

édition février 2007

Règle technique concernant les substances dangereuses	Substitution pour des produits en laine d'aluminosilicate	TRGS 619
---	---	----------

Les Règles Techniques concernant les Substances Dangereuses (Technische Regeln für Gefahrstoffe = TRGS) reflètent le niveau actuel de la technologie, de la médecine du travail et de l'hygiène du travail ainsi que d'autres connaissances scientifiques établies, concernant les activités impliquant des substances dangereuses y compris la classification et l'étiquetage de ces dernières. Les règles techniques sont établies et mises à jour pour refléter les derniers développements par le

Comité pour les substances dangereuses (*Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)*)

Les TRGS sont publiées par le Ministère Fédéral du Travail et des Affaires Sociales (BMAS) dans le *Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI)*.

Contenu

- 1 Champ d'application
- 2 Définitions
- 3 Possibilités de substitution

Annexes

1 Champ d'application

(1) La présente TRGS contient les critères permettant la détermination de matériaux de substitution pour les produits en laine d'aluminosilicate utilisés essentiellement pour l'isolation thermique des fours, des appareils de combustion, des installations de chauffage et des systèmes d'échappement de véhicules à moteur, notamment à des températures dépassant 900°C.

(2) Les produits en laine d'aluminosilicate ont déjà été largement remplacés dans les domaines d'application suivants :

- Electroménager
- Protection incendie
- Industrie automobile.

(3) L'absence de mise en œuvre d'une substitution possible doit être justifiée dans la documentation d'évaluation du risque. Les mesures de prévention sont à mettre en œuvre en accord avec la réglementation sur les substances dangereuses ainsi que la TRGS 521.

2 Définitions

(1) Les laines haute températures (LHT) sont des laines amorphes d'aluminosilicate et de verre haute température ainsi que des laines d'oxyde d'aluminium du groupe des laines polycristallines.

(2) La laine d'aluminosilicate également appelée fibres céramiques réfractaires (Fibres Céramiques Réfractaires = FCR), est constituée de fibres amorphes produites par fusion d'une combinaison de Al_2O_3 et SiO_2 , normalement dans un rapport de poids de 50:50 (cf. également VDI 3469 feuillets 1 et 5 ainsi que la TRGS 521). Les produits en laine d'aluminosilicate sont utilisés généralement à des températures supérieures à $900^\circ C$ et dans des équipements et lors des conditions d'application cycliques.

(3) Les laines de verre haute température (LVHT = fibres AES = fibres de silicate alcalino-terreux) se composent de fibres amorphes produites par fusion d'une combinaison de CaO , MgO , SiO_2 et de ZrO_2 et destinées à des applications haute température. Les AES sont généralement utilisées à des températures inférieures à $900^\circ C$, dans des équipements fonctionnant en continu et dans le domaine de l'électroménager.

(4) Les laines polycristallines se composent de fibres contenant plus de 63 % en poids d' Al_2O_3 . Elles sont produites par un « procédé Sol-Gel » et par centrifugation d'une solution aqueuse. Des fibres vertes (produit intermédiaire) obtenues dans un premier temps et solubles dans l'eau, sont ensuite cristallisées par traitement thermique (voir aussi le document VDI 3469 feuillet 1 et feuillet 5 ainsi que TRGS 521). Les laines polycristallines sont en règle générale utilisées dans des applications dépassant $1300^\circ C$ ainsi que dans des conditions d'utilisation chimiques et physiques difficiles.

(5) Les laines de verre et de roche sont utilisées dans l'isolation thermique pour des températures jusqu'à $600^\circ C$.

(6) Il existe d'autres fibres telles que des fibres pouvant être utilisées pour des applications haute température, comme par exemple les fibres SiO_2 amorphes (fibres de silice ou fibres de quartz).

(7) Les isolants thermiques microporeux se composent de substances en silicate inorganiques dont le composant principal est la silice dispersée à un haut degré. Les autres composants sont des opacifiants de différentes natures permettant de minimiser le rayonnement infrarouge ainsi que des fibres de renforcement, surtout des fibres de verre textiles SiO_2 amorphes. Les systèmes secs sont comprimés mécaniquement en pièces de forme stabilisée et incorporées sous forme encapsulée.

(8) Les isolants thermiques microporeux sont utilisés pour les hautes températures jusqu'à $1050^\circ C$ dans les systèmes d'échappement (zone « hot-end ») des véhicules à moteur et comme isolant thermique dans la « zone froide » dans les fours industriels.

