

Gutachten Nr. 2017-091

Auftraggeber: Architekturbüro Heinrich Böll
Max-Fiedler-Str. 6
45128 Essen

Betreff: Betontechnologische Untersuchungen an
Stahlbetonbauteilen, Untersuchung des Dachaufbaus,
Bewertung der Fassade und Stellungnahme zum Ist-
Zustand des Förderturms in Kamp-Lintfort,
Friedrich-Heinrich-Allee 63 in 47475 Kamp-Lintfort

Essen, den 13. Juni 2017

Dieses Dokument umfasst 77 Seiten. Das Dokument bzw. Auszüge daraus dürfen nur mit schriftlicher Zustimmung des Verfassers weitergegeben oder veröffentlicht werden. Zu internen Zwecken darf es - vollständig kopiert - verwendet werden.

2017-091_Böll_RAG_Kamp Lintfort Förderturm

WISSBAU®
Beratende Ingenieurgesellschaft mbH

Firmensitz Essen
Roßkotheweg 5-7
45149 Essen
Tel. (0201) 47 41 44 0
Fax (0201) 47 41 44 22

Büro Berlin
Undinestraße 43
12203 Berlin
Tel. (030) 83 20 32 05
Fax (030) 83 20 32 06

Geschäftsführer: Prof. Dr. Rainer Auberg
Amtsgericht Essen HR B 13582

Büro Detmold
Warweg 10
32760 Detmold
Tel. (05231) 61 56 40 0
Fax (05231) 61 66 67 5

Büro Köln
Sonnenblumenweg 9
50999 Köln
Tel. (02236) 96 78 15
Fax (02336) 66 64 5

wissbau@wissbau.de
www.wissbau.de

Büro München
Albrecht-Dürer-Str. 17a
85152 Krailling
Tel. (089) 89 99 88 58
Fax (089) 89 94 83 44

Kontoverbindungen:
National-Bank AG, Essen
DE33 3602 0030 0000 2220 62
HypoVereinsbank
DE72 3602 0186 0363 7190 82
Finanzamt Essen
Steuer-Nr.: 112/5704/0114
Ust.-Id.-Nr. DE 201474476



Inhalt

1	Auftrag.....	4
2	Unterlagen.....	4
3	Ortstermin	4
4	Objektbeschreibung	4
5	Untersuchungen vor Ort und Ergebnisse	12
5.1	Sichtprüfung.....	12
5.2	Betondeckungsmessungen	26
5.3	Karbonatisierungstiefe	28
5.4	Probenentnahme.....	29
5.4.1	Bohrkernentnahme.....	29
5.4.2	Bohrmehlentnahme.....	30
5.4.3	Probenentnahme Schadstoffe.....	30
5.5	Oberflächenzugfestigkeit.....	33
5.6	Dachuntersuchung	35
5.7	Glasfassade	36
5.8	Trapezblechverkleidung und Klinkerfassade.....	36
6	Untersuchungen im Labor und Ergebnisse	41
6.1	Betondruckfestigkeit.....	41
6.2	Chloridgehalt.....	43
6.3	Sulfatgehalt	44
6.4	Schadstoffe	44
6.4.1	Schwermetalle.....	44
6.4.2	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	44
6.4.3	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	44
7	Bewertung der Ergebnisse	45
7.1	Sichtprüfung.....	45
7.2	Betondeckung und Karbonatisierungstiefe.....	45
7.3	Oberflächenzugfestigkeit.....	46
7.4	Betongüte.....	46
7.5	Chloridgehalt.....	48
7.6	Sulfatgehalt	48
7.7	Schadstoffe	48
7.7.1	Schwermetalle.....	48

7.7.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	48
7.7.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)	49
8 Stellungnahme	49
9 Unterschrift.....	50
10 Anhang.....	51
10.1 Bohrkernbeschreibung	51
10.2 Entnahmestellen	66

1 Auftrag

Das Architekturbüro Heinrich Böll beauftragte die WISSBAU® Beratende Ingenieurgesellschaft mbH, Essen mit baustofftechnologischen Untersuchungen an allen Stahlbetonbauteilen des Förderturms in Kamp-Lintfort.

Es wurden folgende Untersuchungen beauftragt:

- Betontechnologische Untersuchung an allen Stahlbetonbauteilen
- Untersuchung der Galerie
- Betontechnologische Untersuchung der Rückverankerung der Trapezblechverkleidung
- Betontechnologische Untersuchung der Rückverankerung an der Klinkerfassade und Zustand der Klinkerfassade an beispielhaft geöffneten Flächen
- Untersuchung des Dachaufbaus inkl. Öffnung
- Zustand der Glasfassade
- Schadstoffuntersuchungen an bestehenden Betonanstrichen

2 Unterlagen

Seitens des Auftraggebers wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Konstruktionspläne
- Grundrisspläne
- Bewehrungspläne

3 Ortstermin

Die Begutachtung und die Durchführung der Untersuchungen fanden im Rahmen der Ortstermine vom 10.05.2017 bis 30.05.2017 statt.

4 Objektbeschreibung

Bei dem zu untersuchenden Objekt handelt es sich um den Förderturm des ehemaligen Bergwerk Wests an der Friedrich-Heine-Allee in Kamp-Lintfort. Ende 2012 wurde das Bergwerk West stillgelegt. Das Bauwerk hat 13 Geschosse und ist

nicht denkmalgeschützt. Die Geschosse sind über ein Treppenhaus und einen Personenaufzug (stillgelegt) zu erreichen. Der Förderturm wurde in den 50er Jahren in Stahlbetonbauweise erstellt. Alle Innen- und Außenbetonbauteile sind beschichtet. Er hat eine Gesamthöhe von ca. 80 Meter. Die Fassade ist von allen vier Seiten bis zu einer Höhe von ca. 65 Meter zu 75% mit einer Trapezblechverkleidung verkleidet. Hinter dieser Verkleidung befindet sich eine Klinkerverkleidung, die den Betonwänden vorgestellt ist. Im oberen Geschossbereich (ca. 65 m bis 80 m) befindet sich eine Ebene mit Förderaggregat und eine Steuerzentrale, die zweiseitig vollflächig verglast ist und umlaufend eine begehbare Galerie aufweist. Ab einer Höhe von ca. 65 Meter bis zum Flachdach hat das Bauwerk an der Ost- und Westseite eine Glasfassade. Das leicht geneigte Flachdach hat eine Schwarzabdichtung.

Nachfolgend sind die Lage des Gebäudes und exemplarische Ansichten der Fassade dargestellt.

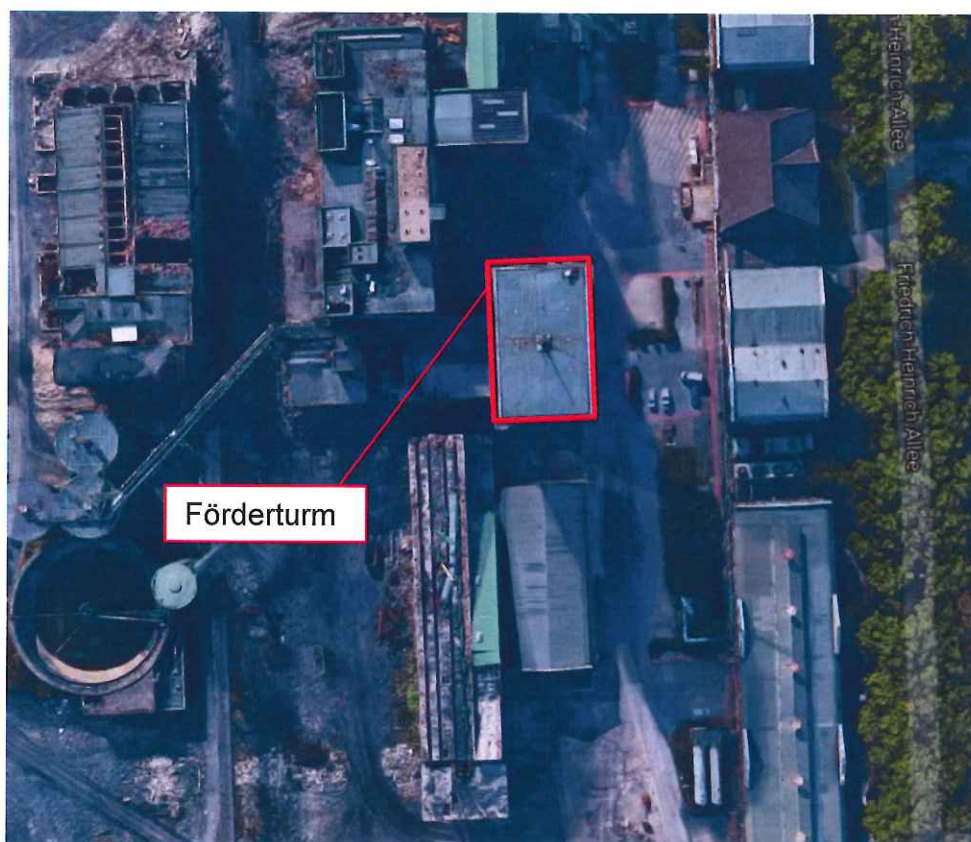


Abbildung 1: Draufsicht des Bergwerk West Geländes (Quelle: Google Map)

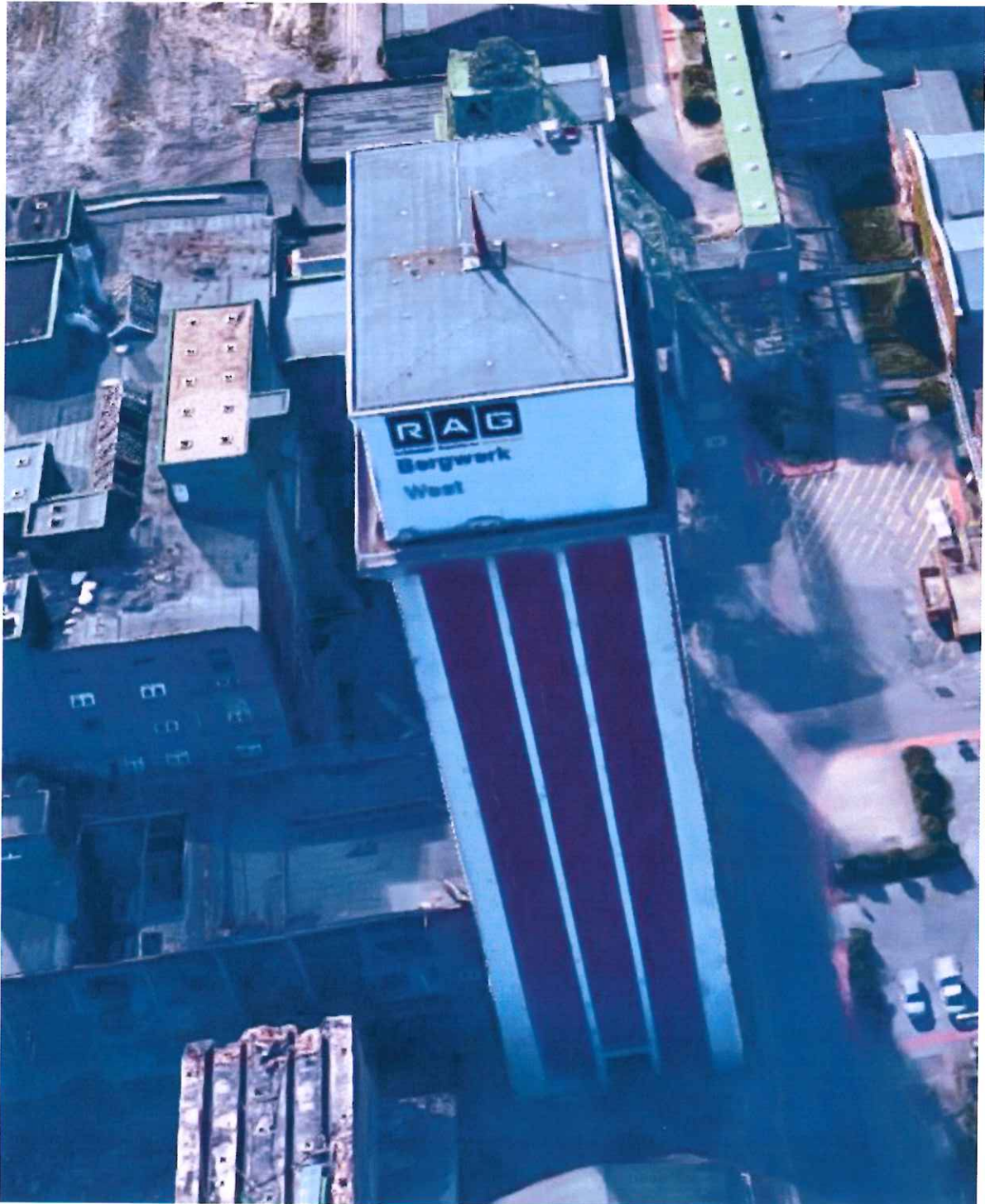


Abbildung 2: Nordansicht des Förderturms (Quelle: Google Maps)

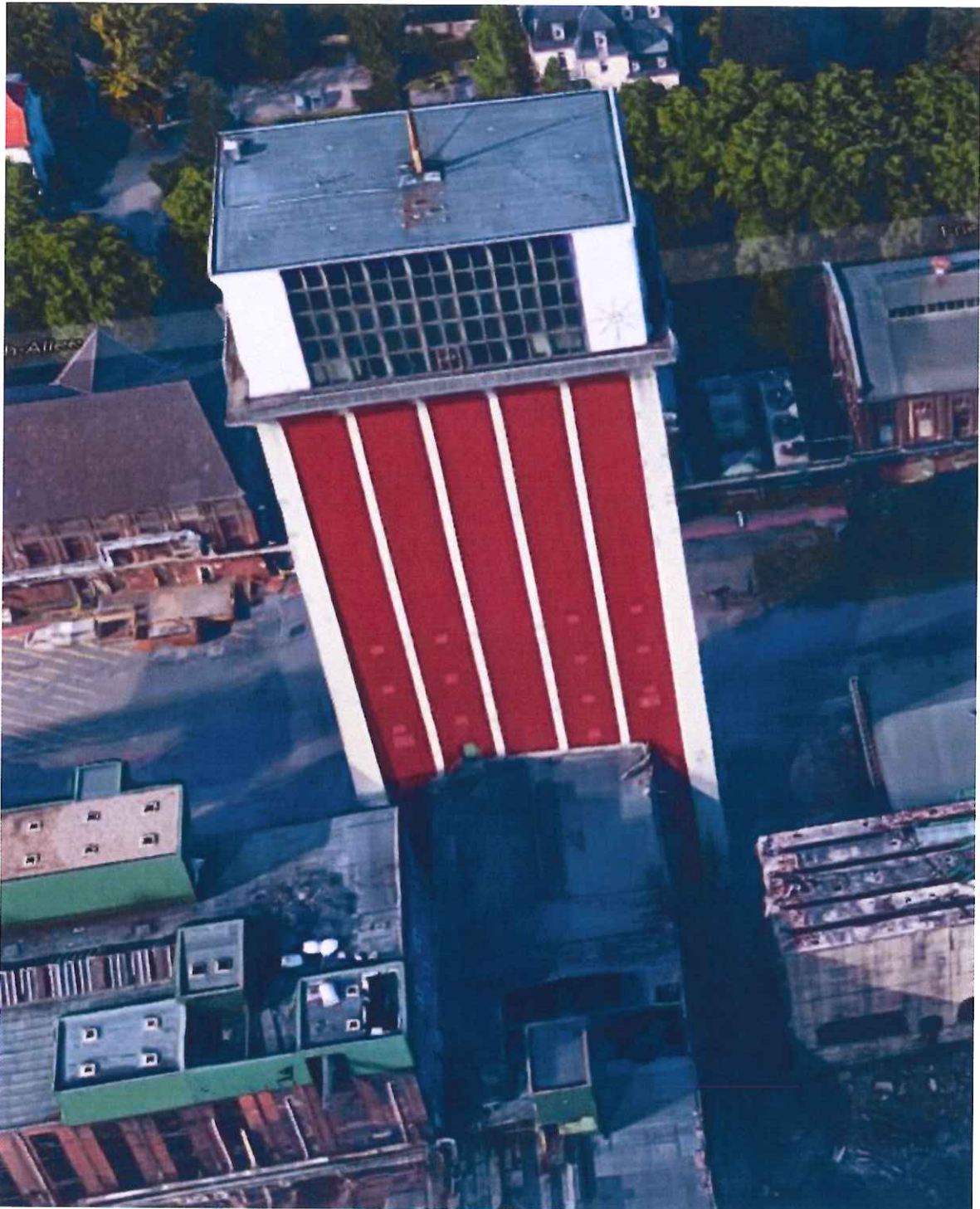


Abbildung 3: Ostansicht des Förderturms (Quelle: Google Maps)



