

**XXIVe CONGRES MONDIAL DE LA ROUTE  
MEXICO 2011**

**AUTRICHE – RAPPORT NATIONAL**

**SÉANCE D'ORIENTATION STRATÉGIQUE TS D**

**GESTION DU PATRIMOINE ROUTIER  
DANS UN CONTEXTE  
DE DÉVELOPPEMENT DURABLE  
ET D'ADAPTATION  
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

PART A)

G. Eberl & M. Krmek  
ASFINAG, Vienne, Autriche  
gerhard.eberl@asfinag.at

PART B)

J. Steigenberger, S. Krispel, S. Marchtrenker, M. Peyerl  
l'Institut de la Recherche de l'Association Autrichienne de l'Industrie du Ciment, Vienne,  
Autriche  
office@voezfi.at

PART C)

M. Car  
Association autrichienne pour la recherche Route – Rail – Trafic, Vienne  
office@fsv.at

# **PART A) ASSURANCE QUALITE DU MATERIAU DE CONSTRUCTION RECYCLE DANS LES APPELS D'OFFRE – PROJET PILOTE POUR LA REUTILISATION DE L'ASPHALTE**

## **1. INTRODUCTION**

Les principes et objectifs de la Règlementation sur la Gestion des Déchets de 2002 se préoccupent entre autres de la réduction maximum des polluants aériens et des gaz à effet de serre et de la bonne gestion des ressources (matières premières, eau, énergie, paysage, surfaces, volumes des déchets) dans une optique de prévision et de développement durable.

ASFINAG a appliqué ces principes avec succès pendant une vingtaine d'années dans le domaine des chaussées bitumineuses, en réutilisant totalement le matériau de surface, ce qui représente aujourd'hui une demande standardisée dans les appels d'offres pour le réseau routier de l'entreprise. Le recyclage des asphaltes a cependant été jusqu'à maintenant limité à des applications ne correspondant pas aux spécifications originelles de haut niveau.

## **2. PROJET PILOT SUR LE RESEAU ROUTIER D'ASFINAG**

Pour se mettre au niveau des innovations les plus marquantes dans le domaine de la construction avec l'asphalte, et également pour estimer la réutilisation optimale des couches d'asphalte, un projet pilote a été mis en place sur l'intersection Graz-Ouest de la voie express Sud A2. Un autre objectif de ce projet pilote a été de rechercher l'influence que les quantités réutilisées ont pu avoir sur la production d'asphalte neuf, la couverture et les caractéristiques des couches asphaltées.

Selon les standards autrichiens correspondant (ÖNORM), la réutilisation d'asphalte dans le réseau routier d'ASFINAG est uniquement permis dans les types AC *trag* utilisant un bitume de construction routière.



Echangeur Graz Ouest

## 2.1. Préparation du projet

Puisque le matériel de recyclage devait être obtenu à partir de la surface bitumineuse existante, l'asphalte enlevé a été entre autres testé en laboratoire pour ses qualités de réutilisation. Seulement deux des cinq différentes couches bitumineuses testées se sont avérées convenir en ce qui concerne la roche et le bitume et pouvoir en conséquence être utilisées.

Les couches retenues, localisées avec soin, furent en conséquence découpées par beau temps selon les minéraux géothermiques et entreposées à couvert dans des usines de production d'asphalte pour se prémunir de toute influence négative du matériel de recyclage a posteriori sur la production d'asphalte.

## 2.2. Implémentation du projet

Pour comparer les propriétés de la chaussée bitumineuse dans le temps, trois sections avec différentes quantités d'asphalte usé ont été employées dans la couche de fondation. A la différence des spécifications courantes, l'asphalte usé a été intégré à un liant, celui-ci étant produit à l'aide d'un liant polymère modifié pour tester la faisabilité technique et mettre en cause les restrictions du standard existant.



Section 1:	AC 32 surface	20M-% asphalte recyclé
	AC 22 liant	15M-% asphalte recyclé
Section 2:	AC 32 surface	30M-% asphalte recyclé
	AC 22 liant	20M-% asphalte recyclé

La Section 3 a été testée comme section de référence avec un matériau de mélange équivalent, mais sans utiliser de l'asphalte.

Pour un contrat, les spécifications du mélange de matériau produit avec de l'asphalte réutilisé et des couches insérées ont été définies pour correspondre au matériau mélange standard, incluant l'habituelle garantie des 5 ans. Pour atteindre un résultat convaincant et rassurant, la quantité nominale et garantie d'asphalte usé a été fixée à plus ou moins 10%.

