

RENATE ROSINSKY
JENS FRANK

HYDRAULISCHE IN-SITU- BODENSANIERUNG

Mineralölverunreinigter Boden wurde durch Einleiten von Heißdampf in den Untergrund (Dampferzeuger: Dampflokomotive 042 271-7) saniert.

Ground contaminated with mineral oil was rehabilitated by injecting superheated steam (generated by steam loco 042 271-7) into the subsoil.

Un sol pollué par du pétrole a été nettoyé par introduction de vapeur surchauffée dans le sous-sol (vapeur produite par la locomotive 042 271-7).



Bild 1: Ölgefeuerte Dampflokomotive BR 042 271-7 (Rendsburger Eisenbahnfreunde)

Dipl.-Ing. Renate Rosinsky, Sachbearbeiterin für Umwelt-, Lärm- und Gewässerschutz in der Hauptabteilung Bautechnik der Bundesbahndirektion Hamburg, und Dr. Jens Frank, Geschäftsführer der Ingenieurgesellschaft Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders u. Dipl.-Ing. Heinz Dührkop in Hamburg

Bei der Suche nach alternativen Sanierungsverfahren für mineralölkontaminierte Standorte, die zum ersten weg von den bislang üblichen Bodenaustauschmaßnahmen führen und die zum zweiten einen durchgehenden Bahnbetrieb auch während der Sanierung selbst ermöglichen sollten, wurde auf einem bahneigenen Gelände in Neumünster eine hydraulische In-situ-Sanierung durch Einleiten von Heißdampf in den Untergrund erfolgreich getestet.

Aufgabenstellung

In Anbetracht des immer knapper (und teurer) werdenden Deponieraumes für verunreinigte Böden sowie aus ökologischer Einsicht wurden Waschverfahren entwickelt, die jedoch alle den Nachteil des dafür erforderlichen Bodenaustausches und der daraus resultierenden Betriebsunterbrechung beinhalten. Für Mineralölverunreinigungen einsetzbare biologische Verfahren gestalten sich auf DB-Gelände häufig als selten einsetzbar, z. B. aufgrund der bereits erfolgten Veränderung der Öle, der für die Sanierung benötigten Zeiträume und der Beschränkung dieses Verfahrens primär auf die ungesättigte Bodenzone (d. h. eine ggf. notwendige Grundwassersanierung erfolgt nicht). Es wurde also ein Verfahren gesucht, welches die Kontamination im Untergrund so mobilisiert, daß sie abpumpfähig ist und an der Oberfläche mittels herkömmlicher Abscheideanlagen von ihrem Fördermedium wieder abgetrennt werden kann.

Voruntersuchungen

Bei den durch die DB entnommenen und analysierten Bodenproben bei der Mineralöltankstelle für Diesellokomotiven im Bahnbetriebswerk Neumünster wurde ein Schadenspotential vorerkundet, das sich vermutlich über mehrere Jahre im Erdreich angereichert hat. Im Rahmen von Gesprächen zwischen der DB und einem Ingenieurbüro, das mit der weiteren Erkundung des Schadenumfanges und Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes beauftragt war, wurde u. a. ein bereits einmal in Hamburg erprobtes In-situ-Sanierungsverfahren vorgestellt, das mittels Heißdampf die Mobilisierung der Kohlenwasserstoffverbindungen im Untergrund erreicht hatte.

Dieses mobilisierte Öl wurde dann, zusammen mit dem heißen, aus dem kondensierten Dampf herrührenden Wasser abgepumpt. Das Wasser wurde über Ölabscheider gereinigt. Der für das Verfahren notwendige Dampf wurde dabei von einem betriebsinternen Dampferzeuger geliefert. Für die DB bot sich für die Dampferzeugung, nach mehreren Vorgesprächen und Untersuchungen bezüglich Dampfmenge, -temperatur und -druck, der



Bild 2: Dampfleitungsführung im Gleisbereich (unter Betriebsgleisen)

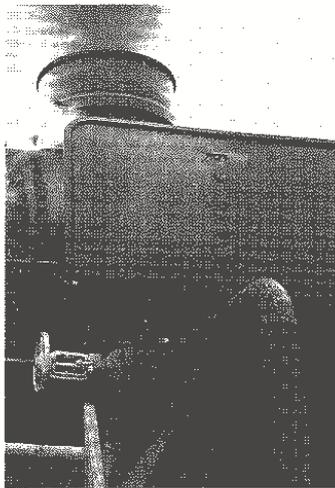


Bild 4: Dampfentnahmemastutzen an der Lok



Bild 3: Äußerer Ring zur Grundwasserabsenkung

Einsatz der 042 271-7, einer ölgefeuerten Dampflokomotive (Bild 1), die im Besitz der „Rendsburger Eisenbahnfreunde e. V.“ ist, an.

