

**Materialuntersuchungen und Sanierungskonzept vom Objekt:
Gebäude 113 (Treppenanlage) vom Tempelhofer Feld, Berlin- Tempelhof**

Auftraggeber:
Grün Berlin Stiftung
Ullsteinhaus
Mariendorfer Damm 1
12099 Berlin

Der Bericht enthält 32 Seiten.

Untersuchung vor Ort: 24.09. und 03.12.2020
Bericht vom: 23.12.2020



Inhalt

1. Aufgabenstellung.....	2
2. Ergebnisse der Materialuntersuchungen.....	3
2.1. Lage der Bewehrung, Überdeckung, Karbonatisierungstiefe.....	3
2.2. Bestimmung der Druckfestigkeit (DIN 12504-1) und Rohdichte (DIN EN 12390-7) von Betonbohrkernen	4
2.3. Maximale Wasseraufnahme vom Beton.....	4
3. Ergebnisse der Bauteiluntersuchungen	5
3.1. Konstruktion der Treppenanlage.....	5
3.2. Aufbau der Pylone.....	8
4. Schadensbilder und Kartierung.....	10
5. Zusammenfassung der Sanierungsempfehlungen	12
6. Anhang.....	14
6.1. Lage der Messpunkte und Kernbohrungen	14
6.2. Abbildungen.....	15
6.2.1. Bohrkerne und Öffnungen.....	15
6.2.2. Betonuntersuchung/Risse.....	21
6.2.3. Nördliche und südliche Podeste.....	26
6.2.4. Schadensbilder der Räume unter der Treppenanlage.....	28

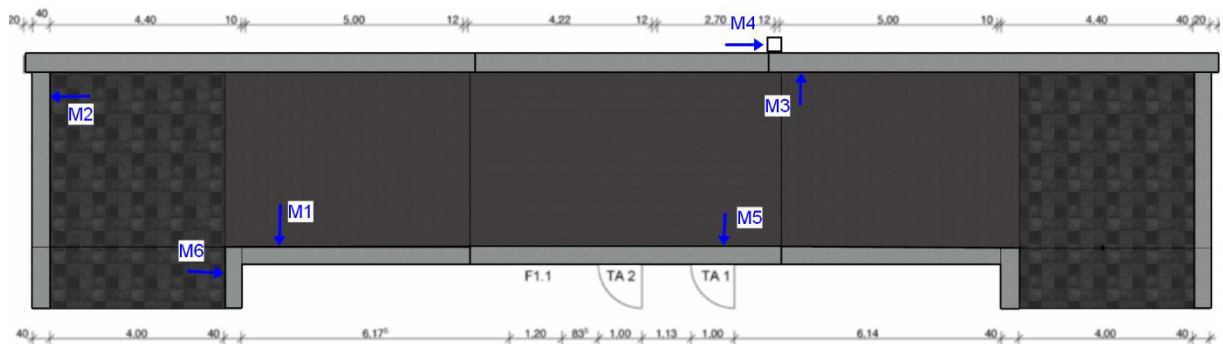
1. Aufgabenstellung

Untersuchungsmethoden

- Bestimmung der Karbonatisierungstiefe von Beton mittels Indikatorstest inkl. Freilegung vom Betonstahl, Korrosionszustand der Bewehrung
- Bewehrungssuche mit dem Profometer
- Untersuchung der Bauteilkonstruktion durch Öffnungen der Bitumenabdeckung (Aufbau der Schrägen und vom Podest)
- max. Wasseraufnahme, Rohdichte und Druckfestigkeit von Beton
- Kartierung der sichtbaren Schäden der Treppenanlage (Aufmaß und Kartierung)
- Standsicherheitsnachweis durch H. Rutkowsky, P&P, Bau- Statik-Planung GmbH inkl. Baukostenschätzung

2. Ergebnisse der Materialuntersuchungen

2.1. Lage der Bewehrung, Überdeckung, Karbonisierungstiefe



Messpunkte

Mittels Profometer wurde die gesamte Treppenanlage auf Bewehrung untersucht (Nachweistiefe ca. 15 cm). Das seitliche Mauerwerk ist unbewehrter Stampfbeton. Bewehrung findet sich lediglich in den Platten der Treppenläufe, der Betondecke (oberes Podest) und der Stützen und Unterzügen in den Räumen 1 und 4.

Eine wichtige Eigenschaft für die Beständigkeit der Bewehrung gegen Korrosion ist die Karbonisierungstiefe. Mittels Phenolphthalein kann ein pH-Wert > 11 durch eine violette Verfärbung gut optisch sichtbar gemacht werden. Im ersten Schritt wurde die Lage und Überdeckung der Bewehrung ermittelt und nachfolgend an ausgewählten Stellen Öffnungen bis zur Bewehrung oder entlang von Rissen vorgenommen. An kleinen Bohrkernen ist dabei die Karbonisierungstiefe bestimmt worden. Außerdem ist der Zustand der Bewehrung und die Dicke ermittelt worden.

Messpunkt	Karbonisierungstiefe [mm]	Überdeckung [mm]	Durchmesser der Bewehrung (mm)	Korrosionsgrad	Bemerkungen
M1	< 5				Keine Bewehrung, horizontaler Riss > 50 mm
M2	10	100	8	KG0	Keine sichtbare Korrosion
M3	< 5			KG1	Keine Bewehrung, horizontaler Riss > 100 mm
M4			8	KG3	Pylon aus Fertigteilen. 2 Eisen nur in den Fugen
M5	< 10				Keine Bewehrung, vertikaler Riss > 50 mm
M6	< 10				Keine Bewehrung, horizontaler Riss > 50 mm

KG1- Korrosionsflecken

KG3- vollständig korrodiert, geringer Materialabtrag

KG4- Lochfraß, Querschnittsreduktion

2.2. Bestimmung der Druckfestigkeit (DIN 12504-1) und Rohdichte (DIN EN 12390-7) von Betonbohrkernen

Die Prüfung der Betonkerne erfolgte in Anlehnung an DIN EN 12504 Teil 1 im lufttrockenen Zustand. Die Kerne wurden auf beiden Seiten abgeschnitten und parallel angeschliffen. Bei einem Teil der Kerne sind aus den unregelmäßigen Kernen Prismen geschnitten worden.

