



INSTITUT ROGER GRÜN • Großenbaumer Straße 242 • 45479 Mülheim an der Ruhr

Stadt Köln – Amt f. Feuerschutz, Rettungsdienst und
Bevölkerungsschutz
Prof. Dr. Dr. Alex Lechleuthner
Scheibenstr. 13

50737 Köln

ZWISCHENBERICHT

28. September 2015 RG/BE/sl

BV: Hangargebäude auf dem Kalkberg, Köln
Hier: Begutachtung Kalkberg

Sehr geehrter Herr Prof. Dr. Dr. Lechleuthner,
Sehr geehrte Damen und Herren,

wie in unserem Vortrag am 28. August 2015 beim „Lenkungsaus-
schuss Kalkberg“ angekündigt erlauben wir uns, Ihnen zum Ende des
Monats September 2015 einen Zwischenbericht zum Stand unserer
Untersuchungen zu übermitteln.

A. Setzungen der Halde in den verschiedenen Bereichen

Nach Auswertung der vorliegenden – in den letzten Wochen
und Monaten gewonnenen – Vermessungsdaten lassen sich bis
dato folgende Trends erkennen:

- Die Messpunkte im Bereich des Bürogebäudes zeigen nur
kleinere Setzungen im hohen Millimeter-Bereich an. Diese
Setzungen liegen derzeit im Rahmen der seinerzeit von den
Planungsbeteiligten prognostizierten bzw. berücksichtigten
Werten.

vormals:

**ROGER ECKARD GRÜN**
Ingenieurgesellschaft mbH**Roger Grün*, Dipl.-Ing.**Von der Industrie- und Handelskam-
mer zu Düsseldorf öffentlich bestellter
und vereidigter Sachverständiger für
Schäden an Gebäuden.**Horst R. Grünt†, Dipl.-Ing.**1963 bis Mai 2006: Von der Industrie- und Handelskam-
mer zu Essen öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Schall-, Wärme-, Feuchteschutz und
damit zusammenhängende Baustoffe und Bindemittel**H.-H. Gillessen*, Dipl.-Ing.**Von der Industrie- und Handelskam-
mer zu Düsseldorf öffentlich bestellter
und vereidigter Sachverständiger für
Schäden an Gebäuden.**W. Holtmann*, Dipl.-Ing.**Von der Industrie- und Handelskam-
mer öffentlich bestellter und vereidig-
ter Sachverständiger für Schäden an
Gebäuden**Thomas Jarling, SiGeKo**Leiter Mess- und Labortechnik, Bauakustik,
Druckdifferenz (Blower door) und Thermografie**Wolfgang Beer, Dipl.-Ing.**Leitung Baukosten- und Qualitätscontrolling,
„Technical Due Diligence Red Flag Reporting“* Von der Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen staatlich
anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz**KOOPERATIONSPARTNER UND
DEREN FACHBEREICHE:****Ch. Bolenz, Dipl.-Ing.**

Bauleitung • Kostenkontrollen • SiGeKo

Peter Dähne, Dipl.-Ing.

Architektur • Bauleitung und Kostenkontrollen

Winfried Dümpel, Dipl.-Ing.

Elektro-, Daten- und Versorgungstechnik

Peter Finis, Dipl.-Ing.

Umwelttechnik • Gebäudeschadstoffe

K. Helmerding, Dipl.-Ing.Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik,
Energie-Effizienz**Robert Huth, Dipl.-Ing.**

Heizung - Lüftung - Sanitär • Bädertechnik

A. Kottwitz, Dipl.-Ing.Elektrische Versorgungsanlagen,
allg. Installationstechnik**Ch. Kubon, Dr.-Ing.**

Brandschutzkonzepte und Prüfungen

Th. Muntzos, Dr. Dipl.-Geol.

Grundbau • Bodenmechanik und Wasserwirtschaft

H.-J. Pfeiffer, Estrichlegermeister

Estrich und Bodenbelagsarbeiten

Alfred Schmitz, Prof. Dr.-Ing.