Abbildung 4: Südansicht des Förderturms (Quelle: Google Maps)

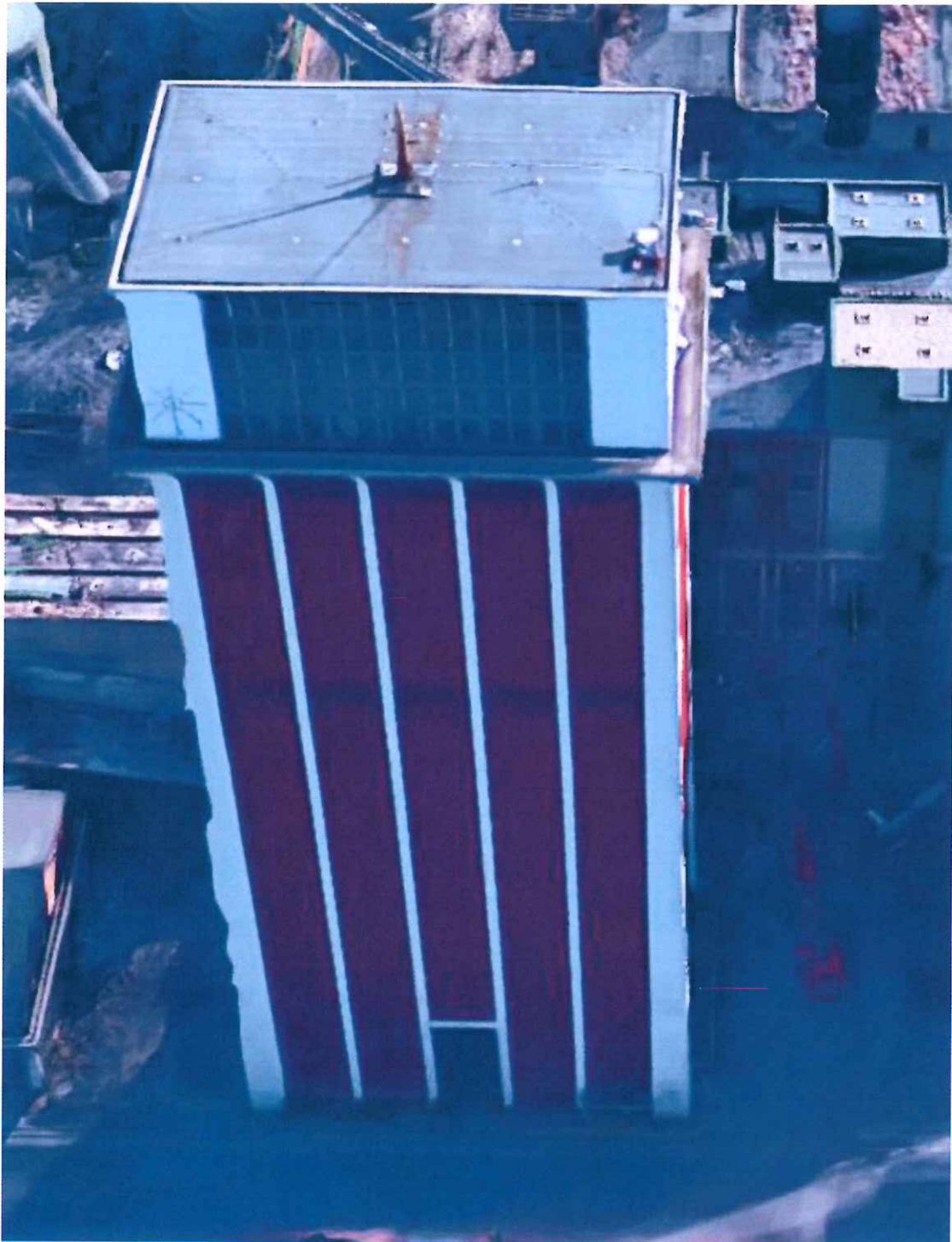


Abbildung 5: Westansicht des Förderturms (Quelle: Google Maps)



Abbildung 6: Exemplarische Teilansicht Steuerzentrale in der obersten Etage mit der Glasfassade



Abbildung 7: Exemplarische Teilansicht der Decke der Steuerzentrale in der obersten Etage



Abbildung 8: Exemplarische Teilansicht auf die Glasfassade auf der Westseite



Abbildung 9: Exemplarische Teilansicht der Verbindungspunkte der Glasfassade

5 Untersuchungen vor Ort und Ergebnisse

5.1 Sichtprüfung

Außenseite:

An der Außenseite wurden die sichtbaren Stahlbetonstützen der Fassade, der Galerieumgang von unten und die Fassade der Steuerzentrale (von ca. 65m bis 80m) begutachtet. Zur Begutachtung des oberen Abschnitts (bis zur Galerie) des Förderturms wurde ein Hubsteiger verwendet. Im Rahmen der durchgeführten Sichtprüfung wurden folgende Auffälligkeiten an der Fassade festgestellt:

- häufig freiliegende und korrodierte Bewehrung an den sichtbaren Stahlbetonstützen
- Minderbetondeckung an der Unterseite der auskragenden Stahlbetondecke
- Risse an den sichtbaren Stahlbetonstützen
- häufig korrosionsbedingte Abplatzungen des Betons an den Stahlbetonstützen und der Außenfassade der Galerie
- häufig vorliegende instandgesetzte Kleinflächen an den Stahlbetonstützen mit teilweise erneuter Schädigung
- Beschädigung an der Beschichtung der Stahlbetonstützen

Die nachfolgenden Abbildungen sind exemplarische Darstellungen der Schäden.



Abbildung 10: Exemplarische Ansicht einer nicht fachgerechten reprofilierten Stelle an einer Stahlbetonstütze an der Westseite (außen)



Abbildung 11: Ansicht einer Stahlbetonstütze an der Nordseite mit mehreren reprofilierten Stellen



Abbildung 12: Exemplarische Ansicht von längs- und querlaufenden Rissen in der Beschichtung einer Stahlbetonstütze, die sich kreuzen (Westseite)



Abbildung 13: Detailansicht zu Abbildung 12; Rissbreite Längsriss hier 0,2 mm



Abbildung 14: Exemplarische Ansicht eines über die Bauteilbreite horizontal verlaufenden Risses an einer Stahlbetonstütze an der Westseite; Rissbreite 0,2 mm



Abbildung 15: Exemplarische Ansicht korrosionsbedingter Betonabplatzung mit freiliegender korrodierter Bügelbewehrung und Reste eines Korrosionsschutzanstrichs an der Ostseite



Abbildung 16: Weitere exemplarische Ansicht freiliegender, korrodierter Längs- und Bügelbewehrung und Reste eines Korrosionsschutzanstrichs an der Ostseite



Abbildung 17: Exemplarische Teilansicht einer korrosionsbedingten Betonabplatzung mit freiliegender korrodierter Bewehrung an der Südseite (außen)



Abbildung 18: Exemplarische Ansicht eines Risses auf der Laufplattenoberseite im Estrich der Galerie (Westseite)



Abbildung 19: Detailaufnahme zu Abbildung 18, hier Rissbreite 0,8 mm



Abbildung 20: Exemplarische Ansicht der Laufplattenunterseite der Galerie mit Minderbetondeckung und Abplatzungen mit freiliegender Bewehrung (Westseite)



Abbildung 21: Exemplarische Ansicht von Gefügestörungen in der Betonoberfläche auf der Westseite der Galerie

Innenseite:

Die jeweiligen Geschosse haben von innen unterschiedliche Grundrisse. Auf jeder Ebene befinden sich Räume in unterschiedlicher Anzahl und Größe. Die Bauteile, die bei der Sichtprüfung begutachtet wurden sind Unterzüge, Decken, Böden und Wände. Die Betonoberflächen weisen Beschichtungen auf. Bei der Sichtprüfung der Innenseiten wurden folgende Auffälligkeiten festgestellt:

- Großflächig abgeblätterte Beschichtung an Decken und Wänden
- Risse in den Wänden
- Geringe Anzahl von freiliegender korrodierter Bewehrung an den Wänden



Abbildung 22: Exemplarische Ansicht eines horizontal verlaufenden Risses an der Wand im Treppenhaus 12, voraussichtlich eine Arbeits- oder Betonierfuge



Abbildung 23: Detail Ansicht zu Abbildung 22, hier Rissbreite 0,35 mm

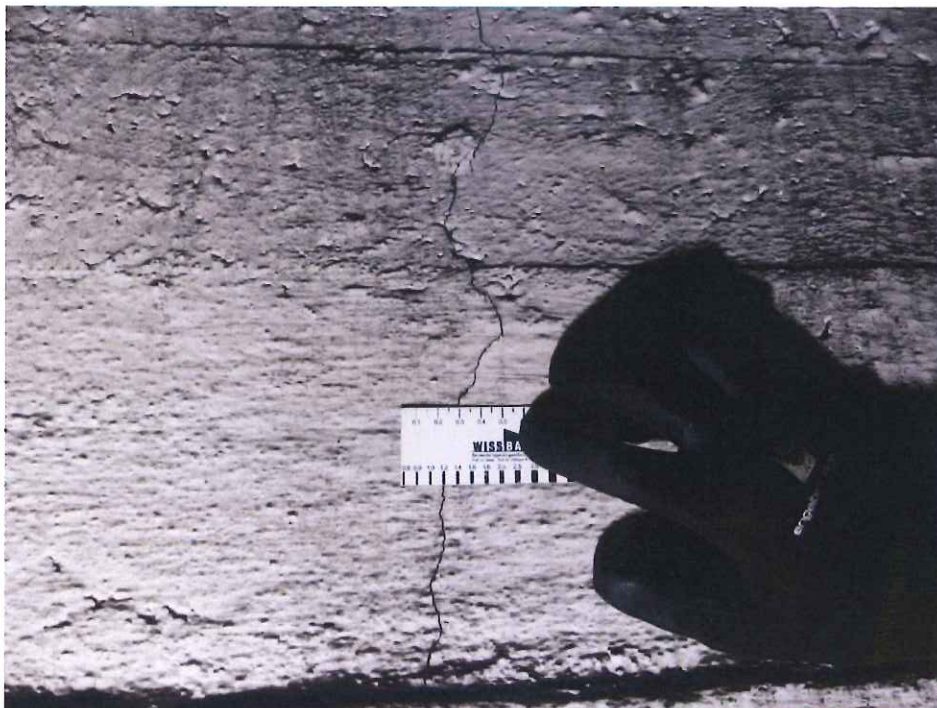


Abbildung 24: Exemplarische Ansicht eines Risses in der Außenwand auf Bühne 11 (Westseite), Rissbreite 0,3 mm

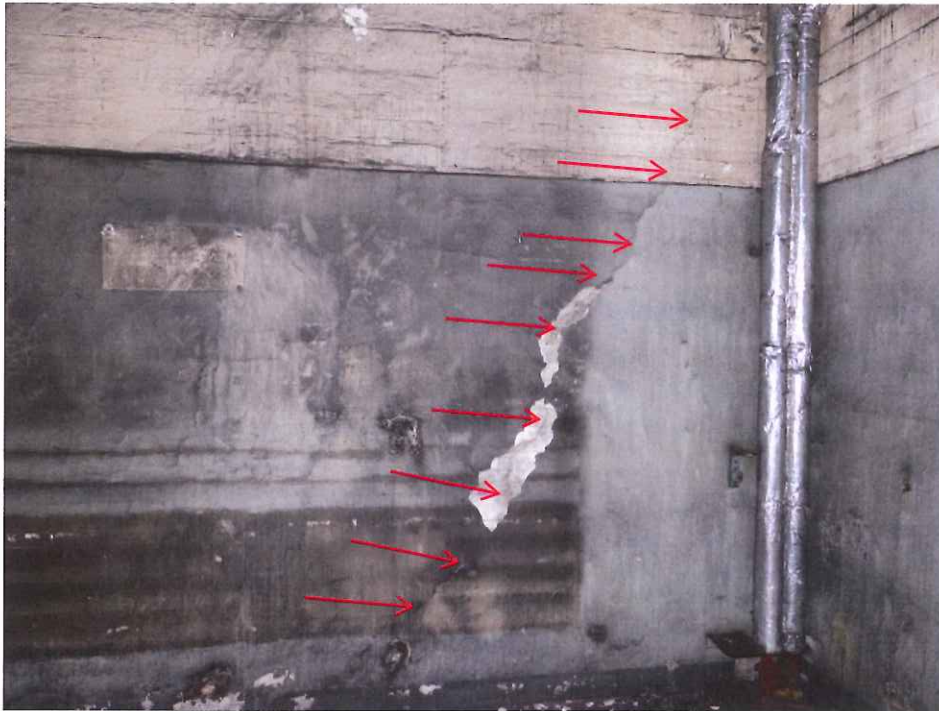


Abbildung 25: Exemplarische Ansicht eines Risses in der Innenseite der Außenwand (Nordseite) des Treppenhaus 7



Abbildung 26: Detailansicht zu Abbildung 25, hier Rissbreite 0,4



Abbildung 27: Exemplarische Ansicht der flächig abgeblätterten Beschichtung an Unterzügen und Deckenunterseite (Bühne 11)

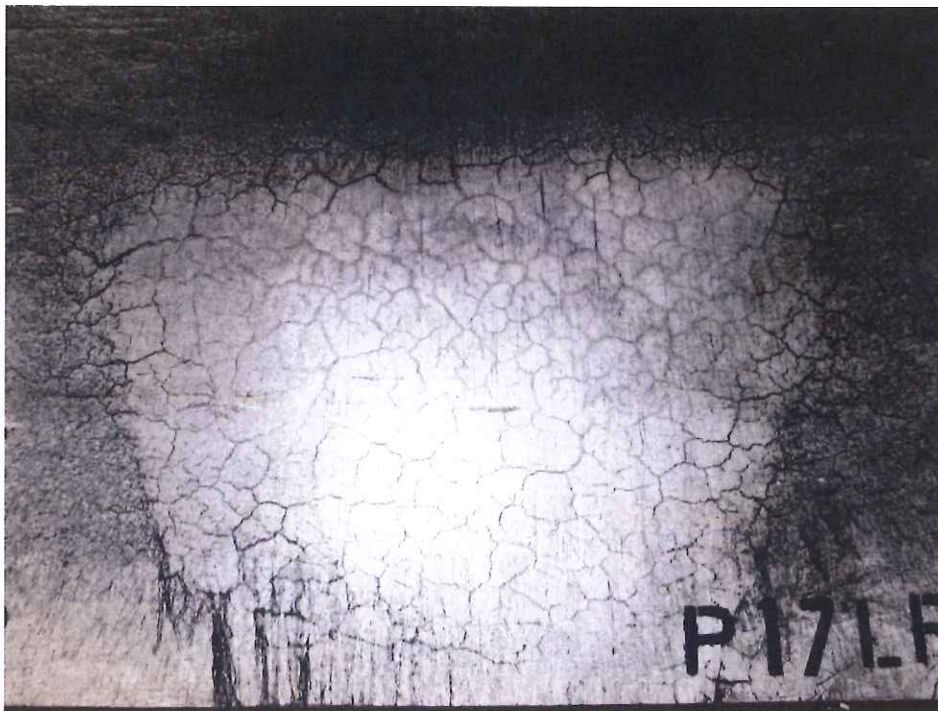


Abbildung 28: Exemplarische Teilansicht einer Innenwand mit Netzzissen in der Beschichtung (Bühne 7)

