

Beurteilung der asphalttechnologischen Kenngrößen von Gyratorprobekörpern im Hinblick auf die Anforderungen der ZTV Asphalt-StB und der ZTVT-StB

FA 7.181

Forschungsstelle: Technische Universität München, Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung (Prof. Dr.-Ing. P. Schießl)

Bearbeiter: Wörner, T. / Wallner, B. / Schwingenschlögl, A.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Januar 2003

1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Der Gyrator ist neben dem Marshall-Verdichtungsgerät und dem Vibrationsverdichter in der europäischen Normung als Gerät zur Herstellung von Laborprobekörpern aus Asphalt und zur Ermittlung der Verdichtbarkeit von Asphaltmischgut vorgesehen. Die Bewertung der in Deutschland eingesetzten Asphalte sowohl vor als auch nach der Bauleistung wird bisher mit asphalttechnologischen Kennwerten auf Basis des Marshall-Verdichtungsverfahrens vorgenommen. Erfahrungen mit der Gyrator-Verdichtung liegen nur aus älteren Forschungsarbeiten vor, bei denen ein Gerät verwendet wurde, dessen Grundprinzip sich von den heute verwendeten unterscheidet. In anderen europäischen Ländern, vor allem in Frankreich, und auch in Nordamerika ist der Gyrator das Standardgerät zur Herstellung von Probekörpern im Rahmen der Asphaltkonzeption und der Qualitätssicherung im Straßenbau.

In Fachkreisen ist umstritten, welches Laborverdichtungsverfahren Probekörper liefert, die der Praxisverdichtung entsprechen. In Deutschland wird auf Grund von Forschungsergebnissen zurzeit davon ausgegangen, dass der Walzensegmentverdichter ein der Praxisverdichtung vergleichbares Ergebnis erzielt. Die damit hergestellten Probeplatten eignen sich wegen der erforderlichen Probemenge allerdings nur bedingt für die volumetrische Betrachtung in der Asphaltkonzeption und werden vorzugsweise für performance-orientierte Versuche wie den Spurbildungstest verwendet. Im Vergleich dazu eignen sich Probekörper, die mit dem Marshall-Verdichtungsgerät oder dem Gyrator hergestellt werden, gut für volumetrische Betrachtungen.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit waren folgende Fragestellungen zu bearbeiten:

- basierend auf dem Entwurf der europäischen Prüfnorm sind mit dem Gyrator-Verdichtungsverfahren grundlegende Erfahrungen zu sammeln,
- Geräteeinstellungen sowie Verdichtungsparameter sind zu überprüfen,
- durch einen Vergleich mit dem Marshall-Verdichtungsverfahren ist zu überprüfen, ob mit auf der Grundlage des Gyrator-Verdichtungsverfahrens ermittelten Kennwerten vergleichbare Bewertungen der in Deutschland eingesetzten Asphalte möglich sind,
- es ist zu prüfen, ob der Gyrator im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen eingesetzt werden kann.

2. Untersuchungsmethodik und Untersuchungsergebnisse

Zunächst wurde die Literatur zum Thema Gyrator gesichtet, der aktuelle Stand der europäischen Normung bzgl. Asphaltverdichtung mit dem Gyrator dargestellt, die Funktionsweise des Gyrators skizziert und die Auswertesystematik der Untersuchungen erarbeitet.

Für die Untersuchungen wurden neun Mischgutvarianten, die ein möglichst breites Spektrum der in den ZTV aufgeführten Asphaltarten und -arten abdecken, ausgewählt (Tabelle 1).

Tab. 1: Untersuchte Mischgutvarianten und verwendete Bindemittel

Art	Sorte	Bindemittel
Asphaltbeton	0/8	Bitumen 70/100
	0/11	Bitumen 70/100
	0/11 S	Bitumen 50/70
Asphaltbinder	0/16 S	PmB 45A
	0/22 S	PmB 45A
Asphalttragschicht	0/32 C	Bitumen 50/70
	0/32 CS	Bitumen 50/70
Splittmastixasphalt	0/8 S	Bitumen 50/70
	0/11 S	PmB 45A

2.1 Marshall-Programm

Es wurden Eignungsprüfungen für die neun Mischgutvarianten durchgeführt und die Verdichtbarkeit der Mischgutvarianten ermittelt.