Die Proben 1- 3 stammen aus dem Ortbeton der Wände oder Pfeiler, die Proben 4- 6 aus der Betonplatte der Decke/oberes Podest und den Betonplatten vom Treppenlauf (Lage der Kernbohrungen siehe Anhang 6.1.).

Probe	Rohdichte (g/cm ³)	Höhe (mm)	Bruchlast (kN)	f _{is} (N/mm ²)	f _{ck} (0,85 f _{ck, cyl, is}) (N/mm ²)
1	2,20	78	120	24,5	20,8
2	2,17	77	113,7	23,2	19,7
3	2,02	78	108,9	22,2	18,9
4	2,39	75	141,7	28,5	24,2
6	2,10	65	77,5	20,8	17,7
Mittelwert f _{m(5),is}				23,8	20,3

Der Wert der gemessenen Druckfestigkeit wurde um den Faktor 0,85 gemindert (nach DIN EN 13791:2008).

Bei Auswertung nach DIN EN 13791:2008 Ansatz B (Tabelle 2) und einem k- Wert von 7 für 5 Prüfwerte ergibt sich folgender Wert:

$$f_{ck,is} = f_{m(5),is} - 7$$

$$f_{ck,is} = 16,8 \text{ N/mm}^2$$

2.3. Maximale Wasseraufnahme vom Beton

Probe	Maximale Wasseraufnahme (Masse%)
1	3,89
2	4,19
3	5,03

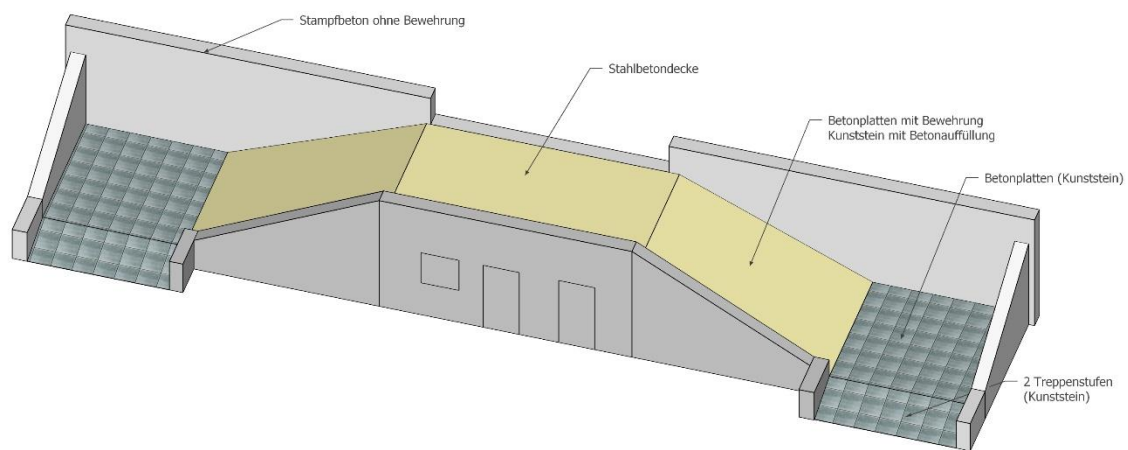
Die maximale Wasseraufnahme der Betonproben korreliert mit der Dichte/Druckfestigkeit und liegt im für Beton üblichen Bereich. Obwohl es sich um Ortbeton handelt, der vermutlich händisch verdichtet wurde, ist die Dichte und Druckfestigkeit vergleichsweise hoch. Da es sich überwiegend um unbewehrten Beton handelt, ist die maximale Wasseraufnahme und damit Porosität nicht so relevant wie bei bewehrtem Beton. Die Messung der Karbonatisierungstiefe ergab Werte kleiner 10 mm. Damit kann der Beton als ausreichend gut verdichtet angesehen werden. Es könnte noch kleinere, schlecht verdichtete Bereiche geben, die sich von außen so nicht darstellen. Das Schadensbild der Treppenanlage deutet darauf auch nicht hin. Sichtbar sind vielmehr vertikale und horizontale Risse, die wahrscheinlich durch die Art der Herstellung als Stampfbeton entstanden sind (Abschnitt 4.).