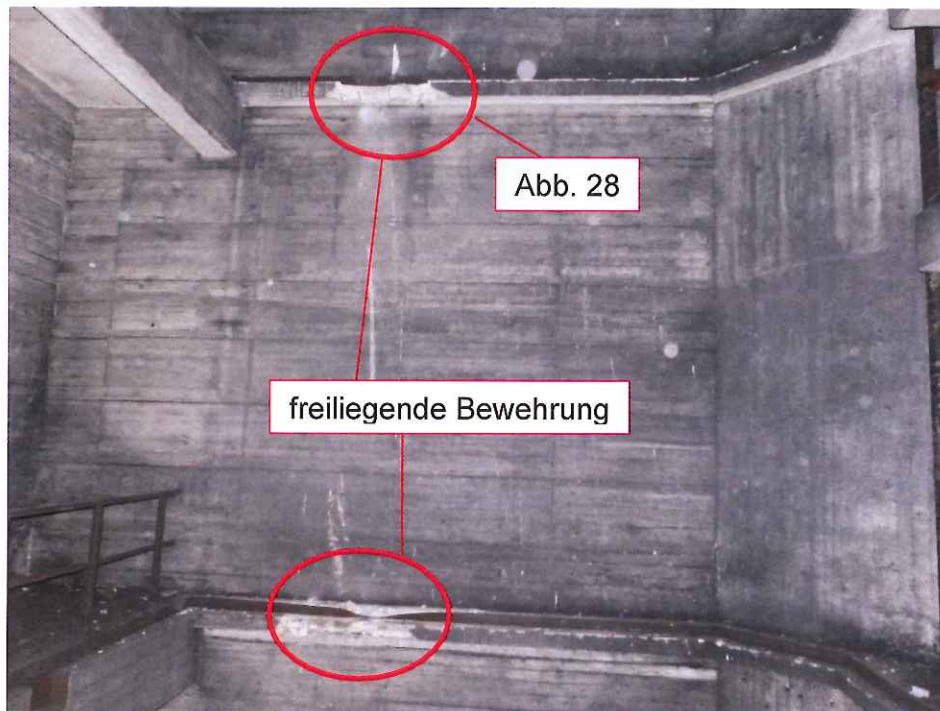


Abbildung 29: Exemplarische Ansicht des Kranschachtes zwischen Bühne 6 und 7; Querschnittsminderung des Betons und freiliegende Bewehrung durch Beschädigung



Abbildung 30: Detailansicht zu Abbildung 29; durchtrennte Bewehrung

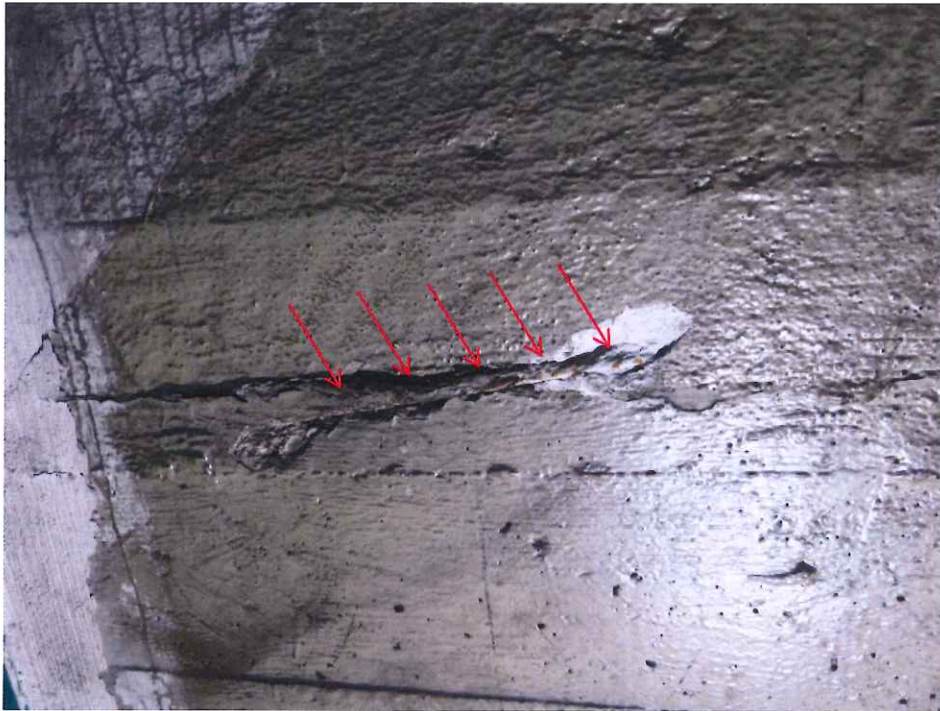


Abbildung 31: Exemplarische Ansicht freiliegender Bewehrung im Treppenhaus 6



Abbildung 32: Exemplarische Ansicht freiliegender korrodierter Bewehrung im Treppenhaus 1

In den Kapiteln 5.6 und 5.8 wird die Sichtprüfung der Glasfassade und der Trapezblechfassade bewertet.

5.2 Betondeckungsmessungen

Die Betondeckungsmessung wurde mittels einer induktiven Messmethode, d.h. elektromagnetischen Messverfahrens mit dem Gerät „BDM 1“ der Fa. Würth erkundet. Die Genauigkeit dieses Messgerätes liegt laut Herstellerangaben bei Betondeckungen bis 4 cm bei ± 1 mm, bis 6 cm bei ± 2 mm und bis 8 cm bei ± 4 mm.

Die Messergebnisse geben den Min./Max.- und Medianwert der Betondeckung für die oberflächennahe Bewehrung an. Darüber hinaus wird die prozentuale Unterschreitung eines Schwellwerts (Mindestbetondeckung) von 25 mm für Fassadenaußenseite gemäß Umweltklasse XC4 sowie die Unterschreitung eines Schwellenwerts von 10 mm (statische Verbundwirkung) angegeben. Für die Innenbauteile ist der Schwellwert gemäß Umweltklasse XC3 bei 20 mm, da die Räume unbeheizt sind und Außenluft Zugang hat. Die Abbildung 33 zeigt eine exemplarische Darstellung der Betondeckungsmessung an einer Wand auf Bühne 11.

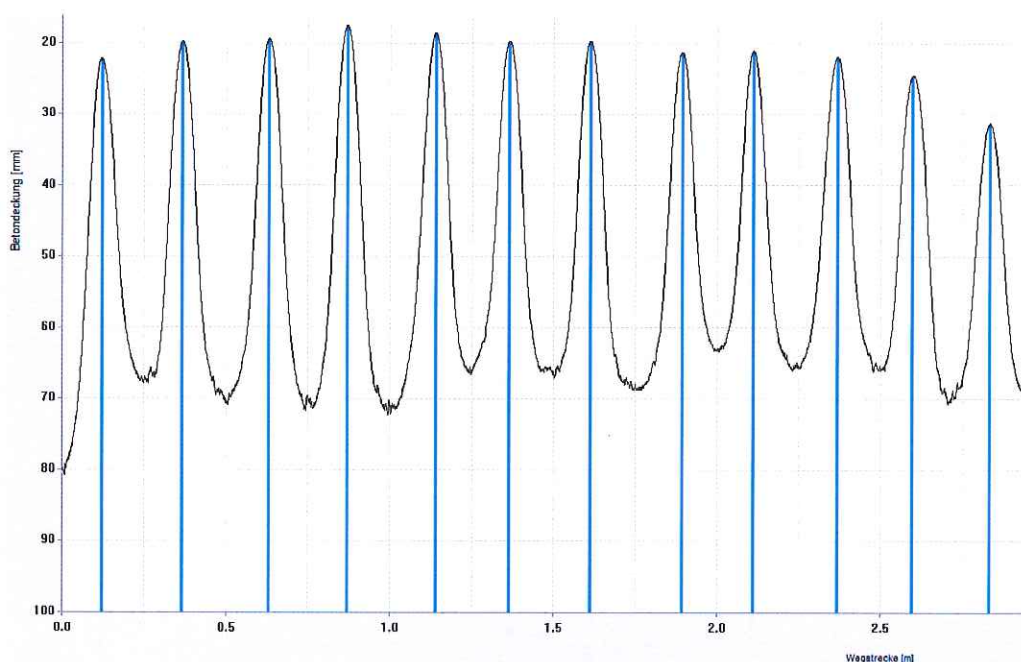


Abbildung 33: Exemplarischer Teilausschnitt der horizontal Messung Wand A-B/6 (Bühne 11)

Die Ergebnisse der zerstörungsfreien Betondeckungsmessung sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Ergebnisse der Betondeckungsmessungen an Außenbauteilen

Bauteil	Seite	Messrichtung	Messstrecke [cm]	Anzahl gemessener Eisen	Betondeckung [mm]			Unterschreitung des Schwellenwertes von 25 mm	Unterschreitung des Schwellenwertes von 10 mm
					Min.	Max.	Median		
Riegel 1	Süd	vertikal 2	254	15	21	43	35	7%	0%
Riegel 1	Süd	vertikal 1	256	10	37	48	45	0%	0%
Riegel 1	Süd	horizontal 2	249	23	31	56	46	0%	0%
Riegel 1	Süd	horizontal 1	260	21	1	55	49	5%	5%
Riegel 4	Nord	vertikal	1131	34	12	39	29	18%	0%
Riegel 4	Nord	horizontal	489	16	26	43	37	0%	0%
Riegel 2	Ost	vertikal	1036	54	5	28	19	91%	11%
Riegel 2	Ost	horizontal	68	6	19	30	23	67%	0%
Riegel 6	Ost	vertikal	1015	31	21	56	41	3%	0%
Riegel 6	Ost	horizontal	215	18	19	46	38	22%	0%
Riegel 6	Ost	horizontal	200	10	29	59	41	0%	0%
Riegel 4	Süd	vertikal	843	28	8	37	31	11%	4%
Riegel 4	Süd	vertikal	597	24	11	47	27	46%	0%
Riegel 1	Süd	vertikal	775	21	6	47	29	38%	10%
Riegel 1	Süd	horizontal	214	15	16	48	28	13%	0%
Riegel 1	Süd	horizontal	210	15	34	64	48	0%	0%
Riegel 3	Süd	vertikal	574	28	23	40	33	7%	0%
Galerie Wand	West	vertikal	170	13	20	47	27	23%	0%
Galerie Wand	West	horizontal	365	18	10	40	18	72%	0%
Riegel 1	West	vertikal	1370	45	17	52	40	0%	0%
Riegel 1	West	horizontal	233	11	45	61	54	0%	0%
Riegel 3	West	vertikal	870	46	9	33	28	39%	9%
Riegel 3	West	horizontal	101	6	30	41	36	0%	0%

Tabelle 2: Ergebnisse der Betondeckungsmessungen an Innenbauteilen

Bauteil	Ebene	Lage lt. Plan		Messrichtung/ Messung	Messstrecke [cm]	Anzahl gemessener Eisen	Betondeckung [mm]			Unterschreitung des Schwellenwertes von 20 mm	Unterschreitung des Schwellenwertes von 10 mm
							Min.	Max.	Median		
Wand	6	G	4-5	horizontal	230	11	13	22	15	0%	0%
Wand	1	A	1-8	horizontal	540	30	19	29	24	7%	0%
Wand	1	A	1-8	horizontal	590	32	11	48	27	3%	0%
Wand	2	F-G	2	horizontal	286	15	24	43	33	0%	0%
Stütze	13	G	1	m4	230	10	15	34	20	50%	0%
Stütze	13	G	1	m2	177	6	17	27	20	33%	0%
Stütze	13	G	1	m1	194	6	42	60	51	0%	0%
Stütze	13	G	8	m4	209	7	15	47	19	43%	0%
Stütze	13	G	8	m2	217	7	13	46	16	71%	0%
Stütze	13	H	1	m4	206	7	16	35	21	43%	0%
Stütze	13	H	1	m2	208	7	13	24	16	57%	0%
Stütze	13	H	1	m1	197	7	56	71	62	0%	0%
Stütze	13	H	8	m4	178	7	19	47	21	43%	0%
Stütze	13	H	8	m2	209	6	17	22	19	83%	0%
Stütze	13	H	8	m1	208	8	53	60	55	0%	0%
Unterzug	7	B	6-7	m1	599	48	9	48	24	35%	2%
Unterzug	7	E-F	1-5	m2	497	44	10	93	46	17%	0%
Unterzug	8	HL	5'	m1	399	16	14	66	36	13%	0%
Unterzug	8	HL	5'	m2	390	23	7	31	21	46%	9%
Unterzug	8	HL	5'	m3	185	8	19	48	36	13%	0%
Wand	1	A	1-8	vertikal	174	11	35	48	28	0%	0%
Wand	11	A-B	6	vertikal	207	9	18	53	43	0%	0%
Wand	11	A-B	6	horizontal	456	19	18	44	22	0%	0%
Wand	6	B	6-8	vertikal	205	9	31	42	35	0%	0%
Wand	6	B	6-8	vertikal	200	8	32	40	36	0%	0%
Wand	6	B	6-8	horizontal	750	41	16	35	22	0%	0%
Wand	6	B-D	1	vertikal	196	15	7	45	34	27%	7%
Wand	6	B-D	1	horizontal	1189	65	14	68	43	6%	0%
Wand	11	D-C	7	horizontal	701	32	30	66	43	0%	0%
Wand	6	D-E	8	vertikal	201	12	15	70	22	36%	0%
Wand	6	D-E	8	horizontal	323	20	14	57	49	0%	0%

5.3 Karbonatisierungstiefe

Die Messung der Karbonatisierungstiefe wurde an einer frischen Bruchkanten an den vier entnommenen Bohrkernen durchgeführt. Hierfür wurde mittels Meißel und Hammer eine frische Bruchkante hergestellt und unmittelbar im Anschluss die gebrochene Oberfläche mit einer Phenolphthalein – Lösung eingesprüht. Der Farbumschlag der Phenolphthalein – Lösung liegt bei einem pH - Wert größer 9,5. Da der pH-Wert von karbonatisiertem Beton unter 9,5 liegt, ist die Karbonatisierungsfrent im Beton i.d.R. eindeutig sichtbar. Bei einem Farbumschlag von farblos in rotviolett ist der Beton nicht karbonatisiert bzw. bei keinem Farbumschlag liegt eine Karbonatisierung des Betons vor. Die Karbonatisierungstiefen wurden an Riegel und Wänden gemessen. Die Karbonatisierungstiefen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die einzelnen Messstellen können dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 3: Karbonatisierungstiefen an Innenbauteilen

Prüfstelle	Bauteil	Beschichtung	max. Karbonatisierungstiefe [mm]
1	Stütze	ja	15
2	Unterzug	ja	0
3	Wand	ja	0
4	Wand	ja	0
5	Wand	ja	13
6	Wand	ja	0
7	Wand	ja	12
8	Wand	ja	20
Mittelwert:			8
Minimalwert:			0
Maximalwert:			20

Tabelle 4: Karbonatisierungstiefen an Außenbauteilen

Prüfstelle	Bauteil	Beschichtung	max. Karbonatisierungstiefe [mm]
9	Stützen	ja	0
10	Stützen	ja	10
11	Stützen	ja	18
12	Stützen	ja	20
13	Stützen	ja	5
14	Stützen	ja	0
15	Stützen	ja	0
Mittelwert:			8
Minimalwert:			0
Maximalwert:			20

5.4 Probenentnahme

5.4.1 Bohrkernentnahme

Es wurden insgesamt zwölf Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 mm mittels Nassbohrverfahren entnommen.



Abbildung 34: Exemplarische Ansicht einer Bohrkernentnahmestelle

Die Bohrkernze zeigen ein Betongefüge mit homogener Sieblinie und maximalem Größtkorn von 25 mm. Bei den Deckenoberseiten wurde ein Verbundestrich von ca. 20 mm vorgefunden.

Die Lage der Bohrkernentnahme kann dem Anhang entnommen werden. Die Bohrkernbeschreibung ist dem Anhang angefügt.

