

Forschungsprojekt Betondecke auf Kantkorntragschicht – Reibversuch in situ

Dipl.-Ing. (FH) Otto Brandstätter, MSc
FH Technikum Kärnten, Transferzentrum BAUfit

KURZFASSUNG: Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Betondecke auf Kantkorntragschicht“, welches die FH Kärnten gemeinsam mit Projektpartnern durchführt, wurden im Zuge der Betondeckensanierung an der A2 im Bereich Wörthersee zwei Versuchsstrecken (à 300m) mit unterschiedlichen Tragschichten erstellt. Vergleichend wird hier eine Betonfahrbahn auf bituminöser Tragschicht (bit. TS) und eine auf zentralgemischter Kantkorntragschicht (KKTS) untersucht.

BETONDECKE A2

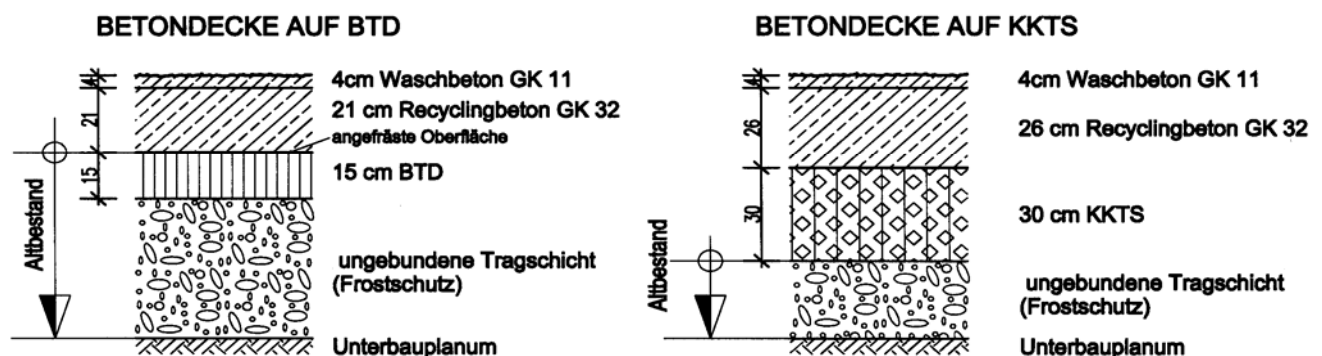


Abbildung 1 Schematische Darstellung Betondecke auf bit. TS und KKTS

Die KKTS soll einerseits eine bessere Entwässerung im Fugenbereich und damit konstante Auflagerbedingungen gewährleisten, andererseits könnte durch einen höheren Reibbeiwert der KKTS das Schieben der Platten in Richtung feste Einbauten reduziert werden. Ein optimaler Fugenverschluss wirkt sich selbstverständlich bei beiden Bauweisen positiv auf das Langzeitverhalten der Betonfahrbahn aus.

1 REIBVERSUCH IN SITU

Mittels Großscherversuchen wurde das Reibungsverhalten von Betondecken auf KKTS bzw. bit. TS untersucht. Zur realistischen Simulation war eine sehr langsame und kontinuierliche Scherverformung sicherzustellen.

1.1 Versuchsvorbereitung

Auf einem stillgelegten Parkplatz nahe der beiden Versuchsstrecken wurden zwei Probefelder zu je 5 x 5m errichtet, wobei im Feld 1 die KKTS in einer den realistischen Verhältnissen entsprechenden Verdichtung und Obeflächenbeschaffenheit und im Feld 2 die bit. TS

mit derselben Oberflächenstruktur wie auf der Versuchsstrecke hergestellt wurde.

Je Feld wurden 4 getrennte Probekörper mit $0,5 \times 0,5 \times 0,30\text{m}$ (KKTS) und $0,5 \times 0,5 \times 0,25\text{m}$ (bit. TS) mittels separater Schalung betoniert (Abb 2).

