

Wie aussagekräftig sind die neuen Verschleißprüfungen?

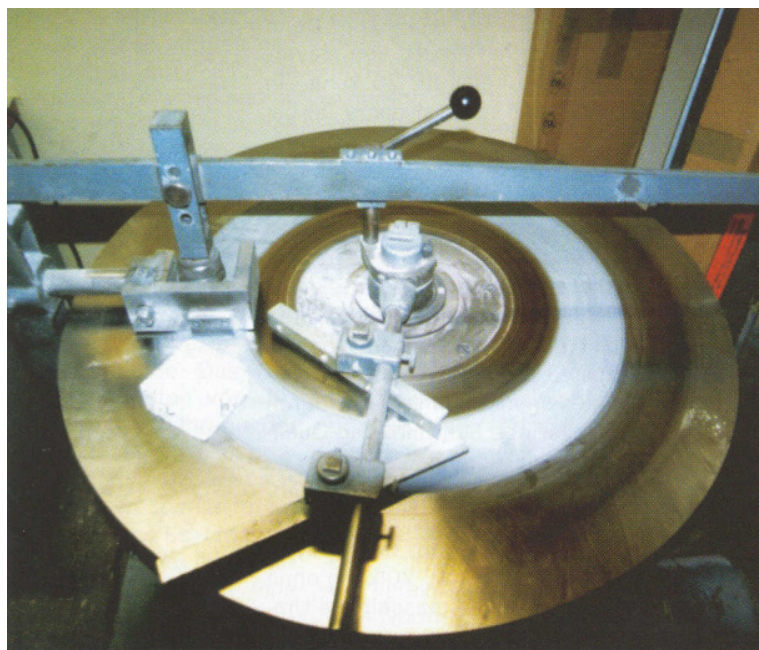
Kritische Betrachtungen der europäischen Prüfnormen für Industrieestriche

von Dipl.-Phys. Oliver Erning

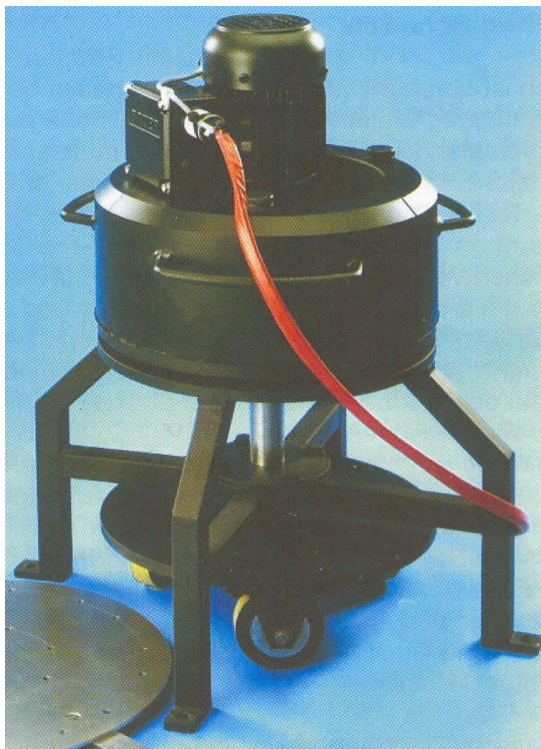
veröffentlicht in - Fußbodentechnik - (Heft 2/2003)

Im Rahmen der europäischen Estrichmörtel-Normung wurden unter anderem neue Prüfverfahren für die Verschleißigenschaften von Industrieestrichen definiert. Künftig stehen hier drei verschiedene Verfahren zur Verfügung, die auf den unterschiedlichen Erfahrungen und Traditionen der beteiligten Länder beruhen. Oliver Erning, Leiter des Instituts für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung in Troisdorf, hat die einzelnen Methoden und ihre Praxistauglichkeit kritisch unter die Lupe genommen und stellt seine Ergebnisse vor.

