Construction
Solutions

DOW CORNING

DOW CORNING® 3362
Le Vitrage Isolant au gaz dans les façades VEC

INFORMATION IMPORTANTE

Les informations ci-dessous sont basées sur les recherches et les observations de Dow Corning et sont considérées comme fiables. Néanmoins, étant donné que les conditions et les méthodes d'utilisation de nos produits échappent à notre contrôle, ces informations ne dispensent pas les clients d'effectuer leurs propres tests pour s'assurer que les produits de Dow Corning sont parfaitement adaptés à leurs applications spécifiques. Dow Corning garantit uniquement la conformité de ses produits aux spécifications de vente annoncées. Le recours de l'utilisateur est limité au remboursement ou au remplacement du produit ne répondant pas aux spécifications de vente. Dow Corning dénonce toute garantie explicite ou implicite concernant l'adéquation du produit avec un usage particulier ou sa valeur commerciale. A moins que Dow Corning n'ait accordé une garantie en bonne et due forme quant à l'adéquation d'un produit avec un usage spécifique, Dow Corning décline toute responsabilité en cas de dommage consécutif ou indirect lié à son utilisation. Les suggestions d'emploi n'exonèrent pas les clients du respect des droits de propriété industrielle éventuels.

La tendance générale aux économies d'énergie combinées aux orientations modernes en matière d'architecture conduit à des exigences sévères vis-à-vis du double vitrage (DV), tout particulièrement sur la durabilité et les performances thermiques. Cela augmente la demande en DV remplis au gaz (Ar, Kr), l'utilisation d'intercalaire plus isolant thermiquement (Warm Edge) et aussi de mastic silicone bi-composant.

Alors qu'une des caractéristiques principales des mastics organiques (PU, PS) est la faible perméabilité aux gaz (ce qui permet une tolérance de fabrication), la durabilité de leur adhérence limite l'usage de ces produits au bénéfice des mastics silicones qui résistent nettement mieux aux rayonnements UV et aux conditions atmosphériques extrêmes et en fait donc la famille chimique incontournable pour les scellements de DV destinés aux façades VEC (Vitrages Extérieurs Collés). Ainsi, avec plus de 30 ans d'expérience, les mastics silicones ont démontré leurs excellentes performances comme seconde barrière des DV.

De récents développements sur les systèmes de scellement ont montré que le remplissage de la lame d'air avec de l'Argon pouvait maintenant s'effectuer pour des DV scellés avec le DC 3362 et réussir les exigences de la norme En 1279-3 et Din 1286-2. Plus de vingt systèmes de DV avec Argon scellés en DC 3362 sont commercialement disponibles depuis au moins 5 ans.

Cependant, la perméabilité au gaz des silicones imposent une rigueur de mise en œuvre du système pour limiter les déperditions à travers la première barrière de scellement. Ainsi, un intercalaire plié ou une surépaisseur de butyl au centre de l'intercalaire sont 2 exemples d'artifice susceptible de limiter fortement les déperditions de gaz Argon ou Krypton. Limiter le temps entre la dépose du butyl et le passage dans la presse permet également d'améliorer l'étanchéité du système. L'utilisation d'intercalaire plus souple peut aussi contribuer à réduire la perte de gaz suite aux moindres sollicitations dans le butyl. Un intercalaire avec un coefficient de dilatation thermique moindre peut aussi limiter les sollicitations sur la première barrière d'étanchéité (acier ou aluminium). Signalons également qu'un module d'élasticité plus élevé pour la seconde barrière combiné à une reprise élastique élevée apportera une contribution significative car la première barrière butyl sera nettement moins sollicitée. Dow Corning a ainsi développé dans les années 2000 la variante DC 3362 HD avec un module d'élasticité plus élevé tout en maintenant les propriétés mécaniques remarquables du DC 3362.

La mise en œuvre des constituants joue ainsi un rôle primordial dans la fabrication des DV aux gaz. Les surfaces encollées doivent être parfaitement propres et toute interruption ou contamination de la barrière butyl est rédhibitoire. Les recommandations d'usage pour l'utilisation correcte des constituants sont de rigueur : conformité à la norme En 1279, conformité à l'ETAG 002 et à la NFP 78451 (validé par Cékal). La responsabilité de la qualification initiale (ITT), de la procédure débouchant sur le marquage CE et le respect des contrôles de production (FPC) pour le scellement de DV au gaz avec silicone incombent aux fabricants.

Le service technique de Dow Corning peut vous épauler dans le design, l'évaluation ou le choix des éléments du système de scellement, en considérant l'exigence particulière d'étanchéité à la vapeur d'eau et à la perte de gaz. Un modification mineure de votre système actuel, ie substitution d'un mastic silicone ou de notre DC 3362 par le DC 3362 HD, peut être finalisé en une journée.

Les informations qui suivent vous décrivent les résultats obtenus avec quelques systèmes utilisant le DC 3362 ou le DC 3362 HD et pour lesquels Dow Corning fût impliqué dans la phase initiale déterminant le choix des constituants appropriés. Cependant, chaque système de DV associé à un site de production particulier ne permet pas une extension systématique des résultats positifs. Il est donc indispensable de valider les conditions propres via des tests officiels avant de substituer un quelconque constituant.
Toute suggestion d'utilisation ou de substitution de constituants ne peut être considérée comme un incitant à contourner un quelconque brevet.

Le vitrage extérieur collé avec double vitrage isolant au gaz - Main Airport Center

Axel H. Giesecke, Dr.Andreas T. Wolf, Dow Corning GmbH
Rheingaustrasse 34, D-65201 Wiesbaden, ALLEMAGNE

Mots-clés

1 = Vitrage extérieur collé (vitrage extérieur collé, VEC) 2 = Vitrage isolant (VI) 3 = Silicone 4 = Fuite de gaz

Résumé:

Quand il s'agit d'immeubles de bureaux, l'objectif des architectes et des investisseurs est souvent de réaliser un mur-rideau « lisse », paré de verre, qui, en plus d'être esthétique, soit très efficace du point de vue thermique. Pour être directement exposé aux sollicitations extérieures (soleil, pluie) sans protection par une parclose, le joint de scellement du VI doit être extrêmement résistant aux intempéries. Le silicone est le seul adhésif doté de telles propriétés. Pour obtenir à la fois une façade esthétique et un immeuble extrêmement efficace sur le plan énergétique, il faut avoir recours à l'utilisation de VI remplis de gaz argon avec des joints périphériques en silicone.

