

Raumschadstoff Styrol

Styrol in Bauprodukten
Gesundheitliche Folgen
Grenzwerte
Rechtliche Fragen
Alternativen

1 Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Inhalt | 2 |
| 2 | Styrol in Bauprodukten | 4 |
| 2.1 | Allgemeine Daten zu Styrol | 4 |
| 2.2 | Vorkommen von Styrol in Bauprodukten..... | 5 |
| 2.3 | Begründungen für die EGGBI- Ablehnung von Polystyrolprodukten | 5 |
| 2.3.1 | Unsere Haltung zu Argument der Industrie: nur abreagierte Produkte im Handel..... | 6 |
| 2.3.2 | Restmonomere und Flammschutzmittel | 6 |
| 2.3.3 | Verarbeitungsmittel für die Verklebung und Beschichtung vieler Polystyrolprodukte | 6 |
| 2.3.4 | Raumschadstoff n-Pentan als "Schäumungsmittel" für manche Polystyrolprodukte | 6 |
| 3 | Gesundheitlichen Risiken von Styrol..... | 7 |
| 3.1 | Zitate, Definitionen..... | 7 |
| 3.1.1 | Styrol – starkes Nervengift | 7 |
| 3.1.2 | Augen- schleimhautreizend | 7 |
| 3.1.3 | Chronisch-toxische Wirkungen..... | 7 |
| 3.1.4 | "Hinweise auf tumorauslösende Wirkung von Styrol beim Menschen" | 7 |
| 3.1.5 | Styren (Styrol) in den USA als krebserzeugend eingestuft (Juni 2011) | 7 |
| 3.1.6 | Symptomatik | 8 |
| 4 | "Ökologische Probleme" | 8 |
| 4.1 | Der Rohstoff "Erdöl" ist "endlich" | 8 |
| 4.2 | die Umweltbelastung bei der Produktion | 8 |
| 4.3 | Brandfall..... | 8 |
| 4.4 | Umwelt- Belastungen bei der Produktion: Emissionen von Styrol und Pentan..... | 9 |
| 4.5 | Produktion – Einsatz von Benzol..... | 9 |
| 4.6 | Entsorgung von Polystyrol: | 9 |
| 4.6.1 | viele Produkte sind beim Rückbau nicht sortenrein (Putze/Kleber) | 9 |
| 4.6.2 | fehlendes, garantiertes Rücknahmesystem | 9 |
| 4.6.3 | Umwelt- Problemstoff Flammschutzmittel | 9 |
| 4.6.4 | Zitat TV Report 3 Sat zu Entsorgung: | 10 |
| 4.6.5 | Ergänzungen zum..... | 10 |
| 4.6.6 | Beachtliche Konzentrationen in der Muttermilch | 10 |
| 5 | Technische Vorbehalte gegenüber Einsatz von Polystyrolprodukten als Vollwärmeschutz | 11 |
| 5.1.1 | schwind- und temperaturbedingte Formänderungen | 11 |
| 5.1.2 | sommerlicher Hitzeschutz + umfassender Schallschutz | 11 |
| 5.1.3 | Abschmelzen ganzer Fassaden bei Wärmeverbundsystemen im Brandfall | 11 |
| 5.1.4 | Außenputze zu Wärmedämmverbundsystemen: Probleme Algen und Schimmel: | 11 |
| 5.1.5 | Polystyrol Fassadedämmungen "Brandbeschleuniger?" | 11 |
| 6 | Styrolnachweise in Gebäuden: | 12 |
| 6.1 | Nachweis in Neubauten..... | 12 |
| 6.2 | Schadstoffbelastung von Innenräumen durch Produkte im Außenbereich: | 12 |
| 6.3 | Emissionen aus Estrichdämmungen: | 13 |

| | | |
|-----|--|---|
| 7 | Komplett schadstoffgeprüfte Alternativen zu Wärmeverbundsystemen aus Polystyrol: | 14 |
| 7.1 | StoTherm Wood | 14 |
| 7.2 | StoTherm Cell..... | 14 |
| 7.3 | Perlitegefüllter Tonziegel als nachträgliche Wärmedämmung | 15 |
| 8 | Grenzwerte | 15 |
| 8.1 | Bauprodukte | 15 |
| 8.2 | Raumluft | 15 |
| 8.3 | Gütezeichen:..... | 15 |
| 9 | Rechtliche Fragen | 15 |
| 10 | Allgemeiner Hinweis | 16 |
| | EGGBI Definition "Wohngesundheit" | Fehler! Textmarke nicht definiert. |

2 Styrol in Bauprodukten

2.1 Allgemeine Daten zu Styrol

Synonyma:

- Styren
- Phenylethen (IUPAC)
- Phenylethylen
- Monostyrol
- Vinylbenzol
- Cinnamol
- Ethenylbenzol
- Ethenylbenzen

Chemische Formel:

$C_6H_5CH=CH_2$

CAS: 100-42-5

Verwendung:

Ausgangsprodukt zur Herstellung von Polystyrol-Schaumstoffen; Speziallösungsmittel.

Polystyrol-Schaumstoffe (z. B. Polystyrol), Polymere von Styrol mit MG 170.000-1.000.000

verwendet als Schall- und Wärmedämmstoff, Verpackungsmaterial, im Automobilbau

Bei Brand, in geringem Umfang auch bei thermischer Bearbeitung, bilden sich Styrol-Monomere und Kohlenmonoxid.

Beschaffenheit:

Farblose Flüssigkeit mit leichtgasartigem Geruch; wenig wasserlöslich, leichter als Wasser, bei Raumtemperatur

langsam polymerisierend; entzündlich, wenig flüchtig, Dämpfe viel schwerer als Luft, bilden mit Luft explosionsfähiges Gemisch; Selbstentzündung möglich; bildet Peroxide in Gegenwart von Licht, Luft und Säuren; mischbar mit organischen Lösemitteln.

