

## Untersuchungsbericht No. 180512-30

### Untersuchungen zum Bauzustand des P&R Parkhauses Ahrensburg

#### 1. Auftrag

Am 04.05.12 beauftragte Herr Keizer, Zentrale Gebäudewirtschaft der Stadt Ahrensburg, den Unterzeichner mit den o.g. Untersuchungen auf Basis des eingereichten Angebots vom 30.04.2012.

#### 2. Zweck der Untersuchung

Zur Planung der Instandsetzung wurden bisher nur stichprobenartig und zerstörungsfrei auf der 3. und 2. Ebene des Parkhauses Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden vom Unterzeichner im Untersuchungsbericht No. 080911-21 dargestellt.

Zur Präzisierung der Instandsetzungsaufwendungen sollten die Untersuchungen weitergeführt werden, wobei schwerpunktmäßig potenziell geschädigte Bereiche einer Bewertung des Erhaltungszustandes unterworfen werden sollten.

Der vorliegenden Untersuchung ging eine Kartierung augenscheinlicher Bauschäden voraus, welche im Schadensbericht vom 30.04.12 dem Auftraggeber übermittelt wurde.

Die baustofflichen Untersuchungen und die ermittelten Zustandsdaten sollen das aktuelle Gefährdungspotenzial abschätzen und grundsätzliche Instandsetzungsmaßnahmen ableiten.

#### 3. Ortstermin und Vorgehensweise

Am 18.05.12 fand eine Vorbegehung des Parkhauses aus Gründen der Arbeitsorganisation statt. Dabei wurden diejenigen Prüffelder gekennzeichnet, an denen im Schwerpunkt die Untersuchungen erfolgen sollten.

Diese wurden am 03.06.12 im Rahmen des eigentlichen Ortstermins durchgeführt.

Die zu untersuchenden Fragestellungen wurden exemplarisch nur dort geprüft, wo **augenscheinlich Indizien** für eine Einschränkung von Gebrauchstauglichkeit oder Tragfähigkeit erkennbar waren. Der gegenwärtige Bauzustand und die Schwerpunkte der Instandsetzung sollen durch die Ermittlung repräsentativer Daten präzisiert werden.

##### 3.1 Prüfstellen und bauliche Situation

Die ausgewählten Prüfstellen wurden in die Grundrisspläne des Parkhauses eingezeichnet. Diese sind als Anlagen 1-4 Bestandteil dieses Berichts.

Eine Zusammenstellung der Probenahmen bzw. der Prüfstellen ist Bild 1 zu entnehmen. Unter "Anmerkung" sind augenscheinliche Beobachtungen an der Prüfstelle dargelegt. Unter "Nachweisführungen" sind die Maßnahmen und Methoden aufgeführt, mit denen Aussagen zum Zustand des Betons gewonnen werden sollten.

Ebene	Ifd. Nr.	Probeentnahme Probefläche	Anmerkung	Nachweisführungen								
				Chlorid 2-3 Tiefen	Chlorid	AKR Test	Kern Ø 50 in Nähe	R-Hammer	Salze	Öffnung in Nähe	pH-Wert 2-4cm	Beton- deckung
2	A	Aussinterung	Riss		x				x			
2	B	Aussinterung	Riss		x	x			x			
1	C	Ausblüfung	grober Beton						x			
2	D	Ausblüfung	Beschichtung Wasserflecken						x			
2	E	Ausblüfung	Beschichtung Wasserflecken						x			
2	F	Ausblüfung	saniert und offen						x			
0	1	Decke	Riss					x				x
0	2	Decke	Riss braun	x				x			x	x
0	3	Decke	Riss bräunlich									x
0	4	Decke	intakt	x				x			x	x
0	5	Rampe	1. Riss Süd	x								x
0	6	Rampe	2. Riss Süd / ggf. Staupunkt	x								x
0	7	Rampe	1. Riss Nord									x
0	8	Rampe	2. Riss Nord									
0	9	Rampe	3. Riss Nord									x
1	1	Boden	ggf. Staupunkt analog 2.11	x			x				x	x
1	2	Boden	intakt					x				x
1	3	Decke	Riss unter 2.1		x							x
1	4	Boden	Mitte Fahrspur defekt	x				x			x	x
1	5	Pfeiler	Fuß	x						x	x	x
1	6	Boden	ggf. Staupunkt					x				x
2	1	Boden	Riss über 1.3	x		x				x		x
2	2	Unterzug	saniert									x
2	3	Pfeiler	Abplatzungen Fuß	x				x			x	x
2	4	Pfeiler	Abplatzungen Fuß					x				x
2	5	Rampe	ggf. Staupunkt									x
2	6	Boden	nähe Riss	x						x	x	x
2	7	Decke	opt. Brandspuren stark	x				x			x	x
2	8	Unterzug	opt. Brandspuren gering	x				x			x	x
2	9	Unterzug	opt. Brandspuren kaum	x							x	
2	10	Unterzug	Aussinterung									x
2	11	Unterzug	intakt West vs. offen Ost				x					x
3	1	Fuge	Wasserzutritt							x		x
3	2	Fuge	Riss unter Kappe?				xxx <sup>(*)</sup>			x		x
3	3	Boden	Rissanierung									x
3	4	Boden	intakt									x

(\*) Pruffeld aus Bericht 080911-21

Bild 1: Auflistung der Probenahmeorte bzw. der Prüfstellen

### 3.2 Prüfverfahren

#### 3.2.1 Chloridprofile / Chloridgehalte

Das verwendete Prüfverfahren ist im Heft 401 des DAfStb dargelegt. Die Bestimmungsgrenze der Methode, unterhalb derer keine differenzierende Aussage mehr möglich ist, beträgt 0,14M.-%v.Z.

#### 3.2.2 pH-Wert

Der Nachweis des pH-Wertes des Betons kann in situ durch Aufsprühen von Phenolphthalein-Lösung auf frische Bruchflächen des Betons erfolgen. Bei pH-Werten >9 zeigt sich ein Farbumschlag der farblosen Flüssigkeit in rot-violett.

Bei der Prüfung von Bohrmehlproben werden diese mit destilliertem Wasser aufgeschlämmt und das Filtratwasser elektro-chemisch auf seinen pH-Wert geprüft.

#### 3.2.3 Prüfung der Betonüberdeckung der Bewehrungsstäbe

Die Betonüberdeckung der Bewehrungsstäbe wurde mittels Profometer 4 der Fa. PROSEQ vermessen.

Das Messverfahren kann elektro-induktiv den Abstand der Bewehrung von der Oberfläche bestimmen. Mit der Vorgabe eines geschätzten mittleren Stahldurchmessers von 10mm wurden jeweils die minimalen Überdeckungen gemessen.

### 3.2.4 Verdachtsprüfung auf Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR)

Im Falle einer sog. AKR entsteht bei der Reaktion der Alkalien des Zementes bzw. des Zementsteins (Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid) mit den sensitiven silikatischen Gesteinskörnern (Flinte, Opale, Kieselkalke u.ä.) ein Alkali-Silikat-Gel, welches in der Lage ist, durch seine Volumenvergrößerung eine treibende Zerstörung des Betons zu verursachen. Die Existenz des Alkali-Silikat-Gels kann nach seiner Reaktion mit Uranylacetat-Lösung unter ultraviolettem Licht sichtbar gemacht werden.

### 3.2.5 Druckfestigkeit an Bauwerksproben

Die Bestimmung der Betondruckfestigkeit an Bohrkernen aus dem Bauwerk erfolgt gemäß DIN EN 12504-1. Die Auswertung erfolgt nach DIN EN 13791.

### 3.2.6 Ermittlung der Druckfestigkeit mittels Rückprallhammer

Zur Abschätzung der Betondruckfestigkeit in situ ist die Prüfung mittels Rückprallhammer nach DIN EN 12504-2 ein anerkanntes Verfahren. Allerdings sieht die technische Regel zur Auswertung der Rückprallergebnisse einschränkend vor, dass Karbonatisierungstiefen über 5mm eine Bewertung der Druckfestigkeit nach Tabelle NA.2 der DIN EN 13791 verhindern. Die Auswertung erfolgt nach dem nationalen Anhang der DIN EN 13791.

### 3.2.7 Nachweis von Salzen

Die qualitative Nachweisführung von Nitrat, Sulfat, Chlorid und Carbonat erfolgt nasschemisch durch spezifische Farb-, Fällungs- und Umsetzungsreaktionen.

## 4. Prüfergebnisse

### 4.1 Chlorid / pH-Wert

Bild 2 stellt die Ergebnisse zusammen. Da der pH-Wert die Einschätzung des Korrosionsrisikos ergänzen kann, ist er im Bild 2 ebenfalls dargestellt.

