

# **Les plastifiants de bitume – une nouvelle technologie pour réduire la température de fabrication des enrobés chauds en augmentant simultanément la résistance contre la Déformation Permanente**

K.-W. Damm

Université des sciences appliquées, Hambourg  
et Asphalt labor Arno J. Hinrichsen, Allemagne

[Klaus-Werner.Damm@t-online.de](mailto:Klaus-Werner.Damm@t-online.de)

## **Résumé**

Des plastifiants de bitume comme des paraffines à chaînes longues ( Fischer-Tropsch-Paraffines) ou des cires de Romontan ont été examinés avec des résultats très positifs vis à vis de leur aptitude aux enrobés . En comparaison avec les températures de fabrication et de compactage des enrobés normaux , les plastifiants rendent possible une réduction de température de 20 à 40 °C . De cette façon il est possible de prolonger le temps de compactage jusqu'à une température d' environ 80 °C , ce qui diminue remarquablement le risque de la construction des couches bitumineuses .

Au-dessous de la température de compactage de 80°C les plastifiants entraînent une diminution de la viscosité du bitume. La couverture des granulats et la compactibilité des enrobés est améliorée . De plus la résistance des enrobés à compactage augmente de manière décisive. Le point de ramollissement bille -anneau peut augmenter jusqu' à 85°C sans perdre les bonnes propriétés de comportement à température basse.

Avec les plastifiants de bitume on peut obtenir un plus haut niveau de compactage qui prolonge le temps d'utilisation des routes.

Grâce à la meilleure compactibilité et grâce au meilleur traitement des enrobés chauds , les plastifiants de bitume ne sont applicables que pour des bitumes destillative mais aussi propres à l'utilisation pour des bitumes polymères pen 45 ou pen 25. Comme il est bien connu, les bitumes modifiés sont caractérisés par une cohésion plus élevée, qui donne une plus haute résistance contre des fissures de fatigues. De plus ces bitumes modifiés sont plus durs à compacter et à maintenir. Ces problèmes peuvent remarquablement être éliminés par des plastifiants. Une combinaison des plastifiants avec des bitumes polymères donne des avantages technologiques. Sur la base de l'expérience actuelle il est proposé d'additiver les bitumes jusqu'à un montant de 3 % de masse de la quantité de bitume. Actuellement il est recommandé d'utiliser des bitumes plastifiés préfabriqués . La possibilité de mélanger les plastifiants de bitume en les ajoutant aux minéraux pendant la production des enrobés reste à étudier.<sup>i</sup>

**Key words : PAVEMENT / POLYMER / MATERIALS**

## **1 INTRODUCTION**

La première raison de modifier des bitumes pour la construction des routes est l'amélioration de la durabilité de la route elle même, ce qui signifie la résistance contre la déformation permanente sous des poids lourds et l'adhérence à long terme.

Les plastifiants de bitume ne rendent pas seulement possible une

augmentation de la compactibilité des enrobés mais aussi un plus haut niveau de densité, même à des basses températures de compactage de 80°C à 90°C. Ils augmentent la viscosité des liants au-dessous d'une température de 80°C remarquablement avec le résultat d'une haute résistance contre la déformation permanente à des hautes températures de service. De plus toutes ces améliorations ne sont pas accompagnées par des effets désavantageux à des températures moins de - 10 °C , ce qui signifie la résistance contre des fissures n'est pas touchée.

Des enrobés modifiés avec des liants plastifiés peuvent être produits à des températures de 140°C environ et compactés jusqu'à 80°C.

## **2 STRUCTURE ET MODIFICATION DES LIANTS**

Les propriétés physiques des bitumes sont déterminées par leur structure colloïdale complexe. Pour modifier le liant la structure colloïdale existante ne doit pas être détruite par les colloïdes ajoutés, qui sont normalement plus grands. Parce que les plastifiants sont distribués comme des minces cristaux dans le bitume à des températures de service normales, on doit comprendre que la quantité des plastifiants est à ajuster aux bitumes utilisés.

