreifen von Bränden nicht in Bereichen erfolgen darf, in denen eine unmittelbare Einflußnahme auf die Qualität von Oberflächengewässern zu besorgen ist. Ein Abweichen von der getroffenen Aussage ist u.E. nur dann tolerierbar, wenn im konkreten Fall ein höheres Gut -wie das Leben eines Menschen- zu schützen ist und andere, weniger kritische Löschmittel nicht zur Verfügung stehen.

4.5 *Pflanzentoxizität*

Die anhand eines Aufwuchstestes mit Kresse (*Lepidium sativum*) ermittelten pflanzenphysiologischen Kenndaten für das Produkt lassen bis zu einem Konzentrationswert von 10 mg/l keinen Einfluß auf die Keimentwicklung und das Wachstum im Vergleich zum Kontrollkollektiv erkennen. Die Exposition gegenüber höheren Mengen an Löschwasserzusatz führt in Abhängigkeit von der Dosierungsrate zu einer mehr oder weniger degenerativen Entwicklung der Keimblätter und zu Störungen bei der Ausbildung des Wurzelwerkes.

Aufgrund der uns überlassenen Rezepturunterlagen ist davon auszugehen, daß die v.g. Dosis/Wirkung-Beziehungen, die für das Produkt "**Firesorb MF**" ermittelt wurden, größenordnungsmäßig auch für den Feuerlöschmittelzusatz "**Firesorb MO**" zutreffen.

4.6 Erdwurmtoxizität

Die uns übermittelten Testergebnisse belegen, daß bis zu einer maximalen Konzentration von 4375 mg pro Kilogramm Boden keine letalen Auswirkungen auf die zu Testzwecken eingesetzten Erdwürmer (*Eisenia foetida andrei*) über einen Zeitraum von zwei Wochen feststellbar waren. Eine Exposition der Erdwürmer gegenüber der doppelten Konzentration an (8750 mg/kg) führte innerhalb von 14 Tagen zu einer Letalrate von 12,5 %. Die im Verlauf des Testes beobachtete leicht negative Körperwuchsentwicklung im Vergleich zu einem Kontrollkollektiv kann als tolerierbar angesehen werden.

Aufgrund der Rezepturunterlagen ist davon auszugehen, daß die v.g. toxikologischen Daten, die für das Produkt "**Firesorb MF**" ermittelt wurden, größenordnungsmäßig auch auf den Feuerlöschmittelzusatz "**Firesorb MO**" übertragbar sind.

4.7 Bewertung im Hinblick auf die Verwendung des Löschwasserzusatzes "Firesorb MO**" zur Bekämpfung von Waldbränden**

Unter Zugrundelegung der bereits beschriebenen Einsatzmengen von 0,1 l/m² bis zu 3,2 l/m² bei der Bekämpfung von Waldbränden mittels Luftfahrzeugen sowie der maximalen Zumischrate von 1,5 % an Löschwasserzusatz errechnet sich bei einer angenommenen gleichmäßigen Eindringtiefe von 20 cm in den Boden und einer Dichte desselben von 1,8 g/m³ eine Anreicherungsrate von ca. 130 mg/kg Erdreich. Stellt man den hier vorliegenden Anreicherungs Wert in Relation zu dem unter Punkt 4.6 festgehaltenen Konzentrationswert, so ist zu erkennen, daß der Einsatz des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" in der beschriebenen Form zu keiner Toxizität gegenüber Erdwürmern führt.

Insofern bestehen gegen den Einsatz des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" zur Bekämpfung von Waldbränden keine Bedenken. Die im Hinblick auf die aquatische Toxizität getroffenen Aussagen bleiben hiervon unberührt.

5. Brandhygienische / humantoxikologische Bewertung

Die nachfolgende Bewertung in brandhygienischer und humantoxikologischer Hinsicht erfolgt unter Heranziehung der uns übermittelten säugetiertoxikologischen Kenndaten des Produktes "**Firesorb MO**" sowie der experimentell festgestellten Kenndaten in bezug auf die akute Hautreizung des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MF**".

5.1 *Orale Säugertiertoizität*

Die uns im Zusammenhang mit der toxikologischen Auswirkung des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" auf Ratten übermittelten Ergebnisse lassen erkennen, daß bis zur Applikationsrate von 2000 mg "**Firesorb MO**"/kg Körpergewicht keine letalen Auswirkungen auf die eingesetzten Spezies zu beobachten waren. Aufgrund des somit feststehenden LD₀-Wertes von 2000 mg "**Firesorb MO**"/kg Körpergewicht kann unter Zugrundelegung der Rezepturdaten davon ausgegangen werden, daß sich die letale Wirkkonzentration LD₅₀ deutlich oberhalb von 2000 mg/kg bewegt und daß das Produkt als nicht giftig einzustufen ist.

5.2 *Reizwirkung auf die Haut und auf die Augen*

Auf der Grundlage der uns am 14.11.1997 zur Reizwirkung des Löschwasserzusatzes auf die Haut und auf die Augen übermittelten Untersuchungsergebnisse ist festzustellen, daß das genannte Produkt gemäß den in der Richtlinie 67/548 EWG des Rates der Europä-

ischen Union aufgeführten Vorgaben weder als haut- noch als augenreizend einzustufen ist, da die vorgegebenen Punktzahlen nicht tangiert werden.

Aufgrund der uns überlassenen Rezepturdaten ist davon auszugehen, daß die o.g. Ergebnisse, die für das Produkt "**Firesorb MF**" ermittelt wurden, auch auf den Löschmittelzusatz "**Firesorb MO**" zutreffen.

5.3 *Inhalationstoxizität*

Im Hinblick auf die mögliche Toxizität des Löschwasserzusatzes "**Firesorb MO**" bei der inhalativen Aufnahme durch den Menschen ist aufgrund der Ergebnisse der vom Fraunhofer Institut für Toxikologie und Aerosolforschung Hannover im Januar 1998 vorgelegten Studie für das Produkt "**Firesorb MF**" – basierend auf den Daten des durchgeführten Limittestes mit etwa 5000 mg/m³ – und unter Berücksichtigung der Rezepturen beider Produkte davon auszugehen, daß auch das Löschmittel "**Firesorb MO**" als nicht inhalationstoxisch einzustufen ist.

5.4 *Umgang mit dem Produkt*

Aufgrund der vorgelegten Untersuchungsergebnisse zur Toxikologie und Reizwirkung ist der Löschwasserzusatz "**Firesorb MO**" gemäß den EG-Richtlinien mit der Kombination der R-Sätze R 52/53: "Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben" zu kennzeichnen.

Im Rahmen der Expositionsbegrenzung ist beim Umgang mit dem Löschwasserzusatz "**Firesorb MO**" das Tragen von Schutzkleidung, Schutzhandschuhen und Schutzbrille/

Gesichtsschutz vorzusehen; getränkte oder durchnässte Arbeitskleidung ist sofort zu wechseln. Bei einem unbeabsichtigten Hautkontakt ist diese sofort mit einer ausreichenden Menge an Wasser zu reinigen; bei einem Kontakt mit den Augen sind diese intensiv mit Wasser zu spülen; ggf. ist ein Arzt zu konsultieren.

Mit freundlichen Grüßen
Der Direktor des Instituts

i.A.



(Dipl.-Ing. Sauerwald)

Anlage

Toxizitätsbestimmung mit 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)

Firma : Stockhausen GmbH & Co. KG, Krefeld
Produkt : Firesorb MF (W 64864) 2 %ig bzw.
Firesorb MO (2 %ig)