Prüfstelle (s. Bericht)			Chloridgehalt in M.-% v. Zement aus mittlerer Entnahmetiefe			pH-Wert Bohrmehl 2-4 cm
			0-2 cm	2-4 cm	4-6cm	
0,2	Decke	Riss braun	BG	BG	BG	11,7
0,4	Decke	intakt	BG	BG	BG	11,5
0,5	Rampe	1. Riss Süd	2,00	1,10	---	
0,6	Rampe	2. Riss Süd / ggf. Staupunkt	0,48	0,70	BG	
1,1	Boden	ggf. Staupunkt	0,21	BG	BG	11,8
1,4	Boden	Mitte Fahrspur defekt	2,40	1,10	BG	11,4
1,5	Pfeiler	Fuß	BG	BG	BG	11,5
2,1	Boden	Riss über 1.3	2,30	2,10	0,84	
2,3	Pfeiler	Abplatzungen Fuß	BG	BG	BG	11,9
2,6	Boden	nähe Riss	2,00	2,00	1,30	12,1
2,7	Decke	opt. Brandspuren stark	BG	BG	BG	
2,8	Unterzug	opt. Brandspuren gering	BG	BG	BG	11,7
2,9	Unterzug	opt. Brandspuren kaum	BG	BG	BG	12,1

Bild 2: Chloridgehalte / pH-Werte

Die gelb unterlegten Zeilen weisen auf diejenigen Prüfstellen hin, bei denen auf Grund des hohen Chloridgehalts ein erhöhtes Korrosionsrisiko besteht.

## 4.2 Bewehrungsüberdeckung

Bild 3 zeigt die ermittelte minimale Betonüberdeckung der Bewehrung. Die Tabelle ist durch statistische Kennwerte und die angenommenen normativen Vorgaben ergänzt.

Prüf- stelle	Prüf- stelle	Mittel c min	Werte- anzahl	Standard- abweichung	Konfidenzintervall 95%		Sollwert DIN 1045-1
					Min.	Max.	
s. Bericht	s. Bericht	mm	-	mm	mm	mm	c min mm
0,1	Decke	26	9	1	25	27	20
0,2	Decke	28	9	2	26	29	20
0,3	Decke	31	9	4	28	34	20
0,4	Decke	28	9	2	27	30	20
0,5	Rampe	63	4	10	47	79	40
0,6	Rampe	60	4	11	42	77	40
0,7	Rampe	73	3	8	53	93	40
0,9	Rampe	27	17	9	22	31	40
1,1	Boden	46	17	6	43	49	40
1,2	Boden	35	17	4	33	37	40
1,3	Decke	33	9	5	29	37	20
1,4	Boden	23	9	7	18	29	40
1,5	Pfeiler	27	17	8	24	31	40
1,6	Boden	55	17	8	51	59	40
2,1	Boden	39	9	3	37	41	40
2,2	Unterzug	26	17	8	22	30	20
2,3	Pfeiler	18	17	4	16	20	40
2,4	Pfeiler	38	17	10	33	43	40
2,5	Rampe	68	3	8	49	86	40
2,6	Boden	34	17	4	31	36	40
2,7	Decke	29	9	2	27	30	20
2,8	Unterzug	25	9	3	23	28	20
2,10	Unterzug	36	17	5	34	38	20
2,11	Unterzug	26	9	3	24	29	20
3,1	Fuge	49	5	21	24	75	40
3,2	Fuge	63	7	8	55	70	40
3,3	Boden	60	17	6	57	63	40
3,4	Boden	32	17	4	30	35	40

Bild 3: Betondeckungen

Die gelben Zeilen weisen diejenigen Prüfstellen aus, bei denen die untere Grenze der Überdeckung (Min.) die angenommene Mindestbetondeckung für die Exposition des Bauteils unterschreitet.

## 4.3 Verdacht auf Alkali-Kieselsäure-Reaktion(AKR)

Es wurden an drei Prüfstellen keine relevanten AKR-Reaktionsprodukte festgestellt.

## 4.4 Betondruckfestigkeit

### 4.4.1 Nachweis am Bohrkern

Das Prüfzeugnis in Anlage 5 stellt die Ergebnisse der fünf entnommenen Bohrkern zusammen. Die Dokumentation der einzelnen Kerne ist in den Anlagen 6.1- 6.5 dargestellt.

### 4.4.2 Abschätzung mittels Rückprallhammer

Bild 4 zeigt die Ergebnisse der Rückprallhammerprüfung.

Die durch die Karbonatisierung bedingte Einschränkung der geschätzten Betondruckfestigkeiten sind durch "?" kenntlich gemacht.

Prüf- stelle	Prüf- stelle	R-Wert Median	Druckfest. Klasse
s. Bericht	s. Bericht	Skt.	n. EN 206
0,1	Decke	50	? C 40/50
0,2	Decke	50	? C 40/50
0,4	Decke	48	? C 40/50
1,2	Boden	39	? C 25/30
1,4	Boden	47	? C 35/45
1,6	Boden	42	? C 30/37
2,3	Pfeiler	54	? C 50/60
2,4	Pfeiler	54	? C 50/60
2,7	Decke	53	? C 50/60
2,8	Decke	55	? C 50/60

Bild 4: Ergebnisse der Rückprallprüfung

#### 4.5 Ausblühungen von Salzen

Die Analyse der ausgesinteren Krusten auf den Rissen (A, B und Riss Prüfstelle 1,3) erwiesen sich als Carbonat. Chloride konnten nicht gezeigt werden.

Die qualitative nasschemische Analyse ergab weiterhin, dass die Ausblühungen auf den Mauerwerkswänden (C, D, E, F) ausschließlich Sulfate sind.

### 5. Bewertung

Die Bewertung der Ergebnisse interpretiert die festgestellten Einzelergebnisse. Verallgemeinerungen und Schlussfolgerungen unterstellen lediglich, dass das Einzelergebnis oder der einzelne dargelegte Zusammenhang umfassende Bedeutung und Wirkung im Bauwerk entfaltet.

#### 5.1 Chloridgehalte / pH-Wert

Oberhalb eines Grenzwertes von 0,4- 0,5M.-%v.Z. existiert ein erhöhtes Korrosionsrisiko des Bewehrungsstahls. Korrosionsrelevante Chloridgehalte wurden ausschließlich auf dem Boden der Parkdecks und den Rampen festgestellt. Sowohl Stützenfüße als auch Decken zeigten Chloridgehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dies schließt auch die einzelnen Chloridnachweise an den Aussinterungen ein, die scheinbar keine Tausalze gefördert haben.

Das chloridinduzierte Korrosionsrisiko gilt insbesondere dann, wenn im Umfeld des Stahls keine arteigene Alkalität aus der Zementhydratation (pH-Wert) in der Größenordnung >9 mehr gegeben ist. Im Objekt wurde allerdings festgestellt, dass selbst bei extremen Chloridgehalten (1,4 und 2,6) der pH-Wert in einer Tiefe von 2- 4cm ausreichend ist, um ggf. die Korrosionswahrscheinlichkeit zu mindern. Augenscheinlich wurden keine Indizien, wie z.B. rostig schwarze Flecken und Abplatzungen, die eine Chloridkorrosion nahelegen, festgestellt.

Die Karbonatisierungstiefe ist auch bei der Bauwerksöffnung (vgl. Punkt 5.5) zentrale Fragestellung der Betrachtung.

#### 5.2 Bewehrungsüberdeckung

Als Widerstand gegen die Einwirkung von Kohlendioxid (Karbonatisierung, Exposition XC3) sind die Dichtigkeit der Betonrandzone und deren Dicke von überragender Bedeutung.

Der Beton ist hochwertig (vgl. 5.3) und lässt eine hohe Dichtigkeit durch einen geringen Wasser/Zement-Wert vermuten. In Bild 3 sind die Betondeckungen dargelegt, die mit 95% Wahrscheinlichkeit mindestens eingehalten sind.

Die DIN 1045-1 fordert für die Exposition **XC3** "mäßige Feuchte" eine Mindestbetondeckung von 20mm, die für die vermessenen Deckenbereiche deutlich überschritten ist und ein Korrosionsrisiko aus Karbonatisierung stark reduziert. Für den bereits gerissenen Stützenfuß (2,3) wird der Grenzwert von 20mm unterschritten und erklärt so die Schädigung.

Für die Exposition **XD3** "wechselnd nass/trocken und Tausalz" beträgt der Sollwert der Betonüberdeckung 40mm. Dieser Wert wird von den Stützenfüßen (2,3 und 2,4) unterschritten, wobei diese aber auf Grund Ihrer Lage dem direkten Tausalzangriff gar nicht ausgesetzt sind und dementsprechend bei 2,3 der Chloridnachweis negativ verlief.

Die Stützenfüße wären ggf. auch mit 20mm Betondeckung auszuführen, da sie dem Tausalzangriff weitgehend entzogen sind.

