

Protokoll

Nr. U 2.2 / 03 - 011

vom 27.02.2003, 2. Ausfertigung

Gegenstand: Anwendungstechnische Untersuchungen zu einer temporären Spundwandabdichtung mit Injektionsgel

Auftraggeber: Sperrbeton Jürgen Paust GmbH
Werkstraße 6
D 22844 Norderstedt

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Rudolph
Dr.-Ing. Hornig

Dieses Protokoll besteht aus 4 Seiten und 2 Anlagen.

Dieses Protokoll darf nur ungekürzt verwendet werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt
für das Bauwesen Leipzig mbH
Sitz: Hans-Weigel-Straße 2 b · 04319 Leipzig

Postanschrift: PF 74 11 06
04323 Leipzig
Telefon: 03 41 / 65 82-143
Fax: 03 41 / 65 82-199
e-Mail: abdichtung@mfpa-leipzig.de

Geschäftsführer:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Dr.-Ing. Frank Dehn,
Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 17719

Bankverbindung:
Sparkasse Leipzig
BLZ: 860 555 92

Kt.-Nr.: 1100 560 781

1 Aufgabenstellung

Die für ein Bauvorhaben in München erforderliche temporäre Spundwandabdichtung vor dem Abtrennen der Ankerrohre sollte im Rahmen von anwendungstechnischen Untersuchungen hinsichtlich Ausführbarkeit und Stabilität unter vorgegebenen Randbedingungen beurteilt werden.

2 Grundlagen

Folgende Randbedingungen waren für die durchzuführenden Versuche vorgegeben:

- **Baugrund**
nach dem auszugsweise übergebenen Baugrundgutachten¹ ist im Abdichtungsbereich mit tertiären Sanden zu rechnen. Bei diesen Sanden handelt es sich um Fein - Mittelsande mit steil verlaufender Körnungslinie und relativ hohem Schluffanteil. Im ungünstigsten Fall ist von einem ständigen Wasserdruck von 0,8 bar auszugehen.
- **Injektionsmaterialien**
Für die Ankerrohrinjektion vor dem Entspannen der Ankerlitzen sollte ein sehr rasch reagierender „wasserstoppender“ Polyurethanschaum verwendet werden. Die temporäre Spundwandabdichtung im Bereich des Ankerrohres war mit einem schnell reagierenden Injektionsgel auf Acrylatbasis durchzuführen.
- **Ankerrohr**
Der Innendurchmesser des Ankerrohres (entspricht den Mindestmaßen der abzudichtenden Spundwandöffnung) beträgt 170 mm. Jeder Anker besteht aus 6 Litzen.

Die durchzuführenden Versuche sollten die Situation des Entspannens der Anker und das Abtrennen des Ankerrohres vor dem Ziehen der Spundwand nachbilden. Die Nachbildung erfolgte mit einem druckdichten Stahlkasten, an den einseitig das Ankerrohr über einer vorher eingearbeiteten Öffnung von 170 x 170 mm angeschweißt wurde. Der Kasten ist mit Sand der oben beschriebenen Eigenschaften gefüllt. Im Ankerrohr befinden sich die 6 Litzen, die bis in den Kasten hineinragen sowie eine Füllung aus einem Sand - Stein Gemisch. Die dem Protokoll beigefügte Anlage 1 enthält die Fotodokumentation des Versuchsaufbaus. In Tabelle 1 sind die für die Versuche gewählten Materialien zusammengefasst.

¹ Zentrum Geotechnik: Baugrund- und Gründungsgutachten Nr. 10981 - 3/8: Hochhausensemble Am Münchner Tor; Seite 11 - 16

Tabelle 1: Versuchsmaterialien

Material	Bezeichnung	Hersteller / Herkunft
Sand	tertiärer Sand aus dem Raum München, Nebenprodukt eines Kieswerkes; Zusammensetzung siehe Sieblinie, Anlage 2	Radmer Kiesvertriebs GmbH & Co. KG Werk Aschheim / Dornach
PU - Harz	PUR - O - STOP einkomponentiges Injektionsharz auf Polyurethanbasis, Beschleunigung der Reaktionszeit durch 10 % Katalysator	Fa. TPH mbH; Hamburg
Injektionsgel	Quickstop 1471 mehrkomponentiges, in seiner Reaktionszeit zwischen 15 und 225 s einstellbares Injektionsgel auf Acrylatbasis	Fa. TIKAL Spezialbaustoffe GmbH, Norderstedt