### 2.3. Résultat

Aucun problème n'a été soulevé, ni pendant la production, ni pendant l'intégration des couches fabriquées avec de l'asphalte usé. Toutes les phases de production se sont montrées semblables à celles expérimentées avec un matériau composite standard, avec pour seule différence une période de mélange prolongée pour le matériau composite.

## 3. RESUME ET PREVISIONNEL

Le résumé de l'implémentation du projet pilote permet de conclure que la production et l'insertion de l'asphalte usé selon les spécifications indiquées ne posent aucun problème. L'influence du matériau recyclé sur les propriétés de la surface sera encore étudiée dans les années à venir. Aucun problème ne devrait se présenter, si l'on se fie aux résultats des tests dans les pays limitrophes accessibles et des expériences acquises. Les stipulations et les standards ayant cours en Autriche (ÖNORM) devraient être modifiés selon ces tests sans délai. L'addition d'asphalte usé devrait être permis sous certaines conditions préalables et être autorisé dans les appels d'offres, et l'utilisation d'asphalte usé être déterminé comme technique de construction standard dans les appels d'offre pour les rénovations. L'objectif à long terme serait d'augmenter significativement la part d'asphalte usé grâce à l'utilisation de ce qu'on appelle des tambours parallèles dans les usines de mixage, entraînant par conséquent une amélioration supplémentaire dans l'efficacité économique des constructions bitumineuses.

## **PART B) LES REVETEMENTS EN BETON UNE METHODE DE CONSTRUCTION DURABLE POUR LE FUTUR**

### **1. RESUME**

Le revêtement en béton est une méthode de construction largement utilisée en Autriche et dans les pays voisins pour le réseau routier primaire (autoroutes, routes express) accueillant un trafic intense et/ou un pourcentage de poids lourds élevé, ainsi que pour des raisons de sécurité (tunnels de plus de 1000 m de long), nécessitant un revêtement en béton.

Cependant, le revêtement en béton de dernière génération offre une solution optimale: grande portabilité et résistance contre la déformation (pas d'abrasion), des intervalles de réhabilitation très espacés (moins de travaux routiers) et un besoin en entretien bas, une grande résistance au dérapage, peu de bruit (une surface agrégée sur la partie exposée), la clarté et les possibilités de recyclage.

Dans les espaces urbains, le revêtement en béton est aussi utilisé pour les parties peu fréquentées (voies de bus, intersections) et pour les ronds-points. D'autres propriétés viennent s'y ajouter: la sécurité en cas d'incendie, une excellente performance quant à la réduction de bruit à long terme (béton silencieux), la grande résistance au dérapage, la clarté et les possibilités de recyclage.

Pour des revêtements en béton bien dimensionnés et construits selon des spécifications modernes, un intervalle de rénovation de 40 ans est tout à fait réaliste. Le béton utilisé dans le futur sera une méthode de construction de plus en plus durable, grâce à ses qualités environnementales, écologiques et économiques.

La méthode de construction avec un revêtement en béton sera un succès si le revêtement est bien conçu et posé avec une grande exigence qualitative.

Ces dernières années, la recherche s'est concentrée sur les sujets suivants (parmi d'autres sujets comme la résistance au dérapage, au bruit, etc.) :

- augmentation de la sécurité des revêtements en béton – des revêtements clairs avec des agrégats sombres,
- le réchauffement des surfaces routières urbaines lors des canicules estivales,
- le recyclage des revêtements en Autriche – 20 ans d'expérience

### **2. AUGMENTATION DE LA SECURITE DES CHAUSSEES EN BETON - REVETEMENTS EN BETON CLAIRS AVEC DES AGREGATS SOMBRES**

La clarté des revêtements en béton est, à côté d'une multitude de facteurs, un avantage essentiel de cette méthode de construction sur les revêtements en asphalte, puisque les surfaces routières plus brillantes affectent positivement la sécurité des usages de la route. Des surfaces en béton claires fournissent surtout un atout sécuritaire en cas de pluie et dans l'ombre (spécialement dans les tunnels).

En outre, la différence entre la clarté des deux revêtements les plus communs – béton et asphalte – n'est pas intéressante que pour les utilisateurs de la route, mais également pour le grand public, puisque grâce à une utilisation des surfaces lumineuses, des coûts énergétiques peuvent être économisés et ainsi les dépenses publiques, puisque le financement de l'infrastructure vient le plus souvent d'un propriétaire ou d'un exploitant public.

L'effet positif des surfaces en béton claires a maintenant pu être obtenu même en utilisant des agrégats sombres en optimisant le mélange de béton et grâce à cela, une solution économique et positive pour tous les acteurs a pu être trouvée.

