

Bunkersanierung des MHKW Ruhleben im laufenden Betrieb

Thomas H. Siepmann

1.	Vorwort	89
2.	Vom Gutachten zum Projekt <i>Bunkerertüchtigung</i>	90
3.	Das Projekt <i>Bunkerertüchtigung ES1 bis ES3</i>	91
3.1.	Projektabteilung	91
3.2.	Projektstruktur und Ertüchtigungsschritte	92
4.	Auswahl, Ausschreibung und Aufgaben des Fachplaners	94
5.	Untersuchungen zu Schäden und deren Sanierung	95
5.1.	Betonstahlkorrosion	96
5.2.	Betonsanierung als bautechnisch Lösung.....	96
5.3.	Bauteilbeprobungen und Schadenskartierung.....	97
5.4.	Kathodischer Korrosionsschutz als Alternative	97
5.5.	Luftfeuchtigkeitsmessung zur Eingrenzung des Sanierungsumfangs....	98
6.	Sanierung im laufenden Betrieb	100
6.1.	ES2 Sanierung Dach und Dachbinder, Südfassade und Anlieferdeck .	100
6.1.1.	Dach und Dachbinder	100
6.1.2.	Südfassade	107
6.1.3.	Anlieferdeck.....	109
6.1.4.	Abfallbunkerbewirtschaftungskonzept	114
6.2.	ES3 – Sanierung restliche Abfallbunkerbereiche	116
7.	Fazit und Ausblick	122
8.	Literatur.....	123

1. Vorwort

Betreiber von Anlagen der Abfall- und Energiewirtschaft werden sich früher oder später mit dem Thema der Instandhaltung der Bausubstanz befassen müssen. Anders als die Anlagentechnik wird die Bausubstanz oft weniger intensiv betrachtet. Dies liegt

auch daran, dass Prozesse, die die Bausubstanz beeinträchtigen können, erst zeitlich verzögert offen sichtbar werden. Zeigen sich dann erste Schäden, so stehen meist grundlegende Sanierungsarbeiten an, die sich häufig nicht mehr im Zeitraum von planmäßigen Anlagenstillständen unterbringen lassen.

Am Beispiel des MHKW Ruhleben der BSR wird gezeigt, wie eine umfassende Betoninstandsetzung und Ertüchtigung der Bausubstanz unter geringstmöglicher Beeinträchtigung des Betriebes der Anlage durchgeführt wird.

Dabei soll es weniger um die Methoden zur Betoninstandsetzung gehen. Vielmehr werden wesentliche Aspekte und konkrete Beispiele der gewählten organisatorischen, logistischen, bau- und arbeitssicherheitstechnischen Lösungen aufgezeigt.

Da die Vielschichtigkeit des Themas dennoch den für den Buchbeitrag zur Verfügung stehenden Rahmen übersteigt, findet sich für alle Interessenten eine vollständige Version dieses Beitrages zum Download im Internetauftritt des TK-Verlages.

2. Vom Gutachten zum Projekt Bunkerertüchtigung

Nachdem am Bunkergebäude und am Anlieferdeck des MHKW Ruhleben zunehmend Schäden erkennbar wurden, beschloss die BSR 2006, den Sanierungsbedarf im Rahmen eines Gutachtens untersuchen zu lassen.



Bild 1: MHKW Ruhleben; Luftbild 2011; rechts in hellem Grau mit grüner Kipphalle der Bestandsbunker; davor das Anlieferdeck; beides bereits außen saniert

Mit einem statischen und einem bautechnischen Gutachten wurde das Ingenieurbüro Bendel, Bradke, Lang GmbH aus Berlin beauftragt. Im Statikgutachten wurden Bunkergebäude und Anlieferdeck unter Anwendung moderner statischer Nachweismethoden hinsichtlich der Standsicherheit neu berechnet. Hierbei wurden auch aktuelle ggf. gegenüber der Ursprungsstatik geänderte Lastansätze (z.B. höheres Gewicht der neuer Abfallsammelfahrzeuge und aktuelle Ansätze für den Abfalldruck) berücksichtigt.

Da alle statischen Berechnungen auf einer theoretisch intakten Bausubstanz basierten, waren im mitbeauftragten Bautechnikgutachten neben den sichtbaren Schäden auch verdeckte Mängel am Zustand der Bausubstanz zu ermitteln sowie Maßnahmen für deren Beseitigung zu benennen.

Im Ergebnis wiesen zahlreiche Untersuchungsstellen hohe Karbonatisierungstiefen des Stahlbetons sowie erhöhte Chloridgehalte aus. Hinzu kam eine ungünstig geringe Betonüberdeckung, wie sie für Bauwerke aus den 1960er Jahren leider oft typisch ist. Insgesamt wurde ein dringender Sanierungsbedarfs für alle Bauteile mit dem klaren Hinweis festgestellt, dass sollte eine grundsätzliche Instandsetzung ausbleiben *auf Dauer die Standsicherheit nicht mehr mit der erforderlichen Sicherheit nachgewiesen werden kann.*

In einer Weiterführung des Bautechnikgutachtens 2007 wurden die einzelnen Bauteile getrennt nach Zustand, Sanierungsbedarf und Dringlichkeit bewertet wurden. Hieraus ergab sich abschließend folgender Zeitplan mit Fristen für eine Sanierung:

1. Schlackebunker: Betonsanierung (bereits 2007 begonnen) bis 2012,
2. Abfallbunker (Austausch Dachaufbau aus Dachhaut, Dachplatten, und Pfetten; Betonsanierung Dachbinder und äußere Südwand) und Anlieferdeck (Austausch Deckaufbau bis zum Tragbeton; Betonsanierung Tragbeton Auf- und Untersicht): 2010 bis 2011
3. Restliche Bauteile des Abfallbunkers: bis 2016

3. Das Projekt Bunkerertüchtigung ES1 bis ES3

3.1. Projektabteilung

Nachdem die ersten Schritte hin zum Projekt *Bunkerertüchtigung* noch durch den Betrieb des MHKW initiiert waren, wurde für die weitere Projektabwicklung entschieden, dass diese unabhängig vom Betriebspersonal durchgeführt werden sollte. Damit wurde u.a. der mögliche Interessenkonflikt berücksichtigt, der beim Betrieb zwischen der Kernaufgabe der Abfallverbrennung und der zwangsläufigen Beeinträchtigung dieser Kernaufgabe durch die zur termingerechten Sanierung notwendigen Maßnahmen entstanden wäre. Entsprechend wurde das Projekt *Bunkerertüchtigung* 2008 einer bereits zu diesem Zeitpunkt bestehenden Projektabteilung, die für den Bau einer neuen Linie A (als Ersatz für vier alte Bestandslinien) am Standort Ruhleben zuständig war, angegliedert.

3.2. Projektstruktur und Ertüchtigungsschritte

In einem ersten Schritt wurde eine Projektstruktur erstellt, die sich an den Vorgaben des o.g. Gutachtens orientierte und mit der eine erste Einteilung in einzelne wesentliche Teilprojekte vorgenommen wurde. Da die Ausführung der Sanierung *schrittweise* entsprechend der im Gutachten festgestellten Dringlichkeit erfolgen würde, ergaben sich entsprechend drei *Ertüchtigungsschritte*, nachfolgend auch als *ES1* bis *ES3* bezeichnet.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Hauptaufträge für die eigentlichen Sanierungsarbeiten sowie Anzahl und Beispiele für *Nebenleistungen*. Diese Nebenleistungen oder *Kollateralprojekte* entstehen aus den Randbedingungen unter laufendem Betrieb für die Herstellung der Baufreiheit (Freilegen der Sanierungsbauteile von Installationen usw.) und der Arbeitssicherheit und prägen maßgeblich Umfang und Schwierigkeit dieses Projektes.

ES1 – Schlackebunker:

10 Hauptaufträge und insgesamt 21 Nebenaufträge ohne Planungsaufträge, z.B.:

- De- und Remontagen von Bühneneinbauten, Elektro- und HLS-Installationen, Brandmeldetechnik, Videokameras;
- Sicherung der Schlackekrane gegen Einfahren in die Arbeitsbereiche;
- Wiederherstellung angrenzender Bauteile infolge Beschädigung durch Hochdruckwasserstrahlarbeiten.

ES2 – Austausch Dachaufbau, Sanierung Dachbinder, Südfassade und Anlieferdeck

4 Hauptaufträge und insgesamt 35 Nebenaufträge ohne Planungsaufträge, z.B.:

- Versorgungsnetzes für Baustrom und Bauwasser;
- De- und Remontagen von Anlagentechnik, Elektro- und HLS-Installationen, Brandmeldetechnik, Videokameras;
- Abschnittsweise De- und Remontage der Sprühwasserlöschanlage im Dachbereich;
- Kranplattform für Abfallkrane zur Beschleunigung der Arbeitsabläufe (Näheres hierzu nachfolgend);
- Rückbau nicht mehr in Betrieb befindlicher Aufgabetrichter einer ehemaligen Abfallpresse zur Schaffung von Logistikflächen im Bunker;
- Einsatz von Sicherungsposten *SiPo* zur Überwachung und Koordination von Arbeiten bei gleichzeitigem Kranbetrieb;
- Einhängkonsolen zum Abhängen von Arbeitsplattformen in der Dachebene (Näheres hierzu nachfolgend);
- Verschlüsse für Tore des Abfallbunkers einschl. dauerhafter Stahlbau-Verstärkung aller Torrahmen (Näheres hierzu nachfolgend).