Die Injektion des PU - Schaumes erfolgte direkt in das Ankerrohr. Die vorhandene Öffnung in der Nähe der Kastenwand konnte für die Injektion nicht verwendet werden. Es wurde statt dessen eine neue Bohrung von oben in das Ankerrohr in unmittelbarer Nähe zur Ankerkopfdichtung eingebracht. Die Injektion des Schaumes erfolgte über einen in der Bohrung gesetzten Packer. Die 4 Packer für die Gelinjektion waren in Bohrungen in der Wand des Injektionskastens eingesetzt. Der Abstand jedes Packers zur Mittelachse des Ankers betrug 15 cm.

3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Der im Rahmen der durchgeführten Versuche eingehaltene Ablauf ist in der folgenden Tabelle beschrieben. Während der Injektionen stand der Versuchskasten unter einem ständigen Wasserdruck von 1 bar.

Tabelle 2: Versuchsbedingungen

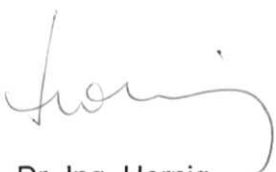
Versuchsschritt	Ergebnis
Injektion Ankerrohr mit PUR - O - STOP (1 l Harz mit 10 % Katalysator) in der Nähe der Ankerkopfdichtung	aus den Litzen tropft Wasser
Einschlagen der sechs Litzen etwa 8 cm in das Kasteninnere zur Simulation des Entspannens der Anker	Wassertropfen aus den Litzen verringern sich

Versuchsschritt	Ergebnis
Injektion von 16 l Quickstop 1471 in die 4 Packer in der Kastenwand mit Zweistufeninjektion, je Packer 2 x 2 Liter Gel (1. Stufe mit einer Reaktionszeit von 55 s, 2. Stufe mit einer Reaktionszeit von 25 s)	weiterer Wasseraustritt aus dem Ankerrohr, permanenter Austritt eines Gel- Wassergemischs aus der Kastenentwässerung
Nachinjektion von 12 Litern Quickstop über zwei Bohrungen im Ankerrohr, 8 cm von der Kastenwand entfernt (Reaktionszeit 15 s)	weiterer Wasseraustritt aus dem Ankerrohr, Gelaustritt aus der Kastenentwässerung und am Kasten- deckel
Lösen und Demontieren der Ankerkopfdichtung unter einwirkendem Wasserdruck von $p = 1\text{ bar}$	geringer Wasseraustritt aus dem fast vollständig mit PUR gefüllten Ankerrohr, keine Sandauswaschung
Abtrennen des Ankerrohres bei gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung der Litzen, Senkung des Wasserdruckes auf 0,3 bar	sickernder Austritt von Sand aus der Öffnung in der Kastenwand
langsamer Druckaufbau im Kasten auf Sollvorgabe	permanenter Austritt größerer Mengen an Sand unter Druckentspannung

Nach dem Öffnen des Kastens stellte sich folgendes Bild dar:

Das injizierte Gel hat sich nicht vollständig mit dem Sand vermischt. An den vier Injektionsöffnungen außerhalb des Kragens des Ankerrohres haben sich kleine relativ stabile Sand - Gel - Gemische gebildet, die sich jedoch im Bereich des Ankerrohres (Litzen) nicht überschneiden. Unmittelbar hinter dem Ankerrohr ist kein Gel vorhanden. Größere Mengen des Gels haben sich als mittiger Strang entlang der Kastenwand nach oben unter dem Deckel verteilt.