#### Augmentation de la sécurité

L'augmentation de la sécurité est l'un des avantages essentiels du revêtement en béton à la fois dans les tunnels et dans les espaces urbains et ruraux. Deux raisons majeures influent positivement sur l'utilisation du béton. À côté de l'augmentation de la sécurité incendie – qui joue en particulier sur la construction des tunnels, il s'agit de l'amélioration de la visibilité grâce au béton clair qui se répercute sur le sentiment subjectif de sécurité des utilisateurs de la route.

#### Clarté

La clarté des routes en béton affecte également positivement la sécurité des utilisateurs de la route. Pour obtenir une clarté agréable, le facteur majeur réside dans le fait d'utiliser des agrégats de matrices différentes pour chaque produit. Si des liants sombres, soit des bitumes, sont utilisés, la clarté du matériel de construction peut ne pas être influencée. Cependant, en utilisant un liant clair, donc du ciment, la clarté peut être influencée positivement.

#### Des revêtements en béton clairs avec des agrégats sombres

Des agrégats clairs assurent une clarté élevée depuis plus de 40 ans. Récemment, de plus en plus d'agrégats sombres ont été utilisés pour des revêtements en béton. L'Institut de Recherche de l'Industrie du Ciment Autrichien (VÖZFI) a mené une étude pour atteindre des résultats comparables avec des agrégats sombres. Si un revêtement en béton produit avec un agrégat clair est comparé à un revêtement en béton qui a été produit avec des agrégats sombres et du (II)oxyde titanique, il est évident qu'il est possible d'atteindre les qualités approuvées du revêtement en béton avec cette méthode de production alternative.

À l'instar d'autres secteurs de l'industrie de la construction, comme le plâtre, il est possible de créer différents degrés de clarté pour les revêtements en béton. Cela peut être utile pour les appels d'offres.

#### Avantages de ce type d'application

- Amélioration des aspects sécuritaires. En plus de l'extension (élargissement) de la distance de visibilité, surtout dans les tunnels, la sécurité subjective augmente (par exemple sur les passages piétons ou les voies piétonnes, la nuit).
- La résistance au dérapage demeure la même, ce qui n'est pas le cas si des revêtements sont appliqués par la suite. Un autre inconvénient de ce genre de revêtement est qu'il doit être régulièrement renouvelé.
- Le procédé et donc le processus de production est dans les deux cas relativement simple. Le (II) oxyde titanique est simplement ajouté au mix de béton.

- Un avantage important est le facteur coût. Des économies potentielles dérivent du fait que des espaces routiers qui doivent être illuminés ont été évalués (par exemple des tunnels ou des espaces urbains), et que les coûts d'éclairage peuvent alors être nettement abaissés.



**Illustration 1: Revêtements en béton clair devant des îlots de chaleur**

### **3. LE RECHAUFFEMENT DES SURFACES ROUTIERES URBAINES PENDANT LES CANICULES ESTIVALES**

*Références [1a, 1b]*

Le réchauffement climatique sur notre planète impacte plus particulièrement les espaces urbains, car les grandes villes développent ce qu'on appelle des îlots de chaleur urbains. La modification du climat d'une ville comparé au climat de sa campagne est basée sur des facteurs multiples comme la structure du bâti, l'effet canyon urbain, les émissions de chaleur des immeubles et les matériaux de construction utilisés. Pour étudier ce sujet, des recherches ont été menées à l'Institut de la Recherche de l'Association Autrichienne de l'Industrie du Ciment (VÖZFI), en vue de mesurer le comportement thermique des différents matériaux utilisés pour les chaussées. Ces tests ont clairement montré une différence notable de la température de surface entre le béton et l'asphalte. Pour analyser l'impact de la différence de la température de surface du béton et de l'asphalte sur le réchauffement des villes, une simulation d'une rue virtuelle en canyon a été menée en coopération avec M. le Professeur Kreč de l'Université technique de Vienne (TU Vienne). Ces simulations par ordinateur confirment les résultats mesurés et montrent que la température ressentie sur une partie d'une rue peut être nettement réduite grâce à l'utilisation d'un béton clair en tant que matériau de construction d'une route.

