

PENTANE

Alternative Treibmittel für die PU-Schaum-Herstellung

- Aktueller Stand
- Produktpalette
- Leistungsfähigkeit
- Ökologie
- Handhabung
- Toxikologie & Sicherheit
- Produktdaten

03/2006

Haltermann Products - Werk Hamburg, Zweigniederlassung der / Branch of
Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH, Schlengendeich 17, 21107 Hamburg, Germany
<http://www.dow.com/haltermann>

	Product Manager	Manager Technical Service	Field Sales
	Norbert Reimers	Dr. Ulrich Schmidt	René Tessmann
Tel.:	+49-40-33318-421	+49-40-33318-401	+49 40 33318-313
Fax:	+49-40-33318-214	+49-40-33318-214	+49 40 33318-214
e-mail:	nreimers@dow.com	uschmidt2@dow.com	rtessmann@dow.com

Aktueller Stand

1989 wurden die Bedingungen für einen schrittweisen Abbau von CKWs und FCKWs bis 2020 in den Entwicklungsländern formalisiert. Die Notwendigkeit für zukunftssichere Ersatzstoffe führte zu einem umfangreichen Forschungsprogramm für alternative Treibmittel, das Pentane als die am besten geeignete Lösung identifizierte.

Im September 1999 beschlossen die EU Mitgliedstaaten ein beschleunigtes Abbauprogramm, in dem vereinbart wurde, den Verkauf von CKWs in Europa bis 2010 zu begrenzen und von HFCKWs, in Abhängigkeit von der Anwendung, bis 2003. Einzelheiten dieser Vereinbarung stehen in der CAP Verordnung EEC3093/94 vom 09.09.99. Es wird erwartet, dass dieser Schritt bei Firmen, die bis jetzt weiter HFCKW in ihren Prozessen verwenden, zu einem erneuten Interesse an Pentanen führt.

Zur gleichen Zeit wurde ein strengerer EU-Standard vorgeschlagen, um die langfristige Isolierwirkung von in der Bauindustrie eingesetzten PU-Dämmplatten zu bewerten. Zusätzlich zum gegenwärtigen Wärmeleitfähigkeitstest kurz nach der Produktion, schließt der neue Standard einen beschleunigten Lagerungsversuch bei 70°C über 25 Wochen ein. Alternativ wird der Wert nach Herstellung mit einem Zuschlag von 1,5 bis 6 mW/m·K im Falle von Pentan als Treibmittel korrigiert.

PRODUKTPALETTE

Im Zuge dieser Entwicklungen hat Haltermann Products, Europa's führender Hersteller von Spezial-Kohlenwasserstoffen, seine Palette an Pentanen um Produkte erweitert, die den besonderen Anforderungen der folgenden drei Hauptanwendungen Rechnung tragen:

PUR-Dämmplatten für die Bauindustrie:

n-Pentan 95%

iso-Pentan 95%

Pentan 80/20

Cyclopentan / iso-Pentan Mischungen

Isolierschäume für die Kältetechnikindustrie:

Cyclopentan 95%

Cyclopentan / iso-Pentan Mischungen

Geruchsarme Treibmittel für Kosmetikindustrie:

n- and iso-Pentan 95% - kosmetisch

Die Cyclopentan / iso-Pentan Mischungen sind die neuesten Produkte in dieser Palette. Ihre Entwicklung geht aus einer Kooperation zwischen Haltermann Products und den Hauptlieferanten von Polyolen für die Kühlschrankindustrie hervor, als Antwort auf die Forderung in diesem Markt nach neuen Schaumsystemen mit überlegenen Wärmeleitfähigkeitsmerkmalen. Cyclopentan zeigt in der Gasphase die niedrigste Wärmeleitfähigkeit von allen Kohlenwasserstoff-Treibmitteln, hat aber auch einen relativ niedrigen Dampfdruck. Die Zugabe von iso-Pentan erhöht den Dampfdruck, wodurch die Schaumdichte um 5-10% reduziert wird. Die Vielseitigkeit dieser Mischungen liefert einen vorher unbekanntem Grad an Flexibilität, die es Anwendern erlaubt, eine für die Endanwendung am besten geeignete Treibmittelmischung auszuwählen.