(9) Les produits réfractaires non fibreux ont une longue tradition d'applications industrielles et sont mentionnés sous les noms de chamotte, briques réfractaires de magnésie, briques de dolomite ou aussi sous le nom de briques d'isolation réfractaires et de pièces de forme à base de vermiculite. Selon la terminologie internationale on entend par produits réfractaires des matériaux céramiques non métalliques ayant

une tenue au feu $\geq 1500^{\circ}\text{C}$.

(10) Parmi les produits réfractaires on différencie entre les produits formés, non formés et fonctionnels :

- Les produits formés (ex : briques, panneaux) ont une géométrie définie, ils ont été soumis à un traitement thermique et sont prêts à l'emploi.
- Les produits non formés (ex : bétons, masses) sont mis dans leur forme définitive sur les chantiers par coulée, damage ou projection de bétons réfractaires ou de masses à base d'agréats. Aux produits non formés appartiennent également les mortiers ou les mastics.
- On entend par produits fonctionnels (ex : pièces de forme) des éléments formés et remplaçables d'une installation, qui remplissent une fonction particulière dans le procédé et qui sont soumis à une usure plus importante que les autres éléments de l'installation.

(11) La température d'utilisation des produits réfractaires se situe entre 600 et 1700°C ; dans certains cas même supérieure. La plupart de ces produits sont moins bien adaptés pour l'application de changements fréquents de température. Pour une application économiquement rentable, la densité peut jouer un rôle déterminant, elle se situe entre 400 et 3500 kg/m^3 .

3 Possibilités de substitution

(1) L'employeur doit s'assurer que tout risque pour la santé et la sécurité des employés émanant d'une substance dangereuse présente sur le lieu de travail est éliminé ou réduit à un niveau aussi bas que possible. Les mesures à mettre en œuvre découlent d'une analyse de risque. Afin de satisfaire à cette obligation, l'employeur doit de préférence procéder à une substitution. En particulier, l'employeur doit éviter les activités utilisant des substances dangereuses, ou remplacer les substances dangereuses par des substances, préparations, articles ou procédés qui lors de leurs conditions de mise en œuvre respectives présenteront pas ou moins de risque pour la santé et la sécurité des employés. En particulier, pour les produits en laine d'aluminosilicate, il est nécessaire de vérifier si une substitution est techniquement possible.

(2) L'évaluation de possibilités d'une substitution doit s'effectuer en prenant en considération l'ensemble des caractéristiques couvrant le cycle de vie des produits potentiels et sera considérée comme positive si

- les produits considérés présentent des risques pour la santé moindres sur l'ensemble du cycle de vie, et
- leurs propriétés (techniques) sont équivalentes (températures d'utilisation, propriétés d'isolation thermique, le comportement à long terme, durée de vie), et
- les critères de protection environnementale sont comparables (consommation en matières premières et en énergie, émissions CO_2 et quantité de déchets), et les critères de rentabilité (coûts d'acquisition et d'exploitation) ne présentent pas des inconvénients disproportionnés (aspects socio-économiques).

(3) Les substituts présentant un risque moindre pour la santé sont à prendre en considération, qu'il s'agisse de produits fibreux ou des produits réfractaires non-fibreux. Les produits fibreux utilisés pour les applications allant jusqu'à 300° C sont en général des laines de verre ou de roche. Pour des températures entre 300 à 600° C les laines minérales ou les fibres AES peuvent être utilisées en fonction du type d'application. De 600 à 900° C environ, les fibres AES peuvent en général être utilisées sachant toutefois qu'il existe à ces températures des contraintes technologiques nécessitant l'utilisation de produits en laine d'aluminosilicate.

(4) Au-delà de 900° C et jusqu'à 1200° C maximum les possibilités d'utilisation des produits en laines AES se réduisent en raison des contraintes technologiques. Cette plage de températures est le domaine principal d'utilisation des produits de laines d'aluminosilicate. Au-delà de 1200° C environ, les produits en laines AES ne sont plus utilisables et les produits d'aluminosilicate ne peuvent être utilisés que de façon limitée.

(5) Lors de la sélection de substituts potentiels telle que définie à l'alinéa 1 il convient d'appliquer les profils descriptifs pour l'évaluation de possibilités de substitution selon les annexes 1, 2, et 3 de cette TRGS conformément aux articles 7 – 10 du décret sur les substances dangereuses.

(6) Ainsi, pour les produits de substitution fibreux, on prendra en considération des produits ne contenant pas de substances classées cancérigènes catégorie 1 ou 2 et qui répondront aux caractéristiques de température d'utilisation et d'autres conditions de mise en œuvre (profils descriptifs).