Pour le projet "Main-Airport-Center – Frankfurt", quatre partenaires industriels et fournisseurs différents ont coopéré pour développer un système de scellement avec silicone capable de réduire le débit de fuite de gaz argon bien en-deca des prescriptions de la norme EN 1279.

Ce projet a également fait évoluer la conception vers plus de créativité: les architectes et les propriétaires ont orienté le choix vers des revêtements en verre émaillé. Dans la foulée, un groupe d'experts de spécialités diverses en techniques du bâtiment, a prouvé qu'il est techniquement possible de réaliser un collage performant sur des surfaces émaillées. L'agrément délivré par l'autorité allemande en charge du bâtiment (DIBT-Berlin) réputée très exigeante, confirme que cette technique de VEC est sûre et fiable.

Introduction

Le « MAC », Main-Airport-Center, centre d'affaires situé à proximité de l'aéroport international de Francfort, a été conçu de façon à ce que son architecture se fonde dans le bois environnant. Grâce à la combinaison des technologies du vitrage extérieur collé (VEC) et des vitres isolantes (VI), une conception innovante a pu être réalisée : un vitrage extérieur collé « deux côtés », ayant pour effet la transparence exceptionnelle de la façade en verre combinée avec une isolation très performante, et permettant la construction du mur-rideau à des coûts très compétitifs.

Pour répondre aux exigences sévères en matière d'isolation, l'espace compris entre les verres du VI devait être rempli de gaz argon. Par le passé, il s'était avéré qu'avec un joint périphérique secondaire en silicone, il était difficile de parvenir à remplir les exigences de taux de fuite de gaz telles que définies par la norme EN 1279 [1]. Pour le projet MAC, cette ambition a pu être réalisée grâce à la coopération de plusieurs entreprises industrielles qui ont développé des solutions techniques personnalisées dans des délais très courts. Quatre partenaires industriels ont ainsi élaboré un système de joint périphérique en silicone capable de réduire le débit de fuite de gaz argon bien au-delà des prescriptions de la norme EN 1279 [1].

En outre, à certains endroits de la façade, la conception esthétique a conduit à utiliser un revêtement en verre émaillé associé à la technologie du vitrage extérieur collé. La durabilité de l'adhérence d'un mastic silicone pour vitrage extérieur collé sur cette surface devait être vérifiée, et le système dans son ensemble devait être approuvé.

Document 1
Le Main Airport Center

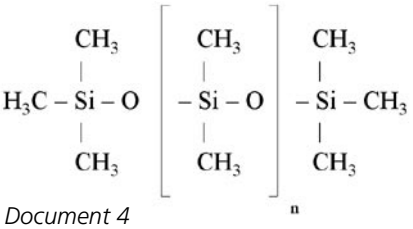
Mastics et adhésifs résistants aux intempéries

Les détails de conception du projet MAC (Document 1) montrent que la double barrière du vitrage isolant, ainsi que l'adhésif pour vitrage extérieur collé sont totalement exposés aux sollicitations extérieures (Documents 2 et 3).

Ces phénomènes naturels provoquent un certain nombre de sollicitations physiques ou chimiques, qui doivent être prises en considération si l'on veut concevoir une façade durable et fiable capable de protéger l'investissement du propriétaire. Plusieurs exemples de phénomènes sont répertoriés dans le Tableau 1.

Les détails de construction mentionnés ci-dessus rendent clairement nécessaire un système de vitrage isolant, faisant preuve d'une bonne résistance aux sollicitations climatiques. Les vitrages isolants doivent également satisfaire à la norme EN 1279, en particulier en ce qui concerne le taux de fuite de gaz, afin de garantir de très bonnes performances d'isolation thermique pendant la longue durée de vie des VI.

Les mastics silicone sont en général fabriqués à partir de, polymères polydimethylsiloxane (PDMS), qui ont une structure polymérique différente de celle des polymères organiques utilisés par exemple dans les mastics de polysulfure ou polyuréthane. La structure du polymère silicone - Polydiméthylsiloxane (PDMS) – est représentée sur le Document 4.

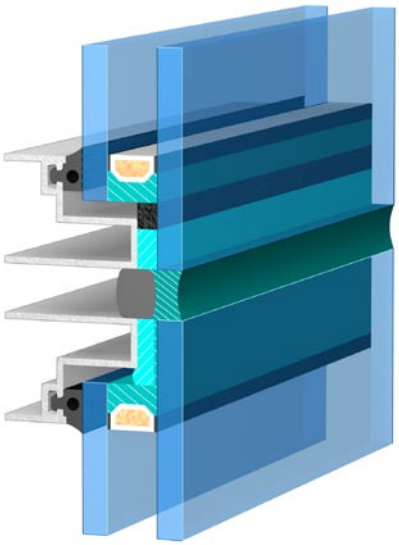


Document 4
Formule du Polydiméthylsiloxane (PDMS)

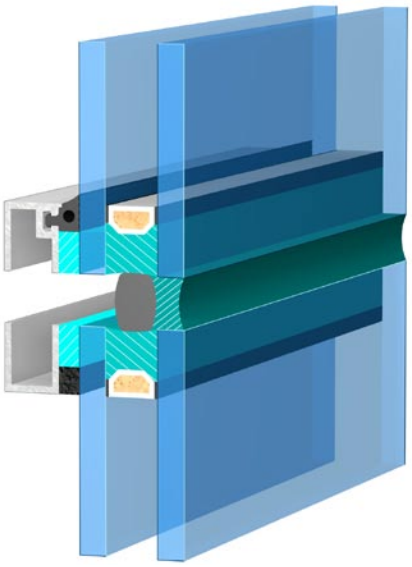
Le polymère PDMS se distingue essentiellement par sa chaîne principale de siloxane inorganique (Si-O-Si), à l'origine de sa durabilité exceptionnelle et, combinée avec les groupes méthyl organique qui confèrent les propriétés élastomériques remarquables. Le polymère PDMS a une structure moléculaire particulière, qui est représentée sur le Document 5.