Akustik – Schwingungstechnik – Messtechnik

J. Wegewitz

Heizung • Lüftung • Sanitär

Michael Wulf, Prof. Dr.-Ing.

Tragwerksplanung und Statik

Bauphysikalische Beratungen
Baubegleitende Qualitätskontrollen
Haustechnik • TGA-Beurteilungen
Brandschutzkonzepte und -prüfungen
Baugrund- u. Grundwasseruntersuchung
Holzschutz- und Schädlingsbekämpfung
Abnahmen und Prüfungen
Schadensgutachten
Seminare und Schulungen

Fon: 0208 / 30 55 28 - 0

Fax: 0208 / 30 55 28 - 50

info@institutrogergruen.de

www.institutrogergruen.de

www.institutrogergruen.eu

- Hingegen zeigt die **Bodenplatte des Hangars** deutlich größere Bewegungen - stellenweise von über 10 cm am nördlichen Rand.
Der flächige Verlauf der Setzungen der Bodenplatte des Hangars wurde für den Zeitpunkt 06. Juli 2015 von uns in einen Isolinienplan dargestellt, in dem die tendenzielle **Verkipfung der Bodenplatte zur Ostecke** sowie eine **überlagernde Kippbewegung zur Nordseite** erkennbar ist.
Auch wenn die in der Folgezeit eingetretenen Vergrößerungen vergleichsweise gering sind, werden wir den Isolinienplan Anfang Oktober 2015 aktualisieren bzw. fortschreiben.
- Der Messpunkt F0 (Bereich der östlichen Ecke der Hangarbodenplatte) zeigt derzeit die größten Senkungen mit rund 13 cm (!) gegenüber dem Festpunkt auf dem Haldenplateau vor dem Hangar; die Gesamtsetzung am Messpunkt F0 beträgt 13 cm zuzüglich 2 cm (aus Festpunktsetzung) = 15 cm insgesamt). Die aktuell erkennbare Zunahme der Setzungen beträgt hier rund 0,2 mm/d.
- Die Höhenfestpunkte auf dem Haldenplateau vor dem Hangar senken sich derzeit mit 0,136 mm/d, 0,107 mm/d und 0,143 mm/d.
- Die **drei Höhenfestpunkte auf dem Haldenhöchsten** senken sich dem gegenüber derzeit deutlich stärker mit rund 0,29 mm/d bis 0,45 mm/d (entspricht im Mittel rund 11-16 cm/a). Hier wird das Eigensetzungsverhalten des Haldenkörpers durch zusätzliche Bauwerkslasten überlagert. Die weitere Entwicklung kann ohne vertiefende Untersuchungen nicht abgeschätzt werden.

B. Haldenaufbau

Der tiefere Haldenuntergrund (über 8 m Teufe) ist – bis zur unserer Einschaltung – nicht durch Baugrundaufschlüsse erschlossen worden. Daher wurden unsererseits am 05. und 06. August 2015 Kleinrammbohrungen bis zur einer Teufe von 24 m in den Haldenkörper vorgenommen.

Die wesentlichsten Sondierergebnisse der o. e. Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. An allen fünf Sondieransätzen wurde in rund 11-14 m Tiefe ein hochfestes Sondierhindernis von rund 0,5 m Dicke angetroffen.
2. In dieser massiven Lage zeigten sich unterschiedlich dichte Auffüllungsbereiche mit erheblichen Schwankungen der Schlagzahlen, die einen inhomogenen Aufbau dieser Schichten belegen.
3. Unterhalb dieser massiven Lage ist eine mehr oder weniger homogene Auffüllung vorhanden - mit einem Übergang von einer lockeren bis mitteldichten hin zu einer mitteldichten bis dichten Lagerung gekennzeichnet.
4. Für die weitere Bewertung gehen wir zur Zeit davon aus, dass Kalkschlammeinlagerungen unterhalb rund +60 mNN vorhanden sein dürften. Die Gesamtmächtigkeit der Kalkschlammeinlagerungen kann unsererseits derzeit noch nicht belastbar angegeben werden. Anhand der bisher vorliegenden Sondierergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Schichten noch ein **erhebliches Nachsetzungspotential** beinhalten bzw. durch ausgeprägte **Kriecheigenschaften** gekennzeichnet sind.
5. Für eine anstehende vertiefende Erkundungsphase kann aus den vorliegenden Ergebnissen gefolgert werden, dass mit Drucksondierungen die harte Deckschicht der Kalkschlammeinlagerungen nicht durchörtert werden kann.