(7) Les matériaux réfractaires non fibreux sont par exemple :

- les panneaux et pièces de forme en silicate de calcium ou de vermiculite
- les briques et bétons isolants thermiques
- les briques et bétons réfractaires légers
- les masses réfractaires isolants thermiques
- autres matériaux non fibreux

qui répondent aux conditions d'applications en tant que substituts.

(8) Les produits en laines polycristallines ne peuvent pas être recommandées comme matériaux de substitution.

(9) A l'état neuf les produits réfractaires non fibreux peuvent contenir déjà du quartz pouvant être libéré en tant que poussière fine de quartz lors de leur manipulation. Lors de l'utilisation thermique dépassant 900°, les laines AES et d'aluminosilicate ainsi que des produits isolants thermiques microporeux peuvent former du quartz/cristobalite qui peut être libéré sous forme de poussière silicogène lors d'opérations de maintenance et de démontage. Des activités avec une exposition au quartz/cristobalite sont cancérigènes dans le sens de la TRGS 906.

(10) Pour savoir si un substitut à la laine d'aluminosilicate est techniquement possible, il faut se référer à la présente TRGS et dans certains cas spéciaux à l'annexe 1 Fours et appareils de combustion, l'annexe 2 Installations de chauffage et l'annexe 3 Systèmes d'échappement pour les véhicules à moteur.

(11) Dans le cadre de la présente TRGS 619 il n'est pas possible de faire une recommandation pour tous les cas d'utilisation rencontrés dans la pratique; dans les

cas non couverts par la TRGS 619 il convient de faire appel à l'expérience pratique.

(12)¹ En fonction des résultats de l'évaluation des possibilités de substitution, il convient d'utiliser les produits ou procédés présentant le moindre risque pour la santé et la sécurité des employés.

Annexes

- Annexe 1 Fours et appareils de combustion
- Annexe 2 Installations de chauffage
- Annexe 3 Systèmes d'échappement dans véhicules à moteur
- Annexe 4 Plages de températures pour l'utilisation de laines minérales et hautes températures inorganiques synthétiques

¹ L'original en langue allemande contient une erreur de numérotation (11) au lieu de (12)

Annexe 1 TRGS 619

Profil descriptif pour l'évaluation des possibilités de substitution pour des produits d'aluminosilicate pour l'isolation thermique de fours et appareils de combustion, notamment à des températures d'application supérieures à 900° C selon art. 7 alinéa 1, No 5 GefStoffV (décret sur les substances dangereuses)

Description des conditions d'utilisation :

Four et appareils de combustion	Nom du responsable :	Date :	
--	----------------------	--------	--

	Conditions d'application	Briques / masses		Composition des Produits	
		d'un poids léger	denses	laine AES	laine d'alumino silicate
1. Température d'utilisation [° C]		jusqu'à 1900	jusqu'à 2000	500 à 1200	600 à 1400
2. Température de classification [° C]		jusqu'à 1900	jusqu'à 2000	1050 à 1260	1260 à 1430
3. Conductivité thermique [W/mK]		0,2 jusqu'à 15,0 à 1100° C en fonction de la densité		(par ex. 0,31 à 1000° C et densité de 128 kg/m³)	
4. Point de fusion [° C]		1100 - 2600		> 1400	> 1720
5. Densité [kg/m³]		700 -1500	1500 - 3500	60 - 300	60 - 300
6. Tenue mécanique					
6.1 Requis		+/-	++	-	-
6.2 Résilience					
a) Etat neuf		non disponible		+	++
b) Après traitement thermique		non disponible		-	++
c) Joints de dilatation		requis		non requis	
6.3 Vibrations		-	-	+	++
6.4 Vitesse des gaz > 40 m/s		++	++	-/+	+/-
7. Tenue aux changements de température		+/-	-/+	+	++
8. Utilisation dans des fours haute température					
8.1 Atmosphère dans le four					
- Neutre/oxydante		++	++	+	+
- Réductrice		++	++	+/-	+/-
- Humidité/condensation/Eau de cristallisation		++	++	-/+	+
8.2 Utilisation continue					
- Electrique, sans chimie ¹		++	++	++	++
- Electrique, avec chimie ²		+/-	+	+/-	+/-
- Gaz, sans chimie		++	++	+	++
- Gaz, avec chimie		+/-	+	-/+	+/-
- Fioul (fioul extra léger)		+	+	+	+
- Fioul (fioul lourd)		-/+	-/+	-	-