Normalverformung: 4 vertikal angeordnete Wegaufnehmer (WA3, WA4, WA5, WA6) im Bereich der Eckpunkte des Probekörpers



Abbildung 2 Versuchsfelder mit Probekörpern

1.2 Versuchsdurchführung

Auf die insgesamt 8 Probekörper wurde mittels Spannpresse eine Scherbelastung aufgebracht – die Krafteinleitung in die Versuchsobjekte erfolgte über einen zerlegbaren Stahlrahmen bestehend aus Krafteinleitungsplatten mit Verteilertägern an der vorderen und hinteren Seitenfläche, welche mittels Gewindestangen verbunden waren.

Im Zuge des Abscherens wurden folgende Parameter gemessen:

Scherverformung: 2 horizontal angeordnete Wegaufnehmer (WA1, WA2) am hinteren Ende des Probekörpers

Scherkraft: 1 Kraftmessdose (KMD) in der Zugvorrichtung

Die Aufzeichnung der Messdaten erfolgte kontinuierlich über einen Meßkraftverstärker „DMC plus“ der Fa. Hottinger-Baldwin Messtechnik und einen PC mittels der Software Catman Professional 4.5. Das Messintervall wurde – an die Verformungsgeschwindigkeit angepasst – mit 75 Hz gewählt (Versuchsanordnung siehe Abb 7).

Da zu erwarten war, dass die Probekörper nicht exakt zwischen Beton und KKTS abscheren sondern aufgrund des Eindringens von Zementschlempe einige Zentimeter in der KKTS, wurden in Zugrichtung ca. 5 cm der Tragschicht abgetragen.

Folgende Abbildung eines Probekörpers nach Versuchsdurchführung bestätigt diese Annahme:



Abbildung 3 Verbundwirkung durch Eindringen von Zementschlempe in die KKTS

Jeweils ein Probekörper pro Feld wurde mit etwa doppelter Normalspannung (Auflast) durchgeführt – die Proben wurden nach Versuchsdurchführung mittels Aufheben durch den Bagger per Kraftmessdose gewogen.

1.3 Ergebnisse

Die KKTS wurde vor Versuchsdurchführung hinsichtlich Sieblinie, Wassergehalt, und Reibungswinkel untersucht. Demnach handelte es sich um ein weitgestuftes Kies-Sand-Gemisch (vorwiegend Fein- und Mittelkies) mit einer Ungleichförmigkeitszahl von $U=10$, und einem Feinkornanteil $<0,063\text{mm}$ von 3M%. Der Winkel der inneren Reibung wurde mit $\varphi=39^\circ$ ermittelt.

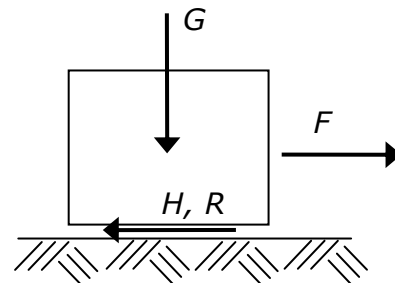
1.3.1 Auswertung der Feldversuche

Zur Auswertung der Großscherversuche dienten folgende Parameter:

Zeitlicher Verlauf von:
Scherkraft (Zugkraftmessdose)
Scherverformung (Mittelwert der beiden horizontalen WA1 und WA2)
Hebung des Betonblocks im vorderen Bereich (Mittelwert aus WA3 und WA5)
Hebung des Betonblocks im hinteren Bereich (Mittelwert aus WA4 und WA6)
 daraus errechnet: Verkantung (Absenkung vorne und Hebung hinten = positiver Wert)

Die daraus resultierende Darstellung in einem Scherkraft/Scherverformungsdiagramm ermöglicht eine gute Analyse der gesammelten Daten. Detailansichten des Bruchvorganges und des Bruchbeginns erleichtern die Interpretation für die weitere Anwendung im Forschungsprojekt.