Physikalische Daten:

MG 104,2;

Smp. -31° C,

Sdp. 146° C,

Dichte 0,91;

Flammpunkt 32° C,

Zündtemperatur 490° C,

Explosionsgrenzen 1,1-8 Vol.%,

Geruchsschwelle 0,02 mg/m³;



1 ppm = 4,33 mg/m³ (Quelle unter anderen: <http://toxcenter.org/stoff-infos/s/styrol.pdf>)

2.2 Vorkommen von Styrol in Bauprodukten

Styrol

auch **Vinylbenzol**, gehört zu den VOC.

Verwendung

- als Lösungsmittel
- als Reaktionspartner für Polyesterharze
- als Ausgangsprodukt für
 - Polystyrol (PS) für EPS und XPS als Wärmedämmung
 - Klebstoffe

Styrol wird zu vielen Kunststoffen weiterverarbeitet.
Der wichtigste hiervon ist das Polystyrol

1997 wurden bereits 66 Millionen Tonnen Polystyrol aus Styrol hergestellt, somit wurden über 60 Prozent des Styrols zu Polystyrol verarbeitet, Polystyrol ist damit einer der wichtigsten Kunststoffe überhaupt.

Im Zeitraum von 1960 bis 2012 kann davon ausgegangen werden, dass in Deutschland ca. 300 Millionen m³ (ca. 5 800 kt) an **expandiertem Polystyrol Hartschaumstoff EPS** verbaut wurden. (1 kt = 1000 Tonnen)

Im Zeitraum von 1965 bis 2012 kann davon ausgegangen werden, dass in Deutschland ca. 40 Millionen m³ **extrudiertem Polystyrol-Hartschaum XPS** (ca. 1 200 kt) verbaut worden sind.

(Quelle)

Wir finden Styrol

Dämmstoffen (Polystyrol EPS/XPS) in Baustoffen, Lüftungsgeräten...

Deckenplatten

Bodenbelägen

Klebern

Farben- Lacken

Lösungsmitteln

in vielen Kunststoffen

Matratzen (ABS =Acrylnitril-Butadien-Styrol)

Dichtungen, Folien (SBR = Styrol-Butadien-Kautschuk)

Elektrogeräten (ASA = Acrylnitril-Styrol-Acrylester)

Küchenbedarf /Kunststoffschüsseln, Besteck (SAN = Styrol Acrylnitril)

2.3 Begründungen für die EGGBI- Ablehnung von Polystyrolprodukten

Wengleich seitens der Hersteller die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Polystyrolprodukten im Innenraumbereich stets mit dem Argument begründet wird, „ausgehärtetes Polystyrol“ emittiere keinerlei reaktiven Stoffe, wird im Sinne von Emissions- und Risikominimierung dennoch beispielsweise von der Europäischen Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene – European Society for healthy building and indoor air quality e.V. (EGGBI) bei der Errichtung „wohngesundheitlich optimierter Gebäude“ vom Einsatz von Styrol/ EPS/ Polystyrol Produkten - Dämmstoffe, Polyesterharze, Dichtungsmassen - **präventiv** abgeraten, für den Einsatz im Innenbereich von Gebäuden grundsätzlich keine Freigabe erteilt.

Die gesundheitlichen Bewertungen von Styrol und den benötigten Flammschutzmitteln stellen aus unserer Sicht unter anderem beim Einsatz als Baustoff ein zu hohes Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigung – vor allem für Allergiker, Sensitive, Menschen mit reduziertem oder noch nicht völlig ausgebildetem Immunsystem, dar.

2.3.1 Unsere Haltung zu Argument der Industrie: nur abreagierte Produkte im Handel

Nicht immer kommt ausreichend „abgelagertes Material“ zum Einsatz – „just-in-time“ Lieferungen direkt zur Baustelle führen sehr oft dazu, dass bereits beim Entfernen der Verpackungsfolie der süßliche Geruch des Styrols in hohem Maße – auch ohne Messgeräte – feststellbar ist. Messergebnisse bei Raumlufprüfungen haben wiederholt erhöhte Styrolbelastungen – unter anderem auch möglicherweise verursacht durch Estrichdämmung - nachgewiesen; EGGBI gibt daher grundsätzlich **präventiv** für einen Einsatz von Polystyrol Dämmstoffen (einzige Ausnahme: erdbedeckter Perimeterbereich aussen) keine Freigabe.

2.3.2 Restmonomere und Flammschutzmittel

„Wegen des Gehaltes an Restmonomeren können Polystyrolhartschaum- Produkte (z.B. Wärme- und Trittschalldämmung, Teppichböden, Lacke, Haushaltsgeräte) Styrol abgeben. Auch Polystyrolhohlblocksteine geben zunächst Styrol ab. Bei EPS Deckendekorporplatten wurden außer Styrol auch Emissionen von Ethylbenzol, Acetophenon, Benzaldehyd und anderen substituierten Aromaten festgestellt.“

Zitat:

„EPS-Dämmplatten werden mit ca. 1% Hexabromcyclodecan unter Zusatz von Dicumylperoxid flammhemmend ausgerüstet – letzteres ist als umweltgefährlich (Gefahrensymbol N) eingestuft.“

Eine reproduktionstoxische Wirkung von S. ist umstritten. Gesichert ist das genotoxische Potential von Styrol-7,8-oxid. Das Epoxid ist mutagen und erzeugt bei der Maus Krebs. Von der IARC ist S. als wahrscheinliches Humankarzinogen eingestuft. (Kat. 2A) (Seite 483)

(Dr. Zwiener, ökologisches Baustofflexikon: <http://astore.amazon.de/o09-21/detail/3788076860>)

Inzwischen wirbt die Industrie mit dem Einsatz "neuer" gesundheitlich unbedenklicher **Flammschutzmittel** – bis heute konnten uns aber dazu keine "neutralen" wissenschaftlichen Nachweise der völligen gesundheitlichen Unbedenklichkeit vorgelegt werden.

2.3.3 Verarbeitungsmittel für die Verklebung und Beschichtung vieler Polystyrolprodukte

Nicht zu vernachlässigen sind aber auch mögliche Emissionen aus den verwendeten Klebern (+ eventuell erforderlichen Grundierungen) z. B. für Deckenplatten und den erforderlichen (besonders stark algizid ausgerüsteten) Putzen bei Wärmedämm- Verbundsystemen. EGGBI erhielt dazu bis heute keine ausreichenden Produktinformationen zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit.

