

Felderfahrungen mit alten und neuen IML-Geräten im Messvergleich

C. Mattheck, J. Sörensen, C. Wissner, K. Weber, K. Bethge

Karlsruher Institut für Technologie

KIT- Campus Nord

Institut für Materialforschung II

Postfach 3640

D- 76021 Karlsruhe

E. Hunger, S. Hunger, H. Neumann

IML- Instrumenta Mechanik Labor System GmbH

Großer Stadtacker 2

69168 Wiesloch

IML-Penetrometer

Zur Untersuchung der Bodenbeschaffenheit hat die Fa. IML-Instrumenta Mechanik Labor System GmbH ein einfaches Bodenprüfgerät, das IML-Penetrometer, entwickelt, welches anlässlich des 15. VTA-Spezialseminars vom 12.-13. Mai 2009 erstmalig vorgestellt wurde (Abb. 1).

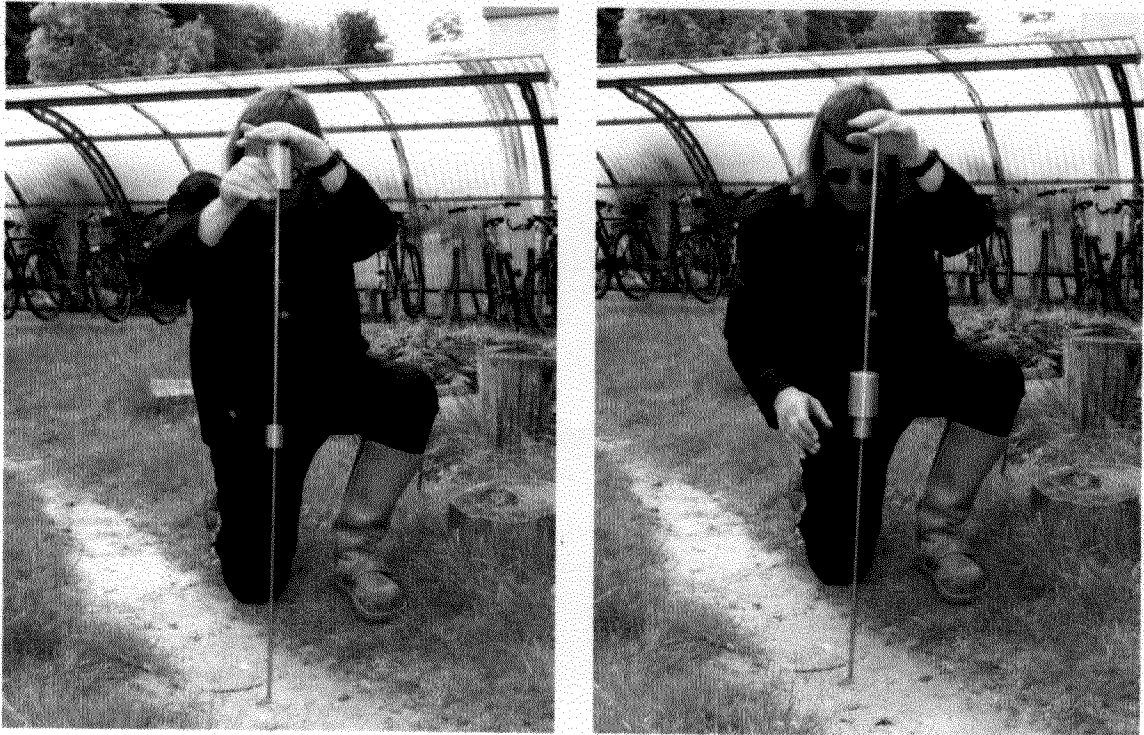


Abb. 1: IML-Penetrometer. Gemessen wird hier die Anzahl an Hieben, die benötigt werden, um die Metallstange eine bestimmte Wegstrecke in den Boden zu rammen.