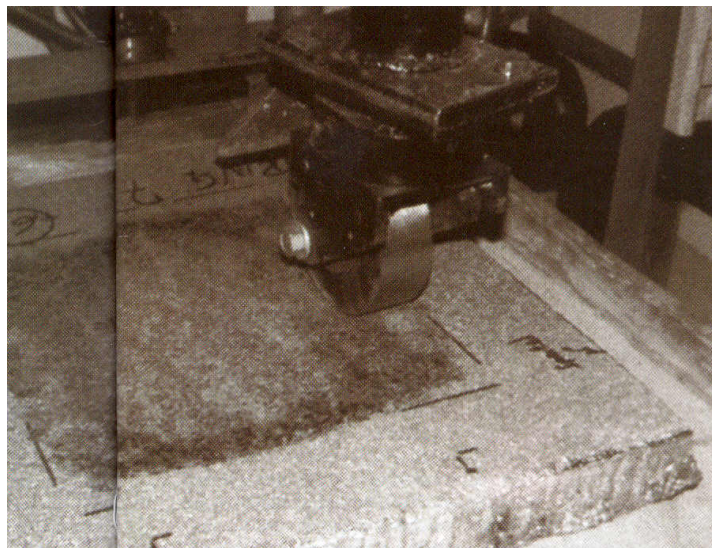
Die drei Prüfverfahren zur Ermittlung der Verschleißigenschaften von Estrichen:



Das **Prüfgerät nach Böhme** hat sich in Deutschland als Standard für die Bestimmung der Verschleißigenschaften rein mineralischer Systeme etabliert. Für Kunstharzsysteme ist es allerdings ungeeignet.



Das **BCA-Verschleißgerät** aus England lässt sich auch vor Ort auf der Baustelle einsetzen - beherbergt allerdings viele Unsicherheitsfaktoren.



Beim „**Rolling wheel**“-Verfahren tritt die vielfältigste Oberflächenbelastung auf - es liefert jedoch keine reproduzierbaren Ergebnisse.

Das zuständige CEN TC 303 "Estriche im Bauwesen" hat inzwischen drei neue, europäische Normen bzw. Normenreihen vorgelegt:

- DIN EN 13 318 (12/00) „Estrichmörtel und Estriche - Begriffe“
- DIN EN 13 813 (09/02) „Estrichmörtel und Estriche, Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen“,
- und die Prüfnormen-Reihe DIN EN 13 892 Teile 1 bis 8.

Die fortschreitende europäische Normung der Estrichmörtel wird künftig weitreichende Auswirkungen auf die verlegten Estriche haben. So berücksichtigt DIN EN 13 813 im Gegensatz zur deutschen Estrichnorm DIN 18 560 beispielsweise auch Kunstharzmörtel. Die neue, bewusst dickenunabhängig formulierte Estrichdefinition schließt sogar Beschichtungen mit ein.

Darüber hinaus werden für Estrichmörtel bestimmte Eigenschaften deklariert und zugesichert. Hierzu gehört, dass beim Einsatz von Estrichmörteln als Industrieestrich - Nutzestrich - eine Aussage zu den Verschleißeigenschaften zu machen ist. Die Mörtelnorm kennt dabei unterschiedliche Verschleißeigenschaften, denen verschiedene Prüfverfahren zugrunde liegen. Sie beruhen auf den unterschiedlichen Erfahrungen und Traditionen in den einzelnen Ländern der Europäischen Gemeinschaft - und lassen sich nicht ohne weiteres vergleichen.

Welche Prüfverfahren gibt es?

Tabelle 1: Auszug aus Tabelle 1 der DIN EN 13 813 mit den wesentlichen Eigenschaften von Estrichmörteln hinsichtlich Festigkeit und Verschleiß

Estrichmörtel auf der Basis von	Druckfestigkeit	Biegezugfestigkeit	Verschleißwiderstand nach Böhme	Verschleißwiderstand nach BCA	Verschleißwiderstand nach RWA	Oberflächenhärte
Zement	N	N	N ^a (eine von drei)			O
Calciumsulfat	N	N	O	O	O	O
Magnesia	N	N	O	O	O	N ^a
Kunstharz	O	O	-	N ^a (eine von zwei)		O
N = Nominativ, O = Optional, wenn zutreffend, - = nicht zutreffend ^a = nur für Estrichmörtel, der für Nutzflächen vorgesehen ist.						