8.3 Utilisation cyclique					
- Electrique, sans chimie ¹		+	+/-	+/-	+
- Electrique, avec chimie ²		+/-	-/+	-/+	+/-
- Gaz, sans chimie		+	+/-	+/-	+
- Gaz, avec chimie		+/-	-/+	-	+/-
- Fioul (fioul extra léger)		+	+/-	-/+	+
- Fioul (fioul lourd)		Aucune utilisation			
<p>¹sans chimie : sans propriétés corrosives de la matière combustible</p> <p>²avec chimie : avec propriétés corrosives de la matière combustible</p>					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Légende :</p> <ul style="list-style-type: none"> ++ très adapté + adapté +/- pas toujours adapté -/+ incertain - non adapté </div>					
9. Critères de rentabilité et de protection environnementale					
- Frais d'investissement		très défavorable	très défavorable	favorable	favorable
- Economie d'énergie		très défavorable	défavorable	très favorable	très favorable
- Emissions CO ₂ /NO _x		défavorable	défavorable	très favorable	très favorable
- Flexibilité des installations		très défavorable	défavorable	favorable	favorable
- Productivité		très défavorable	très défavorable	favorable	favorable
- Durée de vie		très défavorable	défavorable	favorable	favorable
- Entretien/réparation		très défavorable	très défavorable	favorable	favorable
10. Instructions à observer pour l'utilisation de briques/masses réfractaires isolantes ou de laines hautes températures					
10.1 Génération de poussière					
- A l'état neuf		faible	faible	moyen	moyen
- Après traitement thermique		moyen	moyen	élevé	élevé
- Au démontage		élevé	élevé	élevé	élevé
10.2 Consignes de manipulation					
		BGR 217 "Manipulation des poussières minérales"			cf. TRGS 521 "poussières de fibres inorganiques"
10.3 Traitement des déchets					
Respect des réglementations spécifiques aux länder/régions					

Annexe 2 TRGS 619

Installations de chauffage

Les installations de chauffage servent à chauffer les bâtiments, appartements et locaux individuels. On différenciera entre les systèmes de chauffage central et d'installations de chauffage d'étage.

La norme DIN EN 12828 indique qu'une installation de chauffage d'eau chaude comprend :

- des générateurs de chaleur
- des systèmes de distribution de chaleur
- des systèmes d'émission de chaleur
- des systèmes de régulation

Les catégories de puissance des installations génératrices de chaleur vont des installations les plus petites, d'une puissance de 4 à 5 kW, jusqu'à des puissances de l'ordre de plusieurs MW utilisées pour de grands immeubles d'habitation ou pour des hôpitaux en tant qu'installations à chaudière unique. On différenciera entre les systèmes de combustion atmosphériques et les systèmes pour lesquels un mélange du combustible et d'air est effectué au préalable par un système de ventilation sous pression ou dépression.

Les brûleurs suivent la norme européenne EN 267 pour brûleurs à fioul et EN 676 pour les brûleurs à gaz.

Les chaudières au sol à fioul, à gaz ou utilisant des combustibles solides sont normalisées d'après les normes de la série EN 12952 et suivantes. Les chaudières au fioul pour la génération de vapeur suivent la norme EN1.

Les chaudières à gaz sont classées d'après le type de branchement au système d'élimination des gaz de combustion ou bien du type d'apport d'air de combustion aspiré à partir du local où est installée la chaudière (dépendant de l'air du local) ou aspiré de l'extérieur (indépendant de l'air du local). Les normes applicables sont EN 297, EN 483, EN 625, EN 656 et EN 677.

Dans les installations de chauffage, différents types de produits d'isolation thermique seront utilisés en fonction des températures de fonctionnement et pour des raisons de sécurité du travail et de protection de l'environnement. Dans les zones situées en périphérie du foyer de combustion, où une isolation thermique est nécessaire pour des zones de basse température (température ambiante jusqu'à 450°C), l'utilisation de produits à base de laine d'aluminosilicate n'est pas nécessaire. Ceci s'applique en particulier à l'isolation de conduits, des réservoirs d'eau chaude, l'isolation extérieure du corps de chauffe, des collecteurs des installations solaires ainsi qu'aux équipements annexes extérieurs. Dans ces zones on peut utiliser le polyuréthane jusqu'à 90°C et la laine de verre et la laine minérale jusqu'à 450°C.

