



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Ehemalige US-/NATO-Liegenschaften Feucht Sanierung der Lagergruppe D

Abschlussbericht

IUA2006125

Nürnberg, den 31.07.2009



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Auftraggeber: Staatliches Bauamt Nürnberg
Postfach 4757
90025 Nürnberg

Projekt: Ehemalige US-/NATO-Liegenschaften bei Feucht

Auftrag: Sanierung der Lagergruppe D
Abschlussbericht

Ihr Zeichen: ANR: 05 E 0327
MNR: 88540 E 0001

Unser Zeichen: IUA2006125

Sachverständiger: [REDACTED]
Diplom Geologe BDG

Telefon Nr.: 0049 911 [REDACTED]
0049 170 [REDACTED]

eMail: [REDACTED]@LGA.de

Nürnberg, den 31.07.2009

Dieses Gutachten umfasst 26 Seiten, 7 Pläne und 7 Anlagen.

Jede Veröffentlichung – auch in Kürzung oder Auszug – bedarf der vorherigen Zustimmung der Planungsgemeinschaft IABG - LGA.

2006125_Abschlussbericht_2009-07-30.doc

Planungsgemeinschaft IABG LGA
Einsteinstraße 20 • 85521 Ottobrunn
Tel.: 089 6088 3155 • Fax: 089 6088 2355
eMail: • <http://www.LGA-geo.de>
Geschäftsführer: Peter Heuschneider, Carlo Schillinger

Steuernr.: 823/17442
Bankverbindung: Dresdner Bank AG München
Konto-Nr. 755 389 401 (BLZ 700 800 00)



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



INHALTSVERZEICHNIS

1 Vorgang	2
1.1 Anlass	2
1.2 Planung.....	2
1.3 Auftrag	3
1.4 Projektbeteiligte	4
1.5 Projektphasen	5
2 Örtliche Verhältnisse während der Bauphase	5
2.1 Geologie / Hydrogeologie	5
2.2 Grundwassermessstellen	6
2.3 Kampfmittel	6
2.4 Sanierungsüberwachung / Jour-Fixe.....	7
3 Bauarbeiten	8
3.1 Rückbau.....	8
3.2 Dichtwandarbeiten.....	8
3.3 Profilierung.....	9
3.4 Oberflächenabdichtungssystem	9
4 Bauablauf	10
5 Beweissicherung / Qualitätsmanagement.....	18
5.1 Dichtwand.....	18
5.2 Profilierung.....	18
5.3 Tondichtung	18

Dieses Gutachten umfasst 26 Seiten, 7 Pläne und 7 Anlagen.

Jede Veröffentlichung – auch in Kürzung oder Auszug – bedarf der vorherigen Zustimmung der Planungsgemeinschaft IABG - LGA.

2006125_Abschlussbericht_2009-07-30.doc

Planungsgemeinschaft IABG LGA
Einsteinstraße 20 • 85521 Ottobrunn
Tel.: 089 6088 3155 • Fax: 089 6088 2355
eMail: • <http://www.LGA-geo.de>
Geschäftsführer: Peter Heuschneider, Carlo Schillinger

Steuernr.: 823/17442
Bankverbindung: Dresdner Bank AG München
Konto-Nr. 755 389 401 (BLZ 700 800 00)



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



5.4 Dränageschicht.....	19
5.5 Rekultivierungsschicht	19
5.6 Vermessung	19
5.7 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.....	19
6 Massenbilanz	20
6.1 Dichtwand.....	20
6.2 Oberflächenabdichtungssystem	20
6.3 Profilierungsschicht.....	21
7 Nachsorge	22
8 Abnahme der Leistungen.....	22
8.1 Teilabnahme.....	22
8.2 Endabnahme	23

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Geologischer Aufbau im Bereich des Projektgebietes	6
Abbildung 2: Angeliefertes Profilierungsmaterial über die Zeit.....	21

TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1: Beteiligte Stellen.....	4
Tabelle 2: Massenbilanz für die Entmunitionierung.....	7
Tabelle 3: Oberflächenabdichtungssystem Volumina	20



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



PLAN- UND ANLAGENVERZEICHNIS

Plan 1	Übersichtslageplan	Maßstab: 1: 10.000
Plan 2	Detallageplan / Rückbau FASA und NATO 23	Maßstab: 1: 2.000 und 1:1.000
Plan 3	Detallageplan / Dichtwand	Maßstab: 1: 2.000
Plan 4	Detallageplan / Oberflächenabdichtung	Maßstab: 1: 2.000
Plan 5	Grundriss Dichtwand tiefer Topf	Maßstab: 1:250
Plan 6	Grundriss Dichtwand flacher Topf	Maßstab: 1:250
Plan 7	Grundriss Probewand	Maßstab: 1:100
Anlage 1	Bautagebücher	
Anlage 2	Bauzeitenpläne	
Anlage 3	Jour-Fixe-Protokolle	
Anlage 4	Fotodokumentation	
Anlage 5	Massenbilanz Dichtwand	
Anlage 6	Dokumente der Teilabnahme	
Anlage 7	Dokumente der Endabnahme	



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



1 Vorgang

1.1 Anlass

Die Bundesrepublik Deutschland ist Eigentümer der ehemaligen US-/NATO-Liegenschaften bei Feucht. Das Gelände hat eine Gesamtfläche von ca. 223 ha und wurde von 1937 bis 1945 für den Betrieb der "Heeresmunitionsanstalt Feucht" (Muna Feucht) genutzt. Diese Muna war in so genannte Lagergruppen unterteilt und diente der Lagerung von Kampfmitteln und Kampfstoffen. Nach Kriegsende wurde die Liegenschaft von den US-Streitkräften genutzt. Dabei entstanden auf dem Areal im Zuge einer zum Teil ungeordneten Munitionsvernichtung bzw. einer Großexplosion im Mai 1946 eine große Anzahl von Explosionstrichtern. Die Phase der Munitionsvernichtung hinterließ gesprengte und angesprengte Munition in den Sprengtrichtern und großflächig über das Gelände verteilt. Zeitgleich vernichteten Mitarbeiter der StEG (Staatliche Erfassungsstelle öffentlicher Güter) in einem Sprengtrichter Kampfstoffe (Lost in „Sprühbüchse 37“). Diese Arbeiten erstreckten sich bis in die 50 er Jahre des 20. Jahrhunderts. Später nutzte das US-Militär die Teilflächen FASA (Feucht Ammunition Storage Area) und NATO 23 bis zur Übergabe an den Bund im Jahr 1992 zur Einlagerung von Munition (**Plan 1**).

Mit Erkundungsarbeiten auf dem Gelände insbesondere in der Lagergruppe D stellten die Bearbeiter Verunreinigungen des Grundwassers mit Hexogen und Triphenylarsin (Bestandteil des Arsinöls und damit von Lost) fest.