Die zwingend erforderlichen Eigenschaften von Estrichmörteln sind in **Tabelle 1** der Mörtelnorm DIN EN 13 813 angegeben. Sie schreibt für Estrichmörtel auf Basis von Kunstharz und Zement, die für Nutzflächen vorgesehen sind, eine Aussage zum Verschleißwiderstand vor - bei Calciumsulfat- und Magnesiaestrichen ist diese optional.

In diesem Zusammenhang sind insgesamt drei verschiedene Prüfverfahren vorgesehen:

- "Verschleißwiderstand nach Böhme" (EN 13 892-3)
- "Verschleißwiderstand nach BCA" (EN 13 892-4)
- "Verschleißwiderstand gegen Rollbeanspruchung" (EN 13 892-5)

Mit den in den Prüfungen ermittelten Abriebwerten lassen sich die Estrichmörtel in entsprechende Klassen eingruppieren (**siehe Tabellen 2 bis 4**).

Tabelle 2: Verschleißwiderstandsklassen nach Böhme

Klasse	A22	A15	A12	A9	A6	A3	A1,5
Abriebmenge in $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$	22	15	12	9	6	3	1,5

Tabelle 3: Verschleißwiderstandsklassen nach BCA

Klasse	AR6	AR4	AR2	AR1	AR0,5
Abriebtiefe in μm	600	400	200	100	50

Tabelle 4: Verschleißwiderstandsklassen gegen Rollbeanspruchung

Klasse	RWA 300	RWA 100	RWA 20	RWA 10	RWA 1
Abriebtiefe in cm^3	300	100	20	10	1

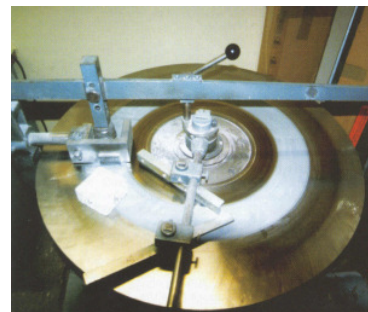
Tabelle 5: Schwellenwerte für Zement- und Kunstharz-Estrichmörtel gemäß Anhang ZA der EN 13 813

Prüfverfahren	Zementestrich	Kunstharzestrich
Böhme	$\leq \text{A22}$	-
BCA	$\leq \text{AR6}$	$\leq \text{AR1}$
Rollbeanspruchung	$\leq \text{RWA 300}$	$\leq \text{RWA 300}$

Für die Praxis stellt sich allerdings die Frage, ob überhaupt Erfahrungswerte darüber vorliegen, welche Klasse für welchen Verwendungszweck geeignet ist. Im Anhang "ZA" der EN 13 813 werden zumindest bestimmte Schwellenwerte angegeben, die mindestens einzuhalten sind, um eine Verschleißeigenschaft deklarieren zu können (**siehe Tabelle 5**). Wie kommt man aber zu diesen Werten - wie sehen die Prüfungen im einzelnen aus?

1. Verschleißwiderstand nach Böhme

Dieses Prüfverfahren stammt aus Deutschland und wird hierzulande bereits seit vielen Jahren angewendet - unter anderem bei mineralisch gebundenen Industrieböden und bei Natursteinen (DIN 52 108; 08/88; "Prüfung anorganischer nichtmetallischer Werkstoffe, Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme"). Bei der Prüfung setzt man quadratische Prüfkörper auf eine Schleifbahn bzw.



Schleifscheibe auf - das sogenannte "Verschleiß-Prüfgerät nach Böhme" - auf die ein Norm-Schleifmittel (Korund) aufgestreut wurde. Unter Drehung der Schleifscheibe wird der Probekörper einer definierten Verschleißlast von 294 N ausgesetzt. Nach einer vorgegebenen Anzahl von Umdrehungen ermittelt man anhand des Volumenverlustes des Prüfkörpers pro 50 cm² den Verschleißwiderstand nach Böhme. Dieser kann auch als Dickenverlust des Prüfkörpers bestimmt werden (z.B. bei Einstreuungen). Das Haupteinsatzgebiet der Böhmesccheibe bilden Hartstoffe nach DIN 1100 bzw. Hartstoffestriche nach DIN 18 560 Teil 7 sowie Einstreuungen. Vorteil: Mit diesem Prüfverfahren lassen sich gute und schlechte Materialien eindeutig unterscheiden. Allerdings ist die Anwendung auf mineralische Systeme begrenzt. Für Kunstharzestriche eignet sich dieses Verfahren also nicht.