Les chaussées comprennent généralement environ 30 à 45 pourcents de la surface d'une ville et ont donc un impact majeur sur le développement d'îlots de chaleur urbains. Pour analyser jusqu'où les différentes surfaces des chaussées impactent le réchauffement des villes, des études ont été menées à l'Institut de la Recherche de l'Association Autrichienne de l'Industrie du Ciment (VÖZFI). Pour cette étude, trois différents blocs d'une dimension de 40 cm x 40 cm x 20 cm avec du béton normal, du béton blanc et de l'asphalte ont été

produits et placés sur le toit plat du VÖZFI. Avec des appareils de mesure de la température sur la surface et à différentes profondeurs de chacun des matériaux, ainsi que des appareils de mesure de la température de l'air, il a été possible d'enquêter sur le réchauffement des trois échantillons. Un jour d'été très chaud en juillet, vers 15h30 environ, le béton standard a atteint une température maximale de 42°C et le béton blanc environ 39°C. Au même moment, la température de l'asphalte atteignait les 48°C. Une différence de la température de surface de 6 degrés entre l'asphalte et le béton standard et même de 9 degrés entre l'asphalte et le béton blanc a donc pu être enregistrée.

Pour analyser cet impact mesuré de la différence des températures de surface des différents matériaux sur le réchauffement des villes, une simulation d'un canyon urbain a été réalisée en coopération avec M. le Professeur Kreč (Kreč, 2008). Comme donnée de base, un jour d'été standard avec une température d'environ 30°C a été utilisée. Le calcul a été conduit à Vienne pour les deux matériaux de surface différents, le béton et l'asphalte. Sur une surface large, une température maximum de 46,3°C pour l'asphalte et de 39,5°C pour le béton a été mesurée. Ces valeurs confirment les différences mesurées, soit 6 degrés pour la température de la surface.

Les températures élevées dans l'espace au-dessus d'une rue pendant les jours de grandes chaleurs entraînent non seulement une réduction du bien-être subjectif et de la productivité, mais augmentent aussi le taux de mortalité. Ce taux augmente en particulier pour les personnes âgées et fragilisées les jours de grandes chaleurs (Helbig et al. 1999). Il a donc été estimé jusqu'où la température de surface de la chaussée affecte la température ressentie au-dessus de la rue. Le résultat de cette simulation montre clairement que non seulement la température de surface, mais également la température ressentie au-dessus de la chaussée en béton est d'environ 1,5 degrés plus basse qu'au-dessus de la surface asphaltée. L'impact positif des chaussées en béton sur la température a un effet positif sur la santé de la population et mène à une réduction importante des besoins en énergies de refroidissement les jours estivaux très chauds.

La mesure des températures des échantillons a révélé que l'application de différents matériaux de construction clairs a un fort impact sur la température des éléments structurels. De plus, les simulations par ordinateur effectuées confirment les résultats mesurés et montrent que la température ressentie sur une partie d'une rue peut être nettement réduite grâce à l'utilisation d'un béton clair comme matériau de construction. L'utilisation de matériaux de construction avec un albédo plus élevé entraînerait non seulement des températures plus basses dans les espaces urbains, mais réduit également les besoins en énergie de refroidissement grâce à des températures environnementales plus basses.

#### **4. RECYCLAGE DES REVETEMENT EN AUTRICHE – 20 ANS D'EXPERIENCE**

Le réseau des autoroutes autrichiennes montre que grâce à une tradition bien établie et durable de construction des chaussées et de recyclage, l'Autriche est l'un des pays leader pour les techniques correspondantes en Europe. Grâce à des expériences à long terme et des activités de recherche, un important ensemble de règles et de standards pour le recyclage de matériaux liés hydrauliquement existe en Autriche (par exemple [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]).

Les résultats des activités dans ce domaine de recherche dans les années récentes sont listés ci-dessous.



Une avancée historique dans la construction des routes avec du béton en Autriche a eu lieu en 1989/1990. Au cours de la rénovation des anciennes autoroutes avec des chaussées en béton, le recyclage du béton a été employé pour la première fois. Avant l'application sur site de cette nouvelle technologie, des programmes de recherche longs et intensifs ont été nécessaires. La première application (du béton recyclé avec des granulés de taille supérieure à 4 mm a été réutilisé pour la couche inférieure de la nouvelle chaussée) a eu lieu à Salzbourg pour la première fois en Europe. Les expériences issues de ces travaux ont débouché sur une amélioration de cette technique et finalement dans de nouvelles régulations dans la construction routière.

Dans un rapport de recherche [17], différents apports d'asphalte dans le béton recyclé ont été testés et comparés avec les besoins des règlements nationaux. Selon cette recherche, le béton recyclé contenant moins de 40% d'asphalte est équivalent à des mixtures avec des agrégats naturels sous certaines conditions (adaptation du ratio eau/ciment et uniformité du processus de production). La connexion entre le contenu de l'asphalte et le ratio eau/ciment est mentionné: plus il y a d'asphalte dans l'agrégat recyclé, plus le ratio d'eau et de ciment est bas. Un exemple: en 1997, une section test sur l'autoroute A1 a été construite avec 35% d'asphalte dans un agrégat 4/32 et un ratio eau/ciment de 0,38. Il n'y a pas eu de problème pendant les travaux de construction et les pré-requis au niveau des standards et des spécifications ont été remplis.