1.2 Planung

Aufgrund der Belastung des Grundwassers durch die Vorgänge aus den Jahren 1936 bis 1950 entschloss sich der Bund zu einer Sanierungsmaßnahme für die Lagergruppe D. Der Aushub der verfüllten Sprengtrichter der Lagergruppe D sowie des Entsorgungstrichters (E-Trichter), in dem die Verbrennungsreste der Lostsprühbüchsen verfüllt worden waren, war technisch und wirtschaftlich nicht realisierbar. Der Bund als Eigentümer entschloss sich deshalb zur Sanierung eine Sicherungsmaßnahme auszuführen. Nach intensiver geotechnischer Erkundung des Geländes zur Entwurfsplanung wurde eine Umschließung der Eintragsbereiche in das Grundwasser mittels zweier Dichtwände favorisiert. Die Dichtwand bindet im süd-



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



lichen Bereich der ehemaligen Lagergruppe D in einen Tonhorizont bei ca. 8-10 m unter GOK ein. Dieser Bereich wird im Folgenden als der so genannte „**flache Topf**“ bezeichnet. Im Nordwesten wird der ehemalige E-Trichter von einer Dichtwand umschlossen, die in den tieferen Tonhorizont bei ca. 15-18 m unter GOK einbindet. Dieser Bereich wird im Folgenden als der so genannte „**tiefe Topf**“ bezeichnet. Das Grundwasser beider umschlossener Bereiche wird dauerhaft vom restlichen Grundwasserstrom abgeschlossen. Ein Transport von Schadstoffen kann nicht mehr stattfinden. Um einen Einstau von Niederschlagswasser innerhalb der beiden umschlossenen Bereiche zu verhindern wurde eine Profilierung des Geländes zur Schaffung eines umlaufenden Gefälles mit darüber liegendem Oberflächenabdichtungssystem geplant. Das Abdichtungssystem besteht aus einer Tondichtung, einer Dränageschicht, einer Wurzelschutzschicht sowie einer Rekultivierungsschicht mit Humusabdeckung.

1.3 Auftrag

Für die Planung, Ausschreibung und die anschließende Bauüberwachung und Bauoberleitung der oben beschriebenen Sicherungsmaßnahme beauftragte das Staatliche Bauamt die Planungsgemeinschaft IABG – LGA mit dem Ingenieurvertrag vom 04.04.2005 (MNR: 22339 C0001, ANR: 04 D 1401 0 00).

Der vorliegende Schlussbericht beschreibt die ausgeführten Arbeiten von Januar 2006 bis April 2009.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



1.4 Projektbeteiligte

Folgende Stellen waren an der Ausführung des Projekts beteiligt:

Tabelle 1: Beteiligte Stellen

Auftraggeber:	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben
Projektmanagement:	Staatliches Bauamt Nürnberg Flaschenhofstraße 53 90402 Nürnberg
Planung, Bauüberwachung, Bauoberleitung, Arbeitssicherheit	Planungsgemeinschaft IABG – LGA Einsteinstraße 20 85521 Ottobrunn
Bauausführung Dichtwand Profilierung, Oberflächenabdichtungssystem	ARGE Bilfinger-Berger – Reithelshöfer Bilfinger-Berger, Sprottauerstr. 49, 90475 Nürnberg M. Reithelshöfer GmbH, Äußere Abenberger Str. 131/133
Qualitätssicherung Dichtwand, Tondichtung, Dränschicht	LGA Bautechnik GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg
Qualitätssicherung Profilierungsmaterial	LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



1.5 Projektphasen

Das gesamte Projekt „Sanierung der Lagergruppe D“ ist in vier Phasen zu unterteilen:

1. Entmunitionierung der Baufläche (04.11. – 22.12.2004) [14] (**Plan 3**)
2. Rückbau der bestehenden Gebäude von NATO 23 und FASA (2005) (**Plan 2**)
 - a. NATO 23 Gebäude 1936, 1940, 1974
 - b. NATO 23 Bunker 1937, 1977, 1978, M31, M32, M33
 - c. FASA Gebäude 1942, 1955, 1956
 - d. FASA Bunker 1944 - 1954
3. Bau der Dichtwände des tiefen und flachen Topfs (2005 / 2006) (**Plan 2, Plan 5, 6, 7**)
4. Profilierung, Oberflächenabdichtungssystem und Rekultivierungsschicht (2005-2009) (**Plan 4**)

Der Auftrag für die Projektphasen 2 bis 4 wurde am 14.12.2005 an die ARGE Bilfinger-Berger – Reithelshöfer erteilt. Die Bauzeit erstreckte sich vom 06. Februar 2006 bis 17. April 2009.

2 Örtliche Verhältnisse während der Bauphase

2.1 Geologie / Hydrogeologie

Die Untergrundverhältnisse wurden im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen für die Dichtwände [2] [3] mit Hilfe von 12 Aufschlussbohrungen und 50 Schweren Rammsondierungen erkundet. Alle Aufschlüsse sowie die Ergebnisse der Rammsondierungen und die geotechnischen Eigenschaften des Untergrunds sind unter [2] und [3] beschrieben.

Zusammenfassend ergab sich das folgende Bild für die geologischen Verhältnisse, das sich während der Dichtwandarbeiten bestätigte:

- Im Südwesten der ehemaligen Lagergruppe D ist in 8 - 10 m Tiefe durchgehend ein Tonhorizont mit einer Mächtigkeit von ca. 1 – 2 m vorhanden. Dieser keilt im Nordwesten der Trasse aus.

- In einer Tiefe von ca. 15 - 18 m unter Gelände ist ein zweiter Tonhorizont nahezu durchgehend über die gesamte Lagergruppe D vorhanden.
- Zwischen den Tonhorizonten befinden sich Sandsteine unterschiedlicher Ausprägung. Die geologisch / geotechnischen Verhältnisse sind ausführlich in [2] beschrieben.

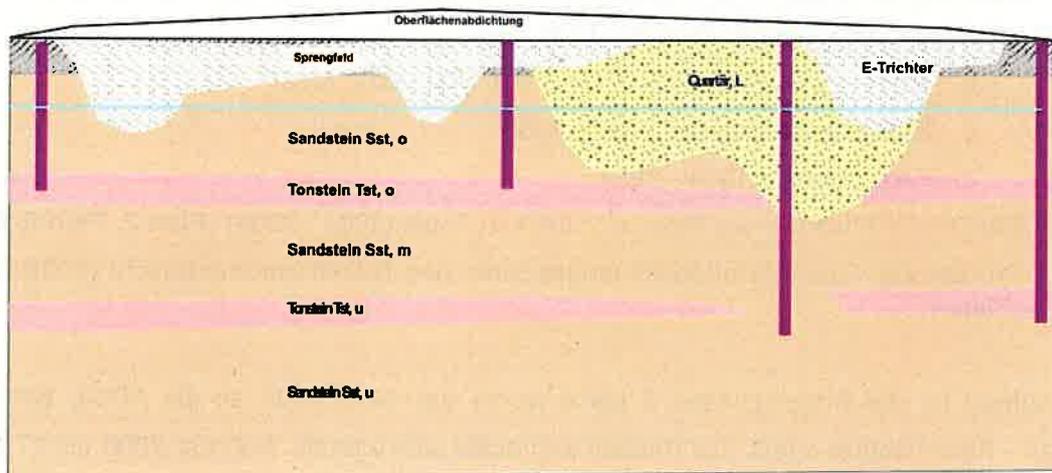


Abbildung 1: Geologischer Aufbau im Bereich des Projektgebietes

2.2 Grundwassermessstellen

Im Baubereich bestanden zu Baubeginn die Grundwassermessstellen B68, B69, B70, B71, B72, B77, B79, B84 und B85 (**Plan 3**). Diese waren ausschließlich für das Grundwassermonitoring eingerichtet worden und dienten nicht zur Wasserversorgung der Baustelle. Von diesen Messstellen wurden B71, B77, B79 und B84 rückgebaut und mit Dämmen verfüllt. Dadurch wurde sichergestellt, dass keinerlei Perforation des flachen (Tst, o) oder tiefen (Tst, u) Stauers vorhanden ist.