Das Wirkprinzip des neuen Bodenprüfgeräts basiert auf der Messung der Eindringtiefe des $\varnothing = 8\text{mm}$ dicken Penetrometerstabes der mittels eines 2,5kg schweren Fallgewichts aus ca. 50cm Fallhöhe in die Erde getrieben wird. Das IML-Penetrometer wurde in dieser Arbeit verglichen mit der Feldflügelsonde

der Fa. Straßentest- Baustoff Prüfsysteme, die eine vierflügelige Sonde von ca. 60mm x 112mm Größe und trapezförmiger Flügelform aufweist. Das Wirkprinzip der Feldflügelsonde beruht auf dem Abscheren eines Bodenzylinders in einer vorgegebenen Tiefe durch Einleitung einer Torsionsbeanspruchung. Das hierzu benötigte Drehmoment wird in Form der Scherfestigkeit (kPa) an einem Drehmomentschlüssel angezeigt.

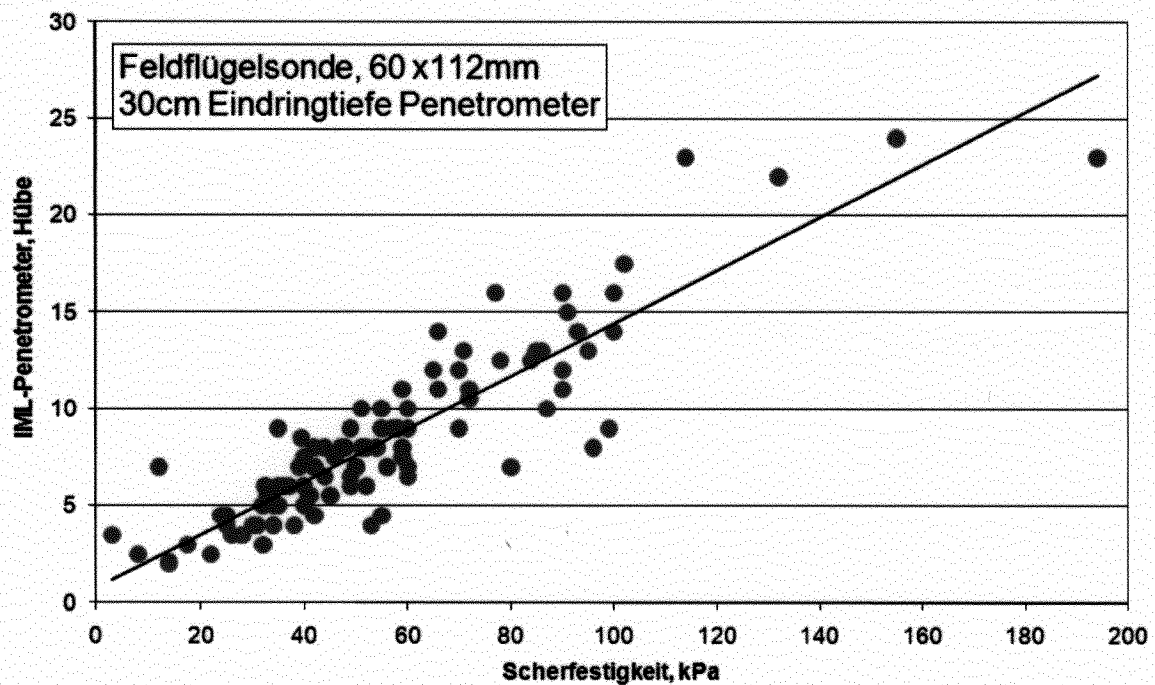


Abb. 2: Vergleich von IML-Penetrometer mit der Feldflügelsonde der Fa. Straßenbau. Die Mitte der Feldflügelsonde wurde in diesem Vergleich bis zu einer Tiefe von ca. 15cm eingeschlagen und danach die Bodenscherfestigkeit in kPa an einem mitgelieferten Drehmomentschlüssel abgelesen. Beim IML-Penetrometer wurde die notwendige Anzahl an Hüben bestimmt, um die Penetrometerspitze in eine Messtiefe von ca. 30cm voranzutreiben. Gerade in der Nähe von Wurzeln oder Steinen ergeben sich Nachteile für die Feldflügelsonde, da diese sich gerne verhakt und zu hohe Bodenfestigkeiten vorspiegelt.