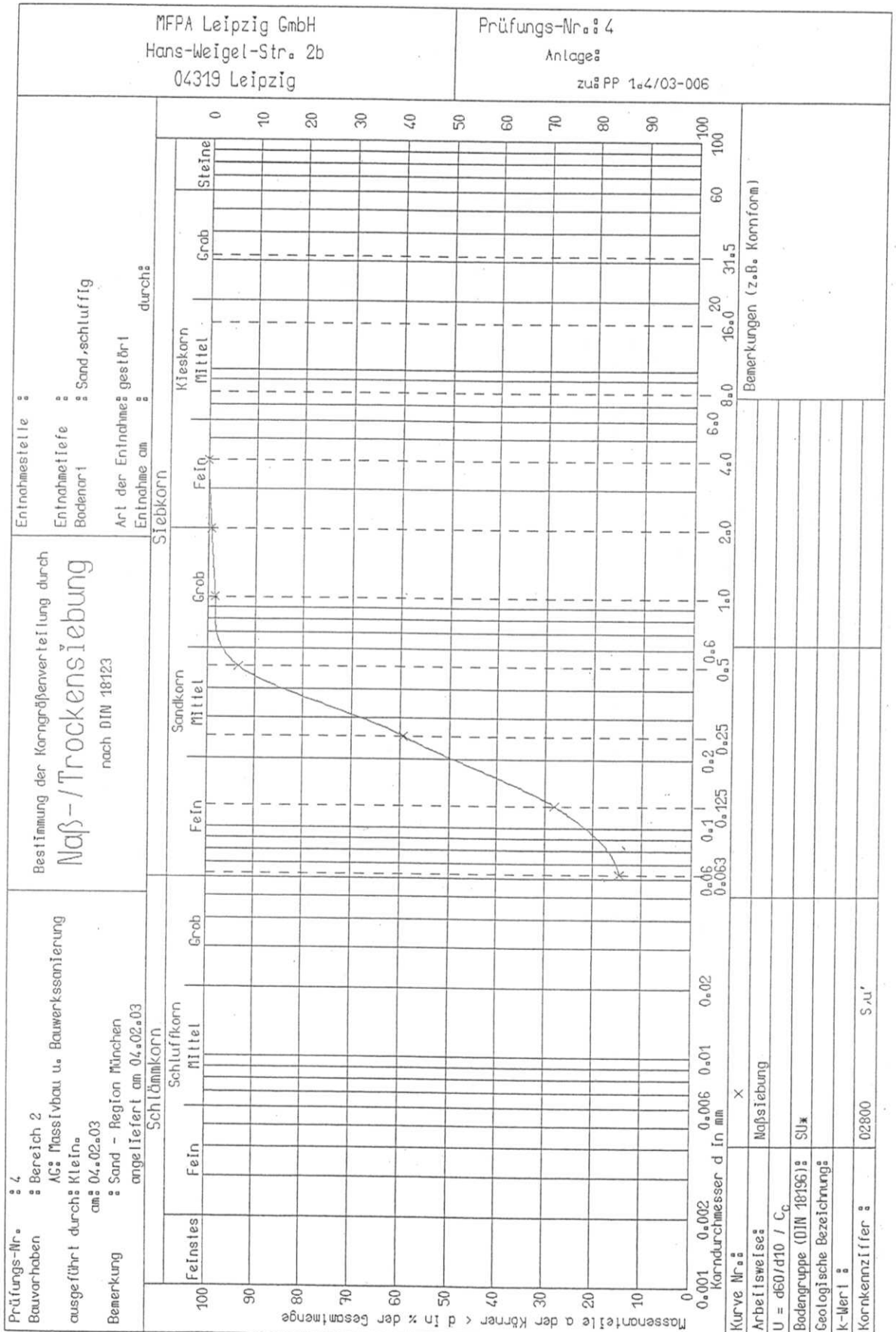
Der gewünschte Abdichtungserfolg und die mechanische Stabilisierung des Sandes ist mit den untersuchten Packerabständen und der gewählten Technologie nicht zuverlässig möglich. Von einer Verringerung der Packerabstände, zusätzlicher Gelinjektion über das Ankerrohr in Wandnähe zwischen die Litzen und der Einhaltung einer Mindestreaktionszeit von 1 min sind positive Auswirkungen auf die Ausbildung eines geschlossenen Gelschleiers im Bereich des Ankers zu erwarten.