La structure polymérique unique confère aux silicones une durabilité intrinsèque, une résistance aux rayonnements UV (voir Documents 6 et 7), ainsi que des performances élevées et stables sur une large gamme de température, ce qui permet d'obtenir, au final, une résistance exceptionnelle aux intempéries [8].

Ces propriétés uniques expliquent pourquoi les silicones sont le matériau de choix si l'on veut obtenir des mastics de qualité et de durabilité irréprochable.



Document 2
Croquis d'un vitrage isolant décalé pour vitrage extérieur collé

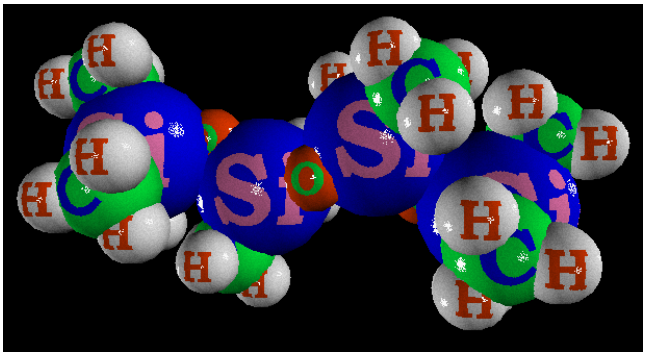


Document 3
Croquis d'un vitrage isolant symétrique pour vitrage extérieur collé

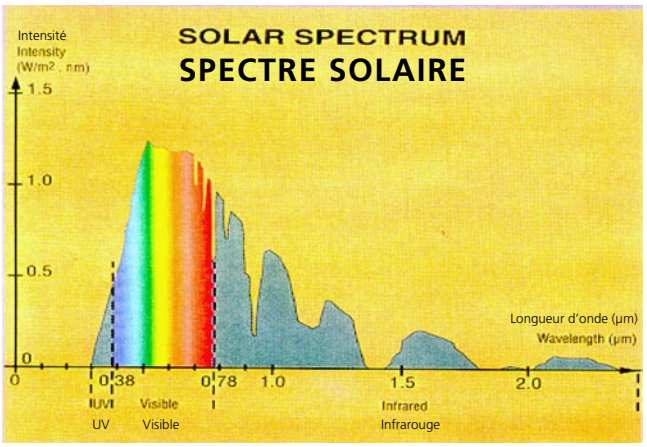
Lumière du soleil:	
Rayonnements UV	Énergie élevée – capable de casser les molécules
Lumière visible	Effet thermique
Effet thermique	Effet thermique significatif
Pluie / Eau:	
Humidité	Degré hygrométrique
Air:	
SO_x	composé chimique agressif – capable de provoquer une réaction chimique de dégradation
NO_x	composé chimique agressif – capable de provoquer une réaction chimique de dégradation
O_2 / Ozone	composé chimique agressif – capable de provoquer des oxydations

Tableau 1
Facteurs de sollicitations liés à l' environnement

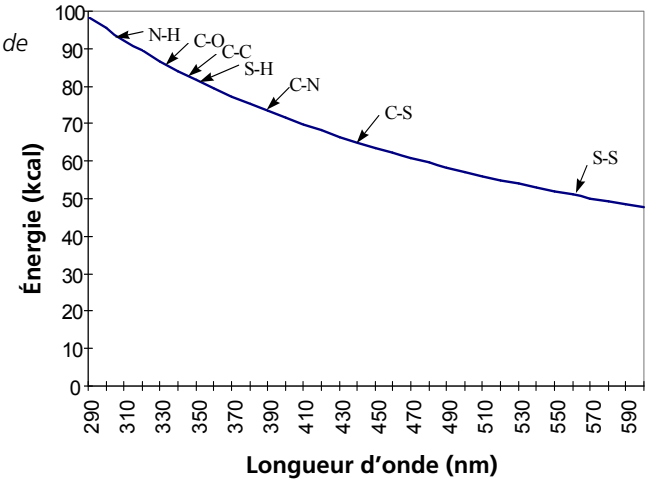
Document 5
Structure de la molécule PDMS



Document 6
Spectre solaire



Document 7
Énergie en fonction de la longueur d'onde



VI à joints périphériques de silicone, conforme à la norme EN1279

Les vitrages isolants à joints simples sont réputées pour avoir un débit de fuite de gaz (perméabilité) supérieur aux prescriptions de la norme EN 1279-3. Une comparaison entre les mastics polysulfure ou polyuréthane et les silicones peut faire apparaître une plus grande perméabilité au gaz si on analyse le comportement sur des films « mono-barrière »[3]. Dans la réalité, ces mastics sont utilisés quasi exclusivement en double barrière en combinaison avec le butyl qui présente une perméabilité au gaz infiniment plus faible que la seconde barrière. Chacun des deux joints de ce système optimum a une fonction propre : le joint primaire constitue la barrière à la vapeur d'eau et au maintien des gaz de remplissage à l'intérieur(l'air ou des gaz inertes comme l'argon ou le krypton). L'intercalaire métalique maintient l'écart entre les deux verres et a également pour rôle de sécher le volume de gaz emprisonné grâce à un déshydratant incorporé à l'intercalaire. Les joints primaires sont en général fabriqués à partir de polyisobutylène (PIB) et combinés avec des intercalaires en métal ou en composite.

Comme le joint primaire, le plus souvent en polyisobutylène (PIB), n'est attaché que physiquement à la surface de verre par des forces de Van der Waals, le joint secondaire doit assurer l'adhérence à long terme et maintenir la géométrie du système.

Les mastics silicone pour VI développent des liaisons chimiques durables avec les substrats de verre et l'intercalaire, ce qui leur permet de garantir la très bonne qualité et une grande longévité.

La clé du succès est de combiner les atouts et propriétés des différents matériaux avec une conception de système intelligente et une production supervisée par des experts. La coopération des producteurs d'intercalaires Erbslöh et RollTech, du fabriquant de pièces de jonction d'intercalaires Eduard Kronenberg, de Dow Corning et de BGT comme fabricant expérimenté de VI, a permis de réaliser un vitrage isolant commercial de grande qualité avec un système de joint périphérique en silicone dépassant de loin les exigences de la norme EN 1279 (parties 2 et 3). La rétention de gaz s'est révélée particulièrement réussie en ce qui concerne les systèmes testés en parallèle (voir Tableaux 2 et 3).

