



SCHRIFTENREIHE

Institut für Straßenwesen

Technische Universität Braunschweig

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Arand

STRASSENWESEN

Horst-Richard Milbradt

**Einfluß der Einsatzbedingungen
von Vibrationswalzen auf
das Gebrauchsverhalten von
Asphaltbetonen mit
unterschiedlicher Verdichtbarkeit**

Heft 8

Braunschweig, 1988

	<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1	Aufgabenstellung	1
2	Behandlung des Problems in der Literatur	5
2.1	Theorie der Walzverdichtung - Verdichtungsverfahren und -geräte	5
2.2	Einfluß der Walzverdichtung auf die Eigen- schaften bituminöser Fahrbahnbefestigungen	17
3	Untersuchungsmethodik	36
3.1	Sollzusammensetzung und Eigenschaften der Asphaltbetone gemäß Eignungsprüfung	38
3.2	Ansprache der Verdichtbarkeit	38
3.3	Ansprache des Verformungswiderstandes	41
3.4	Ansprache des Kälteverhaltens	45
3.5	Statistische Auswerteverfahren	49
3.5.1	Ausreißerprüfung	50
3.5.2	Prüfung der Homogenität mehrerer Varianzen	52
3.5.3	Einfache Varianzanalyse und modifizierter LSD-Test	54
3.5.4	Multiple Varianzanalysen	56
3.5.5	Regressionsanalysen	57
4	Bau der Versuchsstrecke und Probenahme	58
4.1	Kontrollprüfungsergebnisse	66
4.2	Ergebnisse der Untersuchungen zur Verdicht- barkeit	70
4.3	Probekörperherstellung	78
5	Versuchsergebnisse und Interpretation	80
5.1	Dichte	83
5.2	Verformungswiderstand	100

	Seite
5.3 Kälteverhalten	108
5.3.1 Zugversuche	108
5.3.2 Abkühlversuche	143
5.3.3 Abkühl-/Zugversuche	157
5.4 Zusammenfassende Interpretation und Folgerungen	177
6 Zusammenfassung	185
7 Literatur	189
Anhang	195
Anhang 1 Multiple Varianzanalysen	
1.1 Varianzanalyse der zweifachen Klassifikation	
1.2 Varianzanalyse der dreifachen Klassifikation	
1.3 Varianzanalyse der vierfachen Klassifikation	
1.4 Varianzanalyse der vierfachen Klassifikation mit einfacher Zellenbelegung	
Anhang 2 Regressionsanalysen	
2.1 Einfache lineare Regressionsanalyse	
2.2 Multiple lineare Regressionsanalyse	
Anhang 3 Tabellen	
Anhang 4 Abbildungen	

6 Zusammenfassung

Der überwiegende Teil bituminös gebundener Fahrbahnbefestigungen wird aus Walzasphalt hergestellt. Gebrauchseigenschaften und Nutzungsdauer dieser Befestigungen werden im wesentlichen von ihrem Verdichtungszustand bestimmt.

Für die Ausführung von Verdichtungsarbeiten stehen verschiedene Walzentypen zur Verfügung. Im Hinblick auf die Verdichtung von sehr standfesten, schwer verdichtbaren Mischgutarten für Straßen mit besonderen Beanspruchungen haben seit Ende der siebziger Jahre speziell Vibrationswalzen eine bevorzugte Stellung erreicht. Sie erzielen oft schon mit wenigen Walzübergängen hohe Verdichtungsgrade. Ihre große Verdichtungswirkung ist besonders bei kurzen nutzbaren Verarbeitungszeiten von Vorteil.

Der Erfolg der Verdichtung von Asphalt mit Vibrationswalzen hängt von zahlreichen Faktoren ab; die wichtigsten sind

- die Verdichtbarkeit des Asphaltmaterials,
- die Mischguttemperatur,
- die Witterungsverhältnisse,
- die Walzcharakteristik und das Frequenz-Amplituden-Verhältnis,
- die Anzahl der Walzübergänge,
- die Schichtdicke u. a..

Unerläßliche Voraussetzung für eine fachgerechte Verdichtung ist die Kenntnis des quantitativen Zusammenhangs zwischen obigen Einflußgrößen und den mechanischen Eigenschaften der fertigen Asphalt-schicht. Entscheidungen über die Anzahl der erforderlichen Walzübergänge, die nutzbaren Verdichtungstemperaturen und die Einstellung des Vibrationsmechanismus werden in der Praxis heute meist nur von der Erfahrung bestimmt. Deshalb sollte der Kenntnisstand über die verschiedenen Abhängigkeiten zwischen Mischguteigenschaften, Baustellenbedingungen sowie Wirkungsweisen von Vibrationswalzen und dem Verdichtungsergebnis erweitert werden.

Ziel dieser Arbeit war es festzustellen, ob und gegebenenfalls in welcher Richtung und in welchem Maße die Eigenschaften "Dichte",

"Verformungswiderstand bei hohen Temperaturen" und "Kälteverhalten" einer Asphaltbeton-Deckschicht - gekennzeichnet über meßtechnisch erfaßbare und physikalisch definierte Merkmale - durch eine Reihe ausgewählter Einflußgrößen, nämlich

- die Walzübergangszahl,
- die Frequenz der Vibration,
- die Temperatur des Mischguts bei Walzbeginn und
- den Verdichtungswiderstand D des Asphaltmaterials,

beim Einsatz von Vibrationswalzen bestimmt werden.

