

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN**

**FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN**

**PROFESSUR FÜR STRABENBAU**

**Prüfung und Bewertung des Verbundzustandes  
von Asphaltbefestigungen**

Testing and assessment of bonding conditions  
of asphalt pavements

**Kurzfassung und Thesen**

Abstract and Theses

Zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

eingereicht von:

Dipl.-Ing. Knut Martin Johannsen

geboren am 01.08.1972

in Hagen

Dresden, 29.06.2012

## Kurzfassung

Der Verbundzustand zwischen den Lagen oder Schichten einer Asphaltbefestigung gilt als wichtiges Kriterium zum Erreichen des angestrebten Nutzungszeitraumes. Mit Einführung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB 07) wurden hierfür verbindliche Grenzwerte für die Scherkraft im Versuch nach den Technischen Prüfvorschriften für Asphalt (TP Asphalt-StB), Teil 8o (Abscherversuch) vereinbart, die seitdem im Rahmen der Kontrollprüfung regelmäßig überprüft werden.

In verschiedenen Untersuchungen zu diesem Prüfverfahren sind verschiedene Abhängigkeiten des Schichtenverbundes von bautechnischen Gesichtspunkten untersucht worden. Übereinstimmend werden dabei vor allem eine gute Verdichtung und ausreichende Klebefilme genannt. Bei fehlendem Haftverbund ist die Prüfung jedoch nicht anwendbar. Außerdem liefert sie lediglich eine grundsätzliche Aussage zum Verbundzustand, da sie bis zum Erreichen der Festigkeitsgrenze angewandt wird. Aussagen zum tatsächlichen mechanischen Verhalten im Bereich realitätsnaher Beanspruchungen oder Zwischenzustände können hiermit nicht ermittelt werden.

Der Verbundzustand kann als die Kombination aus verschiedenen Anteilen beschrieben werden, die unterschiedlichen Abhängigkeiten unterliegen. Neben einem konstanten, bei allen Randbedingungen annähernd gleich wirkenden Verzahnungsanteil sind dieses die normalspannungsabhängige Reibungskomponente und die temperaturabhängige Verklebung. Das hier vorgestellte Prüfverfahren ist in der Lage, die sich unter Last in einer realen Befestigung einstellenden Beanspruchungen realitätsnah zu simulieren. Dabei werden sowohl Normalspannung als auch Prüftemperatur variiert, um einen weiten Beanspruchungsbereich abzudecken. Unter Berücksichtigung der die drei Anteile bestimmenden Einflussfaktoren lassen sich quantitative Ergebnisse für jedes Einzelmerkmal ableiten.

An Prüfungen exemplarischer Beispiele konnten grundlegende Abhängigkeiten beim Schichtenverbund verifiziert werden. Während der konstante Verzahnungsanteil absolut gesehen als gering gelten muss, stellt die Verklebung den wichtigsten Anteil am Verbund dar, da sie bei Verkehrsbeanspruchung auch in Bereichen ohne Normalspannung wirkt. Sie ist also über den gesamten Querschnitt immer voll verfügbar. Die Verklebung ist dabei erwartungsgemäß deutlich von der Güte des verwendeten Anspritzmittels abhängig. Ein fehlender Haftverbund stellt im mechanischen Sinn nicht die völlige Aufhebung des Verbunds dar, sondern wird im unmittelbaren Druckspannungsbereich durch die Reibungskomponente geprägt.

Die mit Hilfe der zyklischen Prüfung mögliche Ermittlung von Verbundfaktoren kann dazu genutzt werden, die Auswirkungen von Verbundstörungen auf den Beanspruchungszustand zu berechnen. Unter Nutzung der Methoden der rechnerischen Dimensionierung kann in einem weiteren Schritt die sich hieraus ergebende Einschränkung der Nutzungsdauer abgeschätzt werden.

