

RAPPORT D'ESSAI : PA 0501

Gelsenkirchen, 23 mai 2005

Client : **KARL OTTO BRAUN KG**
Lauterstraße 50
D - 67752 Wolfstein

Mandat d'essai n° : **PA 0501**

Désignation du mandat d'essai : **DIBt – Autorisation BRAWOLINER**

Désignation du client : -

Date du mandat : **07/10/2003**

Le présent rapport se compose de 12 pages.

Les résultats des tests se réfèrent exclusivement aux échantillons. Le rapport de test ne peut être reproduit en extrait qu'avec l'autorisation écrite de l'IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur (institut pour les infrastructures souterraines).



Dipl.-Ing. D. Homann
(Directeur du laboratoire d'essais)



Dipl.-Ing. Stefan Köters
(Chef de projet)

Echantillons

Désignation des échantillons			Réception le	Fabrication des échantillons par	Description des échantillons d'essai
N° courant	IKT (laboratoire d'essais)	AG			
1	B1003-1.1 et -1.2	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Semi-tuyaux en grès rénovés DN 200
	B1003-1.3 à -1.5	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
	B1003-1.6 à -1.7	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Semi-tuyaux en grès rénovés DN 200
	B1003-1.8 à -1.10	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
	B1003-1.11 à -1.20	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
	B1003-1.21 à -1.25	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
	B1003-1.26	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
	B1003-1.27 à -1.29	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	13/10/03	AG	Tube-échantillon
2	B1114-1 à -3	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	16/03/04	AG	Tube-échantillon

Présentation des échantillons livrés :



Ill. 1 : échantillon B1003-1 à la livraison



Ill. 2 : échantillon B1003-1 à la livraison

Tests effectués

Nombre	Type de test	Instruction d'essai	Echantillon n°	Fabrication de l'échantillon
10	Test de traction d'éléments adhérents	Suivant ZTV SIB 90	B1003-1.6 et -1.7	-
3	Essai courte durée à la pression maximale	Suivant DIN EN 1228	B1114-1 à -3	-
3	Détermination de la tendance au fluage	Suivant DIN EN 16869 partie 2	B1114-1 à -3	-
8	Essai de pliage 3 points	Suivant DIN EN ISO 178	B1003-1.21 à -1.28	Sciage du tube-échantillon
6	Résistance chimique	Suivant DIN EN ISO 175	B1061-1.1 à -1.7	Sciage du tube-échantillon
2	Test d'étanchéité	*)	B1003-1.26	Sciage du tube-échantillon
3	Détermination de la densité	Suivant DIN 53479	B1003-1.27 à -1.29	Sciage du tube-échantillon
2	Résistance à l'abrasion	Suivant DIN 19565-1	B1003-1.1 et -1.2	-
3	Essai longue durée à la pression maximale	Suivant EN 761	B1114-1 à -3	-

***)Instruction d'essai pour le test d'étanchéité sur les morceaux de gaine :**

Le dos du morceau de gaine est pressé contre le joint d'une ampoule en verre puis un vide de 500 mbar est créé dans l'ampoule à l'aide d'une pompe à vide. De l'eau teintée en rouge est versée goutte à goutte sur la face interne du morceau de gaine. Le vide est maintenu pendant 30 minutes. S'il ne se trouve à la fin de la période d'essai pas d'eau teintée au fond de l'ampoule, alors la gaine est considérée comme étanche à l'eau.

Résultats des tests

Les résultats des tests sont regroupés dans les tableaux et les procès-verbaux d'essai suivants.

Test de traction d'éléments adhérents (ZTV SIB 90)

Désign. échantillon IKT N° WEB	Description de l'échantillon	Résistance à la traction d'éléments adhérents		
		Valeur unique	Point de rupture	Valeur moyenne
B1003-1.6	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	2,54	Cassé au niveau de la colle	1,55
		0,82	Cassé au niveau de la colle	
		4,64	Cassé au niveau du support	
		3,45	Cassé au niveau du support	
		2,86	Cassé au niveau du support	
B1003-1.7	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	0,20	Cassé au niveau du matériau composite	
		0,26	Cassé au niveau du matériau composite	
		0,32	Cassé au niveau du matériau composite	
		0,20	Cassé au niveau du matériau composite	
		0,20	Cassé au niveau du matériau composite	

Représentation des points d'essai pour le test de traction d'éléments adhérents :