D'un point technique, en général, les ouvertures de la chambre de combustion vers l'extérieur, telles que les portes de chaudières, les trappes de visite, les joints d'étanchéité des portes, et les joints de brûleur peuvent être rendu étanches avec des produits de fibres de verre.

De même, l'isolation thermique du collecteur de gaz de combustion ne nécessite en général pas l'utilisation de produits en laine d'aluminosilicate.

Dans les zones des installations de chauffage où l'isolant thermique est en contact direct avec la flamme, une substitution des produits en laine d'aluminosilicate n'est pas toujours possible sans que la durée de vie de l'installation soit affectée. Le remplacement des produits d'isolation chez l'utilisateur final doit être évité.

Profil descriptif pour l'évaluation des possibilités de substitution pour les produits en laine d'aluminosilicate pour l'isolation thermique d'installations de chauffage selon art. 7 alinéa 1, No 5 GefStoffV (décret sur les substances dangereuses).

Description des conditions d'utilisation :

Installations de chauffage (fioul, gaz et combustibles solides)	Nom du responsable:	Date :
---	---------------------	--------

	Conditions d'application	Bétons et briques réfractaires	Vermiculite standard et modifiée	Composition des Produits	
				Laine AES	Laine d'aluminosilicate
1. Température d'utilisation [° C]		1300 à 1700	850 à max. 1300	500 à 1200	600 à 1400
2. Température de classification [° C]		1350 à 1850	> 850 à 1350	1050 à 1250	1250 à 1400
3. Conductivité thermique [W/mK] 1000° C		0,34 à 1,4	0,17 à 0,25	0,22 à 0,32	
4. Point de fusion [° C]		1500 à 2500	>1260	> 1400	> 1720
5. Densité [kg/m³]		600 à 1500	400-500	60 à 300	60 à 300
6. Propriétés mécaniques					
6.1 Solidité		++	+ à ++	+/-	+/-
6.2 Résilience					
a) Etat neuf		non disponible	-/+	+	+
b) Après traitement thermique		non disponible	-/+	+/-	+
6.3 Retrait/vibrations		-/+	-/+	+	++
6.4 Réduction du bruit					
a) Absorption phonique		-	-	+	+
b) Isolation phonique		+	+/-	-/+	-/+
6.5 Vitesse de gaz au niveau de l'isolant/abrasion		+	+	-/+	+/-
7. Comportement thermique					
7.1 Tenue aux changements de température		+/-	+/-	+	++
7.2 Joints de dilatation requis?		+/-	+/-	non	non

8. Utilisation dans des installations de chauffage					
--	--	--	--	--	--

8.1	Atmosphère du four				
-	Neutre/oxydante		+	+	+
-	Réductrice		+/-	-	-/+
-	Humidité/condensation		+/-	+/-	-/+
8.2	Influence du combustible				
-	Combustibles gazeux		+	+	+/-
-	Fioul (fioul extra léger)		+	+	-/+
-	Fioul (fioul lourd)		+	+	-
-	Combustible solide		+	+	-/+
Légende : ++ très adapté + adapté +/- pas toujours adapté -/+ incertain - non adapté					
9.	Critères de rentabilité et de protection environnementale				
-	Frais d'investissement		défavorable	favorable	favorable
-	Durée de vie		défavorable	neutre	défavorable
-	Réparation		défavorable	très favorable	favorable
10.	Consignes à observer lors de la manipulation de briques/bétons réfractaires, de laine vermiculite ou de laine de haute température				
10.1	Génération de poussière lors de la manipulation				
	A l'état neuf		faible	faible	faible
	Après traitement thermique		faible	faible	supérieure à celle de l'état neuf
	Lors du démontage		forte	faible	forte
10.2	Consignes de manipulation		BGR 217 « Manipulation des poussières minérales »	BGR 217 « Manipulation des poussières minérales »	cf. TRGS 521 « <i>Poussières de fibres inorganiques</i> »
10.3	Traitement des déchets	Respecter les réglementations spécifiques des länder/régions			

Annexe 3 TRGS 619

Systèmes d'échappement dans véhicules à moteur

Profil descriptif pour l'évaluation de possibilités de substitution selon art. 7, alinéa No 5 GefStoff V (décret sur les substances dangereuses).

Description des tâches et conditions d'utilisation

Les systèmes d'échappement des véhicules à moteur représentent aujourd'hui un domaine très complexe. Il convient de noter que pour beaucoup d'applications de détail, il est possible d'utiliser différentes techniques pour satisfaire la réglementation en matière d'émission des gaz d'échappement. En conséquence, on ne peut donner que des recommandations d'ordre général quant à l'emploi de matériaux spécifiques.

