



0 Zusammenfassung

Die Deurag-Nerag GmbH (im folgenden DN) ist Eigentümer großer Grundstückflächen beidseitig des Stichkanals in Hannover-Misburg. Bei diesen Flächen handelt es sich um das ehemalige Betriebsgelände der Erdöl-Raffinerie Deurag Nerag. Die Landeshauptstadt Hannover (im folgenden LHH) plant, große Teile dieser Flächen zu erwerben und für die Durchführung der Internationalen Gartenbauausstellung 2017 (IGA 2017) zu nutzen. Anschließend sollen die Flächen z.T. weiterveräußert und so einer Nachnutzung durch Wohnen und Gewerbe zugeführt werden.

Auf den für die Durchführung der IGA vorgesehenen Flächen liegen Altlasten als Folge des Raffineriebetriebes vor. Darüber hinaus befindet sich auf der Südfläche eine großvolumige Altablagerung im Bereich eines ehem. Mergelbruchs. Die Flächen wurden während des 2. Weltkriegs intensiv bombardiert. Im Zuge einer multitemporalen Luftbildauswertung wurden eine Vielzahl von Kampfmittel- und insbesondere auch Bombenblindgängerverdachtspunkten ermittelt.

Aufgrund der Vorsorgeanforderungen der LHH im Rahmen der Bauleitplanung ist eine Sanierung der Flächen als Voraussetzung für die IGA 2017 und die anschließend geplante Nachnutzung erforderlich. Diese muss über die derzeitige, der Gefahrenabwehr dienende Sicherung hinausgehen. Die LHH hat die Anforderungen an die Sanierung in einem Anforderungspapier festgelegt /3.6/. Zusätzlich wurden von der DN darüber hinausgehende Sanierungsanforderungen formuliert.

Die Umsetzung dieser Sanierungsanforderungen für unterschiedliche Nachnutzungsvarianten wurde im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung nach den Anforderungen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) mit besonderem Schwerpunkt auf der Abschätzung der zu erwartenden Sanierungskosten betrachtet. Die Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung werden im vorliegenden Bericht dargestellt.

Im ersten Untersuchungsschritt wurde eine Auswertung der vorliegenden Gutachten und Daten vorgenommen. Demnach liegen im Bereich des DN-Nordgeländes (ehem. Produktionsschwerpunkt nördlich des Stichkanals) flächig erhebliche Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX-Aromaten) vor. An mehreren Stellen wurden freie Ölphasen auf dem Grundwasser festgestellt. Zusätzlich sind lokale Belastungen mit anderen potentiellen Schadstoffen wie Schwermetallen (SM), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und halogenorganischen Verbindungen vorhanden. Auf dem Südgelände sind Belastungen in der Altablagerung (ehem. Mergelgrube) mit MKW, PAK und SM sowie des damit in direktem Kontakt stehenden Grundwassers innerhalb der Altablagerung bekannt. Daneben gibt es vereinzelte, lokale Belastungen im Bereich der ehem. Tankkraftwagen-Verladung mit MKW und der Vermarktungsflächen mit PAK.

Die vorliegenden chemischen Untersuchungen umfassen i.d.R. ausgewählte Proben, i.w. aus den Lockergesteinshorizonten, und produktionsspezifische Leitparameter (i.w. MKW, BTEX). Sie decken daher nicht den gesamten beurteilungsrelevanten Material- und Parameterumfang ab. Um die dadurch entstehenden Bewertungs- und Kostenrisiken zu verringern, wurden im Rahmen der Sanierungsuntersuchung zusätzlich Proben der auf dem Grundwasser aufschwimmenden Ölphasen und noch vorhandene Rückstellproben aus den die Lockersedimente unterlagernden Mergelsteinen analysiert. Aufgrund der weitgehend fehlenden Untersuchungen über die Eluierbarkeit der Bodenbelastungen musste die Grundwasserrelevanz der Bodenverunreinigungen



gen im Rahmen der Sanierungsuntersuchungen abgeschätzt werden. Im Ergebnis wurde eine Bodenbelastung in Höhe von $> 1.000 \text{ mg/kg MKW}$ als grundwasserrelevant angesehen.