2. Verschleißwiderstand nach BCA

Das Prüfverfahren nach BCA kommt aus England und wird dort bei Kunstharzestrichen und kunstharzmodifizierten Zementestrichen angewendet. Es existiert auch eine entsprechende englische Prüfnorm. Im Gegensatz zur rein schleifenden Beanspruchung der Böhmesccheibe laufen hier drei gehärtete Stahlrollen mit einer Auflast von 650 N über einen ringförmigen Prüfbereich - für insgesamt 2.850 Umdrehungen. Danach wird mit einer Messschablone und einem Tiefenmessgerät an acht Punkten im Abstand von 45° die



Tiefe gemessen, mit der Tiefe vor der Prüfung verglichen und daraus die mittlere Abriebtiefe in μm berechnet. Diese ergibt den Verschleißwiderstand AR.

Ein prinzipieller Vorteil dieser Prüfmethode besteht darin, dass sie sowohl im Labor als auch vor Ort angewendet werden kann. Das Verfahren selbst ist jedoch als problematisch zu bewerten: Hier wird eine Messgenauigkeit im μm -Bereich vorgeschoben - allerdings ist zu bezweifeln, dass man ein Tiefenmessgerät mit ausreichender Genauigkeit zweimal an der gleichen Stelle positionieren kann. Zumal, wenn man bedenkt, dass die höchste Klasse mit AR 0,5 (= 50 μm) angegeben wird - also eine sehr exakte Messung voraussetzt.

Für Kunstharzestrichmörtel wird in EN 13 813 ein Schwellenwert von \leq AR 1 angegeben. Damit verbleiben für Kunstharzestriche nur zwei zulässige Klassen: AR 1 und AR 0,5 (**siehe Tabelle 3**). Es ist jedoch sehr fraglich, ob man mit zwei Klassen zwischen allen Kunstharzestrichsystemen ausreichend differenzieren kann. Kann man überhaupt zwischen den einzelnen Kunstharzestrichen differenzieren? Die deutsche Kunstharzestrich-Industrie befasst sich derzeit mit diesem Prüfverfahren. In ersten Prüfungen an verschiedensten Kunstharzsystemen ließ sich kein Abrieb feststellen. Erst ab 20-facher Belastung à 2850 Umdrehungen wurden Unterschiede zwischen den einzelnen Systemen sichtbar. Dies lag aber wahrscheinlich an einer Erwärmung der einzelnen Produkte über die Glasübergangstemperatur.

Diese Ergebnisse stehen wiederum im totalen Gegensatz zu Untersuchungen, die in Skandinavien durchgeführt wurden. Dort hat man Betone bzw. Betone, die mit kunststoffmodifizierten Zementestrichen oder Kunstharzestrichen versehen waren, überprüft. Dabei wurde überraschenderweise von keinem Material der erforderliche Schwellenwert von AR 1 erreicht, obwohl es sich teilweise um in der Praxis durchaus bewährte Systeme handelte.

Für rein mineralisch gebundene Systeme liegen mit dieser Prüfmethode nach unserem Kenntnisstand bislang keine ausreichenden Erfahrungen vor. Das Diagramm in **Abb. 1** zeigt bei rein mineralischen Systemen eine relativ hohe Abriebtiefe. Dies ist aber aufgrund der

Stahlräder nicht verwunderlich und deckt sich mit praktischen Erfahrungen. Man kann daher auch noch nicht beurteilen, ob dieses Verfahren bei diesen Systemen eine Alternative zur Böhmescheibe darstellt. Eine Korrelation zwischen beiden Prüfverfahren erscheint in jedem Fall unwahrscheinlich, da sich die rollende Beanspruchung von der schleifenden prinzipiell unterscheidet.