Le système de Vitrage Isolant 1 a été conçu avec un intercalaire en acier inoxydable, plié aux quatre angles et assemblé par une pièce de jonction située sur l'un des côtés. Pour l'injection du PIB, une procédure spéciale a été développée par le fabriquant de produits verriers. Le Tableau 2 présente les résultats des tests effectués sur ce système avec l'intercalaire en acier inoxydable.

Le verre et l'acier inoxydable ont des coefficients de dilatations thermiques assez proches, tandis que les coefficients du verre et de l'aluminium sont relativement différents. Il est donc réputé plus difficile, voire impossible, de satisfaire aux prescriptions de débit de fuite de gaz maximal fixées par la norme EN 1279-3 dans ce dernier cas. Les systèmes développés spécialement pour ce projet montrent qu'il est possible de répondre aux exigences de la norme EN 1279 en matière de fuite de gaz, même en utilisant un intercalaire en aluminium combiné avec des joints périphériques secondaires en mastic silicone. Le Système de Vitrage Isolant 2 a été conçu avec un intercalaire en aluminium, plié aux quatre angles et assemblé par une pièce de jonction située sur l'un des côtés. Pour l'injection du PIB, le fabriquant de VI a eu recours à la même procédure spéciale. Le Tableau 3 présente les résultats des tests effectués sur ce système avec l'intercalaire en aluminium.

La norme EN1279-3 limite le débit de fuite de gaz à 1 % maximum. Les taux de fuite gaz effectif obtenus lors de essais sontt sensiblement inférieur à 1 % et se situe entre 0,1 % et 0,2 % !

Les mastics silicone pour VI spécialement conçus pour ce projet sont les seuls à remplir les exigences de la norme EN 1279, du guide d'ATE n°002 [4] et de la prEN 13022 [5].

Système VI 1	Test 1		Test 2	
Type de gaz	Argon		Argon	
Échantillon n°	4	5	4	5
Concentration de gaz mesurée c_i [Vol.-%]	94,3	93,8	94,3	94,3
Concentration de gaz nominale $c_{i,o}$ [Vol.-%]	90	90	90	90
Débit de fuite de gaz L_i	0,17	0,22	0,19	0,25

Tableau 2
Débit de fuite de gaz (en référence à la partie 3 de la norme EN 1279) mesuré avec le système d'intercalaire en acier inoxydable utilisant des silicones [9]

Système VI 2	Test 1		Test 2	
Type de gaz	Argon		Argon	
Échantillon n°	4	5	4	5
Concentration de gaz mesurée c_i [Vol.-%]	95,2	95,2	95,2	95,2
Concentration de gaz nominale $c_{i,o}$ [Vol.-%]	90	90	90	90
Débit de fuite de gaz L_i	0,12	0,22	0,12	0,15

Tableau 3
Débit de fuite de gaz (en référence à la partie 3 de la norme EN 1279) mesuré avec le système d'intercalaire en aluminium utilisant des silicones [10]

Du vitrage extérieur collé pour le Main Airport Center

La technologie de vitrage extérieur collé à base de silicone a permis de réaliser le projet de l'investisseur et de l'architecte, qui rêvaient d'une « structure élancée ». Le vitrage extérieur collé « deux côtés » a pour effet d'apporter la transparence exceptionnelle de la façade combinée à une isolation ultra performante, et

permet la construction du mur-rideau à des coûts très compétitifs.

Pour garantir le succès sur le plan esthétique comme sur le plan fonctionnel, une coopération intensive entre les acteurs est nécessaire. Pour le projet MAC, l'entreprise en charge du mur-rideau a collaboré étroitement avec ses fournisseurs tant pendant la phase de projet que pendant la phase de réalisation, afin de garantir une conception de vitrage extérieur collé remplissant ou dépassant toutes les exigences correspondant aux plus hauts standards de qualité et de modernité tels que décrits dans le guide d'ATE n°002.

En Europe, l'Organisation Européenne pour l'Agrément Technique (EOTA) est l'organisme chargé de réaliser des Guides Européens d'Agrément Technique (Guides d'ATE) et de délivrer les Agréments Techniques Européens (ATE). Entre septembre 1998 et mai 2002, l'EOTA a publié le guide d'ATE n°002, en trois parties, sur les systèmes de Vitrages Extérieurs Collés

[4]. Il s'agit du Guide d'agrément technique européen sur la technologie des Vitrages Extérieurs Collés, qui garantit que les six exigences de la directive européenne « Produits de Construction » [6] sont respectées. La Directive Produits de Construction contient les exigences essentielles en matière de « matériaux destinés à la construction ». Les matériaux destinés à la construction sont définis dans la directive comme étant les « produits fabriqués pour être incorporés de manière permanente dans les ouvrages de construction ». Les ouvrages de construction couvrent tant les bâtiments que les œuvres d'art. La directive a pris effet le 27 juin 1991. À présent, la directive est dans une phase de transition, puisque la Commission européenne doit encore déterminer à quel moment l'application de la directive deviendra obligatoire. Les matériaux destinés à la construction doivent remplir les exigences essentielles pendant une durée de vie raisonnable du point de vue économique et sous réserve qu'une maintenance régulière est assurée. Ces exigences essentielles sont subdivisées en six points :

- résistance mécanique et stabilité
- sécurité en cas d'incendie
- hygiène, santé et environnement
- sécurité d'utilisation
- protection contre le bruit
- économies d'énergie et isolation thermique. Il est important de noter que le guide d'ATE n°002 couvre quatre types différents de systèmes de vitrages extérieurs collés « deux côtés » et « quatre côtés ». Ces systèmes se distinguent par la présence ou l'absence de pattes de sécurité et/ou de structure de reprise du poids propre. Les législations nationales déterminent normalement lequel de ces systèmes sera autorisé dans chaque pays membre. Tout produit de construction ayant fait l'objet d'un ATE, satisfaisant aux critères de l'attestation de conformité, peut porter le marquage CE et être mis sur le marché dans n'importe quel pays membre de l'UE (EEE). Récemment, un mastic silicone pour vitrage extérieur collé a obtenu le marquage CE pour la première fois, sur la base des critères de l'EOTA.