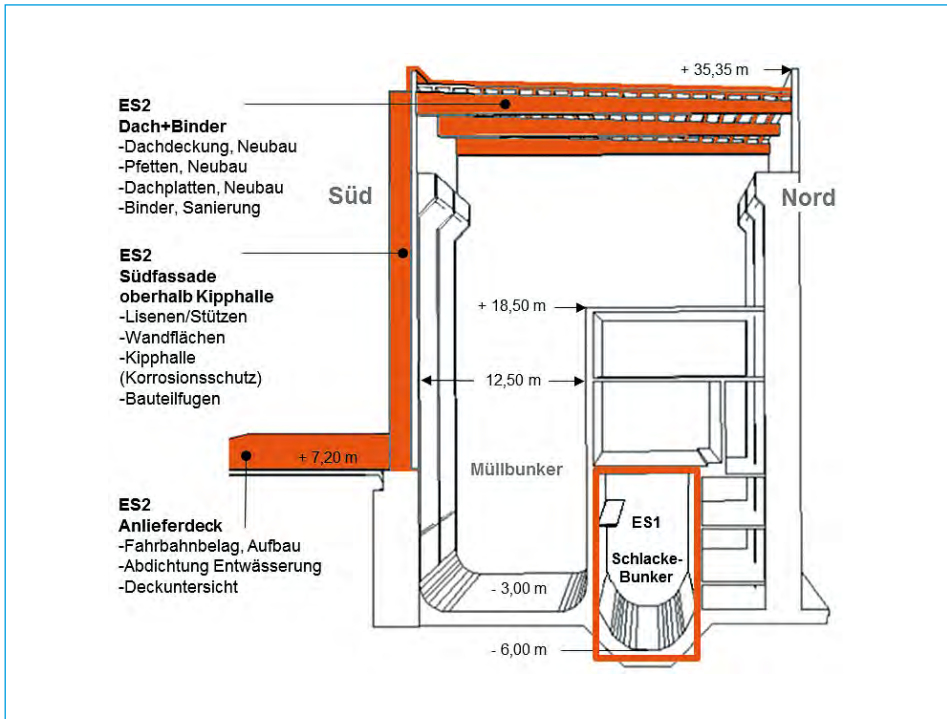


Bild 2: Darstellung der Bereiche der Ertüchtigungsschritte ES1 und ES2

ES3 – Restliche Bunkerbereiche

10 Hauptaufträge und – hier nur allein im ersten Bauabschnitt 2013-2014 – 50 Nebenaufträge ohne Planungsaufträge, z.B.:

- Baustrom-, Bauwasser- und Druckluftversorgung, Lager und Containerflächen, Zugangsgerüsttreppenturm und Leistungsbrücken;
- De- und Remontagen von Elektro- und HLS-Installationen, Brandmeldetechnik, Infrarotkameras;
- Rückbau der Abfallaufgabetrichter der seit 2012 nicht mehr aktiven Verbrennungslinien 5 bis 8 zur Schaffung von Logistikflächen im Bunker;
- Außerbetriebnahme, Verlegung der elektrischen Zuleitungen und Aktivierung von s.g. Löschmonitoren zur Brandbekämpfung;
- Verlegung der gesamten Ampel-Tor-Steuerung für die Abfallanlieferung zur Schaffung von Baufreiheit;
- Einrichtung einer temporärer lufttechnischen Verbindung zwischen Bunker Linie A und Bestand als *Bypass* für den Havariefall;
- Umfangreiche Maßnahmen zur Kransicherung (Näheres hierzu nachfolgend).

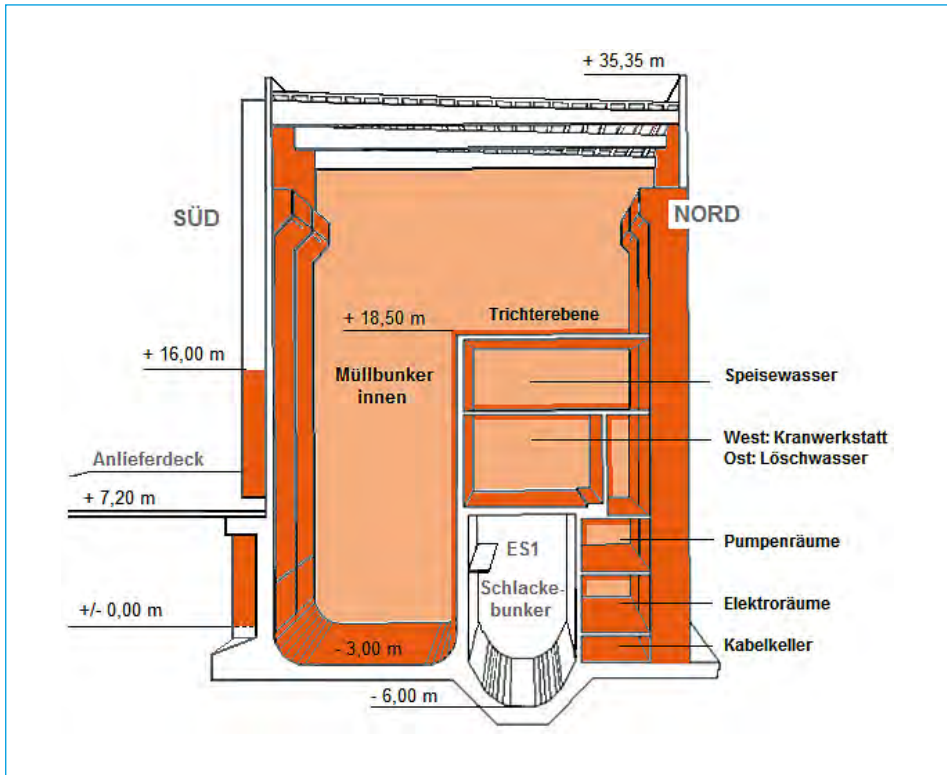


Bild 3: Darstellung der Bereiche des Ertüchtigungsschritts ES3

4. Auswahl, Ausschreibung und Aufgaben des Fachplaners

Die Vielzahl an Einzelaufträgen – insbesondere an *Kollateralprojekten* und der darin enthaltenen Bandbreite an technischen und logistischen Lösungen lässt erkennen, dass die dahinter stehende Planung, keine Standardaufgabenstellung ist. Dem entsprechend ist diese über eine Standardausschreibung mit den Leistungsphasen gemäß HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) nicht abdeckt.

Um Missverständnisse über die tatsächlich zu erbringende Leistung auszuschließen (Nachtragsrisiko), vor allem aber, um die Projektziele hinsichtlich der vorgegebenen Terminalschiene nicht zu gefährden, ist ein genaues Leistungsbild für die Planer ergänzend bzw. alternativ zur HOAI unerlässlich. Nachfolgend sind daher gewählte Ergänzungen zu den Leistungsbildern des Fachplaners aufgezeigt. [Ausführlichere Ausführungen hierzu sowie auch zum Statiker und SiGeKo finden sich in der Download-Version]

Mit der Ausschreibung waren Referenzen vorzulegen, die neben der fachlichen Qualifikation ausdrücklich auch Leistungen im Bestand und bei laufendem Betrieb aufzeigen sollten. Geeignete Bieter waren in einem Bietergespräch aufgefordert, in einem ersten Konzept ihre Herangehensweise an die Planungsaufgabe darzustellen. Hierbei konnte

sich der AG einen Eindruck vermitteln, ob der Bieter die Komplexität der Aufgabe verstanden hatte und ob er Möglichkeiten der Umsetzung der Sanierungszeile bei laufendem Betrieb entwickeln kann. Das Büro CONVIS Bau & Umwelt Ingenieurdienstleistungen GmbH aus Berlin konnte sich fachlich und wirtschaftlich mit seinem Angebot in diesem Vergabeverfahren behaupten und wurde für die HOAI-Leistungsbildern für Ingenieurbauwerke und technische Ausrüstung (um die erforderlichen *Kollateralprojekte* an haustechnischen Installationen mit abzudecken) beauftragt.

Folgende zusätzliche Leistungen wurden formuliert, die die tatsächliche Planungsaufgabe beschreiben sollten:

- Umsetzung unter Maßgabe der kleinstmöglichen Beeinträchtigung des laufenden Betriebes des MHKW Ruhlebens und der vorgegebenen Kosten- und Terminziele;
- Gewährleistung einer Standdauer der Gebäudeanlage bis 2040 ohne weitere größere bauliche Maßnahmen;
- Planung und Bauüberwachung unter zu jedem Zeitpunkt vollumfänglichen Sicherstellung der Funktion und Betriebssicherheit des MHKW.

Als grundlegenden Besonderheiten der Aufgabe waren zu vom AN zu berücksichtigen ,

- Die gesamte eigenständige Abstimmung und Koordination mit dem Betrieb, insbesondere für Baustelleneinrichtungsbelange, betriebliche Interimsmaßnahmen und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung betrieblicher Einschränkungen;
- Eigenständige Abstimmung und Koordination mit dem AG, den ausführenden Firmen (...), insbesondere die An- und Abmeldung von Arbeiten im Rahmen des betrieblichen Reparaturmeldungsverfahrens, die laufende Information des Betriebes über aktuelle und anstehenden Arbeiten sowie Abstimmungs-/Klärungspunkte im Rahmen der betrieblichen Frühsprache (arbeitstägliche betriebliche Kurzbesprechung);
- Ständige Präsenz des AN vor Ort während laufender Arbeiten;
- Kostenanschlag auf Basis der vom AN erstellten Vergabeunterlagen und eine Analyse der hierbei erkennbaren Abweichungen zu der vorliegenden Kostenberechnung vor Vergabe der Bauleistungen.

Für die Bearbeitung dieser Aufgaben wurden dem AN schon für die Planungsphase Räumlichkeiten unmittelbar am Standort der BSR zur Verfügung gestellt, wodurch von Anfang an die notwendige Nähe zur Projektleitung des AG und zum Betriebspersonal bestand.

5. Untersuchungen zu Schäden und deren Sanierung

Die Schäden am Abfallbunker und Anlieferdeck ließen sich grob betrachtet in zwei Kategorien einteilen. Zum einen der Austausch vorhandener Bauteile (im Wesentlichen Abfallbunkerdach und Aufbau Anlieferdeck) und zum anderen der Erhalt der Betonkonstruktion durch Sanierung.

Während zum Austausch von Bauteilen keine Alternativen bestanden, war die Art der Sanierung der verbleibenden Bausubstanz stark abhängig vom tatsächlichen Schadensbild.