3. Ergebnisse der Bauteiluntersuchungen

3.1. Konstruktion der Treppenanlage

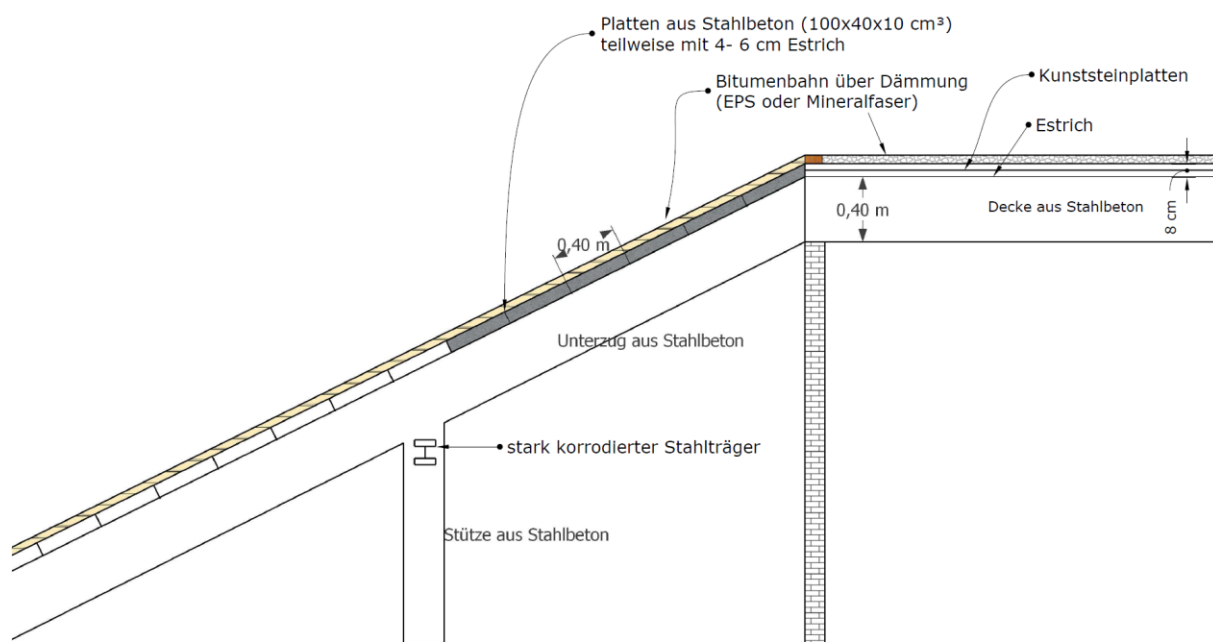
Die Treppenanlage (Haus 113) besteht überwiegend aus Ortbeton ohne Bewehrung. Die Treppenläufe sind aus bewehrten Stahlbetonplatten gefertigt. Die Decke der 3 Räume ist bewehrter Ortbeton auf dem ein Estrich und Betonplatten liegen. Die nördlichen und südlichen Podeste bestehen aus Betonplatten, die direkt auf dem Erdreich aufliegen. Hier gibt es auch noch jeweils 2 Treppenstufen, die aus der Bauzeit stammen dürften.

Im Zuge der Umnutzung ab den 1950' er Jahren gab es den Einbau von einer zusätzlichen Tür (vorher Fenster). Außerdem sind beide Treppenläufe und das obere Podest mit einer ca. 1 cm starken Bitumenabdichtung über EPS- oder Mineralfaserbahnen versehen worden. Die Abbildungen der Bauteilöffnungen finden sich im Anhang 6.2.1..

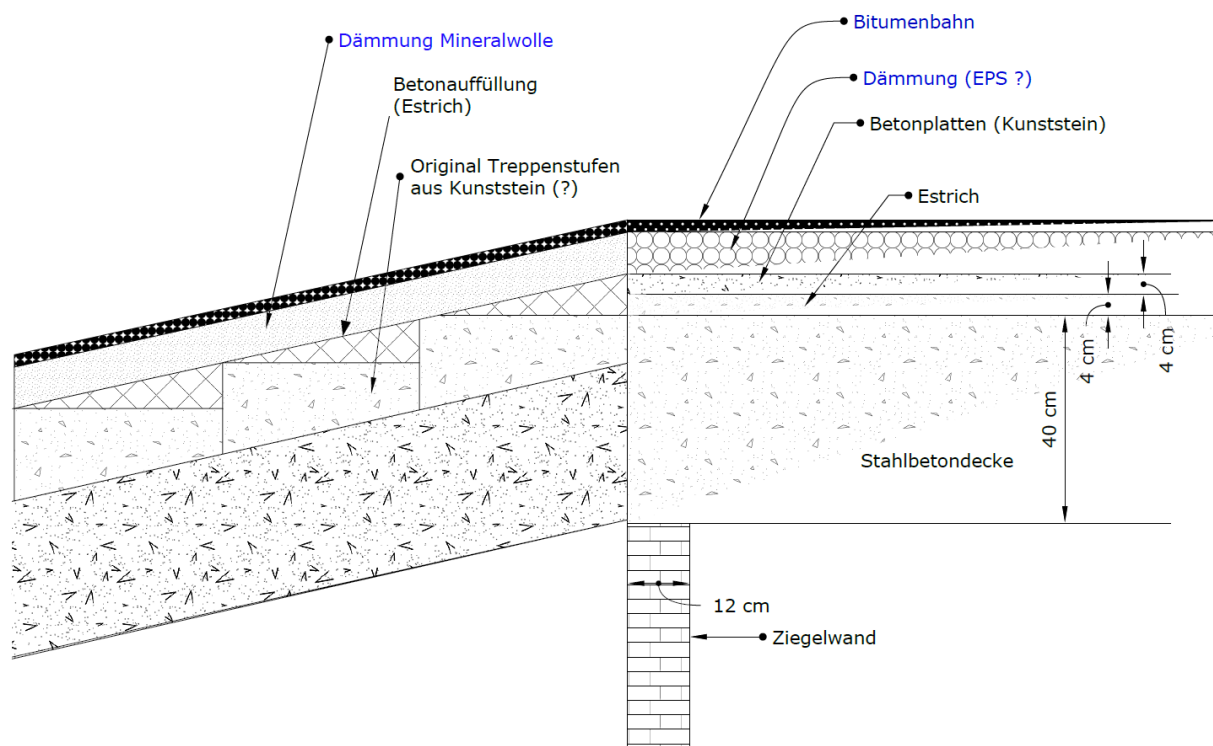


Übersicht der Treppenanlage mit den verwendeten Materialien

Im gelb markierten Bereich gibt es eine neue Abdichtung auf dem historischen Bestand.