En général, c'est le fournisseur de mastics qui est responsable de la conformité du silicone pour le vitrage extérieur collé selon les exigences du guide d'ATE n°002. Cette conformité peut être attestée par un marquage CE. De plus, le producteur de mastic effectue un certain nombre de tests d'adhérence et de performance pendant les phases de projet et de réalisation, et poursuit la vérification du calcul de conception du détail du vitrage extérieur collé, afin de garantir que les critères du guide d'ATE sont remplis. En outre, le producteur de mastic peut fournir à l'entreprise en charge du mur-rideau un service détaillé de gestion de la qualité, ie Quality Bond® de Dow Corning, apportant ainsi son soutien à la réalisation d'une façade de qualité supérieure.

La compatibilité chimique entre les différents composés chimiques doit faire l'objet d'une attention particulière, d'autant plus qu'il s'agit ici d'une conception de mur-rideau intégrant des VI dans un projet de VEC. Une incompatibilité peut avoir un impact négatif sur la durée de vie des VI ou de l'assemblage du VEC

[7]. La compatibilité à long terme de tous les matériaux utilisés dans la conception doit être prouvée.

Dans le cadre du projet du MAC, pour des raisons esthétiques, l'assemblage du VEC devait être en partie combiné à un verre émaillé. L'adhérence du mastic de VEC sur les substrats de verre émaillé devait donc être prouvée, de façon à satisfaire aux exigences du guide d'ATE n°002. Un groupe de travail d'experts de secteurs différents, rassemblant des fabricants d'émail, des instituts indépendants, des fabricants de verre émaillé et une entreprise de solutions pour VEC, a pu étudier la corrélation entre la formulation des émaux vitrifiés, les paramètres de production du verre émaillé et l'adhérence des mastics de VEC. Les conclusions de ce groupe de travail expérimenté ont permis d'obtenir l'agrément de l'autorité allemande du bâtiment (DIBT-Berlin) pour l'application de mastics silicones de VEC sur des milliers de couleurs d'émail vitrifié, sur la base des critères du guide d'ATE n°002. Cet agrément, référencé Z-70.1-75, est consultable au DIBT-Berlin [8].

Résumé

Quand il s'agit d'immeubles de bureaux, l'objectif des architectes et des investisseurs est souvent de réaliser un mur-rideau « lisse », paré de verre, qui, en plus d'être esthétique, soit très efficace du point de vue thermique. Pour être directement exposé aux sollicitations extérieures (soleil, pluie) sans protection par une parclose, le joint de scellement du VI doit être extrêmement résistant aux intempéries. Le silicone est le seul adhésif doté de telles propriétés. Pour obtenir à la fois une façade esthétique et un immeuble extrêmement efficace sur le plan énergétique, il faut avoir recours à l'utilisation de VI remplis de gaz argon avec des joints périphériques en silicone.

Pour le projet "Main-Airport-Center – Frankfurt", quatre partenaires industriels et fournisseurs différents ont coopéré pour développer un système de scellement avec silicone capable de réduire le débit de fuite de gaz argon bien en-deca des prescriptions de la norme EN 1279.

Ce projet a également fait évoluer la conception vers plus de créativité : les architectes et les propriétaires ont orienté le choix vers des revêtements en verre émaillé. Dans la foulée, un groupe d'experts de spécialités diverses en techniques du bâtiment, a prouvé qu'il est techniquement possible de réaliser un collage performant sur des surfaces émaillées. L'agrément délivré par l'autorité allemande en charge du bâtiment((DIBT-Berlin) réputée très exigeante, confirme que cette technique de VEC est sûre et fiable.

Références

[1] EN1279 – Verre dans la construction – Vitrage isolant – Partie 3 ; Méthode d'essai à long terme et prescriptions pour le débit de fuite de gaz et pour les tolérances de concentration du gaz, CEN Comité européen de normalisation, Bruxelles, Belgique, 2000

[2] Wolf A.T., "Durability of Silicone Sealants", Durability of Building Sealants RILEM State-of the-Art Report, A.T.Wolf, Ed., RILEM Publication, Bagnaux, France 2000, pp. 253-273

[3] Wolf, A.T., "Silicone Sealed Insulating Glass Units", Proceedings of ISAAG - International Symposium on the Application of Architectural Glass - Engineering and architectural design of glass - Munich, Germany, November 15-16 2004, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Allemagne (2004)

[4] Guide d'ATE n°002 – Guide d'agrément technique européen sur les systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC), Partie 1 (24 septembre 1998), Partie 2 – Support de collage en aluminium thermolaqué (16 janvier 2002), Partie 3 - Utilisation de profilés à rupture de pont thermique (25 mai 2002), EOTA, Organisation européenne pour l'agrément technique, 40 Avenue des Arts, 1040 Bruxelles, Belgique

[5] Pr-EN 13022 –2, Verre dans la construction – Vitrage extérieur collé – Partie 2, Norme de produits pour produit de collage et de scellement structurel résistants aux rayonnements ultraviolets, CEN Comité européen de normalisation, Bruxelles, Belgique, 2002

[6] Le Conseil des communautés européennes 1988, Directive du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction, Le Conseil des communautés européennes, Bruxelles. 89/106/CEE.

[7] Giesecke, Axel H., "Chemical Cocktail at the Insulating Glass Edge Sealant", Glas Fenster Fassade, No. 09 / 2002, Allemagne

[8] Z-70.1-75, "Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung" for "Enamelled Heat Strengthened Glass for Structural Glazing with Dow Corning 993", DIBT-Berlin, 21 juillet 2004

[9] Certificat de test N° : 3/3113/107-4/1, 07.11.2003, Landesmaterialprüfamt Sachsen- Anhalt, Grosse Steinernetischstrasse 4, D-39104 Magdeburg, ALLEMAGNE

[9] Certificat de test N° : 3/3113/105-4/1, 07.11.2003, Landesmaterialprüfamt Sachsen- Anhalt, Grosse Steinernetischstrasse 4, D-39104 Magdeburg, ALLEMAGNE

Ci-dessous, quelques exemples de systèmes ayant satisfait aux normes relatives aux D.V. avec gaz :

