

Sachstandsbericht zur Südböschung der Kiesgrube Blessem

Erkenntnisstand 03/2022

Projekt Nr. 21-25

erstattet von

**Dr.-Ing. Michael Clostermann
Markscheiderisch-Geotechnisches Consulting**

Bearbeiter:
Dr. Michael Clostermann

In Zusammenarbeit mit
IBL Institut für Bergbau Boden und Bauwerk
Castrop-Rauxel

Bearbeiter:
Burkhard R. Lisiecki

im Auftrag von
Bezirksregierung Arnsberg
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW
Goebenstraße 25
44135 Dortmund

Dortmund, 27. April 2022

Diese Stellungnahme besteht aus 24 Seiten

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen.....	4
2 Erkenntnisstand 03/2022.....	5
2.1 Lage des Eintrittsbereichs.....	5
2.2 Zeitliche Entwicklung der Südverwallung	7
2.3 Ertüchtigung der Verwallung 2015	11
2.4 Schlussfolgerungen zum Aufbau der Verwallung.....	13
2.5 Standsicherheit der Südböschung	16

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Ersteintrittsstellen des Wassers in den Tagebau	5
Abb. 2: Endzustand der Erosion des westlichen Abschnitts der Südböschung	5
Abb. 3: Hybriddarstellung Luftbild/Grundriss des westlichen Abschnitts der Südböschung	6
Abb. 4: Südböschung 1987	7
Abb. 5: Südböschung 1993	7
Abb. 6: Südböschung 1998	8
Abb. 7: Südböschung 2003	8
Abb. 8: Südböschung 2016	9
Abb. 9: Südböschung 2021	10

Abb. 10:	Luftbild (mutmaßliche Satellitenaufnahme) 14.07.2021, 18:00 Uhr.....	10
Abb. 11:	Hochwasserschutzwall an der Südböschung Bearbeitungsstand 10/2011 (Anlage A-1.3 zum 2. HBP vom 31.05.2012)	12
Abb. 12:	Ergebnisse der Vermessung der Verwallung vom 26.06.2015.....	13
Abb. 13:	Lage der Bodenuntersuchungen im Bereich der Verwallung	14
Abb. 14:	Idealisiertes Schichtenmodell der Südböschung im Durchbruchsbereich	16
Abb. 15:	Wasserwegigkeiten durch Pflughorizont (oben) und Piping (unten).....	18
Abb. 16:	Hochflutsandschicht in der Südwestböschung.....	19
Abb. 17:	Erosion der Hochflutsande.....	20
Abb. 18:	Fortschreitende Hohllage unterhalb des Hochflutlehms.....	20
Abb. 19:	Rückschreitende Erosion durch fortschreitende Staffelabbrüche	21
Abb. 20:	Schalenartiger Verbruch und Piping-Effekt	22
Abb. 21:	Schalenartiger Verbruch und Piping-Effekt	23

1 Vorbemerkungen

Aufgrund des Hochwassers an der Erft sind am 14. Juli 2021 sowie in der Nacht auf den 15. Juli 2021 Wassermengen einerseits südlich von Blessem/ westlich von Liblar übergetreten und von dort in Richtung Blessem geströmt. Dabei wurde auch die südlich von Blessem gelegene L265 überflutet.

Von dort aus sind die Wassermengen in den Ort Blessem eingetreten, haben diesen überflutet und zu erheblichen Schäden an Wohngebäuden und der gesamten Infrastruktur geführt.

Im weiteren Verlauf sowie durch zusätzliche Übertritte aus der Erft über die Erfdämme südlich von Blessem sind diese Wassermengen dann auch in den nördlich von Blessem gelegenen Kiestagebau und dessen Absetzbecken eingeströmt und haben diesen zunächst teilweise geflutet.

In der weiteren Entwicklung haben sich durch das unkontrolliert in den Kiestagebau und sein Absetzbecken einströmende Wasser Erosionsrinnen in Richtung Blessem sowie zur Erft ausgebildet, so dass die Erft sich dann vollständig in den Kiestagebau ergossen und diesen vollständig geflutet hat

Der eigentliche Erftlauf wurde dadurch zeitweilig unterbunden und der Unterstrom fiel trocken.

Der Wassereintritt in den Kiestagebau erfolgte im westlichen Abschnitt der Südböschung und führte auch hier durch die Erosion zu einer vollständigen Zerstörung dieses Böschungsabschnittes.

Auf Basis der ausgewerteten Unterlagen in Verbindung mit dem vorliegenden Bildmaterial und den Ergebnissen der durchgeführten Bodenuntersuchungen werden in diesem Sachstandsbericht die derzeitigen Erkenntnisse über die Verwallung der Südböschung zusammengestellt.

2 Erkenntnisstand 03/2022

2.1 Lage des Eintrittsbereichs

Aus zur Verfügung gestellten Fotos konnten die drei Ersteintrittsstellen des Wassers in den Tagebau widerspruchsfrei festgestellt werden. Die ersten lokalen Erosionsflächen hatten sich bereits am Morgen des 15. Juli 2021 bis etwa 7:00 Uhr im Bereich der südwestlichen Verwallung gebildet. Die ersten Erosionsflächen sind in der folgenden Abbildung rosa dargestellt.