Das Bruchverhalten der Versuche 1 bis 4 (KKTS) zeigte eine Scherfuge in der Kantkorntagschicht, welche aus dem Eindringen der Zementschlempe in die TS resultiert (Abb. 3). Bei zwei von vier Proben im Feld 1 (KKTS) war nach dem Bruchbeginn ein weiteres Ansteigen der Scherkraft festzustellen, demnach wurde in diesen Fällen zwischen einer Scherkraft zu Beginn des Bruchvorganges, einer maximalen Scherkraft und einer Scherkraft bei großen Schubverformungen („Restscherkraft“) unterschieden. Diese drei Werte wurden jeweils der konstanten Normalkraft gegenübergestellt und somit drei Reibungs- bzw. Scherwinkel ermittelt.



Reibungsgesetze nach Coulomb

$$R = \mu \cdot G$$

$$\tan \rho_0 = \mu_0 \quad \tan \varphi = \mu$$

$$F < \mu_0 \cdot G = H \quad \text{Haftung}$$

$$F = \mu_0 \cdot G = H \quad \text{Grenzhaftung}$$

$$F > \mu_0 \cdot G = R \quad \text{Gleitreibung}$$

H...	Haftkraft
R...	Reibungskraft
G...	Masse (Normalskraft)
F...	Scherkraft
μ_0 ...	Haftungskoeffizient
μ ...	Reibungskoeffizient
ρ_0 ...	Haftungswinkel
φ ...	Reibungswinkel

Abbildung 4 Reibungsgesetze nach Coulomb

Beispielsweise brachte der Scherversuch bei einem repräsentativen Probekörper folgende Ergebnisse:

Untergrund	Normalkraft	Scherkraft			Reibungswinkel		
		Bruchbeginn	max.	Rest	Bruchbeginn	max.	Rest
	[N]	[N]	[N]	[N]	[°]	[°]	[°]
KKTS	2080	2941	4254	1116	55	64	28