Schallimpulsmessung

Die Schallgeschwindigkeitsmessung hängt zusammen mit der $\sqrt{E/\rho}$, wobei E der Elastizitätsmodul und ρ die Massendichte sind. Sie wird als eigentlich fiktive Geschwindigkeit $v = s/t$ (Weg s =Schraubenabstand, Zeit t = Laufzeit) gemessen.

Das heißt, dass somit grundsätzlich keine Festigkeiten oder Bruchenergien gemessen werden. Daher werden frühe Holzversprödungen nach unserer Erfahrung nicht gefunden und Nasskern als vorzugsweise Holzerweichung nicht grundsätzlich von einer fäulebedingten Holzerweichung unterschieden.

Wurzelbürtige und damit eher unterirdisch ausgedehnte Fäulen werden durch eine überirdische Messung am Stammfuß nicht erfasst. Die Spitze des Eisbergs sagt nichts über dessen Unterwasserdimensionen aus.

Schallmessung ist daher oft nur Voruntersuchung. Wir verwenden sie nicht allein, um über das Schicksal eines Baumes zu entscheiden.



Abb. 3: IML MICRO HAMMER.

Mit dem „MICRO HAMMER“ von IML hat man neuerdings ein besonders handliches und benutzerfreundliches Gerät, das auch Schallgeschwindigkeiten aus mehreren Messungen mittelt.

Unsere Feldstudie umfasste letztlich den Zwängen des Wetters folgend auch den Einfluss des Frostes auf die Messungen, die dann ohne Frost wiederholt wurden.

Micro Hammer, Fa. IML	Abstand zur Schnittfläche (cm)	Geschwindigkeit bei Frost (m/s)	Geschwindigkeit ohne Frost (m/s)	Differenz bei/ohne Frost (%)
Buchenstumpf 1	30	1400	1365	3
	30	1320	1172	13
Buchenstumpf 2	30 (radial)	1325	1283	3
	30 (tang)	1236	1195	3
Buchenstumpf 3	30	1546	1487	4
Buchenstumpf 5	5	1439	1020	41
	15	1125	987	14

Tabelle 1: Tabelle der gemessenen Schallgeschwindigkeiten an vom Brandkrustenzpilz befallenen Buchenstümpfen.

Die Tabelle zeigt, dass bei Vergleichsmessungen an faulen Stümpfen mit Frost Schallgeschwindigkeitserhöhungen von 3 – 41% gemessen wurden. Die 41% ergaben sich 5cm unter einer zuvor durchnässten, dann aber gefrorenen Stumpfoberfläche. Die Fäule war eine fortgeschrittene Brandkrustenzpilzfäule, die den Schall üblicherweise auch nur schwach bremst. Bei Weißfäule würden wir größere Frosteinflüsse erwarten. Der Elastizitätsmodul von Eis liegt bei ca. 10000MPa!!

Bohrwiderstandsmessungen

Einfluss von Frost beim IML-RESI F400-S



Abb. 4: IML RESI F400-S.