2.3 Kampfmittel

Vor dem Beginn der Bauarbeiten waren durch die PG IABG-LGA auf dem Gesamt-Gelände Testflächen für die Beurteilung der Munitionsbelastung ausgewiesen und diese anschließend beurteilt worden. Im Ergebnis war die Testfläche im Bereich der NATO 23 hoch mit Munition



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



belastet. Zur Vorbereitung der Baustelle mussten die Bereiche, in denen in den Untergrund eingegriffen wurde (inklusive der notwendigen Arbeitsräume) von Munition befreit werden. Diese Arbeiten erfolgten durch die Fa. Hirdes von Oktober bis Dezember 2005 [14] (**Plan 3**).

Es wurden 16.479 m² beräumt. Die Massenbilanz der Arbeiten ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Massenbilanz für die Entmunitionierung

Trasse	Munition [Stk.]	Munitionsteile [kg]	Munitionsschrott [kg]	allg. Schrott [kg]
Baubegleitung	3	3		
NATO 23	349	157	625	1.000
E-Trichter	888	276	719	970
gesamt	1.240	436	1.344	1.970
Durchschnitt pro Entmunitionierungsparzelle	40	14	43	63

Alle Vorbohrarbeiten und Aushubarbeiten für die beiden Dichtwände wurden durch die Fa. EMC lückenlos von einem Feuerwerker überwacht. Dieser war aufgrund der Kampfstoffgefahr mit einem Prüfgerät zur Detektion von Kampfstoffen ausgestattet. Arbeitstäglich legte dieser einen Fluchtweg und den Fluchtort fest. Während der Aushubarbeiten musste zu keinem Zeitpunkt ein Alarm ausgelöst werden.

2.4 Sanierungsüberwachung / Jour-Fixe

Während der Bauzeit fanden bis zum Ende der Dichtwandarbeiten (Ende 2006) wöchentliche Jour-Fixe Termine auf der Baustelle statt (Protokolle der Termine als **Anlage 3**). Anschließend wurden monatliche Treffen abgehalten. Während der gesamten Bauzeit führte die PG IABG-LGA angepasst an den Baufortschritt Baustellenbesuche durch. Im Rahmen dieser Termine erfolgte die Abstimmung mit den Bauleitern der ARGE Bilfinger-Berger – Reithelshöfer. Das tägliche Geschehen wurde im Bautagebuch festgehalten (**Anlage 1**).



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



3 Bauarbeiten

3.1 Rückbau

Zu Beginn der Baumaßnahme entrümpelte und entkernte die ARGE alle vorhandenen Gebäude (**Plan 2**). Anschließend wurden alle Gebäude der FASA und der NATO 23 durch Bagger freigelegt (siehe Fotodokumentation **Anlage 4** Jahr 2006) und mittels Betonschere zerkleinert. Das zerkleinerte mineralische Material wurde vor Ort gelagert und später mittels Brecher zerkleinert. Das gebrochene Beton- und Ziegelmaterial wurde für die Baustraße entlang der Dichtwand verwendet.

3.2 Dichtwandarbeiten

Vorbereitend für den Dichtwandbau mussten Betonfundamente für Materialsilos (siehe Fotodokumentation **Anlage 4**) und die Mischanlage erstellt werden. Zusätzlich verlegte die ARGE eine Wasserversorgung zur Herstellung der Dichtwandmasse und der Stützflüssigkeit. Hierzu musste eine frostgeschützte PVC-Leitung vom Industriegebiet im Norden der Baustelle vor Beginn der Arbeiten verlegt werden. Für die Baustromversorgung zum Betrieb von Mischanlage, Stützsuspensionsaufbereitung und der Silos schloss die ARGE die Anlagen über einen Trafo (20 kV) an das Stromnetz an.

Die Dichtwandarbeiten erfolgten mit den folgenden Arbeitsschritten:

- Errichten einer Baustraße im tiefen und im flachen Topf mit einem Höchstgefälle von 2%
- Herstellen einer Leitwand
- Vorbohren im „tiefen Topf“ mittels Endlosschnecke (\varnothing 83 cm) bis in den unteren Tonhorizont
- Beginn mit dem Ausheben der Dichtwand mittels Dichtwandgreifer (Breite 2,3 m, Tiefe 0,8 m) in den so genannten „Läufern“. Die Länge der Läufer ist abhängig von der Tiefe der Dichtwand und dem Untergrund. Der Läufer selber ist in einzelne Schlitze unterteilt.
- Mit dem fortlaufenden Aushub wird der Dichtwandschlitz immer bis zur Oberkante der Stützsuspension (Bentonit-Wasser-Gemisch) gefüllt.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



- Ist die vorgesehene Aushubtiefe erreicht, wird der Dichtwandschlitz im Kontraktorverfahren mit der Dichtwandmasse verfüllt. Die verdrängte Stützsuspension wird fortlaufend abgepumpt und über eine Aufbereitungsanlage regeneriert.
- Nach ca. fünf Läufern werden die „Schließer“ mit dem Dichtwandgreifer ausgehoben. Der Arbeitsablauf entspricht den Läufern.

In den **Plänen 5 und 6** sind die Längen, Tiefen und das Datum für den Bau der einzelnen Dichtwandabschnitte angegeben.

3.3 Profilierung

Bereits während des Baus der Dichtwände erfolgte die Verfüllung der Baufläche mit Profilierungsmaterial. Hierbei handelte es sich ausschließlich um Böden, die die Anforderungen des Qualitätssicherungsplans der LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH [19] erfüllte. Für den Einbau der Profilierungsschicht wurde das gesamte Baufeld in einzelne Felder eingeteilt (**Plan 4**). Bei der Anlieferung wog die ARGE das Bodenmaterial auf einer geeichten Waage am westlichen Zugangstor zum Grundstück (**Plan 2**). Dann erfolgte der Transport direkt zur Verfüllstelle. Nach dem Abkippen verschob und verdichtete eine Raupe das Material. In der Regel wurden Horizonte mit einer Mächtigkeit von ca. 0,3 bis 0,4 m eingebaut. Vom Vermesser der ARGE wurden die Höhen der Verfüllung bestimmt und die Endhöhen durch Pflocken verteilt über die Fläche abgesteckt.