LEISTUNGSMERKMALE

Produktdaten

Die Haltermann Pentan-Produktpalette erfüllt die folgenden für Treibmittel wesentlichen Kriterien:

- Flüssigkeiten mit einem Siedepunkten von 27 - 48°C
- löslich in Polyolen
- wenig löslich in der Schaummatrix
- nicht-toxisch
- niedrige Umweltbelastung
- niedrige Wärmeleitfähigkeit
- niedrige Diffusionsrate

Wirtschaftlichkeit

Die Molekulargewichte der Pentane sind niedriger als die der meisten halogenierten Treibmittel. Demzufolge wird nur ungefähr die Hälfte der Menge an Treibmittel in einer Formulierung benötigt, wodurch diese Produkte eine weitaus wirtschaftlichere Alternative darstellen als zum Beispiel HFCKWs. Die resultierende höhere Viskosität kann vom Formulierer eingestellt werden, in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Polyol- und Isocyanathersteller. Wie in der Einleitung erwähnt, hat sich bestätigt, dass sich die Schaumdichte durch die Verwendung von Cyclopentan / iso-Pentan Mischungen reduziert, d.h. es werden geringere Mengen an PU Komponenten in der Formulierung benötigt, wodurch weitere Kosten eingespart werden können.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit der Pentane ist etwas höher als von FCKW 11 (12 - 15 mW/m·K im Vergleich zu 9 mW/m·K). Für Dämmplatten bedeutet das, dass die Anfangswärmeleitfähigkeit bei 20-22 mW/m·K liegt. Unter Annahme einer optimalen Schaumstruktur, verbleibt eine wesentliche Menge an Pentan im Schaum, so dass sich diese Werte bei der Lagerung nur wenig erhöhen. Studien haben gezeigt, dass die Leitfähigkeit innerhalb des ersten Jahres um <0.5 mW/m·K bei Raumtemperatur ansteigt und um <2 mW/m·K bei 70°C.

Von der Kältetechnikindustrie durchgeführte Untersuchungen zur potentiellen Zunahme der Wärmeleitfähigkeit bei der Alterung haben ergeben, dass die Diffusionsrate von mit Cyclopentan geschäumten Hartschäumen ähnlich ist wie von Schäumen, die mit FCKW geschäumt wurden.

Pentan-Mischungen

Innerhalb der Pentan-Produktpalette hat Cyclopentan den niedrigsten λ -Wert, aber auch den höchsten Siedepunkt und somit den niedrigsten Dampfdruck. Für die Verdampfung wird deshalb eine höhere Schäumtemperatur oder ein größerer Energieeintrag benötigt. Der im Vergleich zu n- und iso-Pentan höhere Siedepunkt führt zu einer stärker ausgeprägten Kondensation. Der infolgedessen auftretende Unterdruck verschlechtert die Dimensionsstabilität des Schaums; dieser Effekt muß durch eine höhere Schaumdichte, also höheren Materialeinsatz ausgeglichen werden.

Diese negativen Effekte können durch Verwendung von Pentanmischungen kompensiert werden. In einer Mischung von **Cyclopentan** und **iso-Pentan** (70/30 oder 75/25) kann mit einer um ca. 5% erniedrigten Rohwarendichte gearbeitet werden, im Falle einer Mischung mit iso-Butan um ca. 10%. Es ist wichtig, dass das PU-System angepasst wird, um eine optimale Mischbarkeit mit Polyolen und Verträglichkeit mit der Schaumstruktur zu gewährleisten.

ÖKOLOGIE

Auch Pentan fällt unter die Vorschriften der TA Luft. Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften ist es im Vergleich zu anderen flüchtigen Stoffen jedoch als wenig riskant zu beurteilen. Der schädliche Einfluss von emittierten Stoffen in der Atmosphäre konzentriert sich auf drei Bereiche: Ozonabbau in hohen atmosphärischen Schichten, Treibhauseffekt und Photosmog. Pentan ist unter atmosphärischen Bedingungen ein vergleichsweise kurzlebiger Stoff, seine Lebensdauer liegt bei wenigen Tagen. Im Vergleich dazu beträgt die Lebensdauer von chlorierten Kohlenwasserstoffen mehrere Monate und die von Methan und CO₂ etliche Jahre. Bei halogenierten Kohlenwasserstoffen variiert die Lebensdauer: FCKW haben eine unbegrenzte Lebensdauer. Sie reichern sich in hohen stratosphären Schichten an und tragen dort zum Ozonabbau bei. Obwohl HFCKW eine begrenzte Lebensdauer haben, wird ihr ozonabbauendes Potential als inakzeptable angesehen. Folglich wurden diese Produkte entweder bereits verbannt oder sie befinden sich jetzt im schrittweisen Abbau.

