

# Die Betonsäule „elements interchangeable“ (1961) von Hans Arp

## Untersuchungsmethoden und Ergebnisse



Abb. 1



Abb. 2

### Problemstellung und restauratorische Schadenskartierung

Bei einer Kontrolle von der Leiter aus wurden im Frühling 2008 oberflächliche Schäden festgestellt, die Anlass zu einer genaueren Untersuchung gaben, welche im März 2009 durchgeführt wurde. Mit naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden wurde versucht, eine Antwort auf die Frage des materialtechnologischen Zustandes sowie der Standsicherheit zu geben.

Links Abb. 1: Gesamtansicht der rund 8 Meter hohen und gegen 10 Tonnen schweren Säule.

Links Abb. 2: Detail, Schaden mit Rissbildung.

Rechts Abb. 3: Kartierung der Oberflächenrauigkeit, Gussnähte und früheren Mörtelkittungen.

Rechts Abb. 4: Schadenskartierung und Untersuchungsverortung.

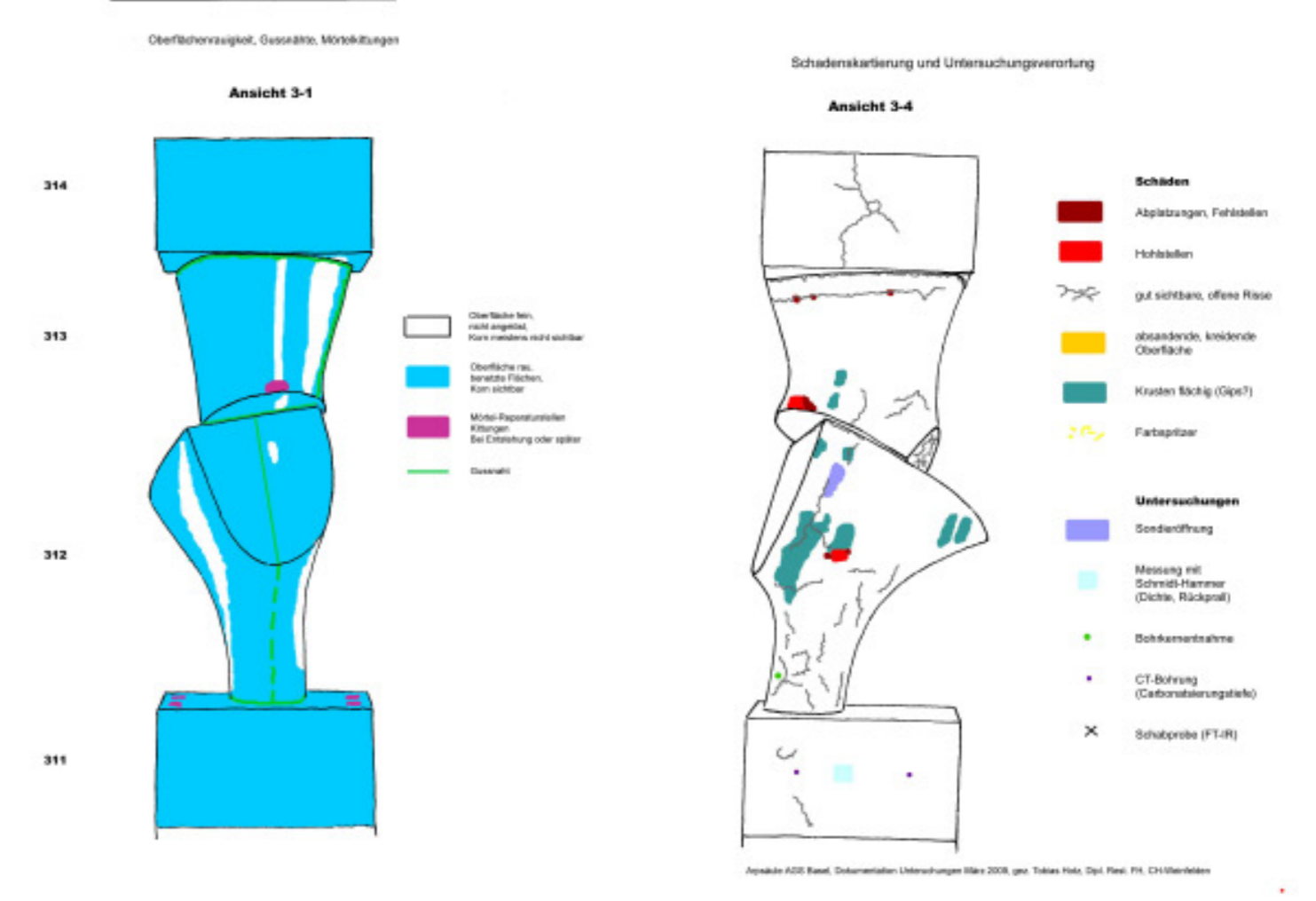


Abb. 3

Abb. 4



### Bestimmung der Karbonatisierungstiefe und der Druckfestigkeit

Der Bewehrungsstahl ist im hochalkalischen Milieu des jungen Betons vor Korrosion geschützt. Auf der Stahloberfläche bildet sich eine Eisenoxidschicht, die so genannte Passivierungsschicht. Dieser Rostschutz wird aufgehoben, wenn der pH-Wert des Betons unter 8,5-9 fällt. Der Vorgang (Karbonatisierung) vollzieht sich von der Oberfläche her nach innen durch Reaktion mit dem Kohlendioxid CO<sub>2</sub> der Luft. Sie liegt bei diesem Objekt bei erstaunlich geringen 5 bis 13 mm Tiefe. Die Werte, die für die Druckfestigkeit ermittelt wurden, liegen im Mittel bei ca. 33 N/mm<sup>2</sup>.

Links Abb. 5: Die Karbonatisierungstiefe wurde mit Bohrungen und dem laufenden Besprühen mit der Indikatorenlösung Phenolphthalein (Farbumschlag bei pH 8,5) bestimmt.

Rechts Abb. 6: Die Prüfung der Druckfestigkeit mit dem Betonprüfhammer „SilverSchmidt“.



### Potentialfeldmessung und Bestimmung der Gesamtporosität und Porengrößenverteilung

Um Informationen zum Korrosionszustand der Bewehrungsstäbe im Beton zu erhalten, wird das Verfahren der elektrochemischen Potentialfeldmessung eingesetzt. Bei diesem Verfahren wird die Potentialdifferenz zwischen einem kontaktierten Bewehrungsstahl (Sondieröffnung) und einer auf der Betonoberfläche aufgetragenen Bezugslektrode gemessen. Abgesehen von einer Stelle geben die Werte zwischen 0-100mV keine Hinweise auf eine Korrosion der Bewehrung in der Säule.

