

# Werksdeponie Galing II in Nordenham

## Besonderheiten der Sicherung und Rekultivierung

Dipl.-Ing. Ralf Zöller

IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Steindamm 96, 20099 Hamburg

### 1. Einleitung

Die Nordenhamer Zinkhütte GmbH betreibt am nordwestlichen Rand der Stadt Nordenham, Landkreis Wesermarsch, zwischen Jadebusen und Unterweser die Werksdeponie Galing, vgl. Abbildung 1. Auf der betriebseigenen Monodeponie werden seit rund vier Jahrzehnten anorganische Rückstände der Zink-elektrolyse, sogenanntes Jarosit, abgelagert. Die Deponie ist aufgrund der Inhaltsstoffe von Jarosit der Deponiekategorie DK III zugeordnet.

Aktuell erfolgt die Abfallablagerung im Deponieabschnitt II. Der Deponieabschnitt I wurde bereits verfüllt, gesichert und rekultiviert, vgl. Abbildung 2.



Abbildung 1: Lage der Deponie Galing



Abbildung 2: Deponie Galing – Ablagerungsabschnitt I und II

### 1.1 Ablagerungsabschnitt II

Der rund 30 Jahre alte Ablagerungsabschnitt Galing II verfügt an der Basis über eine kontrollierbare Doppeldichtung, bestehend aus einer mineralischen Dichtung und einer Kunststoffdichtungsbahn mit dazwischen angeordneter Kontroldrainage (mineralische Dränschicht sowie Drän- und Sammelleitungen).

Die Dämme am Rand des Ablagerungsbeckens weisen eine Höhe von 9 m über Gelände auf. Auf den binnenseitigen Dammböschungen ist wie an der Basis die kontrollierbare Doppeldichtung angeordnet.

### 1.2 Abfall und Deponiebetrieb

In der Vergangenheit erfolgte die Abfallablagerung im Abschnitt II in Form von Jarosit-Suspension, die in das Ablagerungsbecken eingespült wurde. Das Wasser wurde nach Absetzen des Feststoffanteils in die Zinkhütte als Prozesswasser zurückgeführt. Der abgelagerte Feststoffanteil der Suspension kann bodenmechanisch als Grobschluff klassifiziert werden. Er ist lediglich unter Eigenlast konsolidiert, durch hohe Wassergehalte sowie geringe Festigkeiten charakterisiert und verhält er sich thixotrop.

Verfahrenstechnische Änderungen in der Hütte führten zu geänderten mechanischen Eigenschaften von Jarosit. Der Abfall fällt nun in stichfester Form an, er weist eine nennenswerte Scherfestigkeit auf und kann mit üblichen erdbautechnischen Verfahren verarbeitet werden.

## 2. Besonderheiten der Profilierung, Sicherung und Rekultivierung

Das Sicherungskonzept für den Ablagerungsabschnitt II aus den 1980-er Jahren sah vor dem Hintergrund des suspensionsförmigen Abfalls eine Profilierung der Deponie in Form eines Tafelbergs, d. h. mit sehr geringem Gefälle der Oberfläche vor. Dieses Konzept war zwar in den 1980-er Jahren "up to date", ent-

spricht jedoch nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik im Deponiebau bzw. den Anforderungen der aktuellen Deponieverordnung. Das Konzept war daher grundlegend zu überarbeiten.

Die wesentlichen Merkmale des neuen Entwurfs für die Sicherung und Rekultivierung der Deponie sind die Einhaltung eines ausreichenden Mindestgefälles der Deponieoberfläche sowie das Aufbringen einer kontrollierbaren Kombinationsabdichtung entsprechend den Anforderungen für die Deponiekategorie DK III.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Profilierung, Sicherung und Rekultivierung des Ablagerungsabschnitts wurden im Jahr 2011 im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens gemäß § 31 Abs. 2 KrW/AbfG festgelegt. Nach Umstellung der Einbautechnologie, die ebenfalls im Jahr 2011 vorgenommen wurde, erfolgen derzeit die Profilierung des Ablagerungskörpers sowie abschnittsweise nachlaufend die Sicherung und Rekultivierung des Ablagerungsabschnitts II.

