

IKT-LinerReport 2006 (Rapport de l'institut IKT)

# Liners: La fibre de verre, la meilleure solution?

Le chemisage continu dépend-il uniquement du matériau utilisé ? Quelles qualités peuvent les entreprises espérer avec les différents types de liner ? Dans son rapport de 2006, l'IKT dresse un bilan différencié.

PAR ROLAND W. WANIEK  
ET DIETER HOMANN

De plus en plus, les spécialistes de la branche posent la question, quelles sont les meilleurs types de liner et les meilleures techniques pour le chemisage continu ? Deux camps se disputent les faveurs des maîtres d'ouvrage : pour les uns, les liners en fibre de verre sont un support idéal ; pour les autres, ce sont les liners en feutre aiguilleté.

Bien sûr qu'il faut garder en mémoire que chaque fabricant met en évidence les mérites de son propre système. Mais qu'en est-il réellement ? Quelles sont en effet les qualités obtenues sur les chantiers ?

Le rapport 2006 de l'IKT répond à ces questions en se fondant sur les résultats des tests menés pour les liners par le laboratoire d'essai d'IKT, un organisme indépendant et neutre.

## Matériau et équipe

Les liners sont en fait des nouveaux tuyaux fabriqués à partir de matériaux composites ultramodernes. Elles sont pourtant fabriquées directement sur le chantier. À la différence de ce qui se passe dans une usine de canalisations traditionnelles, les conditions qui règnent sur le terrain sont souvent difficiles et varient considérablement d'un lieu à l'autre. L'enjeu est donc de parvenir à les maîtriser.

Pour cela, les gaines et les résines utilisés doivent être de grande qualité. Mais ce n'est pas tout : seule l'expérience d'une équipe qui maîtrise le processus complexe de la pose et du durcissement pourra transformer le produit semi-fini en un liner solide et étanche, capable de durer plusieurs décennies.

## Base de données

L'IKT a testé au minimum 25 échantillons par type de liner qui ont été prélevés sur 5 chantiers différents (entre janvier et décembre 2006). Tous ces données des entreprises de réhabilitation sont incluses dans le rapport 2006 de l'IKT. En cas de tests multiples, le résultat utilisé est celui des derniers tests, à condition que ceux-

Tiré à part de

bi

UmweltBau 2 | 07

ci aient également été réalisés par l'IKT. Le rapport actuel se fonde sur un total de 1084 échantillons de chantier. Ces derniers ont été prélevés sur l'ensemble du territoire allemand avant d'être soigneusement analysés par le laboratoire de l'IKT. Le présent rapport de l'IKT propose une vision d'ensemble des différentes qualités de liner, classées par entreprise et procédé de réhabilitation. Il s'agit du troisième rapport de ce type réalisé par l'institut, après les rapports 2003/2004 et 2004/2005 (voir bi-UmweltBau n° 5/2004 et 1/2006).

### Limites de l'analyse

Dans la mesure où il s'agit d'échantillons, les résultats de laboratoire obtenus à partir d'échantillons de chantier ne peuvent constituer le critère unique de jugement pour une réhabilitation concrète. Généralement, les échantillons sont prélevés dans les puits et, dans quelques rares cas, directement sur les sections de tuyau.

L'état général d'une section de tuyau réhabilitée n'est analysable qu'en tenant compte d'autres contrôles à la réception, tels que le passage vidéo ou l'inspection personnelle. Ce n'est que de cette manière que des plis, des raccords non conformes ou des défauts locaux peuvent être détectés. Par conséquent, le rapport de l'IKT ne peut pas être la seule évaluation comparative des différentes entreprises de réhabilitation et de leurs systèmes de chemisage continu. Ici, il s'agit plutôt de donner une impression générale sur la base d'un paramètre unique - mais déterminant - l'assurance de qualité : des essais en laboratoire.

### Analyse valeurs de consigne / valeurs réelles

Les valeurs caractéristiques utilisées pour l'analyse des échantillons de chantier sont généralement au nombre de quatre :

- coefficient d'élasticité (coefficient de flexion à court terme),
- résistance à la flexion ( $\sigma_{fb}$  à court terme),
- épaisseur de paroi et
- imperméabilité à l'eau.