An allen Marshallprobekörpern wurden die Raumdichten sowohl durch Tauchwägung als auch durch Ausmessen bestimmt und die Hohlraumgehalte berechnet. Aus Regressionsanalysen zeigten sich lineare Abhängigkeiten der nach Tauchwägung ermittelten Hohlraumgehalte mit einem mittleren Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,93$.

Sowohl bei der Herstellung von Marshallprobekörpern im Rahmen der Eignungsprüfung (2 x 50 Schläge) als auch in zusätzlichen Serien mit 2 x 100 Schlägen wurde die Höhenabnahme aufgezeichnet und der Verdichtungswiderstand in Form von $D_{2 \times 50}$ - bzw. D-Werten berechnet. (Mit den D-Werten lassen sich die untersuchten Mischgutvarianten hinsichtlich Verdichtbarkeit besser unterscheiden als mit den $D_{2 \times 50}$ -Werten.) Grundsätzlich können alle untersuchten Gemische hinsichtlich Verdichtbarkeit als praxisrelevant bezeichnet werden.

2.2 Gyrator-Programm

Das Gyrator-Untersuchungsprogramm wurde in zwei Phasen aufgeteilt:

- Phase I: Untersuchungen an Labormischgut der neun Asphaltvarianten, Vergleiche mit dem Marshall-Verfahren und Überprüfung der Plausibilität der Auswertesystematik,
- Phase II: Praxisanbindung mit großtechnisch hergestelltem Mischgut (160 Praxisgemische).

2.2.1 Phase I: Gyrator-Masterprogramm

Im Gyrator-Masterprogramm wurden Probekörper mit Labor-mischgut aus allen neun Asphaltvarianten mit 400 Umdrehungen hergestellt. Dabei erfolgte eine kontinuierliche Aufzeichnung der Probekörperhöhen, die in normierte Höhen-Masterkurven, Raumdichte-Masterkurven und Hohlraumgehalt-Masterkurven überführt wurden.

Anhand der Hohlraumgehalt-Masterkurven ließen sich die Gemische in zwei Gruppen (A und B) aufteilen. – In der Gruppe A zeigen die Asphalte ab einer bestimmten Umdrehungszahl einen nahezu waagrecht asymptotischen Kurvenverlauf. Die Hohlraumgehalte dieser Gemische nähern sich unabhängig vom Bindemittelgehalt mit zunehmender Umdrehungszahl dem minimalen Gehalt (Endhohlraumgehalt) der Mischgutvariante an. In der Gruppe B laufen auch nach hohen Umdrehungszahlen die Kurven noch nicht parallel zur waagerechten Asymptote, die Gemische weisen innerhalb einer Variante noch unterschiedliche Hohlräume auf, der Endhohlraumgehalt wird auch nach 400 Umdrehungen nicht erreicht.

Aus den Vergleichen mit dem im Marshall-Verfahren festgestellten linearen Zusammenhang zwischen Tauchwägung und Ausmessung wurden die Umdrehungszahlen (n_{ZTV}) zum Erreichen der ZTV-Obergrenze ermittelt und kategorisiert. Diese Umdrehungszahlen werden als Mindest-Umdrehungszahlen für die Herstellung von Gyratorprobekörpern betrachtet.

Nach Logarithmierung der Abszisse der normierten Höhen-Masterkurven können die sich daraus ergebenden Kurven mit einer Polynom-Funktion angepasst werden. Die sichtbaren Knickpunkte (KP), ab denen ein verändertes Materialverhalten erwartet wird, wurden mit Hilfe der zweiten Ableitung der Polynom-Funktion lokalisiert und Verdichtungsbereiche festgelegt. Der annähernd lineare Bereich bis zum Auftreten des KP wird als idealer Verdichtungsbereich, der Bereich ab dem KP als Bereich der Überverdichtung verstanden. Umdrehungszahlen bis zum KP (n_{KP}) werden als Höchstumdrehungszahlen für die Herstellung von Gyratorprobekörpern betrachtet.

Anhand der Mindestumdrehungszahlen n_{ZTV} und der Höchstumdrehungszahlen n_{KP} wurden optimale Verdichtungsbereiche (Optimalbereiche) definiert. Es ist davon auszugehen, dass mit den dazwischen liegenden Umdrehungszahlen homogene Probekörper hergestellt werden können.