Wir haben daher sog. „**Explorationsbohrungen**“ (welche ggf. später auch als Grundwassermessstelle genutzt werden) bis zu einer deutlich größeren Tiefe (ca. 35 m) ausgeschrieben. Die Ergebnisse der Ausschreibung liegen zwischenzeitlich vor, so dass diese Explorationsbohrungen Anfang Oktober 2015 durchgeführt werden können. Dies setzt voraus, dass zuvor seitens des Kampfmittelräumdienstes entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden. Derzeit liegt uns eine Ankündigung vor, dass diese Arbeiten kurzfristig eingeleitet werden können, wobei jedoch darauf hingewiesen wird, dass die Auswertung im ungünstigsten Fall mehrere Wochen in Anspruch nehmen kann. Hierdurch würden sich dann die eigentlichen Explorationsbohrungen weiter nach hinten verschieben.

Bei den Explorationsbohrungen sollen unsererseits in den einzelnen Schichten möglichst ungestörte Bodenproben entnommen werden, die sodann labortechnisch auf ihre Kennwerte überprüft werden müssen. Auch dies kann nochmals ca. 4 Wochen in Anspruch nehmen.

C. Standsicherheit der Halde

Nach der ersten Auswertung eines Höhenscans aus dem Jahr 2010, der uns erst vor kurzem zugänglich gemacht werden konnte, hat sich erschwerend gezeigt, dass die **Böschungswinkel** der Halde speziell im unteren Bereich vermutlich vielfach steiler als die Schuttwinkel des Haldenmaterials ausgeführt wurden.

Von daher müssen wir derzeit davon ausgehen, dass ein Standsicherheitsnachweis für die Halde selbst nicht – zumindest nicht für alle Bereiche – geführt werden kann.

Bei unsererseits bisher dreimal durchgeführten Besuchen zu einem „**Halden-Monitoring**“ haben sich in diesem Zeitraum folgende Veränderungen feststellen lassen und das, obwohl die Böschungen speziell im unteren (steileren) Bereich infolge Bewuchs und Abdeckung mit engmaschigen Netzen nur bedingt einsehbar waren.

Es hat sich gezeigt, dass teilweise unterschiedliche - offensichtlich unplanmäßige - Neigungen innerhalb der Böschungen vorliegen.

Des Weiteren wurden vereinzelt quer zur Böschung verlaufende Risse am Böschungskopf sowie aufgerissene elastische Fugen im Straßenbelag vor dem Hangar festgestellt.

Es steht zu befürchten, dass sich die Böschungen weiter verformen, d. h. u. a. im unteren Bereich nach außen „wandern“.

Um diesbezüglich weitere Aufschlüsse zu erhalten, haben wir eine **Drohnenüberfliegung** der Halde veranlasst, die unmittelbar vor Erstellung dieses Zwischenberichts stattgefunden hat. Die diesbezüglichen Ergebnisse (im Wesentlichen entsprechende Höhengescans) lagen bei Ausarbeitung dieses Zwischenberichts daher (noch) nicht vor.