## 2.1 Profilierung des Deponiekörpers

Die Profilierung des Ablagerungsabschnitts II als Hügeldeponie unter Einhaltung eines Deponieverordnungs-konformen Mindestgefälles erfordert einen Profilierungskörper, der bis zu 8 m über Oberkante Jarosit aufragt. Voraussetzungen für die Herstellung dieses Profilierungskörpers auf dem sehr gering tragfähigen und sensitiven Jarosit sind flache temporäre Böschungen (geringe Lastsprünge), eine geosynthetische Bewehrung im Übergang von Jarosit zum Profilierungskörper sowie ein quasi erschütterungsfreier Einbau.

Die sedimentierten Jarosit-Ablagerungen zeigten bei dem Versuch, deren mechanische Eigenschaften anhand von geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen zu ermitteln, ein ausgesprochen thixotropes Verhalten. Die Störung des Materials infolge der Versuchsdurchführung bzw. der Probennahme ließ letztlich keine quantitativen Rückschlüsse auf das Materialverhalten im ungestörten Zustand zu. Rechnerische Untersuchungen zur Standsicherheit konnten daher lediglich auf der Basis von Parametervariationen mit vorab geschätzten Bandbreiten durchgeführt werden.

Als Profilierungsmaterial kommt das nach der Verfahrensumstellung in stichfester Form anfallende Jarosit ("Jarofix") zum Einsatz. Trotz seiner feinkörnigen Zusammensetzung ist das Material aufgrund seiner hüttenseitigen Behandlung als Dichtungsaufbauer für die Oberflächenabdichtung geeignet, so dass auf den Einbau einer gesonderten Trag- und Ausgleichsschicht verzichtet werden kann. Abbildung 3 zeigt den Einbau von Jarofix, der aufgrund der Thixotropie und der geringen Tragfähigkeit des unterlagernden Jarosit in der ersten Lage ausschließlich vor Kopf mittels Langarmbagger erfolgen kann. Erst danach können geosynthetisch bewehrte Baustraßen zum Transport der Massen im Baufeld angelegt (vgl. Abbildung 4) und Planieraupen zum Einsatz gebracht werden.



Abbildung 3; Einbau von Profilierungsmaterial mittels Langarmbagger



Abbildung 4: geosynthetisch bewehrte Baustraße im Baufeld

Abbildung 5 zeigt einen Überblick über den Stand der Profilierungsarbeiten im August 2012.



Abbildung 5: Stand der Profilierungsarbeiten im August 2012 (© NZH)

Aufgrund der gegenüber der Planung aus den 1980-er Jahren deutlichen Erhöhung der Deponie erfahren die Dränagerohre in der Basisabdichtung der Deponie eine nennenswert höhere Belastung. Um diese auf ein nachweislich verträgliches Maß zu begrenzen, wurde die Regelneigung der Oberflächenabdichtung von 5,0 % gemäß Deponieverordnung auf etwa 3,5 % abgemindert. Diese Unterschreitung des Mindestgefälles ist im vorliegenden Fall aufgrund des anorganischen Abfalls hinnehmbar.

Die positiven Erfahrungen aus drei Jahren Einbau und Profilierung von Jarofix bestätigen die Erwartungen aus der Planung an die Machbarkeit der Profilierung auf dem extrem schlechten "Untergrund".

## 2.2 Aufbau der Oberflächenabdichtung

Die Deponieverordnung sieht bei Deponien der Klasse DK III an der Oberfläche eine kontrollierbare Kombinationsabdichtung vor. Neben der Kunststoffdichtungsbahn als diffusionsdichtem Element stehen für die nur in einem sehr begrenzten Umfang zugelassene Komponenten bzw. Dichtungsmaterialien als mineralische Dichtungsschicht zur Verfügung. Im vorliegenden Fall waren bei der Planung der Oberflächenabdichtung darüber hinaus die Aspekte Flexibilität und Witterungsabhängigkeit (Abhängigkeit des Bauablaufs vom Jarofix-Anfall in der Hütte) sowie aufgrund des landwirtschaftlich geprägten Umfelds Emissionsschutz (Verwehungen) von besonderer Bedeutung.