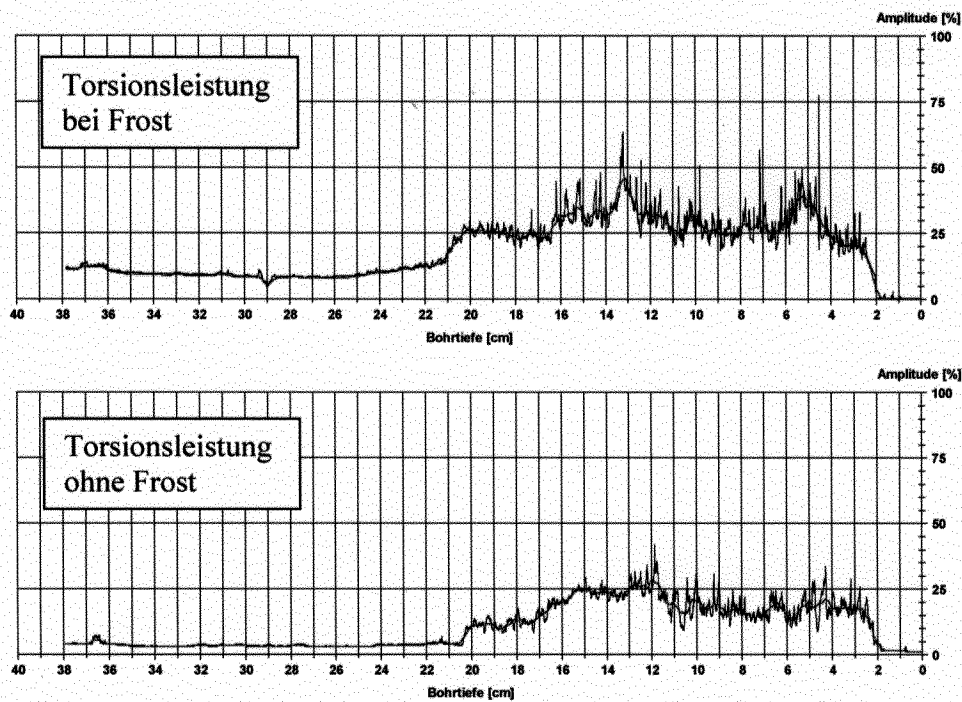


Abb. 5: Bohrprofile des IML RESI F400-S gemessen am Buchenstumpf Nr. 1 mit Brandkrustenpilzbefall (oben: bei Frost, unten: ohne Frost).

Gemessen wurde an Rotbuchenstümpfen mit Brandkrustenpilzbefall. Die Abb. 5 zeigt, dass die Fäule auch im gefrorenen Zustand gefunden wird, der Frost aber die Bohrwiderstände geringfügig anhebt. Der Einfluss des Frostes bei Weißfäule wurde noch nicht untersucht.

Der IML-RESI B400



Abb. 6: IML-RESI B400.

Der für diese Vorversuche modifizierte IML-RESI B400 misst neben der Torsionsleistung auch die axiale Vortriebsleistung. Untersucht wurden ebenfalls die mit Brandkrustenpilzfäule befallenen Buchenstümpfe, wie zuvor beschrieben.