Pentan ist prinzipiell nicht in der Lage Ozon abzubauen. Sein Beitrag zum Treibhauseffekt beträgt im Vergleich zum FCKW 11 weniger als 1/1000.

HANDHABUNG

Der Umgang und die Lagerung von Pentanen ist eine komplexe Angelegenheit, die die Grenzen dieser Broschüre überschreiten würde. Deshalb beschränken sich die folgenden Ratschläge auf die wichtigsten Aspekte. Weitere Anleitungen sind in den im Literaturverzeichnis angegebenen Publikationen enthalten. Derzeitige Anwender empfehlen Ingenieurfirmen, die Erfahrungen im Design und der Konstruktion von Lager- und Produktionsanlagen haben, frühzeitig einzubeziehen. Darüber hinaus variieren Planungsvorschriften von Ort zu Ort und es wird als wichtig angesehen, den örtlichen Sicherheitsbeauftragten in der Planungsphase hinzuzuziehen.

Empfehlungen für Feuer- und Explosionsschutzmaßnahmen

Die Gefahrenbezeichnung der Pentane reicht von hoch- bis leichtentzündlich, so dass spezielle Feuer- und Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich sind. Auf Seite 10 dieser Broschüre sind Publikationen angegeben, die Informationen zum Umgang und zur Lagerung von Pentanen enthalten.

Generell besitzen Formulierungen für PU Schäume Flammpunkte zwischen -4 und $+55$ °C in Abhängigkeit vom Pentangehalt. Dieses Gefahrenpotential muss in den entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen berücksichtigt werden. Die Risiken können reduziert werden, wenn gewährleistet ist, dass das Vorgemisch aus Pentan und Polyol nicht separiert.

Bei der Herstellung ist für Explosionsschutz sowie für eine effiziente Absaugung und Belüftung zu sorgen. Dies ist im allgemeinen bei kontinuierlicher Produktion und dem damit verbundenen lokalisierten Auftreten von Pentanemissionen mit vertretbarem Aufwand zu realisieren.

Lagerung von Dämmplatten

Es liegen Untersuchungen vor, dass Pentan anfänglich aus den äußeren Schichten diffundiert, jedoch ist nach wenigen Tagen kein nennenswerter Pentanverlust mehr zu beobachten. Wie bei FCKW 11; verbleibt Pentan weitestgehend in den Schaumporen, so dass sich keine explosionsfähige Atmosphäre ausbildet.

Brandschutz

Mit Pentan-geschäumte Dämmplatten müssen im Vergleich zu FCKW-geschäumten Platten einen höheren Anteil an Flammenschutzmitteln enthalten, um den Bauvorschriften zu entsprechen.

TOXIKOLOGIE UND SICHERHEIT

I. N-PENTAN

1. Identifizierung

Produktname		n-Pentan
Formel		C ₅ H ₁₂
CAS-Nummer		109-66-0
Listungen	EINECS	2036924
	TSCA	gelistet, Juli 1979
Charakterisierung		farblose Flüssigkeit Siedepunkt 36°C

2. Arbeitsplatzsicherheit

MAK-Wert	1000 ppm [1]
TLV-TWA (USA)	600 ppm [2]
(Threshold limit value / Time-weighted average; entspricht weitgehend dem MAK-Wert)	
Gefahrenklasse nach VbF (D)	AI

3. Verwendung in Verbindung mit Lebensmitteln

n-Pentan ist in der Positivliste der zugelassenen Stoffe im Kontakt mit Lebensmitteln in folgenden BGA-Empfehlungen [3]:

- V) Polystyrol ausschließlich aus Styrol-Monomeren
- VI) Styrol-Copolymere sowie Polystyrol enthaltende Polymergemische

II. ISO-PENTAN

Anmerkung

iso-Pentan (2-Methyl-Butan) ist weniger umfassend untersucht als n-Pentan und infolgedessen in der einschlägigen Literatur nicht so detailliert beschrieben. Aufgrund der ähnlichen chemischen Konstitution sind deswegen teilweise Daten von n-Pentan in diese Zusammenstellung hineingenommen worden; diese sind entsprechend gekennzeichnet.