Des tests très complets en laboratoire et sur une section de route test [16] sur le lot de chaussée « Salzburg Süd » de l'autoroute A10 « Tauernautobahn » a montré que 100% du béton ancien peut être réutilisé pour les nouvelles chaussées en béton (surtout dans les couches inférieures). Sa qualité est au moins aussi bonne que celle d'un agrégat naturel même si jusqu'à 20% de composants d'asphalte sont inclus dans le béton récupéré.

Des expériences conduites sur un autre site (autoroute A1 entre Thalgau et Mondsee) en 1991 montrent de meilleures valeurs pour le matériel recyclé avec une fraction de 4% d'asphalte dans les essais de résistance à la traction par flexion et à la compression que pour des agrégats naturels. La résistance à la traction par flexion est même meilleure avec des fractions de 19% et de 33% d'asphalte, mais la résistance à la compression est inférieure à celle avec des mixtures à agrégats naturels.

Un concept de recyclage typique pour des autoroutes en béton en Autriche se présente comme suit :

Le matériau broyé de la couche de base est divisé en grains de taille 0/4 (environ 30%) et 4/32 (environ 70%). Le matériau fin est utilisé pour améliorer la sous-couche non liée avec, en plus, un ciment stabilisateur.

Des grains d'une taille 4/32 sont réutilisés comme agrégats dans la nouvelle couche de base.

Ainsi l'amélioration du matériel non lié de la sous-couche avec, en plus, une stabilisation en ciment se trouve être l'application majeure là où des matériaux recyclés non liés sont utilisés pour de nouvelles couches.

La réutilisation du matériel précédemment hydrauliquement lié de la couche de base est agrégée pour la nouvelle couche de base si un matériau recyclé, précédemment lié est utilisé dans les nouvelles couches.

Des couches fines d'asphalte recyclé employés avec un matériau en béton sont permises tant qu'un certain pourcentage n'est pas dépassé.

Le recyclage d'un matériau précédemment hydrauliquement lié a été par exemple utilisé sur l'autoroute A1 « Westautobahn » entre St. Georgen et le pont en construction Wangauer Ache. De novembre 2004 à novembre 2006, 13,4 km de chaussée en béton ont été réutilisés avec des techniques de recyclage dans les nouvelles couches.

Un autre site de construction important et récent se trouve sur la A1, Haid – Sattledt intersection, où 112 km de couche de base hydrauliquement liée ont été réutilisés dans la nouvelle construction avec du béton.

En Autriche, des taxes sur les déchets et leur évacuation influent sur et maintiennent l'attractivité économique des matériaux de construction recyclés, grâce à des économies de coûts. Il y a une série de réglementations et directives pour l'utilisation des matériaux recyclés dans les nouvelles constructions, même si le nombre et la complexité de ces régulations portent à confusion.

L'excellente performance des chaussées en béton utilisées sur des routes supportant un trafic important, comme les autoroutes et routes express, a mené dans le passé à un important pourcentage d'emploi de la technologie des revêtements en béton sur le réseau routier autrichien. De là est né le besoin de recycler les routes en béton lors de leur réhabilitation.

Ainsi l'Autriche a été l'un des pays leader en Europe où l'utilisation de béton recyclé dans les nouvelles couches des constructions routières a été favorisée. Le pourcentage remarquable de constructions en béton dans le réseau routier de haute performance permet une application des résultats des recherches sur les nombreux sites de construction et ainsi, la technique a pu être améliorée dans les décades passées. Aujourd'hui l'utilisation de béton recyclé dans les nouvelles couches fait partie du savoir faire innovante en Autriche et la technique est utilisée sur les sites de construction les plus importants ces dernières années. La bonne expérience autrichienne devrait mener à de nouvelles recherches et à une diffusion de la technique vers d'autres pays.