Différents systèmes d'échappement peuvent être utilisés. Ils varient en fonction du type de véhicule, de son fonctionnement, de la nature du moteur et de sa gestion, de la disposition géométrique de tous les composants du système d'échappement (du compartiment moteur à l'embout du pot d'échappement), et des conditions thermiques, mécaniques et chimiques. Seuls les systèmes et matériaux disponibles sur le marché sont traités ci-dessous.

En règle générale on distingue entre ce qu'on appelle le « hot-end » et le « cold-end » (cf. schéma des systèmes). En ce qui concerne le « cold-end », c'est-à-dire principalement dans les systèmes de silencieux, il est possible d'utiliser exclusivement des matériaux non classés, par ex. la laine minérale ou la laine de verre. L'annexe 3 de la TRGS 619 ne traite par conséquent que du « hot-end ».

Pour épurer les gaz d'échappement au niveau du « hot-end » des moteurs diesel on utilise des pots catalytiques et des filtres à particules sous formes de système métallique ou céramique. Pour chaque cas particulier l'utilisateur doit faire un choix entre les systèmes disponibles en fonction des critères donnés. Les principaux critères à évaluer sont classés par ordre alphabétique :

- Aptitude au recyclage
- Comportement de conversion
- Contrainte de température ambiante
- Dépenses de développement
- Encombrement
- Flexibilité de forme
- Mesures de protection au travail
- Poids
- Pression des gaz d'échappement
- Rentabilité
- Résistance des éléments
- Stabilité chimique et thermique
- Taux de séparation (particules)

Le logement de systèmes en céramique est réalisé avec des maillages métalliques, des nappes de logement ou en combinant ces deux éléments.

Nappes de support pour pots catalytiques en céramique et filtres à particules diesel (substrats) (Annexe 3.1)

Lorsqu'il est indispensable d'utiliser des nappes, il est nécessaire de procéder à l'évaluation des divers matériaux servant au logement selon le niveau actuel de la technique.

Pour le logement de substrats en céramique (pots catalytiques, DPF), outre les paramètres déjà évoqués, il convient surtout de prendre en considération les comportements différents à la dilatation du substrat en céramique et du carter en métal ainsi que la technique de montage (« canning »).

Dans la mesure où des matériaux sont utilisés dans le « hot-end » pour l'isolation thermique (annexe 3.2), il est nécessaire pour cette partie non seulement de tenir compte de la température, des vibrations et de l'atmosphère, mais aussi du profil de température dans toutes les applications et dans tous les domaines. L'isolation est requise pour assurer et appuyer d'une part le fonctionnement des éléments agissant au niveau des émissions (pot catalytique, filtre à particules) et d'autre part pour protéger les éléments voisins de températures élevées. L'isolation thermique des éléments peut se faire à l'intérieur ou à l'extérieur des éléments de conduite des gaz.

Conditions possibles :

- Températures avec isolation thermique jusqu'à 1100° C
- Températures avec nappes de logement jusqu'à 1150° C
- Pointes de températures avec nappes de logement jusqu'à 1200° C. Gradients absolus de températures d'isotherme jusqu'à env. 800° C au-delà de l'épaisseur de la nappe
- Vibrations avec pointes d'accélération jusqu'à 120 g (1 g = 9,81 m/s²; accélération due à la gravité)
- A-coups mécaniques jusqu'à 150 g.

Les paramètres stipulés ci-dessus peuvent en principe être appliqués à tous les systèmes, l'importance des paramètres individuels pouvant varier d'un système à un autre. Exemples de domaines d'application :

Moteurs à essence : Pot catalytique à proximité du moteur (Close-Coupled Catalyst, CCC)

Pot catalytique central (Toe-Board Catalyst, TBC)

Pot catalytique sous plancher (Under-Floor Catalyst, UFC, Under-body Catalyst, UBC)

Moteurs Diesel : Pot catalytique à oxydation (Diesel-Oxidation Catalyst, DOC)

Filtre à particules diesel (Diesel Particle Filter; DPF)