Dr.-Ing. Hornig
Arbeitsgruppenleiterin
Bauwerksabdichtung



Dipl.-Ing. Rudolph
Arbeitsgruppenleiter
Bauwerkssanierung



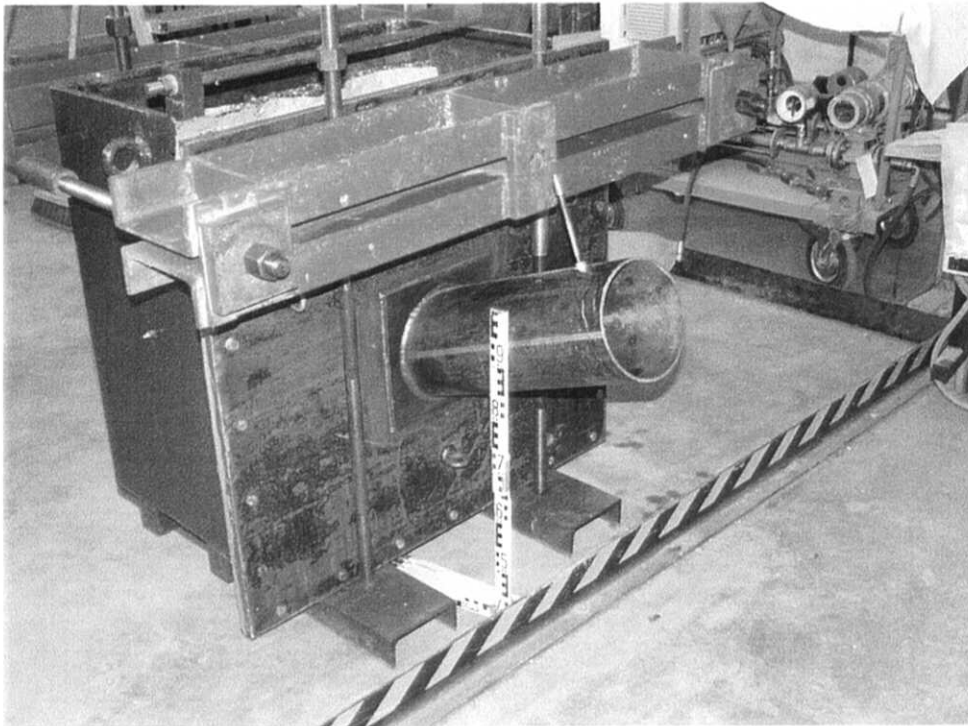


Bild 1: Versuchsaufbau; Injektionskasten mit angeschweißtem Ankerrohr

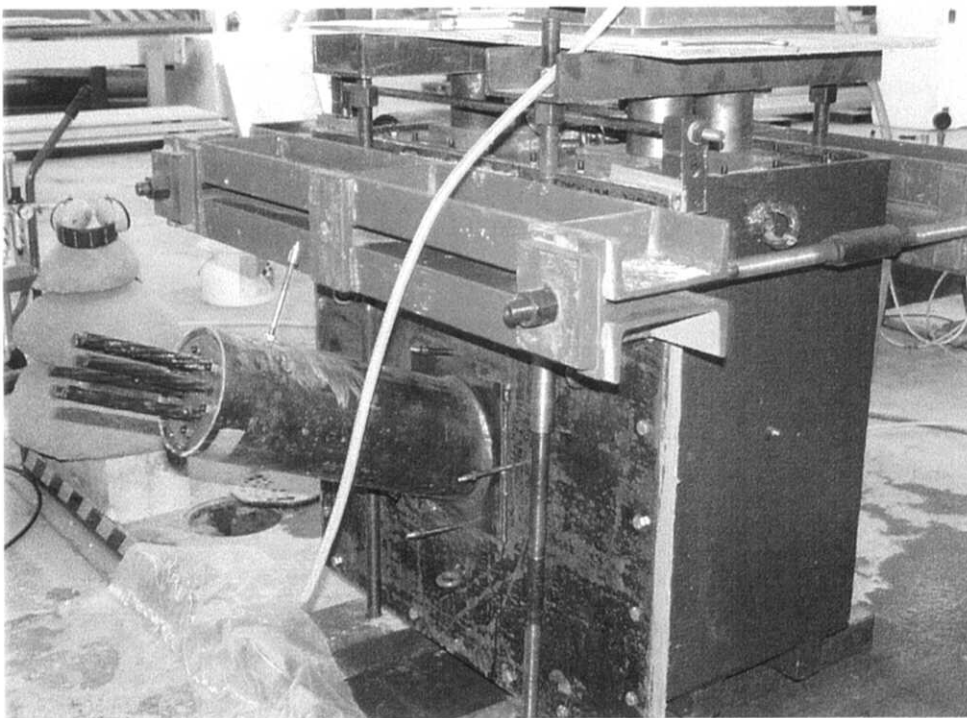


Bild 2: Ankerrohr mit eingebauten Litzen, Kasten mit eingesetzten Packern unter Wasserdruck;