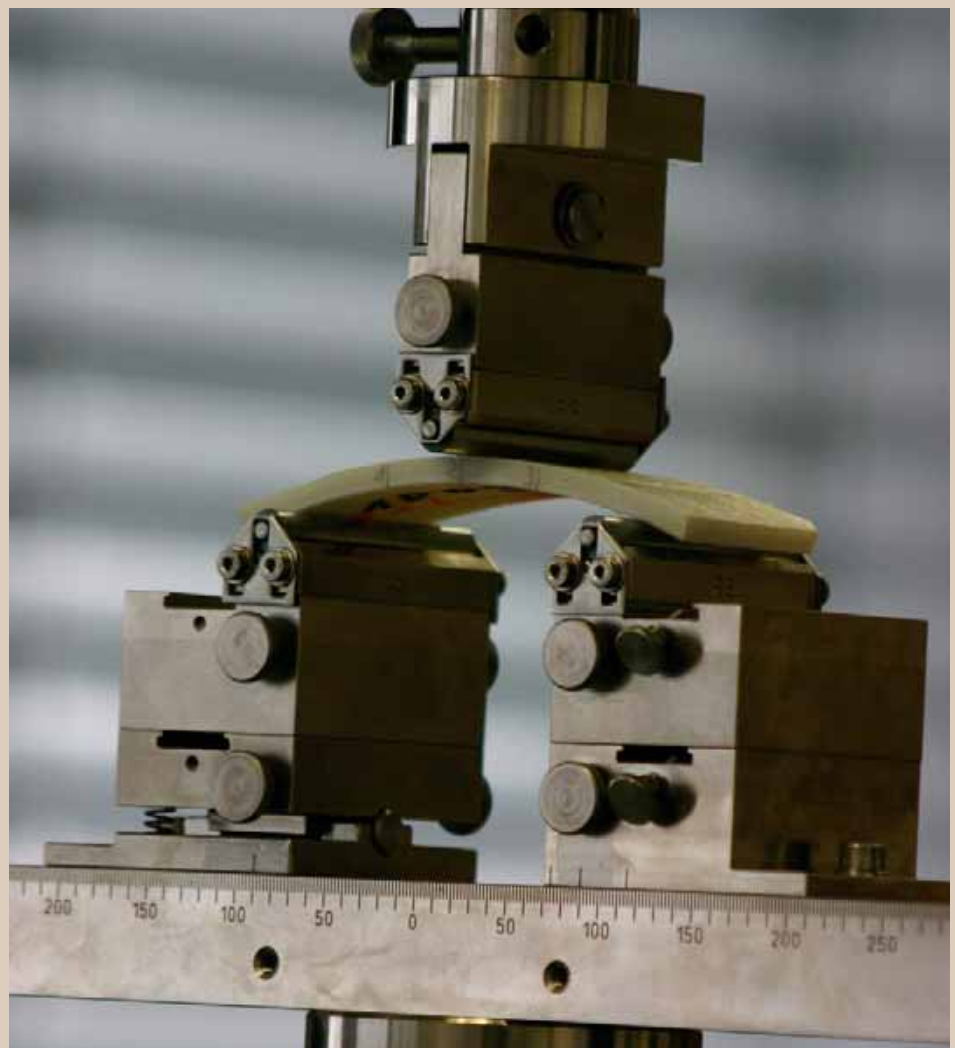
Pour les trois premières valeurs caractéristiques - mécaniques -, les résultats exigés sont comparés avec les résultats effectivement obtenus (analyse valeurs de consigne / valeurs réelles). Le quatrième critère, l'imperméabilité à l'eau, est déterminé par la directive d'essai de l'APS. Le résultat est alors soit « imperméable », soit « perméable ».