Aufbau der Treppenanlage



Detail im Bereich der Öffnung 1 inkl. der nachträglichen Umbauten und Ergänzungen (blau markiert)



Öffnung 1 mit Kernbohrung 4/ Ansicht von unten

Die Vermutung, dass noch die Original- Treppenstufen vorhanden sind, wurde anhand des Befundes der Kernbohrung 4 getroffen. Bei der Öffnung 2 (Kernbohrung 6) war kein Kunststoff mehr erkennbar. Denkbar ist, dass die Betonplatten/Treppenstufen für die geplante Nutzung als nicht ausreichend tragfähig eingestuft wurden. Es ist dann eine Ausgleichsschicht aus Beton aufgetragen worden, auf der Dämmmaterial (EPS oder Mineralwolle) inkl. Bitumenabdeckung folgt. Die zeitliche Abfolge der Maßnahmen ist aber nicht eindeutig klar. Die Gesamtstärke vom Bodenaufbau des Treppenlaufes liegt bei ca. 20 cm.



Die Platten aus Stahlbeton liegen auf der linken Seite auf einem Ziegelmauerwerk, welches sich auf einem weitgehend korrodierten Stahlträger abstützt. Der quer verlaufende Stahlträger ist ebenfalls praktisch durch korrodiert und kann damit keinerlei Kräfte mehr aufnehmen. Eine Sanierung oder Ertüchtigung der Stahlträger ist nicht möglich.

3.2. Aufbau der Pylone



Oberseite vom Pylon ohne Lichtkasten 2020



Stand 2013 |¹

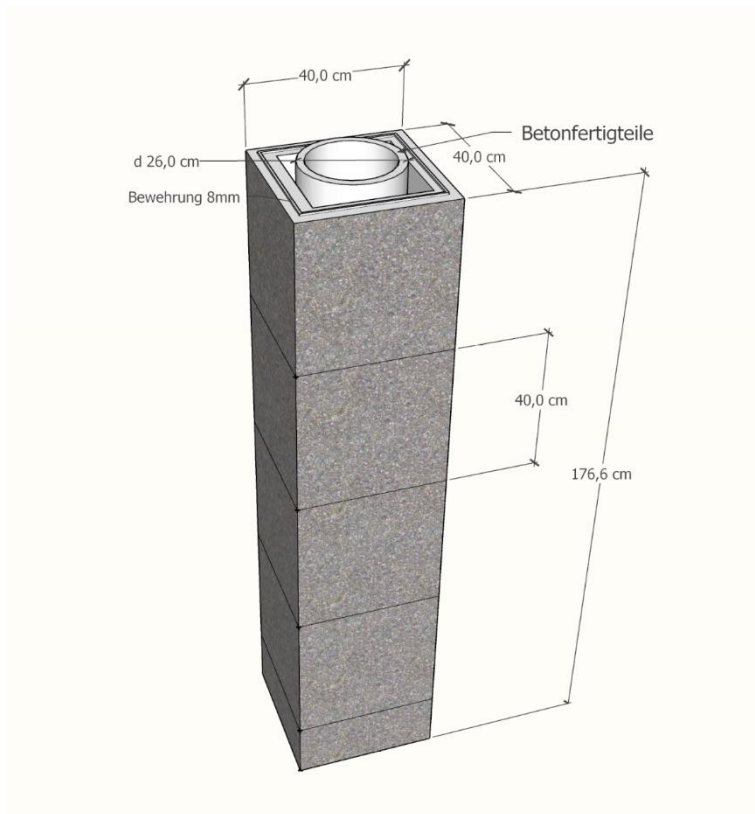
Die Pylone bestehen aus äußeren quadratischen und runden innen liegenden Betonfertigteilen. Der Zwischenraum ist mit 4 Metallstreben als Abstandshalter versehen und mit Mörtel aufgefüllt. Die ursprünglichen Pylone waren wesentlich höher und oben mit Lichtkästen versehen.



Pylone mit Lichtkasten 1935 aus ¹

¹ J. Tomisch, Tempelhofer Feld, Bestandserfassung 2019

Die äußeren Fertigteile sind von vertikalen Rissen durchzogen, so dass der Erhalt im jetzigen Zustand kaum möglich erscheint. Da der Hohlraum zwischen den inneren und äußeren Fertigteilen mit einem festen Mörtel verfüllt ist, dürfte eine Demontage mit größeren Substanzverlusten einhergehen. Die Ursache für die Schäden sind sehr wahrscheinlich Frostsprengungen, da von oben ungehindert Wasser in der Hohlräume einlaufen kann und dann beim Gefrieren zu den momentan sichtbaren Schäden führt. Bei einer Sanierung ist deshalb unbedingt eine dichte obere Abdeckung notwendig.



Aufbau der Pylone (ohne abgebrochenen Lichtkasten)

4. Schadensbilder und Kartierung

Bei der Treppenanlage vom Haus 113 gibt es eine Reihe von Schadensbildern, die anhand der folgenden Abbildung beschrieben werden.