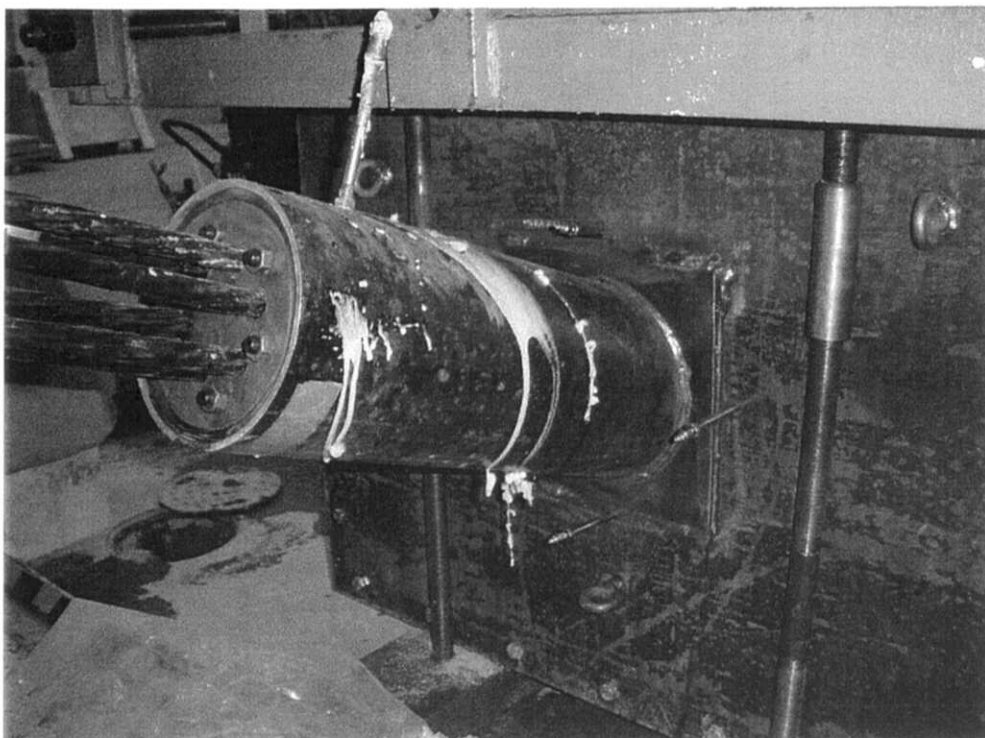


Bild 3: Ankerrohr nach beendeter PU - Schaum Injektion

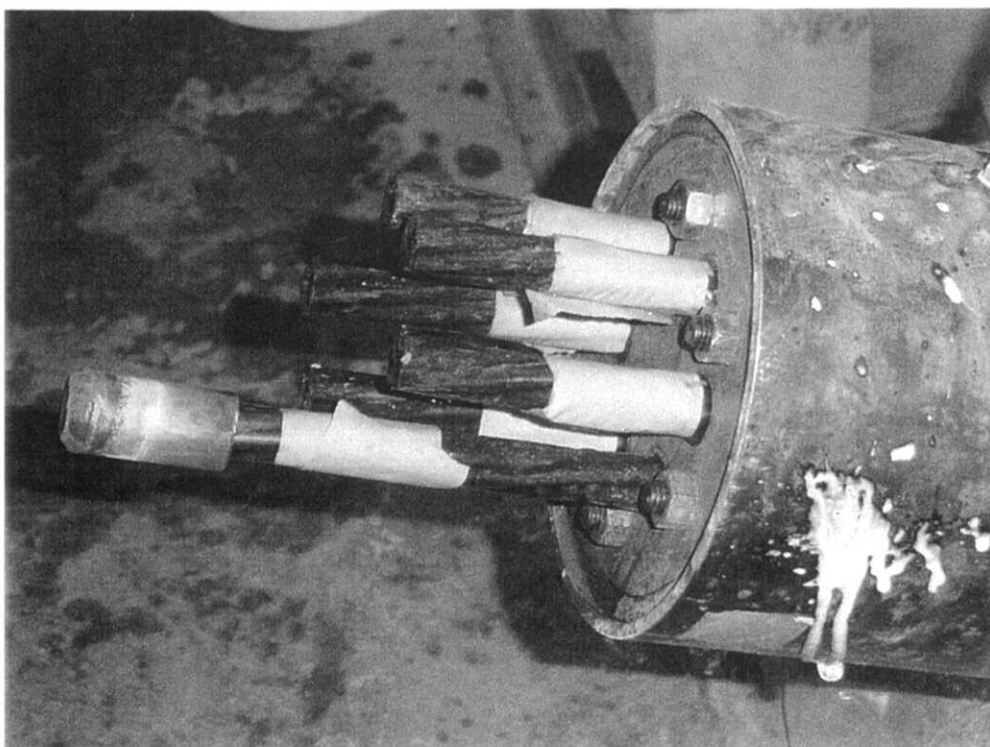


Bild 4: Nachbildung des Litzen - Entspannens durch Einschlagen der Litzen