5.1. Betonstahlkorrosion

Bei Stahlbetonbauwerken ist der Bewehrungsstahl bei einer ausreichenden Überdeckung mit chemisch und mechanisch unbeschädigtem Beton durch den hohen pH-Wert des im Beton vorhandenen Porenwassers vor Korrosion geschützt. Dieser *natürliche* Korrosionsschutz kann durch verschiedene Faktoren gestört oder zerstört werden:

- Die Betonüberdeckung ist insgesamt nicht ausreichend (bis hin zu freiliegendem Stahl) oder durch Risse und sonstige Schäden nicht mehr intakt;
- Es sind durch Umwelteinflüsse Stoffe in den Beton eingedrungen, die die Korrosion fördern (z.B. Chloride) bzw. den pH-Wert absenken (Karbonatisierung), so dass die Schutzwirkung verloren geht.

Unter Einwirkung von Feuchtigkeit setzt dann Korrosion ein, der Stahl rostet. Durch die infolge der Korrosion erzeugte Volumenvergrößerung des Stahls entstehen Spannungen im Beton, die zu Rissen und Abplatzungen führen. Im weiteren Verlauf reduziert sich auch der statisch erforderliche Querschnitt des Stahls, so dass dieser die ihm im Gesamtsystem zugeordneten Zugkräfte nicht mehr aufnehmen kann; es kommt zu einem Versagen des Bauteils.

5.2. Betonsanierung als bautechnisch Lösung

Die Sanierung von Betonschäden läuft in der Regel nachdem selben Grundmuster ab, welches Bild 4 aufzeigt. Je nach Schädigung sind aber auch abgestufte Lösungen möglich. Näheres hierzu findet sich im diesbezüglichen Regelwerk *DAfStb-Richtlinie, Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen* [1].

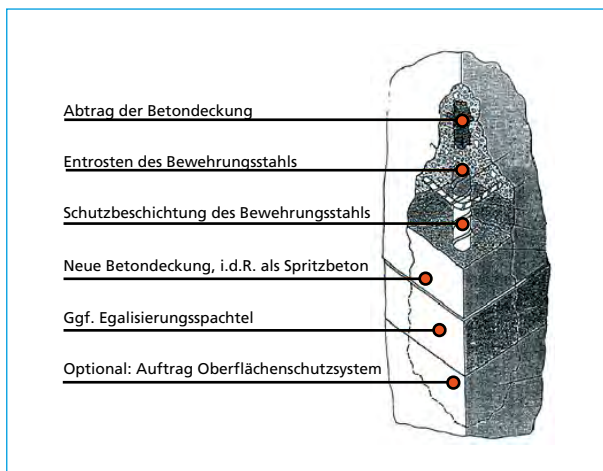


Bild 4:

Darstellung der bautechnischen Sanierung von Betonschäden

Allen Varianten gemeinsam ist, dass diese Instandsetzungsart freie Betonoberflächen und deren Zugänglichkeit voraussetzt. Jegliche Installationen auf den betroffenen Betonflächen sind vor der Instandsetzung zu demontieren und anschließend wieder zu montieren bzw. zu verlegen. Da dieser Aufwand schnell zu erheblichen Nebenleistungen und -kosten führt, wurden planungsbegleitend Untersuchungen durchgeführt, die eine genauere Klärung des tatsächlich erforderlichen Sanierungsumfangs sowie auch mögliche Alternativen zur bautechnischen Lösung zum Ziel hatten.

5.3. Bauteilbeprobungen und Schadenskartierung

2009 wurden nach Vorgabe durch die Fachplanung über 200 Bauteilbeprobungen veranlasst. Die Proben wurden labortechnisch analysiert und durch die Fachplanung hinsichtlich der daraus ableitbaren Sanierungsmaßnahmen in ein bauteilbezogenes Schadenskataster überführt. Im Ergebnis konnten mit den Daten die Ergebnisse der Bauteilgutachten verifiziert werden. Der Umfang der zur Verfügung stehenden Daten reichte nun auch aus, um innerhalb großflächiger Bauteile ggf. unterschiedliche Sanierungsvarianten differenzieren zu können.

5.4. Kathodischer Korrosionsschutz als Alternative

Als Alternative zu einer bautechnischen Sanierung wurde auch die Anwendung von *kathodischem Korrosionsschutz* – KKS – in Betracht gezogen.

Da im Rahmen dieser Vortragsreihe ein eigener Beitrag zum KKS vorliegt, sei für nähere technische Hintergründe hierauf verwiesen [2].

Der Einsatz von KKS kann bei geeigneten Randbedingungen Vorteile gegenüber einer *normalen* Betoninstandsetzung haben. So z.B. geringere Eingriffe in die Bausubstanz und/oder eine Reduzierung von De- und Remontagen von Installationen auf den Betonbauteilen.

Um die grundsätzliche Eignung des KKS-Systems zu testen, wurde vor Ort ein Probebetrieb unter Betreuung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) im Jahr 2009 durchgeführt.

Im Ergebnis wurde ein hoher Leitwiderstand des Bestandsbetons festgestellt. In dessen Folge waren einfach zu installierende oberflächennahe Systeme (Band- und Flächenanoden) nicht hinreichend wirksam. Stabanoden lieferten zwar Hinweise auf eine vorhandene Schutzwirkung



Bild 5: KKS-Probeinstallation an einer Lisene/Stütze des Abfallbunkers mit Stabanoden

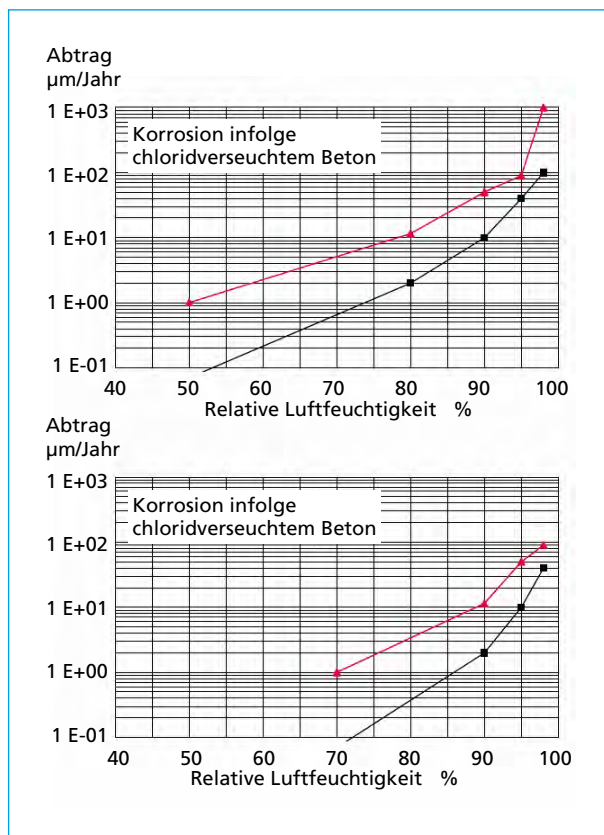
für den Betonstahl, jedoch nur bei entsprechend hoher Einbaudichte, was wiederum freie Oberflächen voraussetzte. Der Einbau von Stabanoden war zudem aufgrund der hohen Bewehrungsdichte beim Einbohren in den Beton technisch schwierig.

Die erhofften Vorteile waren mit diesem Ergebnis nicht gegeben, so dass der Einsatz von KKS nicht weiter verfolgt wurde. Dieses Ergebnis gilt jedoch nur für die konkreten Bedingungen des MHKW Ruhleben. Eine Betrachtung in anderen Sanierungsprojekten kann also durchaus positive Ergebnisse liefern, so dass die benannten möglichen Vorteile zum Tragen kommen.

5.5. Luftfeuchtheitsmessung zur Eingrenzung des Sanierungsumfangs

Eine Voraussetzung für die Korrosion neben den o.g. Faktoren einer Beschädigung bzw. chemischen Beeinflussung der Eigenschaften des Betons, ist die Einwirkung von Feuchtigkeit.

Bei Außenbauteilen ist diese Einwirkung stets gegeben. In Innenräumen, bleibt als Einflussgröße die Luftfeuchtigkeit, welche sich auf den Beton auswirkt, indem der Beton Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt.



In der Literatur finden sich Untersuchungen, wonach bei einer dauerhaften relativen Luftfeuchtigkeit unter 60 Prozent die Korrosionsgefahr insgesamt, auch bei belastetem Beton, als gering anzusehen ist. [3]

Kann demnach die relative Luftfeuchtigkeit dauerhaft mit unter 60 Prozent nachgewiesen werden, kann die Sanierung ggf. geringer gewählt werden.

Bild 6:

Korrosion infolge der Luftfeuchte

Quelle: Risiko von Betonabplatzung infolge Bewehrungskorrosion. TFB Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton, Wildeg: herausgegeben vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Schweiz; 10/2006

Als untersuchungsrelevante Flächen kamen Innenräume ohne mechanische Belastung in Betracht, z.B. die Abfallbunker-Nordwand, die in einem hohen Maße mit Installationen belegt ist, sowie die Untersicht des Anlieferdecks, welche in großen Bereichen mit genutzten Räumen und/oder Installationen unterbaut ist.

An 24 Stellen wurden Messgeräte angebracht. Die Messung wurde auf ein Jahr angelegt, um den gesamten jährlichen Witterungszyklus abzudecken. Anhand von Diagrammen, die mittels der zugehörigen Gerätesoftware erstellt wurden, konnte die Einhaltung des entscheidenden Grenzwertes von 60 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit hinreichend genau abgelesen werden.

Mit den Ergebnissen dieses Feuchtemessprogramms konnte in den Räumen unterhalb des Anlieferdecks und auf der kesselhausseitigen Abfallbunkerwand der Sanierungsaufwand erheblich reduziert werden, während z.B. im Bunker eine deutliche Überschreitung des Grenzwertes vorlag.

Die nachfolgenden Diagramme zeigen beispielhaft den Verlauf der gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit als grüne Datenpunkte mit grüner Verbindungsline für zwei ausgewählte Messpunkte. Die Temperatur wird zur Information als rote Linie zusätzlich dargestellt. Der relevante Grenzwert von 60 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit ist als orange Linie in die Diagramme eingefügt.