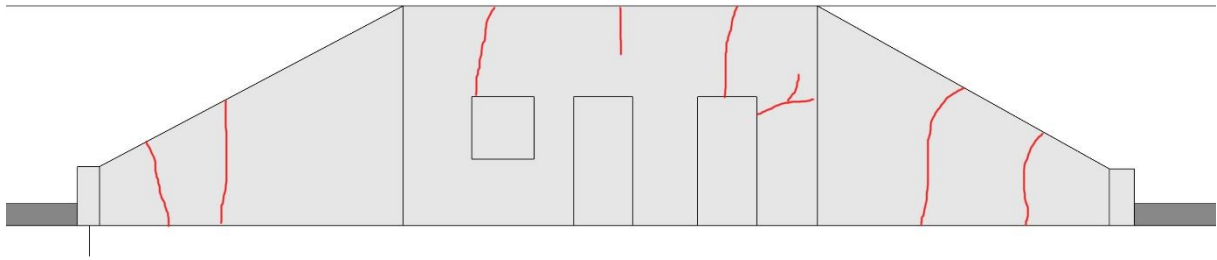
1. Vertikale Risse, die oft mit einem Kunststoffband abgeklebt sind.
2. Horizontale Risse durch die Art der Herstellung (Trennfuge vom Stampfbeton).
3. Farbanstriche
4. Biologischer Bewuchs durch Moose und Flechten

Da die Treppenanlage überwiegend aus Stampfbeton ohne Bewehrung ausgeführt wurde, gibt es auch keine durch Korrosion der Bewehrung verursachten Schäden. Sowohl die vertikalen als auch die horizontalen Risse dürften schon kurz nach der Errichtung aufgetreten sein. Bei den horizontalen Rissen handelt sich um Trennschichten, die durch die Betonierabschnitte verursacht wurden. Die Risse gehen meist durch das gesamte Bauteil. Die vertikalen Risse sind wahrscheinlich Schrumpfrisse, da keine Trennfugen vorhanden sind. Statisch verursachte Risse, z.B. durch Biege- oder Schubspannungen durch Überlastung oder Bewegungen im Baukörper sind eher unwahrscheinlich.

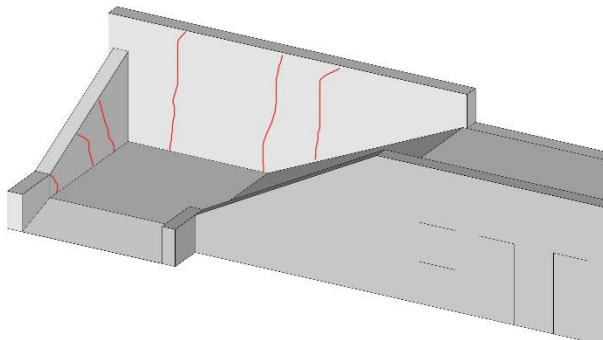
Die Abdeckung der vertikalen Risse ist vermutlich beim letzten Umbau der Treppenanlage vorgenommen worden. Die Kunststoffbänder haften noch relativ gut am Beton. Eine noch aktive Rissaufweitung ist damit unwahrscheinlich. Die Rissöffnungen an mehreren Stellen ergaben im Inneren (ab 2 cm Tiefe) eine Rissweite kleiner 1 mm, so dass ein noch aktiver Prozess unwahrscheinlich ist.

In den nachfolgenden Zeichnungen sind nur größere Risse der Kategorie 1 dargestellt. Außerdem ist die geschätzte Länge der Risse vom jeweiligen dargestellten Abschnitt aufgeführt.

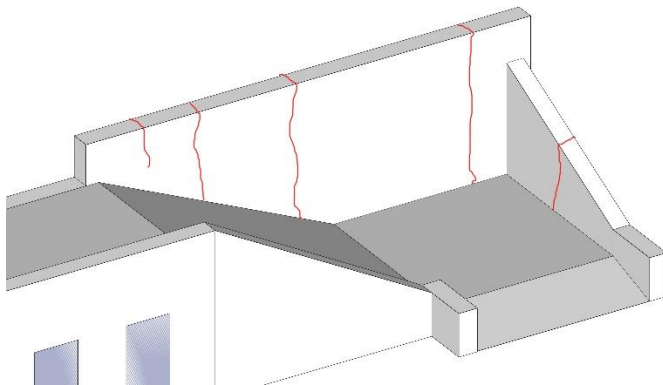
Kartierung der vertikalen Risse



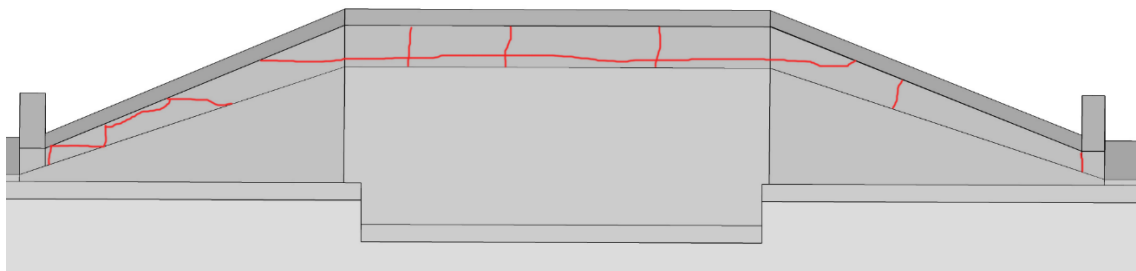
13 m Risslänge



14,3 m Risslänge



11,5 m Risslänge



22 m Risslänge

5. Zusammenfassung der Sanierungsempfehlungen

Treppenlauf und Stützkonstruktion aus Ortbeton

Da die Treppenanlage überwiegend aus Ortbeton ohne Bewehrung besteht, ist auch keine Betonsanierung hinsichtlich Bewehrungskorrosion notwendig. Die Sanierung kann sich auf die sichtbaren Schäden (Risse) beschränken.

Die Stützkonstruktion der nördlichen und südlichen Treppenläufe in den Räumen 1 und 4 zeigt sehr starke Schäden. Die Stahlträger sind praktisch komplett korrodiert und können keine Kräfte mehr aufnehmen. Die Bewehrung der schlanken Stützen ist ebenfalls stark korrodiert. Eine Sanierung nach den DAfStb- Richtlinien würde bei den beiden Stützen einen größeren Betonabtrag erfordern. Ähnlich ist der Zustand der Unterzüge zu bewerten. Eine Sanierung der noch stark geschädigten Stützkonstruktion aus Stahlbeton erscheint deshalb kaum noch, oder nur noch mit einem sehr hohen Aufwand möglich.

