

VSV Verein Schweizerischer Vorspannfirmer  
ASEP Association Suisse des Entreprises de Précontrainte  
ASIP Associazione Svizzera delle Imprese di Precompressione

---

## Wegleitung zum Erstellen und Instandsetzen von Sondieröffnungen bei Spanngliedern

Autoren: Hanspeter Bänziger, dipl. Bauing. HTL, Bern  
Peter Matt, dipl. Bauing. ETH / SIA / USIC, Ittigen  
Arbeitsgruppe VSV

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1. Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>2. Zweck</b>	<b>3</b>
<b>3. Ueberprüfung von Spanngliedern</b>	<b>3</b>
<b>4. Erstellen von Sondieröffnungen</b>	<b>4</b>
4.1 Vorbereitung	4
4.2 Freilegung des Spanngliedes	4
4.3 Oeffnen des Hüllrohres	5
<b>5. Instandsetzen von Sondieröffnungen</b>	<b>5</b>
5.1 Allgemeines	5
5.2 Vorgehen beim Instandsetzen von Sondieröffnungen	6

**Anhang 1: Erstellen von Sondieröffnungen**

**Anhang 2: Instandsetzen von Sondieröffnungen**

## 1. Grundlagen

Die Empfehlung SIA 162/5 (1997) "Erhaltung von Betontragwerken" bildet die Grundlage für diese Wegleitung. Dies gilt insbesondere für die Begriffe, die Grundsätze und die Hinweise zur Ueberprüfung von Betontragwerken. Hinweise zu Sondieröffnungen sind in Abschnitt 3 4 "Sondierungen, Probenentnahmen und Laborprüfungen" sowie im Anhang A 1 "Untersuchungsmethoden am Tragwerk" enthalten. Im letzteren wird zum Stichwort "Sondierung" auch auf das Merkblatt SIA 2006 (1993) "Durchführung und Interpretation der Potentialmessung an Stahlbetonbauten" und dessen Abschnitt 2.3.3 "Sondieröffnungen" sowie Anhang VII "Vorgehen bei Sondieröffnungen" verwiesen.

Die in den genannten Unterlagen enthaltenen Hinweise gelten zumindest sinngemäss auch für das Erstellen und Instandsetzen von Sondieröffnungen bei Spanngliedern.

## 2. Zweck

Spannglieder sind Tragwerkselemente, deren Funktionstüchtigkeit für die Gebrauchstauglichkeit, Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit von Spannbetonkonstruktionen bekanntlich von grosser Bedeutung sind. Im Rahmen einer Zustandserfassung und -beurteilung können Sondieröffnungen bei Spanngliedern nötig sein.

Die Wegleitung hat zum Zweck, der Praxis als Ergänzung zu den in Abschnitt 1 genannten Grundlagen weitergehende Hinweise für eine fachgerechte Planung und Durchführung solcher Arbeiten zu geben. Im Sinne einer Abgrenzung ist darauf hinzuweisen, dass die in Abschnitt 3 zur Überprüfung von Spanngliedern gemachten Erläuterungen nicht abschliessend sind. Für weitergehende Ueberlegungen wird auf die Fachliteratur verwiesen. Im weiteren ist zu erwähnen, dass im Rahmen von Instandsetzungsarbeiten mit Betonabtrag leider manchmal auch Spannglieder freigelegt und Hüllrohre zerstört werden. Die fachgerechte Instandsetzung solcher Bereiche kann gemäss der Wegleitung erfolgen.

## 3. Ueberprüfung von Spanngliedern

Bei bestehenden Spannbetontragwerken ist bis heute keine zerstörungsfreie Prüfmethode verfügbar, welche umfassend und genügend präzise über den möglichen Schädigungsgrad der Spannglieder durch Korrosion oder über das Vorhandensein von Injektionsmängeln Auskunft geben kann.

Bis auf weiteres stehen deshalb für die Ueberprüfung von Spanngliedern nur die Zustandserfassung und -beurteilung mittels Sondieröffnungen zur Verfügung. Da es sich dabei um eine zerstörende Untersuchung handelt, sind die Folgen des hierfür erforderlichen Eingriffs dem erzielbaren Nutzen gegenüberzustellen (SIA 162/5, Ziffer 3 41). Im weiteren ist zu klären, ob durch den örtlichen Betonabtrag der Tragwiderstand nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigt wird.