2.3.4 Raumschadstoff n-Pentan als "Schäumungsmittel" für manche Polystyrolprodukte

n-Pentan

ist eine farblose Flüssigkeit mit der Summenformel C₅H₁₂ und zählt zu den Alkanen. Der Name „Pentan“ leitet sich von den fünf gebundenen Kohlenstoffatomen ab (penta, gr. „fünf“). Es ist eines von drei Strukturisomere der Pentane (n-Pentan, Isopentan und Neopentan).

CAS: 109-66-0

Verwendung: Verwendung findet Pentan u.a. als Lösemittel und zum Schäumen von Phenolharz und Polystyrol.

<http://www.wingisonline.de/wingisonline/default.aspx?GISBAUNR=0/000109-66-0/000000&TYP=INFO>

Symptomatik: Der Stoff kann inhalativ oder oral aufgenommen werden. Bereits bei einer Temperatur von 20°C kommt es sehr schnell zu einer toxischen Kontamination der Luft. Die Haut wird durch den Stoff ausgetrocknet. Nach einer inhalativen oder oralen Aufnahme zeigt der Patient Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel, Schläfrigkeit und Bewusstseinsstörungen bis zur Bewusstlosigkeit. Bei einer oralen Aufnahme besteht die Gefahr der Aspiration mit einer folgenden Aspirationspneumonie. Bereits nach einer kurzen Einwirkung kann es zu Schädigungen des zentralen Nervensystems kommen. Ein wiederholter oder länger andauernder Kontakt kann eine Dermatitis auslösen. ([Quelle](#))

Gesundheitsgefährdung durch Pentan:

- Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
- Einatmen oder Verschlucken kann zu Gesundheitsschäden führen.
- Entfettet die Haut
- Entzündung der Haut
- Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen.
- Herzrhythmusstörungen
- Kann die Atemwege, Verdauungswege und Augen reizen: z.B. Brennen, Kratzen
- Kann die Haut reizen: z.B. Brennen, Jucken
- Lungenödem
- Schwindel, Kopfschmerzen, Benommenheit bis zur Bewusstlosigkeit oder andere Hirnfunktionsstörungen können auftreten.
- Vorübergehende Beschwerden wie Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen etc. können auftreten.
- Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. ([Quelle](#))

3 Gesundheitlichen Risiken von Styrol

3.1 Zitate, Definitionen

3.1.1 Styrol – starkes Nervengift

*Verdacht auf krebserzeugende und erbgutschädigende Wirkung, wasser- gefährdend, gesundheitsschädlich beim Einatmen; kann Atemwege, Verdauungswege und Augen reizen, **Hirnfunktionsstörungen** möglich" [Zwiener95], [enius], [ECOBIS]
(Quelle [Datenbank ecobine](#) - Bewertung von Polystyrol)*

3.1.2 Augen- schleimhautreizend

*" Die Dämpfe von Styrol sind schwerer als Luft. Die Substanz wirkt **augen- und schleimhautreizend**; bei direktem Kontakt mit der Haut verursacht sie ein Erythem (Hautrötung), bei längerer Einwirkung entzündliche Erscheinungen.*

*In Bezug auf die **akute Toxizität** stehen neurologische Störungen wie Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen und Konzentrationsschwäche, bei höheren Belastungen auch EEG-Veränderungen und eine Verlängerung der Reaktionszeiten im Vordergrund.*

3.1.3 Chronisch-toxische Wirkungen

sind neben neurologischen Schäden auch Veränderungen im Blutbild sowie Schädigungen der Leber und der Bronchialschleimhaut." ([Neuropsychologische Störungen bei niedriger Dosierung](#), Hans Böcklerstiftung)

3.1.4 "Hinweise auf tumorauslösende Wirkung von Styrol beim Menschen"

Ergebnisse der experimentellen Forschung im BfR sind für die Neubewertung des Altstoffes von Bedeutung ([Bundesinstitut für Risikobewertung](#))

Hingewiesen wurde dabei auch auf einen sehr wesentlichen Schwachpunkt des Chemikaliengesetzes, wonach „Altstoffe“ wie Styrol (bereits vor Inkrafttreten des Gesetzes am Markt) nicht das heute erforderliche „Anmeldeverfahren“ einschließlich der toxikologischen Prüfungen zu durchlaufen hatten:

3.1.5 Styren (Styrol) in den USA als krebserzeugend eingestuft (Juni 2011)

Im Rahmen des



Headquartered at the National Institute of Environmental Health Sciences NIH-HHS

erscheint nunmehr im Juni 2011 ein Bericht mit der definitiven Einstufung von Styrol als "krebserzeugend". (<http://www.niehs.nih.gov/about/materials/styrenefts.pdf>)

Damit bestätigen sich jahrelange „Befürchtungen“ vor allem der „Baubiologie“

<http://www.baubiologie-regional.de/news/Kritik-an-Waermedaemmverbundsystemen-aus-Polystyrol-674.html>

aber auch die grundsätzliche präventive Ablehnung von EGGBI von Polystyrolprodukten in Innenräumen.

Aussagen im Bericht:

"People may be exposed to styrene through breathing indoor air that has styrene vapors from building materials, photocopiers, tobacco smoke, and other products."

Belastet werden können Menschen vor allem durch die Einatmung von Innenraumluft, welche Styrol Emissionen aus **Baustoffen**, Photokopiergeräten, Tabakrauch und anderen Produkte enthält.

Entsprechend auch bereits die Einstufung der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie:

GHS-Einstufung

Entzündbare Flüssigkeiten (Kapitel 2.6) - Kategorie 3, H226

Akute Toxizität inhalativ (Kapitel 3.1) - Kategorie 4, H332

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut (Kapitel 3.2) - Kategorie 2, H315

Schwere Augenschädigung/Augenreizung (Kapitel 3.3) - Kategorie 2, H319

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition) (Kapitel 3.8) - Kategorie 3 (Atemwegsreizung), H335

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition) (Kapitel 3.9) - Kategorie 1, H372

Aspirationsgefahr (Kapitel 3.10) - Kategorie 1, H304

"Die GHS-Einstufung aus Anhang VI wurde aufgrund vorliegender weiterer Daten sowie Herstellereinstufungen um die oben genannte Einstufung in folgenden Gefahrenklassen ergänzt: Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Atemwegsreizung; Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition); Aspirationsgefahr. Die Einstufung muss trotzdem nicht vollständig sein.