## 5. REFERENCES

- [1a] HELBIG, Alfred; BAUMÜLLER, Jürgen; KERSCHGENS, Michael J. (1999) „Stadtklima und Luftreinhaltung“. 2. Aufl. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York
- [1b] KREČ, Klaus (2008) “Sommerliche Temperaturen von Straßenoberflächen in Abhängigkeit vom Straßenbelag“. Forschungsprojekt
- [2] Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002)
- [3] Altlastensanierungsgesetz
- [4] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Nachweispflicht von Abfällen (Abfallnachweisverordnung 2003)
- [5] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung)
- [6] Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien (Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien)
- [7] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008)

- [8] Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festsetzung von gefährlichen Abfällen und Problemstoffen (Festsetzungsverordnung gefährliche Abfälle)
- [9] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über mobile Anlagen zur Vermeidung von Abfällen (Mobile Anlagen zur Behandlung von Abfällen)
- [10] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV): RVS 08.17.01 – Oberbauarbeiten (ohne Deckenarbeiten) – Tragschichten – Mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten – Technische Vertragsbestimmungen, Ausgabe 2002 mit Änderungen Stand 2008 11/26
- [11] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV): RVS 8S.05.13 Merkblatt zu RVS 08.17.01 – Oberbauarbeiten (ohne Deckenarbeiten) – Tragschichten – Mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten – Technische Vertragsbestimmungen, Ausgabe 2002 mit Änderungen Stand 2008 11/26
- [12] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV): RVS 08.17.02 – Betondecken - Technische Vertragsbestimmungen, Ausgabe 1. März 2007
- [13] Österreichischer Baustoff-Recycling Verband, Österreichischer Güteschutzverband Recycling Baustoffe: Die Richtlinie für Recycling Baustoffe - Herstellung von Recycling-Baustoffen aus mineralischen Baurestmassen, 2009, Gesamtausgabe: 8. Auflage
- [14] Österreichischer Baustoff-Recycling Verband, Österreichischer Güteschutzverband Recycling Baustoffe: Richtlinie für die mobile Aufbereitung von mineralischen Baurestmassen und Bodenaushubmaterial, 2008, 1. Auflage
- [15] Österreichischer Baustoff-Recycling Verband: Verwertungsorientierter Rückbau – Ein Leitfaden für Bauherren und Ausführende
- [16] Sommer, H.: Wiederverwendung von Altbeton für neue Betonfahrbahndecken – Reuse of Old Concrete for New Concrete Road Pavements, Straßenforschung Heft 403, 1992
- [17] Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten - Straßenforschung Heft 476: Sommer H., Bohrn J.: Beton mit Asphalt als Zuschlag, Wien 1998
- [18] EN 933-11 – Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 11: Einteilung der Bestandteile von recyceltem Grobkorn, Entwurf, Ausgabe 2008-11-15
- [19] ÖNORM B 3132 – Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13242, Ausgabe 2009-10-15
- [20] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV): RVS 03.08.63 – Oberbaubemessung – Straßenplanung – Bautechnische Details, Ausgabe 1. April 2008
- [21] ÖNORM B 3100 – Beurteilung der Alkali-Kieselsäure-Reaktivität im Beton (Assessment of alkali silica reactivity in concrete), Ausgabe 2008-08-01
- [22] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie – Straßenforschung Heft 580: Alkali-Aggregate Reaction (AAR) (Mechanism, test methods and possibilities of prevention; Long-term experience of concrete pavements; Recycled Aggregates – Assessment of a possible harmful Alkali-Silica reactivity), Wien 2008
- [23] ÖNORM B 4710-1 – Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton (Concrete – Part 1: Specification, production, use and verification of conformity – Rules for the implementation of ÖNORM EN 206-1 for normal and heavy concrete), 2007

## **PART C) UN MATERIAU DE RECYCLAGE DE QUALITE ASSUREE LE GRANULE D'ASPHALTE – UNE UTILISATION EN CONFORMITE EN POUR LES TRAVAUX ROUTIERS**

### **1. RÉSUMÉ**

L'asphalte est utilisé depuis des décennies comme matériau de construction recyclé. Les spécifications nécessaires pour l'utiliser dans les fondations des routes (directives et réglementations sur la construction des routes) dérivent des réglementations des matériaux, pour lesquels les qualités techniques et environnementales ont été définies pour l'ensemble du territoire autrichien. Dans la réglementation "Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehrsinfrastruktur" (description des performances nécessaires dans l'infrastructure du transport), qui doit selon les dispositions légales du donneur d'ordre public être appliquée, elle s'applique comme standard. Le matériau doit être conforme aux standards européens pour pouvoir être employé dans la construction des routes. L'objectif déterminé par la directive sur les déchets (70% de matériaux recyclés dans la construction en 2020) est dès à présent atteint en Autriche par presque tous les matériaux recyclés; la quantité d'asphalte recyclé peut cependant être considérée comme importante avec un taux de 95%. Grâce à son utilisation dans la construction des routes, les granulés d'asphalte recyclés, aux qualités contrôlées, perdent leur qualité de déchet et deviennent un produit.

