

Suchen und finden in Duisburg-Nord

Kennwertermittlung und Bestandsaufnahme historischer Betonflächen. Immer mehr Beton-Bauwerke werden zum Sanierungsfall. Dadurch entstehen zwangsläufig denkmalpflegerische Anforderungen, die in kein Schema üblicher Regelwerke der Betoninstandsetzung passen. Verlangt werden objektspezifische Individuallösungen. Beispielhaft wird das Ausführen eines solchen Diagnose-Auftrages im Landschaftspark Duisburg-Nord geschildert.

Landschaftspark Duisburg – einst eine riesige Industrietriche, dann binnen eines Jahrzehnts umgestaltet zum Multifunktionspark neuen Stils.

Die ehemalige Industrietriche ist ein etwa 230 Hektar großer Landschaftspark rund um ein stillgelegtes Hüttenwerk in Duisburg-Meiderich. Sie bildet damit einen der Ankerpunkte der europäischen Route der Industriekultur und ist die zweithäufigstbesuchte

Sehenswürdigkeit Nordrhein-Westfalens nach dem Kölner Dom.

Im Hüttenwerk führen 1985 die »Kumpels« ihre letzte Schicht. Danach begann der Verfall der Betonbauten. Jetzt, nach über 30 Jahren, sollen die stark zerstörten Betonoberflächen der Erzbunkertaschen des stillgelegten Stahlwerkes Duisburg-Meiderich mit denkmalpflegerischer Zielvorstellung wieder instand gesetzt werden.

Bauzustandsanalyse für Ziel und Verwirklichung

Aktuell wurde die Remmers Fachplanung von der Duisburg Marketing Gesellschaft mit einem Diagnosebericht be-

auftrag zur »Kennwertermittlung und Bestandsaufnahme an historischen Betonflächen im Landschaftspark Duisburg-Nord.«

Die geschilderte Objektsituation erfordert einen ganzheitlichen Lösungsansatz – entsprechende Referenzen konnte der Auftragnehmer nachweisen, etwa zu Restaurierungsmaßnahmen an der Pauluskirche in Görlitz oder dem Deutschen Museum in München oder an den Zaunpfählen im ehemaligen Vernichtungslager Auschwitz.

In diesem Fall galt der Auftrag der Erstellung einer umfassenden wissenschaftlichen, aber auch praxisorientierten

und kostenoptimierten Bauzustandsanalyse. Diese soll die Grundlage bilden zum Ausloten des anzustrebenden Kompromisses zwischen denkmalpflegerischer Zielvorstellung und technischem Optimum.

Ausbau von alpinem Sportcharakter

Mit dem Emscherpark verfügt die Sektion Duisburg des Deutschen Alpenvereins über den größten Outdoor-Klettergarten Deutschlands. Er weist mit über 400 Routen und einem Klettersteig fast alpine Ausmaße auf (Abb. 3). Sogar der Südtiroler Spitzenkletterer Reinhold Messner zeigte dort schon seine Kletterkünste.

Die DAV-Kletterrouten in den Bunkeranlagen erhalten ihre alpine Anmutung durch die vorhandenen Graten, Scharren, Senkrechten und Brücken. Sie sind mit Stahlseilen abgesichert und umfassen auch Steighilfen wie Metallleitern oder Trittsprossen. Den derzeit 300 m langen Klettersteig wollen die Duisburger Alpinisten mittelfristig auf eine Länge von 400 m ausbauen.

Das Ermitteln der Betongüte

Die Messungen (per Schmidthammer-Rückprallhammer

Schlagworte: Diagnosegeräte, Kernbohrung, Prüfkörper, Radargerät, Abplatzung, Korrosionsschutz, Reinigung, Reparaturmörtel, Rissüberbrückung

Das B+B Online-Archiv – exklusiv für Abonnenten:

www.bautenschutz-bausanierung.de



Landschaftspark Duisburg-Nord, eine umgenutzte Industrietriche, unter anderem von der Sektion Duisburg des Deutschen Alpenvereins

Abb. (3): DAV-Sekt. DU

Zentrum des Duisburger Landschaftsparks bildet ein stillgelegtes Hüttenwerk, dessen alte Industrieanlagen heute vielfältig umgenutzt sind. Die ehemaligen Werkhallen sind für Kultur- und Firmenveranstaltungen hergerichtet. In einem alten Gasometer entstand Europas größtes künstliches Tauchsportzentrum. In einer ehemaligen Gießhalle wurde ein Hochseilparcours eingerichtet und ein erloschener Hochofen wurde ein Aussichtsturm.