3.4 Oberflächenabdichtungssystem

Das Oberflächenabdichtungssystem besteht aus den Horizonten:

- | | |
|---|-----------|
| • Ton | 2 x 0,2 m |
| • Dränschicht aus Sand-Kies | 0,3 m |
| • Wurzelschutzschicht aus gebrochenen mineralischen Recyclingbaustoffen | 0,4 m |
| • Rekultivierungsschicht aus Bodenmaterial | 0,9 m |
| • Oberboden / Humus | 0,2 m |

Für die Herstellung der Tondichtungsschicht legte die ARGE ein Probefeld an, das durch die LGA Bautechnik GmbH geprüft wurden. Mit dem Probefeld wurden die für den verwendeten Ton notwendigen Verdichtungsleistungen und die notwendige Feuchtigkeit des Materials für den fachgerechten Einbau festgelegt.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Der Einbau erfolgte abschnittsweise mit einer Tagesleistung von ca. 1.000 m². Nach dem Einbau überdeckte die ARGE den Tonhorizont sofort mit der 0,3 m mächtigen Dränschicht. Damit war ein Austrocknen der Tondichtung ausgeschlossen. Anschließend wurden Wurzelschutzschicht und die Rekultivierungsschicht aufgeschüttet. Als Abschluss fuhr die ARGE humosen Oberboden an, der im Frühjahr 2009 mit Waldstaudenroggen bepflanzt wurde.

4 Bauablauf

Im Folgenden wird der Bauablauf tabellarisch in Monats-Abschnitten dargestellt.

Zeit	Maßnahme
20.01.2006	Start-Baubesprechung im Staatlichen Bauamt Nürnberg; dabei wurden die Verfahrensabläufe während der Baumaßnahme und die Zuständigkeiten festgelegt. Der Auftragnehmer erhielt eine ausführliche Einführung in die Problematik der Baumaßnahme sowie eine Einführung in die Örtlichkeiten. Die ARGE hatte in einem Nebenangebot das Verfüllvolumen der Profilierungsschicht erhöht. Hierzu lieferte die ARGE dem Staatlichen Bauamt entsprechend geänderte Planschnitte.
Januar 2006	Baustelleneinrichtung mit Herrichten der Fläche für den Baustellencontainer, Bau der Reifenwaschanlage und Freischneiden der Straße durch den Staatsforst.
Februar 2006	Bau der provisorischen Wasserleitung zum Baugelände. Die Bunker in der NATO 23 wurden von Bewuchs befreit und die Anschüttungen wurden unter munitionstechnischer Aufsicht entfernt. Im Bereich des E-Trichters wurde das Reisig entfernt. Entlang des Zauns der FASA fanden Rodungsarbeiten statt und alle noch bestehenden Bunker wurden freigelegt und anschließend rückgebaut.
März 2006	Rückbau des Kantinengebäudes. Das Abbruchmaterial (Beton, Ziegel) wurde in die Profilierungsschicht eingebaut. Beginn der Anlieferung von Material für die Profilierungsschicht. Einrichtung der Leitwände und der Baustelleneinrichtung für die Probewand. Die Gebäude 1942, 1956 und



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
	<p>1955 wurden rückgebaut. Alle Zaunanlagen der NATO 23 wurden entfernt. Die Reifenwaschanlage wurde eingebaut. Die Qualitätssicherung für das angelieferte Profilierungsmaterial wurde soweit angepasst, dass die Herkunft und die Zusammensetzung des Materials nachvollziehbar sind.</p>
<p>April 2006</p>	<p>Bau der Probewand mit Lamellen unterschiedlicher Beton-Rezeptur. Die geänderten Bereiche der Dichtwandtrasse im Bereich des flachen Topfs entlang des Ochsengrabens wurden von Kampfmitteln geräumt. Einteilung der Profilierungsschicht in Ablagerungsfelder für die Qualitätssicherung.</p>
<p>Mai 2006</p>	<p>Freilegen der Probewand an zwei Stellen mit Beprobung. Die ARGE brachte zwei 2-Zoll Bohrungen in der Probewand nieder und entnahm Proben für die Qualitätssicherung. Herstellen des Probefelds für die Tonabdichtung. Die Baustraße um den E-Trichter wurde errichtet. Gleichzeitig erfolgte der Einbau der Leitwände. Das Gelände im südlichen Teil des E-Trichters wurde abgetragen um die Steigung der Trasse für den Dichtwandgreifer zu reduzieren. Die Vorbohrarbeiten im Abstand von 1,5 m auf der Dichtwandtrasse des E-Trichters begannen. Die Mischanlage für die Dichtwandmasse wurde am 17.05.2006 aufgebaut.</p> <p>Am 29.05.2006 startete der Dichtwandbau mit dem ersten Stich. Als Wandmasse wurde die Mischung RT07 verwendet.</p>
<p>Juni 2006</p>	<p>Der Leitwandbau um die E-Trichter wurde abgeschlossen. Die Baustraße um den flachen Topf wurde erstellt. Für die Dichtwand des tiefen Topfs wurde eine umlaufende Endtiefe von 347 mNN festgelegt. Aus dieser Tiefe wurde von einem Mitarbeiter der LGA Bautechnik GmbH jeweils eine Probe entnommen. Der Dichtwandbau erfolgte in Tag- und Nachtschichten. Die Leitwand des tiefen Topfs wurde Mitte Juni fertig gestellt. Der Leitwandbau im flachen Topf begann. Ab Mitte Juni wurden die ersten Schließer im „tiefen Topf“ gegreifert.</p>
<p>Juli 2006</p>	<p>Durch probeweises Vorbohren wurde im flachen Topf festgestellt, dass die</p>



Zeit	Maßnahme
	<p>ausgeschriebenen Injektionsbohrungen zur Verbesserung des Einbindhorizonts nicht notwendig waren. Über den gesamten Verlauf der Dichtwandtrasse ist der Ton als Einbindehorizont vorhanden. Der Untergrund erwies sich bei diesen Testbohrungen als so „weich“, dass das Vorbohren für den Dichtwandbau im „flachen Topf“ entfallen konnte. Das Auffüllen mit Profilierungsmaterial blieb hinter dem Plan zurück. Es waren nur sehr geringe Mengen an geeignetem Material auf dem Markt vorhanden. Der Zaun um die FASA wurde zurückgebaut. Regenrückhaltebecken und Zisterne der FASA wurden mit Bodenmaterial der Splitterschutzwälle verfüllt. Die ersten Ergebnisse der Eigenüberwachung für die Dichtwandmasse zeigten eine Festigkeit von über 1 n/mm^2 und einen k_f-Wert von $5 \cdot 10^{-11}$ m/s nach 56 Tagen. Die geforderten Werte wurden deutlich übertroffen.</p> <p>Beim Grundwassermonitoring wurde in vier Messstellen Triphenylarsin nachgewiesen.</p> <p>Bis Ende Juli waren 45.144 t Profilierungsmaterial eingebaut worden.</p>
August 2006	<p>Beginn der Fremdüberwachung für die Profilierungsschicht. Die Leitwand des „flachen Topfs“ wurde fertig gestellt. Bis Ende August waren ca. 62.000 t Profilierungsmaterial verfüllt.</p>
September 2006	<p>Die Dichtwand des „tiefen Topfs“ wurde am 06.09.2009 fertig gestellt. Die neue Grundwassermessstelle B93 wurde gebaut. Die Messstellen B71, B76, B77, B78 und B79 wurden rückgebaut und mit Dämmen verfüllt. Beginn der Dichtwandarbeiten im „flachen Topf“.</p> <p>Bis Ende September waren 69.000 t Profilierungsmaterial verfüllt.</p> <p>Im Feld E wurde ein Probefeld für den Ton gebaut. Ziel der Prüfung war die notwendige Mindestverdichtung für die Profilierungsschicht zu ermitteln.</p>