### 5.3 Druckfestigkeit

#### 5.3.1 Nachweis am Bohrkern

Die festgestellte Druckfestigkeit der Bohrkern beträgt im Mittel 46,3 N/mm<sup>2</sup> (vgl. Anlage 5). Eine Bewertung nach DIN EN 13791 erfolgt nach Punkt "7.3.3 Ansatz B" und hier nach der schwächeren Beurteilung über den Mittelwert:

$$f_{ck, is} = f_{m(5), is} - k = 46,3 - 7 = 39,3 \text{ N/mm}^2$$

Damit kann eine sichere Einordnung des Bauwerkbetons in die Betondruckfestigkeitsklasse C35/45 der EN 206-1 erfolgen. Unter der Maßgabe, dass nach DIN EN 12504-1 die Bohrkern mit einem Ø 50mm die reale Druckfestigkeit um ca. 7% unterrepräsentieren, wäre auch ein C40/50 denkbar. Die hohen Festigkeitswerte belegen auch eine dichte Betonstruktur mit geringem Kapillarporenanteil und somit erhöhtem Widerstand gegen das Eindringen von CO<sub>2</sub> und Tausalz.

#### 5.3.2 Rückprallprüfung

Die Rückprallprüfung diene lediglich zur Feststellung einer hinreichenden Gleichmäßigkeit der Druckfestigkeitsverteilung. Die Prüfergebnisse unterstützen weitgehend die Ergebnisse der realen Druckfestigkeitsprüfung.

Die Prüfnorm DIN EN 12504-2 führt aus, dass bei Karbonatisierungstiefen ≥5mm die Methode zur Abschätzung der realen Betondruckfestigkeit in situ nicht mehr angewendet werden sollte. Deshalb sind die geschätzten Druckfestigkeiten im Bild 4 mit "?" versehen.

### 5.4 Ausblühfähige Salze

Nitrate und Chloride wurden in den Ausblühungen und Sinterkrusten nicht festgestellt.

Auf dem Mauerwerk sind Sulfate ausgeblüht. Sie stammen höchstwahrscheinlich aus den Ziegeln und werden durch Kondenswasserbildung auf der Oberfläche kapillar an dieselbe befördert.

Das anfallende Wasser reicht allerdings meist nicht aus, um die Salze zu lösen und ablaufen zu lassen. Diese Salze sind ein optischer Mangel ohne Bedeutung für Gebrauchstauglichkeit oder Tragfähigkeit.

Die Verkrustungen konnten als Karbonate erkannt werden. Sie sind durch das bei der Zementhydratation entstehende Kalziumhydroxid und dessen Umsetzung an der Oberfläche mit dem Kohlendioxid der Luft bedingt. Die Aussinterungen sind ebenfalls ein optischer Mangel, der allerdings auf Undichtigkeiten und wasserführende Risse hindeutet, die eine Korrosion des Bewehrungsstahls beschleunigen können. Zum Zeitpunkt des Ortstermins führten die Risse kein Wasser. Hier sollte ein Monitoring angreifen.

### 5.5 Bauwerksöffnung

Nachdem keine Indizien festgestellt wurden, die darauf hindeuten, dass korrodierende Bewehrungsseisen extreme Absprengungen des Betons verursachen, wurden folgende Zielsetzungen mit den Bauwerksöffnungen verfolgt:

#### Boden/Rampe in Nähe Prüfstelle 1,5



Bild 5: Prüfstelle am Bohrhämmer



Bild 6: Karbonatisierungstiefe ca. 0,5-1,0cm

Kein Stahl, die Karbonatisierungstiefe deckt sich mit den zuvor festgestellten Befunden.

#### Prüfstelle 2,1 Rissverlauf, AKR-Verdacht



Bild 7: Rissverlauf 2,1



Bild 8: AKR-Verdacht, rechts Flinte

Die Stelle wies einen Hohlklang auf. Daraufhin wurde geöffnet. Es stellte sich heraus, dass horizontale Rissbildungen den Hohlklang verursachten. Außerdem wurden zahlreiche Flinte, die eine besondere AKR-Gefährdung darstellen, ausgesammelt.

Nachdem kein Alkali-Silikat-Gel gefunden wurde (vgl. Punkt 3.2.4, 4.3) und eine AKR demgemäß ausscheidet, werden die Hohllagen als Folgen verspäteter Glättarbeiten während der Betonierarbeiten angesehen.

#### Prüfstelle 2,6 Rissverlauf



Bild 9: Prüfstelle 6



Bild 10: Karbonatisierungstiefe ca. 0,5cm

Es wurde kein Stahl im Riss gefunden.

#### Prüfstelle 3,1 Fuge offen, Aussinterungen im Treppenhaus



Bild 11: Prüfstelle 3,1



Bild 12: in ca. 7cm Tiefe Sand und Folie

Die Stelle fiel bereits durch die offene Fuge und Risse auf. Nach Öffnung stellte sich heraus, dass offensichtlich auf Sand betoniert wurde und sowohl durch die Fuge als auch die Unterläufigkeit die massiven Aussinterungen im links anschließenden Treppenhaus verursacht wurden.

### Prüfstelle 3,2 unterläufige Kappe

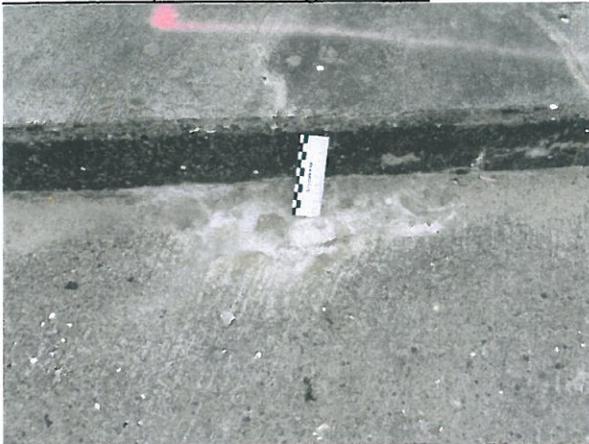


Bild ??: Prüfstelle 3,2



Bild ??: Karbonatisierungstiefe ca. 0,5cm

Die Unterläufigkeit zeigte sich durch die Verkrustungen. Der Stahl ( $\varnothing 10$ ) war intakt, die Karbonatisierungstiefe betrug ca. 0,5cm. Die Überdeckung betrug ca. 3cm.

## 6. Zusammenfassung

Die Weiterführung der Bauzustandsanalyse des Parkhauses bestätigte die Ergebnisse aus dem Untersuchungsbericht 080911-21 vom 08.11.2011 in wesentlichen Punkten, was die Aussagesicherheit der gesamten Stichprobenprüfungen erhöht. Folgende Thesen lassen sich formulieren:

1. Es gibt keine Anhaltspunkte für schädigende Alkali-Kieselsäure Reaktion, obwohl einheimische Gesteinskörnungen Verwendung fanden.  
Lokale Strukturschwächen (2,1) sind Folgen der handwerklichen Betonverarbeitung.
2. Die Betondeckung auf Stützen und Decken ist grundsätzlich ausreichend und erfüllt die Anforderung der Expositionsklasse XC3.  
Vorsorglich sollten exemplarisch vorgefundene mangelhafte Betondeckungen, z.B. Stütze 2,3 oder Unterzug im Verlauf 2,11, lokal fachgerecht instandgesetzt werden, um eine Schadensakkumulation zu vermeiden.
3. In Decken und Stützen ist keine korrosionsrelevante Chloridmigration festzustellen. Ebenso liegen die pH-Werte in einem Bereich, welcher die Passivierung der Bewehrung aufrecht erhält.
4. Die Böden und Rampen zeigen mehrheitlich hohe Chloridgehalte, die trotz der gegebenen hohen Alkalität eine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit darstellen.  
Im Zuge einer Instandsetzung sind insbesondere an Stellen mit erodierter Oberfläche und in Rissbereichen punktuell Chloridgehalte (ggf. baubegleitend) nachzuweisen.
5. Ausblühungen und Calcit-Krusten stellen einen optischen Mangel dar, sind aber im Sinne der Standsicherheit irrelevant.
6. Das exemplarisch festgestellte Druckfestigkeitsniveau ist für das Parkhaus als homogen anzunehmen und durch die Statik zu bewerten. Für kritische Stellen ist es ggf. punktuell nachweislich zu ergänzen.
7. Undichtigkeiten, wie Risse (2,1 oder 2,6), Aussinterungen (A, B, 0,1-0,3, usw.) und Baumängel (3,1), sind zu schließen.

8. Weitere Mängel, die im Zusammenhang mit der Untersuchung auffielen, sind z.B. unzureichende Fugen, deren Funktion in Frage gestellt ist, nicht funktionstüchtige Entwässerungskanäle und Bodeneinläufe, Bewehrungskorrosion mit Sprengwirkung an den Mauerwerksscheiben, starke oberflächliche Erosion auf den Fahrwegen, die im Zuge einer Instandsetzung ohnehin erneuert werden müssen, sowie extreme Verschmutzungen des Bauwerks, der Parktaschen und der Treppen und Wege.