5.4.2 Bohrmehlentnahme

Zur Überprüfung einer möglichen Chlorid- und Sulfatbelastung wurden zehn Bohrmehlproben an repräsentativen Flächen in exponierter Lage in den Tiefen von 1 bis 20 mm und von 20 bis 40 mm und labortechnisch analysiert.

Die Lage der Probeentnahmestellen sind dem Anhang zu entnehmen.

5.4.3 Probenentnahme Schadstoffe

Bei der Begehung des Förderturms ergaben sich Verdachtspunkte auf schwermetallhaltige Schutzanstriche, PCB¹-haltige Lacke und Farben und PAK-haltige Abdichtungen und Bodenbeläge. Nachfolgend sind exemplarische Ansichten dieser Stellen aufgeführt. Die Entnahmestellen sind dem Anhang beigefügt.

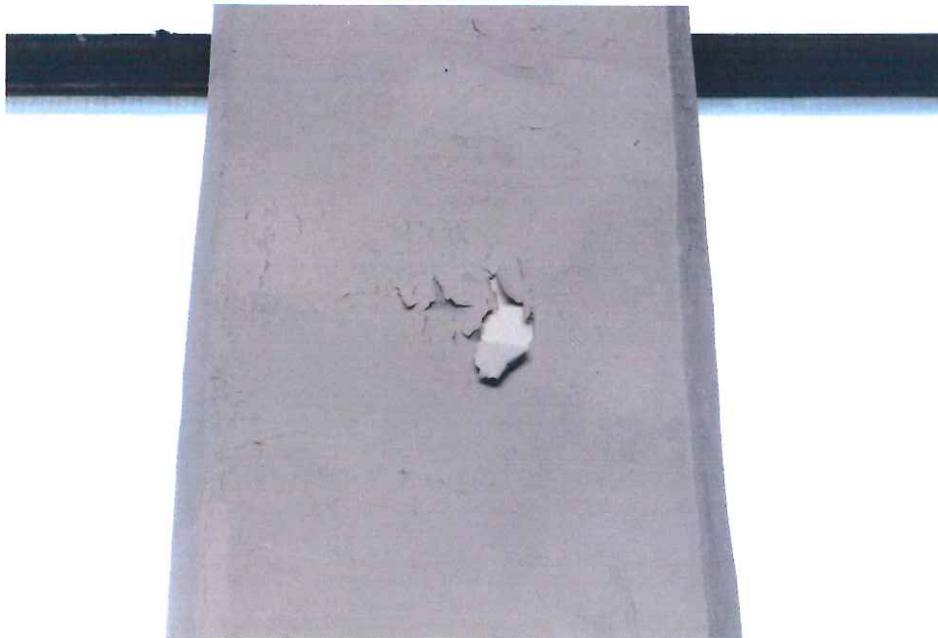


Abbildung 35: Exemplarische Ansicht der Beschichtung MP 2*

¹ Polychlorierte Biphenyle



Abbildung 36: Exemplarische Ansicht der Beschichtung MP 3*



Abbildung 37: Exemplarische Ansicht der Beschichtung MP 6*



Abbildung 38: Exemplarische Ansicht der Beschichtung MP 7*



Abbildung 39: Exemplarische Ansicht der Fließe MP 8*

* MP = Materialprobe

5.5 Oberflächenzugfestigkeit

Die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit nach DIN 1048, Teil 2² wurde vor Ort an den jeweiligen Bauteilen durchgeführt. Die Prüfungen der Oberflächenzugfestigkeit wurden auf der Betonoberfläche durchgeführt. Der vorhandene Anstrich und haftmindernde Bestandteile wurden zuvor entfernt. Es wurde ein Prüfstempel mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Prüffläche von 1964 mm² verwendet. Die Ringnuttiefe betrug ca. 10 mm. Die Prüfflächen waren parallel zu den Bohrkernentnahmestellen. Die Tabelle 5 zeigt die Resultate der Prüfung. Die Lage der einzelnen Beprobungsstellen sind dem Anhang zu entnehmen.



Abbildung 40: Exemplarische Ansicht einer Oberflächenzugfestigkeitsprüfung an einer Stütze (OZ 1), hier Kohäsionsversagen im Beton

² DIN 1048 Prüfverfahren für Beton, Teil 2: Festbeton in Bauwerken und Bauteilen, 06/1991



Abbildung 41: Exemplarische Ansicht des Prüfergebnisses OZ 1 mit 3,40 N/mm²

Tabelle 5: Ergebnisse der Oberflächenzugfestigkeitsprüfung

Bezeichnung	Bauteil	Oberflächen- zugfestigkeit N/mm ²	Kohäsions- versagen				Adhäsions- versagen				
			A	B	Y	Z	Y/Z	A/Y	B/Y	A/B	
OZ 1	Stütze	3,40		100							
OZ 2	Wand	2,00		100							
OZ 3	Untersatz	2,85		100							
OZ 4	Wand	2,21		100							
OZ 5	Wand	3,53		100							
OZ 6	Wand	4,45		100							
OZ 7	Wand	1,88		100							
OZ 8	Wand	3,24		100							
OZ 9	Wand	1,68		100							
OZ 10	Wand	3,02		90					10		
OZ 11	Riegel	2,72		100							
Mittelwert:		2,82									
Minimalwert:		1,68									

Erläuterungen zur Versagensart

A=Betonersatz, B= Versagen im Beton; Y=Versagen im Kleber; Z=Versagen im Stempel
Y/Z= Versagen zwischen Kleber und Stempel; A/Y Versagen zwischen Betonersatz und Kleber;
B/Y= Versagen zwischen Beton und Kleber; A/B= Versagen zwischen Betonersatz und Beton

5.6 Dachuntersuchung

Um den Aufbau des Daches zu bestimmen, wurde eine exemplarische Öffnung vorgenommen, die im Anschluss wieder verschlossen wurde.

Der Dachaufbau sieht wie folgt auf (von innen nach außen):

- Betondecke
- Abdichtung (8-10 mm)
- Dämmwolle (60 mm)
- Bitumendachbahn (13-15 mm)
-

In den nachfolgenden Abbildung 42 und Abbildung 43 sind die Öffnungen dargestellt.



Abbildung 42: Exemplarische Ansicht der Dachöffnung



Abbildung 43: Weitere exemplarische Ansicht der Dachöffnung

5.7 Glasfassade

Die Glasfassade auf der oberen Ebene der Steuerzentrale besteht aus einer Einscheibensicherheitsverglasung mit Drahtgewebeeinlagen. Die einzelnen Glaselemente der Fassade sind in einem der Nutzungsdauer entsprechendem Zustand und haben Gebrauchsspuren. Die Fugen zwischen den Einzelelementen sind häufig defekt, spröde und herausgelöst. Die Rahmenkonstruktion besteht aus Stahlblechen, die beschichtet sind. Der Anstich ist spröde.

5.8 Trapezblechverkleidung und Klinkerfassade

Die Fassade des Förderturms ist zu ca. 70 % von allen vier Seiten mit einer Trapezblechverkleidung verkleidet. Die Trapezblechverkleidung ist mit einer Rahmenstahlkonstruktion an die dahinter liegende Klinkerfassade und Betonwand verankert. Die Klinkerfassade ist mittels Ankern in die Betonwand verankert. Die Klinker haben eine Höhe von ca. 5,5 cm und eine Dicke von ca. 4-5 cm, so dass sie grenzwertig auch als Verkleidung gesehen werden können. An zugänglichen Stellen wurden pro Quadratmeter zwischen vier bis sieben Anker zerstörungsfrei vorgefunden. Die Anker liegen ca. 3,5 cm tief in den Fugen. Es wurden drei exemplarische Öffnungen vorgenommen (vgl. Abbildung 45 bis Abbildung 47) um den

Zustand der Verankerung zu beurteilen. Die Verankerung weist leichte Oberflächenkorrosion auf. Das Fugenmaterial ist leicht absandend, hat jedoch noch eine gute Festigkeit. Die Karbonatisierungstiefe am Beton hinter der Klinkerfassade liegt bei 9 mm und die Betondeckung bei ca. 15 mm. Das heißt, dass der Schutz der Bewehrung noch weitestgehend vorhanden ist.



Abbildung 44: Exemplarische Darstellung der gemessenen Ankerpunkte



Abbildung 45: Exemplarische Ansicht einer Öffnung an der Klinkerfassade zur Beurteilung der Verankerung



Abbildung 46: Weiter exemplarische Ansicht einer Öffnung an der Klinkerfassade zur Beurteilung der Verankerung mit vollflächiger Vermörtelung



Abbildung 47: Exemplarische Ansicht einer Öffnung mit Längsverankerung

Die Blechfassade ist über eine gesonderte Stahlkonstruktion aus verzinkten Stahlprofilen erstellt, siehe nächstes Foto.

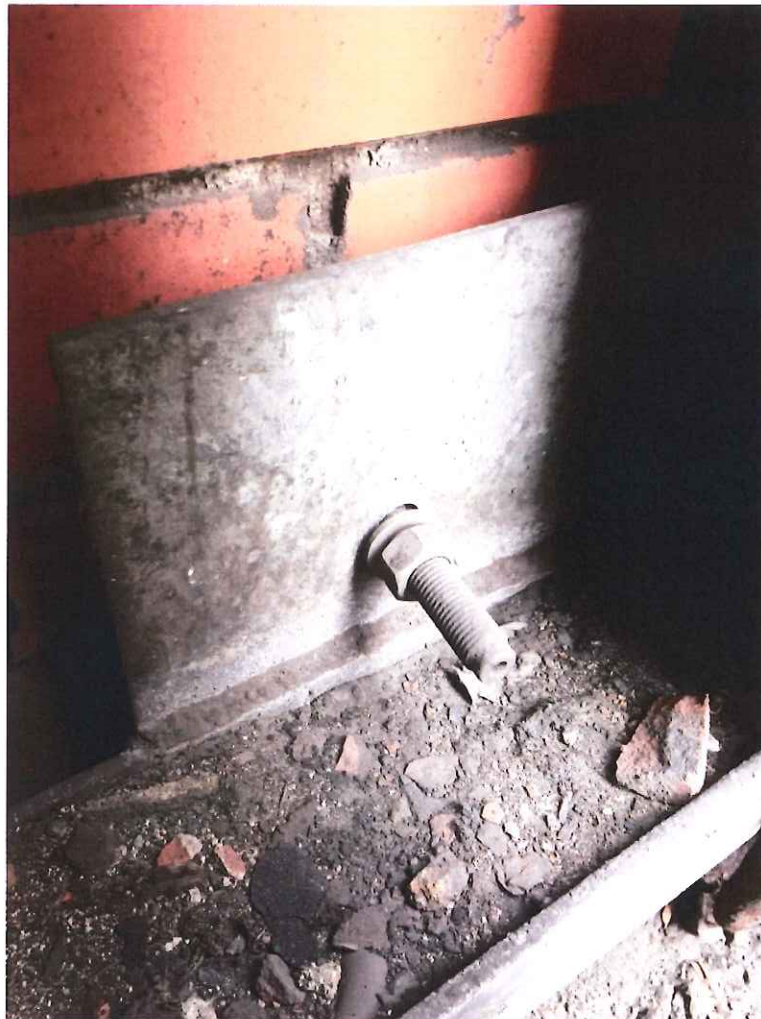


Abbildung 48: Exemplarische Ansicht der Verankerung der Rahmenkonstruktion für die Blechfassade

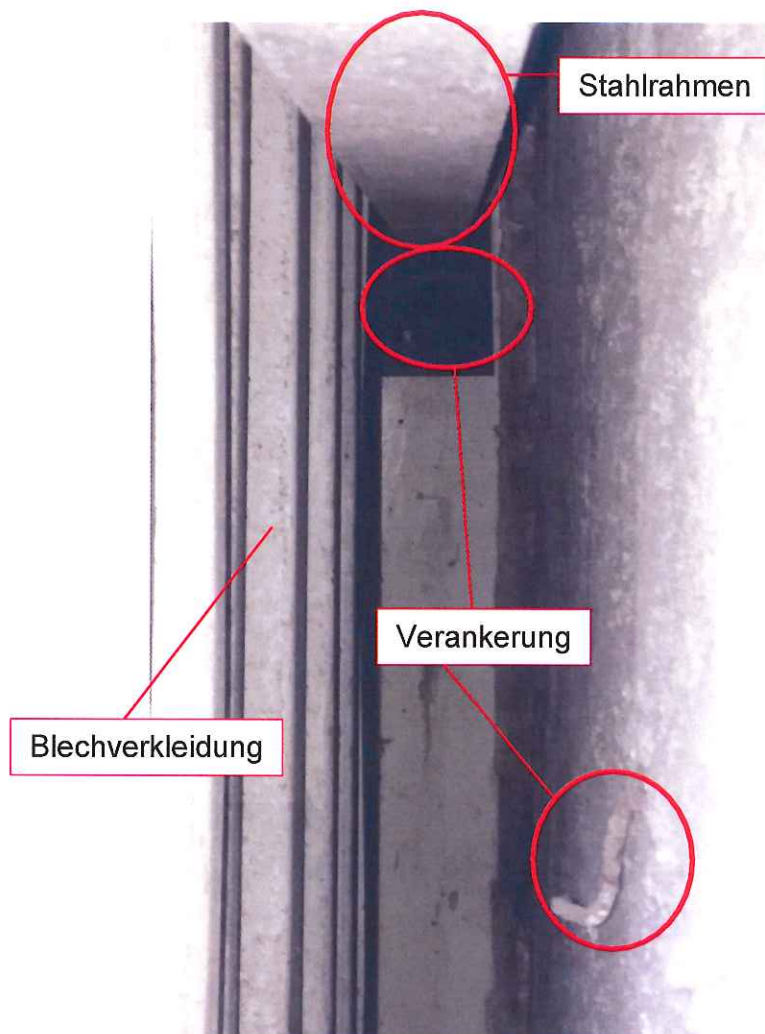


Abbildung 49: Exemplarische Ansicht des Zwischenraums zwischen Trapezblechverkleidung und der Klinkerfassade mit Stahlrahmen und Verankerungen

6 Untersuchungen im Labor und Ergebnisse

6.1 Betondruckfestigkeit

Die Betondruckfestigkeit wurde an zwölf entnommenen Bohrkernen ermittelt. Für die Prüfung der Druckfestigkeiten wurden die entnommenen Bohrkernproben zugesägt und planparallel geschliffen bzw. mit hochfestem Mörtel abgeglichen.

Die Bohrkernproben wurden nach DIN EN 12504³, Teil 1 entnommen, untersucht und

³ DIN EN 12504, Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 1: Bohrkernproben; Herstellung,

vorbereitet. Die Prüfung der Druckfestigkeit wurde nach DIN EN 12 390⁴, Teil 3 durchgeführt.

Die Probekörperhöhe entsprach etwa dem Durchmesser der Bohrkern.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung zusammengefasst.

Tabelle 6: Ergebnisse der Betondruckfestigkeitsprüfung an den Wänden

Probe Nr.	Bauteil	Abmessungen		Masse	Rohdichte	Prüffläche	Höchstkraft	Druckfestigkeit
		Durchmesser	Höhe					
		[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[mm ²]	[kN]	[N/mm ²]
BK4	Wand	100	101	1803	2,273	7854,0	323,9	41,2
BK5c	Wand	99	100,2	1754	2,274	7697,7	246,5	32,0
BK7	Wand	100	102	1823	2,276	7854,0	284,6	36,2
BK9	Wand	99	100,3	1772	2,295	7697,7	299,0	38,8
BK10*	Wand	100	101,3	1736	2,182	7854,0	129,3	16,5
BK11	Wand	99	100,8	1745	2,249	7697,7	339,1	44,0
Mittelwert:								34,8
Max-Wert:								44,0
Min-Wert:								16,5

* Die Druckfestigkeit des Bohrkerns wurde in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt, da die Abweichung zu groß ist und der Bohrkern auch bei der Rohdichte auffällig ist.