## **3 LES PLASTIFIANTS DE BITUME**

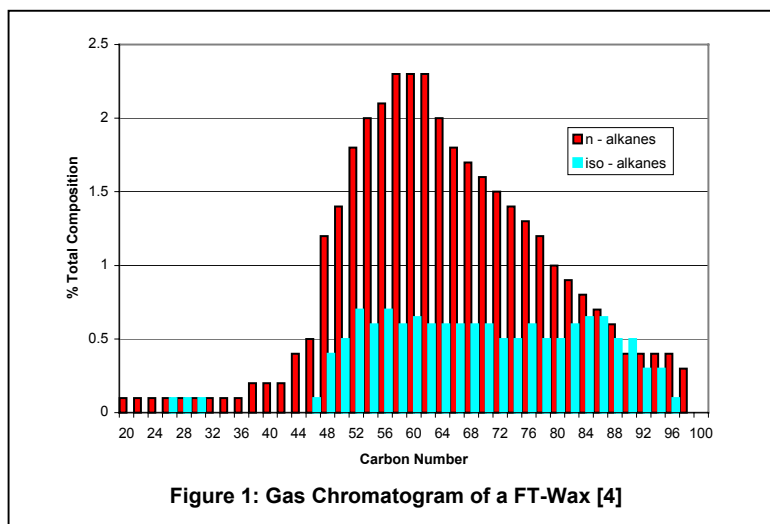
Des plastifiants sont des substances, qui changent leur structure au-dessus de 85°C environ : au-dessous ils sont solides et au-dessus ils deviennent liquides en réduisant remarquablement la viscosité du bitume. Quand le bitume refroidit les plastifiants deviennent des petits cristaux, distribués homogènement dans le bitume. On peut parler de »fillers intelligentes«. Le softening point ring and ball peut être élevé jusqu'à 80 – 90°C sans affecter de manière négative le comportement à froid.

Deux plastifiants sont examinés, qui améliorent significativement la production et la compactibilité des enrobés par leur effet de la réduction de la viscosité : les Fischer-Tropsch paraffines, nommés FT- CIRE, et le cire de ROMONTAN ( dure cire fossile d'une végétation sub- tropical ) et ses dérivés. Les résultats avec le plastifiant FT-CIRE sont discutés dans ce qui suit.

Le jugement qu'une haute quantité de paraffines influence les qualités des bitumes négativement n'est plus à maintenir [Krenkler 1950, Duriez 1961, De Bats 1975, Oberthür 1998]. Il est nécessaire de comparer les différences entre des paraffines de bitume et les FT-CIRES vis à vis de leur structure et de leurs qualités physiques et leur relation vis à vis du comportement de l'application de performance. L'effet des cires bitumineuses et des FT-CIRE aux qualités des bitumes est étudié de manière approfondement à l'Institut renommé de Crude Oil and Natural Gas Research, Université de Clausthal – Zellerfeld, Allemagne [Rahimian-Sachs 1998, Rahimian-Butz 1998, Butz 2000].

La structure micro - cristalline des FT-CIRE a un effet plastifiant aux comportements à froid, résultant à une break point Fraass plus basse. La structure macro- cristalline des cires bitumineuses augmente la fragilité des bitumes à basse température, résultant à une break point Fraass plus haut. Les

cires bitumineuses fusent entre 20°C et 70°C [Rahimian 1998] avec le résultat que le bitume se ramollit aux température de service de 60°C environ. La raison du point bas de ramollissement bille-anneau est à trouver à la chaîne courte de 22 jusqu'à 45 atomes de carbone. Le FT-CIRE se compose de chaînes de 60 à 100 atomes de hydrocarbonés aliphatiques, qui sont produites du carbone utilisant le processus de FISCHER-TROPSCH :



Le point de coagulation des FT-CIRES est environ 105°C. La zone de ramollissement peut être examinée avec la méthode DSC , Differential Scanning Calorimetry [Claudy 1991, Rahimian 1998].

#### 4 AMELIORATION DES QUALITES DU BITUME MODIFIE

Le plastifiant utilisé pour la modification des bitumes est connu sous le nom de commerce SASOBIT. Le tableau 1 contient les résultats physiques .

Test Method		FT-CIRE (% wt.)				Limits in DIN EN 12591
		0.0	1.5	3.0	4.5	
Softening point (R&B)	[°C]	48	52	76	96	—
Penetration/25°C	[mm/10]	71	48	42	37	—
Fraass point	[°C]	-7.5	-7.5	-6.5	-7.5	—
Ductility at 25°C	[cm]	>100	100	95	100	—
Density at 25°C	[g/cm <sup>3</sup> ]	1.0228	1.0233	1.0214	1.0216	—
Ash content	[% wt.]	0.18	0.16	0.15	0.19	≤ 0.5
Penetration index		-0.76	-0.81	+2.98	+5.8	
Properties after thermal ageing						
- weight change	[%]	-0.05	0.05	0.1	0.2	≤ 0.8
- soft. point (R&B)	[°C]	51.5	61.5	81.5	95.5	—
- Increase in SP	[°C]	3.5	9.5	5.5	-0.5	≤ 6.5
- penetration/25°C	[mm/10]	53.0	36.2	33.0	31.0	—
- decrease in penetration	[%]	25.4	24.6	21.4	16.2	≤ 40
- ductility at 25°C	[cm]	—	100	90	100	

Tableau 1 – Résultats conventionnels d'un bitume 70 / 100 avec FT-CIRE

La Figure 2 représente l'influence des FT- Cires sur la viscosité du bitume modifié à une zone de température de la fabrication des enrobés.