## 7. Grundsätzliche Instandsetzungsmaßnahmen

Nach dem vorliegenden Befund sollte vor dem nächsten Winter primär eine weitere Chloridanreicherung in den Parkdecks und Rampen verhindert werden. Die Instandsetzung muss nach der Instandsetzungsrichtlinie 2001 des DAfStb erfolgen. Das bedeutet, dass die chloridkontaminierten Betone mit Chloridgehalten  $>0,4M.-%$  v.Z. zu entfernen, und durch neuen Beton in der Stärke eines Estrichs, ca. 4-8cm, zu ersetzen sind. Der Austausch der oberen Betondeckung legt größtenteils die obere Bewehrung frei, die u.U. verzichtbar ist. Sollte die obere Bewehrungslage ersetzt werden müssen, wäre sie in dem neuen Ersatzbeton wieder ausreichend geschützt. Der Verzicht oder die Ersetzung der betroffenen Bewehrung ist der Analyse der statischen Notwendigkeiten unterworfen. Im Zuge der Instandsetzung kann es sinnvoll sein, baubegleitend an exponierten Stellen den Status der Bewehrung und Chloridgehalte im Einzelfall nachzuweisen, damit die Entfernung des Altbetons maßvoll und kostenoptimal erfolgen kann. Um die Nutzung des Parkhauses zumindest teilweise aufrechtzuerhalten, kann der Betonaustausch sukzessive erfolgen. Die Auswahl der Abtragstechnik muss den statischen Gesichtspunkten Rechnung tragen.

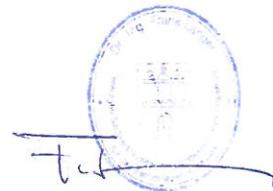
Die neu erstellten Parkdecks schließen die Ausbildung der Gefälle und der Abwasserführung mit ein. Eine Beschichtung zum Oberflächenschutz, z.B. OS 8, gem. RILI SIB mit entsprechender Rutschhemmung vervollständigt die Instandsetzung. Sie folgt normativ der DIN EN 1504-2 und der Deutschen Anwendungsnorm DIN V 18026.

Risse, die als noch aktiv detektiert werden, sind grundsätzlich abdichtend und vorzugsweise begrenzt dehnfähig zu injizieren. Die Stoffe benötigen Verwendbarkeitsnachweise gem. DIN EN 1504-5 bzw. nach der Deutschen Anwendungsnorm DIN V 18028.

Neben diesen Schwerpunkten der Instandsetzung sind alle Fugen, Rinnen, Entwässerungen, Einläufe usw. zu überholen. Gleiches gilt für Abdichtungen wie z.B. auf 3.Ebene zu den Treppenhäusern (Prüfstelle 3,1).

Die Korrosionsfolgen des Stahls im Mauerwerk werden sich ebenfalls zu potenziellen Gefahrenquellen entwickeln, die sich z.B. durch herabfallende Ziegel bemerkbar machen und frühzeitig zu unterbinden sind.

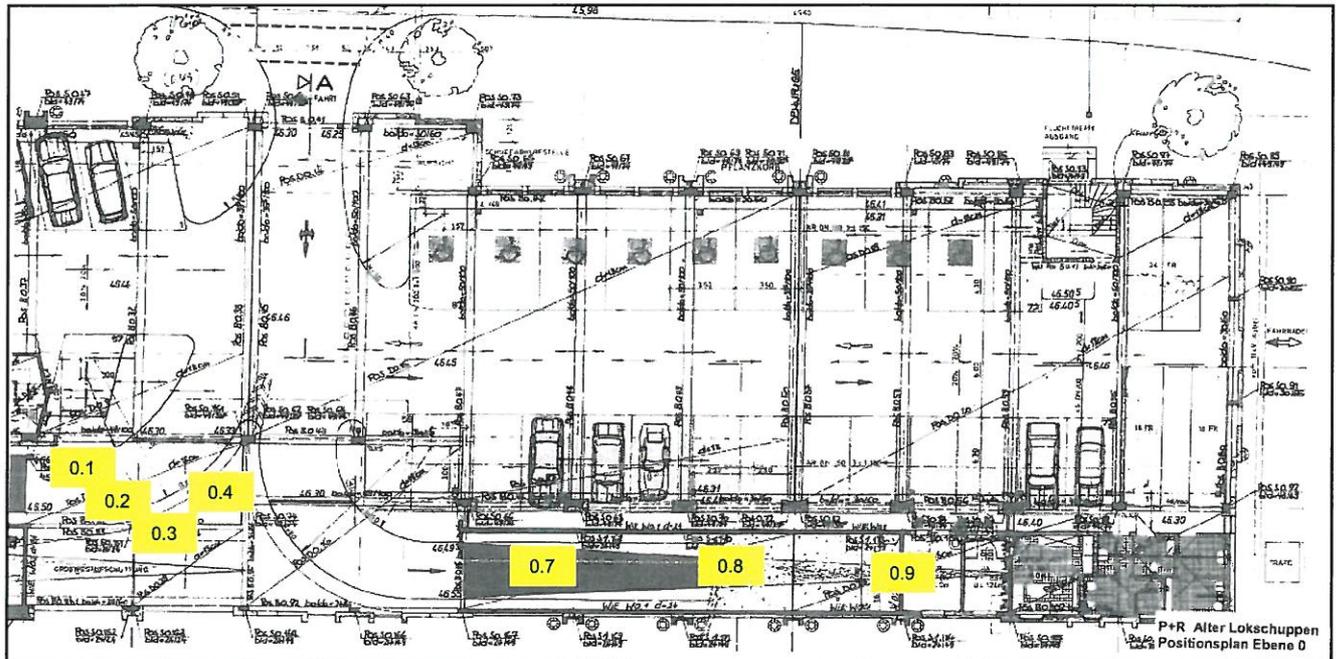
Auch nach der Instandsetzung ist ein Instandhaltungskonzept unverzichtbar. Dieses sollte auch ein regelmäßiges Monitoring einschließen, damit Mängel frühzeitig erkannt und kostenoptimal abgestellt werden können.



