

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation (UVEK)
Bundesamt für Strassen (ASTRA)**

Zusammenfassung

Erarbeiten von Grundlagen zur Festlegung von Anforderungskennwerten für den Gyratorversuch

**Bases et données pour l'établissement des valeurs caractéristiques requises
pour l'essai de presse à cisaillement giratoire**

**Achieving basis knowledge for determination of requires characteristic values
for Gyratory compactor**

Consultest AG, Ohringen

M. Kronig, dipl. Ing. ETH

**Forschungsauftrag VSS 1999/123 (15/99) auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Dezember 2004

Zusammenfassung

Der Gyratorversuch dient zur Optimierung der Mischgutzusammensetzung im Rahmen von Eignungsprüfungen unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung und des Klimas (Lufttemperaturen). Bei dieser auf volumetrische Kennwerte basierenden Entwurfsmethode steht an erster Stelle die Beurteilung des Widerstandes gegenüber bleibender Verformung. In letzter Vergangenheit hielt der Gyratorversuch auch Einzug in die Schweizerische Normierung und in die objektbezogenen Qualitätssicherungskonzepte für den Nationalstrassenbau. Als Anforderungskennwerte wurden teilweise die Anforderungen nach SHRP (Strategic Highway Research Programm) übernommen.

Ziel der Forschungsarbeit besteht darin, Grundlagen zur Festlegung von Anforderungskennwerten zu erarbeiten. Dabei sollen die Anforderungen nach SHRP mit den bestehenden Normanforderungen, insbesondere mit den volumetrischen Marshallkennwerten verglichen und hinterfragt werden.

Das Vorgehen wurde praxisbezogen auf die aktuelle Mischgutproduktion in der Schweiz abgestimmt, indem im Rahmen der Qualitätssicherung bei aktuellen Sanierungsvorhaben in den Jahren 1999 bis 2002 zu den üblichen Marshallprüfungen der Gyratorversuch durchgeführt wurde. Dieses Vorgehen ermöglicht eine Berücksichtigung der Erfahrung mit den bestehenden Kennwerten und die Einbettung der festzulegenden Gyratorkennwerte in das bestehende Anforderungsprofil. Die Erfassung konzentriert sich auf den Mischguttyp H von Tragschichten (HMT 22 H und HMT 32 H) mit den Bindemitteln Bitumen 50/70 und mit harten Spezialbindemitteln. Als Hauptparameter wurden der Hohlraum Marshall, der Hohlraum Gyrator bei $N_{des}=126$ erfasst und gegenübergestellt. Als Nebenparameter wurden im Weiteren die Korngrößenverteilung, die Eigenschaften des rückgewonnenen Bindemittels, sowie die ergänzenden Marshall- und Gyratorwerte erfasst und tabellarisch dargestellt.

Im direkten Vergleich der bestehenden Normanforderungen für die volumetrischen Marshallkennwerte mit den Gyratorkennwerten wird klar, dass die Anforderung nach SHRP nicht mit dem bestehenden Anforderungsprofil nach Marshall gleichgesetzt werden kann. Die Gyratorverdichtung führt im Vergleich zu der Marshallverdichtung zu tieferen Hohlraumgehalten, d.h. zu dichteren Mischungen. Dies bedeutet, dass bei einer Asphaltbemessung nach SHRP ein im Vergleich zu den Richtwertbereichen der bestehenden Schweizer Norm und somit gegenüber der heutigen Praxis und dem Erfahrungsstand tieferer Bindemittelgehalt, eventuell kombiniert mit einem tiefen Filler und Sandanteil (tieferer Anteil an bituminösem Mörtel) sowie Erhöhung des Grobkornanteils (Stützkorngerüst) resultiert. Die nach dieser Methode optimierte Mischgutzusammensetzung weist eine Maximierung der Verformungsbeständigkeit auf, dies jedoch erfahrungsgemäss auf Kosten der Ermüdungsfestigkeit und der Kälteeigenschaften, was sich insgesamt negativ auf die Dauerhaftigkeit auswirkt.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse des Vergleichs der Anforderungen nach SHRP für den Gyratorversuch mit den bestehenden Normanforderungen an die volumetrischen Marshallkennwerten resultiert somit die Aussage, dass eine uneingeschränkte Anwendung der Gyratoranforderungen nach SHRP auf das nach Schweizerischen Normen und Erfahrungen konzipierte Mischgut nicht durchgeführt werden kann. Das Anforderungsprofil an die Gyratorkennwerte nach SHRP kann nicht mit dem bestehenden Normenanforderungsprofil gleichgesetzt werden. Wird der Gyratorversuch eingesetzt, bedeutet dies, dass die Normanforderungen angepasst werden müssen.