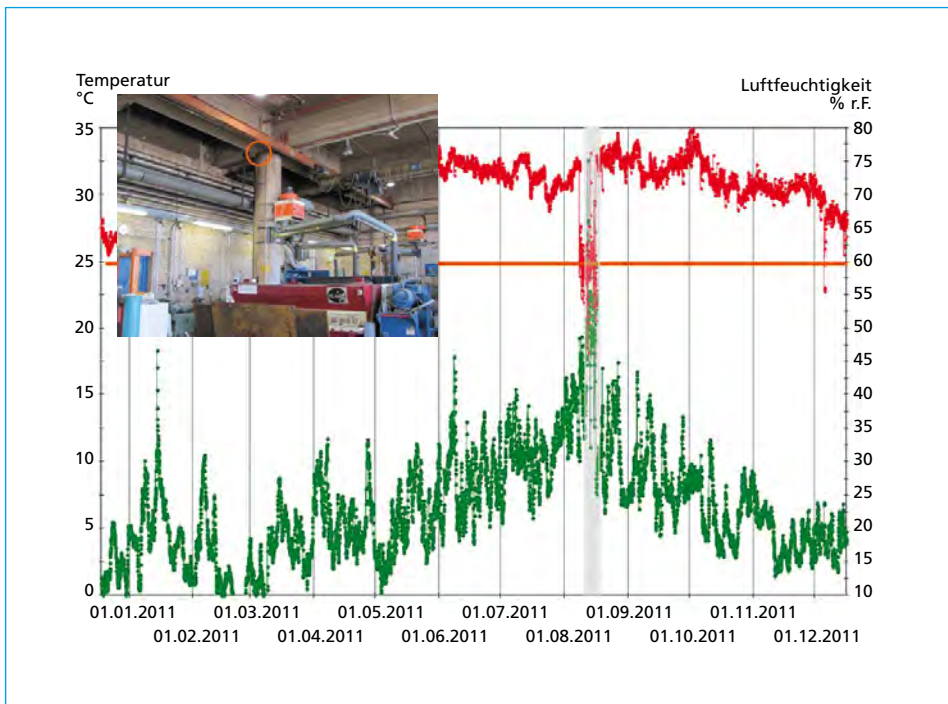


Bild 7: Messstelle unterhalb des Anlieferdecks; Foto der Lage der Messstelle eingebettet im Auswertungsdiagramm; Beispiel für eine weitgehende Einhaltung des Luftfeuchtigkeitsgrenzwertes $\leq 60\%$

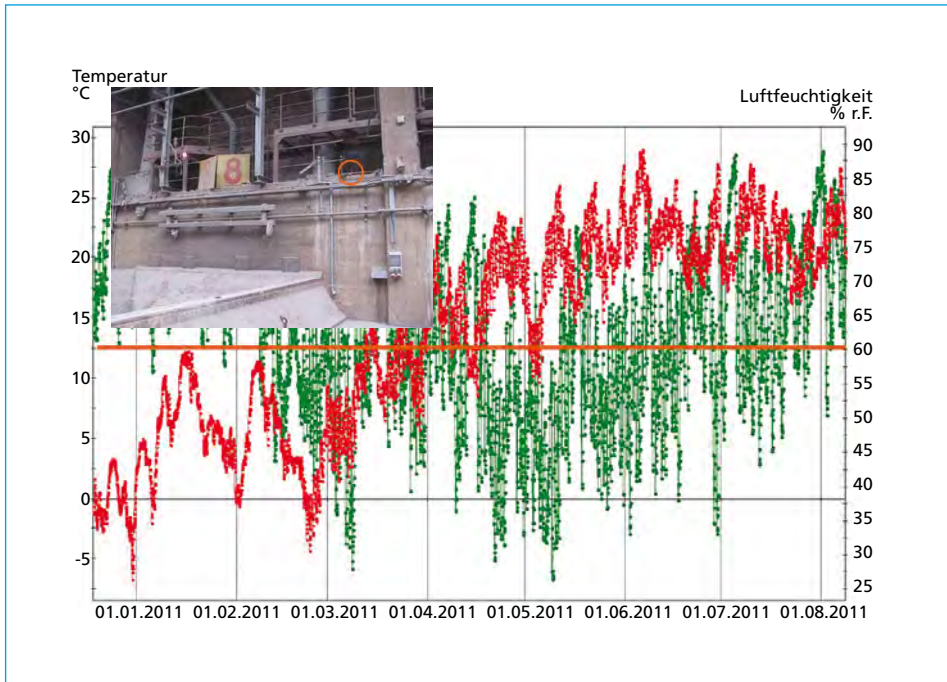


Bild 8: Messstelle im Abfallbunker; Foto der Lage der Messstelle eingebettet im Auswertungsdiagramm; Beispiel für eine deutliche Überschreitung des Luftfeuchtigkeitsgrenzwertes von 60 % bereits nach Hälfte des Messzeitraumes

6. Sanierung im laufenden Betrieb

6.1. ES2 Sanierung Dach und Dachbinder, Südfassade und Anlieferdeck

Der Ertüchtigungsschritt 2 (ES2) bestand aus den drei Hauptprojekten an Dach, Fassade und dem Anlieferdeck. Die Hauptleistungen erfolgten im selben Zeitraum 2010 bis 2011. Nach einer Vorstellung der Einzelprojekte, wird daher zusätzlich noch die Koordination der Projekte untereinander vorgestellt, da dies mit einer der Kernpunkte der Planungsaufgabe war.

6.1.1. Dach und Dachbinder

Für den Austausch des Dachaufbaus bestehend aus Dachhaut, Dachplatten, und Pfetten sowie der Betonsanierung der Dachbinder galten zwei Kriterien, die in jedem Fall zu gewährleisten waren:

- a) Aufrechterhaltung Bunkerbetrieb (Abfallanlieferung, Abfallumschlag-/mischung und Beschickung der Kessel); im Zeitraum der Sanierung noch für acht Linien und Regelbetrieb mit sechs Linien.

- b) Sicherstellung der Betriebsgenehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), wonach ein Öffnen der Dachfläche zur Außenluft bei Abfalllagerung nicht genehmigt ist.

Dem Kriterium b) konnte mit dem Einbau einer weitgehend luftdichten Gerüstarbeits-ebene im Dachbereich begegnet werden.

Bisher waren Arbeiten im Dachbereich durch ein Einrüsten eines Abfallkranes ermöglicht worden. Der eingerüstete Kran war dann natürlich für die Dauer der Arbeiten festgesetzt. Hinzu kam ein beidseitiger Sicherheitsbereich. Der unterhalb des Krans und des Sicherheitsbereiches liegende Bunkerbereich konnte nicht bewirtschaftet werden. Für einen über zwei Jahre geplanten Sanierungszyklus über 13 Dachabschnitte war diese Methode jedoch nicht optimal.

Die Arbeitsebene musste also unabhängig von den Kranen zwischen den Dachbindern liegen, so dass nach deren Einbau darunter der Kranbetrieb wieder stattfinden könnte. Das Problem war aber der Ein- und Ausbau dieser Arbeitsebene.

Kranplattform

In dieser Planungsphase hatte das Fachplanungsbüro die Idee einer *Kranplattform*. Diese sollte eine auf allen drei Abfallkranen einsetzbare Funktionseinheit sein und folgende wesentliche Anforderungen erfüllen:

- Einsatz oberhalb der Kranaufbauten für De- und Remontagen von Elektro- und Löschanlagen sowie der Arbeitsgerüstebene.
- Einsatz auf der Katzfahrbahn eines Abfallkranes zur Erreichbarkeit der Unterseiten der Dachbinder.

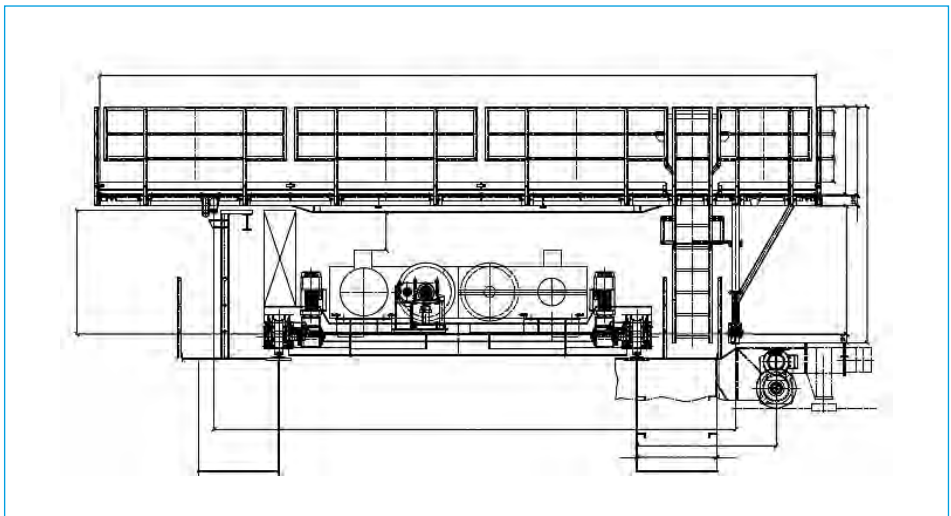


Bild 9: Werkszeichnung der Kranplattform im Einsatz über den Kranaufbauten auf eigenen Fahrschienen

- Schnelles Auf- und Absetzen auf einen Abfallkran mithilfe eines im Bunker vorhandenen stationären Lastenzuges.
- Bedienbarkeit und Verschiebbarkeit von Hand mit zwei Personen.
- Klappbare bzw. schnell steckbare Geländeraufbauten.
- Abfallkran kann bei abgeklappten/ abgebauten Geländern mit Plattform verfahren oder sogar zum Abfallumschlag genutzt werden.

Mit Planung und Bau von letztlich zwei Plattformen wurde die Firma Kranservice Rheinberg GmbH, Betriebsstätte Eberswalde beauftragt.