1. Identifizierung

Produktname		iso-Pentan
Formel		(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃
CAS-Nummer		78-78-4
Listungen	EINECS	2011428
	TSCA	gelistet
Charakterisierung		farblose Flüssigkeit Siedepunkt 27.8°C

2. Arbeitssicherheit

MAK-Wert	1000 ppm [1]
TLV-TWA (USA) (Threshold limit value / Time-weighted average; entspricht weitgehend dem MAK-Wert)	600 ppm (n-Pentan) [2]
Gefahrenklasse nach VbF (D)	AI

3. Verwendung in Verbindung mit Lebensmitteln

iso-Pentan ist in der Positivliste der zugelassenen Stoffe im Kontakt mit Lebensmitteln in folgenden BGA-Empfehlungen [3]:

- V) Polystyrol ausschließlich aus Styrol-Monomeren
- VI) Styrol-Copolymere sowie Polystyrol enthaltende Polymergemische

4. Toxikologische Daten für n- und iso-Pentan

4.1 Akute Toxizität

LD 50 (Ratte, oral)	> 5 g/kg Körpergewicht
LD 50 (Kaninchen, dermal)	> 3 g/kg Körpergewicht
LC 50 (Ratte, inhal., 4h)	658 mg/l (247 000 ppm) für n-Pentan
Hautreizung (Kaninchen)	schwach
Sensibilisierung (Meerschwein)	keine
Augenreizung (Kaninchen)	schwach

Anmerkung

Da keine Daten über Pentane vorliegen, stammen diese Daten aus Extrapolationen von Daten vergleichbarer Paraffine (zitiert nach [3], [4] und [5]).

4.2 Chronische und subchronische Toxizität

- 4.2.1 30-Wochen Inhalationsstudie [3] (Ratten, 9-10 h/Tag, 5-6 Tage/Woche, 3000 ppm):
Keine Effekte auf das Nervensystem (n-Pentan).
- 4.2.2 16-Wochen Inhalation [6] (Ratten, 12 h/Tag, 3000 ppm):
Keine Effekte auf motorische Nerven, keine sichtbaren Veränderungen an peripheren Nerven, neuromuskularer Junktion sowie Muskelfasern (n-Pentan).
- 4.2.3 21-Tage Inhalation [7] (Ratten, Kohlenwasserstoffgemisch mit 25% iso-Pentan):
Keine nephrotoxischen (= nierenschädigenden) Effekte.
- 4.2.4 13-Wochen Inhalation [8] (Ratten, 50% iso-Pentan, 50% iso-Butan, 1000 ppm, 4560 ppm):
Keine nephrotoxischen Effekte nach 13 Wochen, nach 4 Wochen leichte vorübergehende Niereneffekte.

4.3 "Low-Level-Effekte" (n-Pentan)

LCL 0: (Lethal Concentration Low)	130 000 ppm (345 g/cbm)
TCL 0: (Toxic Concentration Low)	90 000 ppm (240 g/cbm)

III) CYCLOPENTAN

1. Identifizierung

Produktname		Cyclopentan
Formel		C ₅ H ₁₀
CAS-Nummer		287-92-3
Listungen	EINECS	2060166
	TSCA	gelistet
Charakterisierung		farblose Flüssigkeit Siedepunkt 49°C

2. Arbeitssicherheit

MAK-Wert nicht bestimmt

Grenzwert gemäß TRGS 404 350 ppm
(Kohlenwasserstoffmischung mit einem Gehalt an:
- aromatische Kohlenwasserstoffe <1%
- n-Hexan <5%)

TLV-TWA (USA) 600 ppm [2]
(Threshold limit value / Time-weighted average; entspricht weitgehend dem MAK-Wert)

Gefahrenklasse nach VbF (D) AI

3. Verwendung in Verbindung mit Lebensmitteln

Cyclopentan ist in der Positivliste der zugelassenen Stoffe im Kontakt mit Lebensmitteln in folgenden BGA-Empfehlungen [3]:

- V) Polystyrol ausschließlich aus Styrol-Monomeren
- VII) Styrol-Copolymere sowie Polystyrol enthaltende Polymergemische