Tabelle 7: Ergebnisse der Betondruckfestigkeitsprüfung an den Decken

Probe Nr.	Bauteil	Abmessungen		Masse	Rohdichte	Prüffläche	Höchstkraft	Druckfestigkeit
		Durchmesser	Höhe					
		[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[mm ²]	[kN]	[N/mm ²]
BK2	Decke	100	101,4	1874,0	2,353	7854,0	364,2	46,4
BK6	Decke	99	100	1858	2,414	7697,7	316,9	41,2
BK8	Decke	100	98,8	1662	2,142	7854,0	203,1	25,9
Mittelwert:								37,8
Max-Wert:								46,4
Min-Wert:								25,9

⁴ DIN EN 12390, Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern

Tabelle 8: Ergebnisse der Betondruckfestigkeitsprüfung an Stütze, Riegel und Unterzug

Probe Nr.	Bauteil	Abmessungen		Masse	Rohdichte	Prüffläche	Höchstkraft	Druckfestigkeit
		Durchmesser	Höhe					
		[mm]	[mm]	[g]	[g/cm ³]	[mm ²]	[kN]	[N/mm ²]
BK1	Stütze	100	100,3	1738	2,206	7854,0	175,1	22,3
BK3	Unterzug	100	100,7	1748,0	2,210	7854,0	300,4	38,3
BK12.2	Riegel	63	64,2	450	2,249	3117,2	66,5	21,3
Mittelwert:								27,3
Max-Wert:								38,3
Min-Wert:								21,3

6.2 Chloridgehalt

Der Chloridgehalt wurde gemäß DAfStb Heft 401 „Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton“ an den entnommenen Bohrmehlproben potentiometrisch mit einer ionenselektiven Elektrode bestimmt. Dabei wurden die Proben analysefein aufbereitet (Korngröße <0,063 mm). Zur Betonzusammensetzung liegen keine Angaben vor. Bei einer üblichen Betonzusammensetzung von ca. 300 kg/m³ Zement und 1800 kg/m³ Gesteinskörnung kann der Faktor von 7,0 zur Umrechnung des Chloridgehaltes von „M.-% bezogen auf die Einwaage“ auf „M.-% bezogen auf den Bindemittelgehalt“ verwendet werden. Die Ergebnisse der Chloridgehalte sind in der Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Ergebnisse der Chloridanalyse

Probenbezeichnung	Bauteil	Tiefe in mm	Chlorid bez. auf Einwaage [M.-%]	Chlorid bez. auf Zement [M.-%]
1.1	Stütze	0-20	0,115	0,81
1.2	Stütze	20-40	0,071	0,50
2.1	Stütze	0-20	0,062	0,43
2.2	Stütze	20-40	0,028	0,20
3.1	Stütze	0-20	0,063	0,44
3.2	Stütze	20-40	0,035	0,25
4.1	Stütze	0-20	0,129	0,90
4.2	Stütze	20-40	0,109	0,76
5.1	Stütze	0-20	0,036	0,25
5.2	Stütze	20-40	0,067	0,47

6.3 Sulfatgehalt

Der Sulfatgehalt wurde an den o.g. analysenfein aufbereiteten Proben photometrisch bestimmt und bezogen auf die Einwaage bzw. auf den Zementgehalt angegeben. Die Ergebnisse der Sulfatgehalte sind in der Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10: Ergebnisse der Sulfatanalyse

Probenbezeichnung	Bauteil	Tiefe in mm	Sulfat bez. auf Einwaage [M.-%]	Sulfat bez. auf Zement [M.-%]
1.1	Stütze	0-20	0,251	1,76
1.2	Stütze	20-40	0,301	2,11
2.1	Stütze	0-20	0,315	2,21
2.2	Stütze	20-40	0,318	2,23
3.1	Stütze	0-20	0,269	1,88
3.2	Stütze	20-40	0,254	1,78
4.1	Stütze	0-20	0,372	2,60
4.2	Stütze	20-40	0,314	2,20
5.1	Stütze	0-20	0,302	2,11
5.2	Stütze	20-40	0,355	2,49

6.4 Schadstoffe

An auffälligen Bauteilen wurden neun exemplarische Proben entnommen und zur Analyse in ein Labor gegeben. Die Lage der Entnahmepunkte ist im Anhang gekennzeichnet.

6.4.1 Schwermetalle

Die exemplarischen Proben wurden gemäß DIN EN 13657 mit Königswasser aufgeschlossen und gemäß DIN EN 11885 und DIN EN 12846 analysiert.

6.4.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Die exemplarischen Proben des Anstriches und der Fuge wurden gemäß ISO/DIN 10382 mittels gaschromatographischem Verfahren auf den Gehalt der sechs Leitkongenere hin untersucht.

6.4.3 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Es wurden 2 Feststoffprobe der bituminösen Dachabdichtung exemplarisch beprobt und nasschemisch nach DIN ISO 13877 labortechnisch auf PAK-haltige Bestandteile hin untersucht.

7 Bewertung der Ergebnisse

7.1 Sichtprüfung

Die sichtbaren Fassadenußenseiten aus Stahlbeton weisen häufig Betonschäden auf. An den Stützen und Riegeln der Außenfassade sind korrosionsbedingte Betonabplatzungen mit freiliegender Bewehrung vorhanden. Vor allem die mittleren Stützen an der Ostseite haben großflächige Betonabplatzungen mit freiliegender und korrodierter Bewehrung. An allen vier Seiten der Außenfassade gibt es teilweise reprofilierte Stellen, an denen sich Risse gebildet haben. Die reprofilierten Stellen sind nicht alle fachgerecht ausgeführt worden.

An der Laufplattenunterseite der Galerie befinden sich freiliegende Bewehrungseisen mit Minderbetondeckung.

Auf der Laufplattenoberseite der Galerie sind Risse im Estrich vorhanden. An den Außenbauteilen sind gerichtet laufende Risse, mit Rissbreiten von 0,2 mm bis 0,8 mm.

Die Beschichtung der Stahlbetonoberflächen an der Außenfassade ist bis auf o.g. Auffälligkeiten intakt.

An den Innenbauteilen liegen wenige Betonschäden vor. Die Beschichtung der Innenbauteile ist an exponierten Bauteilflächen geschädigt. Im Treppenhaus des Förderturms sind ebenfalls Betonabplatzungen mit freiliegender Bewehrung vorhanden. Des Weiteren gibt es auch freiliegende Bewehrung wegen Minderbetondeckung. Im Kranschacht zwischen Bühne 6 und 7 gibt es durchtrennte Bewehrungseisen und eine Querschnittsreduzierung des Betons.

Fazit: Es sind Maßnahmen zur Betoninstandsetzung und Schutzmaßnahmen erforderlich.

7.2 Betondeckung und Karbonatisierungstiefe

Nach DIN EN 1992-1-1⁵ beträgt die heutige Anforderung an die Mindestbetondeckung für Außenbauteile mit direkter Beregnung gemäß der

⁵ DIN EN 1992-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Juni 2012

Expositionsklasse XC4 $c_{\min} = 25 \text{ mm}$ und für Innenbauteile gemäß der Expositionsklasse XC3 $c_{\min} = 20 \text{ mm}$.

Bei den gemessenen Außenbauteilen unterschreiten ca. 65% der Werte den Schwellwert von 25 mm. Bei den Innenbauteilen wird der Schwellwert von 20 mm zu ca. 58 % unterschritten. Der Wert für die statische Verbundwirkung von 10 mm ist bei den gemessenen Innen- und Außenbauteilen weitestgehend eingehalten. Die maximale Karbonatisierungstiefe liegt bei ca. 20 mm, so dass die Bewehrung im karbonatisierten Beton liegt. Eine eindeutige Zuordnung der stark schwankenden Karbonatisierungstiefen ist nicht möglich. Es sind Maßnahmen zum Korrosionsschutz erforderlich.

Fazit: Bei einer maximalen Karbonatisierungstiefe von 20 mm und den gemessenen Betondeckungen ist davon auszugehen, dass teilflächig kein alkalischer Schutz der Bewehrung in Teilbereichen vorliegt. Bei einer mittleren Karbonatisierungstiefe von ca. 8 mm kann jedoch von einem großflächigen alkalischen Schutz ausgegangen werden.

7.3 Oberflächenzugfestigkeit

Eine Überprüfung der Haftzugfestigkeit an vorbehandelten Betonoberflächen zeigte in allen geprüften Bereichen eine ausreichende Festigkeit. Der kleinste Wert betrug $1,68 \text{ N/mm}^2$. Im Mittel wurde eine Festigkeit von mindestens $2,82 \text{ N/mm}^2$ ermittelt. Die Richtwerte der Instandsetzungsrichtlinie mit $1,0 \text{ N/mm}^2$ als Minimum und $1,5 \text{ N/mm}^2$ als Mittelwert für übliche Betonersatzsysteme und Oberflächenschutzsysteme werden sicher eingehalten.

7.4 Betongüte

Grundlage zur Bewertung der Druckfestigkeit von Beton aus Bauwerken ist die DIN EN 13791⁶. Sie berücksichtigt das Verhältnis der Druckfestigkeit von Bauwerksbeton zur charakteristischen Druckfestigkeit von genormten Probekörpern. In der Tabelle 11 sind die charakteristischen Mindestdruckfestigkeiten von Bauwerksbeton in Bezug auf die Festigkeitsklasse nach EN 206-1 auszugsweise

⁶ DIN EN 13791, Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen

dargestellt.

Tabelle 11: Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Bauwerksbeton für die Druckfestigkeitsklasse nach EN 206-1

Druckfestigkeitsklasse	Verhältnis der Druckfestigkeit zur charakt. Druckfestigkeit von genormten Probekörpern	$f_{ck, is, Zylinder}$	$f_{ck, is, Würfel}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51
C55/67	0,85	47	57

Die Bewertung der Betondruckfestigkeit kann gemäß DIN EN 13791 nach zwei unterschiedlichen Ansätzen durchgeführt werden. Für die untersuchten Betonproben ergibt sich die charakteristische Druckfestigkeit nach Ansatz B, wie folgt:

- Wand:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 38,5 - 5 = 33,5 \text{ N/mm}^2$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 = 32,0 + 4 = 36,0 \text{ N/mm}^2$$

Fazit: Der niedrigere der beiden Werte $f_{ck, is} = 33,5 \text{ N/mm}^2$ ist maßgeblich. Dies ist charakteristisch für einen Beton mit einer Druckfestigkeitsklasse C30/37.

- Boden:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 37,8 - 5 = 32,8 \text{ N/mm}^2$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 = 25,9 + 4 = 29,9 \text{ N/mm}^2$$

Fazit: Der niedrigere der beiden Werte $f_{ck, is} = 29,9 \text{ N/mm}^2$ ist maßgeblich. Dies ist charakteristisch für einen Beton mit einer Druckfestigkeitsklasse C25/30.

- Stütze/Riegel/Unterzug:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 27,3 - 5 = 22,3 \text{ N/mm}^2$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4 = 21,3 + 4 = 25,3 \text{ N/mm}^2$$

Fazit: Der niedrigere der beiden Werte $f_{ck, is} = 22,3 \text{ N/mm}^2$ ist maßgeblich. Dies ist charakteristisch für einen Beton mit einer Druckfestigkeitsklasse C20/25.

7.5 Chloridgehalt

Der Richtwert für Stahlbetonbauteil nach DIN EN 206 von 0,40 M.-% bzw. 0,50 M.-% nach RILI SIB 2001 bezieht sich jeweils auf den Bindemittelgehalt des Betons. Der Bindemittelgehalt wurde für die Umrechnung in üblicher Höhe angenommen.

Bei den untersuchten Proben liegen die Chloridgehalte mit maximalen Werten von 0,9 M.-% deutlich oberhalb der zulässigen Richtwerte von 0,40 M.-% bzw. 0,50 M.-%.

Fazit: Aufgrund der Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass korrosionsrelevante Chloridbelastung an den untersuchten Bauteilflächen vorliegen. Es sind Maßnahmen zum Korrosionsschutz erforderlich.

7.6 Sulfatgehalt

Die Richtwerte für CEM I – Betone liegen nach DIN EN 197-1 (Tabelle 3) bei 3,5 M.-% und für CEM III-Betone bei 4,0 M.-%. Bei der Analyse des Sulfatgehaltes im Beton wurde in den untersuchten Bereichen ein Sulfatgehalt bezogen auf den Bindemittelgehalt von 1,76 bis 2,60 M.-% festgestellt.

Fazit: An den bauteilbezogenen Prüfstellen liegen keine erhöhten Werte vor.

7.7 Schadstoffe

7.7.1 Schwermetalle

Bei den auf Schwermetall geprüften Proben MP10 und MP 11 liegen keine erhöhten Werte vor.

7.7.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Bei den auf PAK geprüften Proben MP4, MP5 und MP8 liegen keine erhöhten Werte

vor.

7.7.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

PCB ist die Bezeichnung für eine Stoffgruppe aus hunderten Kongeneren. Allgemein gelten PCB als nachweislich krebserzeugende, fruchtschädigende und fortpflanzungsgefährdende Stoffe.

In der Probe MP6 wurde ein sehr **erhöhter** PCB Wert von **2100 mg/kg** (nach DIN) nachgewiesen. Bei Arbeiten an diesen Bauteilen muss die GefStoffV, TRGS 524, DGVU 101-004 und DGVU 213-045 beachtet werden.

Die Proben MP2, MP3, MP7 und MP9 weisen keine erhöhten Werte auf.

<i>PCB nach DIN</i>		
PCB 28	mg/kg	<1,0
PCB 52	mg/kg	13
PCB 101	mg/kg	140
PCB 138	mg/kg	780
PCB 153	mg/kg	590
PCB 180	mg/kg	530
Summe PCB n. DIN	mg/kg	2100
Summe PCB n. AllÖIV	mg/kg	10000

Abbildung 50: Teilausschnitt der Analyseergebnisse der MP6

8 Stellungnahme

Die ermittelte Betongüte ist üblich für dieses Bauwerk und ausreichend. Es sind jedoch Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich, da Betonschäden vorhanden sind. Da teilflächige Minderbetondeckungen vorherrschen, ist eine Betondeckungserhöhung erforderlich. Teil- und großflächig sind Schutzmaßnahmen zum Korrosionsschutz erforderlich. Die vermörtelte Klinkerfassade hat ausreichende Rückverankerungen aus Schwarzstahl und diese sind in einem guten Zustand. Die Blechfassade vor der Klinkerfassade ist durch eine Stahltragkonstruktion stabil und in einem guten Zustand.

9 Unterschrift

Der Auftrag wurde nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch durchgeführt.

WISSBAU®
Beratende Ingenieurgesellschaft mbH

Essen, den 13.06.2017



Prof. Dr.-Ing. Rainer Auberg
Beratender Ingenieur
der Ingenieurkammer BAU NW
Staatlich anerkannter Sachverständiger
S-WS gemäß LBO NW
Betoningenieur VDB
RAL-Mitglied der GUEP Gütegemeinschaft Planung
der Instandhaltung von Stahlbeton e.V.