Und: Seit 1990 besitzt die Sektion Duisburg des DAV-Deutschen Alpenvereins im Landschaftspark einen eigenen Klettergarten innerhalb der ehemaligen »Möllerbunker«. Sie legte ihn in Eigenarbeit an und hat ihn seither mehrfach erweitert. Als das Hüttenwerk noch in Betrieb war, wurden dort Koks und Eisenerze zwischengelagert.



Abb. 2:
Schema vom
Gesamtkomplex

zum zerstörungsfreien Feststellen von Druckfestigkeit) ergaben eine Betonfestigkeit von $\geq 35 \text{ N/mm}^2$, leicht abnehmend von unten nach oben. Die ermittelte Festigkeit für das existierende Betongefüge ist damit als hinreichend hoch einzustufen (Abb. 4 und 5).

Interne Struktur der Betonsäulen

Zur Überprüfung erfolgte zunächst eine Bohrkernentnahme, diese verdeutlichte, dass keine Gefügestörungen im Inneren der beprobten Säule vorlagen (Abb. 6); Injektionsmaterialien waren nicht erforderlich. Sodann erfolgten Messungen mittels Georadar.

Dabei haben die zerstörungsfreien Querschnittsuntersuchungen an allen 14 Säulen im Inneren der Stützen nur einige, statisch wenig bedeutsame Unregelmäßigkeiten gezeigt. Insgesamt muss jedoch mit einer allseitigen Verringerung des tragenden Querschnitts von wenigstens 0,15 m gerechnet werden.

Die Bewehrung trägt zum Tragwerkssystem Stahl-Beton nur noch relativ wenig bei, da

der Verbund zwischen beiden Baustoffen in vielen Bereichen durch Rostsprengungen und Rissbildung gestört ist.

Haftzugswerte des originalen Betons

Die Haftzugmessungen wiesen mit Werten zwischen 0,85 bis $3,8 \text{ N/mm}^2$ eine erhebliche Streubreite auf – überwiegend im Bereich von $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ – also über der durch Regelwerke geforderten Mindestgröße (Abb. 7). Davon ausgenommen sind die optisch sowie akustisch als Schale detektierten Oberflächen (Abb. 8), mit Ablösung vom Untergrund.

Betonüberdeckungen zumeist ausreichend

Bis auf wenige Ausnahmen wurden an den vermessenen Säulen Überdeckungstiefen von $\geq 2 \text{ cm}$ festgestellt. Damit scheidet eine zu geringe Überdeckung nach gängiger Norm als primäre Schadensursache aus.

Die im Bild dokumentierte Karbonatisierungstiefe von $\geq 2 \text{ cm}$ sagt aus, dass für die Bewehrung wegen fehlender Alkalität keine Passivierung oder

Rostschutz mehr vorliegt, also eine Bewehrungsgefährdung gegeben ist (Abb. 9).

Voraussetzungen für eine Hydrophobierung

Die durchgeführten Untersuchungen (Abb. 10) führten zu folgenden Aussagen:

- Der bestehende Beton ist sehr saugfähig.
- Die Eindringtiefe lässt sich durch Reinigung der Oberfläche signifikant weiter steigern.
- Die Eindringtiefe einer auf den Werkstoff Beton hin rezeptierten hydrophob wirkenden Imprägnierung ist mit rund 15 mm sehr hoch.

Beton und Naturstein – vergleichbare Schadensbilder

- organische und anorganische Auflagerungen auf der Oberfläche
- sandende, aufgelockerte Oberflächenbereiche
- schlecht angepasste Reparaturmörtel
- Lunker und Kiesnester
- Risse und offene Fugen

■ Der Hydrophobierungsgrad der Oberfläche ist ungereinigt sehr unterschiedlich, lässt sich aber durch eine Reinigung deutlich vereinheitlichen.

Also: Mittels einer hydrophobierenden Imprägnierung kann die Durchfeuchtung der Betonkonstruktionen nahe null reduziert werden. Das Schutzprinzip W (Aufbau ei-

ner Wasserabweisung) lässt sich gut realisieren!

Salz- und Feuchtebelastung

Zur Salz- und Feuchtebelastung lassen sich gemäß WTA-Merkblatt 4-5-99 »Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik« folgende Feststellungen machen:

■ Erhöhte Salzgehalte im oberflächennahen Bereich in Form einer Gipsbildung.

■ Eine die Stahlkorrosion unterstützende Chloridbelastung liegt nicht vor.