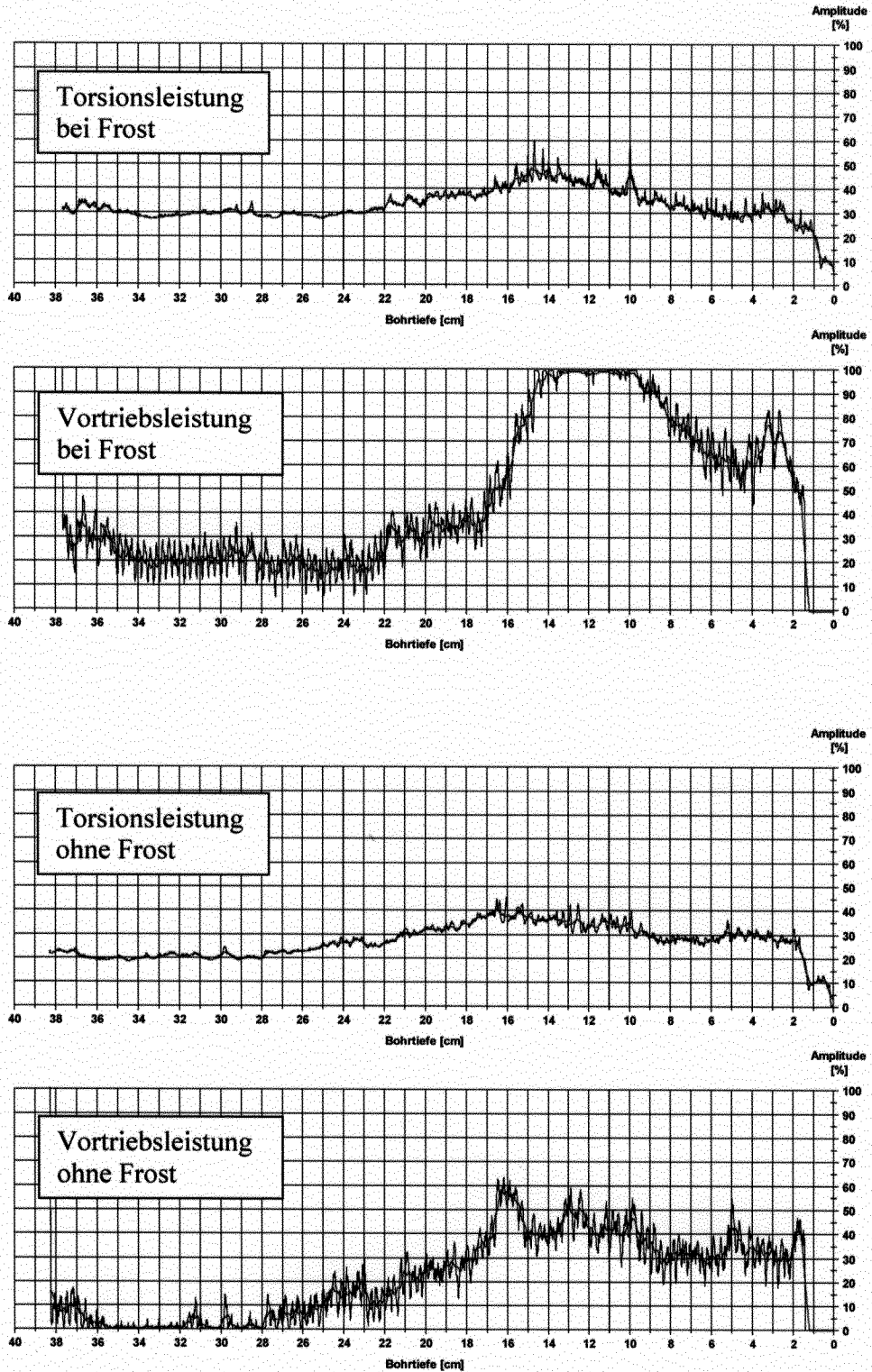


Abb. 7: Bohrprofile (Torsions- und Vortriebsleistung) des IML-RESI B400 gemessen am Buchenstumpf Nr. 1 mit Brandkrustenpilzbefall (oben: bei Frost, unten: ohne Frost).

Die axiale Vortriebsleistung fällt hier weitaus deutlicher ab als die Torsionsleistung. Der Einfluss des Frostes ist auch hier ein etwas höherer Schriebwert bei beiden Messgrößen.

Der IML-RESI MD (Mechanical Drill)



Abb. 8: IML-RESI MD.

Dieses Prüfgerät stößt bei flüchtiger Betrachtung zunächst auf große Skepsis. Es hat keinen Schrieb, weder elektronisch noch mechanisch. Es misst allein den axialen Penetrationswiderstand einer rotierenden Nadel, keine Torsionsleistung. Die Axialkraft wird hierbei vom Anwender mit der Hand gefühlt. Es empfiehlt sich, dabei die Eindringtiefe auf der Zentimeterskala laut mitzulesen. Trifft man auf Fäule, spürt man diese oft sogar ruckartig als schnelles Eindringen. Selbst Jahresringe von Nadelbäumen kann man als „Ruckeln“ spüren. Nach einiger Übung ist dieses Gerät u.E. sehr gut geeignet, die Lücke zwischen rein visueller

Baumkontrolle und aufwändiger Untersuchung zu schließen und dafür ist es auch gedacht. Nach all unseren bisherigen Feldstudien sollte es geeignet sein die größten Zeitbomben entlang der Straßen schnellstmöglich zu lokalisieren.

Schlussbemerkung

Wegen des langen Winters und der wenigen verfügbaren Prototypen wurden die Kurvenschriebe von der Fa. IML selbst ausgewertet, weshalb die IML-Beteiligten hier Mitautoren sind.

Mit den neuen Geräten dürfte eine Ära der noch qualifizierteren Baumdiagnose bei minimiertem Aufwand angebrochen sein, wobei insbesondere auf **NACH-VOLLZIEHBARKEIT** der Methoden Wert gelegt wird.