Bild 10:

Kranplattformen von der Kranbrücke aus gesehen; hintere Plattform mit Geländern

Die Logistik sah vor, dass jeweils zwei bis drei nebeneinander liegende Dachabschnitte mit der Kranplattform mit Arbeitsebenen eingerüstet werden. Diese Dachabschnitte lagen oberhalb von benachbarten Kessellinien, die sich in Revision oder Bereitschaft befinden. Der tägliche Ablauf war dann folgender:

- 06:00 bis 14:00 Uhr: Bewirtschaftung des Abfallbunkers auch unterhalb der betroffenen Dachabschnitte. Kranplattform ist ohne Geländeraufbau in einer gesicherten mit Endlageschaltern überwachten Parkposition arretiert. Abfallkran kann zum Umschlag genutzt bzw. aus dem Weg gefahren werden.
- 14:00 bis 06:00 Uhr: Arbeiten im Dachbereich. Abfallkran mit Plattform in die Arbeitsposition und elektrisch unklar abgestellt. Arbeitsbereich gegen Anprall der anderen Abfallkrane gesichert. Kranplattform mit Geländern bestückt.

Die Realisierung erforderte BSR-intern Überzeugungsarbeit, da wesentliche Änderungen an der Krananlage nötig waren. Vor dem ersten Einsatz waren zudem umfangreiche Prüfungen durch einen Kransachverständigen, dem Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin (LAGeSi), der Unfallkasse Berlin, den Berufsgenossenschaften Bau und Metall sowie der eignen Arbeitssicherheitsabteilung der BSR und dem SiGeKo für das Projekt erforderlich.



Bild 11: Kranplattformen in Parkposition auf einem Abfallkran im Abfallumschlagbetrieb

Arbeitssicherheit

Für die Arbeiten galten hohe Anforderungen. Firmen, die mit den Plattformen arbeiten sollten, wurden ausführlich vor Ort mit der Anwendung vertraut gemacht. Gleiches galt für alle Kranfahrer der BSR, auf die zusätzlichen Eigenschaften der Krane beim Fahren mit aufgesetzter Plattform geschult wurden.

Die tägliche Prozedur für die Nutzung bestehend aus den Abläufen

- Abfallkran im Arbeitsbereich unter dem Dach positionieren,
- Einrichten und Testen der Sicherheitseinrichtungen gegen Abfallkrananprall,
- Auf- und Abrüsten der Plattformen mit Geländern

wurde vom SiGeKo überwacht. Die Einsatzbereitschaft wurde anschließend gemeinsam mit dem AN protokolliert. Gleiches galt für das tägliche Nutzungsende der Plattformen hinsichtlich Geländerrückbau, Beräumung und Abstellen in Parkposition.

Zusätzlich wurden im Abfallbunker noch Sicherheitsposten *SiPo* einer externen Firma eingesetzt. Diese wurden an Standorten mit gutem Überblick über die Arbeiten postiert und hatten die alleinige Aufgabe, mögliche Gefahren aus Abfallbunkerbetrieb und gleichzeitigen Sanierungsarbeiten zu erkennen. Hierzu bestand ständiger Funkkontakt zwischen *SiPo*, AN und Kranfahrer.

Einhängekonsolen

Ein weiteres Kollateralprojekt waren *Einhängekonsolen* für den Einbau der Arbeitsebenen.



Bild 12 u. 13: Einhängekonsole: Auf dem Kopf liegend und im Einbauzustand mit angehängter Trägerkonstruktion der Gerüstarbeitsplattform



Bild 14:

Einhängekonsole im eingebauten Zustand. Zu erkennen ist die Lücke zwischen Binder und Dachhaut durch die die Konsole um 90° gedreht eingeschoben wurde

Für den Einbau der Arbeitsebenen sollten möglichst keine umfangreichen Bohrungen für Befestigungsmittel in die Dachbinder eingebracht werden. Dies war zum einen eine Vorgabe des Statiker - vor allem für die hoch bewehrten Zugzonen der Binder - und zum anderen der Wunsch nach einem möglichst schnellen Einbau der Arbeitsebenen.

Als Lösung wurde eine Stahlbaukonstruktion erdacht, die sich von der Kranplattform aus ohne sonstige technische Hilfsmittel, also *von Hand* relativ schnell einbauen ließ. Diese war möglich, da zwischen Dachbindern und Dachplatten freie Bereiche waren, über die die Konsolen durchgeschoben und verspannt werden konnten (Bild 14).

Bauablauf

Der nachfolgend mit Bildern dargestellt. Der Hauptauftragnehmer war die Firma Matthäi Bauunternehmen GmbH & Co. KG, Westerstede.

Phase 1 – 2,5 KW

Aufsetzen der Kranplattformen, Demontage von Luftansaugtürmen für die Baufreiheit an den Dachbindern, Demontage von Elektro- und Löschanlagen; Einbau Gerüstarbeitsebene; Absetzen Kranplattform.



Bild 15:

Gerüstarbeitsebene in einem Dachabschnitt zwischen zwei Dachbindern im *Rohbau* noch ohne Abdichtung; Ansicht von unten aus einem offenen Abfallbunkertor

Phase 2 – 8,5 KW

Arbeiten auf dem Dach außerhalb des Bunkers unter Verwendung von verfahrbaren Wetterschutzzelten zur witterungsunabhängigen Sicherung der terminlichen Abläufe.



Bild 16:

Gerüstarbeitsebene von *innen* mit Auskleidung gegen Abfallstäube aus dem Abfallbunker nach außen und Schutz vor herabfallenden Teilen aus der Sanierung nach unten



Bild 17:

Verfahrbares Wetterschutzzelt
auf dem Bunkerdach



Bild 18:

Abbruch der alten Dachplatten
aus Porenbeton mit Bitumen-
anstrich auf einer Dachpfette
am Auflagerpunkt eines Dach-
binders (links im Bild); zu er-
kennen die statisch nicht mehr
nachweisbare Aufbaustärke



Bild 19:

Baustelleneirichtung und
Beginn Abbruch auf dem Dach
bei geschlossenem Wetterschutz



Bild 20: Abbruch der alten Dachhaut; Ausheben einer alten Dachpfetten mit Turmdrehkran



Bild 21: Aufbau der neuen Dachhaut aus Pfetten und Dachplatten mit Aufsatz für neue Lichtkuppeln

Phase 3 – 3 KW

Aufsetzen der Kranplattformen, Abbau der Arbeitsgerüstebenen, Umbau Kranplattform auf Katzbahnbetrieb, Sanierung der Binderunterseiten, Umbau Kranplattform auf Normalbetrieb, Wiedermontagen Elektro- und Löschanlagen, Wiedermontagen der Ansaugtürme, Beräumung, Funktionstest der Löschanlagen, Absetzen Kranplattform.



Bild 22:

Kranplattform auf Katzfahrbahn mit Einhausung zur Sanierung der Binderunterseiten, welche nicht von der GerüstarbeitsEbene erreichbar waren

6.1.2. Südfassade

Die Sanierung der Südfassade hatte nur geringen Einfluss auf den laufenden Betrieb. Die Arbeiten bestanden im Abstrahlen der Betonflächen im Hochdruckwasserstrahlverfahren (HDW) und dem Auftrag eines Oberflächenschutzsystems OS 4. Die Schwierigkeit bestand während der Planung *nur* in der Koordination mit den parallelen Arbeiten an Dach und Anlieferdeck, worauf später noch eingegangen wird.



Bild 23: Fassadeengerüst über der Kipphalle mit Brückenträger für Lastabtrag



Bild 24: Einrüstung neuer Bauabschnitt (rechts) und fertig sanierter Abschnitt (links); Kipphalle mit teilweise neuem Korrosionsschutzanstrich (grün); im Vordergrund ein Wetterschutzzelt der Sanierung des Anlieferendecks

Bestandsmangel an der Bügelbewehrung der Lisenen/Stützen

Während der Ausführung gab es eine unangenehmen Überraschung: Die freigelegte Bügelbewehrung war entgegen jeder fachtechnischen Richtlinie falsch eingebaut. Anstatt einer Verankerung der Endhaken senkrecht zur Bauteiloberfläche in die Bauteilebene hinein, lagen die Haken um 90° gedreht. Die Folge war eine rechnerisch nicht nachweisbare Wirkung der Bügel.

Da sich der Bestandsstahl als *nicht schweißbar* herausstellte, musste während der laufenden Arbeiten mit Statiker, Prüfenieur, Fachplaner und ausführender Firma *Arge Sanierung Südfassade (Torkret + Matthäi)* eine Lösung für diesen Punkt geplant werden.



Bild 25:

Zustand der Bügelbewehrung mit um 90° verdrehten Endhaken

Diese bestand letztlich darin, dass alle 30 cm komplett neue mehrteilige und geschweißte Bewehrungsstäbe eingebaut wurden, die die alte mangelhafte Bügelbewehrung in ihrer Wirkung ersetzen.



Der Fall zeigt die Eigenschaft von Sanierungsprojekten, dass trotz sorgfältigster Planung, immer wieder ungeahnte neue Herausforderungen auftreten können.

Bild 26:

Lisene/Stütze mit Schlitzzen und eingebauten Ersatzbügeln

6.1.3. Anlieferdeck

Bei der Sanierung des Anlieferdecks war der gesamte Aufbau ab dem Tragbeton auszutauschen, um die Dichtigkeit gegenüber der Betonkonstruktion selbst und den unterhalb liegenden Räumen wiederherzustellen.



Bild 27:

Wassereinbruch unter dem Deck infolge der mangelhaften Abdichtung; im Bild sieht man Auffangrinnen zur Wasserefassung im Fugenbereich

Die Herausforderung bestand in der Aufrechterhaltung des Anlieferverkehrs. Hierzu wurden schachbrettartig Bauabschnitte auf dem Anlieferdeck über die zweijährige Bauzeit geplant. Immer zwei Bauabschnitte mit einer Dauer von 6 bis 7 Wochen waren gleichzeitig in Bearbeitung, um dem AN ein effektives Arbeiten und technologischen Trocknungszeiten zu ermöglichen.