Aus den Höhen-Masterkurven der Gyratorprobekörper wurde der Verdichtungswiderstand der Gemische berechnet und als D_G -Wert ausgedrückt. Mit den D_G -Werten aus der Gyrator-Verdichtung ließen sich die untersuchten Mischgutvarianten hinsichtlich Verdichtbarkeit deutlich besser differenzieren als mit den D-Werten aus der Marshall-Verdichtung.

Zusätzlich wurden die Verdichtungswiderstände in Abhängigkeit von der Verdichtungsleistung gemessen, d. h. jeder Verdichtungs-umdrehung U_i wurde ein D_{Gi} -Wert zugeordnet. Mit dieser Betrachtungsweise ist eine sehr frühe Unterscheidung der Gemische hinsichtlich Verdichtbarkeit möglich. Mit steigenden Umdrehungszahlen erfolgt bei den meisten Mischgutvarianten eine sehr deutliche Aufspreizung der D_G -Werte.

2.2.2 Phase I: Gyrator-Grundprogramm

Im Grundprogramm wurden Gyratorprobekörper aus Labor-mischgut mit den Verdichtungszuständen "ZTV-Obergrenze", "Mitte des Optimalbereiches" und "Knickpunkt" hergestellt. An allen Probekörpern des Master- und des Grundprogramms wurden Raumdichten sowohl durch Tauchwägung als auch durch Ausmessen ermittelt und die sich daraus ergebenden Hohlraumgehalte berechnet. Aus Regressionsanalysen zeigten sich auch für die Gyratorprobekörper lineare Abhängigkeiten der

nach Tauchwägung bestimmten Hohlraumgehalte mit einem mittleren Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,92$.

2.2.3 Phase I: Gyrator-Variantenprogramm, Extraktionen, Schnittflächenbetrachtungen

Im Variantenprogramm wurden der Verdichtungswinkel von 1° auf 2° , die Verdichtungstemperatur bei PmB-Gemischen von 145°C auf 155°C und der Probekörperdurchmesser von 100 mm auf 150 mm geändert. Die untersuchten Asphaltgemische zeigten bei Erhöhung aller Parameter erwartungsgemäß einen geringeren Verdichtungswiderstand. Die Umdrehungszahlen zum Erreichen der ZTV-Obergrenze und des KP nahmen bei erhöhten Verdichtungsparametern in der Regel ebenso erwartungsgemäß ab. Vor allem leicht verdichtbare Mischgutvarianten lassen sich durch die gewählten unterschiedlichen Verdichtungsparameter teilweise weniger differenzieren als mit den Grundeinstellungen (gem. Tabelle 2), die für die Phase II beibehalten wurden.

Tab. 2: Grundeinstellungen und Verdichtungsparameter

Verdichtungswinkel	1°
Verdichtungsdruck	600 kPa
Umlaufgeschwindigkeit	30 min^{-1}
Probekörperdurchmesser	100 mm
Einfüllgewicht	1 700 g
Verdichtungstemperatur	135°C (Bitumen) 145°C (PmB)

Um Kornverfeinerungen in Abhängigkeit von Verdichtungsart bzw. –energie feststellen zu können, wurden Marshall- und Gyratorprobekörper extrahiert und die Korngrößenverteilung ermittelt. Es zeigte sich, dass die Beanspruchung durch die unterschiedlichen Verdichtungsleistungen bzw. –arten vor allem bei Mischgutvarianten, die ein ausgeprägtes Splittgerüst aufweisen, systematisch durchschlagen. Hier kommt es bei der Herstellung von Marshallprobekörpern mit 2×100 Schlägen zu ausgeprägten Kornverfeinerungen. Die Gyrator-Verdichtung kann als schonende Verdichtungsart angesehen werden. Allerdings zeigt sich, dass die Vergrößerung des Verdichtungswinkels auch bei der Gyrator-Verdichtung zu Kornverfeinerungen führen kann.

Für jede Mischgutvariante wurden Gyratorprobekörper mit zwei stark unterschiedlichen Verdichtungszuständen (400 Umdrehungen und ZTV-Obergrenze) mittig auseinander getrennt und Schnittflächenbilder erstellt. Anhand dieser Bilder ist festzustellen, dass in Abhängigkeit vom Verdichtungszustand zwar deutliche Unterschiede in den Schnittflächenstrukturen auftreten, allerdings sind auch nach einer hohen Verdichtungsleistung von 400 Umdrehungen keine Gefügeschäden zu beobachten.