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
Oktober 2006	<p>Anfang Oktober fanden die ersten Arbeiten für den Bau der Tondichtung statt. Es wurde Ton aus Guggenmühle eingesetzt. Der Massenfluss zur Anlieferung von Profilierungsmaterial stockte erheblich. Die ARGE erstellte deshalb für die Wintermonate auf eigene Kosten eine Zwischenabdeckung aus Ton (einfach Lage mit einer Stärke von 20 cm). Die Dichtwandarbeiten im „flachen Topf“ wurden am 24.10.2006 beendet.</p> <p>Bis Ende Oktober waren ca. 78.000 t Profilierungsmaterial eingebaut.</p>
November 2006	<p>Die Tondichtung mit überlagernder Wurzelschutzschicht wurde konstant weiter gebaut. Vor Ort wurden die noch von der NATO 23 vorhandenen Betonteile gebrochen. Zusätzlich wurden mineralische Reststoffe zum Brechen auf der Baustelle angeliefert. Die Fremdüberwachungsarbeiten für die Probewand wurden mit Bohrungen in den Dichtwandkörper ausgeführt. Es wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $1 \cdot 10^{-9}$ m/s erreicht. Die Anforderungen an die Dichtwand wurden somit erfüllt.</p> <p>Die Baustelleneinrichtung für die Dichtwandarbeiten wurde aufgelöst. Mischanlage und Baustellencontainer wurden abgezogen. Die Stromversorgung wurde rückgebaut. Für die Versorgung des Bauleitungscontainers wird ein Stromaggregat zur Verfügung gestellt.</p> <p>Bis Ende November sind 111.020 t Profilierungsmaterial eingebaut worden.</p>
Dezember 2006	<p>Der Einbau der Tondichtung für den „tiefen Topf“ war nahezu abgeschlossen. Es verblieb nur noch das Feld H, das mit einer Zwischenabdichtung für die Winterpause versehen wird. Im östlichen Teil des „tiefen Topfs“ wurde Rekultivierungsschicht aufgetragen.</p> <p>Die Fremdüberwachung für die Rekultivierungsschicht stellte keinerlei Überschreitungen der geforderten Einbauwerte fest. Die Baustelle wurde am 08.12.2006 für das Jahr 2006 beendet.</p>



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
	Am 12.12.2006 erfolgt die Teilabnahme für die Dichtwandarbeiten, den Rückbau der FASA und NATO 23, Teilbereich Abdeckung des „tiefen Topfs“, Brunnenbauarbeiten, Abbruch Kantinengebäude sowie den Rückbau von Erdtanks, Zaunanlagen und Masten.
März 2007	Die Verfüllung von Profilierungsmaterial wurde ab Ende Februar 2007 fortgesetzt. Bis Ende März sind 155.000 t Profilierungsmaterial angeliefert und teilweise eingebaut. Wegen der nassen Witterung konnte angeliefertes Material nur zwischengelagert werden. Der Zaun im Süden wurde geschlossen.
April 2007	Die Zisterne in der FASA wurde abgebrochen. Bis Ende April waren ca. 187.000 t Profilierungsmaterial eingefüllt.
Mai 2007	Das Dichtwandfenster des „tiefen Topfs“ wurde geschlossen. Die Oberflächenabdichtung mit Ton, Drän und Wurzelschutzschicht wurde fortgesetzt. Die „Wintersicherung“ für das Feld H wurde abgenommen und das Material verworfen. Bis Ende Mai waren ca. 207.300 t Profilierungsmaterial eingebaut.
Juni 2007	Der Rest der Baustelleneinrichtung (Silos) für den Dichtwandbau wurde abgebaut. Das Fenster des „tiefen Topfs“ wurde geschlossen. Bis Ende Juni waren ca. 239.000 t Profilierungsmaterial eingebaut worden.
Juli 2007	Die Tondichtung in den Abschnitten K, I, J wurde auf Anweisung der Fremdüberwachung vollständig entfernt und neu eingebaut. Der „tiefe Topf“ war ab Mitte Juli vollständig mit dem Oberflächenabdichtungssystem abgedeckt.
August 2007	Bis Ende August waren ca. 303.311 t Profilierungsmaterial eingebaut worden. Auf der Oberfläche des tiefen Topfs wurde Rekultivierungsmaterial und Material für die Wurzelschutzschicht zwischengelagert.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
September 2007	Die ARGE erhielt die Erlaubnis eine weitere Überhöhung der Profilierungsschicht vorzunehmen. Die Profilierungsschicht wurde im Bereich des „flachen Topfes“ über die gesamte Fläche um ca. 0,5 m angehoben. Das Gefälle der Oberfläche erhöht sich dadurch leicht. Insgesamt wurde die Höhe des höchsten genehmigten Punkts zwischen „tiefem“ und „flachem Topf“ nicht überschritten. Die ARGE stellte für die geänderte Planung entsprechende Schnitte und Isolinienpläne zur Verfügung. Bis Ende September waren ca. 340.000 t Profilierungsmaterial angeliefert worden.
Oktober 2007	Die Verfüllung mit Profilierungsmaterial wurde für die ARGE beendet. Das restliche zur Verfügung stehende Volumen wurde mit Bodenmaterial aus dem POL-Gelände verfüllt.
November 2007	Für das Bodenmaterial aus dem POL standen ca. 22.000 m ³ zur Verfügung. Während des gesamten Novembers wurde Material vom POL angeliefert.
Dezember 2007	Das verfügbare Restvolumen wurde mit Bodenmaterial aus dem POL verfüllt. Aufgrund der sehr feuchten Witterung traten teilweise Behinderungen bei der Verfüllung auf. Bis zum 23.12.2007 wurden insgesamt ca. 47.000 t Material aus dem POL angeliefert.
Januar 2008	Vom 23.01. bis 30.01.2008 wurden weitere 9.000 t aus dem POL angeliefert und eingebaut. Die restliche Baustelle ruhte.
Februar und März 2008	Es wurden weitere 15.949 t Material aus dem POL angeliefert. Ein Toneinbau bzw. ein Einbau von Rekultivierungsmaterial findet aufgrund der Witterung nicht statt.
April und Mai 2008	Die Anlieferung von Material aus dem POL wird am 02.04.2008 abgeschlossen. Seit Anfang Mai erfolgte wieder Toneinbau. Seit Anfang April lief die Bodenluftabsaugung in B57.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
Juni und Juli 2008	<p>Der Toneinbau wurde kontinuierlich an die Witterungsverhältnisse angepasst. Bis Ende Juni waren die Abschnitte S, U und W bedeckt. Auf den Toneinbau folgend wurden die restlichen Bestandteile des Oberflächenabdichtungssystems aufgebaut.</p> <p>Die Bodenluftabsaugung in B57 wurde am 04.07.2008 beendet. Die MTBE- und BTEX-Gehalte hatten bis zum Ende der Absaugung kontinuierlich abgenommen.</p>
August und September 2008	<p>Die beiden Haufwerke für Rekultivierungsmaterial wurden über die restlichen Felder im Bereich des flachen Topfs verteilt. Im August wurde eine Schürfe im Bereich der Haufwerke bis zum Ton ausgeführt um eine mögliche Verformung durch die Auflast auszuschließen. Es wurden keine Beeinträchtigungen der Tondichtungsschicht durch die Auflast des Rekultivierungsmaterials festgestellt.</p>
Oktober und November 2008	<p>Der Bau der Tondichtung wurde bis auf die Felder V und X abgeschlossen. Die Wurzelschutzschicht wurde noch auf die Felder R, T und P aufgebracht. Das Dichtwandfenster des „flachen Topfes“ wurde am 16.10.2008 mit Beton geschlossen.</p> <p>Weite Flächen der Oberfläche wurden mit Waldstaudenroggen bepflanzt. Im November konnte aufgrund der feuchten Witterung die Tondichtung nicht mehr weiter gebaut werden.</p>
Dezember 2008	<p>Die restlichen freien Flächen der Tondichtung, des Dränhorizonts und der Wurzelschutzschicht konnten bis 02.12.2008 noch vollständig eingebaut werden. Die Baustelle ruhte bis Ende Januar 2009</p>
Februar und März 2009	<p>Das Regenrückhaltebecken in der FASA wurde rückgebaut. Die Entwässerung der noch vorhandenen Asphaltflächen wird bis zum Entwässerungsgraben westlich des ehemaligen Beckens verlängert. Für den weiteren Betrieb der Anlage stellte die PG eine Sicherheitsunterlage zur Verfügung. Das im Jahr 2006 aus dem E-Trichter-Bereich entnommene Reisig wurde</p>