III. 3 : point d'essai 1 sur l'échantillon B1003-1.6



III. 4 : point d'essai 2 sur l'échantillon B1003-1.6



III. 5 : point d'essai 3 sur l'échantillon B1003-1.6



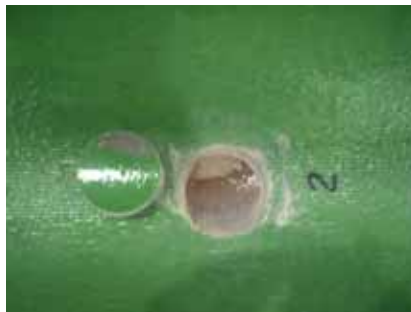
III. 6 : point d'essai 4 sur l'échantillon B1003-1.6



III. 7 : point d'essai 5 sur l'échantillon B1003-1.6



III. 8 : point d'essai 1 sur l'échantillon B1003-1.7



III. 9 : point d'essai 2 sur l'échantillon B1003-1.7



III. 10 : point d'essai 3 sur l'échantillon B1003-1.7



III. 11 : point d'essai 4 sur l'échantillon B1003-1.7



III. 12 : point d'essai 5 sur l'échantillon B1003-1.7

Essai courte durée à la pression maximale :Rigidité annulaire initiale S_0 et module d'élasticité (suivant DIN EN 1228)

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Diamètre nominal [mm]	Valeur moyenne module d'élasticité E [N/mm ²]	Valeur moyenne S_0 [N/mm ²]
B1114-1	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.916	0,002998
B1114-2	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.887	0,003685
B1114-3	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2646	0,003581
Valeur moyenne :			2.816	0,003421

Détermination de la tendance au fluage K_N

(suivant DIN EN 16869 partie 2)

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Diamètre nominal [mm]	E_{1h} [N/mm ²]	E_{24h} [N/mm ²]	K_N [%]
B1114-1	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.526	2.358	6,64
B1114-2	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.831	2.645	6,57
B1114-3	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.654	2.479	6,61
Valeur moyenne :			2.670	2.494	6,61

Essai de pliage 3 points dans le sens transversal :

Résistance à la traction sous pliage et module d'élasticité (DIN EN ISO 178)

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Diamètre nominal [mm]	Valeur moyenne module d'élasticité E [N/mm ²]	Valeur moyenne β_{BZ} [N/mm ²]	Epaisseur moyenne des échantillons [mm]
B1003-1.21 à -1.28	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	2.119	44,29	4,60

Résistance chimique (selon DIN EN ISO 175)

De l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 10% et une solution de peroxyde à 10% ont été choisis pour ce test. Les échantillons ont été stockés sept jours à 22°C puis séchés en étuve (2 heures à 50°C). L'échantillon B 1061-1.7 a été stocké pendant la même durée dans de l'eau du robinet à 22°C et sert d'échantillon témoin.

Evaluation visuelle des modifications de la teinte des échantillons selon DIN EN ISO 175, tableau 1 :

Désign. échantillon IKT	Solution de test	Durée du test et température	Modification de la teinte
B1061-1.1	H_2SO_4 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.2	H_2SO_4 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.3	H_2SO_4 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.4	Peroxyde 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.5	Peroxyde 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.6	Peroxyde 10%	7 d, 22°C	Aucune
B1061-1.7	H_2O 100%	7 d, 22°C	Aucune

Tableau 1 selon DIN EN ISO 175

Modifications qualitatives
Aucune
A peine perceptible
Faible
Moyenne
Forte



III. 13 : présentation des échantillons B1061-1.1 à -1.3 (acide sulfurique) après le séchage



III. 14 : présentation des échantillons B1061-1.4 à -1.6 (peroxyde) après le séchage

Modification de la masse des échantillons :

Stockage dans l'acide sulfurique à 10% :

Désign. échantillons IKT	Modification de la masse en pourcentage	
	Aussitôt après prélèvement	Après prélèvement et séchage
B1061-1.1	1,57	0,64
B1061-1.2	1,47	0,57
B1061-1.3	1,72	0,57

Stockage dans la solution de peroxyde à 10% :

Désign. échantillons IKT	Modification de la masse en pourcentage	
	Aussitôt après prélèvement	Après prélèvement et séchage
B1061-1.4	0,61	-0,11
B1061-1.5	0,46	-0,10
B1061-1.6	0,58	-0,08

Stockage dans l'eau du robinet :

Désign. échantillons IKT	Modification de la masse en pourcentage	
	Aussitôt après prélèvement	Après prélèvement et séchage
B1061-1.7	0,59	-2,34

A la fin du test, il est possible de déterminer sur la base d'une expertise visuelle que le stockage dans l'acide sulfurique (H₂SO₄) à 10 % et dans une solution de peroxyde à 10 % n'entraîne aucune altération de la teinte de la résine. La modification pondérale constatée après le stockage dans l'acide sulfurique inférieure à 0,65 % et de - 0,11 % dans la solution de peroxyde après prélèvement et séchage peut être considérée comme négligeable. Aucun gonflement visible des échantillons n'a été constaté.

