

T 3009

- Gutachten ■
- Beratung ■
- Planung ■
- Bauleitung ■

**GuD GEOTECHNIK und
DYNAMIK CONSULT GmbH**



Univ. Prof. Dr.-Ing. S. Savidis · Dr.-Ing. Th. Richter
Dipl.-Ing. H. L. Hebener · Dr.-Ing. K.-M. Borchert

GuD CONSULT GmbH · Dudenstraße 78 · 10965 Berlin

**Beratende Ingenieure
Vereidigte und nach Bauordnungsrecht
anerkannte Sachverständige**

Dudenstraße 78 · 10965 Berlin
Tel.: (030) 78 90 89-0 Fax: (030) 78 90 89-89
e-mail: geo@gudconsult.de
www.gudconsult.de

**Baugrunduntersuchungen
Schwingungsmessungen**

**Erdbau · Grundbau · Erschütterungsschutz
Abdichtungen · Altlasten · Tunnelbau**

KURZBERICHT

113, 0

zum Forschungsvorhaben

„Online-Vermessung von Düsenstrahlsäulen“

Auftraggeber: Deutsches Institut für Bautechnik
Anstalt des Öffentlichen Rechts
Kolonnenstraße 30 L
10829 Berlin

Bearbeiter: Univ. Prof. Dr.-Ing. S. Savidis
Dipl.-Ing. N. Schneider

Berlin, 10.12.2002

Dieser Kurzbericht (X 59/01) umfaßt 3 Seiten.

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Kurt-M. Borchert
Dipl.-Ing. Hans L. Hebener
Dr.-Ing. Thomas Richter
Univ. Prof. Dr.-Ing. Stavros Savidis

Handelsregister Nr.:
HRB 16 439
Berlin-Charlottenburg

Dresdner Bank Berlin
BLZ 100 800 00
Konto 0405 332 100
Postbank Berlin
BLZ 100 100 10
Konto 4228 90-105

■ 14469 **Potsdam** · Am Neuen Palais 2 a
Tel. (0331) 90 01 31 Fax (0331) 97 23 43
■ 04277 **Leipzig** · Arthur-Hoffmann-Str. 170
Tel. (0341) 3 05 64-0 Fax (0341) 3 05 64-10

Kurzbericht

Das Ingenieurbüro GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik mit messtechnischen Systemversuchen zur Online-Vermessung von Düsenstrahlsäulen beauftragt.

Die Auflagen der Umweltbehörde und die schwierigen geologischen Randbedingungen machen die Ausführung von sogenannten Trogbaugruben erforderlich, die im Allgemeinen horizontal mit Düsenstrahlsohlen abgedichtet werden. Als hochliegende Sohlen übernehmen diese Düsenstrahlsohlen sowohl statische als auch dichtende Funktionen, da sie dem Wasserdruck standhalten müssen.

Es ist von höchster Bedeutung den Durchmesser der erodierten Säule zu kennen, um die einzelnen Säulen dann so aneinander zu setzen, dass sie die vorgenannten Struktureigenschaften übernehmen.

Für diese Vermessung gibt es nur Einzelverfahren um tiefliegende, nicht exponierbare Säulen vermessen zu können. Eine regelmäßige Begleitung der Säulendurchmesseraufnahme während des eigentlichen Düsenvorganges ist bisher noch nicht technisch umgesetzt worden.

Die Notwendigkeit einer derartigen Vermessung ist in mehreren internationalen Konferenzen bzw. in patentierten Grundsatzüberlegungen aufgenommen worden.

Zur tiefergehenden Ergründung eines möglichen Messverfahrens wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens messtechnische Systemversuche in zwei Stufen durchgeführt (Teil I und Teil II).

Im Teil I wurde ein baustellenüblicher Container mit Abmessungen von 6 m x 2 m mit Betonitsuspension befüllt und im Schutze eines vorlaufenden Wasserstrahles durchschallt. Maßgebende Kenngröße für diese Versuche war eine Frequenz von 90 kHz bei 400 Watt Leistung.