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Zeit	Maßnahme
	nördlich der Ablagerung in kleinen Haufwerken verteilt. Die Reifenwaschanlage wurde abgebaut. Über und um das Bauwerk wurden Wirtschaftswege angelegt.
April 2009	Das Bauwerk wurde fertig gestellt. Die Abnahme erfolgte am 22.04.2009. Die Mängelbeseitigungsabnahme fand am 24.06.2009 statt.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



5 Beweissicherung / Qualitätsmanagement

5.1 Dichtwand

Für den gesamten Dichtwandbau unterhielt die ARGE zur Eigenüberwachung und auch die LGA Bautechnik GmbH zur Fremdüberwachung ein Baustellenlabor. Hier wurden alle notwendigen technischen Parameter der Dichtwandbaustoffe und des Produkts nach der Mischanlage geprüft. Alle Untersuchungsergebnisse der Fremdüberwachung sind in [15] dokumentiert und wurden dem Bauherren bereits bei der Teilabnahme im Dezember 2006 übergeben. Eigen- und Fremdüberwachung für die Dichtwandbaustoffe und die Dichtwandmasse stellten die geforderte Qualität über den gesamten Verlauf der Baumaßnahme Dichtwand sicher. Alle ausgeführten Arbeiten erfüllten die geforderten Bedingungen.

5.2 Profilierung

Für das anzuliefernde Bodenmaterial der Profilierungsschicht richtete die ARGE Bilfinger Berger Reithelshöfer ein Bodenmanagementsystem ein. Dies umfasste eine Eingangskontrolle mit Waage, eine Eigenüberwachung der chemischen Inhaltsstoffe und eine Fremdüberwachung der angelieferten Materialien durch die LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH. Diese Arbeiten sind ausführlich in [16] beschrieben und dokumentiert. Mit der Schlussabnahme der Baustelle übergab die ARGE dem Auftraggeber sämtliche Dokumente der Eigenüberwachung.

5.3 Tondichtung

Der Bau der Tondichtung wurde lückenlos durch eine Eigenüberwachung der ARGE sowie durch eine Fremdüberwachung von der LGA Bautechnik GmbH überwacht. Sämtliche Dokumente hierzu wurden dem Bauherren durch die ARGE bei der Schlussabnahme übergeben. Die Dokumentation der LGA Bautechnik GmbH schildert ausführlich die ausgeführten Arbeiten und umfasst alle Untersuchungsergebnisse [17].



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



5.4 Dränageschicht

Für die Dränageschicht wurden ebenfalls wie für die Tondichtungsschicht zur Sicherstellung der erforderlichen Qualitätskriterien ein System mit Eigen- und Fremdüberwachung eingerichtet. Das Vorgehen und die Untersuchungsergebnisse sind im Abschlussbericht der LGA Bautechnik GmbH ausführlich beschrieben und wurden dem Auftraggeber zur Schlussabnahme übergeben. Alle untersuchten Proben erfüllten die geforderten Kennwerte.

5.5 Rekultivierungsschicht

Für die Rekultivierungsschicht musste die ARGE einen Nachweis für die chemische Qualität des Bodens erbringen. Dies stellte die ARGE über kontinuierliche Untersuchungen des anzuliefernden Bodens sicher. Alle Untersuchungsergebnisse erfüllen die geforderte Kennwerte von LAGA Z0. Alle Ergebnisse wurden dem Auftraggeber zur Schlussabnahme übergeben.

5.6 Vermessung

Vermessungsarbeiten führte die ARGE im Rahmen ihrer Arbeiten regelmäßig aus. Deren Roh-Ergebnisse dienen der PG als Basis für die Kontrolle der Volumenbestimmungen der Bauteile des Oberflächendichtungssystems (Profilierungsschicht, Tondichtung, Dränage, Wurzelschutzschicht, Rekultivierungsschicht). Nach Beendigung des Bauwerks erfolgte eine Vermessung nach den Vorgaben der BFR-Vermessung durch das Ingenieurbüro Strobl und Raith, Ursensolln im Auftrag der PG IABG – LGA. Diese wird als eigener Bericht inkl. aller digitaler Daten dem Auftraggeber übergeben.