Im Weiteren wird vorgeschlagen, den Einsatzbereich des Gyratorversuchs auf die Durchführung von Eignungsprüfungen für die Konzeption spezieller Asphaltmischungen mit hohen Anforderungen an die Standfestigkeit zu beschränken und nicht auf die Durchführung von Kontrollprüfungen im Rahmen der Qualitätssicherung auszuweiten. Wird die Gyratorprüfung im Rahmen von einer Eignungsprüfung eingesetzt ist konsequent die Umdrehungszahl auf die tatsächliche Verkehrsbeanspruchung abzustimmen. Ein entsprechender Vorschlag in Abhängigkeit der Verkehrslastklasse wurde ausgearbeitet.

Résumé

L'essai de presse à cisaillement giratoire sert à optimiser la composition d'un enrobé dans le cadre d'étude de formulation en prenant considération le débit de circulation ainsi que les situations climatiques (températures). Cet essai basé sur des valeurs volumétriques sert à priori à l'appréciation de la susceptibilité à l'orniérage. Dans un passé récent l'essai giratoire a fait son entrée dans les normes SN et dans les concepts de qualités utilisés dans la construction des routes nationales. Les exigences SHRP (Strategic Highway Research Program) ont été partiellement reprises comme valeurs d'exigences.

Le but de ces travaux de recherches consiste à poser les bases pour la fixation de valeurs d'exigences. A cette occasion, les exigences SHRP ainsi que celles des normes SN en vigueur, en particulier les valeurs volumétriques Marshall, se doivent d'être comparées et remises en question.

Ce procédé a été mis en conformité avec la production actuelle d'enrobés bitumineuse en Suisse. Dans le cadre de concepts de qualité utilisés pour des mesures de restauration entre les années 1999 et 2002, l'essai giratoire a été réalisé en même temps que les essais Marshall conventionnels. Ce procédé rend possible la prise en considération de l'expérience acquise avec les valeurs Marshall existantes et de mettre les valeurs giratoires dans le catalogue d'exigences actuellement définies.

Le recensement de ces données se concentre sur un enrobé de type H pour couche de support (HMT 22 H et HMT 32 H) avec un liant bitumineux 50/70 et des liants durs spéciaux.

A titre de paramètre principal, la teneur en vides Marshall et la teneur en vides giratoire avec une valeur $N_{des} = 126$ ont été recensées et comparées. Comme paramètre secondaire, la granulométrie, les valeurs de qualité du liant récupéré ainsi que les valeurs complémentaires des essais Marshall et giratoire ont été aussi recensées et sont représentées sous forme de tableau.

Une comparaison entre les exigences actuelles définies dans les normes SN concernant les valeurs Marshall avec les valeurs giratoires montre que les exigences SHRP ne peuvent pas être directement comparées avec les exigences Marshall actuelles. Le compactage giratoire en comparaison au compactage Marshall met en valeur des teneurs en vides plus basses, c'est à dire des mélanges plus denses. Si l'on compare les résultats d'essai avec la méthode SHRP et les valeurs indicatives des normes SN valables à ce jour ainsi que la pratique et l'expérience actuelle, il en résulte une teneur en liant et une fraction en sable plus faible (quantité plus basse en mortier bitumineux) de même qu'une augmentation de la fraction en pierres concassées (squelette granulaire). Par ce procédé, l'optimisation de la composition d'enrobé démontre une augmentation tangible de la résistance à la déformation, selon la pratique au prix de la résistance à la fatigue et des qualités à la résistance au gel, ce qui a pour effet d'influer négativement la durée de vie de l'enrobé.