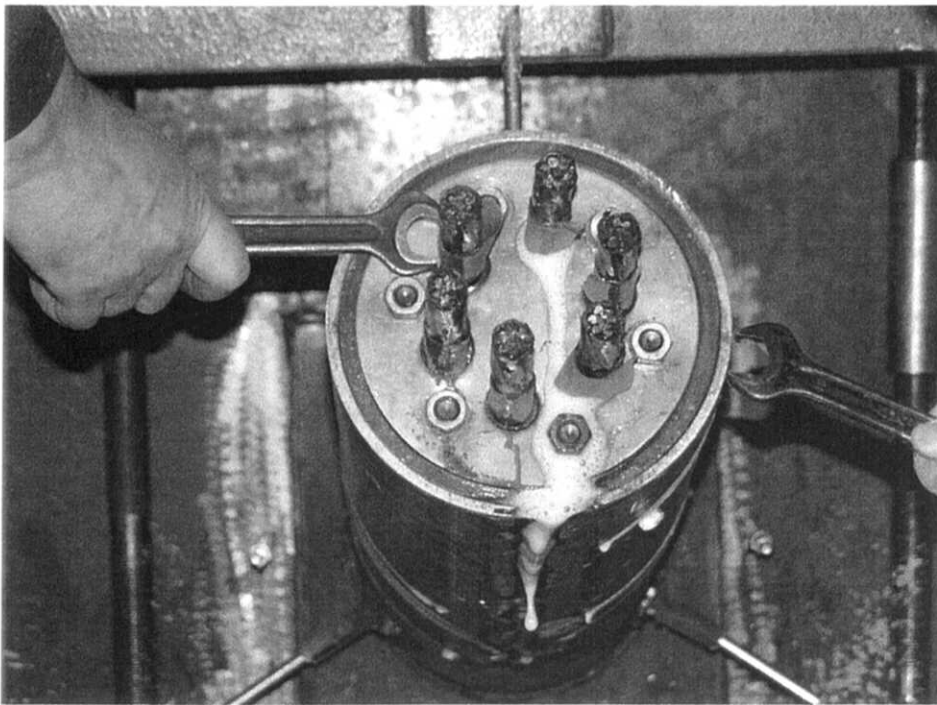


Bild 5: Lösen der Ankerkopfdichtung

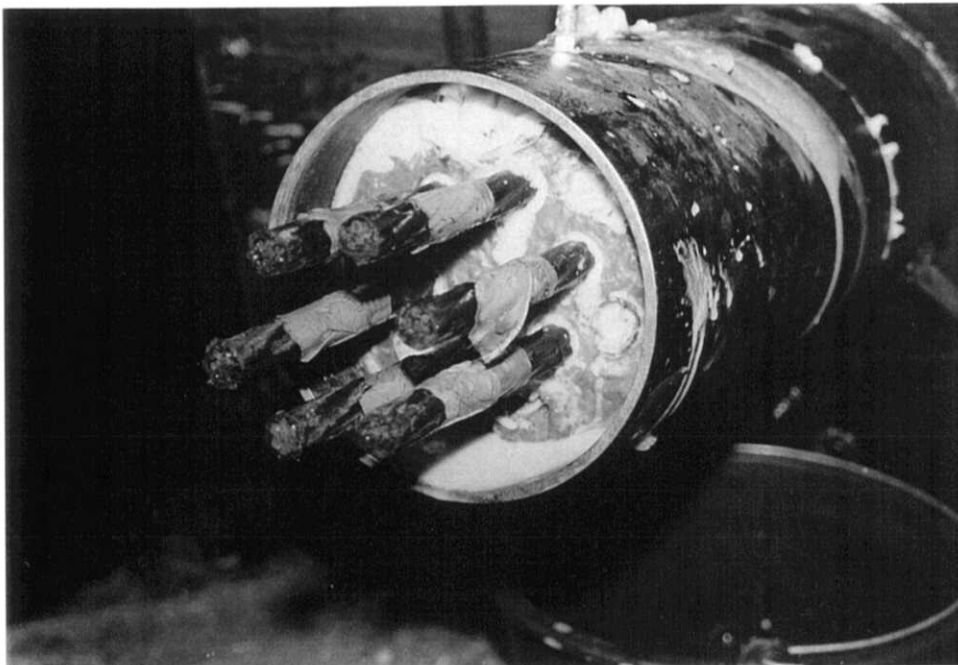


Bild 6: Ankerrohrfüllung nach entfernter Ankerkopfdichtung



Bild 7: Sandausspülung bei
0,3 bar Wasserdruck nach