2.2.4 Phase II: Vergleichsprogramm

Hier wurden mit insgesamt 160 Praxisgemischen je zwei Gyratorprobekörper höhengesteuert bis zum Verdichtungszustand der Marshallprobekörper hergestellt. Dieser Zustand wurde mit einer mittleren Abweichung von 0,5 Vol.-% $H_{bit,T}$ von den Gyratorprobekörpern tatsächlich erreicht. Bei grobkörnigen und hohlraumreichen Mischgutvarianten waren die Abweichungen tendenziell größer.

Da Marshallprobekörper raue, offenporige Oberflächen, Gyratorprobekörper hingegen glatte, geschlossene Oberflächen aufweisen, lässt sich der Bewertungshintergrund des Marshall-Ver-

fahrens allerdings nur schwer auf das Gyrator-Verfahren übertragen.

Aus den zugehörigen Umdrehungszahlen wurden typische Bereiche zur Erreichung des Verdichtungszustandes der Marshallprobekörper festgelegt. Über alle untersuchten Praxisgemische gesehen wird dieser Verdichtungszustand im Mittel mit 52 Umdrehungen erreicht. – Das Gyrator-Verfahren zeigt auf die Asphaltbinder und Asphalttragschichten eine deutlich stärkere und auf die Splittmastixasphalte eine deutlich schwächere Verdichtungswirkung als das Marshall-Verfahren.

An allen Gyratorprobekörpern des Vergleichs- und des Masterprogramms wurden die Raumdichten sowohl durch Tauchwägung als auch durch Ausmessen mit den zugehörigen Hohlraumgehalten ($H_{\text{bit,T}}$ und $H_{\text{bit,AGP}}$) ermittelt. Aus den Regressionsanalysen zeigen sich auch für die Gyratorprobekörper der Praxisgemische lineare Abhängigkeiten der mittels Tauchwägung bestimmten Hohlraumgehalte mit einem mittleren Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,96$. Der an den Gyratorprobekörpern der Praxisgemische ermittelte Zusammenhang $H_{\text{bit,T}} / H_{\text{bit,AGP}}$ kann für zukünftige Arbeiten mit dem Gyrator bis zum Vorliegen eines systematischen Bewertungshintergrundes als direkte Eingangsgröße verwendet werden.

2.2.5 Phase II: Gyrator-Masterprogramm

Im Masterprogramm wurden mit den Praxisgemischen Gyratorprobekörper mit 400 Umdrehungen hergestellt. Anhand der Hohlraumgehalt-Masterkurven konnten alle Praxisgemische der Asphaltbetone und ein Teil der Rundkornmische der Asphalttragschicht der Gruppe A (asymptotischer Kurvenverlauf) zugeordnet werden. Die restlichen Praxisgemische der Asphaltbinder, Asphalttragschichten und Splittmastixasphalte sind der Gruppe B ohne asymptotischen Kurvenverlauf zugeordnet worden.

Für weitere Betrachtungen wurden die Scharen der normierten Höhen- und Hohlraumgehalt-Masterkurven für die Praxisgemische jeder Mischgutvariante in eine arithmetische Mittelwertskurve mit Grenzen für typische Bereiche überführt. Mit dem im Vergleichsprogramm abgeleiteten Zusammenhang $H_{\text{bit,T}} / H_{\text{bit,AGP}}$ wurden aus den Grenzlinien typische Umdrehungsbereiche n_{ZTV} ermittelt, in denen die obere Grenze der in den ZTV geforderten Hohlraumgehalte erreicht wird. Aus den Grenzlinien der logarithmierten Höhen-Masterkurven wurden wiederum die typischen Umdrehungsbereiche n_{KP} bestimmt, in denen die KP auftreten. Diese Umdrehungsbereiche dienen für das untersuchte Asphaltpektrum bis zum Vorliegen systematischer Erfahrungen als Bewertungskriterium für den minimalen und maximalen Verdichtungszustand von Gyratorprobekörpern.