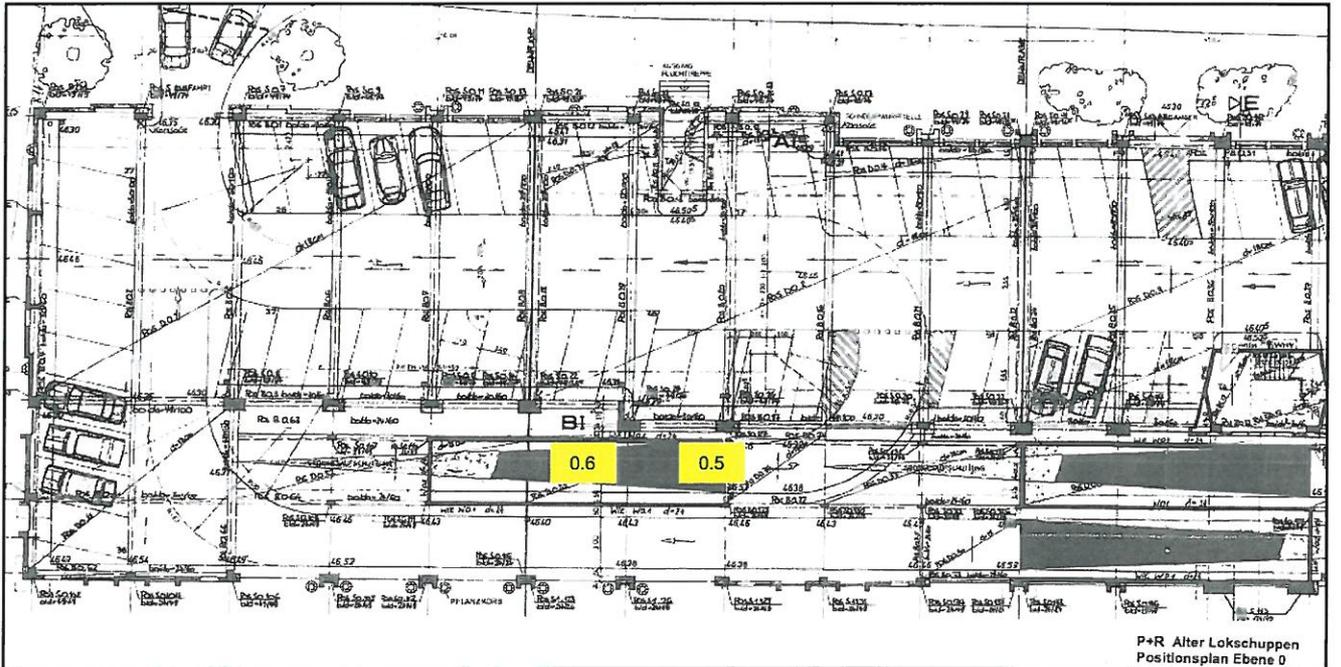
Hamburg, den 15. Juni 2012

Dr.-Ing. Frank Langer

Anlage 1

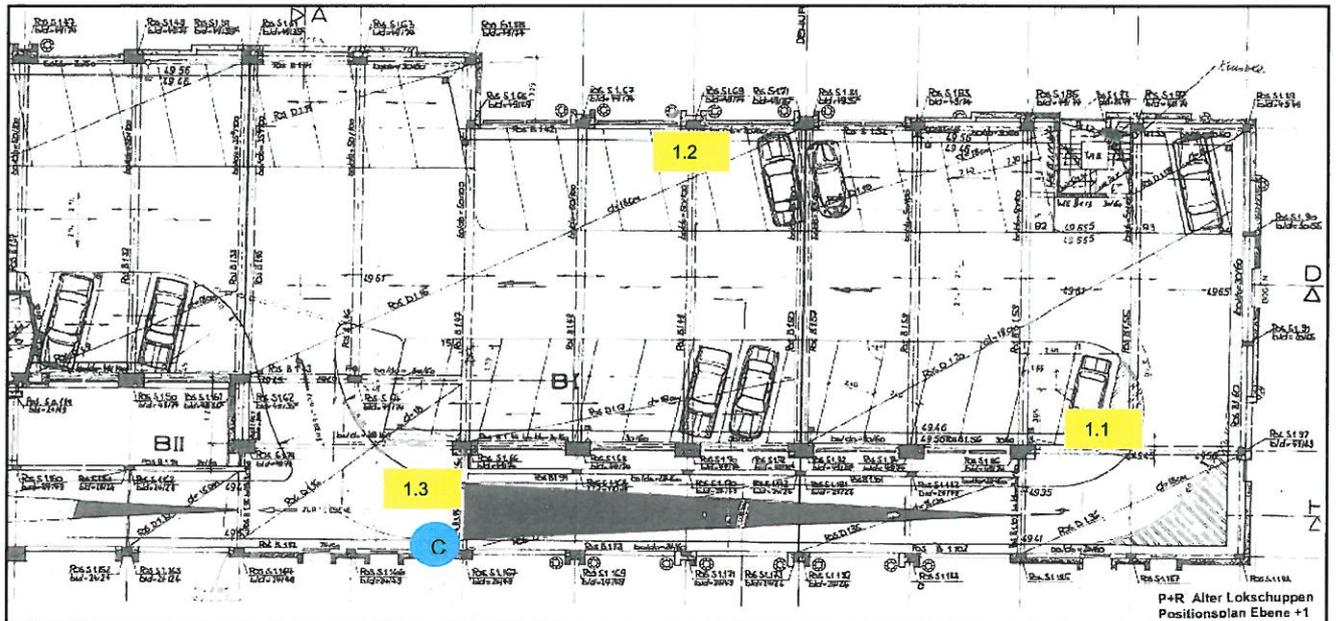


Ebene 0, Nordseite

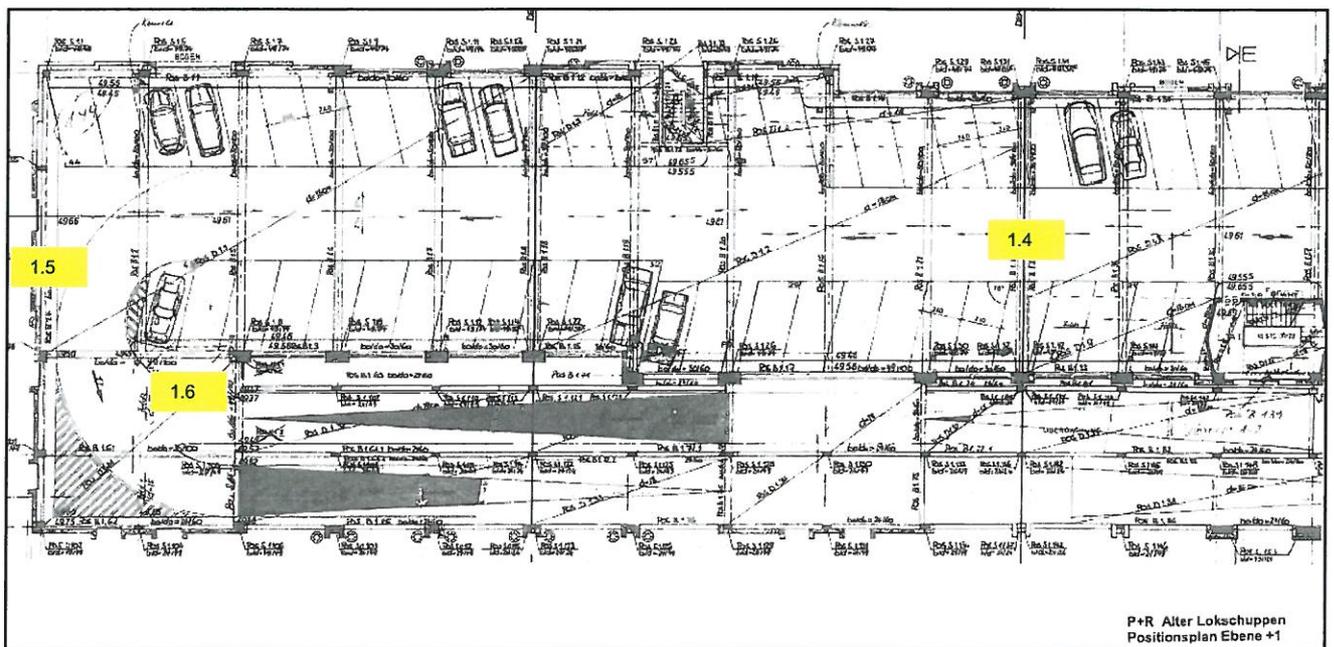


Ebene 0, Südseite

Anlage 2

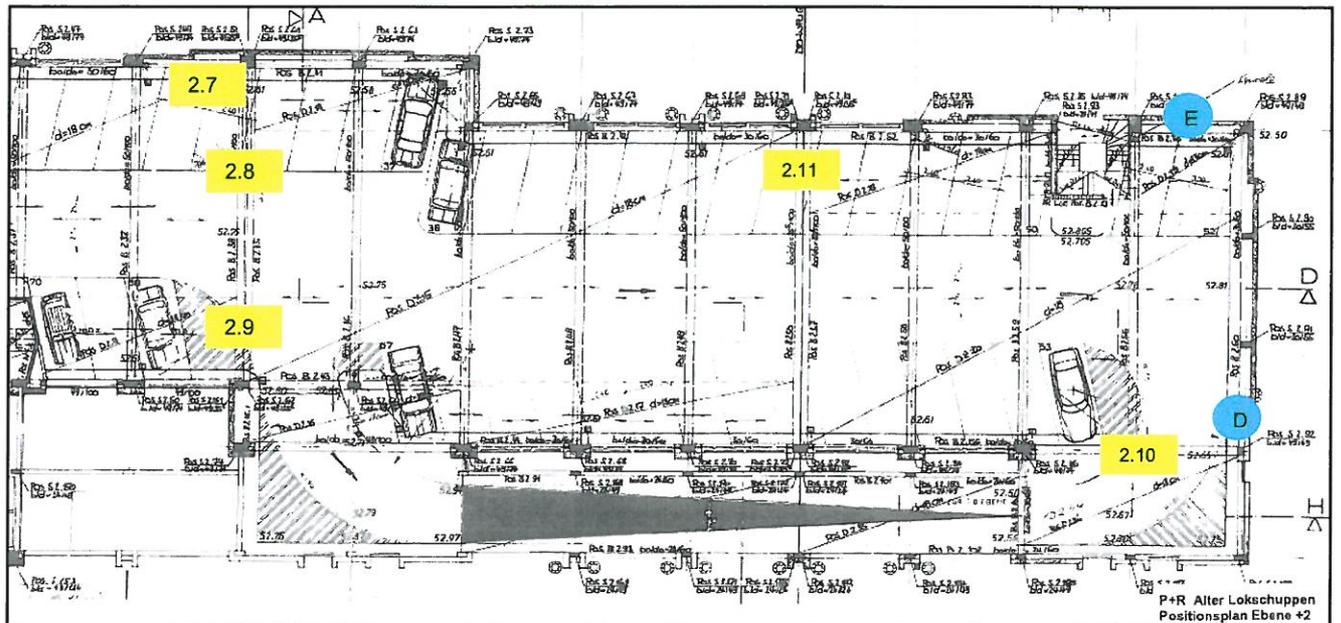


Ebene 1, Nordseite

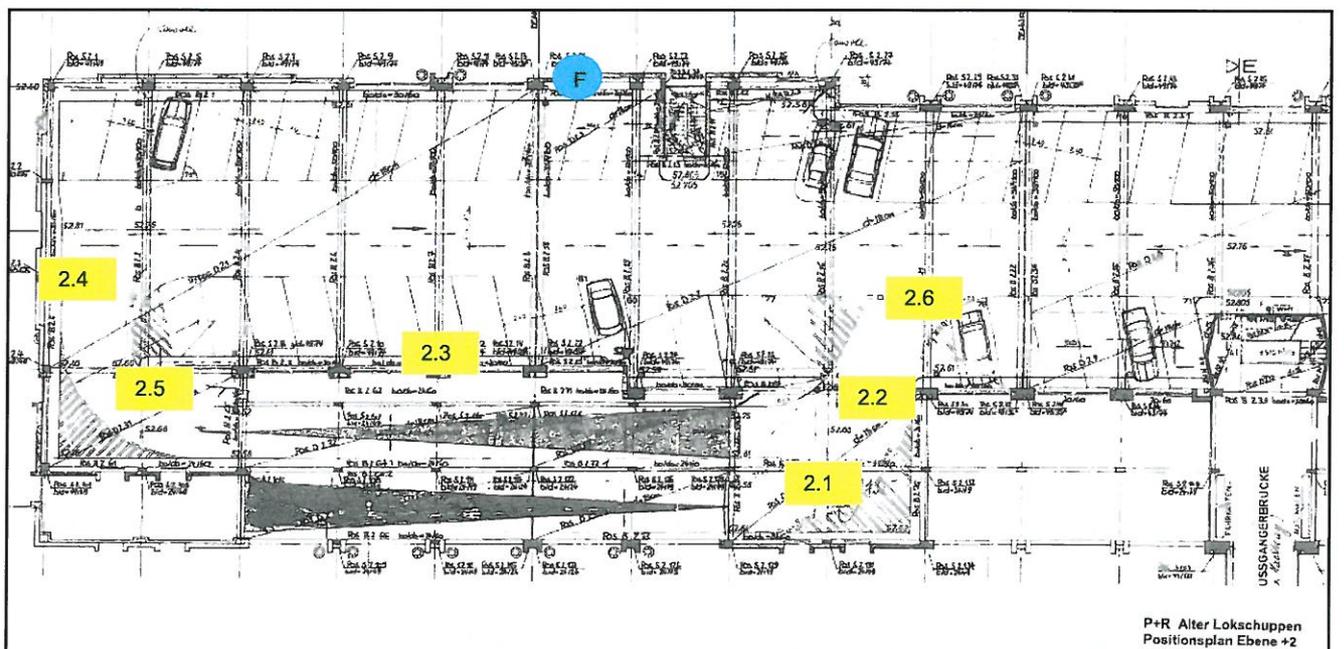


Ebene 1, Südseite

Anlage 3

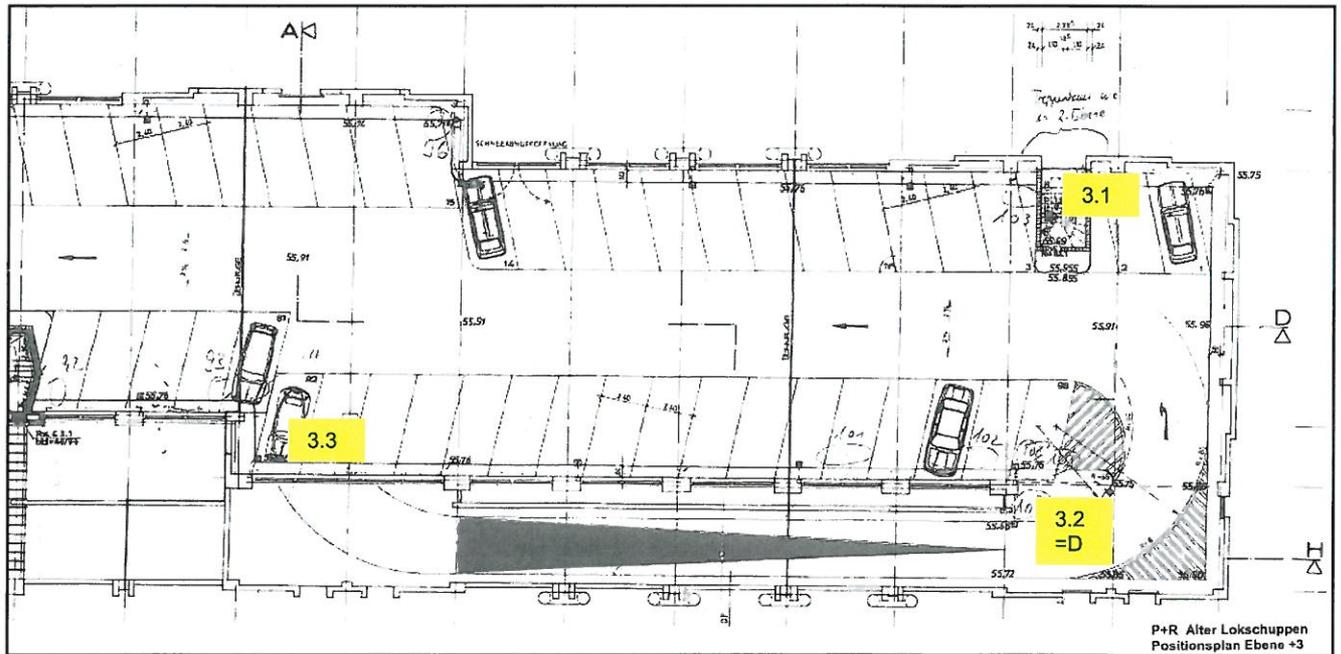


Ebene 2, Nordseite

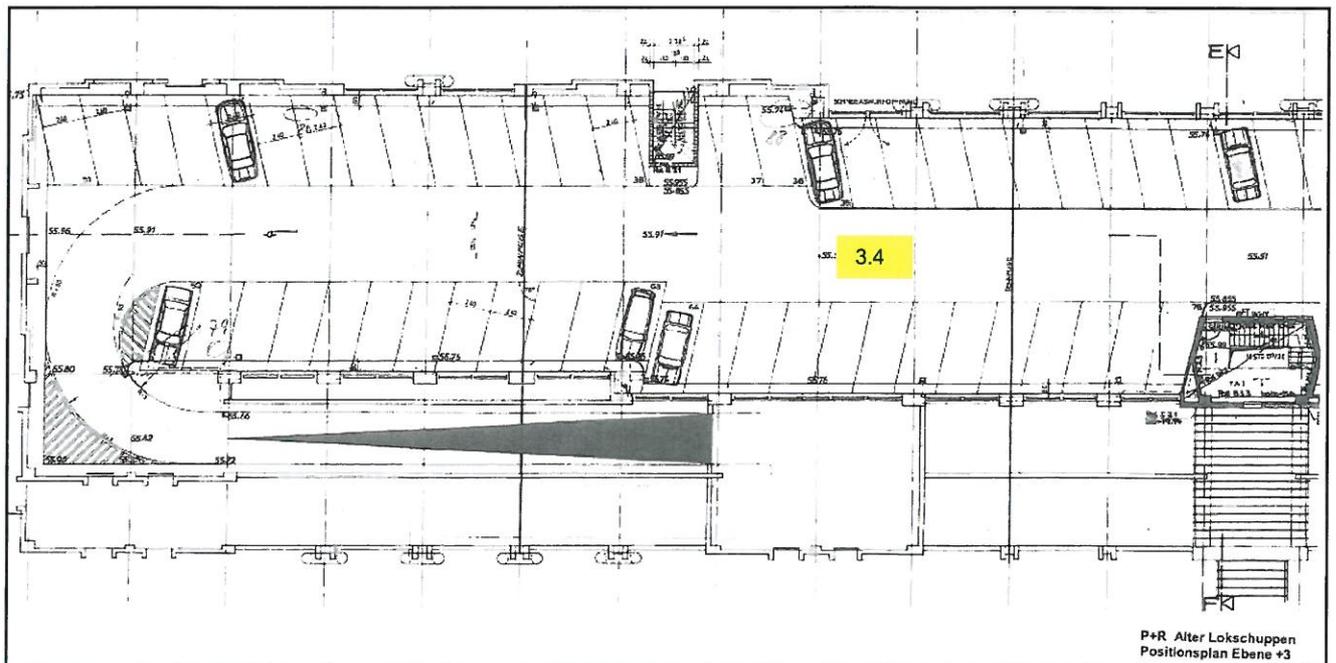


Ebene 2, Südseite

Anlage 4



Ebene 3 Nordseite

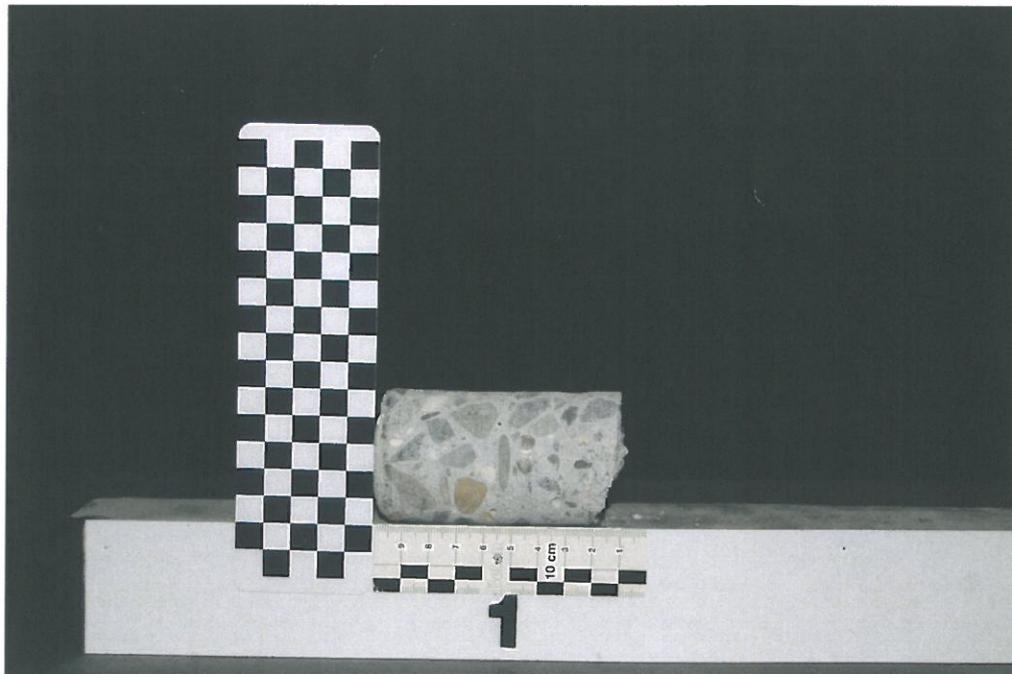


Ebene 3 Südseite