Abb. 1: Ersteintrittsstellen des Wassers in den Tagebau



Abb. 2: Endzustand der Erosion des westlichen Abschnitts der Südböschung

Zur besseren Orientierung sind in der folgenden Abbildung ein Luftbild mit den Weideeinzäunungen südlich der Südböschung und der Grundriss mit in blau eingetragenen Höhen aus der Abnahme des Dammes 2015 übereinandergelegt.



Abb. 3: Hybriddarstellung Luftbild/Grundriss des westlichen Abschnitts der Südböschung

2.2 Zeitliche Entwicklung der Südverwallung

Von dem Bereich des Tagebaus sind Luftaufnahmen von 1987 bis 2021 vorhanden, die von Geobasis NRW frei zur Verfügung gestellt werden.

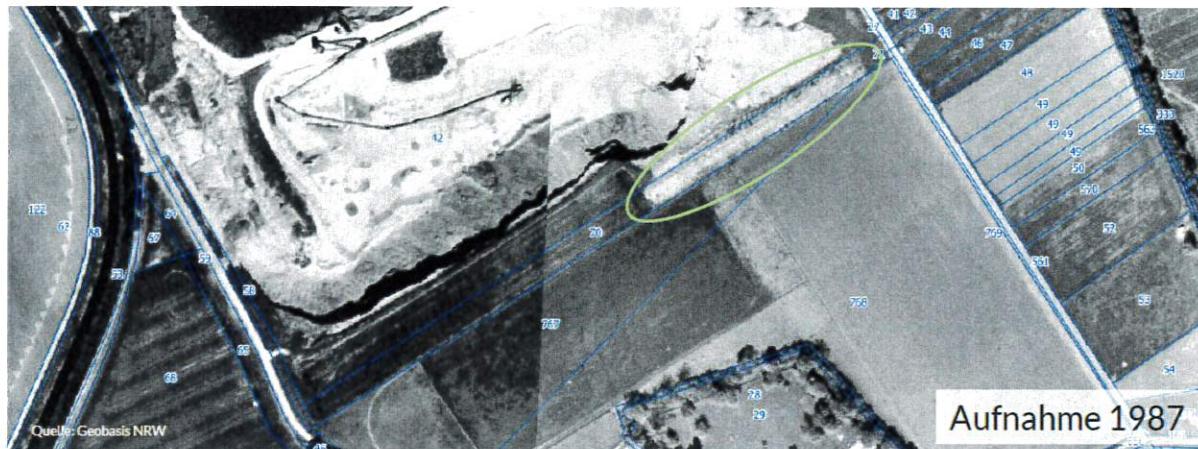


Abb. 4: Südböschung 1987

Auf dem Luftbild von 1987 befindet sich die Abbaugrenze deutlich nördlich des Böschungsbereichs zum Zeitpunkt des Schadenseintrittes. Eine Verwallung ist hier im Durchbruchsbereich sowie auf den unmittelbar angrenzenden Flächen noch nicht vorhanden. Eine rd. 170 m lange Verwallung im östlichen Teil der Südseite ist bereits errichtet worden. Diese ist in der vorstehenden Abbildung grün markiert. Die Verwallung erfolgte auf gewachsenem Boden (Flurstück 70).



Abb. 5: Südböschung 1993

Die Verwallung ist bis 1993 auf dem Flurstück 70 bereits bis zum späteren Durchbruchbereich nach Westen verlängert worden (Abb. 5, grüne Markierung). Zum Lückenschluss fehlen noch etwa 60 m bis zur Westböschung (Abb. 5, rote Markierung).

Den vorliegenden Unterlagen ist zu entnehmen, dass in der Zeit der Abgrabungstätigkeiten zwischen Juli 1994 und April 1995 an der Südböschung Rutschungen stattgefunden haben. Hierbei sind auch Massen der damaligen Verwallung abgerutscht.



Abb. 6: Südböschung 1998

In dem Luftbild von 1998 ist zu erkennen, dass der westliche Lückenschluss (blaue Markierung) zwischenzeitlich erfolgt ist. Zeitlich muss dies vor dem großen Böschungsbruch erfolgt sein, zu erkennen an der nördlichen Bruchkante in diesem Bereich. Hier ist ein Ansatz von Vegetation vorhanden.

Ein Vergleich des nicht verstürzten südlichen Teils der Verwallung mit dem Luftbild aus dem Jahr 1993 zeigt hier keine lagemäßigen Veränderungen.



Abb. 7: Südböschung 2003

Zwischen 1998 und 2003 haben weitere lokale Böschungsumbildungen stattgefunden, auf die nach Übergang ins Bergrecht mit einer Abflachung durch Anlegen einer Berme reagiert wurde. Östlich des Durchbruchbereichs ist die Verwallung auf etwa 37 m nicht mehr vorhanden (rote Markierung). Dieser Bereich ist auf dem Flurstück 767 eingefriedet.

Weitere signifikante Veränderungen des Böschungsverlaufs nach 2003 sind bis einschließlich 2013 nicht zu beobachten.