■ Auffallend ist die zum Säuleninneren hin orientierte Zunahme der Feuchtigkeit, die im Bereich der Sättigungsfeuchte angesiedelt ist.

Das Sichern einer Originaloberfläche

Das Bild dokumentiert die Möglichkeit des Abtrennens einer Originaloberfläche unter denkmalpflegerischen Gesichtspunkten mit einer Diamantsä-



Abb. 3: Alter Beton – alpine Gipfelstürmer



Abb. 4: Pfeileroberfläche mit Sekundäroberfläche

Abb. (9): Remmers



Abb. 5: Originaloberfläche wurde durch Korrosionsdruck der Stähle flächig in Schalenform abgedrückt.



Abb. 6: Entnehmen eines Bohrkerns



Abb. 7: Haftzugmessung

Abb. 8: Ultraschalluntersuchung



Abb. 9: Gefährdete Bewehrung, wie die Carbonatisierungstiefe zeigt

ge (Abb. 11 und 12, maximaler Durchmesser: 1.500 mm). Die Arbeit erfolgte in Etappen; es wurde allmählich der Durchmesser der Sägeblätter gesteigert. Der Sägefortschritt wurde etwa 5 cm vor dem kompletten Abtrennen gestoppt, um die so gewonnene Oberfläche in einem Stück bergen zu können. Der Zeitaufwand für das dokumentierte Abtrennen lag bei 25 Minuten (einschließlich Umbauen der Säge).

Also: Das Abtrennen und damit Sichern von größeren Teilen der Originaloberfläche ist auch unter Anlegen wirtschaftlicher Maßstäbe möglich!

Im Dialog mit »der Denkmalpflege«

Die Aufgabe, Betonbauten im Sanierungsfall unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Anforderungen instand zu setzen, fordert zumeist den Verzicht auf die Anwendung der üblichen Regelwerke.

Was bedeutet das in der Praxis? Zunächst einmal ein pragmatisches Vorgehen und unvoreingenommenes Betrachten der Phänomene: In der Praxis ist noch recht wenig bekannt,

Details zum Kartieren – Schadensklassen, LV Schadensbilder

Typus I = $\geq 0,7 \text{ m}^2$

intakte Oberfläche –

keine Schale; keine Ablösung

Mögliche Instandsetzungsschritte:

- Reinigen
- Eintrag eines mineralischen Injektionsleimes an den einlaufenden Bewehrungsstählen
- randliches Festigen mit KSE
- Hydrophobierung

Typus II = $\leq 0,7 \text{ m}^2$

intakte Oberfläche –

keine Schale; keine Ablösung

Mögliche Instandsetzungsschritte:

- Entfernen und Verwerfen der Originaloberfläche
- Freilegen und Säubern der Bewehrungsstähle
- Auftrag eines mineralischen Rostschutzsystems
- Reprofilierung und Wiederherstellung des originalen Erscheinungsbildes (Schalungsstruktur, Farbigkeit, Sieblinie) der Oberfläche unter Einbezug der Originaloberfläche
- Hydrophobierung

Typus III = $\geq 0,7 \text{ m}^2$

hohl liegende Schalen,

Ablösung

Mögliche Instandsetzungsschritte:

- Reinigen
- Abnahme und Sichern der Oberflächen durch Diamantschnittsäge
- Freilegen und Säubern der Bewehrungsstähle
- Auftrag eines mineralischen Rostschutzsystems

■ Reprofilierung und Wiederherstellung des originalen Erscheinungsbildes (Schalungsstruktur, Farbigkeit, Sieblinie) der Oberfläche unter Einbezug der Originaloberfläche

■ Hydrophobierung

Typus IV = $\leq 0,7 \text{ m}^2$

hohl liegende Schalen,

Ablösung

Mögliche Instandsetzungsschritte:

- Entfernen und Verwerfen der Originaloberfläche
- Freilegen und Säubern der Bewehrungsstähle
- Auftrag eines mineralischen Rostschutzsystems
- Reprofilierung und Wiederherstellung des originalen Erscheinungsbildes (Schalungsstruktur, Farbigkeit, Sieblinie) der Oberfläche unter Einbezug der Originaloberfläche
- Hydrophobierung

Typus V = $\leq 0,7 \text{ m}^2$

Sekundäroberfläche

Mögliche Instandsetzungsschritte:

- Freilegen und Säubern der Bewehrungsstähle
- Festigen der aufgelockerten Oberflächenstruktur mit KSE
- Auftrag eines mineralischen Rostschutzsystems
- Reprofilierung und Wiederherstellung des originalen Erscheinungsbildes (Schalungsstruktur, Farbigkeit, Sieblinie) der Oberfläche unter Einbezug der Originaloberfläche
- Hydrophobierung



Abb. 10: Hydrophobierungsuntersuchung für mögliche Imprägnierung

Abb. 11: Diamantsäge –

Abb. 12: mit denkmalpflegerischem Ermessen eingesetzt



Abb. 13: Ein Duisburger »Beton-Landschaftsbild« – viele Schadenstypenbilder

dass sich etwa bei originalgetreuen Restrukturierungen Erkenntnisse aus der Natursteininstandsetzung sinnvoll einsetzen lassen.

Die passende Einstellung physikomechanischer und farblicher Eigenschaften ist beispielsweise bei Remmers-Restauriermörteln bereits jahrelang erprobt. Das Einarbeiten von Grobzuschlägen ist vor Ort möglich, so dass Verarbeiter eine möglichst exakte Anpassung an das optimale Erscheinungsbild des Altbetons erreichen können.

Oder anders ausgedrückt: Für den Beton typische Schadensbilder sind bereits von den Natursteinfassaden her bekannt, ableit- und behebbare!

Andere Schadensbilder gibt es nur beim bewehrten Beton, nämlich:

- rostende Bewehrung sowie
- Absprengungen und Risse infolge Bewehrungskorrosion.

Imprägnierung zur Wasserabweisung

Für das Entstehen von Korrosion im Beton sind neben der Depassivierung des Stahls durch Karbonatisierung des

Zementsteins hohe Feuchtegehalte verantwortlich. Gerade bei historischen, frühen Betonkonstruktionen finden sich aufgrund stark poröser Gefüge hohe Karbonatisierungstiefen.

Daher kommt, neben dem Austausch von Originalmaterial, nur eine effektive Wasserabweisung zum Schutz der Bausubstanz in Frage. In dieser Situation ist die wasserabweisende Einstellung der Betonoberfläche, etwa mit einer hydrophobierenden Imprägnierung, das einfachste Oberflächenschutzsystem.

Wenn es sich bei Bauteilen um statisch nicht mittragende Ergänzungen (Beanspruchbarkeitsklasse M1) handelt, existieren weitere Möglichkeiten hinsichtlich des Einsatzes bereits bestehender Produktsysteme aus allen Bereichen der

Bauwerkserhaltung.

Noch offene Planungsschritte

Nach dem Ermitteln der Kennwerte und dem Erstellen des Diagnoseberichtes verbleiben noch einige Fragestellungen und Planungsschritte, die in das endgültige Konzept und das darauf aufbauende Leistungsverzeichnis (LV) einfließen müssen, zu folgenden Sachverhalten und den anschließenden Details zu Schadenskartierung und LV:

- Empfehlung zu Nachuntersuchungen der Statik
- Auswirkung der Reinigung auf Sulfatkonzentration und Oberflächenstruktur – und Anpassen der Reinigungsparameter auf die denkmalpflegerische Zielvorstellung
- Erstellung einer Probefläche

zur Betonkonservierung zwecks Feinabstimmung zwischen technischer und denkmalpflegerischer Zielvorstellung

- endgültige Festlegung der Kartiereinheiten für die Maßnahmenkartierung
- Durchführung der Maßnahmenkartierung zur exakten Ermittlung der zu bearbeitenden Massen und Mengen

Fazit

Durch eine hydrophobierende Imprägnierung kann die Durchfeuchtung der Betonkonstruktionen nahe null reduziert werden. Das Schutzprinzip W (Aufbau einer Wasserabweisung) lässt sich damit also gut umsetzen. Und: Das Abtrennen und damit Sichern von größeren Teilen der Originaloberfläche ist auch unter Anlegen wirtschaftlicher Maßstäbe durchaus möglich.

Die ermittelten bestandsspezifischen Instandsetzungsmaßnahmen sollen im nächsten Jahr durchgeführt werden, anschließend erfolgt dazu eine Veröffentlichung in B+B. ■

Bautafel

Auftraggeber	DMG – Duisburg Marketing Gesellschaft
Ausführendes Fachunternehmen	Remmers Fachplanung GmbH, Lönningen mit Ultraschallmessungen durch Netzwerkpartner Köhler, Potsdam
Eingesetzte Sanierungsmittel	Bauwerkdiagnostik-Verfahren und anwendungsorientierter Diagnosebericht