Cyclopentan erfüllt die Anforderungen der FDA Vorschrift 178.3910

4. Toxikologische Daten

4.1 Akute Toxizität

LD 50 (Ratte, oral)	5 g/kg Körpergewicht
LC 50 (Maus, inhal.)	110 mg/l
NFPA Klassifikation (National Fire Protection Agency)	Gesundheitsgefahrenklasse 1 (nur schwach die Gesundheit gefährdender Stoff)

Literaturangaben

1. Kuhn-Birett
Notes on Dangerous Substances
2. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances
NIOSH, 1980
3. A Practical Guide to Protecting Man and the Environment
Exxon Chemicals, 1988
4. C H Hine; H H Zuiderma
Industrial Medicine 39, 39-44 (1970)
5. The Toxicology of Petroleum Hydrocarbons
Proceedings of a Symposium May 1982, Washington, DC
6. A Comparative Study on the Neurotoxicity of n-Pentane,
n-Hexane and n-Heptane in the Rat.
Takeuchi-Y, Ono-Y, Hisaga-N, et al.
Br. J. Ind. Med. 39, 241 - 247 (1980)
7. Gasoline Vapour Exposures
Part. II, Halder, C.A., van Gorp, G.S. et al.
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 47, 173-175 (1986)
8. Absence of Hydrocarbon-Induced Nephropathy in Rats...
Aranyi, C. O'Shea, W J, Halder, C.A. Toxicol. Ind. Health 2,
85-98 (1986)
9. Documentation of Threshold Limit Values for Substances
in the Workroom, Air, 3, 200 (1971)

Weitere Informationen zur Lagerung und Handhabung von Pentan sind in den folgenden Publikationen enthalten:

1. Highly Flammable Liquids and Liquefied Petroleum Gases Regulation 1972
ISBN 0 11 020917 6: Available from HMSO - Tel. 0870 6005522
2. The Storage of Flammable Liquids in Fixed Tanks of up to 10.000 m³ Total Capacity
(HSG 176)
ISBN 0 71 761470 0: Available from the Health & Safety Executive -
Tel. 01787 881165
3. Code of Practice for the Selection, Installation and Maintenance of Electrical
Apparatus for Use in Potentially Explosive Atmospheres - General Requirements
BS 5345 - Part I 1989: Available from the British Standards Institute -
Tel. 020 8996 9000
4. BASEEFA List 1996
ISBN 0 7176 1091 8: Available from the Health & Safety Executive -
Tel. 01787 881165

Empfehlungen für die Entladung von gefährlichen Produkten

- 1) Bei Ankunft im Werk sollte sich der Fahrer beim Werkschutz melden. Dort erhält er einen Passierschein, bevor der Zugang zum Gelände gewährt wird.
- 2) Fall vorhanden, sollte der Fahrer eine Kopie von den firmeneigenen Entladungsanweisungen erhalten.
- 3) Die Entladung sollte von einem qualifizierten Mitarbeiter überwacht und entsprechend der firmenüblichen Vorgehensweise überprüft werden.
- 4) Der Zugang zur Entladestation sollte auf das autorisierte Personal beschränkt sein und ein Mindestabstand von vier Metern um das Fahrzeug eingehalten werden.

Als eine zusätzliche Vorsichtsmaßnahme wird empfohlen, den gesamten Werkverkehr in diesem Bereich während der Entladung einzustellen. Das Abladen von Metallteilen ist verboten, um Funkenbildung zu vermeiden.

- 5) Die Entladestelle sollte mit einem umfassenden und wirkungsvollen Berieselungssystem geschützt werden.
- 6) Das Fahrzeug sollte mit Hilfe eines Massebandes geerdet werden, das an die Entladungsvorrichtung angeschlossen ist.

Die Erdungsstelle sollte mit einem Alarmsystem versehen sein, bei dem ein Warnton ertönt und das Tankeinlassventil sofort geschlossen wird, wenn die Erdung unterbrochen ist. Die Sirene sollte nur ausgehen und das Ventil wird wieder geöffnet werden, wenn das Masseband wieder verbunden wurde.