Abb. 8: Südböschung 2016

Zwischen 2013 und 2016 wurde am Südrand ein umfangreicher Freischnitt vorgenommen, der offensichtlich im Zusammenhang mit den durchgeführten Nachbesserungsarbeiten an der Verwallung bis 2015 in Zusammenhang steht. Etwa der Bereich, der im Bestandsplan zum Hochwasserschutz (Anlage A-1.3 zum 2. HBP vom 31.05.2012) aufgrund fehlender Freibordhöhe bemängelt wurde, ist noch weitgehend vegetationsfrei. Dies wird auf die erfolgten Nachbesserungen zurückzuführen sein.

Der zuvor erwähnte Bereich, dessen Einfriedung aufgrund der Platzverhältnisse auf Fremdgrundstück lag, wurde durch Anlage eines Damms geschlossen und die Einfriedung entfernt. Der Damm setzt bereits Vegetation an. Dieser Teil der Verwallung steht auf Auffüllungsmaterial.



Abb. 9: Südböschung 2021

Das Luftbild 2021 zeigt keine weiteren, wesentlichen Veränderungen an der Verwallung. Neue Abbrüche sind nicht erkennbar. Insgesamt erfolgte eine Zunahme der Vegetation.

Den Zustand nach dem Starkregen am 14.07.2021 um 18:00 Uhr und somit vor dem Durchbruch in den Tagebau zeigt die folgende Darstellung.



Abb. 10: Luftbild (mutmaßliche Satellitenaufnahme) 14.07.2021, 18:00 Uhr

Bei dieser Aufnahme, die von dem Gutachter der Stadt Erftstadt präsentiert wurde, soll es sich um eine Satellitenaufnahme handeln. Eine Verifizierung des Bildes ist mangels treffender Quellenangabe bisher noch nicht möglich gewesen, wird aber in dieser Form als durchaus sehr plausibel eingestuft.

In dieser Aufnahme ist stehendes Wasser vor dem Durchbruchsbereich erkennbar. D.h. die Verwallung ist zum Zeitpunkt des Starkregens funktionstüchtig gewesen. Der Reitplatz ist in seinem nördlichen Bereich leicht erhöht, daher hat sich das Wasser nur um den Reitplatz herum angesammelt.

2.3 Ertüchtigung der Verwallung 2015

2011 erfolgte eine Überprüfung des bestehenden Hochwasserschutzes hinsichtlich der Anforderungen HQ_{extrem} zuzüglich eines Freibords von 0,5 m. Das Extremhochwasser (EHQ) der Erft wird im Durchbruchbereich mit 94,06 m NHN angegeben. Die Angabe stammt aus der Hochwasser-Gefahrenkarte (Rotbach von Eicks (km 30,3) bis zur Mündung in die Erft (km 0,01) sowie dem zugehörigen hydraulischen Längsschnitt) Blatt R 07, Stand Oktober 2009.

Weiterhin wurde das EHQ umgerechnet. Es wurden die Höhen des Leitnivellements 1999 um den Senkungsbetrag aufgrund der Grundwasserabsenkung durch RWE Power (-0,13 m) korrigiert.

Dazu wurde aus der Gefahrenkarte der Erft und dem zugehörigen hydraulischen Längsschnitt der Wasserstand bei EHQ im Tagebaubereich dargestellt und die Höhe mit dem Hochwasserschutzwall verschnitten. Zur Visualisierung erfolgte die Darstellung mit farblicher Kennung der Bereiche in denen

der Freibord von 50 cm eingehalten wird: grün,

ein Freibord zwischen 0 und 50 cm noch vorhanden ist: gelb,

das Extremhochwasser der Erft die Krone der Verwallung überströmen würde: rot.

Der überwiegende Bereich des Hochwasserschutzwalls ist „grün“ und entspricht damit den Höhenanforderungen.

Die dargestellten „gelben“ und „roten“ Bereiche, insgesamt ca. 600 m, wurden überprüft und erhöht. Im Bereich der Südböschung war dies eine Stelle im Südwesten. Der 37 m lange Durchbruch der Verwallung ist zwar im Grubenbild dargestellt, der Hochwasserschutz aber als grün gekennzeichneter Bereich ausgewiesen. Das Grubenbild stellt den Betriebszustand Mai 2011 dar. Da auch dieser Bereich erst 2015 ertüchtigt wurde, ergibt sich hier ein Widerspruch.

Zur Ertüchtigung der Verwallung der Südböschung wurde von Osten eine Vorschüttung mit Fremdmaterialien vorgenommen und eine Rampe zu der Durchbruchsstelle errichtet.