La pente du plot de la viscosité montre :

- à une température au dessous de 110 °C la viscosité du liant est plus grande que l'original
- au dessus de 130 °C la viscosité descend avec une plus haute quantité de FT-CIRE

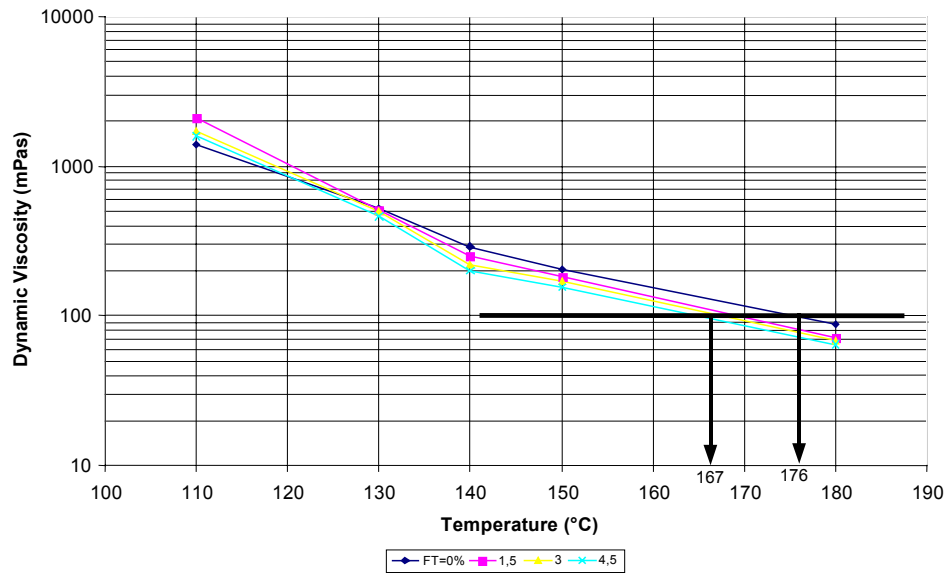


Figure 2 -Viscosité dynamique vis à vis température, bitume 50/70 avec 0% , 1,5 % , 2 % et 4,5% FT-CIRE

Figure 3 montre des résultats DSR ( Dynamic Shear Rheometer) à 0,2 Hz aux différentes température.

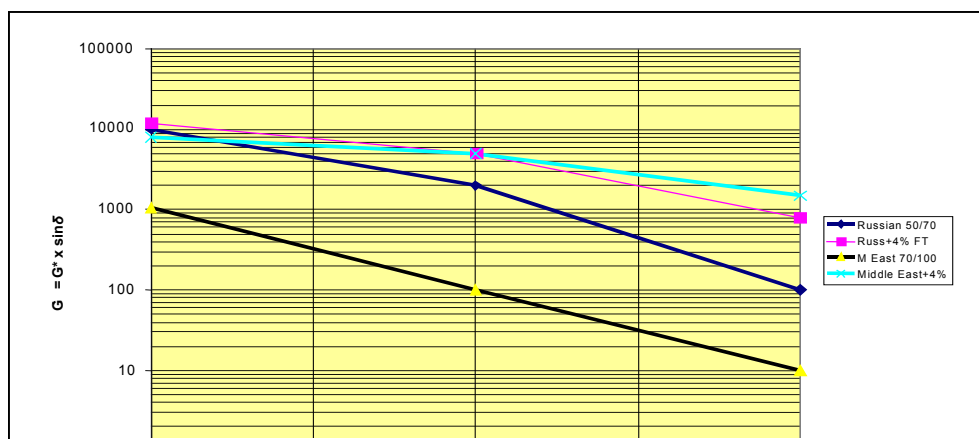


Figure 3 – Variation du module  $G''$  avec la source du bitume , la température et la quantité du FT-CIRE

Les sources différentes ont une influence sur l'effet des FT-CIRE aux qualités des liants : le module perte  $G'' \times \sin \delta$ , qui représente la résistance contre la déformation permanente, réagit différemment aux quantités du FT-CIRE et est toujours à observer.