### Appel aux maîtres d'ouvrage

Les essais menés en 2006 ont été commandés aussi bien par les maîtres d'ouvrage que par les entreprises de réhabilitation. Depuis toujours,

Tab. 1 : Entreprises de réhabilitation et système de chemisage continu

Entreprises de réhabilitation	Système de chemisage continu	Type de liner	Nombre d'échantillons	Contrôle IKT commandé par	
				Entreprise de réhabilitation %	Maître d'ouvrage %
ARKIL INPIPE GmbH	Berolina Liner	PRV	213	40	60
Boger Kanalsanierung GmbH	iMPREG-Liner	PRV	40	0	100
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	Brandenburger Schlauchliner	PRV	57	14	86
Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG	Uniliner (NordiTube)	FA	36	6	94
	CityLiner (RS Technik AG)	FA	69	0	100
	Saertex-Liner	PRV	33	100	0
FLEER-TECH GmbH	CityLiner (RS Technik AG)	FA	42	17	83
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	Saertex-Liner	PRV	180	0	100
Hans Brochier GmbH & Co. KG	Saertex-Liner	PRV	35	66	34
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	Insituform Schlauchliner	FA	215	3	97
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	Brandenburger Schlauchliner	PRV	83	37	63
Linertec GmbH	Euroliner	PRV	43	28	72
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	Berolina-Liner	PRV	38	0	100
<b>Total</b>			<b>1.084</b>	<b>18</b>	<b>82</b>
PRV:	gaine en fibres de verre				
FA:	gaine en feutre aiguilleté				



Ill. 1 : Échantillon de liner en essai de résistance en flexion à 3 points

Tab. 2 : Critère d'essai Coefficient d'élasticité (coefficient de flexion à court terme)

Entreprises de réhabilitation	2006		2004/2005	Tendance
	Nb d'échantillons	Consigne* atteinte dans ... % des essais	Consigne* atteinte dans ... % des essais	
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	97,6	↑
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	100,0	99,1	↑
Linertec GmbH	43	100,0	97,1	↑
ARKIL INPIPE GmbH	210	99,5	97,3	↑
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	98,8	97,1	↑
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	96,2	–
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	93,9	–	–
<b>Moyenne</b>		<b>89,9</b>		
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38	89,5	–	–
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	88,3	–	–
Boger Kanalsanierung GmbH	40	87,5	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	84,2	87,8	↓
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	75,4	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	63,4	77,8**	↓

\* Valeurs de consigne selon les données statiques ou les données du maître d'ouvrage fournies dans le formulaire d'accompagnement de l'échantillon  
 \*\* Les données se rapportent au RS RoboLiner  
 – Non analysé en raison du manque d'échantillons

l'IKT recommande cependant vivement que les maîtres d'ouvrage (ou leurs bureaux d'études), et non les entreprises de réhabilitation, chargent l'institut pour effectuer les essais et soient eux-mêmes les donneurs d'ordre. Il est préférable de ne pas laisser l'initiative à ceux qui seront justement testés, afin d'éviter d'emblée toute tentative de prise d'influence de la part des entreprises. La majeure partie des essais menés par l'IKT est commis par les maîtres d'ouvrages.

### Coefficient d'élasticité

Une fois mis en place, les liners doivent suppor-

ter différentes charges (nappe phréatique, circulation routière, poussée des terres). Ils doivent donc être conçus en conséquence et présenter une force portante adéquate. Le coefficient d'élasticité constitue une caractéristique mécanique centrale pour évaluer ce point. La méthode utilisée pour tester les échantillons de chantier est l'essai de résistance en flexion à 3 points, que l'IKT réalise en essai à court terme, conformément aux normes DIN EN ISO 178 et DIN EN 13566-4 (voir le tab. 2).

### Résistance à la flexion

La résistance à la flexion représente le point

Tab. 3 : Critère d'essai Résistance à la flexion ( $\sigma_{fb}$  à court terme)

Entreprises de réhabilitation	2006		2004/2005	Tendance
	Nb d'échantillons	Consigne* atteinte dans ... % des essais	Consigne* atteinte dans ... % des essais	
Boger Kanalsanierung GmbH	40	100,0	–	–
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80	100,0	98,5	↑
Linertec GmbH	41	100,0	91,2	↑
Diringer & Scheidel – CityLiner	65	98,5	–	–
ARKIL INPIPE GmbH	210	92,4	97,3	↓
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	91,4	96,4	↓
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	87,9	–	–
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	36	86,1	–	–
FLEER-TECH GmbH	41	85,4	100,0**	↓
<b>Moyenne</b>		<b>83,5</b>		
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	78,9	–	–
Diringer & Scheidel – Uniliner	36	75,0	–	–
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	215	56,3	74,0	↓
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	50,0	–