Vor der Sanierung des oberen Podestes, ist die Abdichtung aus Bitumenbahnen und EPS- Platten zu entfernen. Anschließend kann dann eine Beurteilung des wahrscheinlich noch vorhandenen Originalbelages durch Kunststeinplatten erfolgen. Problematisch wird wahrscheinlich die Reinigung der Kunststeinplatten von der aufliegenden schwarzen Beschichtung (Bitumenanstrich?) sein. Inwieweit die Platten noch nutzbar sind oder schon Schäden (Risse o.ä.) zeigen, wird sich erst nach einer gründlichen Reinigung zeigen.

Pylone

Ein Erhalt des noch vorhandenen Pylons erscheint aufgrund der sichtbaren Schäden kaum möglich. Bei einer Demontage der Betonfertigteile, dürften sich diese aufgrund der Verfüllung mit einem festen, wahrscheinlich zementhaltigen Mörtel kaum ohne größere Schäden trennen und dann restaurieren lassen. Da auch der oben aufsitzende Lichtkasten verloren ist, sollte über eine Rekonstruktion nachgedacht werden.

Nördliche und südliche Podeste

Die noch ursprünglich vorhandene Konstruktion von Betonplatten aus Kunststein, die unmittelbar auf dem Erdreich aufliegen, ist für eine langfristige Nutzung ungeeignet. Die Abbildungen der jetzigen Situation finden sich im Abschnitt 6.2.3. . Durch Bewuchs und Durchwurzeln besitzen die Betonplatten vom Podest und jeweils noch 2 Treppenstufen aus Kunststein keinen tragfähigen Grund mehr.

Die Originalplatten sollten aufgenommen, gereinigt und bei Schadensfreiheit wieder neu verlegt werden. Der Untergrund kann dann abgestimmt auf die geplante Nutzung neu hergestellt werden.

Gleiches gilt für die beiden noch vorhandenen Treppenstufen, die auf einem geeigneten Untergrund neu verlegt werden können. Eine genaue Bewertung ist aber erst nach einer Demontage und Reinigung möglich.

Umgang mit den Rissen

Die sichtbaren Schäden der Treppenanlage sind überwiegend horizontale und vertikale Risse, die häufig mit Kunststoffbändern abgeklebt sind. Nach Entfernung der Kunststoffbänder und Reinigung der Rissflanken kann die Sanierung nach der aktuell gültigen DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen erfolgen.

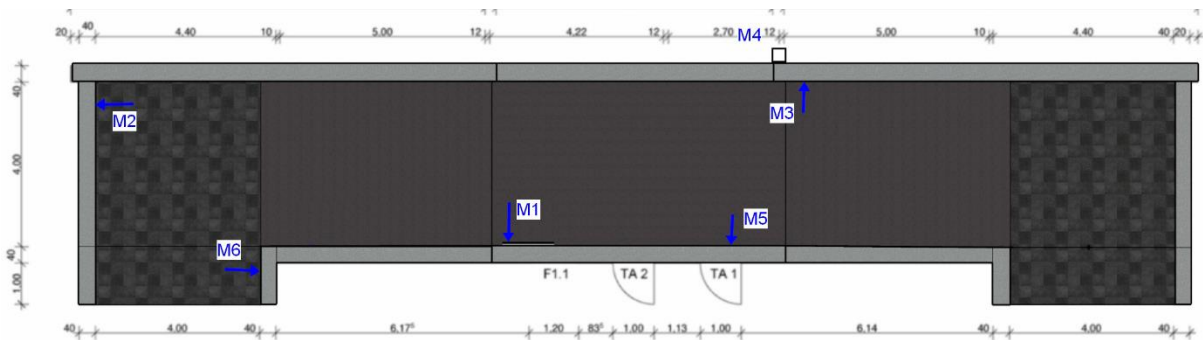
Die summarische Risslänge der vertikalen Risse liegt bei ca. 61 Meter. Hinzu kommen noch horizontale Risse, bei denen die Art und der Umfang der Sanierung nach einer Reinigung der Betonoberfläche festgelegt werden sollte.

Nutzung der Räume 1- 3

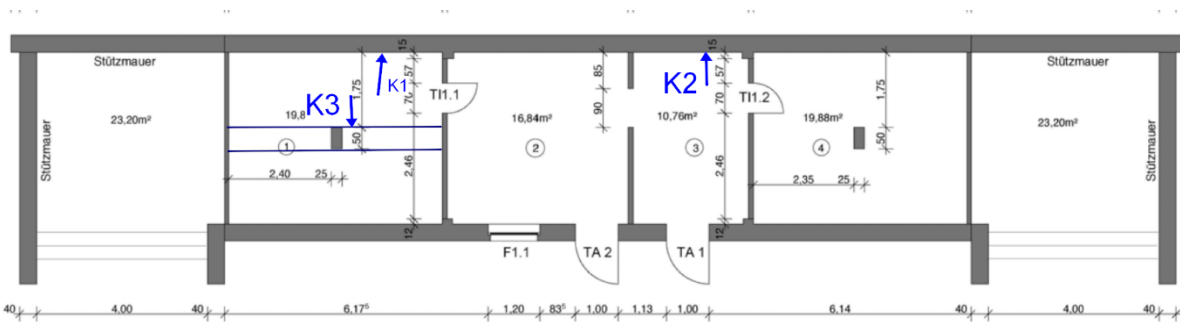
Die bisher durchgeführten Untersuchungen bezogen sich auf die Konstruktion und den Zustand der dafür genutzten Baustoffe (Beton und Bewehrung). Die Wände der Räume 1 bis 3 bestehen aus relativ dichtem Stampfbeton. Der Fußboden zeigt keine größeren Schäden (Risse oder starke Fleckenbildung). Ein erhöhter Feuchteintrag über den Fußboden oder die erdberührten Seitenwände in die Räume ist unwahrscheinlich, es sind dazu aber bisher noch keine Messungen vorgenommen worden. Die Nutzung der Räume für technische Geräte, wie z.B. Nebelduschen für das Tempelhofer Feld erscheint deshalb möglich. Um die Tragfähigkeit vom Fußboden abschätzen zu können, sollte dieser nochmal geöffnet werden. Da die verbauten Materialien zwar relativ dicht sind, es aber wahrscheinlich keine kapillare Abdichtung gegen das Erdreich gibt, ist auf jeden Fall mit einem kapillaren Feuchteintrag zu rechnen. Die Räume sollten deshalb auch bei einer technischen Nutzung entsprechend gelüftet werden. Die Lagerung von feuchteempfindlichen Materialien ist ohne weitere Maßnahmen nicht zu empfehlen.