## Bohrkernuntersuchung

1.1	Bauvorhaben	:	P&R Parkhaus Ahrensburg
1.2	Entnahmestelle	:	siehe Plan
1.3	Probekörperbezeichnung	:	1 (3,2)
1.4	Herstelldatum	:	
1.5	Laboreingang	:	03.06.2012
1.6	Probenahme	:	03.06.2012
1.7	Prüfung	:	13.06.2012
1.8	Alter	:	
1.9	Bauteil	:	Sohle
1.10	Prüfzeugnis Nr.	:	1615 / 12



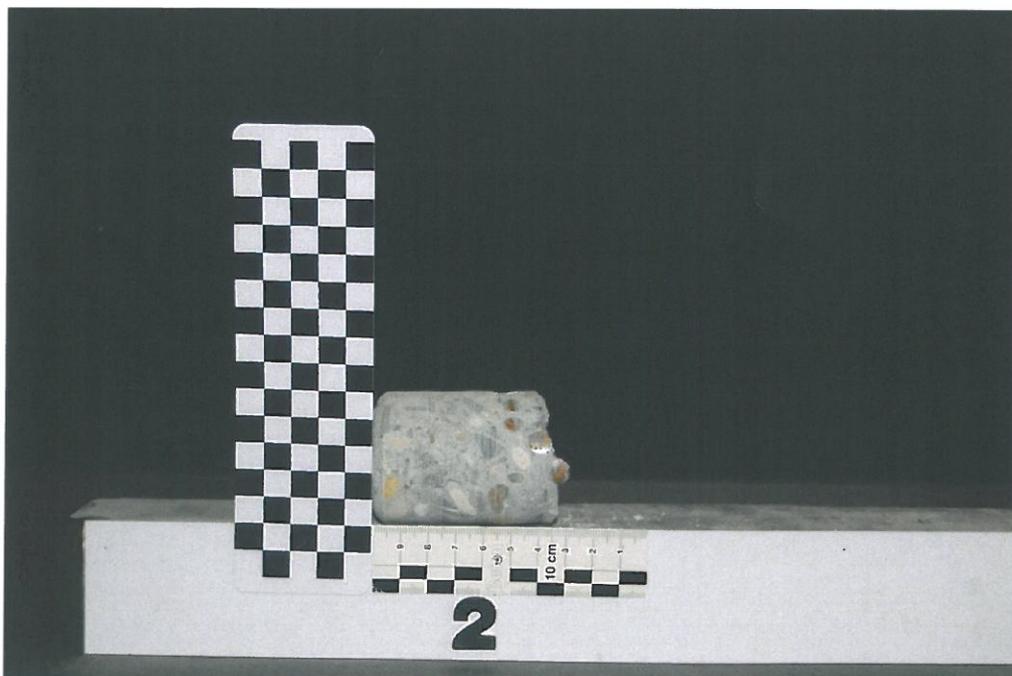
2	Beton		
2.1	Durchmesser	mm	: 50
2.2	Länge	mm	: 85
2.3	Größtkorn des Zuschlags	mm	: 16
2.4	Gesteinsart		: Kies

Der Bohrkern hat eine geschlossene Mantelfläche.

3	Bewehrung		
3.1	Lage		: 1
3.2	Überdeckung	mm	: 52
3.3	Durchmesser	mm	: 6
4	Dichte und Druckfestigkeit		