\* Valeurs de consigne selon les données statiques ou les données du maître d'ouvrage fournies dans le formulaire d'accompagnement de l'échantillon  
 \*\* Les données se rapportent au RS RoboLiner  
 – Non analysé en raison du manque d'échantillons

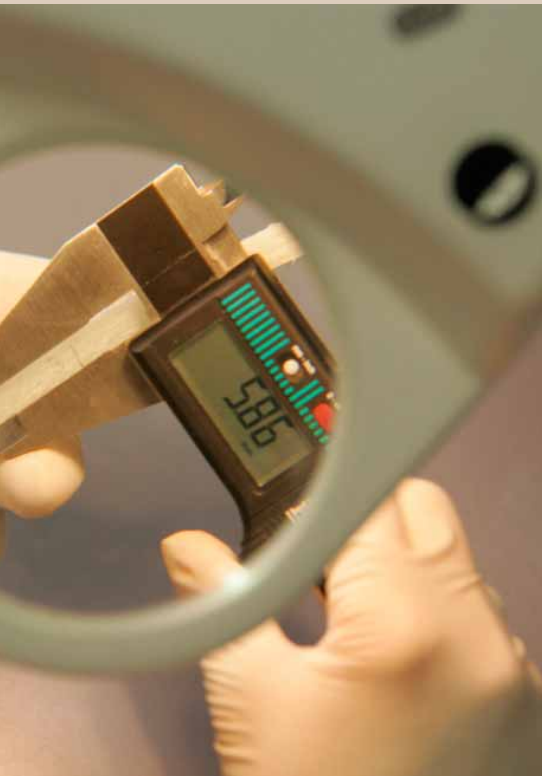


de rupture du liner soumis à une trop grande tension. Un liner dont la résistance est trop faible, n'est pas suffisamment solide et peut casser avant même que la charge autorisée soit atteinte. Méthode d'essai : pendant l'essai de résistance en flexion à 3 points, la charge est augmentée à une vitesse de déformation constante jusqu'à la première chute de charge. Cette dernière caractérise le début de la rupture du liner (essai à court terme, voir tab. 3).

Tab. 4 : Critère d'essai Épaisseur de paroi (épaisseur stru

Entreprises de réhabilitation	2006 Nb d'échantillons
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180
Hans Brochier GmbH & Co. KG	34
KMG Pipe Technologies GmbH	22
Linertec GmbH	43
FLEER-TECH GmbH	40
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57
Diringer & Scheidel – Uniliner	26
Diringer & Scheidel – CityLiner	48
<b>Moyenne</b>	
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	193
Boger Kanalsanierung GmbH	38
ARKIL INPIPE GmbH	210
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	38
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	80

\* Valeurs de consigne selon les données statiques ou les données du maître d'ouvrage fournies dans le formulaire d'accompagnement de l'échantillon  
 \*\* Les données se rapportent au RS RoboLiner  
 – Non analysé en raison du manque d'échantillons



Ill. 2 : Mesure de l'épaisseur de paroi du liner

### Épaisseur de paroi

Le troisième critère pertinent pour l'analyse de la capacité de charge du liner est l'épaisseur de paroi (épaisseur structurante moyenne em selon DIN EN 13566-4). L'épaisseur de paroi est tout d'abord une valeur référentielle (par ex. pour le calcul statique) qui doit ensuite être atteinte sur le chantier lors de la fabrication du liner. Méthode d'essai : à l'aide d'un pied à coulisse de précision, l'épaisseur de paroi, jugée statiquement solide,

est mesurée en six points. Les films intérieurs et extérieurs ainsi que les couches de résine pure non structurées (résine en surplus) ne sont pas pris en compte pour cette mesure (voir tab. 4).

### Imperméabilité à l'eau selon l'APS

Méthode d'essai : en cas d'existence, le film extérieure de l'échantillon est tout d'abord retiré, tandis que le film intérieur est incisé selon un modèle déterminé. On procède ensuite à l'imprégnation de la surface intérieure avec de l'eau teintée en rouge. La surface extérieure est alors soumise à une sous-pression de 0,5 bar. La formation de gouttes, de mousse ou d'humidité sur la surface extérieure indique que le liner est perméable (voir tab. 5).