## 5 RESULTAT D'ESSAIS AVEC DES ENROBES

Les essais sont exécutés avec un stone mastic asphalt SMA 0/11S ( S= haute résistance contre permanent déformation) . La compactibilité de cet enrobé est assez dure.

On peut voir que l'effet de la réduction de la viscosité du liant par le plastifiant influence remarquablement le niveau de la densité, le contenant des vides et le contenant optimal du liant.

Mix	Dimension	Zero	A	B
Base bitumen grade		50/70		
FT-Flow improver content	[% wt.]	0	2	4.5
Optimal binder content	[% wt.]	6.5	6.2	6.1
Softening point	[°C]	50	69	90
Bulk density*	[kg/m <sup>3</sup> ]	2391	2435	2445
Air Void content*	[% vol.]	3.5	2.7	2.2
VMA Voids in mineral aggregate	[% vol.]	18.6	17.5	17.1
VFA voids filled with asphalt	[%]	80.6	84.6	87.2
Degree of compaction	[%]	100	101.8	102,7

Tableau 2 – Les Résultats Marshall-Test d'un SMA 0/11 , variation du contenant FT-CIRE

## 5.1 RESISTANCE CONTRE LA DEFORMATION PERMANENTE

La résistance contre la déformation permanente a été examinée avec le Wheel tracking test ( 50 °C, 20.000 passages, roue en fer, test en l 'eau ) [Damm 1998, Damm 1997, Damm 1998, Butz 2000].

Le résultat avec un contenant de 3% FT - CIRE montre que la résistance contre la déformation permanente est très forte. D'après l 'expérience de l 'auteur, nous savons, qu 'un résultat pareil donne l 'assurance qu 'une orniérage sur place n 'est pas plus grande que 8mm après 15 millions de passages des essieux de 10 – tonnes. Le problème d'orniérage est résolu.

## 5.2 COMPORTEMENT A FROID

Les résultats des essais de tension directe ( spécimens gussasphalt de 4 x 4 x 20 cm, réfrigérés par 10 K / h, bitume 20/30 , 30/45 + 35 % FT-CIRE, PmB 45 +3% FT-Cire ) sont montrés en figure 4.

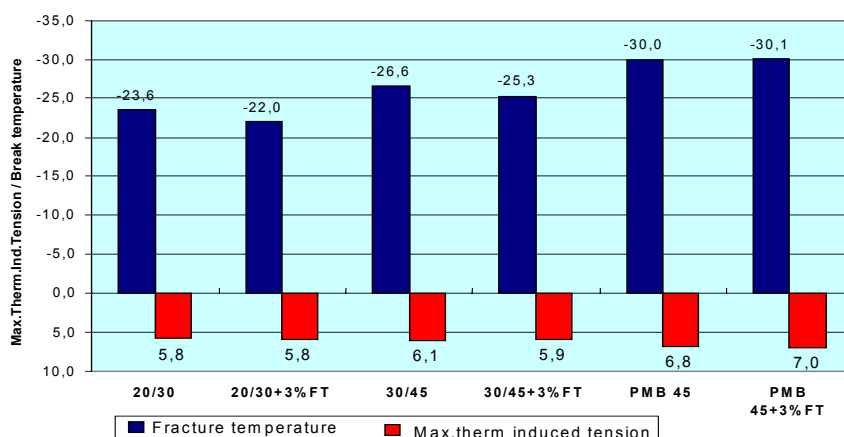


Figure 4 – Essai de tension directe avec des échantillons des enrobés gussasphalt avec différents liants

Conclusion :

- le bitume original a une influence dominante
- cela est valable pour des enrobés à compacter et pour le gussasphalt
- la modification des bitumes polymères avec des plastifiants améliore la compactibilité des enrobés

## 6 LA REDUCTION DE LA TEMPERATURE DE FABRICATION

Les premières routes d 'essais avec l 'utilisation du plastifiant FT- Cire ont été appliquées en 1997 à Hambourg, Allemagne [ Damm 1997, Damm 1998 ]. Les couches de surface de 12 cm ont été remplacées par 8,5 cm de binder-couche 0/22mm et 3,5 cm de couche de surface SMA 0/8 mm. Pour les deux couches on a utilisé un bitume 50/70 avec 4 % de FT- CIRE.

Pendant la compaction de la binder - couche 0/22 la densité était mesurée avec la méthode de gamma-rayon ( Troxler ). La Figure 5 montre les résultats.