5.7 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Für die gesamten Bauarbeiten erstellte die PG IABG-LGA einen Arbeit- und Sicherheitsplan und führte die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination durch.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



6 Massenbilanz

6.1 Dichtwand

Zur Teilabnahme am 12.12.2006 übergab die ARGE alle Unterlagen zur Herstellung der Dichtwände. Diese umfassten alle Schlitzwandprotokolle, die Ergebnisse der Eigenüberwachung und die **Pläne 5 bis 7**. In der **Anlage 5** sind die wesentlichen Daten der Dichtwandherstellung tabellarisch dokumentiert.

Die Dichtwand des tiefen Topfs hat eine Lauflänge von 592,69 m und eine Außenfläche von 9.878 m², die des flachen Topfs eine Lauflänge von 737,32 m und eine Außenfläche von 6.267 m².

6.2 Oberflächenabdichtungssystem

In der folgenden Tabelle sind die für das Oberflächenabdichtungssystem angefahrenen und eingebauten Volumina zusammengestellt.

Tabelle 3: Oberflächenabdichtungssystem Volumina

Horizont	Grundfläche [m ²]	Dicke [m]	Volumen [m ³]
Humus	90.173,72	0,2	18.034,74
Rekultivierungsschicht	89.380,44	0,9	80.442,40
Wurzelschutzschicht	88.860,84	0,4	35.544,34
Dränageschicht	89.120,62	0,3	26.736,19
Ton	84.924,34	0,4	33.969,74

6.3 Profilierungsschicht

Für die Profilierungsschicht sind in der folgenden Grafik die eingebauten Massen über die Zeit von Juli 2006 bis April 2008 aufsummiert.

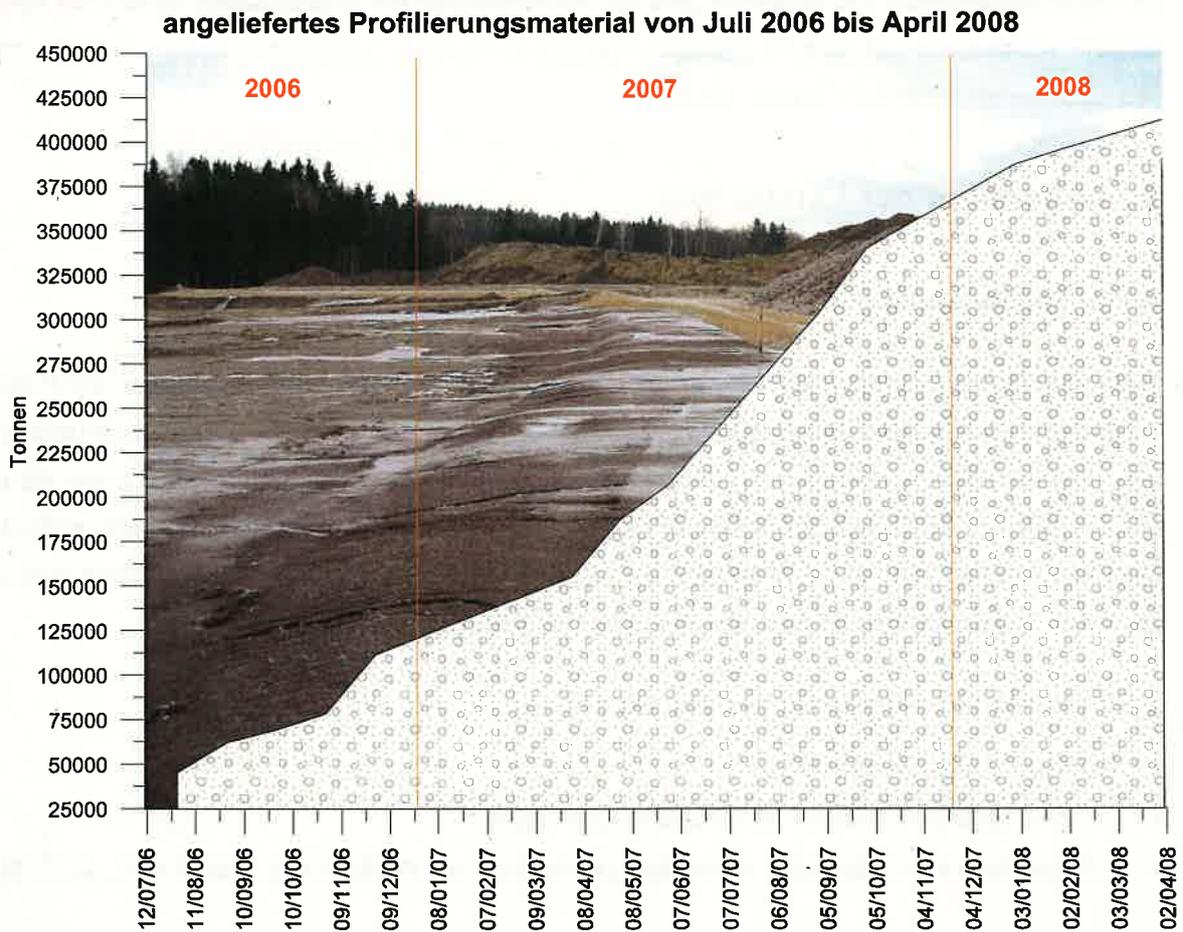


Abbildung 2: Angeliefertes Profilierungsmaterial über die Zeit

Aus der Grafik wird deutlich, dass erst ab April 2007 der Massenfluss so beständig und ausreichend war, dass das Bauwerk innerhalb der angesetzten Bauzeit beendet werden konnte. Insgesamt wurden 411.949 t Profilierungsmaterial verfüllt.



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



7 Nachsorge

Für die langfristige Beobachtung des Sanierungserfolgs findet eine jährliche Untersuchung des Grundwassers auf dem gesamten Gelände statt. In den Grundwassermessstellen B68, B69, B70, B72, B104, B93 und B85 sind Grundwasserdrucksonden installiert, die den Grundwasserspiegel in beiden von Dichtwänden umschlossenen Bereichen (flacher und tiefer Topf) überwachen. Durch die langfristige Beobachtung des Grundwasserstands soll festgestellt werden, ob die Oberflächenabdichtung ihre Funktion erfüllt und keine Überhöhung des Grundwassers in den Töpfen erfolgt.

8 Abnahme der Leistungen

8.1 Teilabnahme

Ein wesentlicher Teil der Bauleistung, die Erstellung der beiden Dichtwände war bis Ende 2006 beendet. Mit dem Jahreswechsel 2006 zu 2007 änderte sich der Mehrwertsteuersatz von 16% auf 19%, sodass eine Teilabnahme sinnvoll erschien. ARGE und Staatliches Bauamt einigte sich im November 2006 auf eine Teilabnahme aller bis Ende 2006 fertig gestellter Bauleistungen. Am 12.12.2006 fand mit allen Beteiligten eine Begehung zur Teilabnahme statt. Alle Dokumente zu diesem Vorgang sind als **Anlage 6** beigelegt.