Tabelle 1 Auswertung Probekörper auf KKTS

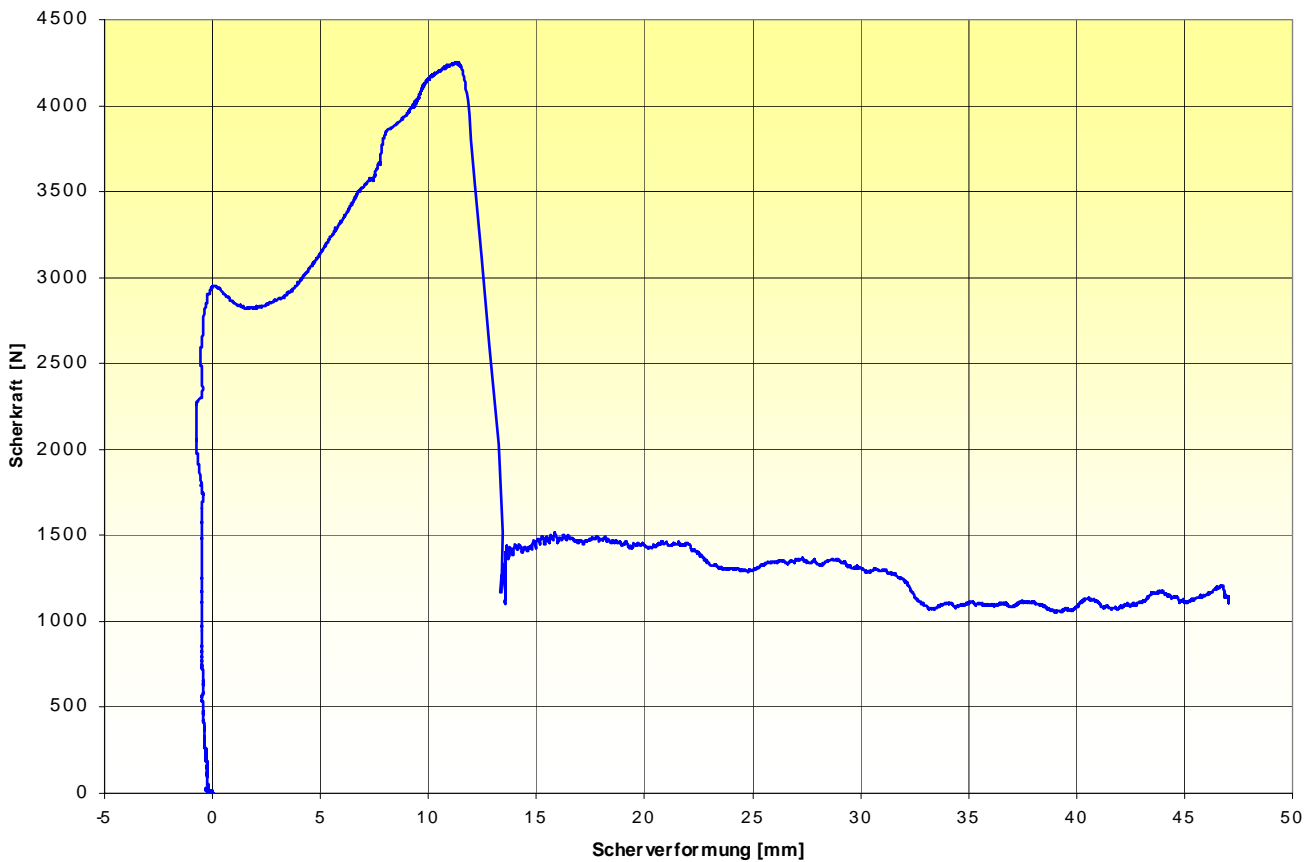


Abbildung 5 Diagramm Scherverformung

Bei den Probekörpern auf bit. TS stellte sich ein völlig anderer „Bruchvorgang“ ein: Durch die hohen Adhäsionskräfte zwischen Beton und bit. TS bildete sich die Scherfuge unter der Tragschicht im Übergangsbereich zum Frostkoffer aus. Die bit. TS zeigte aufgrund ihrer Viskosität zunächst zähe Scherverformungen – die daraus entstehende „Rückhaltekraft“ im Verbundblock bit. TS und Beton verursachte gemeinsam mit der aufgetragenen Zugkraft ein Kipp-

moment, das zu einem Abheben des gesamten Schichtaufbaus von der Tragschicht führte.