Die GHS-Einstufung in die Gefahrenklasse Akute Toxizität wurde aufgrund von der BG RCI vorliegenden und bewerteten toxikologischen Daten validiert."

http://www.gischem.de/e5_prod/dokart.htm?client_session_Objekt=261&client_session_DokumentArt=63

3.1.6 Symptomatik

"Der Stoff kann über eine Inhalation oder über die Haut (Kontaktgift!) aufgenommen werden und reizt die Haut, die Augen und die Atemwege. Bereits bei einer Temperatur von 20°C kommt es langsam zu einer toxischen Kontamination der Luft.

Eine Einwirkung auf die Augen und / oder die Haut ist an einer Rötung und Schmerzen zu erkennen. Nach einer oralen Aufnahme kommt es zu abdominalen Schmerzen und den Symptomen nach einer inhalativen Aufnahme.

Inhalativ aufgenommen bewirkt der Stoff Übelkeit, Schwindel, Schläfrigkeit, Mattigkeit und Kopfschmerzen. Eine orale Aufnahme kann zu einer Aspiration mit folgender Aspirationspneumonie führen. Es können Bewusstseinsstörungen bis zur Bewusstlosigkeit auftreten.

Ein länger andauernder oder wiederholter Kontakt kann zu einer Sensibilisierung und / oder einer Dermatitis führen. Nun kann auch ein Asthma ausgelöst werden und es sind Schädigungen des zentralen Nervensystems möglich. Der Stoff kann beim Menschen möglicherweise Krebs erzeugen."

<http://www.gifte.de/Chemikalien/styrol.htm>

4 "Ökologische Probleme"

Obwohl die Dämmung von Gebäuden als maßgeblicher Aspekt zur CO₂ Reduktion natürlich ökologisch /nachhaltig positiv zu bewerten ist und daher notwendig –

Polystyrolämmungen mit derart hohem toxischen Potential, Problemen bereits bei der Produktion, gesundheitlichen Risiken in der Nutzungsphase und massiven Entsorgungsproblemen dürften auf keinen Fall mit staatlichen Mitteln gefördert werden, zumal es ausreichend wirklich nachhaltige, gesundheitlich unbedenkliche "Alternativprodukte" gibt.

Dazu einige Argumente:

4.1 Der Rohstoff "Erdöl" ist "endlich"

4.2 die Umweltbelastung bei der Produktion

ist alleine auf Grund der eingesetzten Rohstoffe (z.B. n-Pentan) ersichtlich

4.3 Brandfall

Hier können bei EPS-Dämmungen hochgiftige Dioxin- und Furanverbindungen, resultierend aus den eingesetzten Flammschutzmitteln, freigesetzt werden"

(Quelle: <http://www.enius.de/bauen/polystyrolaemmung.html>.)

Zahlreiche Stellungnahmen zum Brandverhalten, aber auch zu gesundheitlichen Risiken von Polystyrol Wärmedämmverbundsystemen insgesamt wurden auch in mehreren NDR Beiträgen aufgelistet.

<https://www.youtube.com/watch?v=AWD0HeZLufM>

http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/45_min/Die-Waermedaemmerung_sendung443002.html

4.4 Umwelt- Belastungen bei der Produktion: Emissionen von Styrol und Pentan

„Bei der **EPS-Erzeugung** kommt es zu Emissionen von Styrol (ca. 15kg Styrol pro t EPS) und Pentan. Arbeitsplatzbelastungen durch Styrol treten vor allem bei Klein- und Mittelbetrieben auf. Flammenschutzmittel HBCD / Ergebnisse der EU-Risikobewertung: "Die Risikobewertung hat direkte Risiken und ein systemisches Risikopotential ergeben. Die Verarbeitung des HBCD verursacht erhebliche lokale Risiken für Mensch und Umwelt (Gewässer, Sedimente). Kritische Punktquellen sind Anlagen zur Formulierung expandierten und extrudierten **Polystyrols** (EPS, XPS) und zur Beschichtung von Textilien. Die Expositionsszenarien der Risikobewertung belegen gesundheitliche Risiken am Arbeitsplatz als Folge des Einatmens von HBCD als Feinpuder." Quelle: Bromierte Flammenschutzmittel – Schutzengel mit schlechten Eigenschaften?

(aus http://www.wecobis.de/jahia/Jahia/Home/Bauproduktgruppen/Daemnstoffe/aus_synthetischen_Rohstoffen/Expandiertes_Polystyrol)

4.5 Produktion – Einsatz von Benzol

Polystyrol ist ein Problemstoff: Im Herstellungsprozeß kommt das Krebs erregende Benzol zum Einsatz (DTI 1993). Die Verarbeitung von PS führt zur Freisetzung des karzinogenen Styroloxids (DTI 1993). Zudem schädigt Styrol nachweislich das Fortpflanzungssystem. PS ist hochgradig feuergefährlich; die Brandkatastrophe im Düsseldorfer Flughafen 1996 dürfte noch in Erinnerung sein, Polystyrol war maßgebend an der Brandauslösung beteiligt (Weinspach et al. 1997).

Quelle

4.6 Entsorgung von Polystyrol:

"Polystyrol als Sondermüll zu entsorgen?"