Standard	**Materials**	**Glass Processor**	**Test Institute**	**Year**	**Gas loss rate (<1%)**
DIN 1286 P1/P2	Dow Corning® 3362 Stainless Steel	Interpane / Germany	Ift – Rosenheim	May 2000	0,8%
DIN 1286 P1/P2	Dow Corning® 993 Stainless Steel	Okalux / Germany	MPA – Darmstadt	2001	0,8%
EN 1286 P1/P2	Dow Corning® 3362 Stainless Steel	Uniglas – Marte / Switzerland	Ift – Rosenheim	2002	0,8%
DIN 1286 P1/P2	Dow Corning® 3362 Stainless Steel	MGT / Austria	Ift – Rosenheim	2002	0,6%
prEN1279 P2/P3	Dow Corning® 3362 Alu	Bayer - BGT / Germany	MPA – Magdeburg	2002	0,5 %
EN 1279 P2/P3	Dow Corning® 3362 Stainless Steel + Alu	BGT / Germany	MPA – Magdeburg	Oct. 2003	0,2 %
EN 1279 P2/P3	Dow Corning® 3362HD Galvanized Steel	Polypane / Netherlands	Inisma	2006	0,8%
EN 1279 P2/P3	Dow Corning® 3362 EdgeTech TriSeal	Lisec / Austria	Ift – Rosenheim	2005	0,9%
EN 1279 P2/P3	Dow Corning® 3362HD Stainless Steel	Flachglas Markenkreis / Germany	Ift – Rosenheim	2006	0,7%
EN 1279 P2/P3	Dow Corning® 3362HD Stainless Steel + TGI-W	Glaverbel / Belgium	Inisma	2006	0,4%

Institut Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux
Laboratoire de Recherches et d'Essais
Association sans but lucratif

Avenue Gouverneur Cornez, 4
B-7000 MONS (Belgique)
Tél. (065)40.34.34
Fax (065)34.80.05
T.V.A. : BE 0413.106.271
RC MONS : 130.828 - Enregistrement : 08/02/01

Laboratoire agréé : Voir circulaire 514-B/33 du 09/02/87 du M.T.P.
et communiqués 514-B/33/1 et 2 du M.C.I.

N° d'accréditation : 37-T
selon ISO 17025

RAPPORT D'ESSAI N° 2006B VIDO 2601-1c

N/Réf. : MCO/CRD-VIDO-Ini gaz-2602-1c
V/Réf. : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

Mons, le 21 février 2006

DEMANDE PAR : GLAVERBEL S.A. - CRD
Rue de l'Aurore, 2
B-6040 CHARLEROI (JUMET)

REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS : Vitrages isolants avec gaz Argon

NOMBRE ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS : 9 échantillons (marquage série 72)
CVIDO2601/1

OBJET DE LA DEMANDE : **INITIAL TYPE TEST**
Vitrages isolants EN 1279-3

ECHANTILLONS REÇUS LE : 27 octobre 2005 **DATE DE DEBUT DES ESSAIS :** 3 novembre 2005

OBSERVATIONS SPECIALES : * essais accrédités BELTEST

Ce rapport ne garantit la conformité que des échantillons soumis aux essais.

LA REPRODUCTION, MEME PARTIELLE DU PRESENT RAPPORT EST SUBORDONNEE A NOTRE ACCORD. NOS RAPPORTS NE SONT VALABLES QUE DANS LEUR INTEGRALITE

inisma

Institut Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux
Laboratoire de Recherches et d'Essais
Association sans but lucratif

Avenue Gouverneur Cornez, 4
B-7000 MONS (Belgique)
Tél. (065)40.34.34
Fax (065)34.80.05
T.V.A. : BE 0413.106.271
RC MONS : 130.828 - Enregistrement : 08/02/01

Laboratoire agréé : Voir circulaire 514-B/33 du 09/02/87 du M.T.P.
et communiqués 514-B/33/1 et 2 du M.C.I.

BELTEST
N° d'accréditation : 37-T
selon ISO 17025

RAPPORT D'ESSAI N° 2006B VIDO 2601-2

N/Réf. : MCO/CRD-VIDO-Ini gaz-2602-2
V/Réf. : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

Mons, le 30 janvier 2006

DEMANDE PAR : GLAVERBEL S.A. - CRD
Rue de l'Aurore, 2
B-6040 CHARLEROI (JUMET)

REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS : Vitrages isolants avec gaz Argon

NOMBRE ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS : 9 échantillons (marquage série 97)
CVIDO2602/2

OBJET DE LA DEMANDE : **INITIAL TYPE TEST**
Vitrages isolants EN 1279-3

ECHANTILLONS REÇUS LE : 21 novembre 2005 **DATE DE DEBUT DES ESSAIS :** 24 novembre 2005

OBSERVATIONS SPECIALES : * essais accrédités BELTEST

Ce rapport ne garantit la conformité que des échantillons soumis aux essais.

LA REPRODUCTION, MEME PARTIELLE DU PRESENT RAPPORT EST SUBORDONNEE A NOTRE ACCORD. NOS RAPPORTS NE SONT VALABLES QUE DANS LEUR INTEGRALITE.

Institut Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux
Laboratoire de Recherches et d'Essais
Association sans but lucratif

Avenue Gouverneur Cornez, 4
B-7000 MONS (Belgique)
Tél. (065)40.34.34
Fax (065)34.80.05
T.V.A. : BE 0413.106.271
RC MONS : 130.828 - Enregistrement : 08/02/01

Laboratoire agréé : Voir circulaire 514-B/33 du 09/02/87 du M.T.P.
et communiqués 514-B/33/1 et 2 du M.C.I.

N° d'accréditation : 37-T
selon ISO 17025

RAPPORT D'ESSAI N° 2006B VIDO 2601-3

N/Réf. : MCO/CRD-VIDO-Ini gaz-2602-3
V/Réf. : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

Mons, le 30 janvier 2006

DEMANDE PAR : GLAVERBEL S.A. - CRD
Rue de l'Aurore, 2
B-6040 CHARLEROI (JUMET)

REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS : Vitrages isolants avec gaz Argon

NOMBRE ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS : 10 échantillons (marquage série 99)
CVIDO2602/3

OBJET DE LA DEMANDE : **INITIAL TYPE TEST**
Vitrages isolants EN 1279-3

ECHANTILLONS REÇUS LE : 27 octobre 2005 **DATE DE DEBUT DES ESSAIS :** 3 novembre 2005

OBSERVATIONS SPECIALES : * essais accrédités BELTEST

Ce rapport ne garantit la conformité que des échantillons soumis aux essais.