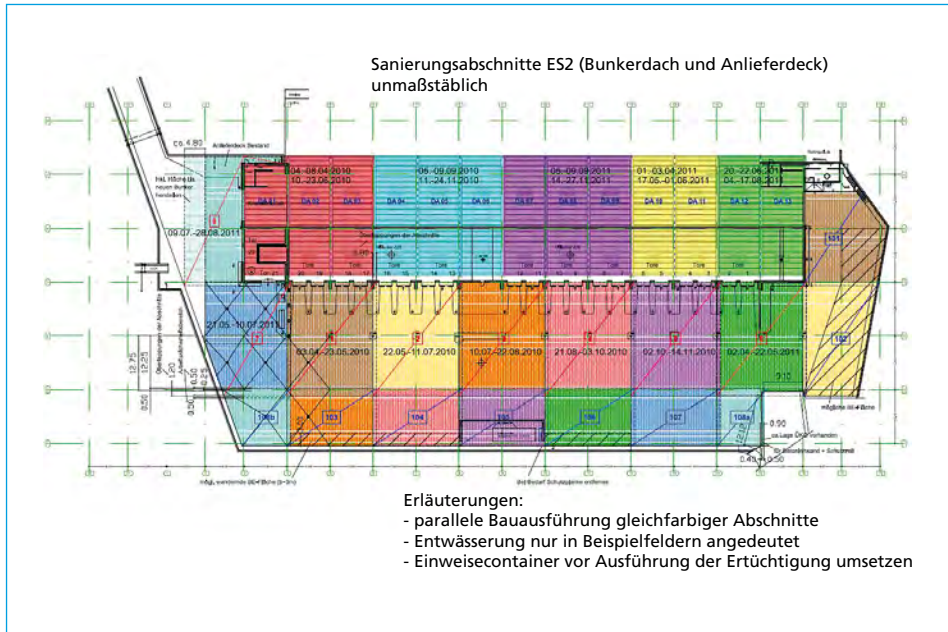


Bild 28: Bauabschnitte Dach und Anlieferdeck; zu erkennen ist die schachbrettartige Bauabschnittsplanung auf dem Anlieferdeck, wobei gleiche Farben für terminlich parallele Abschnitte stehen.

Torrahmenverstärkung und Abfalltorverschlüsse

Um Wochenenden und Feiertage ohne Abfallanlieferung überbrücken zu können, stapelte der Betrieb stets einen Abfallberg im Mittelbereich des Bunkers. Hierzu wurden sechs Abfalltore geschlossen. Alle verbleibenden Tore wurden zwingend weiter für die Anlieferung benötigt.

Die Planung ging zunächst davon aus, dass bei der Umsetzung der Schachbrettlösung gemäß Bild 28 der Abfallberg einfach mitwandern sollte, also immer hinter dem Sanierungsabschnitt liegen sollte. Nur so war sichergestellt, dass gleichzeitig genügend Tore frei waren. Es stellte sich aber heraus, dass das Stapeln des Abfallberges hinter geschlossen Toren nur unter besonderen Auflagen zulässig war, da Abfallbunker und Tore statisch hierfür nicht ausgelegt waren. Entsprechend war neben einem monatlichen Monitoring des Bunkers, der Bereich auf dem Anlieferdeck vor den betreffenden Toren zu sperren. Diese Auflage stand natürlich der Planung für die Bauabschnitte komplett entgegen.

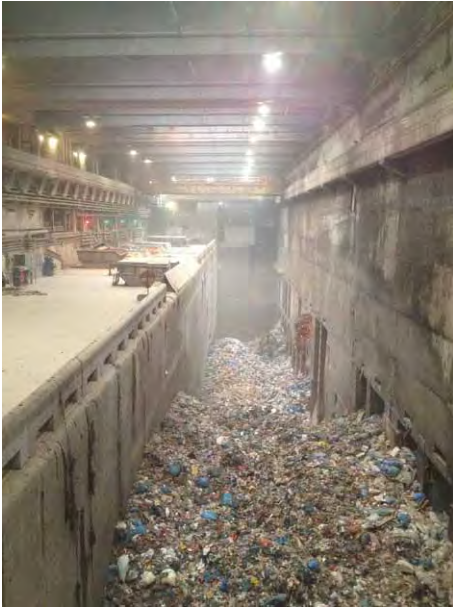


Bild 29: Abfallbunker mit *Abfallberg* zur Bevorratung vor geschlossenen Toren



Bild 30: Einbau der Torrahmenverstärkung; Lastabtrag aus den Torrahmen in massive Stahlstützen



Bild 31: Abfalltorverschluss im eingebauten Zustand

Aus dieser Lage heraus entstand ein weiteres *Kollateralprojekt*. Die Planung und Ausführung statisch nachgewiesener mobiler Verschlüsse für die Tore sowie die Verstärkung der Torrahmen zur Aufnahme des Abfalldrucks.

Die Ausführung wurde noch vor Beginn der Decksanierung durch die Firma Heckmann GmbH & Co. KG Stahl und Metallbau, Hoppegarten abgeschlossen.

Bauablauf

Für den Bauablauf war insbesondere Folgendes zu beachten:

- zahlreiche Provisorien für die Abdichtung und den verkehrstechnischen Übergang zwischen sanierten und unsanierten Bereichen.
- Anschlüsse und Übergänge zu später angrenzenden Bauabschnitten.
- Wetterschutzzelte, für witterungsunabhängiges Arbeiten zur Terminsicherung.
- Lärmbelastung am für Betriebspersonal: Abbrucharbeiten an Wochenenden und lärmintensive Arbeiten aus Rücksicht vor Personal in den unter dem Deck befindlichen Räumen erst ab 14:00 Uhr.



Bild 32: Alter Deckaufbau; zu erkennen ist eine stark durchfeuchtete Porenbetonschicht über dem Tragbeton und eine mangelhafte Abdichtung, die bereits mit einer Drainage und Tropfzuleitung nachgerüstet wurde



Bild 33 u. 34: Abbrucharbeiten an Wochenenden ohne Anlieferverkehr



Bild 35: Wetterschutzzelte; Ansicht vom Abfallbunkerdach



Bild 36: Wetterschutzzelte vom Deck aus gesehen; zu erkennen ist die Beeinträchtigung des Anlieferverkehrs

Hauptauftragnehmer war die Firma Strabag AG Direktion Berlin-Brandenburg, Berlin.

Die Sanierung der Deckunterseite war anschließend in 2012 ohne besondere Eingriffe in den Betrieb möglich und ist hier nicht näher vorgestellt.



Bild 37: Bewehrungseinbau der Schutzbetonschicht; im Hintergrund: eingebaute Abfalltorverschlüsse



Bild 39: Provisorisch abgedichteter Übergang zwischen saniertem und altem Deckaufbau



Bild 38: Übergangskonstruktion an Bauteilfuge mit Anschluss an den nächsten Bauabschnitt



Bild 40: Fast fertiger Bauabschnitt; es fehlt nur noch der Gussasphalt

Unternehmensinterne Information

Da sich die Situation bezüglich freier Tore und Hindernissen durch Wetterschutzzelte sowie provisorischen Übergängen über zwei Jahre hinweg nahezu alle sechs Woche änderte, mussten die Maßnahmen auch BSR-intern kommuniziert werden. Die Kollegen von der Abfallabfuhr sollten wissen, worauf sie sich bei der Anlieferung am MHKW aktuell einzustellen hatten.

Die Projektarbeit erstellte hierfür animierte PowerPoint-Präsentationen mit den aktuellen Hinweisen je Bauabschnitt.

Diese ausführliche Information hat mit dazu beigetragen, dass die Beeinträchtigungen durch die Baumaßnahmen auch von den betroffenen Mitarbeitern der Abfallabfuhr, die zeitweise deutlich längere Wartezeiten bei der Anlieferung hinnehmen mussten, mit Verständnis und Akzeptanz aufgenommen wurden.

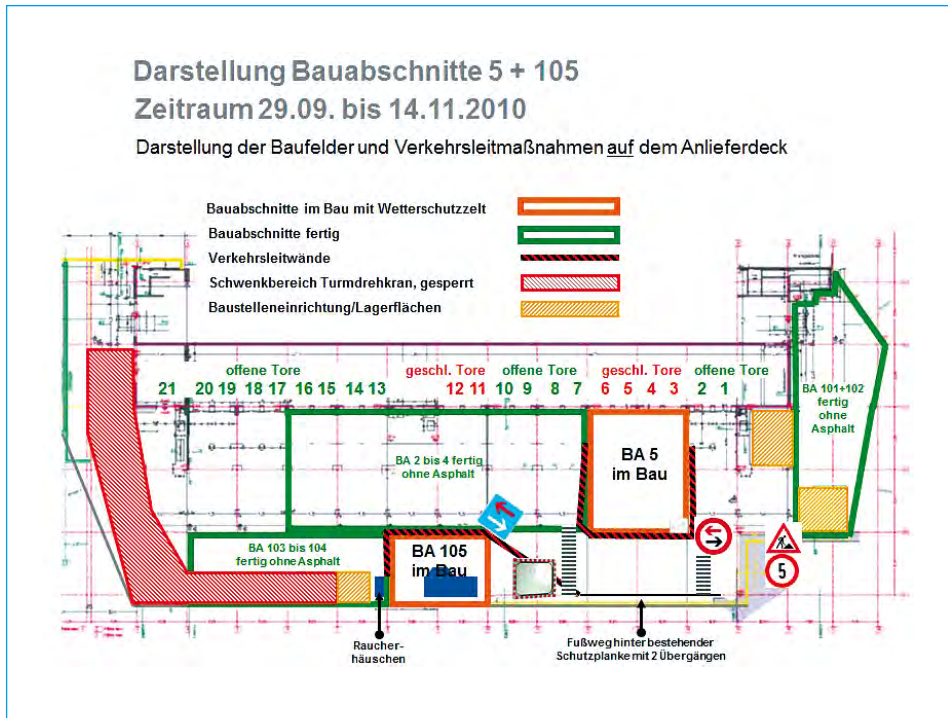


Bild 41: Auszug aus der Info-Präsentation: Aktuelle Lage auf dem Deck; vergleiche Bild 36

6.1.4. Abfallbunkerbewirtschaftungskonzept

Für die Koordination der drei zeitlich laufenden Projekte im ES2 waren die Bewirtschaftung des Abfallbunkers und der parallele Ablauf aller drei Teilprojekte ohne gegenseitige Behinderungen zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten. Als Instrument zu Planung und zur Darstellung gegenüber dem Betrieb wurde ein *Abfallbunkerbewirtschaftungskonzept* erdacht, welches zu einer Visualisierung aller relevanten Bau- und Betriebszustände auf einer Folie ausgebaut wurde. Im Ergebnis lag mit jedem Wechsel eines Bau- und/oder Betriebszustandes eine eigene Folie vor; insgesamt über 200 Seiten. Die interne Bezeichnung lautete *Daumenkino*, da beim schnellen Durchblättern der Folien der Bau- und Betriebsablauf wie im Zeitraffer abließ.