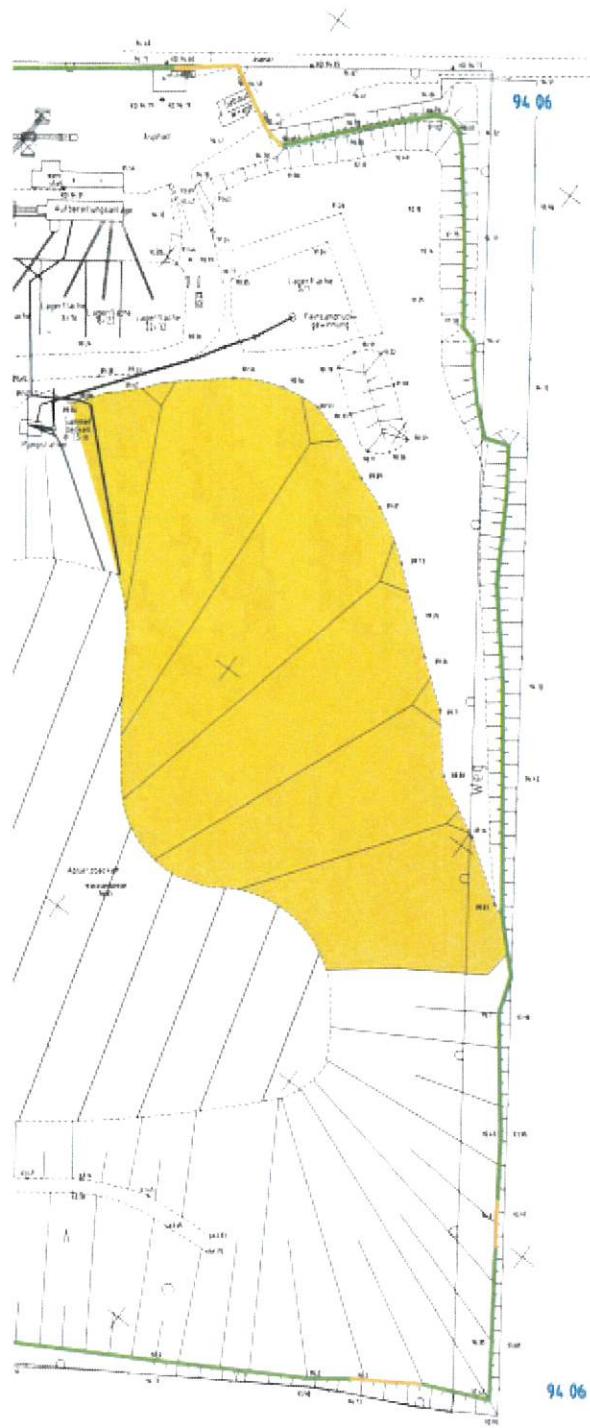


Abb. 11: Hochwasserschutzwall an der Südböschung Bearbeitungsstand 10/2011 (Anlage A-1.3 zum 2. HBP vom 31.05.2012)

Nach Abschluss der Ertüchtigungsarbeiten wurden diese abgenommen und am 29.06.2015 erfolgte die Vermessung der Verwallung. Die erforderliche Mindesthöhe von 94,56 m NHN wurde an keiner Stelle unterschritten. Der tiefste Punkt der Verwallung der Südböschung liegt im Niveau von 94,57 m NHN.

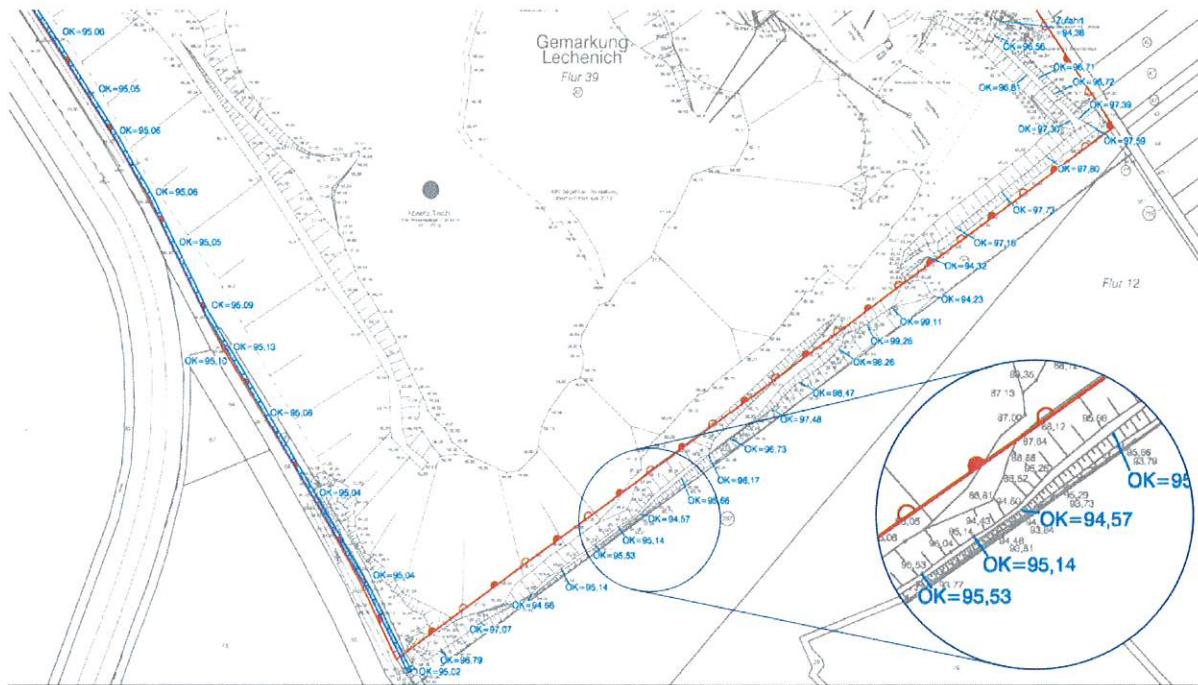


Abb. 12: Ergebnisse der Vermessung der Verwaltung vom 26.06.2015

2.4 Schlussfolgerungen zum Aufbau der Verwaltung

Wie die multitemporale Analyse zeigt, handelt es sich bei der Verwallung im Durchbruchsbereich an der Südseite der Kiesgrube im Wesentlichen um eine alte Verwallung, die überwiegend bereits 1993 angelegt war und spätestens 1998 fertiggestellt wurde.