- 7) Wenn das Produkt in einem druckfesten Tank gelagert wird, sollte dieser mit einem Gaspendelsystem ausgestattet sein, das mit dem Tankwagen verbunden werden kann, um die Verdunstung bzw. Emission zu minimieren.
- 8) Vor dem Entladen sollte von jedem relevanten Abschnitt eine Probe vom Bodenventil durch einen Reduzierhahn entnommen werden, der mit einem Kugelventil reguliert wird und somit Verschütten vermeidet.
- 9) Nach Beendigung der Entladung sollte die Aufsichtsperson darauf achten, dass das Masseband, der Entladungsschlauch und gegebenenfalls die Gaspendelleitung getrennt worden sind.
- 10) Die Lieferscheine sollten vom Entladungspersonal unterzeichnet werden und der Werkschutz sollte benachrichtigt werden, dass das Fahrzeug frei ist, um das Werk zu verlassen.
- 11) Beim Werkschutz sollte der Fahrer seinen Passierschein zurückgeben und ausgetragen werden.
- 12) Die oben genannten Empfehlungen sind nur Beispiele für gute Handhabungen. Weitere Informationen zu gesetzlichen Anforderungen sind in den folgenden Publikationen enthalten:

1. Highly Flammable Liquids and Liquefied Petroleum Gases Regulation 1972
2. The Storage of Flammable Liquids in Fixed Tanks of up to 10.000 m³ Total Capacity (HSG 176)

Physikalische und chemische Eigenschaften

	n-Pentan	iso-Pentan	Cyclopentan	Cyclopentan / iso-Pentan	
				75 / 25	70 / 30
Siedepunkt, °C	36	28	49	40 - 50	40 - 50
Dichte, kg/m ³ bei 15°C	632	625	750	718	708
Wärmeleitfähigkeit, mW/mK	15	14	12	12,5	12,5
Verdampfungsenthalpie, kJ/kg (am Siedepunkt)	358	339	377	368	366
Dampfdruck, kPa bei 25°C	68,4	91,8	42,3	54,4	56,7
bei 50°C	159,4	205,1	103,8	128,6	133,6
Flammpunkt, °C	< -20	< -20	< -20	< -20	< -20
Zündtemperatur, °C	285	420	350	380	380
Explosionsgrenzen, Vol.%	1,4 - 8	1 - 7,5	1,4 - 8	1,3 - 8	1,3 - 8

Die vorstehenden Produktbeschreibungen sowie Produktions- und Anwendungshinweise entsprechen unserem Wissensstand und beruhen auf den uns bekannten Erfahrungswerten bezüglich des von uns vertriebenen Produktes. Für deren Richtigkeit können wir jedoch keine Gewähr übernehmen. Aus diesem Grund stellen sie auch keine zugesicherten Eigenschaften im Sinne des Gesetzes dar. Da die jeweiligen Anwendungsbedingungen der Produkte außerhalb unseres Einflusses liegen, können wir auch keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit dem Gebrauch unseres Informationsmaterials sowie der Anwendung der von uns gelieferten Produkte übernehmen, soweit derartige Schäden nicht von uns schuldhaft verursacht worden sind. Die Beachtung aller gesetzlichen Vorschriften und Schutzrechte liegt in der Verantwortung des Verarbeiters.

Cyclopentane PU

Toxikologie

Akute Toxizität:

LD₅₀ (oral) >2000 mg/kg
(dermal) >2000 mg/kg
LC₅₀ (inhal) >25 mg/l

Irritation:

dermal: leicht
Auge: keine

Aquatische Toxizität:

Fisch LC₅₀ >100 mg/l
Daphnia EC₅₀ ~10 mg/l
log P_{ow} 3

Halbwertszeit (geschätzt)

Luft <10 d
Wasser: <100 d
Boden: <100 d

Cyclopentane PU

ZVEI Test Program Mutagenität

Micronucleus Test: **negativ**
(Maus, in vivo, OECD Richtlinie No. 474)

Ames Test: **negativ**
(Salmonella/Mammalian microsome,
OECD Guideline No. 471)

Gesamtbeurteilung:
kein mutagenes Potential

Subchronische Tests

Inhalation: **keine negativen Effekte**
(2 Wochen; 90 Tage; Ratte)

Futter: **keine negativen Effekte**
(2 Wochen; 90 Tage; Ratte)

Reproduktive Toxizität:
Effekte unwahrscheinlich

Humanmedizinische Daten:
Effekte unwahrscheinlich