Die Notwendigkeit einer Sondieröffnung kann sich ergeben, wenn die mit der Ueberprüfung betraute Fachperson aus der Durchsicht der Bauwerksakten und/oder der visuellen Untersuchung des Tragwerks Schwach- und Schadstellen erkennt, die eine genauere Beurteilung des Zustandes der Spannglieder nötig erscheinen lässt. Dies gilt insbesondere bei Tragwerken mit sprödem Tragverhalten (SIA 162/5, Ziffer 4 23 und 4 37).

Sondierungen an Spanngliedern sind unter fachkundiger Aufsicht durchzuführen und sorgfältig zu protokollieren (SIA 162/5, Ziffer 3 43). Das Resultat der Zustandserfassung ist in einem schriftlichen Bericht festzuhalten.

Mögliche Gefährdungen der Funktionstüchtigkeit von Spanngliedern sowie der dazugehörigen Verankerungen und Kupplungen sind beispielsweise:

- Fehlendes Injektionsgut und Wasserzutritt zum Spannstahl<sup>1)</sup>
- Korrosion an Hüllrohren, Spannstahl, Verankerungen und Kupplungen infolge äusserer Schadstoffeinwirkung (z.B. Chloride aus Tausalzen)
- Reibkorrosion am Spannstahl infolge Ermüdungsbeanspruchung
- Korrosion des Spannstahls infolge Streustromeinwirkung

Weitergehende Hinweise zu diesen und weiteren Gefährdungen sind der Fachliteratur zu entnehmen. Für die Beurteilung von festgestellten Korrosionsschäden empfiehlt es sich, eine Korrosionsfachperson hinzuzuziehen.

Das Öffnen von Spanngliedern kann in Einzelfällen dazu dienen, die in den Spannstählen vorhandene Restspannung zu ermitteln.<sup>2)</sup>

## **4. Erstellen von Sondieröffnungen**

### **4.1 Vorbereitung**

Nach der Festlegung der Sondierstellen durch die Fachperson werden örtlich am Bauwerk die Lage der Spannglieder bzw. der Verankerungen anhand der Spanngliedverlegepläne eingemessen und angezeichnet.

Zur Klärung systemspezifischer Fragen wird der Beizug der zuständigen Vorspannfirma empfohlen.

Falls im Ueberdeckungsbeton ein Chloridgehaltsprofil erstellt werden muss, ist die Probenahme möglichst nahe bei der Sondierstelle durchzuführen.

Das Instandsetzen von Sondieröffnungen soll soweit vorbereitet werden, dass diese Arbeiten wenn möglich am Tag der Spanngliedöffnung ausgeführt werden können.

### **4.2 Freilegung des Spanngliedes**

Im ersten Inspektionsschritt ist der Zugang bis zum Spannglied (Hüllrohr, Verankerung) zu schaffen, ohne das Hüllrohr und den Spannstahl zu beschädigen. Die Sondieröffnungen im Beton sind zumindest in einem ersten Schritt möglichst klein auszuführen ( $\varnothing$  50-80 mm). Hierzu kann beispielsweise eine der folgenden Methoden angewendet werden:

- Anbohren mittels Kernbohrmaschine, ggf. mit elektrischer Abschalt-Automatik gemäss Anhang 1, Bild 1a
- Freispitzen mit Elektrohammer gemäss Anhang 1, Bild 1b

Der Beton unmittelbar vor dem Hüllrohr soll nur mit Kleinspitz-Geräten und von Hand entfernt werden. Es ist zu beachten, dass bei Kunststoff-Hüllrohren die elektrische Abschalt-Automatik nicht funktioniert. Deshalb ist in diesem Fall besonders vorsichtig vorzugehen.