Eingriffe in das Gelände im Aufstandsbereich dieser Verwallung sind nicht ersichtlich und auch nicht zu erwarten, so dass mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon auszugehen ist, dass diese Verwallung auf den Hochflutlehmern errichtet worden ist.

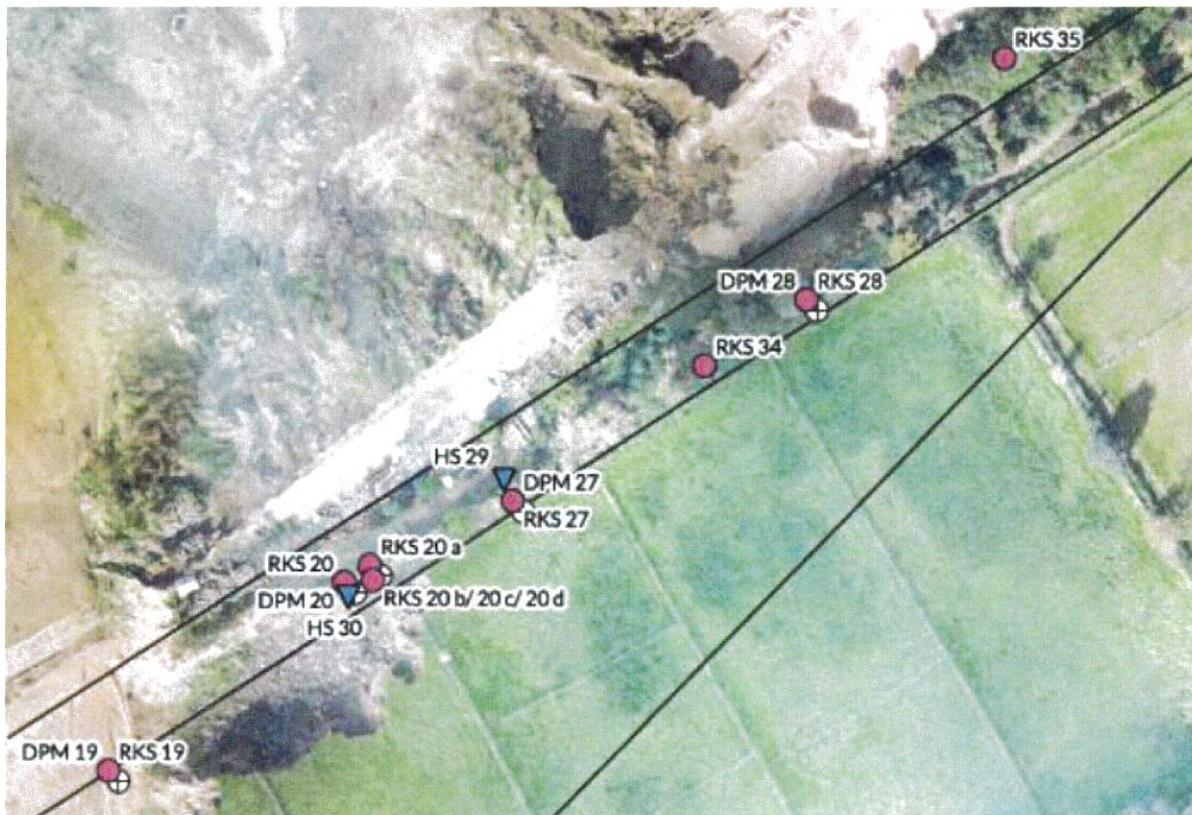


Abb. 13: Lage der Bodenuntersuchungen im Bereich der Verwallung

Teile dieser ursprünglichen Verwallung sind östlich der Durchbruchsstelle noch vorhanden und wurden durch das IBL untersucht. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um umgelagerte Hochflutlehme, also um bindige Böden. Dies gilt sowohl für den westlichen Bereich, der spätestens 1993 fertiggestellt wurde, als auch für den weiter östlich liegenden Teil, der bereits 1987 vorhanden war.

Die bindigen Böden wurden in verschiedenen Höhen beprobt und auf ihre Kornverteilung hin untersucht. Es handelt sich demnach um sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige Schluffe. Die Abschätzung der Durchlässigkeit anhand der Kornverteilung nach KAUBISCH (1986) ergibt Durchlässigkeiten von $k_f = 3,73 \times 10^{-8}$ m/s bis $k_f = 6,65 \times 10^{-8}$ m/s. Somit sind diese Böden schwach durchlässig.

Zwar kann die stoffliche Zusammensetzung der im Zuge des Hochwasserereignisses zerstörten Verwallung nicht mit letzter Sicherheit benannt werden, allerdings ist es aus Sicht von MGC/IBL sehr wahrscheinlich, dass das gleiche Material wie für den noch vorhandenen Teil der Verwallung verwendet wurde.

Demnach kann für die ursprüngliche Verwallung angenommen werden, dass sie vollständig aus bindigen Böden mit entsprechend geringer Durchlässigkeit bestand.