In diesem Zusammenhang ist unsererseits nachdrücklich darauf hinzuweisen, dass die Führung eines Standsicherheitsnachweises der Halde selbst allein schon deshalb unabdingbar ist, da **die Halde (und der auf ihr vorgesehene Aussichtspunkt) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden soll**. Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht ist es daher unabdingbar, diese Punkte vertiefend zu untersuchen.

Hierbei sind selbstverständlich auch die **Einflüsse aus einem möglichen Hochwasser** am Haldenfuß wie aber auch eventuelle **Erdbebeneinflüsse** zu berücksichtigen.

D. Bodenmechanische Erstanalyse

Die tatsächlich ausgeführte Geländemodellierung im Bereich des Haldenkopfes führt - vorbehaltlich der zuvor angesprochenen noch ausstehenden Untersuchungsergebnisse - zu einer Zusatzlast des Haldenkörpers aus einer **erheblichen zusätzlichen Aufhöhung um bis zu knapp 9 m**.

Auf der Basis unserer bisherigen Kenntnisse haben wir daher eine überschlägliche Setzungsberechnung durchgeführt, um die Plausibilität der der Ausführung zugrunde liegenden Kenndaten zu überprüfen. Hierbei hat sich gezeigt, dass die gesamte Steifigkeit E_s des Haldenkörpers **deutlich unterhalb der Spanne liegt, die in dem der Planung zugrunde liegenden Bodengutachten angegeben wurde**.

E. Statik des Baukörpers

Zwischenzeitlich wurde uns die Statik des Baukörpers selbst überlassen. Diese wird derzeit unsererseits überprüft, wobei natürlich auch untersucht wird, welche weitere Schiefstellung der Baukörper vertragen kann, ohne dass nennenswerte Schäden auftreten und welche Auswirkungen die weiter unten angesprochenen Sanierungsmöglichkeiten auf den Baukörper selbst haben.

F. Sanierungsmöglichkeiten

F.1 Halde

Sofern der **Stand sicherheitsnachweis der Halde** unter Würdigung der noch zu erhaltenden Ergebnisse nicht und/oder nicht überall geführt werden kann, kann die Stand sicherheit der Halde durch verschiedenste Maßnahmen ggf. Kombination derselben sichergestellt werden.

Beispielhaft sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass teilweise (wie derzeit an der Skihalle in Bottrop) Erdaufschüttungen vorgenommen werden können. Grundsätzlich sind aber auch die Einbringung von Spundwänden, Bohrpfahlwänden und/oder die Abflachung der Böschungen bzw. ein Abtrag in verschiedenen Bereichen denkbar.

Gegebenenfalls sollte auch untersucht werden, in wieweit durch die Einbringung von Böschungsankern in das anstehende Haldenmaterial die Böschungen zusätzlich gesichert werden können.

Bei den diesbezüglichen Sanierungsmöglichkeiten sind selbstverständlich auch eventuelle Umweltgefährdungen durch das eingebrachte Deponiepotential zu berücksichtigen.

F.2 Stabilisierung / Sanierung des Hangars selbst

Da dies bezüglich zu berücksichtigenden Probleme - wie sich ansatzweise aus dem Vorgesagten ergibt – äußerst vielschichtig sind, haben wir dies bezüglich hochspezialisierte Sonder-Fachleute aus der Wissenschaft (Hochschulprofessoren und Lehrbeauftragte) wie aber auch aus der Praxis konsultiert, um die Machbarkeit und die Erfolgsaussichten der verschiedenen Systeme aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu beleuchten.

Nach unseren bisherigen Recherchen bieten sich hier die folgenden Sanierungsmöglichkeiten besonders an:

I. Durchbohrung der Bodenplatte des Hangars in regelmäßigen Abständen mit anschließender Einbringung eines Expansionsharzes

Hierdurch kann „in kleineren Schritten“ die Bodenplatte einschließlich aufstehendem Gebäude **angehoben** werden (jeweils ca. 2 cm).