---

<sup>1)</sup> Bei Injektionsmängeln und Wasserzutritt kann es zu Längsläufigkeiten kommen, d.h. Korrosionsschäden können längs des Spanngliedes an verschiedenen Stellen auftreten

<sup>2)</sup> Maissen A.: Brandschäden bei vorgespanntem Beton-Nachweis der Rest-Vorspannkraft, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 5/1994, S. 125-128

### **4.3 Öffnen des Hüllrohres**

Besteht eine Veranlassung, das Injektionsgut und den Spannstahl zu prüfen, so ist auch am Hüllrohr des Spanngliedes eine Inspektionsöffnung anzubringen. Es ist gemäss Anhang 1, Bilder 1c und 1d wie folgt vorzugehen :

- Aufschneiden des Hüllrohres von Hand mittels Kleinwerkzeug (z.B. langstieliger, schmaler Flachmeissel oder Kleintrennscheibe).
- Die Hüllrohröffnung wird mit Vorteil kleiner als die Betonöffnung gemacht und die aufgeklappten 'Fensterdeckel' abgeschnitten.
- Zur Feststellung des Chloridgehaltes im Injektionsgut sind kleine Proben unmittelbar bei der Schadstelle zu entnehmen.
- Fehlt das Injektionsgut im Spannglied, kann mittels eines Endoskopes eine Spannstahlbeurteilung ggf. mit Fotoaufnahmen erzielt werden.
- Ist der Spannstahl korrodiert, so empfiehlt es sich zur Bestimmung der Korrosionsart, Ablagerungen (Korrosionsprodukte) auf dem Spannstahl fachgerecht zu entnehmen und im Labor auf deren Zusammensetzung zu untersuchen.

## **5. Instandsetzen von Sondieröffnungen**

### **5.1 Allgemeines**

Das Vorgehen beim Instandsetzen von Sondieröffnungen und sinngemäss auch von ungewollten Öffnungen an Spanngliedern richtet sich nach dem vorhandenen Zustand im Spannglied bzw. in der Verankerung, nach der Lage der Sondieröffnung sowie nach den verbleibenden Risiken äusserer Schadstoffeinwirkung.

Das Ziel aller zu treffenden Massnahmen soll die langfristige Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit, Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit des inspizierten und instandgesetzten Spanngliedes sein.

Die ausführende Unternehmung hat die Instandsetzungsarbeiten nach den Anweisungen der zuständigen Fachperson auszuführen und von dieser abnehmen zu lassen.

Grundsätzlich dürfen für das Verfüllen von Spanngliedern und Sondieröffnungen nur zementgebundene, alkalische Werkstoffe verwendet werden. Die Qualitätsanforderungen für den Injektionsmörtel richten sich nach der Norm SIA 162, Abschnitt 5 44, und für den Instandsetzungsmörtel und ggf. für einen Oberflächenschutz nach SIA 162/5. Die verwendeten Produkte müssen den Anforderungen auch als Teil im Gesamtsystem genügen. Ob Haftbrücken auf der Bewehrung und den Betonkontaktflächen nötig sind, ist aufgrund der gewählten Produkte und den örtlichen Gegebenheiten zu entscheiden.

## 5.2 Vorgehen beim Instandsetzen von Sondieröffnungen

### Allgemeine Hinweise:

- Der freigelegte Spannstahl ist dann mit einem Hochdruckwasserstrahl schonend zu reinigen, wenn der Spannstahl Lochfrass aufweist oder wenn im Injektionsgut hohe Chloridgehalte festgestellt wurden.
- Das Einbringen des Instandsetzungsbetons bzw. -mörtels auf den Injektionsmörtel hat in der Regel "nass in nass" zu erfolgen. Ist dies nicht möglich, so soll die Oberfläche des erhärteten Injektionsmörtel vorgängig aufgeraut werden.
- Sowohl der Instandsetzungsbeton bzw. -mörtel als auch der Injektionsmörtel muss frostbeständig sein. Eine Frost-Tausalzbeständigkeit ist zusätzlich dann gefordert, wenn mit dem Zutritt von Tausalzen zu rechnen ist.
- In den nachfolgenden Beschreibungen und den Zeichnungen im Anhang wird davon ausgegangen, dass ein zusätzlicher Schutz mit einer Hüllrohrhalbschale aus baupraktischen Gründen in der Regel nicht möglich ist (z.B. zu dichte Bewehrung). Bei günstigen Platzverhältnissen ist diese zusätzliche Schutzmassnahme jedoch zu empfehlen.