Entfernen des Ankerrohres



Bild 8: Gelschleierausbildung an der Kasteninnenwand, rechts oben reines Gel

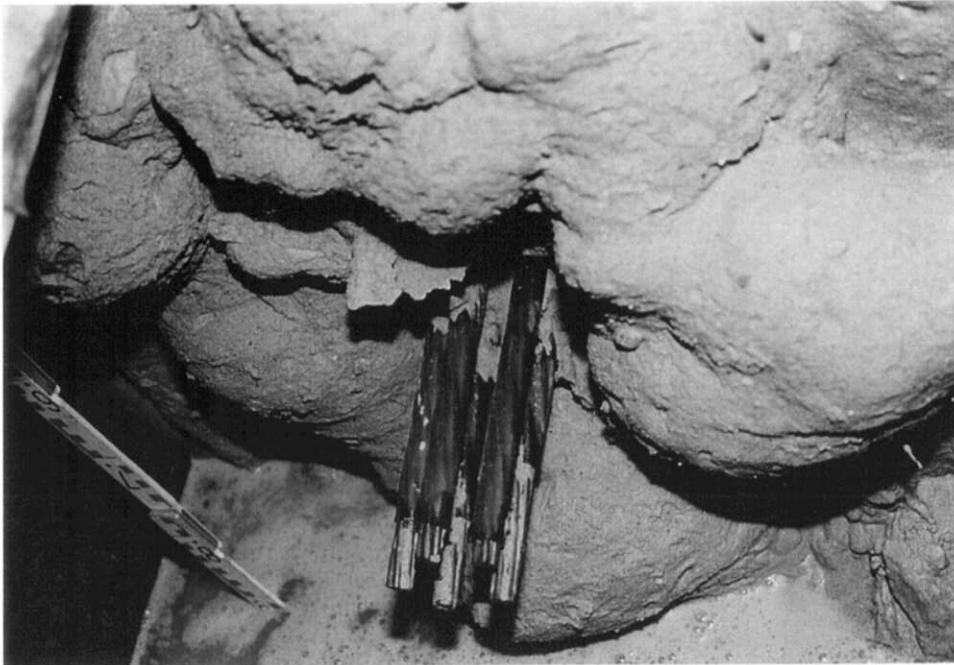


Bild 9: Detail Kasteninnenseite, keine Schleierausbildung im Bereich der Litzen