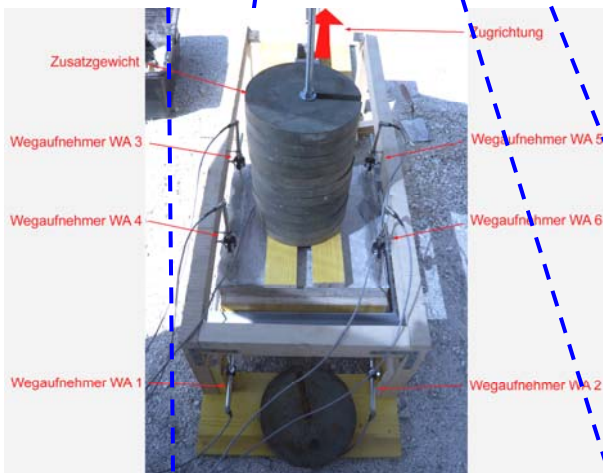
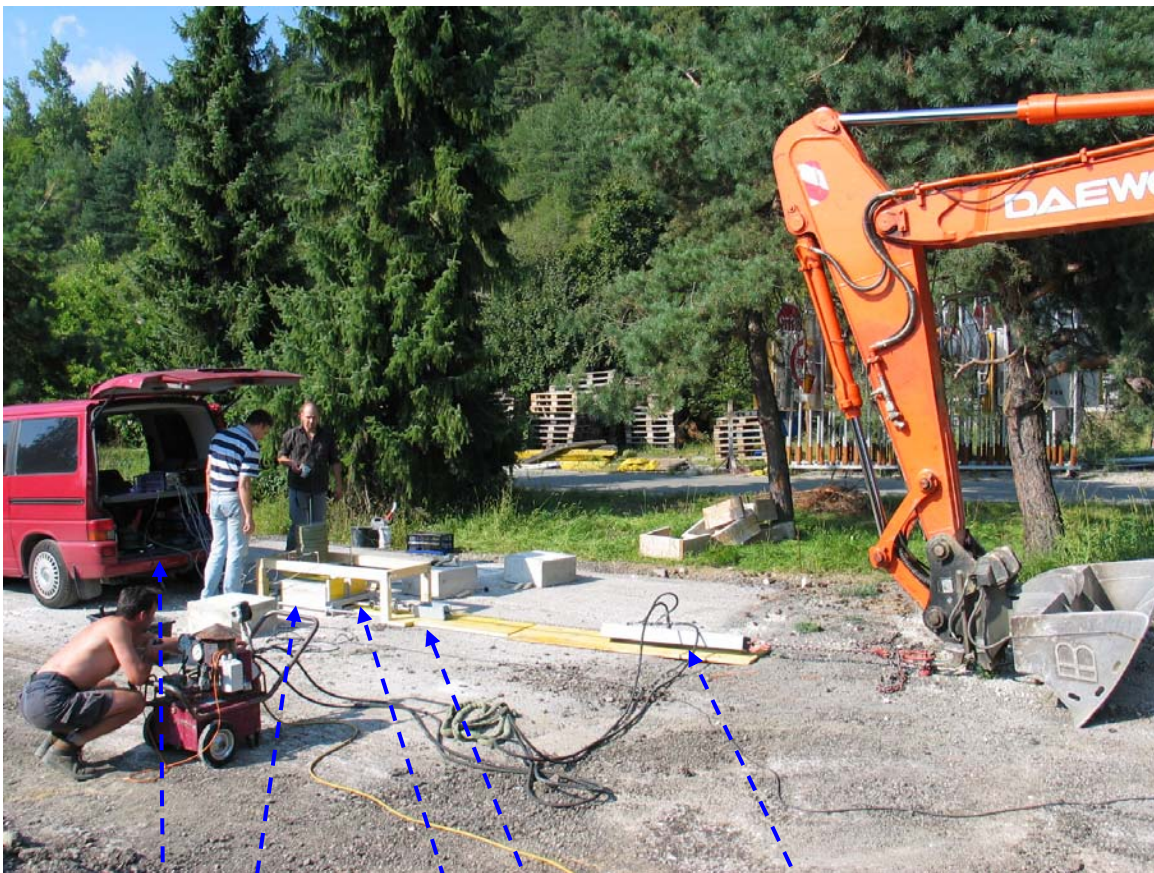
Die großen Adhäsionskräfte konnten lediglich durch ruckartige Steigerung der Zugkraft überwunden werden. Statt eines klassischen Abscherens führten die Versuche auf der bit. TS vielmehr zu einem „Abschälen“.

Der gemessene Verformungswiderstand besteht daher nur zu einem sehr

geringen Teil aus dem Reibungswiderstand zwischen der bit. TS und dem Frostkoffer, jedoch zu einem Großteil aus dem Schubwiderstand des zähen bituminösen Materials. Die Rückrechnung eines Reibungswinkels wäre daher nicht gerechtfertigt. Eine Vergleichbarkeit der Scherversuche ist also nur bedingt möglich.



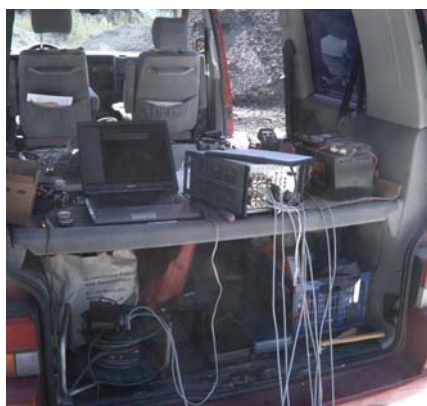
Abbildung 6 „Abschälen“ der Probekörper auf bit. TS



Spannpresse mit Reduktionsventil
($v = 0,4\text{mm/s}$)



Kraftaufnehmer (HBM, Typ U3 – 50 kN)



Messkraftverstärker und PC



Kupplungsstück Gewindestange-Litze

Abbildung 7 Versuchsanordnung