### a) Zugang von oben (z.B. Spannglied im Hochpunkt) - siehe Anhang 2/1, Bild 2a

- Aufrauen und Reinigen der Betonoberfläche der Ausbruchsstelle
- Vornässen der Betonoberflächen
- Verfüllen der Spanngliedöffnung (Injektionsgutausbruch) und des spanngliednahen Betonausbruches bis mind. 4 cm über den Hüllrohrscheitel mit einem Injektionsmörtel
- Verfüllen des Restvolumens mit einem schwindkompensierten, zementgebundenen Instandsetzungsmörtel (für kleinere Füllvolumen) in entsprechenden Schichtstärken, oder mit einem Instandsetzungsbeton (für grösseres Füllvolumen)
- Evtl. Schützen der Betonoberfläche gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Chloriden mit einem Oberflächenschutzsystem (OS) gemäss SIA 162/5

### b) Zugang von unten (z.B. Spannglied im Tiefpunkt) - siehe Anhang 2/1, Bild 2b

- Aufrauen, Reinigen und Vornässen gemäss a)
- Ausspachteln des Betonausbruches mit je einem spachtelbaren, schwindkompensierten, zementgebundenen Injektions- und Instandsetzungsmörtel in entsprechenden Schichtstärken
- Evtl. Schützen der Betonoberfläche gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Chloriden mit einem Oberflächenschutzsystem (OS) gemäss SIA 162/5

### c) Zugang seitlich - siehe Anhang 2/1, Bilder 2c und 2c\*

- Aufrauen, Reinigen, Vornässen und Teilverfüllen mit Injektionsmörtel gemäss a) unter Verwendung einer abgedichteten Schalung
- Verfüllung des oberen Restvolumens mit einem schwindkompensierten, zementgebundenen Instandsetzungsmörtel
- Evtl. Schützen der Betonoberfläche gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Chloriden mit einem Oberflächenschutzsystem (OS) gemäss SIA 162/5

Variante:

- Mörtelvorsatz von mind. 4 cm Ueberlappung (Betonoberfläche aufgeraut) gemäss Anhang 2/1, Bild 2c\*

#### **d) Vorbetonieren - siehe Anhang 2/2, Bild 2d**

Als Variante zur Instandsetzung von Sondieröffnungen gemäss a) bis c) besteht die Möglichkeit des Vorbetonierens, insbesondere wenn es sich um das Verschliessen grösserer Spanngliedöffnungen handelt (z.B. in Brücken-Hohlkasten). Der fehlende Schutz durch das Spanngliedhüllrohr wird dabei mit einer ausreichenden Betonüberdeckung und falls erforderlich einem zusätzlichen Oberflächenschutzsystem kompensiert.

Vorgehen:

- Aufrauhen, Reinigen und Vornässen gemäss a)
- Schalung Anbringen und Abdichten
- Hinterbetonieren mit einem Instandsetzungsbeton
- Evtl. Schützen der Betonoberfläche gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Chloriden mit einem Oberflächenschutzsystem (OS) gemäss SIA 162/5

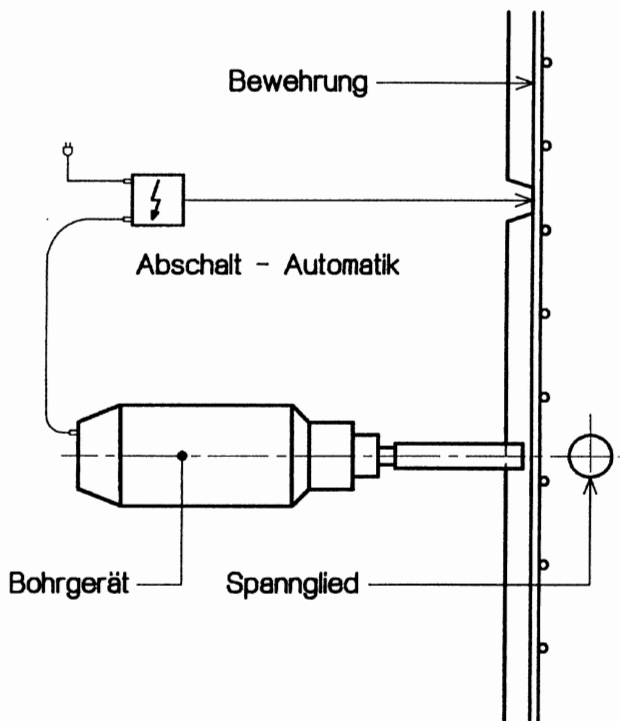
#### **e) Vakuum-Injektion von Spanngliedern - siehe Anhang 2/2, Bild 2e**

Trifft man in der Sondieröffnung auf ein teil- oder unverfülltes Spannglied, so stellt sich die Frage nach der Grösse des Hohlraumes und nach dem eventuellen Vorhandensein weiterer Injektionsmängel.