Entsorgung problematisch – das vielgepriesene Recycling nur ein Wunsch:

4.6.1 viele Produkte sind beim Rückbau nicht sortenrein (Putze/Kleber)

4.6.2 fehlendes, garantiertes Rücknahmesystem

es existiert kein bereits beim Kauf vorfinanziertes funktionierendes flächendeckendes „Rücknahmesystem“ als Garant für ein funktionierendes Recycling

*Zitat: Recycling ist schwierig und Verbrennung problematisch. Es wird **nur ein Prozent** der jährlich erzeugten 14 Millionen Tonnen Polystyrol recycelt. Bei der Herstellung von Polystyrol kommt das krebserregende Benzol zum Einsatz, die Verarbeitung führt zur Freisetzung des krebserregenden Styroloxids.*

http://www.bund.net/themen_und_projekte/chemie_alt/chemie_im_alltag/plastik/achtung_plastik/

4.6.3 Umwelt- Problemstoff Flammenschutzmittel

Bereits 2008 (UBA Forschungsbericht) wurde das vollständige Verwendungsverbot von Hexabromcyclododecan (HBCD, HBCDD) in Polystyrolprodukten angesprochen, da dies als persistente, bioakkumulierbarer und toxischer Stoff (Gruppe: PBT Stoffe) bereits in der Reach Kandidatenliste XIX identifiziert wurde.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/haufig-gestellte-fragen-antworten-zu>

Dennoch gelang es der Industrie, zahlreicher weitere Verlängerungen der Verwendung zuletzt bis 2/2017 zu erreichen – mit dem Ergebnis weiterer Vergiftung der Umwelt und Einsatz eines Produktes, dessen Entsorgung noch zu einem enormen Umweltproblem in den nächsten Jahrzehnten führen wird, ein Einsatz der mit enormen Fördermitteln des Bundes zusätzlich gefördert wurde.

„Nach Informationen von 45 Min müssen ausgediente Dämmplatten aus Polystyrol jedoch künftig als Sondermüll behandelt werden. Der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Florian Pronold (SPD), bestätigte dem NDR, dass derzeit die Abfallverzeichnisverordnung novelliert werde. Im Frühjahr 2016 solle die neue Regelung in Kraft treten. Dann gelten beim Abriss einer Wärmedämmung aus Polystyrol neue Regeln: Galt diese bisher als Kunststoffabfall oder gemischter Bauabfall, so stuft sie der Gesetzgeber künftig als gefährlichen Abfall ein, also Sondermüll.“ Zitat: NDR

Inzwischen gelingt es den Herstellern immer wieder, Verlängerungen und Aussetzungen bereits beschlossener Gesetze durchzusetzen. <http://www.nachhaltigkeit-bau.de/nachhaltigkeit-und-politik/>

4.6.4 Zitat TV Report 3 Sat zu Entsorgung:

“Ich halte es einfach für unverantwortlich, dass wir heute solche Systeme einsetzen, wohl wissend, dass sie als Sondermüll entsorgt werden müssen, und zwar nicht von uns, sondern von unseren Kindern und Kindeskindern. Wir schieben sozusagen die Probleme, die wir heute haben, auf die nächsten Generationen. Das ist nicht fair.”

Als nachhaltige Alternativen wird auf

Produkte wie Calcium-Silikat-Dämmungen (Beispiel: [Epassit](#) und [Redstone](#)) für nachträgliche Innendämmungen und auf den Einsatz von Perlite-gefüllten Tonziegel-Dämmsystemen für Innen und Außen der Firma [Poroton](#) – sowohl im Neubau als auch für nachträgliche Dämmmaßnahmen verwiesen.

[3Sat-Beitrag „Dämmfieber/ eine Nation isoliert sich“](#)

4.6.5 Ergänzungen zum Flammenschutzmittel HBCD, HBCDD:

Umfassende Infos zu gesundheitlichen Risiken aus [Flammenschutzmitteln](#) und den [sogenannten „Alternativen“](#)

Das Umweltbundesamt plädiert aus Vorsorgegründen für die Vermeidung jeglicher Einträge schwer abbaubarer (persistenter) und/oder in Lebewesen anreichernder (bioakkumulierender) Stoffe in die Umwelt. Dies gilt auch für den Fall, dass mit den Umwelteinträgen (noch) keine bekannten toxischen Wirkungen verbunden sind, da solche Chemikalien weder aus der Umwelt noch aus dem menschlichen Körper rückholbar sind.

Das Umweltbundesamt hält es daher aus Vorsorgegründen für erforderlich, jegliche Umwelteinträge von DecaBDE, HBCD und TBBPA zu minimieren, da alle drei Flammenschutzmittel schwer abbaubar sind und sich in Lebewesen anreichern. Darüber hinaus sind sie in unterschiedlichem Maß toxisch und möglicherweise auch langfristig schädlich für Mensch und Umwelt.

<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3521.pdf> Seite 4

„Kernpunkt der ökologischen Bewertung von EPS ist das Flammenschutzmittel HBCD, das gemäß der neuen europäischen Chemikalienverordnung REACH als giftig eingestuft ist für Mensch, Ökosysteme und Organismen. Einen HBCD-haltigen Dämmstoff noch als "ökologisch" einzustufen, wäre also paradox. Ein Witz auch, dass laut REACH nur professionelle Hersteller, Lieferanten und Händler auf die Giftigkeit von HBCD hinzuweisen sind, nicht aber der Endkunde. Das heißt, auf dem Beipackzettel herrscht weiter eitel Sonnenschein (Stand 11/2010).

„In der Praxis als störend empfinde ich außerdem den deutlich wahrnehmbaren Geruch nach Styrol, der einem schon beim Öffnen der Polystyrol Pakete entgegenschlägt, der aber auch beim Schneiden (Sägen oder Heizdrahtschneiden) der Platten wahrnehmbar ist. Der Geruch verflüchtigt sich zwar rasch, dennoch bleibt ein Unbehagen, da das Einatmen von Styrol Dämpfen als gesundheitsschädlich gilt. Wegen möglicher Styrolemissionen empfehle ich beim Verarbeiten der Platten außerdem das Tragen von dampfdichten Handschuhen. Verwendung von Polystyrol in Innenräumen? Aufgrund von HBCD können im Brandfall neben den üblichen Verbrennungsgasen hochgiftige Dioxine und Furane entstehen. Wer will das verantworten?“
Quelle: <http://www.nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Polystyrol%20EPS>

4.6.6 Beachtliche Konzentrationen in der Muttermilch

Bromierte Flammenschutzmittel, die brennbaren Stoffen beigefügt werden, gehen keine chemischen Verbindungen mit den Kunststoffen ein und entweichen wieder, besonders bei Erwärmung. Folgerichtig lassen sie sich zum Beispiel in der Innenraumluft nachweisen und gelangen über diesen Weg in den Menschen und in die Umwelt. Sie sind schwer abbaubar (persistent) und können sich in Lebewesen anreichern (bioakkumulierbar). Daher sind sie weit verbreitet und im Blut, im Fettgewebe und in der Muttermilch in beachtlichen Konzentrationen zu finden.