Für die Kampfmittelräumung im Bereich des Nordgeländes ist aufgrund der zu erwartenden hohen Störkörperdichte eine vollständige Aufnahme der anthropogenen Auffüllungen mit anschließender flächendeckender Freimessung erforderlich. Für den Bereich des Südgeländes ist eine flächige Sondierung und eine Aufklärung bzw. Beräumung der Verdachtspunkte bis in eine maximale Tiefe von 15 m durchzuführen.

Auf die Ergebnisse der Auswertung aufbauend wurde eine Ermittlung geeigneter Sanierungsverfahren bzw. -verfahrenskombinationen durchgeführt und konkrete Sanierungsszenarien abgeleitet. Im Ergebnis sind die Sanierungsanforderungen und die planerischen Vorgaben für das Nordgelände nur durch eine Auskoffierung der belasteten Bodenbereiche mit begleitender Kampfmittelräumung, Entfernung der Ölphasen und Abreinigung des Grundwassers sicher einzuhalten. Auf dem Südgelände ist eine Kampfmittelräumung, ein Bodenaustausch kleinräumiger Belastungen und nachnutzungsabhängig eine Übererdung von Teilen der ehem. Mergelgrube und der ehem. TKW-Verladung erforderlich.

Auftraggeberseitig wurden für die Nachnutzung der Flächen vier Flächennutzungsvarianten mit zwei Untervarianten (FN1, FN1u, FN2, FN3, FN4 und FN4u) vorgegeben, die abweichende Verteilungen von Wohnen, Gewerbe und öffentlichem Grün sowie in Einzelfällen Wasserflächen und Geländestufen aufweisen.

Bei der Kostenschätzung war die Sanierung des Nordgeländes getrennt von der des Südgeländes zu betrachten. Aufbauend auf dem Sanierungsszenario Auskoffierung wurden drei Sanierungsvarianten für das Nordgelände entwickelt, die sich in Bezug auf die weitere Behandlung bzw. die Entsorgung der belasteten Aushubmaterialien unterscheiden.

Sanierungsvariante SV1 geht davon aus, dass Aushubmaterialien, die nicht wieder zur Baugrubenverfüllung verwertet werden können, bis zu einem Maximalgehalt von 10.000 mg/kg MKW in Landschaftsbauwerke im Bereich des ehem. Mergelbruchs eingebracht werden. Materialien mit Belastungen zwischen 1.000 und 10.000 mg/kg MKW sollen dabei in rundum mit HDPE-Folie abgedichtete Bauwerke eingebracht werden. Materialien mit Belastungen oberhalb 10.000 mg/kg MKW werden extern entsorgt.

Sanierungsvariante SV2 sieht vor, die ausgekofferten belasteten Böden nach Möglichkeit on-site (auf der Baustelle) durch biologische Behandlung und durch Bodenwäsche abzureinigen. Materialien, die im zur Verfügung stehenden Zeitraum nicht oder nicht sicher on-site abzureinigen sind (bindige Böden, belasteter Bauschutt und Materialien mit Belastungen $> 10.000 \text{ mg/kg}$ sowie hochbelastete Schlämme aus der Bodenwäsche), werden einer externen Entsorgung zugeführt. Nicht für die Baugrubenverfüllung verwendbare Materialien mit Belastungen unterhalb 1.000 mg/kg MKW werden im Bereich des ehem. Mergelbruchs in Landschaftsbauwerke eingebracht.

Sanierungsvariante SV3 sieht die vollständige externe Entsorgung der nicht direkt für die Baugrubenverfüllung verwertbaren Materialien vor.

Für die Sanierung des Südgeländes wurden in Abhängigkeit von der vorgesehenen Nachnutzung zwei Sanierungsvarianten erarbeitet.

Sanierungsvariante SV Süd1 sieht eine Auskoffierung sanierungsbedürftiger Böden im Bereich geplanter Gewerbeflächen und eine Übererdung sanierungsbedürftiger Bereiche innerhalb geplanter öffentlicher Grünflächen vor.



Bei Sanierungsvariante SV Süd2 erfolgt zusätzlich ein Bodenaustausch der Auffüllungen im Bereich der "Tonkuhle" im westlichen Randbereich der Altablagerung Mergelbruch. SV Süd2 ist nur für Flächennutzungsvarianten relevant, die eine Gewerbenutzung im Bereich der "Tonkuhle" vorsehen.