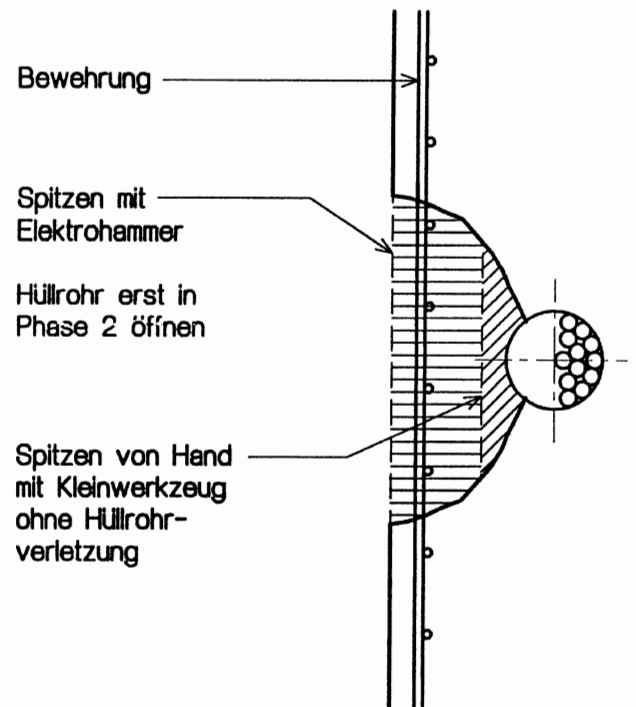
Das Hohlraumvolumen im Spannglied lässt sich mit einem Vakuum-Injektionsgerät messen und daraus die Längenausdehnung der Injektionsfehlstelle ermitteln. Diese Hohlraumbestimmung sowie die Vakuuminjektion ist durch eine Vorspannfirma auszuführen, welche über die entsprechenden Geräte verfügt. Das Vakuum-Injektionsgerät ermöglicht eine Nachinjektion im Spannglied über die Sondieröffnung, so dass das alkalische Milieu am Spannstahl sichergestellt werden kann. Die Qualitätsanforderungen für den Injektionsmörtel richten sich nach der Norm SIA 162, Abschnitt 5 44.

Besteht der Verdacht auf weitere Injektionsfehlstellen, muss mit zusätzlichen Sondieröffnungen Einblick in das Spannglied verschafft werden.

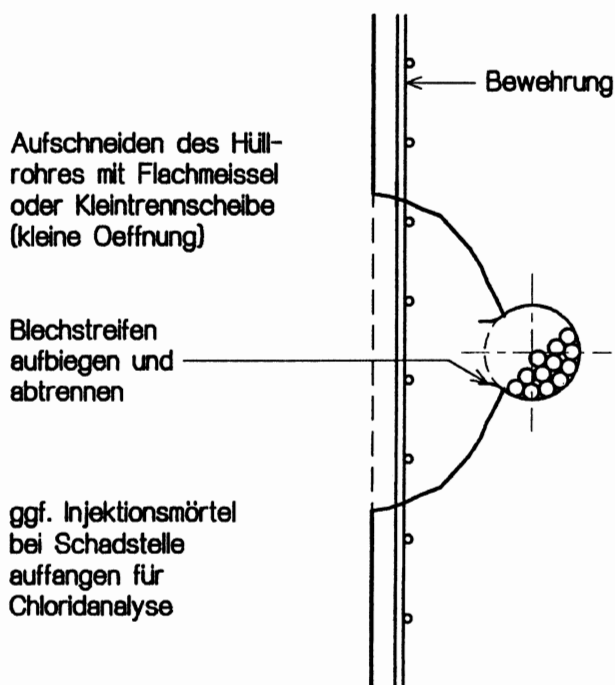
**Bild 1a Anbohren mit Kernbohrmaschine und Abschalt-Automatik (Phase 1)**