D'après les résultats comparant les exigences SHRP pour l'essai au cisaillement giratoire et des exigences des normes SN en vigueur actuellement pour les résultats volumétriques Marshall, on peut affirmer que l'application complète et sans réserve des exigences giratoires selon SHRP pour les enrobés fabriqués et conçus selon les normes SN et l'expérience acquise à ce jour, n'est pas possible. Le catalogue d'exigences concernant les valeurs giratoires et celui des normes SN ne peuvent pas être mis sur le même plan. Il est donc proposé que l'application de l'essai au cisaillement giratoire pour la réalisation d'études de formulation de mélanges d'enrobés bitumineux de qualité supérieure soit limitée aux essais de résistance à la déformation et ne doit pas être pris en compte pour les mesures de contrôle dans le cadre de l'assurance de qualité. Si cet essai est utilisé pour une étude de formulation, il est judicieux de définir le nombre de tours adéquat en fonction de la sollicitation due au trafic prévu. Une proposition correspondante, tributaire aux classes de trafic a été élaborée.

Summary

The Gyratory test serves for the optimization of the mix composition in the frame of ability tests taking into account the traffic load and the climate (air temperatures).

At this draft method basing on volumetric identity values, the judgement of the resistance against remaining distortion stands first. In the last past the Gyratory test was also included into the Swiss standardisation and in the object-related quality assurance concepts for national road construction. As requirement identity values the requirements according to SHRP (Strategic Highway Research program) were partially taken over.

The purpose of the research project consists in compiling bases to the definition of requirement identity values. The SHRP requirements should be compared with the existing norm requirements, in particular with the volumetric Marshall Identity values.

The action was co-ordinated practically to the topical mixing property production in Switzerland: within the scope of the quality assurance with topical renovation plans from the year 1999 to 2002 to the usual Marshall test the Gyratory test was also carried out.

This procedure allows a consideration of the experience with the existing identity values and the imbedding of the Gyratory identity values in the existing requirement profile. The registration concentrates upon the mixing property type H of base layers (HMT 22 H and HMT 32 H) with the binding agents' bitumen 50/70 and with hard special binding agents. As main parameters the air voids content of Marshall and the hollow cavity Gyratory at $N_{des}=126$ were registered and confronted. Other parameters like the grain dimensions distribution, the qualities of the recovered binding agent, as well as the complementary Marshall and Gyratory values have been grasped and shown in tabular form.

In the direct comparison of the existing norm requirements for the volumetric Marshall identity values with the Gyratory identity values becomes clear that the requirement according to SHRP cannot be equated with the existing requirement profile after Marshall. The Gyratory compression leads in comparison with the Marshall compression to lower held for hollow cavity, i.e. to denser mixtures. This signifies, that with an asphalt calculation to SHRP one in comparison with the approximate value areas of the existing Swiss norm and therefore compared with the today's practise and the state of experience deeper binding agent salary, perhaps, combined with a low Filler and sand portion (lower portion of bituminous mortar) as well as rise of the coarse grain portion. The mixing property composition optimized after this method shows a maximization of the distortion permanence, this, nevertheless, according to experience at the expenses of the fatigue strength and the cold qualities what affects all together negatively on the durability.

On account of the present results of the comparison of the requirements to SHRP for the Gyratory test with the existing norm requirements for the volumetric Marshall identity values results therefore the statement that an unlimited application of the Gyratory requirements to SHRP on mix which is which is conceived to Swiss norms and experiences cannot be conducted. The requirement profile to the Gyratory identity values to SHRP cannot be equated with the existing norm requirement profile. If the Gyratory test is used, the norm requirements must be adapted.

Subsequently it is suggested to limit the application of the Gyratory test to the conduction of ability tests for the conception of special asphalt mixtures with high requirements for the state firmness and not expand it to examinations within the scope of quality assurance.

If the Gyratory test is used within the scope of an ability check, the rotation number must be consequently adapted to the actual traffic demand. A suitable suggestion in dependence of the traffic load class was worked out.