Die Teilabnahme umfasste die Bauleistungen:

- Rückbau FASA und NATO23
- LV-Abschnitt 3 Dichtwand (tiefer und flacher Topf)
- LV-Abschnitt 4 – Teilbereich Abdeckung tiefer Topf mit Profilierung, Felder A, C, E, G, B, D, F
- LV-Abschn.5 – Brunnenbauarbeiten Pegel B93, B85
- LV-Abschnitt 6 – Abbruch ehemaliges Kantinengebäude
- NV1 – Rückbau Erdtanks, Innerer Zaun, Maste
- NV2 – jeweils mit den zugehörigen Leistungen wie Baustelleneinrichtung, Arbeitssicherheit und Stundenlohnarbeiten der LV-Abschnitte 17



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Alle bei der Teilabnahme festgestellten Mängel wurden bis zur 2. Begehung am 26.02.2007 beseitigt (Mängelbeseitigungsanzeige **Anlage 6**).

8.2 Endabnahme

Mit Fertigstellung der restlichen Bauleistungen bis Mitte April 2009 konnte die Schlussabnahme erfolgen. Am 22.04.2009 fand mit allen Beteiligten die Begehung zur Endabnahme gemäß VOB §12 und zur Übergabe an die Bundesanstalt für Immobilien statt. Alle Dokumente zu diesem Vorgang sind als **Anlage 7** beigelegt. Die Schlussabnahme umfasste alle Bauleistungen, die noch nicht durch die Teilabnahme abgedeckt waren.

- Abdeckung tiefer Topf und flacher Topf mit
 - Profilierung der Felder G bis X
 - Tondichtung
 - Dränschicht
 - Wurzelschutzschicht
 - Rekultivierungsschicht
 - Humusauflage
 - Ansaat
- Herstellung der Wirtschaftswege
- Sicherung der Grundwassermessstellen mit Pegelsteinen
- Rückbau der gesamten Baustelleneinrichtung

Die Nachbegehung erfolgte am 24.06.2009. Alle Mängel waren bis zu diesem Termin beseitigt. Für diesen Vorgang sind die Unterlagen ebenfalls in **Anlage 7** zusammengestellt.

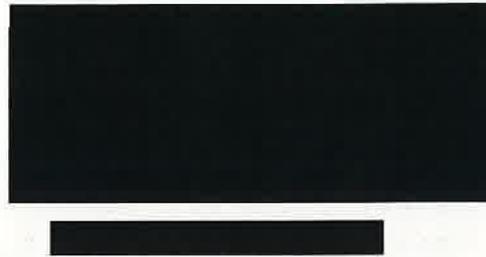


PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Planungsgemeinschaft IABG – LGA

Einsteinstraße 20
85521 Ottobrunn



gez. [Redacted Signature]

gez. [Redacted Signature]



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



Quellenverzeichnis

- [1] Planungsgemeinschaft IABG-LGA IUA2004125 (2004): Ehemalige US-/Nato – Liegenschaften bei Feucht, Sanierung der Lagergruppe D; Sanierungsplanung, Leistungsstufe: Vorplanung; 28 S.; 6 Anlagen; [REDACTED]
- [2] LGA Bautechnik GmbH BBGT0313486 (2004a): Ehem. US-/Nato – Liegenschaften bei Feucht, Altlastensanierungsplanung, Los 5 Lagergruppe D; Geotechnischer Bericht; 58 S.; 14 Anlagen; [REDACTED]
- [3] LGA Bautechnik GmbH BGT0313486 (2004b): Ehem. US-/Nato – Liegenschaften bei Feucht, Altlastensanierungsplanung, Los 5 Lagergruppe D; Ergänzender Geotechnischer Bericht; 36 S.; 8 Anlagen; [REDACTED]
- [4] LGA Bautechnik GmbH BBGT0403882 (2004c): Ehem. US-/Nato – Liegenschaft, Feucht: Entwurfsplanung Lagergruppe D, HELP-Berechnung weiterer Varianten für die Oberflächenabdichtung; 19 S.; 5 Anlagen; [REDACTED]
- [5] Planungsgemeinschaft IABG-LGA IUA2003211 (2003a): Muna Feucht / Altlastensanierungsplanung, Bau der Grundwassermessstellen B76 – B79 im Bereich der ehemaligen Lagergruppe D; 16 S.; 7 Anlagen; [REDACTED]
- [6] LGA (1997): US-Liegenschaft Feucht – Untersuchung der Sprengtrichter, Stellungnahme zur Kampfstoffproblematik, Konzept für die weitere Vorgehensweise
- [7] Planungsgemeinschaft IABG-LGA (2004a): Ehemalige US-/NATO-Liegenschaft bei Feucht, Frühere Munitionsanstalt Feucht bei Nürnberg, Entmunitionierungskonzept für die Gesamtliegenschaft
- [8] LGA (1994): US – Liegenschaft Feucht, Phase I Erkundung, Ergebnisbericht, 18.07.1994 CU9443582
- [9] LGA (1999): Ehemalige US-Liegenschaft Feucht, Phase IIa, Grundwasseruntersuchungen und Gefährdungsabschätzung, 08.07.1999, UUA9830136
- [10] LGA (1999): Ehemalige US-Liegenschaft Feucht, Phase IIa, Grundwasseruntersuchung und Gefährdungsabschätzung, 08.07.1999, UUA9830136
- [11] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Merkblatt Nr. 3.8/1, 31.10.2001, Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden – Gewässer –
- [12] Planungsgemeinschaft IABG-LGA IUA2004133 (2004b): Ehemalige US- / NATO-Liegenschaft bei Feucht, Los 3, Grundwassermonitoring, 28.07.2004, 17 S.; 6 Anlagen; [REDACTED]
- [13] HAAS :Chemisches Verhalten und humantoxikologische Bedeutung von Diphenylarsinverbindungen; <http://www.r-haas.de/F6a.html>



PLANUNGSGEMEINSCHAFT



- [14] Heinrich Hirdes, Kampfmittelräumung GmbH (03.01.2005): Ehem. US-/NATO-Liegenschaften Feucht, Entmunitionierung Trasse Dichtwand D
- [15] LGA Bautechnik GmbH BGT0503217: Abnahmebericht zur Qualitätssicherung bei der Ausführung der Dichtwand, 12.12.2006
- [16] LGA Bautechnik GmbH BGT0503217: Abnahmebericht zur Qualitätssicherung bei der Ausführung der Probedichtwand, 12.12.2006
- [17] LGA Bautechnik GmbH BGT0503217: Abnahmebericht zur Qualitätssicherung der Oberflächenabdichtung, Stand 12.12.2006
- [18] LGA Bautechnik GmbH BGT0503217: 2. Abnahmebericht zur Qualitätssicherung der Oberflächenabdichtung in den Jahren 2007 bis 2009, 21.04.2009
- [19] LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH 2007 IUA2006124: Ehemalige US-/NATO-Liegenschaften Feucht, Sanierung der Lagergruppe D, Qualitätssicherung und Fremdüberwachung Oberflächenabdichtungssystem, Chemischer Inhalt Profilierungsmaterial, Abschlussbericht, 15.08.2009