L'Autriche recycle l'asphalte depuis des dizaines d'années. Depuis 1991, les spécifications techniques pour tous les matériaux recyclés ont été définies par des standards, actuellement publiés dans leur 8e version (annotée) pour répondre aux exigences nationales et européennes.

### **2. QUALITE TECHNIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET L'ENVIRONNEMENT**

Les matériaux utilisables dans des chaussées en Autriche sont déterminés par les exigences réglementaires répertoriées dans l'EN 13242. Ce standard fournit les éléments nécessaires aux besoins environnementaux sur une base nationale. Cela est réalisé en Autriche grâce à la définition des paramètres des valeurs limites respectives, en coordination avec le ministère de l'Agriculture, des forêts, de l'environnement et de la gestion des eaux et publié dans un Guide des matériaux de recyclage pour la construction. L'adhésion à ces règlements est obligatoire selon un décret, sur tout le territoire national.

Les matériaux pour la construction des routes se classent en cinq catégories graduées. Les grades S et I concernent les matériaux recyclés résistant au gel pour les couches de base supérieures et inférieures (en accord avec les directives et stipulations pour les constructions routières – RVS 08.15.01), offrant ainsi une résistance accrue à l'écrasement, et utilisés également pour des couches de base liées hydrauliquement et bitumineuses. Le grade II permet une utilisation immédiate du matériel de construction résistant au gel pour des couches de base non liées ou liées hydrauliquement. Les autres grades sont destinés à des applications technologiquement moins exigeantes (ex : surfaces de parking, remblais).

La compatibilité avec l'environnement se détermine sans tenir compte de ces grades et se classe en trois catégories qualitatives. La catégorie A+ peut être utilisée dans des espaces sensibles ou peu sensibles hydrauliquement dans des couches liées ou non liées. Les catégories qualitatives A et B concernent des espaces d'application semblables, les régions sensibles hydrauliquement nécessitant des mesures additionnelles (ex : couche de couverture ou emploi d'une liaison).

### 3. QUANTITES UTILISEES

Selon le plan national de gestion des déchets 2006, plus de 73% des déchets minéraux des constructions est réemployé. Un fort pourcentage concerne l'asphalte, qui peut être recyclé régionalement jusqu'à 100%. En 2009, 779 956 tonnes d'asphalte ont été traitées par des broyeurs (fixes ou mobiles) et destinées à être réutilisées. Les granulés d'asphalte recyclés forment ainsi 16% des matériaux de construction minéraux recyclables. Avec un tel degré de recyclage et d'autres méthodes de fabrication d'asphalte (ex.: découpages), la probabilité d'augmenter le taux de recyclage dans les années à venir est faible.

#### 3.1. Modes de construction spécifiques avec des granulés d'asphalte en Autriche

La directive RVS 03.08.63 spécifie que la quantité d'asphalte recyclée pour la couche supérieure ne doit pas dépasser 5 M-%, même si un pourcentage plus important est admis pour les classes de soutien II à VI.

Dans les couches inférieures non liées (couches de protection contre le gel), l'utilisation d'agrégats recyclés comportant une part de granulats d'asphalte recyclés est autorisée jusqu'à 50 M-%.

Dans les couches cimentées stabilisées, tout matériau recyclé est généralement autorisé. L'utilisation de 100% d'asphalte recyclé est explicitement limitée aux grades III à VI pour les couches supérieures non liées.

#### 3.2. Définitions de granulés d'asphalte recyclés

Dans le sens de l'EN 13424, quatre types de qualités sont nationalement définies pour l'emploi de granulés d'asphalte recyclés dans la construction :

Tableau : Catégories pour les composants  $\geq 4$  mm de granulés d'asphalte selon ÖNORM (standard autrichien) EN 13242

Kategorien für die Bestandteile von groben recycelten Gesteinskörnungen gemäß ÖNORM EN 13242							
	<i>Rc</i>	<i>Rc+Ru+Rg</i>	<i>Rb</i>	<i>Ra</i>	<i>Rg</i>	<i>X</i>	<i>FL</i>
RA I	<i>Rc</i> <sub>NR</sub>	<i>Rcug</i> <sub>NR</sub>	<i>Rb</i> <sub>NR</sub>	<i>Ra</i> <sub>95</sub>	<i>Rg</i> <sub>2-</sub> *	<i>X</i> <sub>1-</sub> *	<i>FL</i> <sub>2-</sub> *
RA II	<i>Rc</i> <sub>NR</sub>	<i>Rcug</i> <sub>NR</sub>	<i>Rb</i> <sub>10-</sub>	<i>Ra</i> <sub>80</sub>			
RA III	<i>Rc</i> <sub>NR</sub>	<i>Rcug</i> <sub>NR</sub>	<i>Rb</i> <sub>10-</sub>	<i>Ra</i> <sub>80</sub>			
RA IV	<i>Rc</i> <sub>NR</sub>	<i>Rcug</i> <sub>NR</sub>	<i>Rb</i> <sub>NR</sub>	<i>Ra</i> <sub>80</sub>			