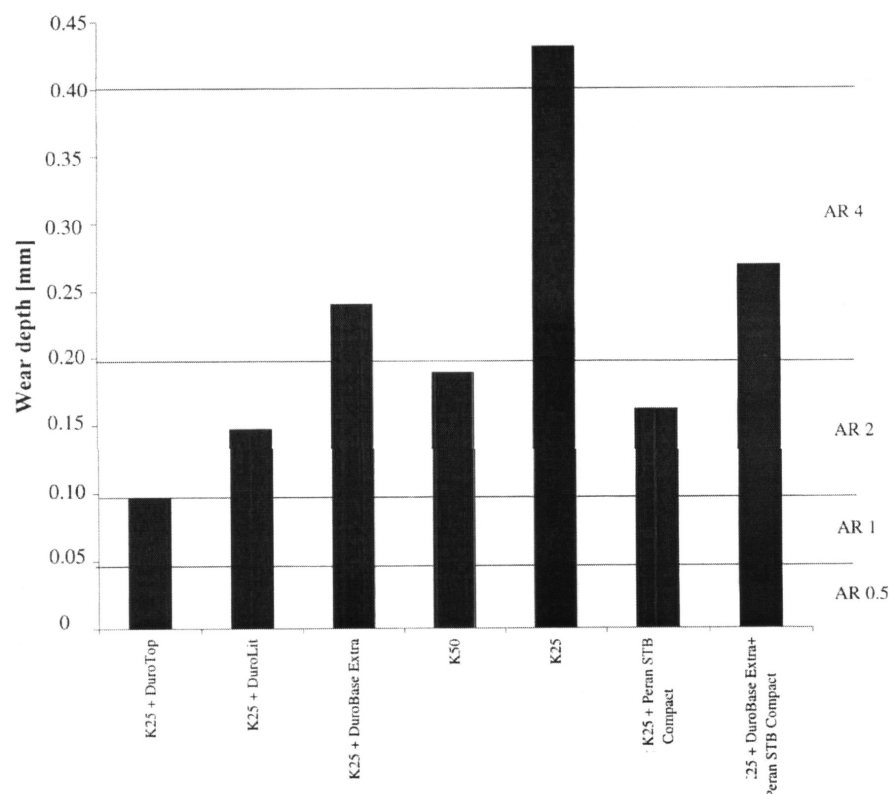


Abbildung 1: Mittlere Abriebtiefe der einzelnen Materialien bei der Verschleißprüfung nach BCA (EN 13892-4)

3. Verschleißwiderstand RWA

Diese Prüfmethode wurde in Skandinavien entwickelt und ist dort unter dem Namen "Bring-Methode" bekannt - auf Basis der schwedischen Prüfnorm SS 923508. Hier wird ein Estrichmörtel auf einem Betonuntergrund aufgebracht und dieses System einem hoch belasteten, rollenden Stahlrad ausgesetzt - für 10.000 Überläufe. Das belastete Rad läuft



dabei horizontal in zwei Achsen, die sich im rechten Winkel mit unterschiedlichen Frequenzen kreuzen. Diese Bewegung verursacht Normal- und Scherkräfte im Estrichmörtel. An den Umkehrpunkten wird zusätzlich eine Torsion erzeugt.

5.2.1.5 Concrete K25

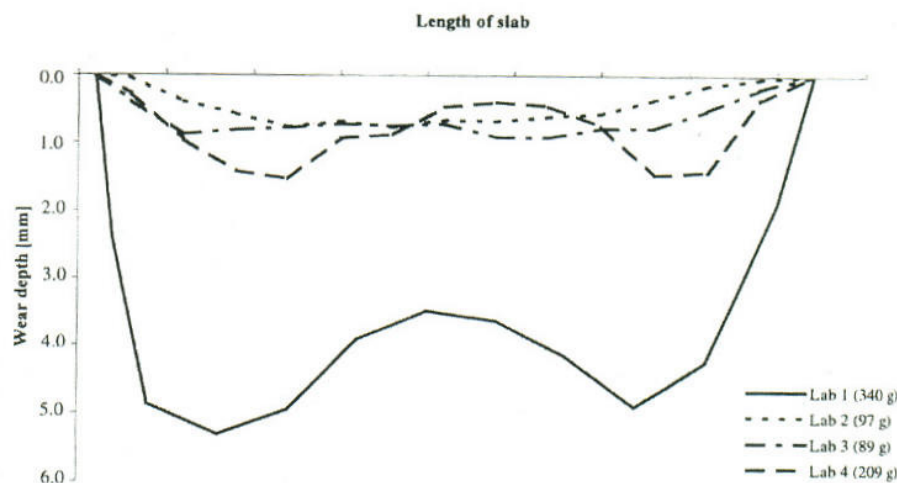


Abbildung 2:
 Profilkurven und Abriebmenge eines Concrete K25 nach pr 13 892-5 (getestet in 4 Laboratorien)