Nachdem die generelle Durchführbarkeit durch Voruntersuchungen als Alternative zum Bodenaustausch nachgewiesen war, wurde das Sanierungskonzept und der Firmenkreis für die besondere Art der Baudurchführung bestellt.

Schadensbeschreibung

Die zur Schadenseingrenzung durchgeführten Bodenuntersuchungen ergaben Kohlenwasserstoffkonzentrationen im Schadenszentrum von max. 13 g/kgTS in einer Tiefe von bis zu 4,0 m. Der Eintrag hatte sich ellipsenförmig, bedingt durch den Grundwassereinfluß, in der Fläche von ca. 30 m × 22 m mit einer Konzentration in den Randzonen von bis zu 1 g/kgTS ausgebreitet.

Der Grundwasserstand wurde bei 2,40 m i. M. gemessen. Der Untergrundaufbau wurde zwischen 1,0 m bis 2,4 m Tiefe als Auffüllung aus Schotter und mit Schlacken vermengten Sanden festgestellt. Darunter folgten gemischtkörnige Sande, vorwiegend der Mittelsandfraktion.

Sanierung/Bauablauf

Baustelleneinrichtung

Die Baufeldfreimachung wurde in Teilbereichen nicht durchgeführt, um, wie im allgemeinen Teil gesagt, den Sanierungserfolg

unter Betriebsgleisen zu erproben. Die Durchführung der Leistungen wurde einem Gleis- und Tiefbauunternehmen übertragen. Die verfahrenstechnische Verantwortung sowie Bauleitung und analytische Überwachung lag beim Ingenieurbüro.

Absetzen der Vakuumanlagen

Da die Kontamination auch unterhalb des Wasserspiegels nachgewiesen worden war, mußte dieser abgesenkt werden, um auch diese Verunreinigung beseitigen zu können. Darüber hinaus mußte das bei Betrieb der Dampfmaschinen anfallende Öl-Wasser-Gemisch abgepumpt werden.

Bei den vorhandenen, geohydrologischen Verhältnissen bot sich hierfür der Einsatz einer Vakuumbrunnenanlage an. Aus Sicherheitsaspekten kamen zwei getrennte Pumpenanlagen zum Einsatz:

- erstens ein äußerer Ring, der durch eine schwache Absenkung des Grundwasserspiegels ein Abströmen der Kontamination verhindern sollte (Bild 3), und
- zweitens ein inneres System, welches auf kurzem Wege das mobilisierte Öl in unmittelbarer Nähe zu den Dampfmaschinen abpumpte und den Grundwasserspiegel im Schadenszentrum auf das notwendige Maß absenkte.

Die Vakuumanlagen wurden eingespült, wobei das gewählte Material auf die zu erwartenden Temperaturen ausgelegt wurde.



Bild 5: Mobile Abscheideanlage (Beruhigungsbecken, Leichtstoff- und Koaleszenzstufe)