Après la machine de placement l'enrobé a une température de 140 °C. A une température de 85 – 100 °C on peut observer une augmentation remarquable de la densité de la couche.

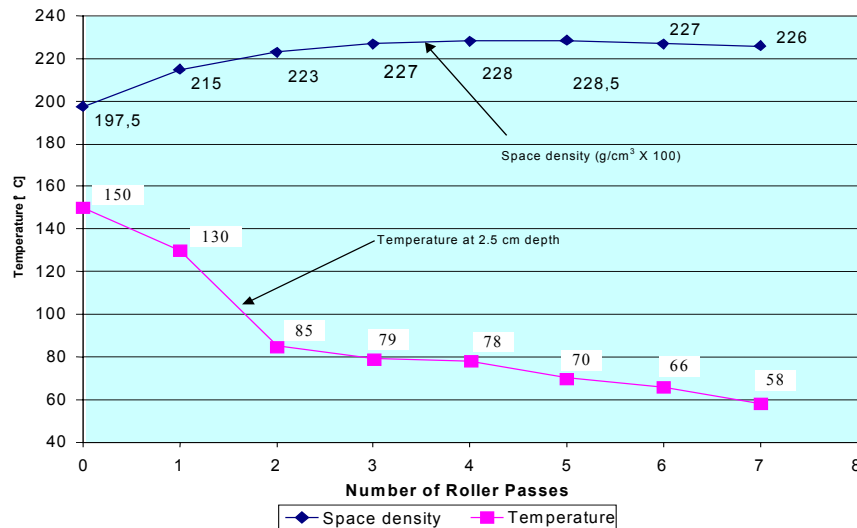


Figure 5 – Changement de la température et de la densité de la couche 0/22 avec le nombre des passages de compactage

## REFERENCES

- De Bats F.Th. et al.: Shell Bitumen Review , 51 ,1975
- Butz,T, I.Rahimian, G. Hildebrandt: Modifikation von Strassenbaubitumen mit Fischer-Tropsch Paraffin, Bitumen 62, 2000
- Claudy, P. J.M. Letoffe, G.N. King, J.P Planche, B. Brulé: Characterization of paving asphalts by differential scanning calorimetry, Fuel Science and Technology Int'l. 9.(1991), 71-92.
- Damm,K et al.: Asphaltverflüssiger als „Intelligente Füller“ für den Heißeinbau – ein neues Kapitel in der Asphaltbauweise, Bitumen 1/2002 ,2/2002
- Damm,K: Labortechnische Untersuchungen zur Wirkungsweise des Asphaltverflüssigers BitPlus auf Bitumen und Asphalt, Teil I und II, asphaltlabor Arno J.Hinrichsen, 1998,
- Damm,K: Untersuchungen an 10 Jahre alten Verkehrsflächen im Stadtgebiet Hamburg, Gutachten No .9824. Asphaltlabor Arno J. Hinrichsen, 1998
- Damm,K: Begutachtung der Untersuchungsstrecke »Veddeler Damm«: Asphaltbinder 0/22 und Splittmastixasphalt 0/11S. GA 9807, 1997
- Damm, K: Labortechnische Untersuchungen an der Untersuchungsstrecke »Veddeler Damm«: Asphaltbinder 0/22 und Splittmastixasphalt 0/11S mit 4

- % Sasobit. GA 9829, 1998,
- Duriez, M., J. Arrambide: Nouveau traité de matériaux de construction, Bd III, 1961
- Krenkler, K: Bitumen, Teer , Asphalte, Peche, 7 ,1950
- Litzka, Strobel, Pass, Augustin : Österreichische Untersuchungen zur Bitumenprüfung nach SHRP, Bitumen 4 / 98
- Oberthür,U : Einfluß der Paraffinkonzentration und –struktur auf rheologische Eigenschaften von Bitumen, Dissertation TU Clausthal, 1998
- Rahimian, I.Sachs: Abschlußbericht des Forschungsvorhabens FE 07.169 G 95E der BAST: Ersatz des Paraffingehaltes als optimales Anforderungskriterium im Rahmen der europäischen Normung , 1998
- Rahimian, I.Sachs, T.Butz: Ersatz des Paraffingehaltes als optimales Anforderungskriterium an Bitumen, Bitumen 60, 1998
- Rahimian,I., T. Butz : Eignung von Bitumen mit Fischer-Tropsch-Zusatz als Bindemittel für den Strassenbau, Institut für Erdöl - und Erdgasforschung , TU Clausthal, Abschlußbericht 1998
-