LA REPRODUCTION, MÊME PARTIELLE DU PRESENT RAPPORT EST SUBORDONNEE A NOTRE ACCORD. NOS RAPPORTS NE SONT VALABLES QUE DANS LEUR INTEGRALITE.

Institut Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux
Laboratoire de Recherches et d'Essais
Association sans but lucratif

Avenue Gouverneur Cornez, 4
B-7000 MONS (Belgique)
Tél. (065)40.34.34
Fax (065)34.80.05
T.V.A. : BE 0413.106.271
RC MONS : 130.828 - Enregistrement : 08/02/01

Laboratoire agréé : Voir circulaire 514-B/33 du 09/02/87 du M.T.P.
et communiqués 514-B/33/1 et 2 du M.C.I.

N° d'accréditation : 37-T
selon ISO 17025

RAPPORT D'ESSAI N° 2006B VIDO 2601-4c

N/Réf. : MCO/CRD-VIDO-Ini gaz-2602-4c
V/Réf. : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

Comprenant 3 pages
Page 1/3

Mons, le 21 février 2006

DEMANDE PAR : GLAVERBEL S.A. - CRD
Rue de l'Aurore, 2
B-6040 CHARLEROI (JUMET)

REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS : Vitrages isolants avec gaz Argon

NOMBRE ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS : 10 échantillons (marquage série 100)
CVIDO2601/4

OBJET DE LA DEMANDE : **INITIAL TYPE TEST**
Vitrages isolants EN 1279-3

ECHANTILLONS REÇUS LE : 27 octobre 2005 **DATE DE DEBUT DES ESSAIS :** 3 novembre 2005

OBSERVATIONS SPECIALES : * essais accrédités BELTEST

Ce rapport ne garantit la conformité que des échantillons soumis aux essais.

LA REPRODUCTION, MEME PARTIELLE DU PRESENT RAPPORT EST SUBORDONNEE A NOTRE ACCORD. NOS RAPPORTS NE SONT VALABLES QUE DANS LEUR INTEGRALITE.

Institut Interuniversitaire des Silicates, Sols et Matériaux
Laboratoire de Recherches et d'Essais
Association sans but lucratif

Avenue Gouverneur Cornez, 4
B-7000 MONS (Belgique)
Tél. (065)40.34.34
Fax (065)34.80.05
T.V.A. : BE 0413.106.271
RC MONS : 130.828 - Enregistrement : 08/02/01

Laboratoire agréé : Voir circulaire 514-B/33 du 09/02/87 du M.T.P.
et communiqués 514-B/33/1 et 2 du M.C.I.

N° d'accréditation : 37-T
selon ISO 17025

RAPPORT D'ESSAI N° 2006B VIDO 2601-5

N/Réf. : MCO/CRD-VIDO-Ini-2602-5
V/Réf. : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

Comprenant 4 pages
Page 1/4

Mons, le 21 février 2006

DEMANDE PAR : GLAVERBEL S.A. - CRD
Rue de l'Aurore, 2
B-6040 CHARLEROI (JUMET)

REFERENCE DE LA DEMANDE : Commande n° 45583670 du 25 octobre 2005

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS : Vitrages isolants

NOMBRE ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS : 15 échantillons (marquage série 98)
CVIDO2601/5

OBJET DE LA DEMANDE : **INITIAL TYPE TEST**
Vitrages isolants EN 1279-2

ECHANTILLONS REÇUS LE : 27 octobre 2005 **DATE DE DEBUT DES ESSAIS :** 4 novembre 2005

OBSERVATIONS SPECIALES : * essais accrédités BELTEST

Ce rapport ne garantit la conformité que des échantillons soumis aux essais.

LA REPRODUCTION, MEME PARTIELLE DU PRESENT RAPPORT EST SUBORDONNEE A NOTRE ACCORD. NOS RAPPORTS NE SONT VALABLES QUE DANS LEUR INTEGRALITE.

LANDESMATERIALPRÜFAMT
SACHSEN-ANHALT
Fachgruppe Werkstoff- und Bauteilprüfung
39104 Magdeburg, Große Steinernetischstr. 4
☎ + 49 (0) 391 56 92 - 420 Telefax: + 49 (0) 391 56 92 - 333

SACHSEN-ANHALT

Prüfzeugnis
Nr. 3/3113/107-4/1

Auftraggeber: **Dow Corning GmbH**
Rheingau Straße 34
65201 Wiesbaden

Prüfgegenstand: Gasgefülltes Mehrscheiben-Isolierglas
Abstandhalter: Edelstahl Chromatech-Plus / 14 mm
Versiegelungsaufbau: Polyisobutylen Terostat 969 und
Silikon Dow Corning DC 3362

Hersteller: BGT Bischoff Glastechnik AG
Alexanderstraße 2
75015 Bretten

Untersuchungs-grund: Die Prüfungen erfolgten im Auftrag der obengenannten Firma durch das Landesmaterialprüfamt Sachsen-Anhalt.

Prüfverfahren: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration nach prEN 1279-3:2002(D)

1. Grundlage der Prüfung sind folgende Normen und Richtlinien

prEN 1279-1 Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung

prEN 1279-2 Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme

prEN 1279-3 Glas im Bauwesen- Mehrscheiben-Isolierglas- Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration

Der Prüfbericht umfasst 4 Seiten

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung des LMPA darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium
mit Erfüllung der Anforderungen der DIN EN ISO 9002
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAP-PL-2478.00