Der Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, dass für jeden Arbeitsgang die Bodenplatte (in der derzeit auch eine Heizung integriert ist) an zahlreichen Stellen regelmäßig durchörtert werden muss.

Des Weiteren liegen – im Gegensatz zum nachfolgend angesprochenen Verfahren - keine vergleichbaren Erfahrungen zum Langzeitverhalten vor.

II. Anhebung der Bodenplatte und des aufstehenden Gebäudes durch Einbringung eines Zement/Füller/Steinmehls unterhalb der derzeitigen Tragschicht des Gebäudes

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass hierdurch die Bodenplatte wie aber auch eine mögliche Nutzung nicht bzw. sehr wenig beeinträchtigt wird.

Sie hat aber den Nachteil, dass neben dem Gebäude ein ca. 3 m großer Schacht bzw. ein Graben voraussichtlich ebenfalls ca. 3 m tief (gemessen von der OK der Bodenplatte des Hangars) eingebracht werden muss, um die erforderlichen Lanzen (die für die verschiedenen Sanierungsschritte wiederverwendbar sind) einzubringen.

Vorteilhaft ist bei diesem Verfahren des Weiteren, dass eine relativ hohe und genaue „Nachstell- bzw. Nachjustierbarkeit“ möglich ist.

III. Stabilisierung der Bodenplatte des Hangars über „Pfähle“

Grundsätzlich ist auch eine Stabilisierung der Bodenplatte des Hangars über nachträglich einzubringende Pfähle denkbar. Diese Sanierungsvariante wurde unsererseits noch nicht vertiefend untersucht, da sie unter Würdigung der großen Tiefe des wenig tragbaren Untergrundes wohl die größten Kosten verursachen wird.

Außerdem ist davon auszugehen, dass die zuerst angesprochenen Sanierungsmöglichkeiten zumindest teilweise flankierend eingesetzt werden müssen.

In Ermangelung der Kenntnis der Bodenkennwerte und des Haldenaufbaues unter dem Hangar selbst kann eine finale Kostenschätzung noch nicht vorgenommen werden.

Bei beiden Sanierungsvarianten wurde von den angesprochenen Sonderfachleuten und Firmen darauf hingewiesen, dass die Freilegung des rückwärtigen Spornes des Hangars von großem Vorteil wäre, da dann einerseits viel weniger Massen angehoben werden müssen und andererseits die diesbezüglichen Kosten durch eine Verringerung der Kosten für die Anhebung der Bodenplatte sicher wieder eingespart würden.

Auch hierbei ist natürlich ergänzend zu berücksichtigen, dass auch diesbezüglich Umweltgesichtspunkte für Arbeiten im sog. „Schwarzbereich“, eine Wasserführung, etc. zu berücksichtigen sind.

Zu allen Sanierungsvarianten und/oder –verfahren ist nachdrücklich darauf hinzuweisen, dass sie jeweils wiederholt und „schrittweise“ - in Abhängigkeit vom Langzeitsetzungsverhalten – durchgeführt werden müssen.

Zusammenfassend ist zu betonen, dass es auch unter Würdigung aller Unwägbarkeiten - nach Abschluss der Sanierungsarbeiten - möglich sein wird, zum einen die Halde selbst und den Aussichtspunkt für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen und zum anderen auch eine problemlose Nutzung des Hangargebäudes sicherzustellen. Flankierend zu den o. e. Stabilisierungsmaßnahmen müssen auch am Baukörper – u. a. an den großen Toren und der Fassade – „Nachstellungsmöglichkeiten“ vorgesehen werden.

G. Winterfestmachung

Da die Untersuchungen und Recherchen noch einen größeren Zeitraum in Anspruch nehmen werden, ist derzeit abzusehen, dass das infrage stehende Gebäude – zumindest provisorisch – „winterfest“ gemacht werden muss.