\* s'applique à toutes les catégories: *Rg*<sub>2-</sub>, *X*<sub>1-</sub> et *FL*<sub>2-</sub>, sachant que *Rg* + *X* est défini avec un maximum de 2 % de la masse

À côté de l'emploi seul d'asphalte pur comme granulé, des granulés de béton (granulés de béton recyclés) peuvent être combinés lors de l'emploi. Dans ce cas, la quantité d'asphalte doit se monter à au moins 30%, pour les qualités de type I même 40%, la part de béton devant alors constituer au moins 50%.

### 3.3. Compatibilité avec l'environnement

Le classement environnemental suivant s'applique aux matériaux de construction recyclés en général, et donc en particulier à l'asphalte recyclé :

Tableau : Classement environnemental des matériaux de construction recyclés

Parameter	Einheit	gemäß	Qualitäts- klasse A+	Qualitäts- klasse A	Qualitäts- klasse B
<b>Eluat</b> (ist gemäß ÖNORM EN 12457-4 herzustellen)					
pH-Wert	–	ISO 10523	7,5–12,5	7,5–12,5	7,5–12,5
Elektr. Leitf.	mS/m	ÖNORM EN 27888	150	150	150
Chrom <sub>gesamt</sub>	mg/kg TS	ÖNORM EN ISO 11885	0,3	0,5	1
Kupfer	mg/kg TS	ÖNORM EN ISO 11885	0,5	1	2
Ammonium-N	mg/kg TS	ÖNORM ISO 7150-1	1	4	8
Nitrit-N	mg/kg TS	ÖNORM EN 26777	0,5	1	2
Sulfat-SO <sub>4</sub>	mg/kg TS	ÖNORM EN ISO 10304-1	1.500	2.500	6.000
KW-Index	mg/kg TS	ÖNORM EN 9377-2	1	3	5
<b>Gesamtgehalt</b>					
∑ 16 PAK gem. EPA	mg/kg TS	ÖNORM L 1200 nach Trocknung der Probe bei 30 °C	4	12	20

Utilisation et mode d'emploi technique de granulés d'asphalte recyclés

Pour l'asphalte et selon les dispositions réglementaires, les domaines d'application pour les matériaux de construction sont les suivants :

Tableau : Utilisation et mode d'emploi technique de granulés d'asphalte recyclés

Baustoff				RA				
Güteklasse				I	II	III	IV	
Anwendung	Zuschlagstoff	Beton	bis C12/15, ohne bes. Eigenschaften	ÖN B 4710-1	(✓)	(✓)		
		Beton	ab C12/15	ÖN B 4710-1				
	Tragschicht	Asphalt		ÖN B 3580-1	+	(✓)	(✓)	
		obere	zementgebunden	RVS 08.17.01	(✓)	(✓)	(✓)	
			ungebunden	RVS 08.15.01	(✓) <sup>1)</sup>	(✓) <sup>3)</sup>		
	untere	Tragschicht		RVS 08.15.01	(✓) <sup>3)</sup>	(✓) <sup>2)3)</sup>		
Schüttung	Schüttmaterial/ Künettenfüllmaterial		RVS 08.03.01	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	

✓ = geeignet

(✓) = Eignung ist nachzuweisen

+ = für den Eignungsnachweis sind zusätzliche Prüfungen entsprechend den anwendungsspezifischen

Regelwerken (ÖNORM, RVS, ...) erforderlich

1) gemäß RVS 08.15.02

2) gemäß RVS 08.97.04

3) max. 50 % Asphaltanteil

#### 4. REFERENCES

- Richtlinie für Recycling-Baustoffe, 8. Auflage, Österreichischer Baustoff-Recycling Verband, Wien, 2009 (Directives pour les matériaux de construction recyclés, 8e édition, Union autrichienne des matériaux de construction recyclés, Vienne, 2009)
- Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS), Österr. Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Wien (Directives et réglementations pour la construction routière (RVS), Association autrichienne pour la recherche Route – Rail – Trafic, Vienne)
- Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC, 2008 (Directive pour la gestion des déchets, 2008/98/EC, 2008)
- Bundesabfallwirtschaftsplan 2006, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2006 (Plan fédéral pour la gestion des déchets 2006, ministère fédéral pour l'Agriculture, les forêts, l'environnement et la gestion des eaux, Vienne, 2006)