Selective Catalytic Reduction SCR

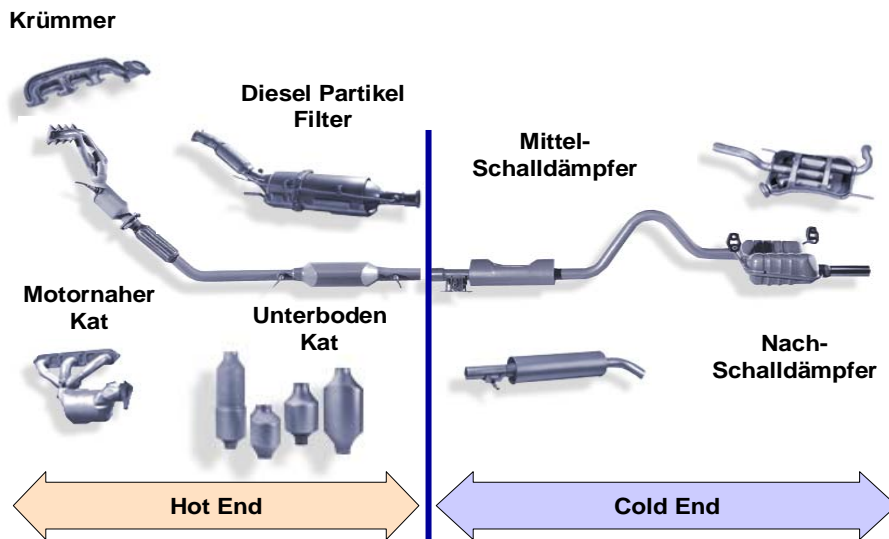
Véhicules utilitaires : Pot catalytique à oxydation (Diesel-Oxidation Catalyst, DOC)

Filtre à particules diesel (Diesel Particle Filter; DPF)

Selective Catalytic Reduction SCR

Ces composants de l'arrière-traitement des gaz d'échappement peuvent être intégrés dans les silencieux (application isotherme).

Il faut choisir les matériaux pour les systèmes d'échappement de telle façon que toute la durée de vie du système soit couverte.



Krümmer :	Pipe d'échappement
Mittelschalldämpfer :	Silencieux intermédiaire
Diesel Partikel Filter :	Filtre à particules diesel
Nach-Schalldämpfer:	Silencieux arrière
Motornaher Kat :	Catalyseur à proximité du moteur
Unterboden Kat :	Catalyseur sous plancher

« hot-end » et « cold-end » d'un système d'échappement

3.1 Critères de choix dans l'application dans le cas de nappes de support pour substrats en céramique			
	Nom du-responsable:		Date :

	Condi-tions d'applic-ation	Nappes avec fibres exclusi-vement D> 3 µm ¹⁾ non intumes-centes amorphes	Nappes intumes-centes ²⁾ en laine AES	Nappes intumes-centes ²⁾ en laine d' alumi-no-silicate	Nappes non in-tumes-centes en laine poly-cristalline	Nappes intumes-centes en laine d'alu-mino-silicate
1. Température superficielle maxi de la nappe [° C]		600-800	950	950	1150	1050
2. Conductivité thermique		basse – moy- enne	basse – moyenne	moyenne	basse	basse
3. Tenue mécanique ³⁾		+/-	+/-	+	+	+
4. Tenue aux changements de température		+	+	+	+	+
5. Tenue aux températures		-/+	+/-	+/-	++	+
6. Utilisation dans systèmes d'échappement						
6.1 Atmosphère						
a) Neutre / oxydante		+	+	+	+	+
b) Humidité condensation		+	+/-	+/-	+	+
c) Urée ⁴⁾		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
6.2 Conception thermique						
Gradient de température						
a) Isotherme		+	+/-	+/-	+	+
b) Non isotherme		+	+	+	+	+
c) Plage basses temp. < 300°C (gaz) ⁵⁾		+	-/+	-/+	+	+
6.3 Isolation thermique		+	+/-	+/-	++	++
6.4 Vibration		+	+/-	+/-	+	+
6.5 Résistance à l'érosion		+	+/-	+/-	++	+
6.6 Aptitude pour substrats à parois ultrafines		+	-/+	-/+	++	+
6.7 Perméabilité/étanchéité au gaz pour nappes de logement		+	+	+	+	+
7. Critères de rentabilité et de protection environnementale						
7.1 Coût de la nappe		neutre	neutre	Très favo- rable	défavo- rable	défavo- rable
7.2 Poids de la nappe		favorable	neutre	neutre	favorable	favorable
7.3 Expérience à long terme/ possibilité d'évaluation		défavorable	défavorable	Très favo- rable	Très favo- rable	neutre
8. Consignes pour l'utilisation						
8.1 Génération de poussière						
a) Lors du remontage		moyenne	faible	faible	moyenne	moyenne
b) Lors du recyclage		moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
8.2 Consignes de manipulation	---	BGR 217 « Manipulation des poussières minérales » cf. TRGS 521 « Poussières de fibres inorganiques »				