Der Sender konnte basierend auf dem piezoelektronischen Bauelement gleichzeitig als Sender fungieren. Die gemessenen Signalstufen wurden auf einem Oszillographen aufgenommen.

Auffallend war die Erkenntnis, daß bereits bei Störfrequenzen aus nahestehenden Maschinen der Einfluss auf die Messwertaufzeichnung erkennbar war. Die Laufzeit der Signale in der Versuchssuspension war maßgebend geprägt von dem Anteil der eingebrachten Inhomogenitäten in Form von kleinsten Luftbläschen.

Die Versuche zeigten im Wesentlichen, dass mit der angenommenen Frequenz von 90 kHz bereits bei kleinsten Störungen der Suspension in Form von Verwirbelungen, Verdünnungen oder Lufteinschlüssen ein Echo nicht mehr aufgezeichnet werden kann. Bei den weitergehenden Untersuchungen wurde festgestellt, dass die ursprünglich angenommene Frequenz zu verändern ist und die Versuche in einem kleineren Container wiederholt werden müssen.

Entscheidend für eine zielgerichtete Weiterführung dieser Überlegung ist eine Messtechnik, die gegenüber diesen Inhomogenitäten der Versuchssuspension stabil ist. Gemäß dieser Vorgabe wurden die Systemversuche Teil II weitergeführt, wobei ein spezieller Versuchscontainer erstellt wurde. Die Messfrequenz für diese Versuche wurde dann mit zwei Sendern parallel durchgeführt. Nämlich mit einer gleichlaufenden 200-kHz- und 15-kHz-Messfrequenz.

Gegenüber der ursprünglichen singulären Aufzeichnung von Messsignalen an einem Oszillographen wurden in der erweiterten Versuchsdurchführung nun die Empfangssignale auf einem Analog/Digital-Wandler codiert und dann einer Auswertungssoftware zugeführt, die die Messsignale online auf dem Bildschirm wiedergibt. Die softwaremäßige Aufbereitung der Messergebnisse erlaubt eine Filtertechnik über die Signale zu legen, so dass nur die Signale von Relevanz für die Darstellung waren, die wiederholungstabil waren.


Die Turbulenz der Suspension wurde in verschiedenen Stufen durchgeführt. Zunächst wurde die Versuchssuspension durch ein Rührwerk, dann durch die Einleitung von Druckluft und in erweiterter Form durch die Zugabe eines Hochdruckstrahles inhomogenisiert. In der Endform wurden die Turbulenzen durch Überlagerung von Druckluft und Hochdruck-Einstrahlung erzeugt.

Die Messwertauswertung der bewegten Suspension durch ein Rührwerk ist ohne Störsignale möglich. Die Drucklufteinleitung zeigt einen erkennbaren Effekt in der Messsignalauswertung, jedoch sind die Grenzwerte eindeutig ansprechbar.

Ein im Kreislauf mit Hochdruck eingebrachter Hochdruckstrahl zeigt den markantesten Störungseintrag in die Messwertauszeichnungen. Die hohen Messfolgen und Online-Aufbereitungen erlauben jedoch eine sichere Ansprache.

Die Überlagerung aller möglichen Störeinflüsse, die versuchstechnisch gefahren wurden, zeigten grundsätzliche Störvolumen durch die Inhomogenitäten in der Suspension. Die letztendliche Interpretation der Sollgrenze zum definierten Reflektor ist eindeutig gegeben.

Als Schlussfolgerung kann festgehalten werden, dass die an der Versuchssuspension durchgeführten Ergebnisse zeigen, dass die digitale Aufbereitung der Messsignale eine hinreichend sichere Interpretation der Reflexion an der idealen Wandung darstellen und die Messsignale auch in inhomogenen Suspensionen reproduzierbare Ergebnisse liefern. Die für die Versuche eingesetzte Software ist verfahrensspezifisch zu verbessern, um den Produktionsverhältnissen einer Düsenstrahlsohle gerecht zu werden. Die spezifische Laufzeit der Signale in den inhomogenen Suspensionen ist noch durch zusätzliche Kalibriermaßnahmen zu verifizieren.


Univ. Prof. Dr.-Ing. S. Savidis


Dipl.-Ing. N. Schneider