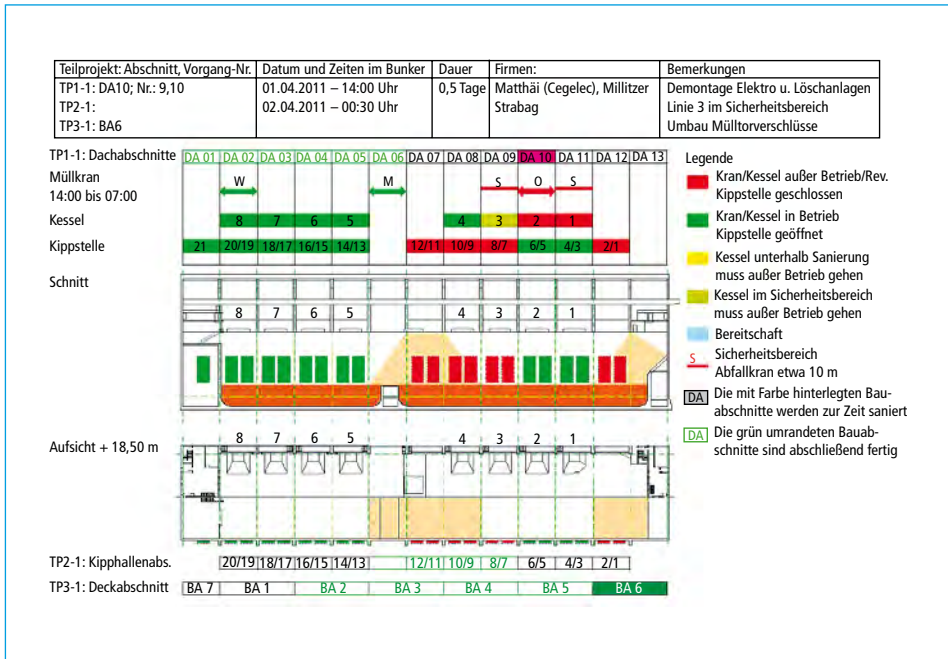


Bild 42: Auszug aus dem Abfallbunkerbewirtschaftungskonzept; Beispiel gültig vom 01.04.2011 bis 02.04.2011

Bild 42 enthält beispielhaft von oben nach unten folgende Informationen:

- Laufende Teilprojekte; Zeitraum, Dauer; tätige Firmen; Bemerkungen.
- Dachabschnitte DA01 bis DA06 fertiggestellt; DA10 in Bearbeitung.
- Abfallkrane West und Mitte betriebsbereit; Abfallkran Ost mit Kranplattform belegt unter DA10 mit beidseitigem 10 m Sicherheitsbereich.
- Kessellinien 4 bis 8 in Betrieb; Kessellinien 1 und 2 in Revision/Stillstand; Kessellinie 3 im Sicherheitsbereich muss kurzzeitig außer Betrieb gehen.
- Kippstellen/Tore 7 bis 12 und 1 bis 2 gesperrt (Umbau Abfalltorverschlüsse von Tor 7 und 8 nach Tor 1 und 2); restliche Kippstellen frei.
- Visualisierung der freien und gesperrten Kippstellen/Tore und der Lage des Abfallstapelberges im Schnitt und in der Aufsicht. Erkennbar ist die Umlagerung in zwei kleinere Abfallberge gegenüber Bild 29.
- Korrosionsschutzarbeiten an der Kipphalle im Mittelbereich und vor Tor 7 bis 12 fertiggestellt; aktuell kein Abschnitt in Bearbeitung.
- Bauabschnitte des Anlieferdecks BA2 bis BA5 vor den Toren fertiggestellt; Bauabschnitt BA06 in Bearbeitung.

6.2. ES3 – Sanierung restliche Abfallbunkerbereiche

Der erste Bauabschnitt im Abfallbunker lag im Bereich vor den ehemaligen, 2012 stillgelegten Kessellinien 5 bis 8. Dies war bewusst so gewählt worden, um die geplanten Bauabläufe im ersten Abschnitt zu testen und optimieren bevor die Bauabschnitte im Bereich vor den Kessellinien in Angriff genommen werden sollten.

Abfallkran als Baukran

Die Baulogistik sah vor, dass dem AN der Abfallkran West mit einer angeschlagener Hakenflasche als *Baukran* und mit Funkfernsteuerung zur Verfügung gestellt wurde. Der Kran wurde vor der Übergabe vom Betrieb auf Sicherheit und Funktionsfähigkeit geprüft.

Luft- und Sicherheitstechnische Trennung des Sanierungsbereiches

Betriebssituation C: Sanierungsbetrieb im Bunker West

Zeitraum: 11.03.2014 bis XX.10.2014*

Status: Sanierungsbetrieb im Westteil, Sanierungsbereich eingerichtet; Müllbetrieb im Ostteil

Arbeiten: Betonsanierungsarbeiten ES3+LFII

Maßnahmen:

- siehe 2.4, Seite 7
- Puffer auf Kranbahn
- Vor- und Endlageschalter MK West und MK Mitte

V = Vorendlage > Schleichfahrt
E = Endlage > Abschaltung

Klärungspunkte:

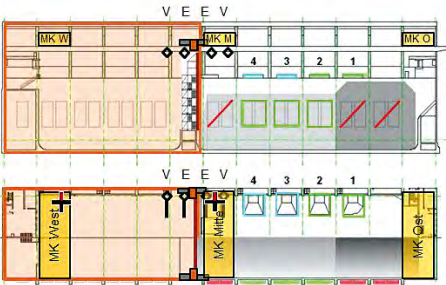



Bild 43: Auszug aus dem Kransicherungskonzept; schematische Darstellung der Lage von Staub-schutzwand, Kranpuffern sowie Vor- und Endlageschalter; eingebettet ein Foto eines Puffers auf der Kranschiene

Unter kontaminierten Bedingungen war ein effektives Arbeiten dauerhaft nicht möglich (Atemmaske, Schutzanzug, Arbeitspausen). Bei der Einrichtung der Baustelle war es daher eine der ersten Maßnahmen den Sanierungsbereich vom Betriebsbereich luft-technisch zu trennen. Hierzu wurde eine Staubschutzwand bis zur Höhe der Kranbahn

errichtet und dann mittels großer Lüftungsgebläse Außenluft in den Sanierungsbereich eingeblasen. Die Luftmenge war so ausgelegt, dass zu jeder Zeit eine leichte Überströmung der Schutzwand in Richtung Betriebsbereich gegeben war. Das System hat sich in der Anwendung voll bewährt. Im Sanierungsbereich herrschten nach Inbetriebnahme von Schutzwand und Zuluftanlage Außenluftbedingungen; der Bereich war somit bis zum Rückbau dieser Einrichtung kurz vor Ende des Sanierungsabschnittes kontaminationsfrei.

Nachdem Aufbau der Staubschutzwand wurde eine dauerhafte Kransicherung installiert. Hierzu wurden eigens beschaffte Puffer auf der Kranschiene montiert und zusätzliche Vor- und Endlagenschalter gesetzt. Hierdurch war von beiden Seiten ein Einfahren der Krane in die Schutzwand ausgeschlossen. Alle Maßnahmen wurden durch einen Kran-sachverständigen getestet und freigegeben.

Fahrbarer Gerüstbock

Für die Ausführung der Arbeiten im Abfallbunker hatte die Fachplanung einen fahrbaren Gerüstbock entworfen, der modular auf die jeweils erforderliche Höhe bis zu maximal 35 Meter aufgebaut werden konnte. Die Fahreinheit des Gerüstbocks konnte mit Fahrmotoren über auf der Bunkersohle verlegten Schienen bewegt werden.

Der Gerüstbock musste für den Einsatz von schweren Hochdruckwasserstrahlgeräten *HDW-Roboter* bis zu sechs Tonnen ausgelegt sein (Bild 58).

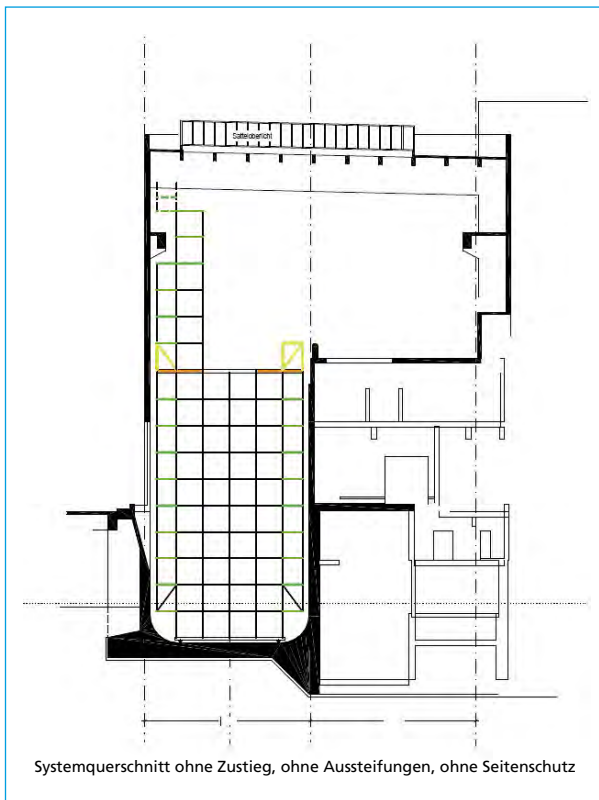


Bild 44:

Planung des fahrbaren Gerüstbocks für die Arbeiten im Bunker



Bild 45: Schaden mit Betonstahlkorrosion an einer Gebäudefuge

Bauablauf

Anhand aussagekräftiger Bilder ist der insgesamt acht Monate dauernde Bauablauf nachfolgend dargestellt. Hauptauftragnehmer war analog zum Dach die Firma Matthäi.