### Types de liners et systèmes de chemisage continu

L'analyse des types de liners et des systèmes de chemisage continu a permis de dégager les points suivants (voir tab. 6) :

- Pour les critères « Imperméabilité à l'eau » et « Coefficient d'élasticité », les liners PRV obtiennent systématiquement de meilleurs résultats que les liners en feutre aiguilleté. Cette relation est légèrement moins nette pour la flexion. En ce qui concerne l'épaisseur de paroi, il est impossible de distinguer une relation nette entre le type de liner et les résultats de l'essai.
- Au sein même de chacun des deux groupes - PRV ou feutre aiguilleté -, d'importantes différences qualitatives sont cependant à noter : les résultats du feutre aiguilleté sont par exemple extrêmement variables en ce qui concerne l'imperméabilité à l'eau et la résistance à la flexion.



Ill. 3 : L'eau (rouge) s'égoutte à travers la paroi ; le liner est perméable

Les résultats obtenus par cette catégorie ne sont similaires que pour l'épaisseur de paroi. Les résultats du PRV, en revanche, sont sujets à des variations moindres. L'épaisseur de paroi constitue ici une exception, l'éventail des résultats obtenus étant particulièrement large.

structurante moyenne  $e_m$  selon DIN EN 13566-4)

	2004/2005	Tendance
Consigne* atteinte dans ... % des essais	Consigne* atteinte dans ... % des essais	
100,0	–	–
100,0	–	–
100,0	96,9	↑
–	100,0	–
97,7	97,1	↑
95,0	90,5**	↑
89,5	67,9	↑
88,5	–	–
85,4	–	–
82,7		
80,8	92,0	↓
73,7	–	–
68,6	90,0	↓
63,2	–	–
62,5	47,3	↑

ées du maître d'ouvrage fournies dans le

Tab. 5 : Critère d'essai Imperméabilité à l'eau (selon les directives d'essai de l'APS)

Entreprises de réhabilitation	2006		2004/2005		Tendance
	Nb d'échantillons	imperméable à l'eau dans ... % des essais	imperméable à l'eau dans ... % des essais		
Boger Kanalsanierung GmbH	38	100,0	–	–	
Brandenburger Kanalsanierungs-GmbH	57	100,0	100,0	↔	
Diringer & Scheidel – Saertex-Liner	33	100,0	–	–	
Linertec GmbH	43	100,0	100,0	↔	
Swietelsky-Faber GmbH Kanalsanierung	33	100,0	–	–	
KS Kanalsanierung Friedrich e.K.	83	98,8	100,0	↓	
ARKIL INPIPE GmbH	184	97,8	98,6	↓	
Hans Brochier GmbH & Co. KG	35	97,1	98,2	↓	
Frisch & Faust Tiefbau GmbH	180	93,3	–	–	
Diringer & Scheidel – CityLiner	53	92,5	–	–	
<b>Moyenne</b>		<b>88,8</b>			
KMG Pipe Technologies GmbH	22	–	75,0	–	
Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH	192	68,8	62,6	↑	
FLEER-TECH GmbH	42	61,9	81,8**	↓	
Diringer & Scheidel – Uniliner	27	48,1	–	–	

\*\* Les données se rapportent au RS RoboLiner – Non analysé en raison du manque d'échantillons



Ill. 4 : Explication de l'essai ; Jens Fuchs, ingénieur diplômé, dans le laboratoire de l'IKT

## Entreprises de réhabilitation

La qualité de la réalisation menée par les entreprises de réhabilitation constitue en outre un critère déterminant pour la réussite de la réhabilitation. Ceci est particulièrement évident pour les systèmes de chemisage continu mis en place par plus d'une entreprise, comme c'est le cas pour les liners Berolina, les liners Brandenburger, les CityLiner et les liners Saertex. Pour certains critères d'essais, la marge de fluctuation des taux de réussite (part des essais menés avec succès) par système de chemisage continu s'avère considérable (voir tab. 7).