4.1	Dichte (lufttrocken 20° /65%) nach DIN EN 12390-7	kg/dm <sup>3</sup>	: 2,379
4.2	Druckfestigkeit nach DIN EN 12504-1	N/mm <sup>2</sup>	: 48,1

## Bohrkernuntersuchung

1.1	Bauvorhaben	:	P&R Parkhaus Ahrensburg
1.2	Entnahmestelle	:	siehe Plan
1.3	Probekörperbezeichnung	:	2 (3,2)
1.4	Herstelldatum	:	
1.5	Laboreingang	:	03.06.2012
1.6	Probenahme	:	03.06.2012
1.7	Prüfung	:	13.06.2012
1.8	Alter	:	
1.9	Bauteil	:	Sohle
1.10	Prüfzeugnis Nr.	:	1615 / 12



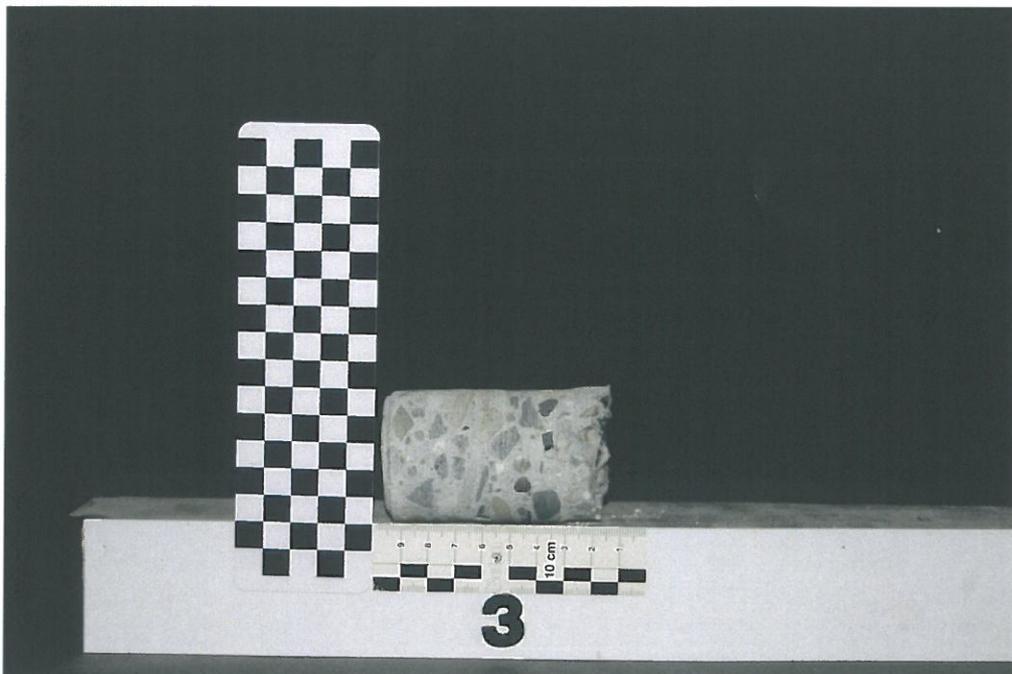
2	Beton		
2.1	Durchmesser	mm	: 50
2.2	Länge	mm	: 70
2.3	Größtkorn des Zuschlags	mm	: 16
2.4	Gesteinsart		: Kies

Der Bohrkern hat eine geschlossene Mantelfläche.