http://www.bund.net/themen_und_projekte/chemie_alt/chemie_und_gesundheit/bundschwerpunkte/flammenschutzmittel/

5 Technische Vorbehalte gegenüber Einsatz von Polystyrolprodukten als Vollwärmeschutz

5.1.1 schwind- und temperaturbedingte Formänderungen

auch hier wäre – gerade bei Wärmeverbundsystemen unbedingt eine entsprechend ausreichende „Vor“lagerung Grundvoraussetzung

- Zitat: Styropor schrumpft im Laufe seines Lebens. Wird es als WDVS-Platte verlegt, können sich so **Fugen zwischen den einzelnen Dämmplatten** bilden, die der Dämmwirkung abträglich sind und Feuchtigkeit Zutritt in das WDVS und schlimmstenfalls die Außenwand gewähren. ([Quelle](#))

5.1.2 sommerlicher Hitzeschutz + umfassender **Schallschutz**

ist beispielsweise bei Holzweichfaser wesentlich besser!

5.1.3 Abschmelzen ganzer Fassaden bei Wärmeverbundsystemen im Brandfall

<http://www.wiwo.de/finanzen/immobilien/teuer-und-gefaehrlich-fassadendaemmung-wird-zum-brandbeschleuniger/8182494.html>

5.1.4 **Außenputze** zu Wärmedämmverbundsystemen: Probleme Algen und Schimmel:

„Das Ergebnis macht die Wissenschaftler ratlos. Die unterschiedlichen Außenputze sind alle gleich ungeeignet. Der Tauwassereffekt lässt sich praktisch nicht vermeiden. Der Fehler liegt im System – im Wärmedämmverbundsystem.“ <https://www.youtube.com/watch?v=H39AQSoFJlc>

5.1.5 Polystyrol Fassadedämmungen "Brandbeschleuniger?"

Neue Bestätigungen zur Diskussion um die "gesundheitlichen" Risiken von Polystyrolprodukten finden sich durch aktuelle Untersuchungen des NDR zum Feuchtigkeits- und zum Brand-Verhalten von "Polystyrol-Platten" für Wärmedämmsysteme:

"Reporter des NDR haben das Material einem Realitätstest unterzogen - Sie haben ein Brand-Experiment in der Materialprüfanstalt Braunschweig durchführen lassen. Der Versuch entsprach einem simulierten Zimmerbrand. 160 Millimeter dicke Dämmplatten aus Polystyrol, geschützt durch Armierung, Putz und Anstrich, wurden dem Ernstfall ausgesetzt: Ein Brand unter einer Maueröffnung entflamte das sogenannte Wärmedämmverbundsystem (WDVS) eines Markenherstellers.

Das erschreckende Resultat: Zwanzig Minuten hätte die Dämmung den Flammen standhalten müssen. Doch sie fing so schnell Feuer, dass der Versuch bereits nach acht Minuten abgebrochen werden musste."

"Die Feuerwehr musste wegen der heftigen Flammen und extremer Rauchgasentwicklung unter Atemschutz umgehend löschen". ([Quelle](#)) dazu: [Youtube](#)

Einige Presseberichte dazu

<http://www.enbause.de/daemmung-fassade/aktuelles/artikel/fassade-mit-dickem-polystyrol-kann-brand-anfeuern-2621.html>

<http://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2011-11/22058215-45-min-waermedaemmung-aus-polystyrol-offenbar-brandbeschleuniger-007.htm>

<http://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2011-11/22058215...>

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/0,1518,800017,00...>

Auch die Wirtschaftlichkeit solcher Wärmedämm- Maßnahmen wurde erst im Januar 2014 im Rahmen einer MONITOR Sendung des ARD sehr glaubwürdig in Frage gestellt:

<https://www.youtube.com/watch?v=4qjR3cFtRSs>

Pressebericht 2013

„Verdämmt und zugeklebt“ – Capital 3/2013 „Energiepolitik

Um das Klima zu retten, werden Deutschlands Häuser in Polystyrol eingepackt – mit zweifelhaftem Nutzen. Politik/Industrie und Wissenschaft wollen es so. Den Schaden hat der Bürger.“

<http://www.capital.de/politik/Energiepolitik--Die-Daemm-Falle--Skandal-hinter-der-Fassade/100049787.html>

Weitere Diskussionen zu tatsächliche Energieeinsparung durch Wärmedämmverbundsysteme:

<http://www.cam.ac.uk/research/news/the-prebound-effect/>

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09613218.2012.690952>

Siehe auch: "[Brandgefahr und andere Risiken durch Polystyrolfassaden](#)" – Positionspapier des Deutschen Feuerwehrverbandes

und "[Brandsicherheit von Wärmedämmverbundsystemen \(WDVS\) an Fassaden mit Polystyrolschaum \(EPS\) als Dämmstoff](#)"

6 Styrolnachweise in Gebäuden:

6.1 Nachweis in Neubauten

„In neu errichteten Gebäuden wird Styrol vergleichsweise häufig (bei Freigabemessungen in ca. 62% aller geprüften Innenräume) nachgewiesen, wobei Freisetzung aus unterschiedlichen Polyesterharzanwendungen **und auch aus Polystyrol-Dämmungen maßgeblich sind.**“

Handbuch Gebäude-Schadstoffe und gesunde Innenraumluft (Zwiener/Lange 2011; Seite 255)

6.2 Schadstoffbelastung von Innenräumen durch Produkte im Außenbereich:

(v.a. bei sommerlichen Fassadenerhitzung auf über 70 Grad C / Haupt-Eintrittsquellen Lüftungsöffnungen und Fenster)

Allgemein:

Durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle, aber auch durch Lüftungsschächte können Schad- und Geruchsstoffe von einem Bereich eines Gebäudes in andere Bereiche strömen (interzonaler Schadstofftransfer).