Aus den Höhen-Masterkurven wurde für jedes Praxisgemisch der Verdichtungsgegenstand nach 400 Umdrehungen und der Verlauf des Verdichtungsgegenstandes D_G in Abhängigkeit von der Verdichtungsleistung berechnet. Aus den resultierenden Kurvenscharen wurden die Grenzlinien der typischen Bereiche für den Verlauf der D_G -Werte ermittelt. Diese charakterisieren die Mischgutvarianten deutlich: leicht verdichtbare Mischgutvarianten zeigen einen asymptotischen Verlauf und streben einem Endverdichtungsgegenstand entgegen, schwer verdichtbare

Mischgutvarianten weisen dagegen auch nach 400 Umdrehungen noch keinen asymptotischen Verlauf auf.

Die Grenzlinien der typischen Bereiche dienen für das untersuchte Asphaltpektrum bis zum Vorliegen systematischer Erfahrungen als Bewertungskriterium für die Verdichtungsgegenstände D_G aus dem Gyrator-Verfahren.

3. Schlussfolgerungen

Die Bewertung von in Deutschland bewährten Asphaltarten mit dem Gyrator im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen ist grundsätzlich denkbar. Dafür werden unter Berücksichtigung der in den ZTV vorgesehenen Randbedingungen (Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalte) Gyratorprobekörper mit 400 Umdrehungen produziert und Masterkurven erstellt. An den Verlauf der Masterkurven werden für die unterschiedlichen Asphaltarten die in Bild 1 (Folgesseite) dargestellten Anforderungen gestellt.

Durch die typischen Bereiche n_{ZTV} und n_{KP} sind für jede Asphaltart unterschiedliche Mindest- und Höchstverdichtungsgegenstände der Gyrator-Verdichtung vorgegeben. Durch die Grenzlinien des typischen Bereiches des D_G -Werteverlaufs ist der Verdichtungsgegenstand einer Asphaltart eingegrenzt. Auf Grund der Tatsache, dass Verdichtungsgegenstände und Verdichtbarkeit an den gleichen Probekörpern beurteilt werden, wird der Arbeitsaufwand im Labor deutlich reduziert.

Zur Ermittlung der Wärmestandfestigkeit können auf Basis der Ergebnisse der konventionellen Eignungsprüfung Gyratorprobekörper (Durchmesser 100 mm für dynamischen Druckschwellversuch, Durchmesser 150 mm für dynamischen Stempelpelndringversuch) mit asphaltartenabhängigen Umdrehungszahlen zwischen Mindest- und Höchstverdichtungsgegenstand (ZTV-Obergrenze und KP) hergestellt werden. Zur Ermittlung des Verdichtungsgrades von Ausbaustücken wird der asphaltartenabhängige Verdichtungsgegenstand n_{KP} als Bezugsgröße empfohlen.

Für die vorgestellte Anwendung des Gyrator-Verfahrens im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen können die aus Praxisgemischen dieser Arbeit ermittelten typischen Bereiche als Einstiegskriterien verwendet werden. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die untersuchten Praxisgemische zufällig ausgewählt wurden und somit keinen systematischen Bewertungshintergrund darstellen.

Bevor das Gyrator-Verfahren weit reichend eingesetzt bzw. das Marshall-Verfahren ersetzt werden kann, wird empfohlen, zunächst mit praxisbewährtem Deckschichtmischgut einer Asphaltart einen systematischen Variantenvergleich zur Erstellung eines Bewertungshintergrundes und zur Absicherung der Ergebnisse dieser Arbeit durchzuführen. Dieser kann dann auf andere Asphaltarten ausgeweitet werden. Des Weiteren ist eine Praxisanbindung der Versuchsergebnisse anzustreben, wobei zu prüfen ist, ob außerhalb der typischen Bereiche liegende Mischgutvarianten ein signifikant schlechteres Praxisverhalten aufweisen bzw. für andere Einsatzbereiche (niedrigere oder höhere Bauklassen) verwendet werden können.