Im Rahmen der Kostenschätzung wurden diese Sanierungsvarianten für alle Flächennutzungsvarianten und die Anforderungsprofile der DN und der LHH betrachtet. Da bei Sanierungsvarianten mit der Errichtung von Landschaftsbauwerken die gemeinsame Sanierung von Nord- und Südgelände zu erheblichen Synergien führt, wurden ergänzend Sanierungsvariantenkombinationen für das gesamte Untersuchungsgebiet kostenmäßig betrachtet (SV1 NordSüd, SV2 NordSüd).

Als Grundlage für die Kostenschätzung wurde aufbauend auf den vorliegenden Bohr- und Analysendaten eine EDV-gestützte Massenermittlung mit dem Modellierungsprogramm RockWorks™ (Version 2004) durchgeführt. Hierbei wurde zuerst ein lithologisches Schichtenmodell für das Nordgelände erzeugt, das in die Einheiten Auffüllung sandig, Auffüllung bindig, Sand, Kalkmudde und Mergel gegliedert ist. Dieses lithologische Modell wurde mit einem umweltchemischen Belastungsmodell verschnitten, das die vorliegenden Bodenanalysen vier Belastungskategorien zuordnet (vereinfacht: < 500 mg/kg MKW → Kat.1, 500 - 1.000 mg/kg MKW → Kat.2, > 1.000 - 10.000 mg/kg MKW → Kat.3, > 10.000 mg/kg MKW → Kat.4).

Auf das so erzeugte umweltchemisch-lithologische Modell wurden die unterschiedlichen Flächennutzungsvarianten und die damit verbundenen Anforderungen an Bodenaufbau und -qualität nach Abschluss der Sanierung projiziert. In den dadurch erhaltenen anforderungsspezifischen Modellen wurden die im Rahmen der Sanierung erforderlichen Aushubvolumina sowie die Zusammensetzung der anfallenden Aushubmassen berechnet. Die Volumina der Belastungsklassen Kat. 3 und Kat. 4, die aufgrund des Grundwasserschutzes bei allen Flächennutzungsvarianten sanierungsbedürftig sind, wurden auf 355.140 m³ für Kat. 3 und 62.680 m³ für Kat. 4 berechnet. Die für die Sanierung erforderlichen gesamten Aushubvolumina (inkl. Fundamente) wurden für die Flächennutzungsvarianten FN1, FN1u, FN2, FN3 und FN4u zwischen ca. 630.000 m³ und ca. 750.000 m³ und für die FN4 mit ca. 1.100.000 bis 1.200.000 m³ ermittelt.

Die Kostenschätzung wurde für die komplette Sanierung, beginnend mit der Sanierungsplanung und endend mit einem nachgeschalteten Grundwassermonitoring, durchgeführt. Neben der eigentlichen Sanierung ist hierbei auch der Rückbau der Leitungssysteme, der Abbruch noch vorhandener Gebäude, Oberflächenbefestigungen, Gleise und Fundamente sowie alle weiteren Räumarbeiten kostenmäßig berücksichtigt worden.

Im ersten Schritt der Kostenschätzung wurde der einzuplanende Zeitbedarf der Sanierungsmaßnahmen (Sanierungsplanung, Ausschreibung, Vergabe und Sanierung ohne nachgeschaltetes Monitoring) bei normaler, zügiger Durchführung auf ca. 80 - 100 Monate entsprechend ca. 6,7 - 8,5 Jahren abgeschätzt. Unter Berücksichtigung der vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen erforderlichen Vorlaufzeiten und des Zeitbedarfs für die Einrichtung der IGA ist die Umsetzbarkeit einer Sanierung für die Flächennutzungsvariante FN4 (Zeitbedarf ca. 100 Monate) fraglich. Für die übrigen Flächennutzungsvarianten erscheinen alle Sanierungsvarianten grundsätzlich in der zur Verfügung stehenden Zeit umsetzbar. Insbesondere bei der Sanierungsvariante SV2 können jedoch Modifizierungen oder eine beschleunigte Bauabwicklung erforderlich werden.