## Thesen

1. Der Verbundzustand zwischen den Lagen oder Schichten einer Asphaltbefestigung wirkt sich maßgeblich auf den Beanspruchungszustand unter Verkehrslast aus. Eine Störung des Verbundzustandes verändert den Beanspruchungszustand.
2. Das Prüfverfahren nach TP Asphalt-StB, Teil 8o (Abscherversuch) kann den mechanisch wirksamen Verbundzustand nicht vollständig beschreiben.
3. Die sich aus Störungen des Verbundzustandes ergebenden Veränderungen des Beanspruchungszustandes sind u.a. abhängig von Art und Dicke der Schichten sowie der Höhenlage, in der die Störung auftritt. Die Auswirkungen können qualitativ und quantitativ nicht klassifiziert werden, sondern sind im Einzelfall durch Rechenverfahren zu ermitteln.
4. Änderungen der Temperaturzone oder des Verkehrskollektivs wirken sich absolut auf die Veränderung des Beanspruchungszustandes aus. Die relativen Verhältnisse bleiben über alle Kombinationen gleich.
5. Der Verbundzustand zwischen den Lagen oder Schichten einer Asphaltbefestigung kann über die drei Merkmale Verzahnung (konstanter Anteil), Reibung (normalspannungsabhängiger Anteil) und Verklebung (temperaturabhängiger Anteil) realitätsnah beschrieben werden.
6. Der Verbundzustand von Probekörpern aus realen Befestigungen oder von im Labor erzeugten Probekörpern kann mit Hilfe des beschriebenen zyklischen Verfahrens quantitativ bestimmt werden. Verzahnungs-, Reibungs- und Verklebungsanteil können getrennt ausgewertet werden.
7. Der Verzahnungsanteil am Schichtenverbund ist absolut gesehen gering.
8. Die Güte und Temperaturabhängigkeit des Verklebungsanteils ist stark durch Art und Sorte des Anspritzmittels geprägt.
9. Der normalspannungsabhängige Reibungsanteil nimmt bei nachlassender Verklebung zu.
10. Mit den im Prüfverfahren ermittelten Kennwerten für den Verbundzustand können Bewertungsverfahren zur Ermittlung des Einflusses einer Verbundstörung auf die Nutzungsdauerprognose aufgestellt werden.

## Abstract

The bonding condition between the layers of an asphalt pavement is considered an important criterion for achieving the intended life period. With the introduction of technical specification "ZTV Asphalt-StB 07" limiting values for the shear force in the test according to "TP Asphalt,-StB, Teil 80" were mandatory. Since then, shear force is tested regularly as part of the quality control system.

Various studies tried to investigate dependencies of bonding conditions by means of this test with structural considerations. Primarily good compaction and adequate adhesive films were mentioned. However, in the absence of adhesive bonding the test is not applicable. Moreover, it provides only a general statement of the bonding conditions, since it is applied exceeding the fracture state. Statements about the actual mechanical behavior in realistic stress conditions or intermediate states cannot be determined.

Bonding conditions can be described as the combination of various components which are subject to different dependencies. In addition to a constant "interlock"-component there are the normal stress-dependent "friction"-component and the temperature-dependent "adhesion"-component. The presented cyclic testing procedure can simulate realistic loads which occur in a road pavement due to traffic while varying temperature and normal stress. The three components can be individually determined.

By performing exemplary tests basic dependencies of bonding could be verified. While the "interlock"-component is considered low in absolute terms, the "adhesive"-component represents the major share of the bonding condition, as it affects also areas without normal stress under traffic loading. Thus it is always fully available over the entire cross-section. The bonding strength is expected to depend on the quality of the binder applied on top of the surface of the underlying layer. A missing adhesion between layers is not equal to a complete loss of bonding in the mechanical sense, but is dominated by the "friction"-component in areas with compressive pressure.

The bonding compliances derived by this method can be used to determine their influence on the mechanical model. By applying them to analytical design methods in a further step can lead to the estimation of a possible reduction in life time of the pavement.

## Theses

1. The bonding condition between the layers of an asphalt pavement has significant influence on the mechanical behavior under traffic loading. Failures in the bonding condition affect the stress-/strain-conditions.
2. The test method according to "TP Asphalt-StB, Teil 8o" cannot describe the complete mechanical bonding behavior.
3. Differences in the stress-/strain-conditions resulting from varying bonding conditions depend on type and thickness of the layers and on the location in vertical direction. Proper classification of the qualitative and quantitative effects is not possible; they have to be calculated individually.
4. Changes in the temperature conditions or of the traffic pattern have an absolute impact on the stress-/strain-conditions. the relative changes remain constant over all combinations.
5. The bonding condition between the layers of an asphalt pavement can mechanically be described by the three components "interlock" (constant), "friction" (normal stress-dependent) and "adhesion" (temperature-dependent).
6. By applying the cyclic test, the bonding compliances of site- or laboratory-samples can quantitatively be determined for each component individually.
7. The "interlock"-component is considered to be absolutely low.
8. Kind and type of the adhesion agent significantly decide on the quality and temperature-dependency of the "adhesion"-component.
9. The normal stress-dependent "friction"-component increases with decreasing adhesion possibilities.
10. With bonding compliances determined by the cyclic test assessment procedures can be applied, which can evaluate the influence of the bonding condition on the structural life of the pavement.