Test d'étanchéité :

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Durée du test [min]	Dépression de test [mbar]	Nombre de gouttes d'eau dans l'ampoule	Résultat
B1003-1.26	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	30	500	0	Etanche à l'eau

Détermination de la densité (selon DIN 53479) :

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Densité [g/cm ³]	Densité moyenne [g/cm ³]
B1003-1.27	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	1,164	1,164
B1003-1.28	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	1,164	
B1003-1.29	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	1,163	

Test d'abrasion dit de Darmstadt

Désign. échantillon IKT N° WEB	Désignation échantillon AG	Diamètre nominal [mm]	Abrasion max. [mm] Nombre de cycles		
			50.000	100.000	200.000
B1003-1.1	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	0,11	0,28	0,33
B1003-1.2	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner®	DN 200	0,09	0,38	0,41

Les échantillons de tuyaux n'ont montré après le test d'abrasion de 200 000 cycles aucune modification perceptible de leur surface. Les illustrations 15 et 16 montrent les surfaces intérieures des échantillons sollicités par l'abrasion de 200 000 cycles.



III. 15 : échantillon B1003-1.1 après le test d'abrasion de 200 000 cycles



III. 16 : échantillon B1003-1.2 après le test d'abrasion de 200 000 cycles

Essai longue durée à la pression maximale

(suivant DIN EN 761)

- Les échantillons B1114-1 à -3 ont été testés dans un laboratoire de contrôle climatisé à 23 °C (± 1°C) et 50% (± 5%) d'humidité relative.
- Pour la recherche de la charge lors du test longue durée à la pression maximale, la rigidité annulaire initiale et le module d'élasticité courte durée suivant DIN EN 1228 ont d'abord été définis.
- L'essai longue durée à la pression maximale a débuté le 22 mars 2004 suivant DIN EN 761. Après une durée de charge de 10 000 heures, l'essai s'est terminé le 13 mai 2005.



III. 17 : banc d'épreuve pour l'essai longue durée à la pression maximale à l'IKT

Commentaires sur l'interprétation des essais :

Selon DIN EN 761, l'extrapolation de la déformation mesurée peut être réalisée pour une durée de 50 ans grâce à un polynôme de premier ordre. Il y a cependant une condition, à savoir vérifier la susceptibilité d'extrapoler les données selon DIN EN 705, paragraphe 3.1.3. Cette information probante est fournie dès que la valeur indiquée $M > 0$ (cf. formule 1) et que le coefficient de détermination r^2 ainsi que les coefficients de corrélation r sont supérieurs à une valeur limite. Toutes ces conditions sont satisfaites pour les extrapolations suivantes, de sorte qu'une extrapolation basée sur le processus B de la norme DIN EN 705 est recevable selon le polynôme de premier ordre.

$$M = \frac{S_x^2}{S_{xy}^2} - \frac{t_v^2 (S_x S_y - S_{xy}^2)}{(n-2)S_y^2} \quad (\text{formule 1})$$

Résultats des tests

Après une charge de 10 000 heures, aucun dommage n'a été décelable visuellement sur les gaines des tubes B1114-1 à B1114-3. Les résultats des tests établis par l'essai longue durée à la pression maximale sont regroupés dans les tableaux et graphiques suivants.

Désign. échantillon IKT	Désignation échantillon AG	Module d'élasticité courte durée 3 min	Rigidité annulaire initiale S_0	Tendance au fluage après 24 heures KN	Module d'élasticité après 1 000 heures	Module d'élasticité après 2 000 heures	Module d'élasticité après 5 000 heures	Module d'élasticité après 10 000 heures	Module d'élasticité extrapolé après 438 000 heures (= 50 ans)	A_{50a}
N° WEB		[N/mm ²]	[-]	[%]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
B1114-1	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner® Diamètre : DN 200	2.916	0,002998	5,93	2.475	2.318	2.178	2.112	1.886	1,56
B1114-2	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner® Diamètre : DN 200	2.887	0,003685	5,03	2.396	2.338	2.253	2.208	2.015	1,45
B1114-3	Brawoliner Tissu : polyester Résine : résine Brawoliner® Diamètre : DN 200	2.646	0,003581	4,48	2.159	2.128	2.039	2.008	1.866	1,33
	Valeur moyenne	2.816	0,003421	5,18	2.343	2.261	2.156	2.115	1.922	1,45