Quelle: http://www.ibo.at/documents/Tagungsband2004_GesundeRaumluft.pdf

Aus diesem Grunde berücksichtigt EGGBI bei Gebäudeplanung für Bauherren mit besonderen gesundheitlichen Anforderungen (Allergiker, MCS) generell auch Fassadenprodukte (Dämmung/ Fassadenfarben)

Styrolbelastungen in Innenräumen – Fallbeispiele:

Dr. Norbert Weis, Michael Köhler, Gerd Lammers

Zusammenfassung

Ausgehend von Dichtungs- und Dämmmaterialien kann es zu erheblichen Styrolbelastungen im Innenraum kommen, auch wenn das Baumaterial im Außenbereich des jeweiligen Gebäudes Verwendung findet.

Der Richtwert I (RW I) von 30 µg/m³ und auch der RW II (300 µg/m³) der ad-hoc Kommission aus Mitgliedern der IRK und AGLMB kann erheblich überschritten werden. Zur Richtwertüberprüfung ist das Thermodesorptionsverfahren der Anreicherung auf Aktivkohle vorzuziehen, da letztere zu Minderbefunden führt. An verschiedenen Fallbeispielen werden Erfahrungen mit Styrolbelastungen in Innenräumen erläutert

Quelle: http://www.bremer-umweltinstitut.de/files/pdfs/publikationen/170_Styrolbelastungen_2001.pdf

In Einzelfällen konnte nachgewiesen werden, dass Styrol auch durch eine undichte Gebäudehülle aus einer Quelle im Außenbereich in die Innenraumluft eintreten kann. Der Übertritt aus den Räumlichkeiten Kunststoff verarbeitender Betriebe in unmittelbar benachbarte Innenräume kann ebenfalls zu einer erhöhten Konzentration an Styrol in Innenräumen führen (Tappler 2002/2004).

Quellen:

[https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:deeb856f-6629-4004-be50-50025feafc3d/Teil%20-%20Styrol%20\(85%20KB\).pdf](https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:deeb856f-6629-4004-be50-50025feafc3d/Teil%20-%20Styrol%20(85%20KB).pdf) Seite 5
<http://www.innenraumanalytik.at/Newsletter/styrol.pdf>

Schadstoffbelastete Baustoffe aus den Außenbereich als Verursacher von Innenraumluftproblemen allgemein fanden sich erst kürzlich – konkret in diesem Fall verursachten formaldehydbelastete Fassadenverkleidungen Belastungen in Klassenzimmern einer Schule. (14.7.2011 Pressebericht)

<http://www.merkur-online.de/lokales/planegg/grundschule-martinsried-eltern-wegen-baumaengeln-beunruhigt-1322833.html>

Das gleiche gilt im Übrigen auch für Phenolharzplatten mit der Emission von 2-Chlorpropan:

„Das 2-Chlorpropan dringe in diesen Fällen über Fensteröffnungen und kleinste Risse in den Wänden in die Klassenräume ein.“
Zitat Nürnberger Stadtanzeiger; ähnliches berichtet auch:

<http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-86570533.html>

.....

■ Vier Dämmstoffe enthalten umstrittene halogenorganische Verbindungen. Teilweise handelt es sich dabei um bromierte oder phosphororganische Flammschutzmittel, denn die Schaumkunststoffe müssen entsprechend ausgerüstet sein, um die hohen Brandchutzanforderungen in Deutschland zu erfüllen. Besonders hohe Gehalte der bromierten Verbindung Hexabromcyclododecan (HBBCD), wie sie in zwei der drei Polystyrole vorkommen, werden wir strenger ab, weil der Flammenschutz laut Umweltbundesamt auch mit geringeren Gehalten bewerkstelligt werden kann. HBBCD wird bei der europäischen Chemikalienagentur ECHA als besonders besorgniserregender Stoff in der sogenannten Kandidatenliste der Stoffe geführt, die bevorzugt bewertet und möglicherweise reglementiert werden.

■ Die drei Polystyrole im Test, oft verallgemeinernd als Styropor bezeichnet, gasen flüchtige organische Verbindungen aus, darunter aromatische Kohlenwasserstoffe einschließlich des krebserregenden Styrols. Besonders hoch sind die Werte in den grauen Materialien *NeoTect EPS 035 DZ* und *RigiTect EPS 035 DZ*. Die *Climacell Standard* aus Zellulose und die *Sti-co therm* aus Holzfasern geben Hexanal, einen unangenehm riechenden Stoff aus der Gruppe der Aldehyde ab. Die Schadstoffbelastung ist während der Verarbeitung besonders problematisch. Aber auch wenn die Dämmstoffe im Dach eingebaut sind, können die flüchtigen Stoffe je nach Durchlässigkeit der Verkleidung noch in die Raumluft entweichen.

<http://www.oekotest.de/cqi/index.cgi?artnr=99630;bernr=01;seite=02;co=>

6.3 Emissionen aus Estrichdämmungen:

Auch Estrichdämmstoffe geben Ihre Emissionen in den Innenraum ab - das beweisen ebenfalls beispielsweise gemessene 2-Chlorpropanbelastungen in Kindergärten und Sporthallen in Nürnberg aus sogenannten Phenolharz-Dämmplatten (in einem Fall unter „Gussasphalt“ – dies sogar nach Sanierung (Ausbau der Platten):

„Die Dämmplatten sind in Boxdorf längst entfernt worden, doch 2-Chlorpropan ist in andere Baumaterialien im Boden ausgetreten und entweicht weiterhin über seitliche Fugen an den Wänden in die Räume.“ **Zitat Nürnberger Nachrichten; siehe auch [LINK](#)**
Die gleichen „Belastungswege“ gelten natürlich für Schadstoffe (Styrol, Flammschutzmittel) aus anderen Dämmstoffen.

7 Komplett schadstoffgeprüfte Alternativen zu Wärmeverbundsystemen aus Polystyrol:

Wir empfehlen an Stelle von Polystyrol Wärmeverbundsystemen seit Jahren bewährte, natureplus-zertifizierte **Systeme auf Basis Holzweichfaser, z.B.:**

7.1 StoTherm Wood

Ökologisches Wärmedämm-Verbundsystem mit Dämmplatten aus Holzweichfasern



http://www.sto.de/media/documents/download_broschuere/verarbeitungsrichtlinien_fuer_handwerker/09674-014de_Verarbeitung_StoTherm_Woodhtm.pdf

sowie

auf mineralischer Basis das System der Firma Sto ThermCell auf Basis einer mineralischen Multipor Dämmplatte.