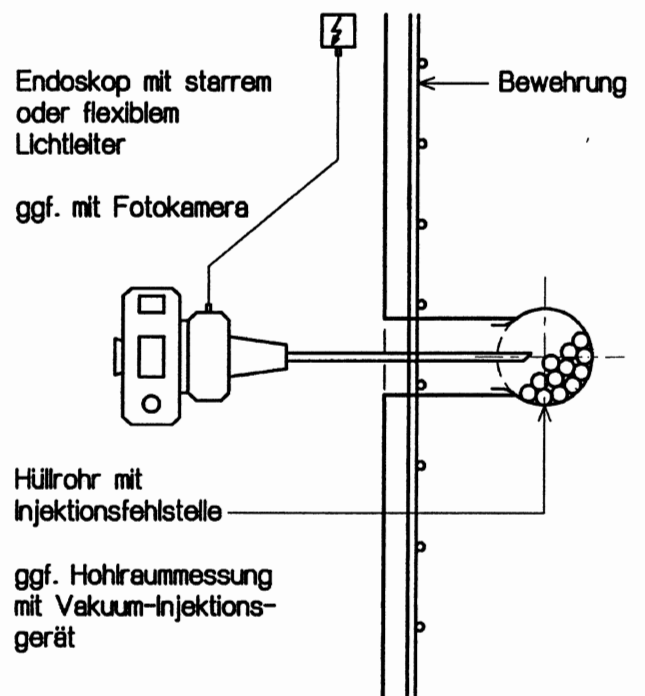
**Bild 1b Freispitzen der Sondieröffnung mit Spitzhammer und Meißel (Phase 1)**



**Bild 1c Öffnen des Hüllrohres und Beurteilen des Zustandes (Phase 2)**



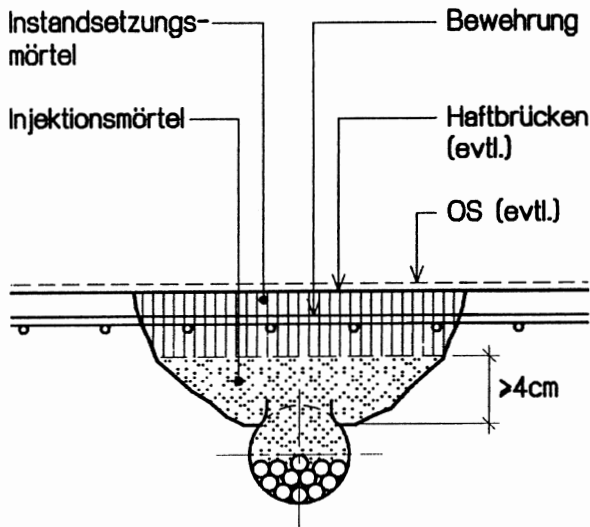
**Bild 1d Einblick ins Hüllrohr mit Endoskop bei Injektionsfehlstelle (Phase 3)**