Abweichendes gilt für den 37 m langen Abschnitt der Böschung dessen Einfriedung zeitweise auf Fremdgrundstück erfolgte. Hier bestand offensichtlich eine Lücke, nennenswerte Teile der Ursprungsverwallung können aus Platzgründen nicht mehr vorhanden gewesen sein. Im Zuge der Ertüchtigung des Hochwasserschutzes erfolgte hier 2015 der Lückenschluss, wobei bereits auf dem Luftbild von 2013 ersichtlich ist, dass sich durch Vorschüttung von Osten her zu diesem Bereich hingearbeitet wurde.

Der Lückenschluss erfolgte unter Verwendung von nichtbindigem Material (Sand, Kies) mit geringen Anteilen an Bauschutt. Die Verwallung wurde mit Oberboden abgedeckt. Die Kenntnis zur Zusammensetzung ist gesichert, da wesentliche Teile dieser Verwallung noch vorhanden sind. Der Lückenschluss gründet vollständig auf Auffüllungen.

Bohrlochversickerungsversuche in Tiefen zwischen 1 m und 3 m u. GOK ergaben Durchlässigkeiten zwischen $k_f = 1,86 \times 10^{-4}$ m/s und $k_f = 4,86 \times 10^{-5}$ m/s. Somit sind diese Böden durchlässig bis stark durchlässig.

Eine weitere Korrektur der ursprünglichen Verwallung ist im westlichen Bereich der Südseite erfolgt, bei dem im oben erwähnten Bestandsplan zum Hochwasserschutz die fehlende Höhe des Freibords bemängelt wurde. Mit gleichem Analogieschluss wie zuvor bei der ursprünglichen Verwallung, ist hier davon auszugehen, dass entsprechend das gleiche Material wie für den Lückenschluss, also nichtbindige Sande und Kiese, verwendet wurden.

Im Unterschied zum Lückenschluss, der vollständig auf Auffüllungen gründet, ist bei den Nachbesserungen im westlichen Bereich davon auszugehen, dass auch noch ursprüngliche Verwallung vorhanden war. Hier wurde lediglich (lokal) nachgebessert und aufgehöht.

Einen weiteren Hinweis, dass die Verwallung im Bereich des Ersteintritts geschlossen vorhanden war, liefert das (mutmaßliche) Satellitenbild vom 14.07.2021. Hier zeigt sich vor den Bereichen des Ersteintritts ein Wasseraufstau, der nur zu erwarten ist, wenn sich eine geschlossene Verwallung entlang der Kiesgrube befunden hat. Das Satellitenfoto liegt MGC/IBL jedoch noch nicht in hochauflösender Form vor. Sobald dies der Fall ist, werden weiterführende Untersuchungen zur Höhe des Wassers vor der Kiesgrube zum Aufnahmezeitpunkt erfolgen.

2.5 Standsicherheit der Südböschung

Auf Grundlage der durchgeföhrten Bodenuntersuchungen und der Aufschlüsse der anstehenden Schichten der Böschungen im Erosionsbereich kann die für die Standsicherheit maßgebliche Schichtung wie folgt schematisch idealisiert werden:

Bezeichnung	Mächtigkeiten (ca.)	Durchlässigkeit (qualitativ)	Erosions-empfindlichkeit*
Hochflutlehme	1,4 m - 2,5 m	sehr gering	beständig
Hochflutsande	0 - x m	sehr hoch	extrem
Terrasse „verkittet“ (häufig Talterrasse oder auch Terrasse „verlehmmt“)	1 m - 2 m lokal > 2 m	gering-mittel-hoch	gering - hoch
Terrasse**	>> m	sehr hoch	hoch

* gegenüber seicht abfließendem Wasser / Sickerwasser

** eine weitere Untergliederung erfolgt aus Übersichtsgründen nicht

Hieraus ergibt sich das für die Standsicherheitsbetrachtung anzusetzende Schichtenmodell. Weiterhin ist ein HQ_{extrem} Wasserstand vor der Verwallung anzusetzen.