Anforderung	Beispiel	Wertebereich																				
ZTV-Obergrenze N_{ZTV}		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sorte</th> <th>N_{ZTV}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ab 0/8</td><td>23 - 67</td></tr> <tr><td>Ab 0/11</td><td>27 - 56</td></tr> <tr><td>Ab 0/11S</td><td>21 - 58</td></tr> <tr><td>Abi 0/16S</td><td>32 - 76</td></tr> <tr><td>Abi 0/22S</td><td>24 - 134</td></tr> <tr><td>At 0/32C</td><td>4 - 10</td></tr> <tr><td>At 0/32CS</td><td>7 - 20</td></tr> <tr><td>Sma 0/8S</td><td>101 - 226</td></tr> <tr><td>Sma 0/11S</td><td>62 - 120</td></tr> </tbody> </table>	Sorte	N_{ZTV}	Ab 0/8	23 - 67	Ab 0/11	27 - 56	Ab 0/11S	21 - 58	Abi 0/16S	32 - 76	Abi 0/22S	24 - 134	At 0/32C	4 - 10	At 0/32CS	7 - 20	Sma 0/8S	101 - 226	Sma 0/11S	62 - 120
Sorte	N_{ZTV}																					
Ab 0/8	23 - 67																					
Ab 0/11	27 - 56																					
Ab 0/11S	21 - 58																					
Abi 0/16S	32 - 76																					
Abi 0/22S	24 - 134																					
At 0/32C	4 - 10																					
At 0/32CS	7 - 20																					
Sma 0/8S	101 - 226																					
Sma 0/11S	62 - 120																					
Knickpunkt N_{KP}		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sorte</th> <th>N_{KP}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ab 0/8</td><td>47 - 105</td></tr> <tr><td>Ab 0/11</td><td>65 - 116</td></tr> <tr><td>Ab 0/11S</td><td>49 - 159</td></tr> <tr><td>Abi 0/16S</td><td>183 - 327</td></tr> <tr><td>Abi 0/22S</td><td>217 - 298</td></tr> <tr><td>At 0/32C</td><td>91 - 164</td></tr> <tr><td>At 0/32CS</td><td>244 - 295</td></tr> <tr><td>Sma 0/8S</td><td>162 - 194</td></tr> <tr><td>Sma 0/11S</td><td>151 - 158</td></tr> </tbody> </table>	Sorte	N_{KP}	Ab 0/8	47 - 105	Ab 0/11	65 - 116	Ab 0/11S	49 - 159	Abi 0/16S	183 - 327	Abi 0/22S	217 - 298	At 0/32C	91 - 164	At 0/32CS	244 - 295	Sma 0/8S	162 - 194	Sma 0/11S	151 - 158
Sorte	N_{KP}																					
Ab 0/8	47 - 105																					
Ab 0/11	65 - 116																					
Ab 0/11S	49 - 159																					
Abi 0/16S	183 - 327																					
Abi 0/22S	217 - 298																					
At 0/32C	91 - 164																					
At 0/32CS	244 - 295																					
Sma 0/8S	162 - 194																					
Sma 0/11S	151 - 158																					
Verdichtungs widerstand D_G		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sorte</th> <th>D_{G400}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ab 0/8</td><td>17 - 48</td></tr> <tr><td>Ab 0/11</td><td>26 - 44</td></tr> <tr><td>Ab 0/11S</td><td>24 - 54</td></tr> <tr><td>Abi 0/16S</td><td>59 - 70</td></tr> <tr><td>Abi 0/22S</td><td>63 - 78</td></tr> <tr><td>At 0/32C</td><td>34 - 65</td></tr> <tr><td>At 0/32CS</td><td>60 - 73</td></tr> <tr><td>Sma 0/8S</td><td>60 - 65</td></tr> <tr><td>Sma 0/11S</td><td>55 - 69</td></tr> </tbody> </table>	Sorte	D_{G400}	Ab 0/8	17 - 48	Ab 0/11	26 - 44	Ab 0/11S	24 - 54	Abi 0/16S	59 - 70	Abi 0/22S	63 - 78	At 0/32C	34 - 65	At 0/32CS	60 - 73	Sma 0/8S	60 - 65	Sma 0/11S	55 - 69
Sorte	D_{G400}																					
Ab 0/8	17 - 48																					
Ab 0/11	26 - 44																					
Ab 0/11S	24 - 54																					
Abi 0/16S	59 - 70																					
Abi 0/22S	63 - 78																					
At 0/32C	34 - 65																					
At 0/32CS	60 - 73																					
Sma 0/8S	60 - 65																					
Sma 0/11S	55 - 69																					

Bild 1: Anforderungen an die Asphaltarten bei Anwendung des Gyrator-Verfahrens am Beispiel des Asphaltbetons 0/11 S