6. Anhang

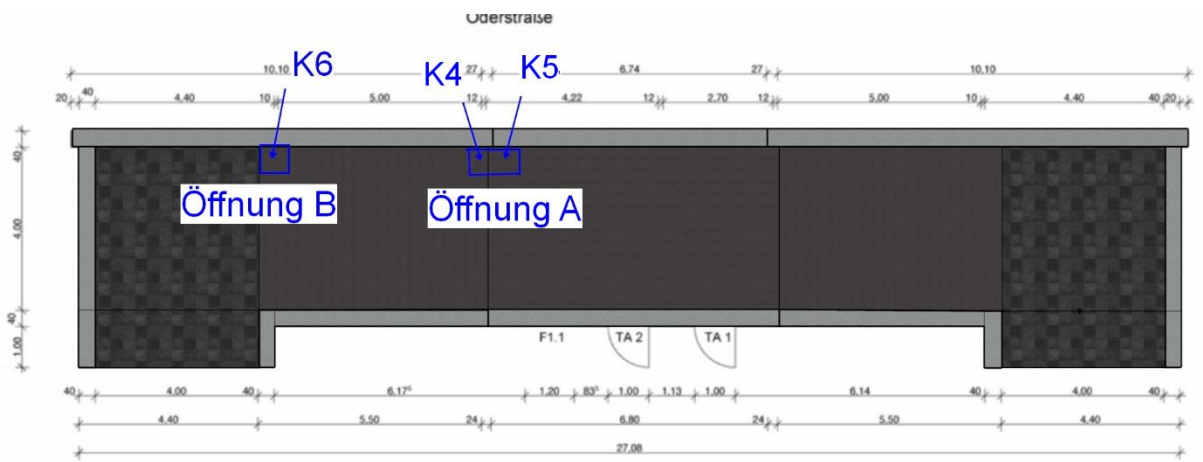
6.1. Lage der Messpunkte und Kernbohrungen



Messpunkte Karbonatisierungstiefe, Bewehrung



Kernbohrungen K1- K3 im EG in den Räumen 1 und 3



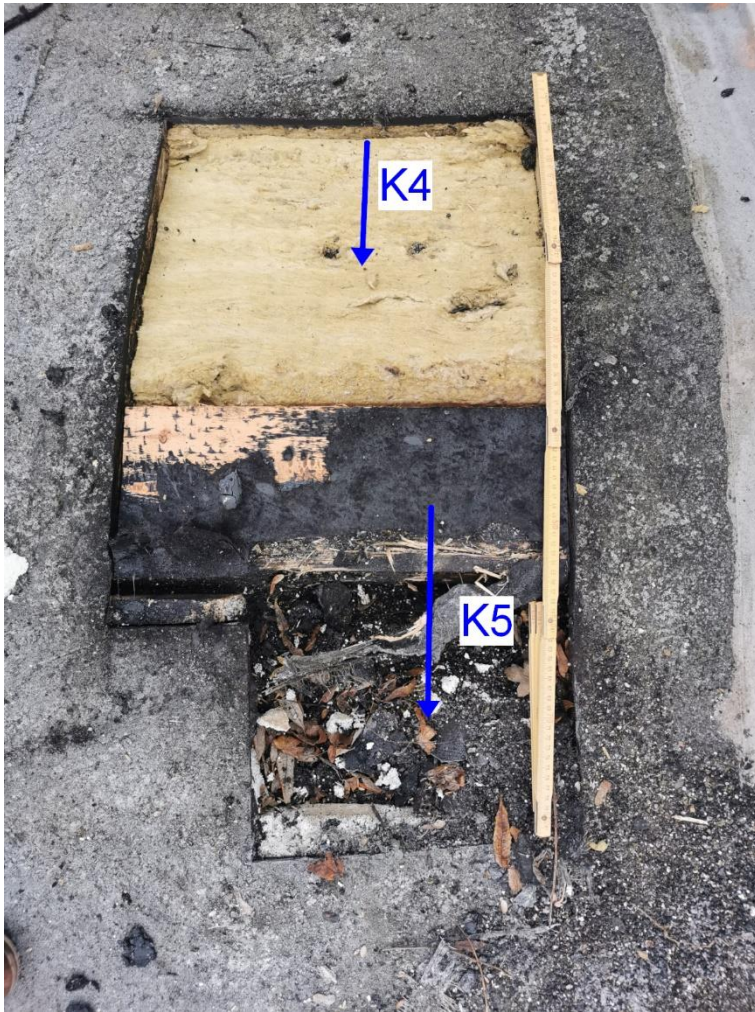
Kernbohrungen K4- K6 von oben und Öffnungen A und B

6.2. Abbildungen

6.2.1. Bohrkerne und Öffnungen



Öffnung 1/ Bitumenbahnen auf EPS- Platten



Kerne 4 und 5



Kerne 4 und 5 Ansicht von unten



Bohrung für Kern 4

Beim unteren teil der Bohrung könnte es sich um die Original- Stufe aus bewehrtem Stahlbeton handeln.