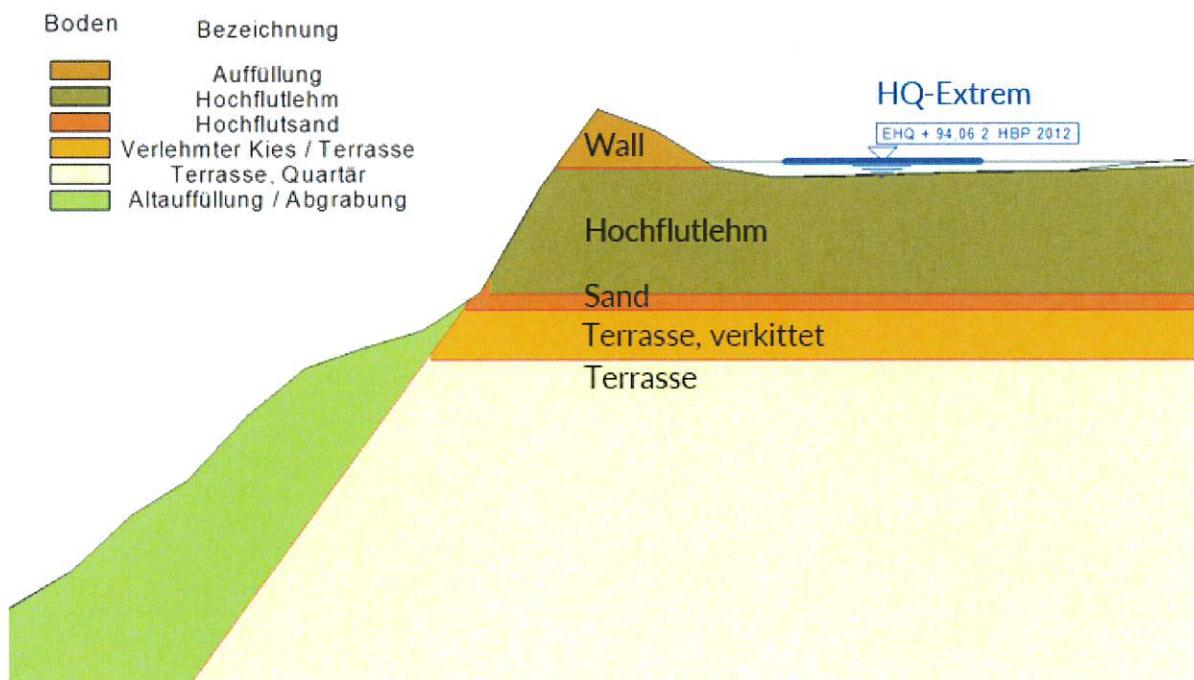


Abb. 14: Idealisiertes Schichtenmodell der Südböschung im Durchbruchsbereich

Die durchgeführten Berechnungen haben ergeben, dass ein Gleichgewichtszustand der Böschung grundsätzlich erfüllt ist. Dies ist zurückzuführen auf die extrem hohen Scherfestigkeiten der Hochflutlehme und die hohen Scherfestigkeiten der verkitteten Terrasse. Das kritische Element in diesem Gesamtsystem wird durch die Hochflutsande gebildet.

Bei den Hochflutsanden handelt es sich um eine lokale Ablagerung im Erosionsbereich. Diese Sande weisen keine Kohäsion auf, sind stark wasserdurchlässig sowie sehr erosionsanfällig. Weiterhin neigen die Hochflutsande zu Kornumlagerungen / Kornflucht.

Durch die Lagerung dieser stark wasserdurchlässigen Hochflutsande zwischen den sehr gering durchlässigen Hochflutlehmen und den gering durchlässigen verkitteten Terrassen-Schichten treten bei Wasserzutritt sogenannte Piping-Effekte auf. Dies führt zu einem lokalen Entzug des Auflagers des Hochflutlehms.

Wasserzutritt in die Hochflutsande kann hier nur durch einen oder mehrere hydraulische Kurzschlüsse, d.h. der Möglichkeit des Eindringens von Oberflächenwasser in die Sande, erfolgen. Eine Durchsickerung der Hochflutlehme ist in der zeitlichen Größenordnung des Hochwasserereignisses aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit nicht möglich.

Abbildung 15 wurde in dem Erosionsfinger unmittelbar hinter der Südwestböschung aufgenommen. Die hier sichtbaren Pipes müssen entstanden sein durch eine erftseitig bestehende hydraulische Verbindung zum Oberflächenwasser. Ein Durchsickern der Hochflutlehme ist aufgrund deren sehr geringen Durchlässigkeit ausgeschlossen.



Abb. 15: Wasserwegigkeiten durch Pflughorizont (oben) und Piping (unten)

Diese Schicht ist auch in der Südwestböschung im Erosionsbereich festgestellt worden. Nach Rodung des zu sanierenden Böschungsabschnitts war sie auch weiter nach Norden innerhalb der Böschung erkennbar, lief dort aber aus.



Abb. 16: Hochflutsandschicht in der Südwestböschung

In Abbildung 16 ist die Mächtigkeitsschwankung der Hochflutsandschicht zu erkennen. Ebenfalls ist zu erkennen, dass auch in größerer Entfernung von den Pipes Erosionen, vermutlich durch abfließendes Oberflächenwasser, stattfinden.

Das Erosionsgeschehen ist im Bereich der freiliegenden Hochflutsande dadurch gekennzeichnet, dass zunächst eine langsam rückschreitende Erosion einsetzt. Diese wird offensichtlich durch Niederschlagswasser begünstigt. Die zunehmende Kornumlagerung führt zu einer fortschreitenden Hohllage unterhalb des Hochflutlehms und somit zu einem Entzug des Widerlagers.

Abbildungen 17 und 18 zeigen schematische Darstellungen der Erosion der Hochflutsande sowohl durch Oberflächenwasser als auch durch Piping-Effekte.