Den experimentellen Arbeiten zur Erreichung des angestrebten Untersuchungszieles wurde ein statistisches Modell auf der Basis des Prinzips der Kreuzklassifikation zugrunde gelegt, das heißt, alle Stufen aller Einflußgrößen wurden systematisch miteinander kombiniert. Dabei wurde angestrebt, die Variationsbereiche der einzelnen Einflußgrößen so breit zu wählen, daß alle in der Praxis vorkommenden Fälle möglichst abgedeckt werden konnten. Im einzelnen wurde

- die Walzübergangszahl in drei Stufen mit Werten zwischen 5 und 17 Walzübergängen,
- die Frequenz der Vibration bei konstant gehaltener Amplitude wiederum in drei Stufen mit Werten zwischen 0 und 45 Hz,
- die Temperatur des Mischgutes bei Walzbeginn ebenfalls in drei Stufen mit Soll-Werten zwischen 100 und 160 °C sowie
- der Verdichtungswiderstand D mit Ist-Werten von durchschnittlich 25,8 und 31,4 [21 Nm]

systematisch variiert.

Insgesamt wurden so 54 Versuchfelder geschaffen, aus denen dann Mischgutproben und Bohrkerne entnommen und auf Verdichtbarkeit, Dichte, Verformungswiderstand bei hohen Temperaturen und Kälteverhalten untersucht werden konnten. Die unter Anwendung multivariater Verfahren der mathematischen Statistik ausgewerteten Versuchsergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Die durch systematische Variation der Walz- und Temperaturbedingungen bewirkten Dichteänderungen einer Asphaltbeton-Deckschicht lassen sich zu fast 95 % durch die Anzahl der Walzübergänge, die Vibrationsfrequenz, die Verdichtungstemperatur, die Verdichtbarkeit und deren Wechselwirkungen erklären.
- Den stärksten Einfluß auf die den Dichtezustand, den Verformungswiderstand und das Kälteverhalten beschreibenden Merkmalsgrößen besitzt die Walzübergangszahl. Die Mischguttemperatur bei Walzbeginn tritt als einzelne Einflußgröße kaum in Erscheinung, wohl aber in Wechselwirkung mit anderen Effekten. Dies erscheint plausibel, denn durch seine Temperatur allein wird ein Walzasphaltnischgut nicht verdichtet.
- Vom negativen Einfluß einer hohen Temperatur des Mischgutes bei Walzbeginn auf den Verformungswiderstand abgesehen, der bei hohen Walzübergangszahlen (über 13) durch Kornorientierungen auch wieder zurückgebildet werden kann, sind keine negativen Auswirkungen hoher Anzahlen von Walzübergängen, großer Frequenzen der Vibration und tiefer Temperaturen des Mischgutes bei Walzbeginn - also der Walztechnologie - auf die Dichte und die Eigenschaften des Asphaltbetons bei hohen und tiefen Temperaturen erkennbar.
- Ein hoher Verdichtungswiderstand D wirkt sich nur auf den Verformungswiderstand positiv aus. Dichte und Kälteverhalten der steiferen Asphalte werden jedoch im Vergleich mit leichter verdichtbaren Mischgutvarianten durch höhere Verdichtungswiderstände D ungünstig beeinflusst.

Die durch teilweise sehr gute Bestimmtheitsmaße gekennzeichneten Ergebnisse der multiplen Regressionsanalysen zeigen, daß multivariate Verfahren der mathematischen Statistik geeignet sind, selbst so komplizierte Prozesse wie die Verdichtung von Asphalten mit Vibrationswalzen wirklichkeitsnah zu beschreiben. Die quantitative Erfassung der Wirkung einzelner Einflußgrößen auf das Verdichtungsresultat ermöglicht gezielte Eingriffe in den Verdichtungsprozeß, die dann von Bedeutung sind, wenn konkurrierende Zielgrößen - wie beispielsweise das Verhalten der As-

phalte bei hohen oder bei tiefen Temperaturen - durch einzelne Einflußgrößen in gegensätzlicher Richtung verändert werden. Obwohl die Ergebnisse wegen des Einsatzes nur eines Walzentyps bei Anwendung auf Verdichtungsvorgänge unter Einsatz beliebiger anderer Walzen nicht quantitativ, sondern nur qualitativ übertragen werden dürfen, gestatten sie dennoch prinzipielle Aussagen über den Einfluß der Anzahl der Walzübergänge, der Frequenz der Vibration und der Temperatur des Mischgutes bei Walzbeginn auf die Qualität von Asphaltbeton-Deckschichten und geben damit der Praxis wertvolle Hilfestellungen für einen optimierten Walzeneinsatz. Dem Einfluß der Walzcharakteristik auf das Verdichtungsergebnis sollte in weiteren Forschungsarbeiten nachgegangen werden.