8.3 Traitement des déchets		Respecter les réglementations spécifiques aux länder/régions
Légende : - non applicable -/+ applicable exceptionnellement +/- pas toujours applicable + généralement applicable ++ application recommandée		

- 1) Les fibres d'un diamètre de plus de 3 µm sont considérées comme non dangereuses pour la santé selon la définition de l'OMS.
- 2) Les nappes intumescents fonctionnent selon le principe de l'agrandissement volumique de la vermiculite brute par l'influence de la température. Pour cela, la nappe de support doit fonctionner dans une certaine plage de températures. A des températures trop basses, la vermiculite ne gonfle pas et à des températures trop élevées elle fond.
- 3) La résilience lors de l'utilisation est la principale propriété, notamment pour une nappe de support. Celle-ci est largement déterminée par la température ainsi que le profil et l'évolution de la température, l'atmosphère et la variation relative de fente. C'est uniquement si la résilience peut être maintenue au-dessus d'un niveau critique que le système peut être considéré comme sûr.
- 4) Expérience sur le long terme insuffisante.
- 5) Pour les nappes à teneur en liant (généralement des liants organiques), l'utilisation doit se faire en tenant compte du liant et de la température car des effets négatifs peuvent survenir au niveau de la capacité d'adhérence du fait de la décomposition du liant.

3.2 Critères de choix dans l'application comme isolation thermique dans la zone hot-end			
	Nom du responsable:		Date :

	Condi- tions d'applic- ation	Matériaux avec fibres exc- lusivement D> 3 µm ¹⁾ non intu- mescentes, amorphes	Matériaux intumes- centes ²⁾ en laine AES	Silice micro- poreuse	Matériaux en laine poly- cristalline	Matériaux en laine d'alu- minosilica- te
1. Température superficielle maxi [° C] de la nappe		950	1100	1050	1150	1150
2. Conductivité thermique		basse - moyenne	basse	très basse	basse	basse
3. Tenue mécanique		+	+	-/+ ²⁾	+	+
4. Tenue aux changements de températures		+	+	+	+	+
5. Utilisation dans systèmes d'échappement de VP						
5.1 Atmosphère						
a) Neutre / oxydante		+	+	+	+	+
b) Humidité con- densation		+	+/-	-/+ ²⁾	+	+
c) Urée ⁴⁾		+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
5.2 Isolation thermique		+/-	+	++	+	+
5.3 Vibration³⁾		+	+	-/+ ²⁾	+	+
5.4 Résistance à l'érosion³⁾		+	+	-/+ ²⁾	+	+
6. Critères de rentabilité et de protection environnementale						
6.1 Coût du matériau		neutre	favorable	neutre	défavorable	Très favo- rable
7. Expérience à long terme/ possibilité d'évaluation		favorable	neutre	neutre	Très favo- rable	Très favo- rable
8. Consignes pour l'utilisation						
8.1 Génération de poussière						
Lors du remontage		moyenne	moyenne	moyen- ne ²⁾	moyenne	moyenne
Lors du recyclage		moyenne	moyenne	moyen- ne	moyenne	moyenne
8.2 Consignes de manipulation	---	BGR 217 « Manipulation des poussières minérales » cf. TRGS 521 « Poussières de fibres inorganiques »				
8.3 Traitement des déchets	Respecter les réglementations spécifiques aux länder/régions					
Légende :						
- non applicable						
-/+ applicable exceptionnellement						
+/- pas toujours applicable						
+ généralement applicable						
++ application recommandée						

Notes :

- 1) Les fibres d'un diamètre de > 3 µm sont considérées comme non préoccupantes pour la santé selon la définition de l'OMS.
- 2) La propriété peut être améliorée par l'encapsulation, l'emballage ou d'autres mesures.
- 3) La stabilité aux vibrations et à l'érosion dépend largement de la forme du produit et doit être contrôlée au cas par cas. Les formes de produit courantes sont les suivantes : nappe (aiguilletée), feutre, papier, pièce moulée (avec/sans liant organique), nappes/feutres/papiers encapsulés ainsi que mélanges de matériaux en fibres non classifiées.
- 4) Expérience sur le long terme insuffisante.

Annexe 4 TRGS 619

Plages de températures pour l'utilisation de laines minérales et hautes températures inorganiques synthétiques