Im zweiten Schritt der Kostenschätzung wurden die Sanierungskosten abgeschätzt. Die zugrunde gelegten Preise wurden als allgemeine Markteinschätzung auf Basis der Befra-



gung einschlägiger Sanierungsfirmen und Bauunternehmen, der Auswertung von Abrechnungs- und Vergabeunterlagen zahlreicher Altlasten- und Kampfmittelsanierungsmaßnahmen und durch Vergleiche mit sonstigen Quellen ermittelt. Grundsätzlich wurde bei der Kostenschätzung eine Genauigkeit von +/- 10 % angestrebt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass bereits die zugrundegelegten Analysendaten deutlich höhere Fehler aufweisen können und dass das vorliegende weitmaschige Bohrraster sowie die damit verbundene Analysendichte aufgrund geringer statistischer Sicherheiten Über- oder Unterschätzungen der kontaminierten Volumina bewirken können. Weitere, derzeit nicht quantifizierbare Kostenrisiken können durch derzeit noch unbekannte Schadstoffpotentiale und die Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen, Planungsprozesse oder Preisentwicklungen hervorgerufen werden.

Die Ergebnisse der Kostenschätzung sind in Tabelle 0.1 dargestellt. Die für jede Sanierungsvariante mit Abstand höchsten Sanierungskosten für das Nordgelände in Höhe von 61,1 - 92,2 Mio. EURO (alle Kostenangaben netto ohne MwSt.) sind für die Flächennutzungsvariante FN4 zu erwarten. Bei den restlichen Flächennutzungsvarianten hängt die Höhe der zur erwartenden Sanierungskosten im wesentlichen von der Sanierungsvariante und nur untergeordnet von den umzusetzenden Sanierungsanforderungen (DN oder LHH) ab. Die Wahl der Flächennutzungsvariante hat nur einen geringen Einfluss.

Ausgehend von einer gemeinsamen Sanierung des Gesamtgeländes (ohne Bodenaustausch "Tonkuhle" Südgelände) wurden für SV1 NordSüd Kosten von 45,6 - 48,0 Mio. EURO, für SV2 NordSüd Kosten von 58,8 - 66,2 Mio. EURO und SV3 in Verbindung mit SV Süd1 Kosten von 68,2 - 71,3 Mio. EURO abgeschätzt.

Tabelle 0.1: Übersicht über die ermittelten Gesamtkosten für Sanierung und Kampfmittelräumung. Alle Angaben in Mio. EURO netto ohne MwSt.

Flächennutzungsvariante	Sanierungsanforderung	Sanierungsvariante						
		SV1	SV1 NordSüd	SV2	SV2 NordSüd	SV3	SV Süd1	SV Süd2
FN1	DN	44,9	48,0	62,1	65,2	66,1	4,7	6,3
	LHH	42,8	45,9	55,0	59,2	63,5	4,7	6,3
FN1u	DN	44,8	47,9	63,1	66,2	66,6	4,7	6,3
	LHH	42,4	45,6	54,8	58,8	63,5	4,7	6,3
FN2	DN	43,4	46,5	55,9	59,8	64,1	4,7	6,3
	LHH	42,9	46,0	55,1	59,3	63,6	4,7	6,3
FN3	DN	45,1	48,3	62,7	65,9	66,5	4,8	-
	LHH	42,8	46,1	55,1	59,4	63,7	4,8	-
FN4	DN	64,6	67,2	83,2	85,9	92,2	4,8	-
	LHH	61,1	63,6	76,7	79,5	87,1	4,8	-
FN4u	DN	44,8	47,9	61,9	65,0	66,0	4,8	-
	LHH	42,9	46,1	55,1	59,8	63,6	4,8	-

Eine Verringerung der zu erwartenden Sanierungskosten ist ggf. durch die Nutzung von Einsparpotenzialen möglich. Kostensenkend können sich z.B. eine günstigere Gestaltung der Landschaftsbauwerke durch Verringerung ihrer Anzahl und Oberfläche, ein Einbau von Bodenmaterialien mit Belastungen > 10.000 mg/kg TR MKW in gedichtete Landschaftsbauwerke, eine Lockerung der Anforderungen an das anzuliefernde Füllmaterial, eine Absenkung der Geländehöhen und eine Verringerung der Flächen mit Mutterbodenauftrag und der Übererdungsmächtigkeiten im Bereich des Mergelbruchs auswirken.



Unter Berücksichtigung der Wirksamkeit und der Sanierungskosten, von denen die Machbarkeit der Sanierung und damit die städtebauliche Revitalisierung des ehemaligen Raffineriegeländes direkt abhängt, ist die Sanierungsvariante SV1 NordSüd nach den Anforderungen der DN zu bevorzugen.