3	Bewehrung			
3.1	Lage		1	2
3.2	Überdeckung	mm	: 50	58
3.3	Durchmesser	mm	: 6	8
4	Dichte und Druckfestigkeit			
4.1	Dichte (lufttrocken 20° /65%) nach DIN EN 12390-7		kg/dm <sup>3</sup>	: 2,380
4.2	Druckfestigkeit nach DIN EN 12504-1		N/mm <sup>2</sup>	: 48,8

## Bohrkernuntersuchung

1.1	Bauvorhaben	:	P&R Parkhaus Ahensburg
1.2	Entnahmestelle	:	siehe Plan
1.3	Probekörperbezeichnung	:	3 (3,2)
1.4	Herstelldatum	:	
1.5	Laboreingang	:	03.06.2012
1.6	Probenahme	:	03.06.2012
1.7	Prüfung	:	13.06.2012
1.8	Alter	:	
1.9	Bauteil	:	Sohle
1.10	Prüfzeugnis Nr.	:	1615 / 12



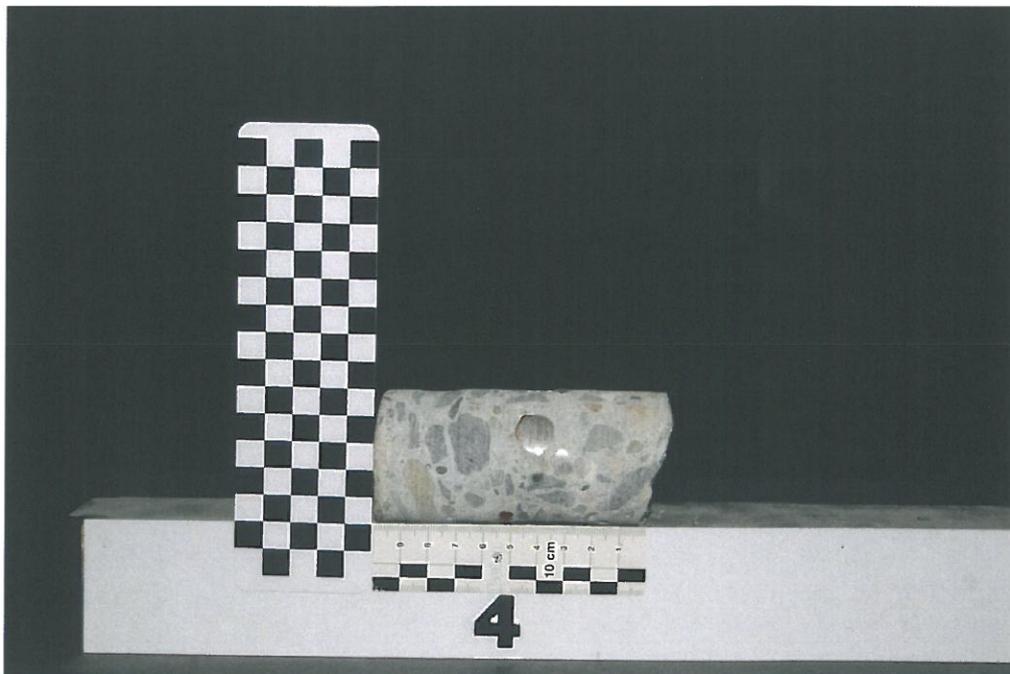
2	Beton		
2.1	Durchmesser	mm	: 50
2.2	Länge	mm	: 83
2.3	Größtkorn des Zuschlags	mm	: 16
2.4	Gesteinsart		: Kies

Der Bohrkern hat eine geschlossene Mantelfläche.

3	Bewehrung		
3.1	Lage		: 1
3.2	Überdeckung	mm	: 51
3.3	Durchmesser	mm	: 6
4	Dichte und Druckfestigkeit		
4.1	Dichte (lufttrocken 20° /65%) nach DIN EN 12390-7	kg/dm <sup>3</sup>	: 2,382
4.2	Druckfestigkeit nach DIN EN 12504-1	N/mm <sup>2</sup>	: 49,0

## Bohrkernuntersuchung

1.1	Bauvorhaben	:	P&R Parkhaus Ahrensburg
1.2	Entnahmestelle	:	siehe Plan
1.3	Probekörperbezeichnung	:	4 (2,10)
1.4	Herstelldatum	:	
1.5	Laboreingang	:	03.06.2012
1.6	Probenahme	:	03.06.2012
1.7	Prüfung	:	13.06.2012
1.8	Alter	:	
1.9	Bauteil	:	Sohle
1.10	Prüfzeugnis Nr.	:	1615 / 12



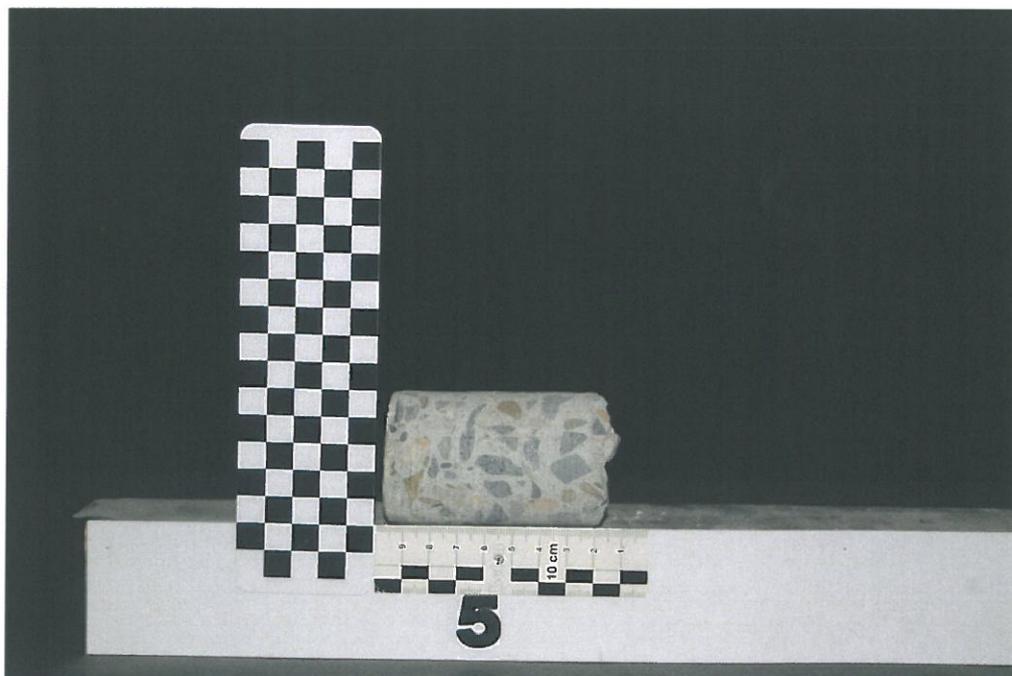
2	Beton		
2.1	Durchmesser	mm	: 50
2.2	Länge	mm	: 105
2.3	Größtkorn des Zuschlags	mm	: 16
2.4	Gesteinsart		: Kies

Der Bohrkern hat eine geschlossene Mantelfläche.

3	Bewehrung				
3.1	Lage		1	2	3
3.2	Überdeckung	mm	: 46	53	65
3.3	Durchmesser	mm	: 6	16	8
4	Dichte und Druckfestigkeit				
4.1	Dichte (lufttrocken 20° /65%) nach DIN EN 12390-7			kg/dm <sup>3</sup>	: 2,351
4.2	Druckfestigkeit nach DIN EN 12504-1			N/mm <sup>2</sup>	: 42,4

## Bohrkernuntersuchung

1.1	Bauvorhaben	:	P&R Parkhaus Ahrensburg
1.2	Entnahmestelle	:	siehe Plan
1.3	Probekörperbezeichnung	:	5 (1,1)
1.4	Herstelldatum	:	
1.5	Laboreingang	:	03.06.2012
1.6	Probenahme	:	03.06.2012
1.7	Prüfung	:	13.06.2012
1.8	Alter	:	
1.9	Bauteil	:	Sohle
1.10	Prüfzeugnis Nr.	:	1615 / 12



2	Beton		
2.1	Durchmesser	mm	: 50
2.2	Länge	mm	: 80
2.3	Größtkorn des Zuschlags	mm	: 16
2.4	Gesteinsart		: Kies

Der Bohrkern hat eine geschlossene Mantelfläche. Parallel zur Oberfläche verlaufende Risse.

3	Bewehrung		
3.1	Lage		
3.2	Überdeckung	mm	:
3.3	Durchmesser	mm	:
4	Dichte und Druckfestigkeit		
4.1	Dichte (lufttrocken 20° /65%) nach DIN EN 12390-7	kg/dm <sup>3</sup>	: 2,376
4.2	Druckfestigkeit nach DIN EN 12504-1	N/mm <sup>2</sup>	: 43,4