## En conclusion

Avec le chemisage continu, les maîtres d'ouvrage auront toujours le choix d'un procédé de réhabilitation adéquat et sûr. Dans la majorité des cas, le travail fourni par les entreprises de réhabilitation en 2006 est jugé bon à très bon, ainsi qu'en attestent des taux de réussite allant jusqu'à 100%. En comparaison avec le rapport 2004/2005, il apparaît que beaucoup d'entreprises ont réussi à améliorer encore leurs performances ou à les maintenir à un niveau élevé constant. C'est une bonne nouvelle, qui atteste de l'efficacité des techniques de réhabilitation de canalisations, de leur rentabilité et de leur respect pour l'environnement. Il reste néanmoins que certaines entreprises de réhabilitation ont encore la possibilité d'améliorer leurs performances et de perfectionner la qualité de leurs liners. C'est notamment le cas des entreprises qui recourent à des liners en feutre aiguilleté. Face aux liners PRV, cette famille de produits a surtout des progrès à faire en ce qui concerne l'imperméabilité à l'eau, le coefficient d'élasticité et la résistance à la flexion. Cependant, des améliorations peuvent également être faites du côté des entreprises qui ont opté pour le PRV : les marges de fluctuation montrent en effet ici que la qualité réelle fournie sur le chantier n'est pas toujours optimale. Sur un marché qui attire sans cesse de nouveaux concurrents et s'ouvre constamment à de nouveaux procédés de réhabilitation, les entreprises de chemisage continu doivent maintenant améliorer la phase de développement de leurs produits ainsi que l'assurance de qualité, afin de ne pas perdre leur avance.

Tab. 6 : Résultats selon les types de liners

Type de liner	Système de chemisage continu	Imperméable à l'eau		Coefficient d'élasticité		Résistance à la flexion		Épaisseur de paroi	
		Nb d'échantillons	imperméable à l'eau dans ... % des essais	Nb d'échantillons	Consigne* atteinte dans ... % des essais	Nb d'échantillons	Consigne* atteinte dans ... % des essais	Nb d'échantillons	Consigne* atteinte dans ... % des essais
PRV	Euroliner	43	100,0	43	100,0	41	100,0	43	97,7
	Brandenburger Schlauchliner	140	99,3	137	99,3	137	100,0	137	73,7
	Berolina Liner	217	98,2	248	98,0	246	91,5	248	67,7
	Saertex-Liner	248	94,8	248	90,7	248	81,9	247	100,0
	IMPREG-Liner	38	100,0	40	87,5	40	100,0	38	73,7
FA	CityLiner (RS Technik)	95	78,9	106	70,8	106	93,4	88	89,8
	Uniliner (NordiTube)	27	48,1	36	75,0	36	75,0	26	88,5
	Insituform Schlauchliner	192	68,8	215	84,2	215	56,3	193	80,8
Moyennes									
• de tous les échantillons			88,8		89,9		83,5		82,7
• Échantillons PRV			97,4		95,2		90,7		82,2
• Échantillons FA			70,1		79,3		69,2		84,0

Valeurs supérieures à la moyenne générale  
 Valeurs inférieures à la moyenne générale  
 PRV: gaine en fibres de verre  
 FA: gaine en feutre aiguilleté

Tab. 7 : Marge de fluctuation des résultats d'essais (plus d'une entreprise de réhabilitation par système de chemisage continu)

Système de chemisage continu	Imperméabilité à l'eau imperméable dans ... % des essais	Coefficient d'élasticité Consigne atteinte dans ... % des essais	Résistance à la flexion Consigne atteinte dans ... % des essais	Épaisseur de paroi Consigne atteinte dans ... % des essais
Berolina Liner	97,8 – 100,0	89,5 – 99,5	86,1 – 92,4	63,2 – 68,6
Brandenburger Schlauchliner	98,8 – 100,0	98,8 – 100,0	100,0 – 100,0	62,5 – 89,5
CityLiner	61,9 – 92,5	63,4 – 75,4	85,4 – 98,5	85,4 – 95,0
Saertex-Liner	93,3 – 100,0	88,3 – 100,0	78,9 – 91,4	100,0 – 100,0

# LABORATOIRE D'ESSAIS LINERS

recherche

contrôle

conseil

test

- Définition des valeurs caractéristiques des matériaux
- Essais de type initial et essais d'aptitude
- Institut de contrôle homologué DIBt
- Contrôles sur chantier
- Expertises



IKT - Institut pour les Infrastructures Souterraines

Exterbruch 1  
D-45886 Gelsenkirchen

Tél.: +49 (0) 209 17806-0

Fax: +49 (0) 209 17806-88

[www.ikt.de](http://www.ikt.de) | [info@ikt.de](mailto:info@ikt.de)