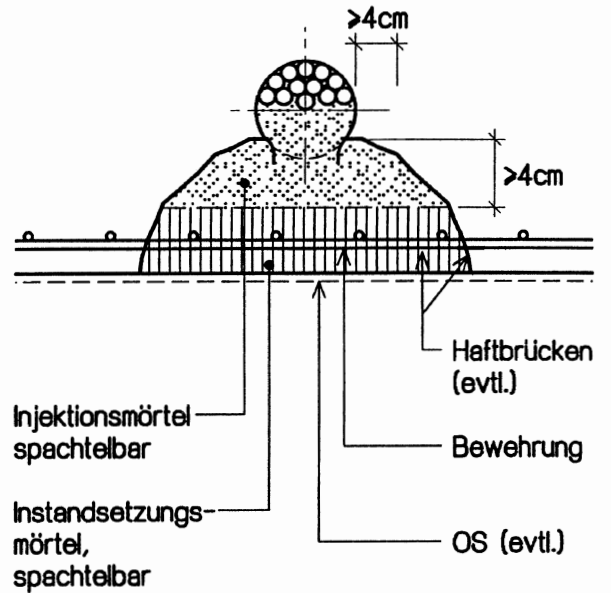


**Instandsetzen von Sondieröffnungen**

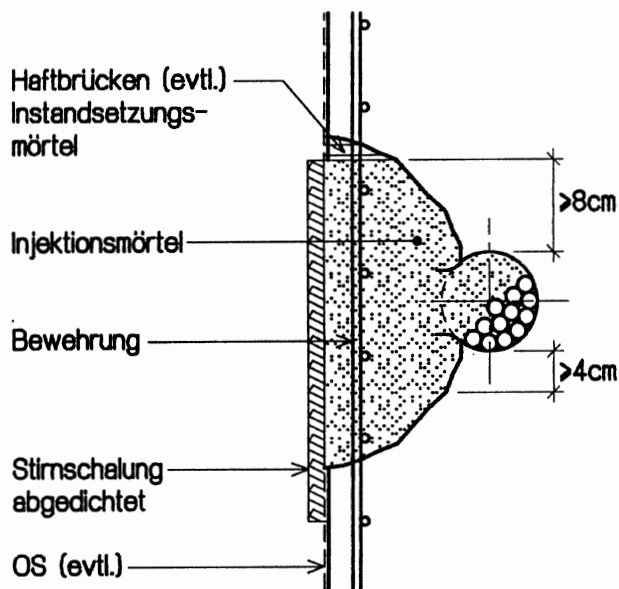
**Bild 2a Zugang von oben**



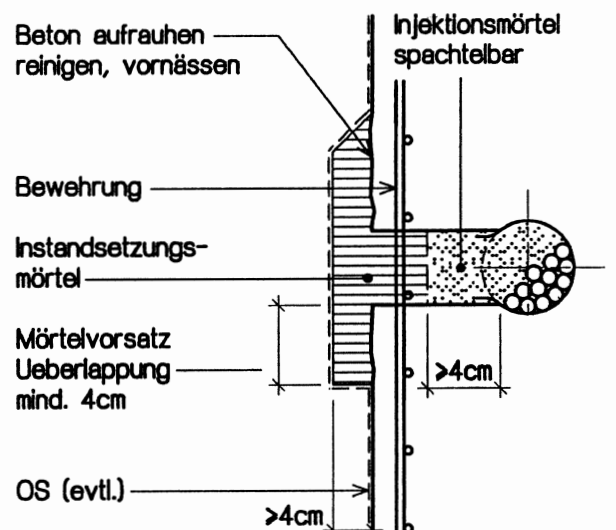
**Bild 2b Zugang von unten**



**Bild 2c Zugang seitlich**

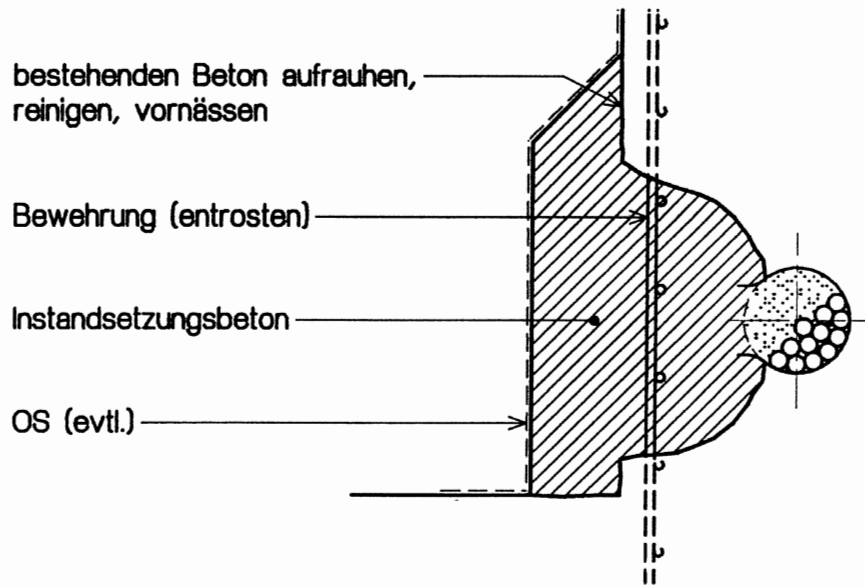


**Bild 2c\* Zugang seitlich**



**Bild 2d Vorbetonieren**

z.B. in Brücken-Hohlkassen



**Bild 2e Vakuum-Injektion von Spanngliedern**

Hohlraummessung und Nachinjektion (Injektionsgut gemäss SIA 162, Abschnitt 5 44)