2. Angaben zur Probenart

Scheibenaufbau:	4 mm Float / 14 mm SZR / 4mm Float	
Außenmaße:	350 mm x 500 mm	
Glasbeschichtung	ohne	
Dichtstoffe	1. Innere Stufe	
	Werkstoff/Typ:	Polyisobutylen / Terostat 969
	Hersteller:	Teroson GmbH
	2. Äußere Stufe	
	Werkstoff/Typ:	Silikon / DC 3362
	Hersteller:	Dow Corning GmbH
Trocknungsmittel	Art/Typ:	Molekularsieb 3 A / Phonosorb 555
	Hersteller:	Grace GmbH
Abstandhalter	Werkstoff/Typ:	Edelstahl Chromatech-Plus
	Diffusionsöffnungen:	zweireihig perforiert
	Hersteller:	Rolltech A/S
Eckausführung	Typ/Werkstoff:	umlaufend maschinell gebogen mit einem Stahl- Längsverbinder (Serie EK L 1279) der Eduard Kronenberg GmbH, Solingen, verbunden und mit Butyl abgedichtet
Gasfüllung	Gasart:	Argon
	Sollfüllgrad:	90 Vol.% $^{+10}_{-5}$

3. Prüfumfang

Nach zweiwöchiger Lagerung der 8 Proben im Anlieferungszustand unter Normallaborbedingungen erfolgte zunächst die Messung der Taupunkttemperatur (DP_i) aller Proben im Anlieferungszustand. Entsprechend prEN 1279-2 wurde die Benummerung der Prüfscheiben vorgenommen.
An den Scheiben 1 und 2 wurde zunächst der Gasvolumenanteil des Füllgases mit Hilfe eines Gaschromatographen nach DIN EN 1279-3 bestimmt und anschließend die Anfangsbeladung (T_i) desTrocknungsmittels in Anlehnung an prEN 1279-2 ermittelt sowie der Feuchtigkeitsaufnahmefaktor I_{av} berechnet.
Die übrigen 6 Proben wurden einer Klimawechselprüfung nach prEN 1279-2, mit Reduzierung der Zyklen auf 28 und Beschränkung der Dauerlagerung bei 58 °C auf 4 Wochen, unterzogen. Im Anschluß daran wurden die Proben vier Wochen im Normalklima gelagert und anschließend die Taupunkttemperatur (DPf) und die Beladung (Tf) des Trocknungsmittels nach dem Klimatest an den Proben 3,4 und 5 ermittelt.
An den Proben 4 und 5 wurde entsprechend prEN 1279-3, Anhang C der Gasverlust L_i und die Gasvolumenanteile für das Füllgas Argon bestimmt. An den übrigen Proben wurden ebenfalls die Gasvolumenanteile bestimmt.

4. Ergebnisse, Einzelwerte

4.1 Tabelle 1: Dichtstoffüberdeckung, Taupunkt, Beladung des Trocknungsmittels

Probe Nr.	Durchschnittl. Dichtstoff-überdeckung AH-Rücken X_8	Trocknungsmittel		Taupunkttemperatur		Beladung - DIN 52294	
		Füllmenge (trocken)	gefüllte AH-Stege	vor der Prüfung DP_i	nach der Prüfung DP_f	vor der Prüfung T_i	nach der Prüfung T_f
	mm	g	Stege	°C	°C	Gew.%	Gew.%
1		60,3	2L/2K	< -60	/	7,31	/
2		60,6	2L/2K	< -60	/	6,53	/
3		57,9	2L/2K	< -60	< -60	/	7,94
4		63,3	2L/2K	< -60	< -60	/	7,70
5		63,1	2L/2K	< -60	< -60	/	7,76
6		/	/	< -60	< -60	/	/
7		/	/	< -60	< -60	/	/
8		/	/	< -60	< -60	/	/
Mittel-wert	ca.	61,0	/	< -60	< -60	6,92	7,8

4.2 Tabelle 2: Abmessungen, Gasfüllung, Shore- Härte

Probe Nr.	Dicke vor der Prüfung x_8	Dicke nach der Prüfung x_6	Dicke Δx	Füllung	Gasvolu-menanteil % vor Klimaprüf.	Gasvolu-menanteil % nach Klimaprüf.	Shore A vor Klimaprüf	Shore A nach Klimaprüf
1	22,35	/	/	Argon	93,3	/	53	/
2	22,21	/	/	Argon	93,8	/	54	/
3	22,18	22,25	0,07	Argon	/	92,8	52	47
4	22,19	22,19	0	Argon	/	94,3	50	43
5	22,12	22,16	0,04	Argon	/	93,8	50	45
6	22,22	22,42	0,20	Argon	/	93,3	50	42
7	22,17	22,17	0	Argon	/	92,3	52	45
8	22,06	22,20	0,14	Argon	/	92,3	51	46
Mittel wert	22,19	22,23	0,08	/	93,6	93,1	52	45

5. Zusammenfassung und Auswertung

5.1 Feuchtigkeitsaufnahmefaktor nach prEN 1279-2

Durchschnittliche Beladung des Trocknungsmittels im Anlieferungszustand: Ti_{av} = 6,92 Vol. %

Durchschnittliche Feuchtigkeitsaufnahmekapazität: Tc_{av} = 20 Vol. % *

* Tc_{av} nach Angaben des Trocknungsmittelherstellers

Probe Nr.	Beladung des Trocknungsmittels nach dem Klimaablauf T_f in Vol. %	Feuchtigkeitsaufnahmefaktor I in %	
		ermittelter Wert	Grenzwert
3	7,94	7,80	$I_{lim} < 25$
4	7,70	5,96	
5	7,76	6,42	

Durchschnittlicher Wert I_{av} = 6,73 % Grenzwert $I_{av,lim}$ < 20 %

Diese Prüfung hat nur orientierenden Charakter, da im Vergleich zu DIN EN 1279-2 der Klimatest nur über die Hälfte der Zeit durchgeführt wurde.

5.2 Prüfung nach prEN 1279-3, Abschnitt 5.4

	1. Versuch		2. Versuch	
Gasarten :	Argon		Argon	
Probennummer :	4	5	4	5
Gemessene Konzentration c_i in Vol. % :	94,3	93,8	94,3	93,8
Nominelle Konzentration $c_{i,0}$ in Vol. % :	90	90	90	90
Gasverlustrate L_i in % a^{-1}	0,17	0,22	0,19	0,25

Grenzwert L_i < 1,00 % a^{-1}

Das untersuchte Mehrscheiben-Isolierglas erfüllt die Anforderungen nach prEN 1279-3.

im Auftrag

Dipl.-Ing. Gall
Leiter der Überwachungsstelle

Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt Landesmaterialprüfamt 3

Dipl.-Ing. Triebenecker
Bearbeiter