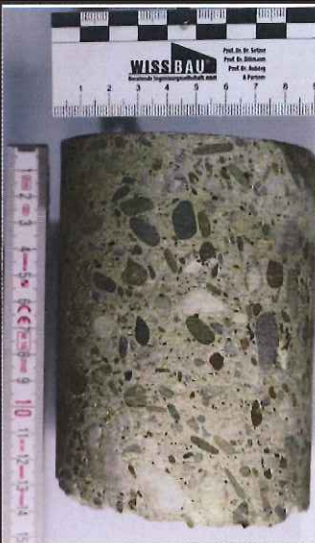


Berna Terzioglu, B.Sc.
Projektingenieurin

10 Anhang

10.1 Bohrkernbeschreibung

Bohrkern 1- Stütze				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	135		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	135		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 6 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	25		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen				



Bohrkern 2- Boden				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	110		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	raue Betonoberfläche		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	110		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 3 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	17		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		8	8	
	Betondeckung [mm]	58	66	
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	gut		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
Risse	Rissverlauf	-		
		Länge Riss [mm]	-	
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		hoher Anteil plattiger Zuschläge		




Bohrkern 3- Unterzug				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	110		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	raue Betonoberfläche mit heller Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	110		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 4 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	22		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		hoher Anteil plattiger Zuschläge		



Bohrkern 4- Wand				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	115		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit grauer Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	115		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	wenige bis 3 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	13		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen				

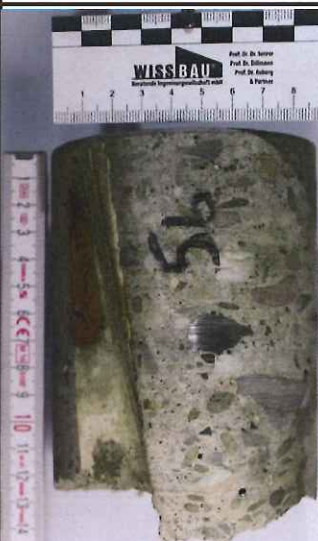
Bohrrichtung ↓



Bohrkern 5a- Wand				Bohrrichtung ↓
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	85		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit grau-grüner Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	85		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 3 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	16		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		12		
	Betondeckung [mm]	66		
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	gut		
	Stahlkorrosion	keine		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen				

Bohrkern 5b- Wand				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	120		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit grau-grüner Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	120		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 4 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	22		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		12		
	Betondeckung [mm]	61		
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	gut		
	Stahlkorrosion	keine		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		senkrecht verlaufender Abdruck eines Holzes in der Mantelfläche		

Bohrrichtung ↓



Bohrkern 5c- Wand				
	Durchmesser [mm]	99		
	mittlere Höhe [mm]	160		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	160		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 3 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	13		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		12		
	Betondeckung [mm]	65		
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	gut		
	Stahlkorrosion	keine		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Bewehrungsstab endet im Bohrkern		



Bohrkern 6- Boden				Bohrrichtung ↓
	Durchmesser [mm]	99		
	mittlere Höhe [mm]	215		
Anzahl der Schichten		3		
Stirnseiten	oben	gratte Estirchobefläche mit angebohrter Ringnut 75 mm		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Estrich		
	Schichtdicke [mm]	23		
Schicht 2	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	56		
Schicht 3	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	135		
Beton Schicht 3				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungs-poren	einige bis 2 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	23		
	Entmischung	keine		
	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		8	8	8
	Betondeckung bez. auf Schicht 3 [mm]	51	81	74
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	gut		
	Stahlkorrosion	keine		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
Risse	Stahlkorrosion	-		
	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
Nummer des Fotos				
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Ebene Abtrennung zwischen Schicht 2 und 3.		

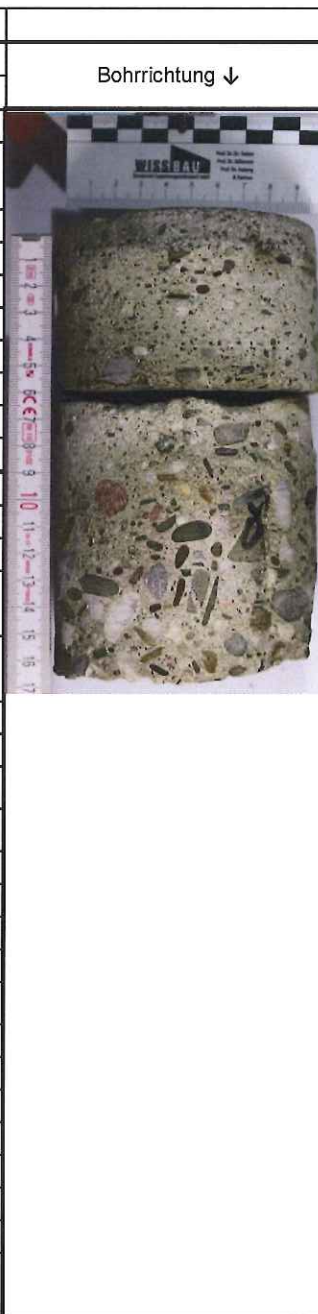


Bohrkern 7-Wand				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	105		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit grau-grüner Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	105		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 4 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	17		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen				

Bohrrichtung ↓



Bohrkern 8- Boden				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	155		
Anzahl der Schichten		3		
Stirnseiten	oben	dunkle Oberfläche		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Estrich		
	Schichtdicke [mm]	14		
Schicht 2	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	46		
Schicht 3	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	95		
Beton Schicht 3				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 5 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	23		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
		6		
	Betondeckung bez. auf Schicht 3 [mm]	86		
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Ebene Abtrennung zwischen Schicht 2 und 3.		



Bohrkern 9 -Wand				Bohrrichtung ↓
	Durchmesser [mm]	99		
	mittlere Höhe [mm]	150		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	150		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 2 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	20		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Auffälliger hoher Anteil an plattiger Körnung		



Bohrkern 10- Wand				
	Durchmesser [mm]	100		
	mittlere Höhe [mm]	138		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit heller Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	138		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 5 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	24		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		hoher Anteil plattiger Zuschläge		

Bohrrichtung ↓



Bohrkern 11- Wand				Bohrrichtung ↓
	Durchmesser [mm]	99		
	mittlere Höhe [mm]	180		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	180		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	wenige bis 3 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	25		
	Entmischung	auffälliger hoher Anteil an Körnung bis ca 10 mm, zum Teil plattig.		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen				



Bohrkern 12.1-Stütze				
	Durchmesser [mm]	63		
	mittlere Höhe [mm]	145		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	145		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 4 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	12		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Bohrkern liegt in 3 Teilstücken vor. Im mittleren Bereich liegt ein halbrunder Anschnitt vor D min 28 mm		

Bohrrichtung ↓



Bohrkern 12.2- Stütze				Bohrrichtung ↓
	Durchmesser [mm]	63		
	mittlere Höhe [mm]	165		
Anzahl der Schichten		1		
Stirnseiten	oben	Betonoberfläche mit Beschichtung		
	unten	Beton - Buchfläche		
Schicht 1	Baustoff	Beton		
	Schichtdicke [mm]	165		
Schicht 2	Baustoff			
	Schichtdicke [mm]			
Beton				
Gefügebeurteilung	Gefüge	homogenes Gefüge		
	Verdichtungsstellen	einige bis 5 mm		
Gesteinskörnung	Art der Gesteinskörnung	Sand - Kies - Gemisch		
	gemessenes Größtkorn der Gesteinskörnung [mm]	24		
	Entmischung	keine		
obere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
untere Bewehrungslage	Bewehrungsdurchmesser [mm]	a	b	c
	Betondeckung [mm]			
	Einbindung des Stahls in die Zementmatrix	-		
	Stahlkorrosion	-		
Risse	Rissverlauf	-		
	Länge Riss [mm]	-		
	Rissbreite (Bewehrungslage)	a	b	c
	Nummer des Fotos			
zusätzliche Fotos				
Bemerkungen		Bohrkern liegt in 2 Teilstücken vor.		