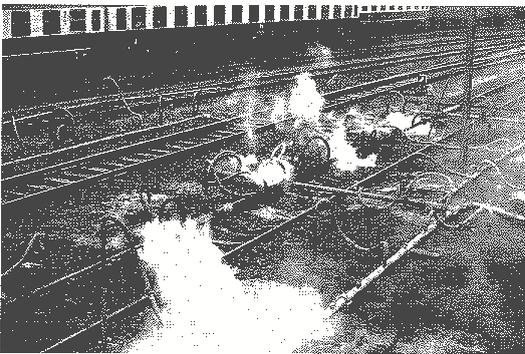


Bild 6: Dampfpflanzen – Teil des Sanierungsfeldes

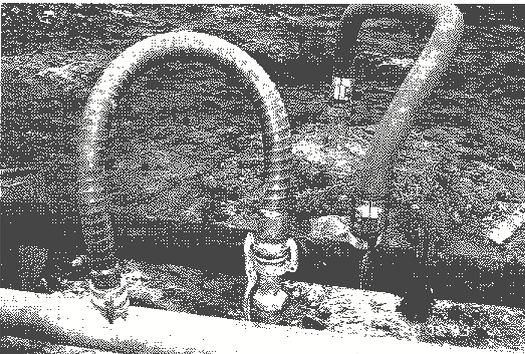


Bild 7: Dampfpflanzen

Absetzen der Dampfpflanzen

Die Dampfpflanzen wurden in zwei parallelen Reihen innerhalb des äußeren Brunnenringes eingespült. Die Tiefe war dabei abhängig von der Kontamination und des aufzubringenden Dampfdruckes (ausreichende Auflast). Der Betrieb erfolgte in mehreren Schritten von einer Seite des kontaminierten Bereiches zur anderen.

Gestellung des mobilen Dampferzeugers

Hier kam eine betriebsfähige 042 271-7 (Baujahr 1939), die ölgefeuerte Dampflokomotive der „Rendsburger Eisenbahnfreunde“ zum Einsatz. Die technischen Daten der Lokomotive

- regelbare Dampftemperatur von 200 bis 400° C,
- stufenlos regelbare Dampfmenge bis 10 t/h und
- stufenlos regelbarer Dampfdruck von 0 bis 15 bar

entsprachen allen gewünschten Anforderungen. Der Dampf wurde über einen gesondert installierten Entnahmestutzen (Bild 4) bereitgestellt.

Ölabscheider

Das geförderte Öl-Wasser-Gemisch mußte vor Einleitung in das öffentliche Siel wieder gereinigt werden. Hierfür wurde eine mobile Abscheideanlage (Bild 5), die, bestehend aus Beruhigungsbecken, Leichtstoff- und Koaleszenzstufe, so dimensioniert war, daß auch der, bedingt aus den hohen Temperaturen des geförderten Wassers (bis 80° C), hohe Anteil an gelösten Ölen sicher abgetrennt werden konnte.

Betreiben der Anlage

Nach Absenkung des Grundwasserspiegels auf das erforderliche Maß (Kontrolle über Pegelbrunnen) wurden die Dampfpflanzen wie vorstehend erläutert, betrieben.

Dies erfolgte unter durchgehender Überwachung mittels Probenahme und Analytik vor Ort mit Hilfe eines transportablen IR-Gerätes durch den Vertreter des Ingenieurbüros. Die Entscheidung über das jeweils weitere Vorgehen konnte dadurch kurzfristig vor Ort getroffen werden. Die Sanierung wurde in der Zeit von Dezember 89 bis Februar 90 durchgeführt, wobei die Dampfpflanzen lediglich 13 Tage in Betrieb waren (Bild 6 und 7). Nach Abschluß der Mobilisierungsphase wurde die Brunnenanlage so lange weiterbetrieben, bis sichergestellt war, daß keine gravierenden, löslichen Kohlenwasserstoffgehalte mehr im Untergrund herauswaschbar waren. Die abgesogene Ölmenge betrug ca. 6 m³.

Rückbau

Alle Lanzen etc. wurden gezogen, nachdem die Grundwassermeßergebnisse den Anforderungen entsprachen. Es wurden 5 Grundwassermeßstellen zur weiteren Überwachung eingerichtet.

Schlußbetrachtung

Es hat sich gezeigt, daß die beschriebene Form der hydraulischen Sanierung als In-situ-Verfahren mittels Heißdampf machbar ist, wobei sich die eingesetzte Dampflokomotive als Dampferzeuger bestens bewährt hat.

Die evtl. Einflüsse auf bahnspezifische Anlagen (Kabel etc.) konnten hier nicht betrachtet werden, da nur eine stillgelegte Anlage als Versuchsfeld zur Verfügung stand.

Es erfordert, vor der Wahl und dem Einsatz dieses Verfahrens ein großes Augenmerk auf die geologischen Verhältnisse, die Art der vorhandenen Kontamination und die Machbarkeit vor Ort zu legen. Ebenso ist die zukünftige Nutzung des Geländes in Betracht zu ziehen.

Der Sanierungserfolg kann in diesem Fall, unter den vor Ort festgelegten Prämissen, als gegeben angesehen werden, da es darum ging, die Gefahr für das Grundwasser abzuwenden.

Es wurden zur weiteren Beobachtung Grundwassermeßstellen eingerichtet, ebenso soll die Mikrobenpopulation nach ca. einem halben Jahr untersucht werden, um die Notwendigkeit einer Nachimpfung zu prüfen.