Kern 4 nach Trocknung



Bohrung für Kern 5



Bohrung für Kern 5

Bei der Betonplatte handelt es sich wahrscheinlich um ein Originalteil, welches den noch vorhandenen Platten vom nördlichen und südlichen Podest entspricht (Kunststein Höhe 4 cm).



Kern 5



Kern 5/ Betonplatte (Kunststein)

Die Nutzschrift vom Kunststein besteht aus ca. 2 cm schwarzem Hartgestein (Gabro o.ä.).

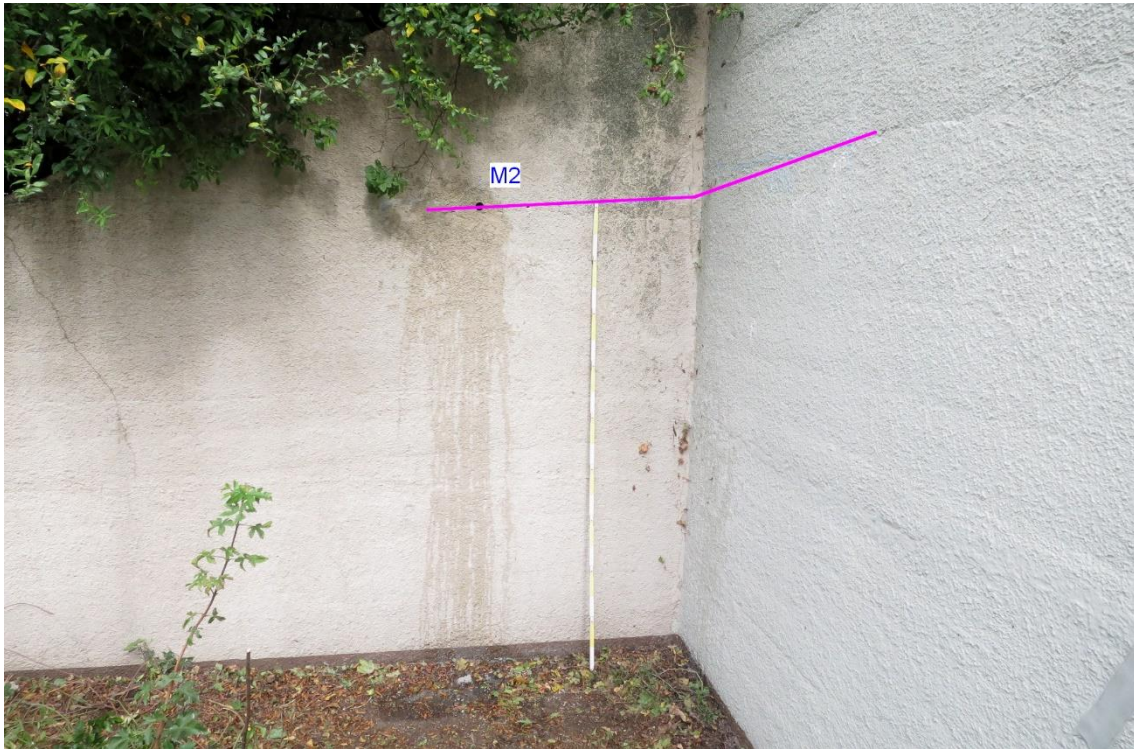


Öffnung 2 mit Bohrkern 6
Bitumenbahn auf Mineralwolle

6.2.2. Betonuntersuchung/Risse



M1/ Der horizontale Riss geht durch die gesamte Treppenwange.



M2/ Lage der Bewehrung



M2/ Bewehrung in 100 mm Tiefe ohne Korrosion



M3



M3/ Der Riss reicht durch den gesamten Kern.



M5/ Der vertikale Riss unter dem Kunststoffband reicht wahrscheinlich durch das gesamte Bauteil.



M6/ Horizontaler Riss



M6/ der Bohrkern ist bis in 8 cm Tiefe gerissen.

6.2.3. Nördliche und südliche Podeste



Seitliche Ansicht einer Beton- Werksteinplatte (Kunststein) vom nördlichen unteren Podest



Treppenstufe (Kunststein)



Die Betonplatten (40x 40 x 4 cm³) liegen unmittelbar auf dem Erdreich auf.

6.2.4. Schadensbilder der Räume unter der Treppenanlage



Raum 1/ Stütze mit Lage der Bewehrung und Überdeckung (Angaben in mm)



Stütze mit stark korrodierter Bewehrung



Mittelträger mit Bewehrung die teilweise frei liegt und stark korrodiert ist.



Der horizontale Stahlträger ist im Auflagerbereich praktisch vollständig korrodiert.



Auch der schräglauende Träger ist weitgehend durch korrodiert.
Der Pfeil bezeichnet die Lage vom Bohrkern 6, der von oben durch die Betonplatte genommen wurde.



Gemauerte Wand zwischen Raum 1 und 2 auf der die Deckenplatte (Podest) aus Stahlbeton aufliegt.

5.3. Pylon



Die Betonfertigteile besitzen auf allen Seiten vertikale Risse. Es gibt in zwei Höhen umlaufende freiliegende Bewehrung mit starker Korrosion.