10.2 Entnahmestellen

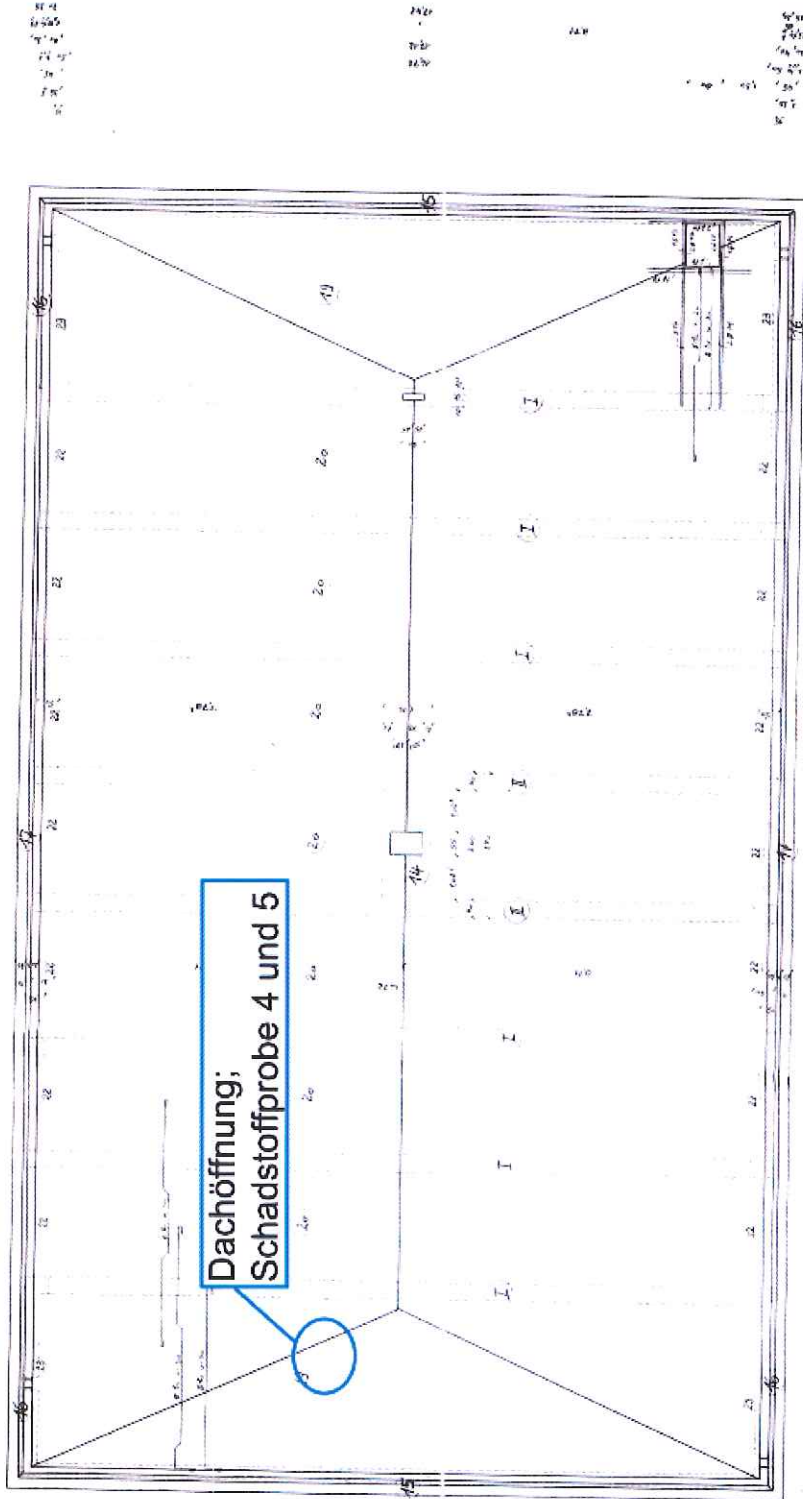


Abbildung 51: Grundriss Dach mit Entnahmestellen

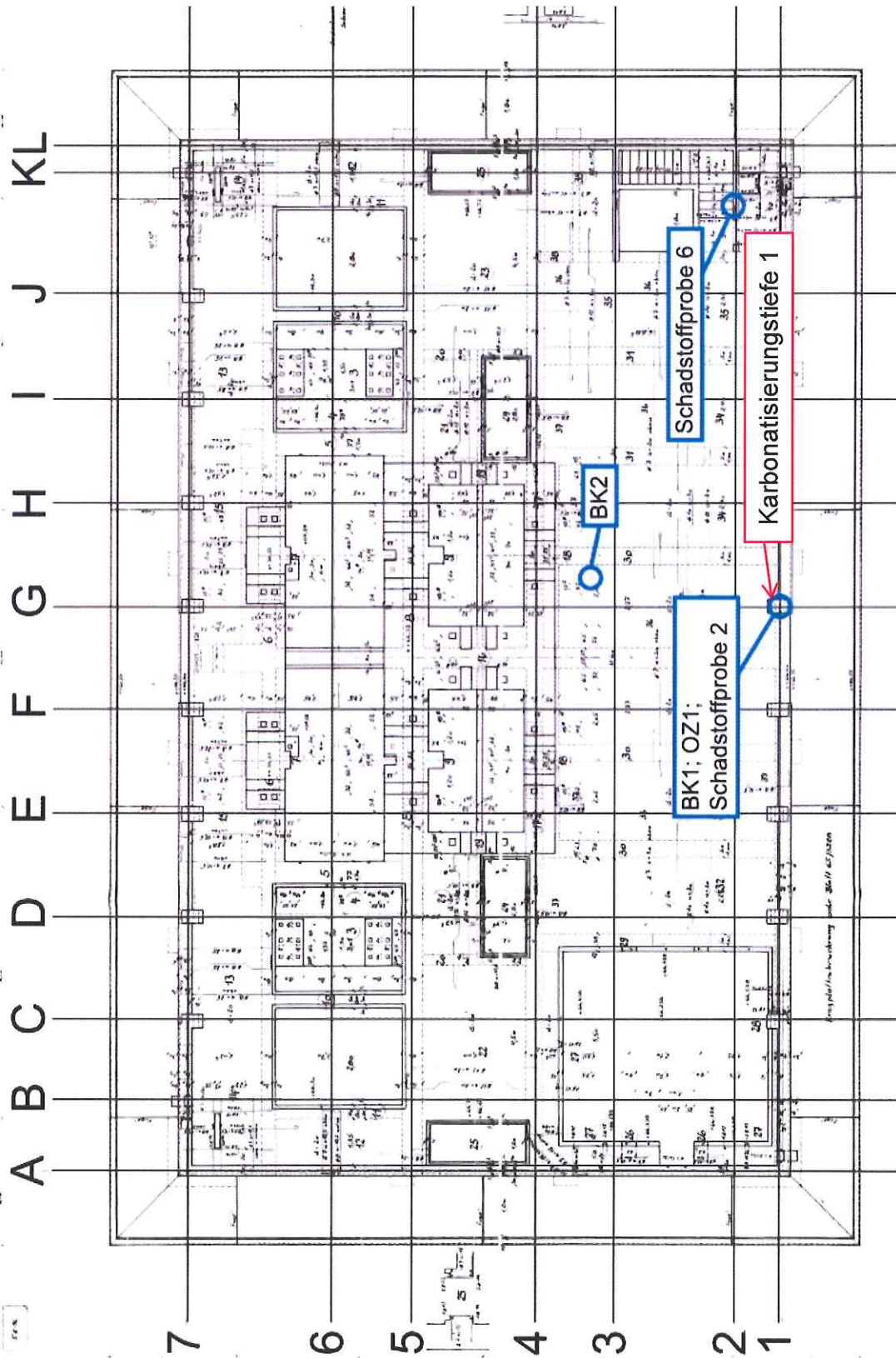


Abbildung 52: Grundriss Bühne 13 mit Entnahmestellen

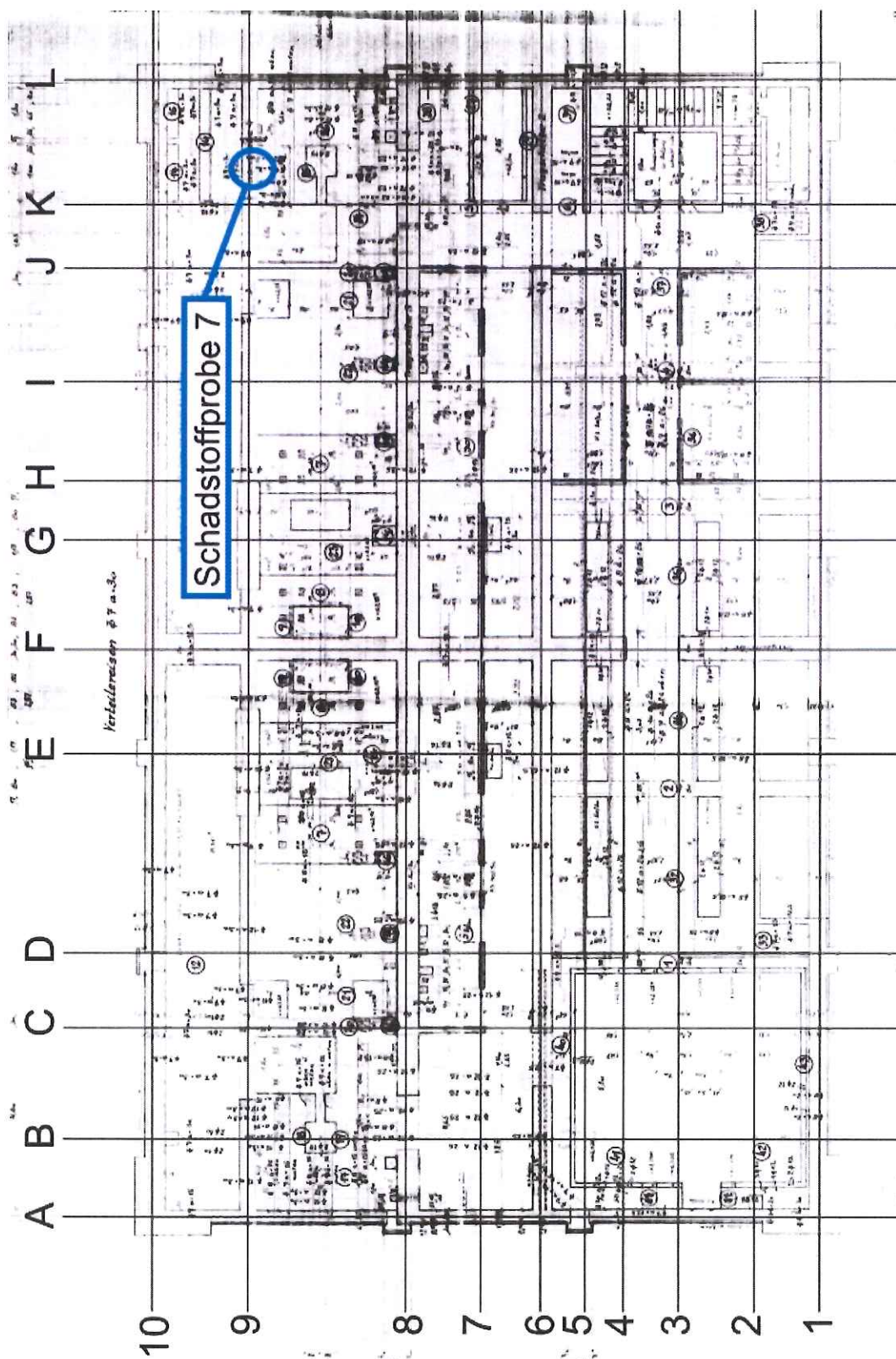


Abbildung 53: Grundriss Bühne 12 mit Entnahmestellen

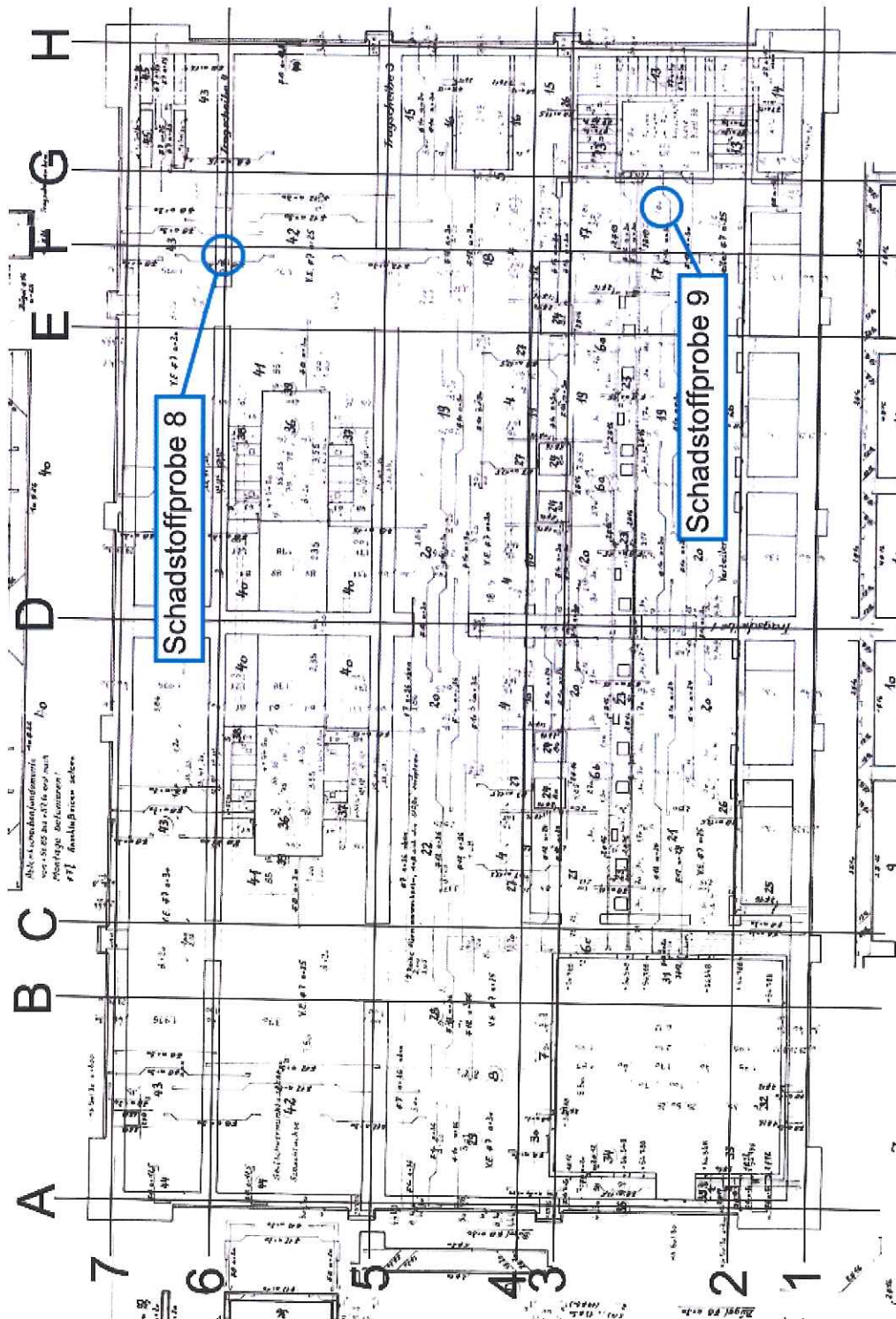


Abbildung 54: Grundriss Bühne 11 mit Entnahmestellen

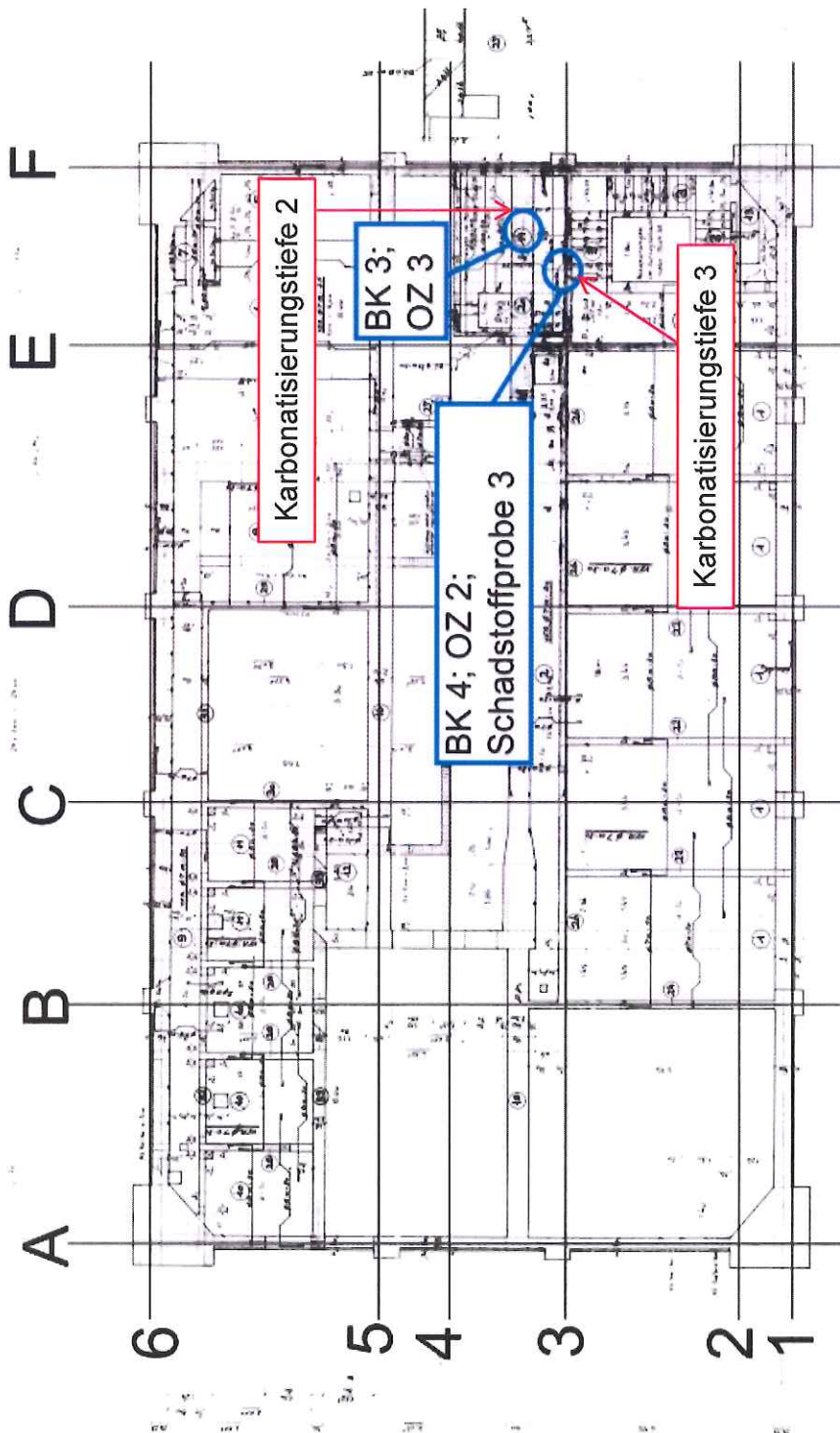


Abbildung 56: Grundriss Bühne 8 mit Entnahmestellen

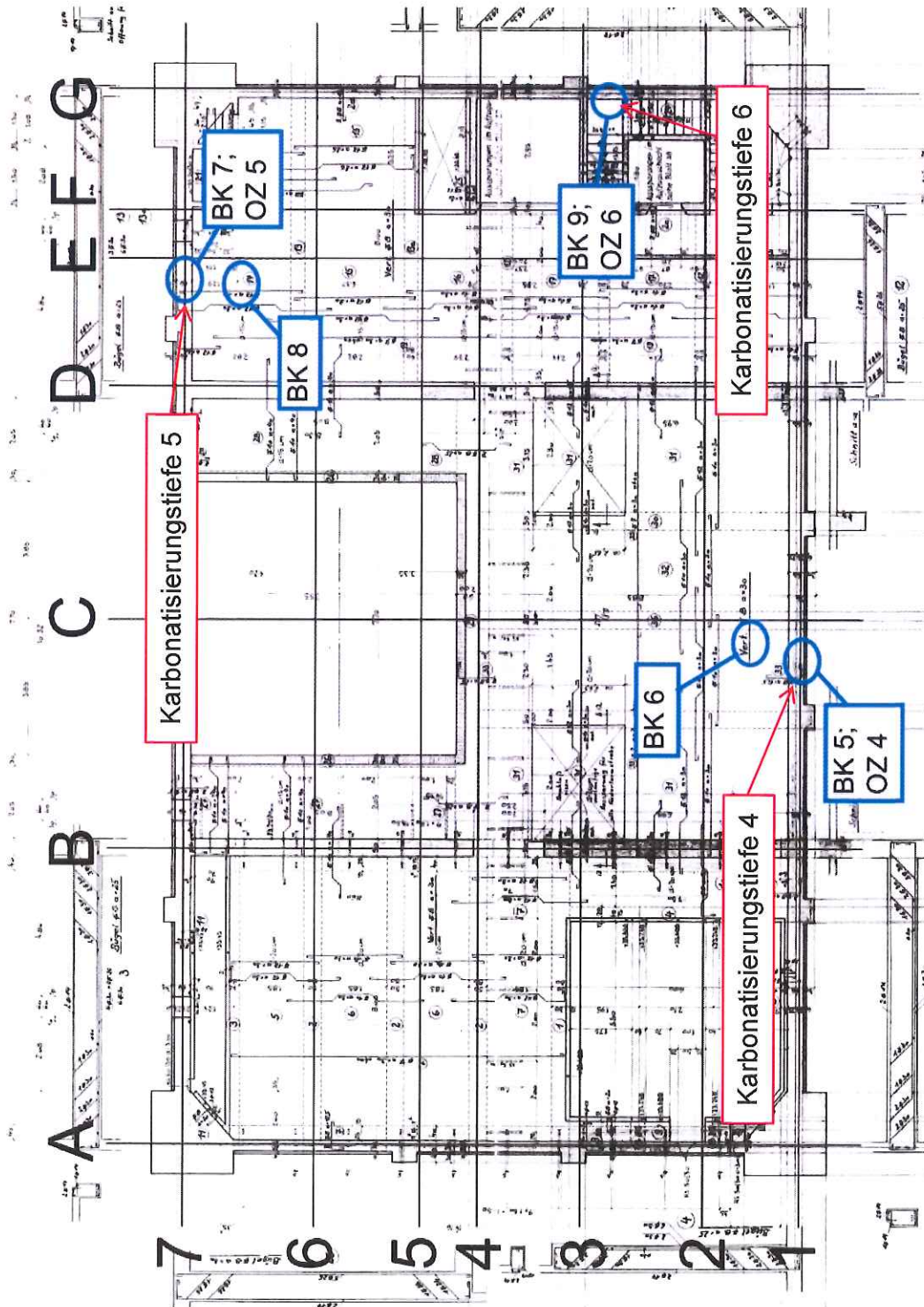