Auch hierzu haben wir aus ingenieurmäßig technischer Sicht verschiedene Möglichkeiten untersucht. U. a. erscheint es sinnvoll, die endgültige Fassade (noch) nicht einzubauen, da sie sehr setzungsempfindlich ist. Entsprechendes gilt naturgemäß auch für die übergroßen 14 m breiten Tore.

Anstelle dessen sollten die Fassaden zunächst mit kostengünstigen Blechen und/oder Sandwich-Elementen „verkleidet“ werden. Hierbei können ggf. – natürlich nur nach Rücksprache mit der ausführenden Fassadenfirma – die bereits vorhandenen Unter-

konstruktionen genutzt werden. Alternativ sind zusätzliche Unterkonstruktionen auf- bzw. vorzusetzen.

Da der Hangar selbst derzeit noch nicht als solcher genutzt werden kann, könnte die provisorische Fassade im Bereich der Tore zunächst durchgezogen werden, allerdings nur, wenn sicherheitstechnisch keine Bedenken bestehen (z.B. wegen der Sicherstellung von Fluchtwegen). Hiervon wird derzeit ausgegangen.

H. Schadensursachen

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die verschiedenen Schadensursachen und ihr Ineinandergreifen derzeit noch nicht final benannt werden können.

Herauszustellen ist jedoch, dass diesbezüglich die Verträge aller in die Gründungsmaßnahmen involvierten Beteiligten juristisch beurteilt und die vorgelegten Planungen technisch geprüft werden.

Parallel dazu wird natürlich auch die geführte Korrespondenz detailliert überprüft (bspw. hinsichtlich eventueller Bedenkenanmeldungen, etc.).

In jedem Fall ist bereits jetzt nachdrücklich herauszustellen, dass das Setzungsverhalten der Halde hier massiv unterschätzt wurde und gleichzeitig das Bauwerk selbst nicht auf einen äußerst setzungsempfindlichen (und/oder aktiven) Untergrund abgestellt wurde.

I. Zwischenfazit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Setzungen noch nicht abgeklungen sind und sich ihre weitere Entwicklung in den verschiedenen Bereichen unsererseits noch nicht abschließend und „belastbar“ vorhersehen und/oder beurteilen lässt.

Nach Ermittlung der genauen Verteilung der jetzt setzungswirksamen Erdaufasten, der vertiefenden Analyse der Halde (u. a. durch Drohnenbefliegung und Explorationsbohrungen) und der Prüfung der Statik können unsererseits konkreter werdende Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise und/oder Sanierung unterbreitet werden.

Schon jetzt kann ausgesagt werden, dass nach Ausführung der Sanierungsarbeiten sowohl eine Öffnung der Halde für den Publikumsverkehr wie aber auch eine Nutzung des Hangars selbst ohne nennenswerte Einschränkungen möglich sein wird.

Allerdings wird es - wie bei vergleichbaren Bauvorhaben dieser Art - erforderlich sein, die sicher noch über längere Zeit auftretenden Setzungen zu beobachten (und natürlich in der Folge – wenn erforderlich – punktuelle überschaubare Nachjustierungen vorzunehmen (insbesondere zur uneingeschränkten Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Tore des Hangars)).

Parallel zu den vorbeschriebenen Untersuchungen und Recherchen werden unsererseits sowohl die Sanierungsmöglichkeit der Halde wie insbesondere aber auch die Sicherstellung der Standsicherheit der Halde überprüft.

Nach Vorlage der wesentlichsten Ergebnisse dieser vertiefenden Recherchen zu den Sanierungsmöglichkeiten und den oben beschriebenen Untersuchungen werden wir einen weiteren Zwischenbericht vorlegen.

Sollten Sie diesbezüglich weitere Rückfragen haben, so stehen Ihnen die Unterzeichner jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

BAU-SACHVERSTÄNDIGEN
INSTITUT ROGER GRÜN

Der Sachbearbeiter:
Dipl.-Ing. W. Beer



Der Sachverständige:
Dipl.-Ing. R. Grün