Der zu ermittelnde Widerstand RWA ("Rolling wheel") wurde in Skandinavien bisher über den Materialverlust durch Abrieb bestimmt und zusätzlich die Änderung des Oberflächenprofils berücksichtigt. Nach Ansicht des europäischen Normenausschusses lässt sich der Materialabrieb allerdings nicht mit der erforderlichen Genauigkeit bzw. Reproduzierbarkeit ermitteln. Deshalb erfolgt die Bestimmung des Widerstands RWA nach der europäischen Prüfnorm EN 13893-5 über die Änderung des Oberflächenprofils.

Dennoch sind grundsätzliche Zweifel hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Aussagekraft des Prüfverfahrens angebracht, wie einschlägige Versuche belegen - beispielsweise die Profilkurven und Abriebmengen eines Concrete K 25, der in 4 verschiedenen skandinavischen Laboratorien nach der alten skandinavischen Methode geprüft wurde (**siehe Abb. 2**).



Die Abriebmenge variiert hier je nach Labor zwischen 89 g und 340 g. Die Profilkurven sind ebenfalls nicht deckungsgleich. Dabei wurden die Proben zusammen hergestellt und erst danach auf die einzelnen Laboratorien verteilt.

Die Ursache für diese Unterschiede ließ sich bisher nicht ermitteln - solche Ergebnisse sind aber in jedem Fall inakzeptabel. Sie wurden allerdings nach der skandinavischen Methode bestimmt. Vielleicht schafft die Bestimmung des Widerstandes RWA über die Änderung des Oberflächenprofils Abhilfe. Es ist auch nicht bekannt, ob die Prüfmaschinen in Skandinavien schon umgerüstet worden sind.

Fazit: Keine Vergleichbarkeit und erheblicher Forschungsbedarf

Zwischen den einzelnen Prüfverfahren lässt sich wahrscheinlich keine Korrelation finden, denn die Belastung der Oberflächen fällt jeweils sehr unterschiedlich aus. Bei der Böhmescheibe handelt es sich um eine rein schleifende Belastung; bei den beiden anderen Verfahren um eine rollende mit einem Stahlrad. Wobei die "Rolling wheel"-Methode allerdings auch Scher- und Torsionskräfte verursacht.

Für rein mineralische Systeme bildet die Böhmescheibe weiterhin den Standard. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass sich diese Methode nicht für Kunstharzestriche eignet. Hier könnte das BCA-Verfahren "einspringen" - es lässt jedoch nach unserer Ansicht keine ausreichende Differenzierung zwischen den einzelnen Kunstharzestrichen zu. Und bezüglich rein mineralisch gebundener Systeme liegen keinerlei Erfahrung vor. Der einzige Vorteil dieses Verfahrens bleibt damit die Möglichkeit eines Vor-Ort-Einsatzes.

Beim "Rolling wheel"-Verfahren scheint die vielfältigste Oberflächenbelastung aufzutreten. Allerdings sind die Ergebnisse nicht reproduzierbar, wenn man den Feldversuch mit den verschiedenen Laboratorien betrachtet.



Vor diesem Hintergrund sollte man immer die vorgesehene Beanspruchung berücksichtigen und danach das Prüfverfahren wählen. Momentan liegen allerdings nur für die Böhmischeiben ausreichende Erfahrungen und Prüfergebnisse vor, um zwischen den einzelnen Materialien und je nach Einsatzgebiet unterscheiden zu können. Bleibt also abzuwarten, ob sich durch weitere Versuche auch für die anderen Verfahren praxisgerechte Richtwerte finden lassen.