Abbildung 57: Grundriss Bühne 6 mit Entnahmestellen

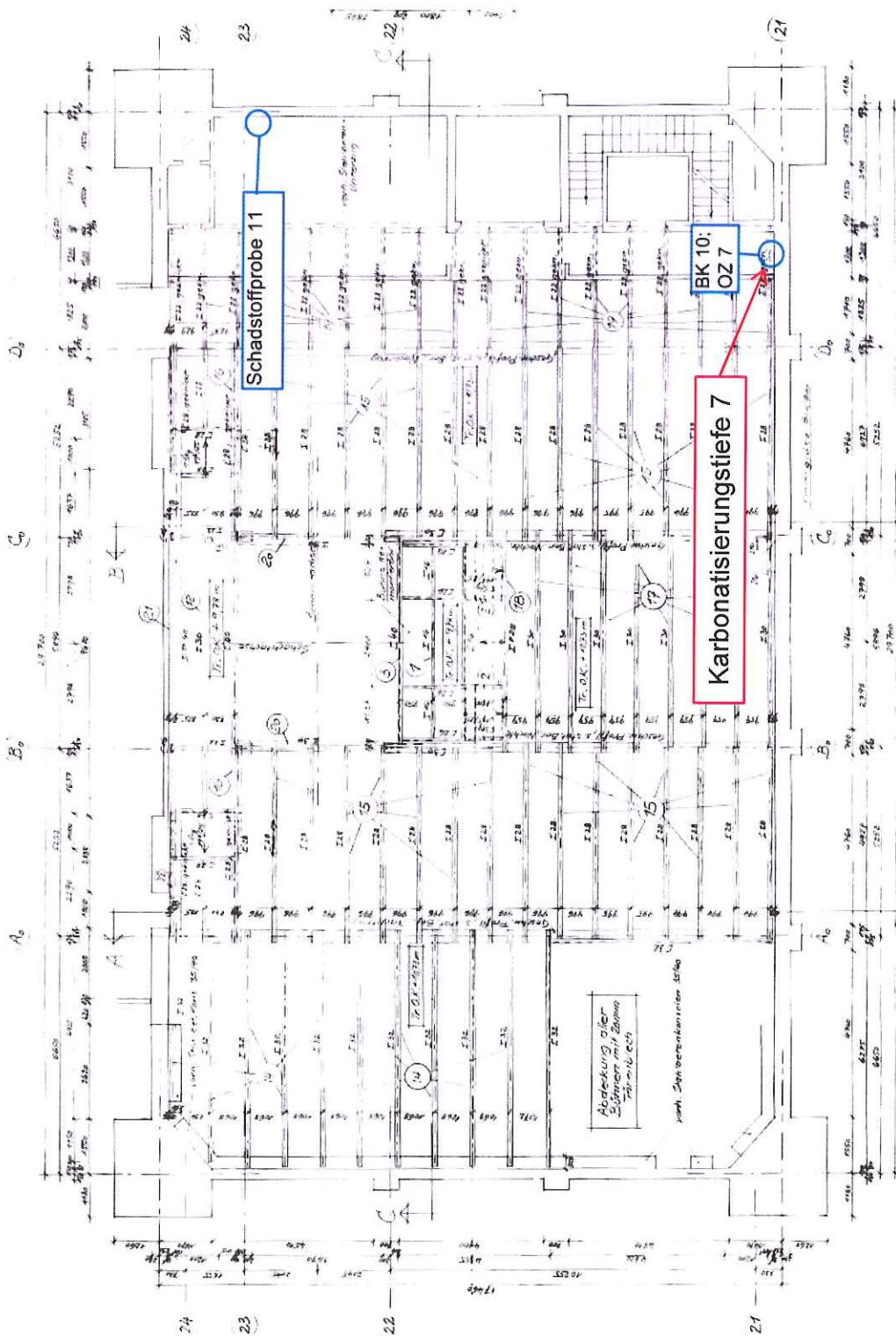


Abbildung 58: Grundriss Bühne 2 mit Entnahmestellen

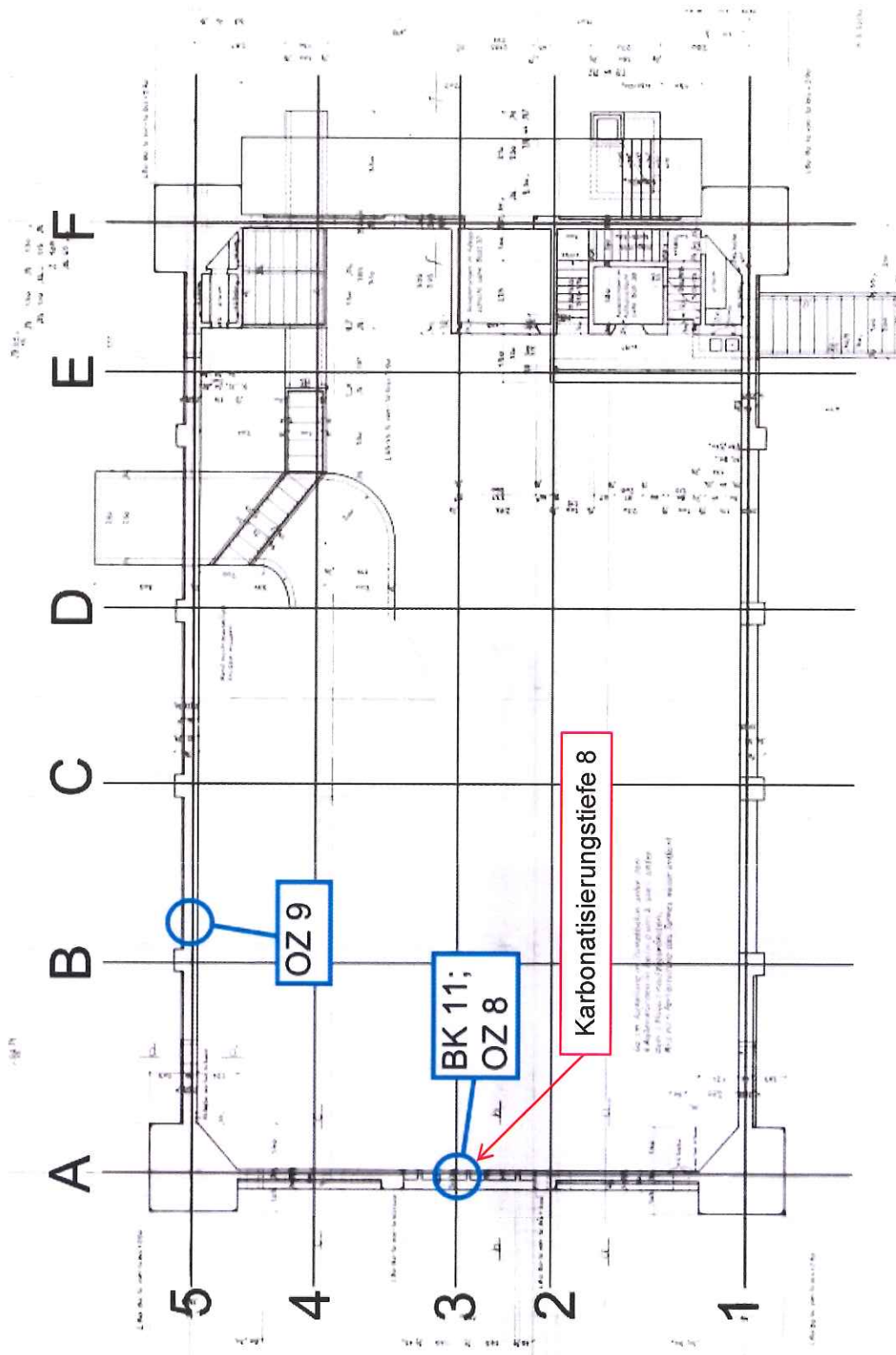


Abbildung 59: Grundriss Bühne 1 mit Entnahmestellen

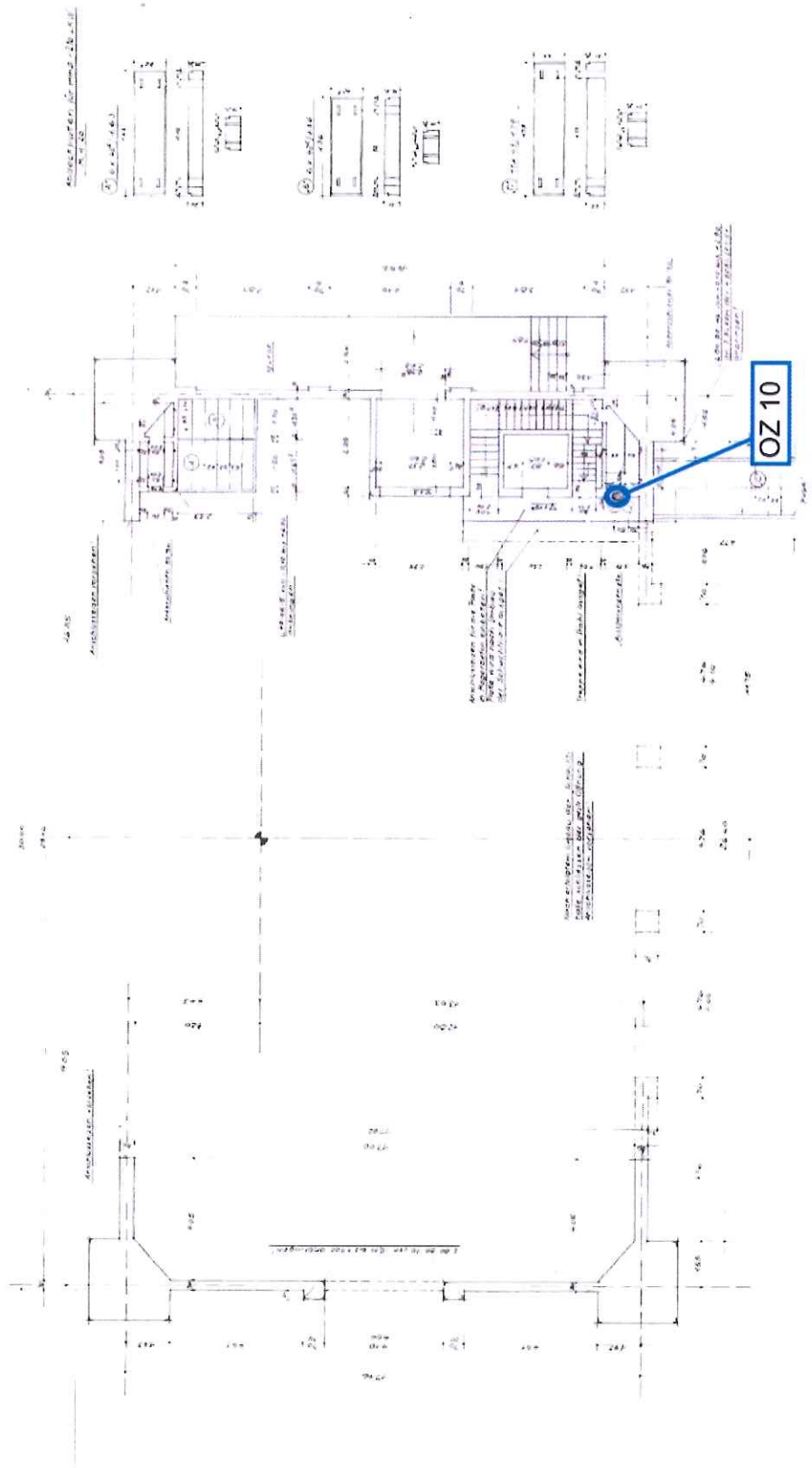


Abbildung 60: Grundriss EG mit Entnahmestellen

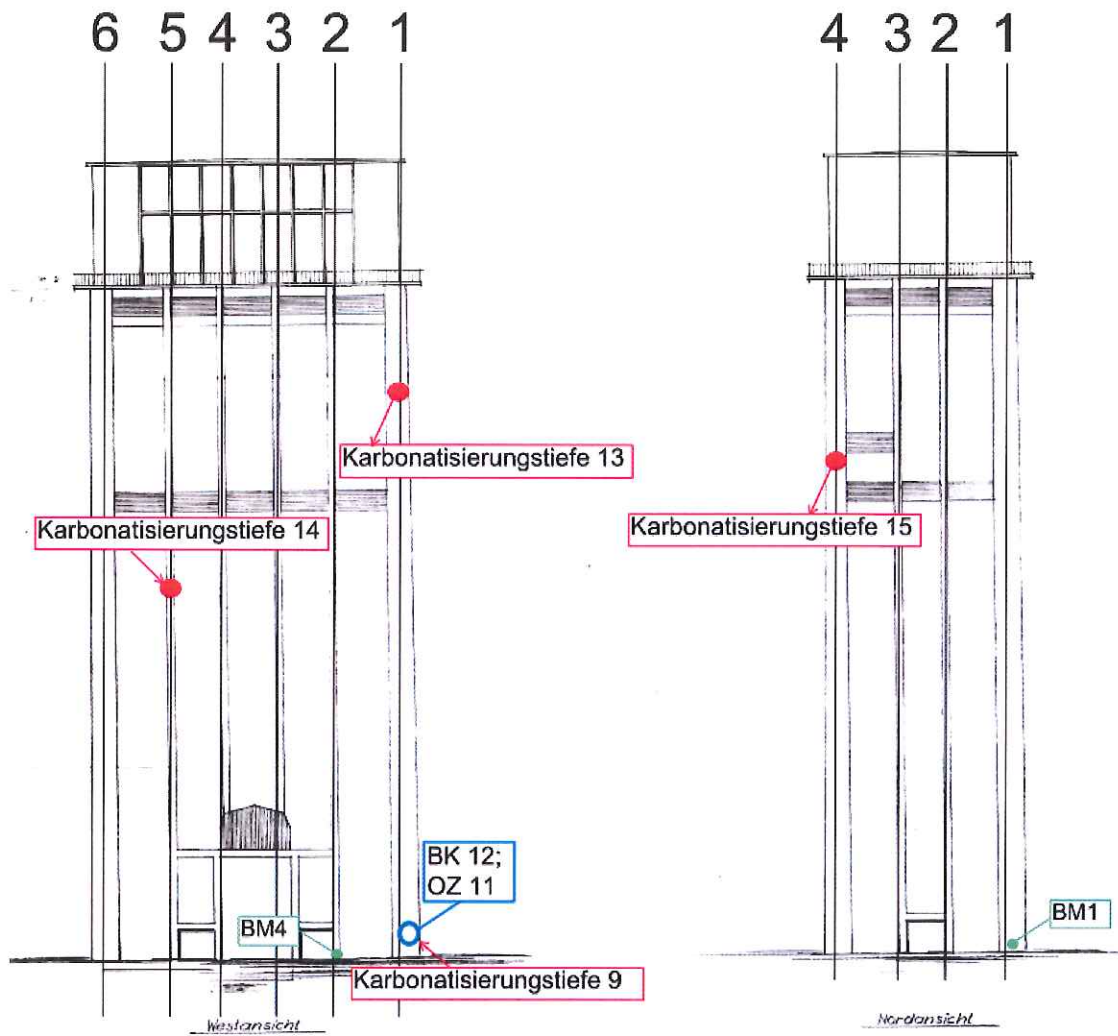


Abbildung 61: Ansicht Nord- und Westseite der Außenfassade mit Entnahmestellen

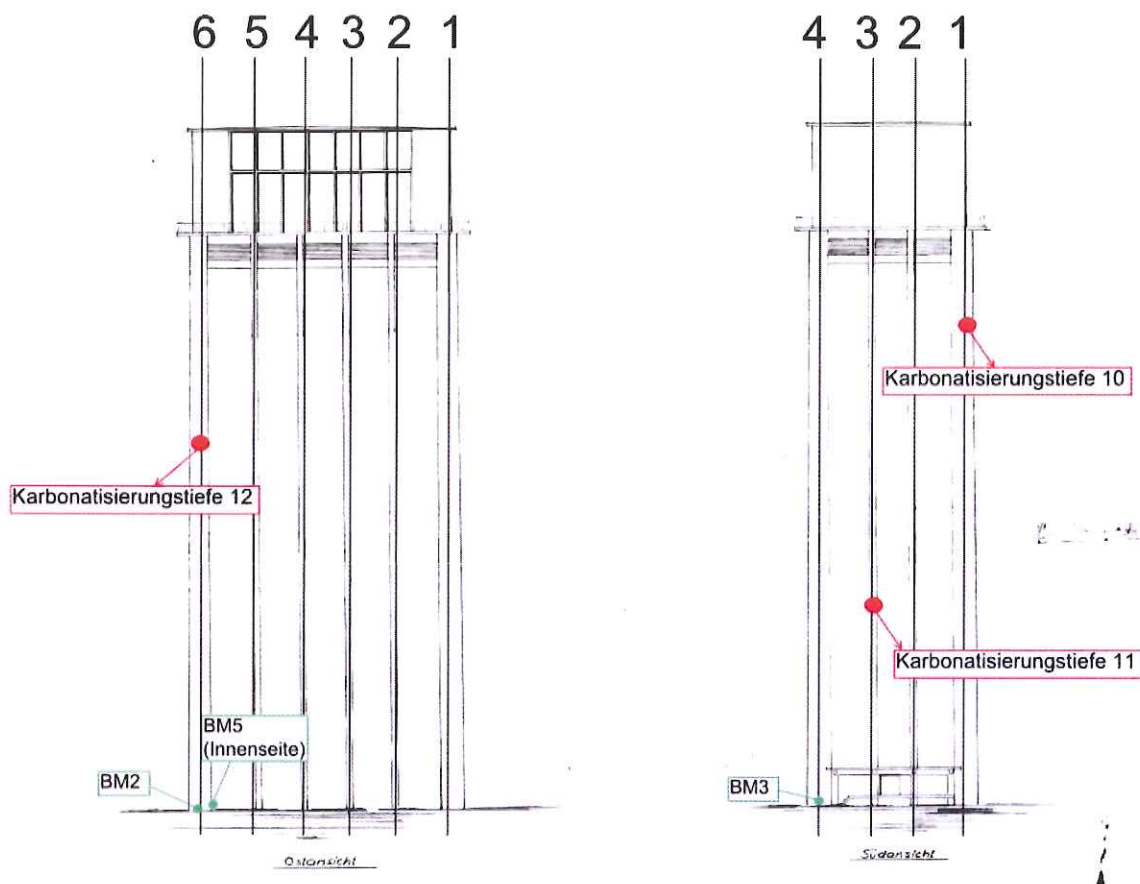


Abbildung 62: Ansicht Ost- und Südseite der Außenfassade mit Entnahmestellen