7.2 StoTherm Cell

Ökologisches Wärmedämm-Verbundsystem, nichtbrennbar



http://www.sto.de/de/produkte/fassadendaemmsysteme/stootherm_cell_oekologische_waermedaemmung.html

Die Prüfkriterien dazu sind der natureplus homepage ([Vergaberichtlinien](#)) jeweils zu entnehmen. **Eine fachgerechte Verarbeitung** (technische Anweisungen der Hersteller dazu sind umfassend vorhanden und entsprechend einzuhalten) **ist wie auch in allen anderen Baubereichen natürlich Voraussetzung für eine dauerhaft zufriedenstellende Lösung.**

7.3 Perlitegefüllter Tonziegel als nachträgliche Wärmedämmung

Eine relativ neue Alternative ist das System der Firma Schlagmann/Poroton:

Speziell entwickelter (eco-geprüfter) Dämm-Tonziegel, gefüllt mit dem Dämmstoff „Perlite“ als Vorsatz zu bestehendem Mauerwerk:

<http://www.schlagmann.de/poroton-wdf>

siehe dazu auch <http://www.schlagmann.de/downloads-filme>



8 Grenzwerte

Styrol Grenz- Richt- Orientierungswerte

CAS: 100-42-5 Styrol (auch Vibylbenzol, Phenylethen) ist ein ungesättigter, aromatischer Kohlenwasserstoff aus der Gruppe der VOCS.

8.1 Bauprodukte

EU-LCI Wert (AgBB) für Bauprodukte: 250 µg/m³

8.2 Raumluf

Umweltbundesamt für Raumluf:

Richtwert I 30 µg/m³;

Richtwert II 300 µg/m³

AGÖF Bewertungen für VOCS AGÖF Orientierungswert: 12 µg/m³

Grenzwerte Styrol bei Produktprüfungen für diverse

8.3 Gütezeichen:

am Beispiel Möbel, Möbelplatten:

eco Institut Label, Natureplus < 10 µg/m³ nach 28 Tagen

9 Rechtliche Fragen

Überhöhte Styrol Werte können zu gesundheitlichen Belastungen führen und stellen in einem Gebäude daher auf Grund zahlreicher Gesetze – vor allem auch entsprechend den Landesbauordnungen einen definitiven, **auch einklagbaren Mangel** dar.

Entscheidend ist bei den einzelnen Landesbauordnungen aber vor allem die Forderung:

(auch in der Musterbauordnung)

§ 13 Schutz gegen schädliche Einflüsse

„Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere **chemische, physikalische oder biologische Einflüsse**

- **Gefahren oder**
- **unzumutbare Belästigungen**

nicht entstehen. Allgemeine Anforderungen

Somit hat sich der Auftragnehmer (Bauunternehmer) im Vorfeld durch eine gewissenhafte Produktauswahl abzusichern, dass grundsätzlich allgemeine Schadstoffwerte, vor allem aber auch Styrolemissionen möglichst minimiert werden. Leider sind eine Reihe von Gütezeichen und Zertifikate keine Garantie für eine rechtssichere "umfassend gesundheitlich optimierte" Produktauswahl.

Siehe dazu:

[Auflistung und Stellungnahme zu diversen baurelevanten Gütezeichen, Kennzeichnungen, Datenbanken, Zertifikaten und Deklarationen](#) (Blauer Engel, DGNB, AgBB u.v.a.)

Er hat sich durch entsprechende Ausschreibungstexte auch bei seinen Subunternehmern diesbezüglich absichern, ansonsten bleibt die Last der Folgekosten ausschließlich bei ihm.

Öffentliche Auftraggeber geben teilweise bereits vor allem bei Schulen und Kitas grundsätzlich in ihren Ausschreibungen entsprechende Emissionsanforderungen (für den Zeitpunkt der Gebäudeabnahme) als wesentlichen Vertragsbestandteil an.

(EGGBI [Ausschreibungen für Schulen - Kitas, Krankenhäuser, Sporthallen](#))

Gerade bei Schulen und Kitas sollte bei erhöhten Styrol- Werten auf Grund der Toxizität dieses Raumschadstoffes sofort reagiert werden.

[Hinweise für Elternbeiräte, Personalvertreter, Schulleiter bei Schadstoffproblemen an Schulen](#)

[Konfliktfreie Vorgangsweise bei Schadstoffproblemen an Schulen/Kitas](#)

10 Allgemeiner Hinweis

*EGGBI berät **vor allem** Allergiker, Chemikaliensensitive, Bauherren mit besonderen Ansprüchen an die Wohngesundheit sowie Schulen und Kitas und geht bekannter Weise von sehr hohen – präventiven - Ansprüchen an die Wohngesundheit aus.*

[EGGBI Definition "Wohngesundheit"](#)

Wir befassen uns in der Zusammenarbeit mit einem umfangreichen internationalen Netzwerk von Instituten, Architekten, Baubiologen, Umweltmedizinern, Selbsthilfegruppen und Interessensgemeinschaften ausschließlich mit gesundheitlich relevanten Fragen bei der Bewertung von Produkten, Gebäuden und Gutachten – unabhängig von politischen Parteien, Baustoffherstellern, Händlern, „Bauausführenden“, Mietern oder Vermietern.

Sämtliche "allgemeinen" Beratungen der kostenfreien Informationsplattform erfolgen ehrenamtlich, und es sind daraus keinerlei rechts- oder Handlungsansprüche abzuleiten. Etwaige sachlich begründete Korrekturwünsche werden kurzfristig bearbeitet.

Bitte beachten Sie die allgemeinen

[fachlichen und rechtlichen Hinweise zu EGGBI Empfehlungen und Stellungnahmen](#)

Für den Inhalt verantwortlich:

Josef Spritzendorfer

spritzendorfer@eggbj.eu

redaktion@nachhaltigkeit-bau.de

93326 Abensberg

Am Bahndamm 16

Tel: 0049 9443 700 169