Bild 46: Großflächige Abplatzungen des Betons infolge Greiferanprall

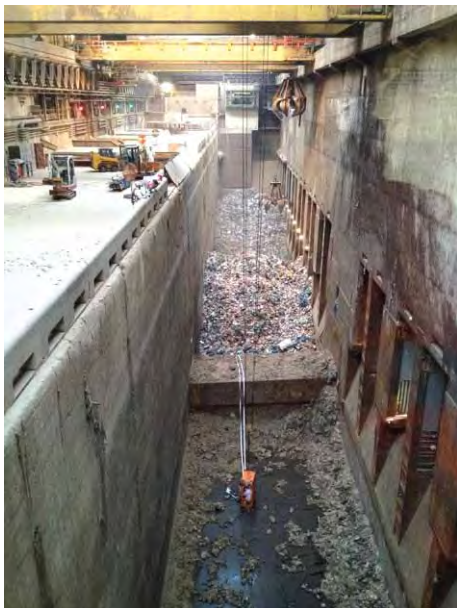


Bild 47: Abfallbunker innen bei Sanierungsbeginn; Abpumpen von Wasser aus dem Hausmüll

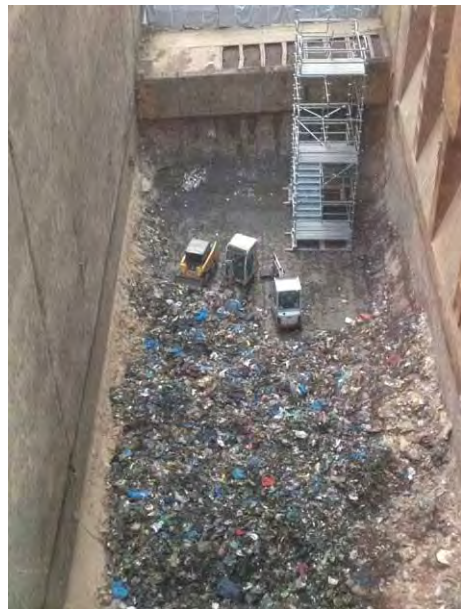


Bild 48: Restabfallberäumung und Treppenturm zur Bunkersohle

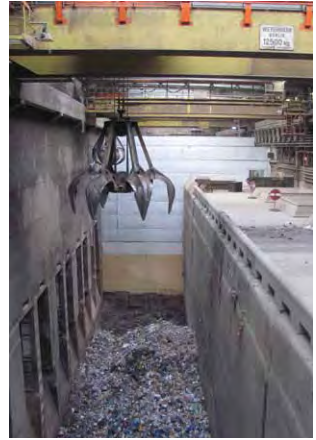


Bild 49 u. 50: Staubschutzwand aus Sicht des Sanierungsbereiches (links) und des Betriebsbereiches (rechts); im unteren Bereich ist die Wand für Abfalldruck ausgelegt, falls auf der Betriebsseite gestapelter Abfall abrutscht, oben besteht die Funktion in der Lufttrennung zwischen beiden Bunkerbereichen; im Vordergrund auf dem linken Bild ist die Einbringplattform für Material vom Anlieferdeck aus erkennbar



Bild 51:

Einbringplattform *Schubblade* mit Kontergewichten zum Einbringen von Material in den Abfallbunker. Es handelt sich um eine Eigenlösung des AN. Mit der Plattform konnten bis zu 9 Tonnen in den Bunker verbracht werden. Hierzu wurde die *Schubblade* vollständig aus dem Bunkertor gezogen, Material und Gerät aufgeladen und die *Schubblade* anschließend wieder eingeschoben, von wo aus der Abfall-Bau-Kran die Lasten abnehmen



Bild 52:

Betonabtrag auf der Bunker-
sohle mit HDW-Roboter



Bild 53: Wasseraufbereitungsanlage für HDW-Arbeiten mit Absetzbecken für Feststoffe und Neutralisationsanlage für den pH-Wert. Die Anlage konnte Spitzen beim Abwasseranfall puffern und eine kontinuierliche Einleitung in den Schmutzwasserkanal am Standort zu den Einleitbedingungen der Wasserbetriebe gewährleisten



Bild 54: Blick auf die Trichterebene mit rückgebauten Trichtern der ehemaligen Linien 5 bis 8; Nutzung als Logistikfläche im Abfallbunker



Bild 56 u. 57: Wiedereinbau der 15 mm starken Verschleißbleche durch Lochschweißung auf einbetonierten Ankerplatten

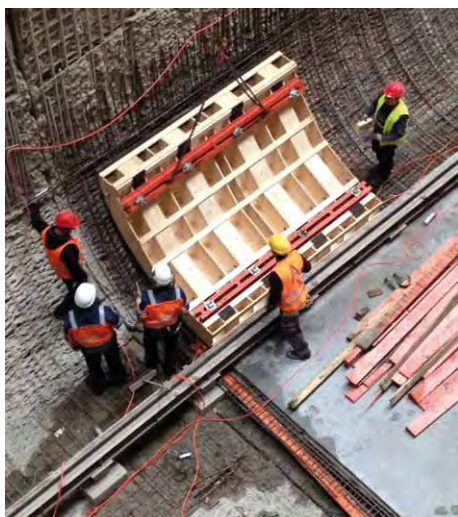


Bild 55: Einsatz der Rundschalung für den Übergang zwischen Bunkersohle und Wänden





Bild 58:

Betonabtrag mit HDW-Roboter vom fahrbaren Gerüstbock aus; zu erkennen sind die Schienen auf der Bunkersohle, ein Treppenturm am Kranhaken und die *Schublade* im Vordergrund



Bild 59:

Beleuchteter Gerüstbock mit der maximalen Höhe von 35 m bis über den Kranbahnballen

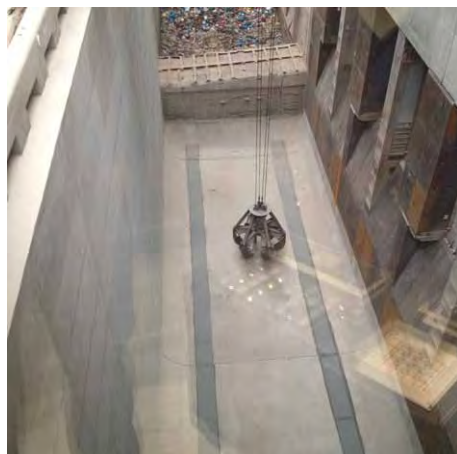
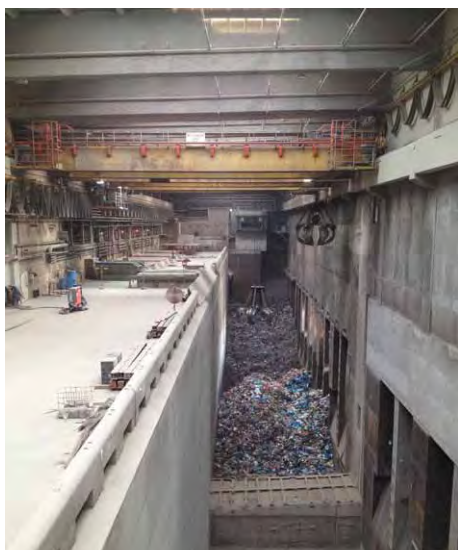


Bild 60 u. 61: Blick in den Abfallbunker mit fertig gestelltem erstem Sanierungsabschnitt

7. Fazit und Ausblick

Das Projekt Bunkerertüchtigung wird nach der aktuellen Planung 2017 abgeschlossen werden. Dabei stehen für die beiden kommenden Jahre 2015 und 2016 u.a. nochmals zwei große Bauabschnitte im Bunker an. Beide diesmal im Bereich vor laufenden Kessellinien, also mit direktem Einfluss auf die Abfallverbrennung.

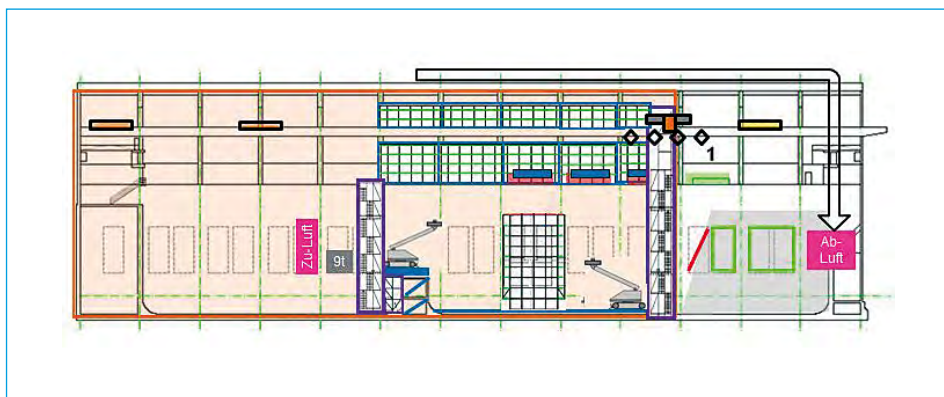


Bild 62: Ausblick auf den Bauabschnitt 2015 mit Schutzwand und Kransicherung; nur ein Kessel ist in Betrieb

Die nächsten drei Jahre werden also noch weitere anspruchsvolle Aufgaben im Projekt bereithalten. Die BSR ist zuversichtlich auch diese mit den bisherigen Erfahrungen und dem guten Planungs-, Betrieb- und Projektpersonal zukünftig lösen zu können.

8. Literatur

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton; Beuth Verlag
- [2] Eichler, T.: Kathodischer Korrosionsschutz als Alternative zur bautechnischen Betonsanierung. Geschäftsführender Gesellschafter der CORR-LESS Isecke & Eichler Consulting GmbH & Co. KG, Berlin
- [3] Risiko von Betonabplatzung infolge Bewehrungskorrosion. TFB Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton, Wildeg: herausgegeben vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Schweiz; 10/2006

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann (Hrsg.):
Energie aus Abfall, Band 12

ISBN 978-3-944310-18-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2015
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Erfassung und Layout: Ginette Teske, Sandra Peters, Berenice Gellhorn, Cordula Müller,
Carolin Bienert, Janin Burbott

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.