Die Porengrößenverteilung und Porosität geben Auskunft über das Gefüge bzw. sind mechanischen Kennwerte. Sie wurden an gezogenen Bohrkernen im Labor mit der Quecksilber-Druckporosimetrie bestimmt und sind mit 6,4 - 9,0 Vol.-% verhältnismässig gering.

Links Abb. 7: Potentialfeldmessung

Rechts Abb. 8: Bohrkernentnahme für Untersuchungen im Labor.



### Bestimmung des Chlorigehaltes und der Bewehrungsüberdeckung

Zur Bestimmung der bauwerkschädlichen Salze (Chlorid) wurde ein wässriger Aufschluss durchgeführt und mit dem Spektralphotometer untersucht. Die Werte liegen mit 0,03-0,07 Massen-%, bezogen auf das Betongewicht, im Bereich des natürlichen Chlorigehaltes von zementgebundenen Werkstoffen. Ein Korrosionsrisiko durch Chloride ist daher nicht zu erwarten. Mit dem Bewehrungssuchgerät kann man die Entfernung zum magnetisierbaren Bewehrungsstahl nach dem Prinzip der magnetischen Induktion messen. Dazu wird ein Scanner auf die Betonoberfläche aufgesetzt. Für die Analyse ist der Stabdurchmesser notwendig (Sondieröffnung). Der niedrigste Mittelwert wurde mit 18,3mm bestimmt.

Links Abb. 9: Zur Messwertergänzung wurden an wenigen Stellen minimale Sondierlöcher kontrolliert geöffnet.

Rechts Abb. 10: Beim Scannen der Bewehrungsüberdeckung.



### Mikroskopische Untersuchungen zum Nachweis der Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR)

Die AKR ist eine chemische Reaktion von reaktiven Kieselsäuren des Gesteinszuschlages mit den Alkalihydroxiden des Zements und produziert einen aufquillbaren Gel, der zu inneren Druckzuständen führt. Erscheinungsbilder einer schädigenden AKR sind charakteristische Risse, weisse Ausblühungen und Aussinterungen sowie Abplatzungen. Die licht- sowie elektronenmikroskopischen Untersuchungen bestätigen das Abflauen einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion an der Arpsäule.

Links Abb. 11: Typisches Erscheinungsbild der AKR auf der Oberfläche des drittobersten Elementes.

Rechts Abb. 12: Bilder der mikroskopischen Untersuchung.

Eine Gefährdung der Standsicherheit liegt zur Zeit nicht vor, so dass die Säule oberflächlich restauriert werden kann.