Anhand einer vergleichenden Untersuchung konnte im Zuge der Entwurfsplanung gezeigt werden, dass die insgesamt beste Lösung mit folgendem Aufbau der Oberflächenabdichtung erreicht wird:

- geosynthetische Tondichtungsbahn ("Bentonitbahn")
- Kunststoffdichtungsbahn aus PEHD
- elektrisches Dichtungskontrollsyste

Der Einsatz der geosynthetische Tondichtungsbahn, deren Eignung aktuell lediglich bis einschließlich Deponieklaasse DK II nachgewiesen ist, erfolgt formal auf der Grundlage von Anhang 1, Abschnitt 3

DepV (werkseigene Monodeponie). Die geosynthetische Tondichtungsbahn weist neben den Vorteilen im Hinblick auf die Bautechnik und den Emissionsschutz den weiteren Vorteil der Ressourcenschonung auf, da der Abbau von rund 70.000 m<sup>3</sup> mineralischem Dichtungsmaterial vermieden wird.

## 2.3 Flächendränage

Auf der Oberflächenabdichtung werden als Flächendränage unterhalb der Rekultivierungsschicht geosynthetische Dränmatten verwendet. Trotz des auf 3,5 % reduzierten Gefälles konnte für die bis zu 150 m langen Haltungen mittels Versuchen unter den projektspezifischen Randbedingungen nachgewiesen werden, dass die rechnerisch zu erwartenden Sickerwassermengen mit den Dränmatten gefasst und sicher abgeleitet werden können. Am Ende der Haltungen wurde dabei erstmalig der Einsatz einer doppelagig verlegten Dränmatte Enkadrain ZB experimentell untersucht und deren Eignung nachgewiesen.

Damit kann im Ablagerungsabschnitt II der Einbau einer mineralischen Dränschicht entfallen.

## 3. Bauzeit und bauvertragliche Besonderheiten

Anders als im Deponiebau üblicherweise der Fall wird der Bauablauf zur Profilierung, Sicherung und Rekultivierung des Ablagerungsabschnitts II nicht durch die Leistungsfähigkeit des AN beim Bau der Oberflächenabdichtung, sondern durch den Anfall von Jarofix als Profilierungsmaterial durch den AG bestimmt. Insgesamt wird mit einer sechs- bis siebenjährigen Bauzeit für den etwa 14 ha großen Ablagerungsabschnitt gerechnet.

Weiter sollte im Vergabeverfahren berücksichtigt werden, dass vor Aufnahme der Profilierungsarbeiten Unsicherheiten hinsichtlich der Fragen verblieben waren, welches die effektivste Kombination an Erdbaugeräten ist und mit welchen Leistungsansätzen im Erdbau kalkuliert werden kann.

Bauherr und Planer haben sich daher entschlossen, zunächst in einer ersten Vergabeeinheit nur die Einbau- und Profilierungsarbeiten des 1. Baujahrs zu vergeben. In dieser Zeit wurde die Optimierungspotentiale im Erdbau untersucht, um sie in die Vergabeeinheit II, die die Baujahre 2 bis 7 umfasst, einfließen zu lassen.

Mit bis zu 6 Jahren Bauzeit umfasst die Vergabeeinheit II einen relativ langen Zeitraum, in der der Bauablauf wie beschrieben primär durch den AG bestimmt wird. Daher kam kalkulatorisch der Frage der Preisentwicklung über diesen Zeitraum eine besondere Bedeutung zu. Um diesbezügliche Risikozuschläge der Bieter zu minimieren und eine für beide Seiten faire Vertragsgestaltung zu ermöglichen, wurden in der Ausschreibung und im Bauvertrag Preisgleitklauseln verankert, die auf mehreren Preisindizes für Tiefbauleistungen und Kraftstoffe basieren.