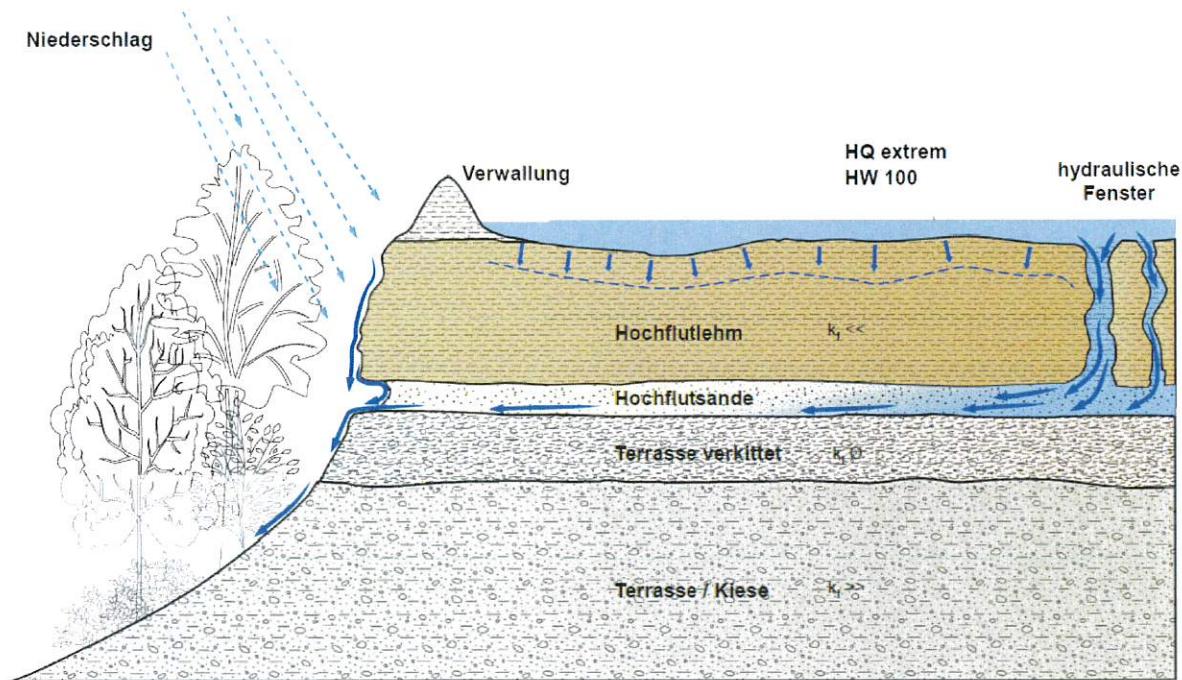


Abb. 17: Erosion der Hochflutsande

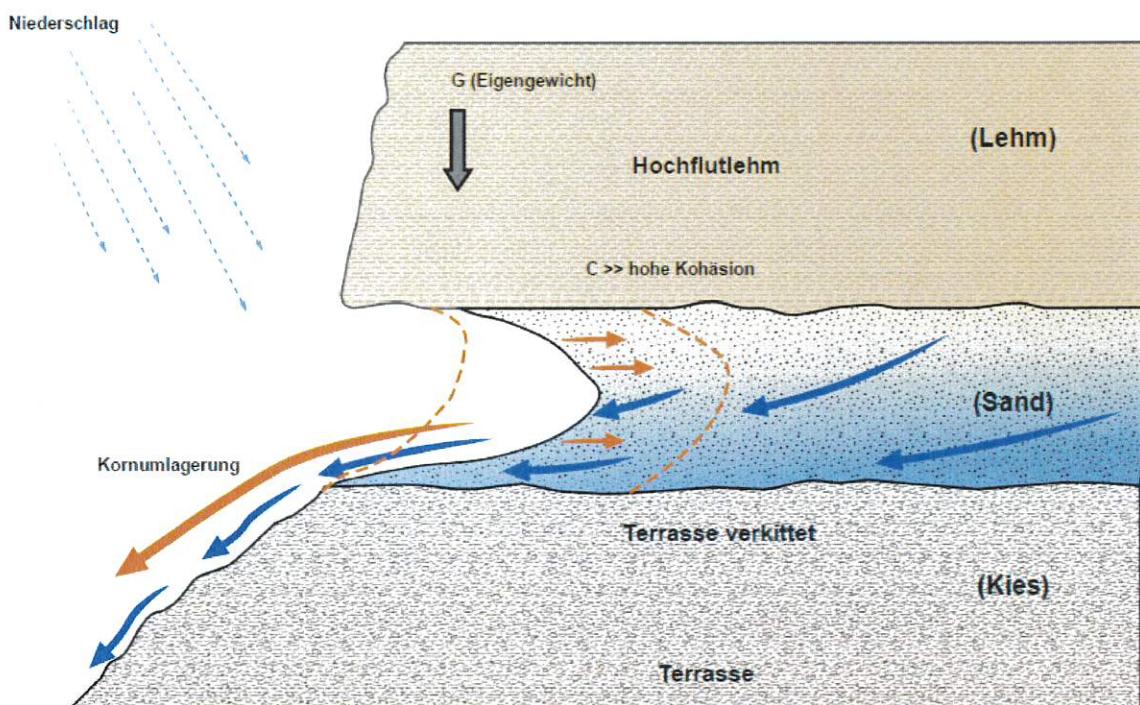


Abb. 18: Fortschreitende Hohllage unterhalb des Hochflutlehms

Eine Überschreitung der Gleichgewichtskräfte, d.h. das Eigengewicht der unterhöhlten Hochflutlehmschicht wird größer als dessen Scherfestigkeit, führt zu einem schalenartigen Verbruch des Hochflutlehms. Anschließend beginnt der Prozess von vorne. Hierdurch entstehen fortschreitende schalenartige Staffelabbrüche.

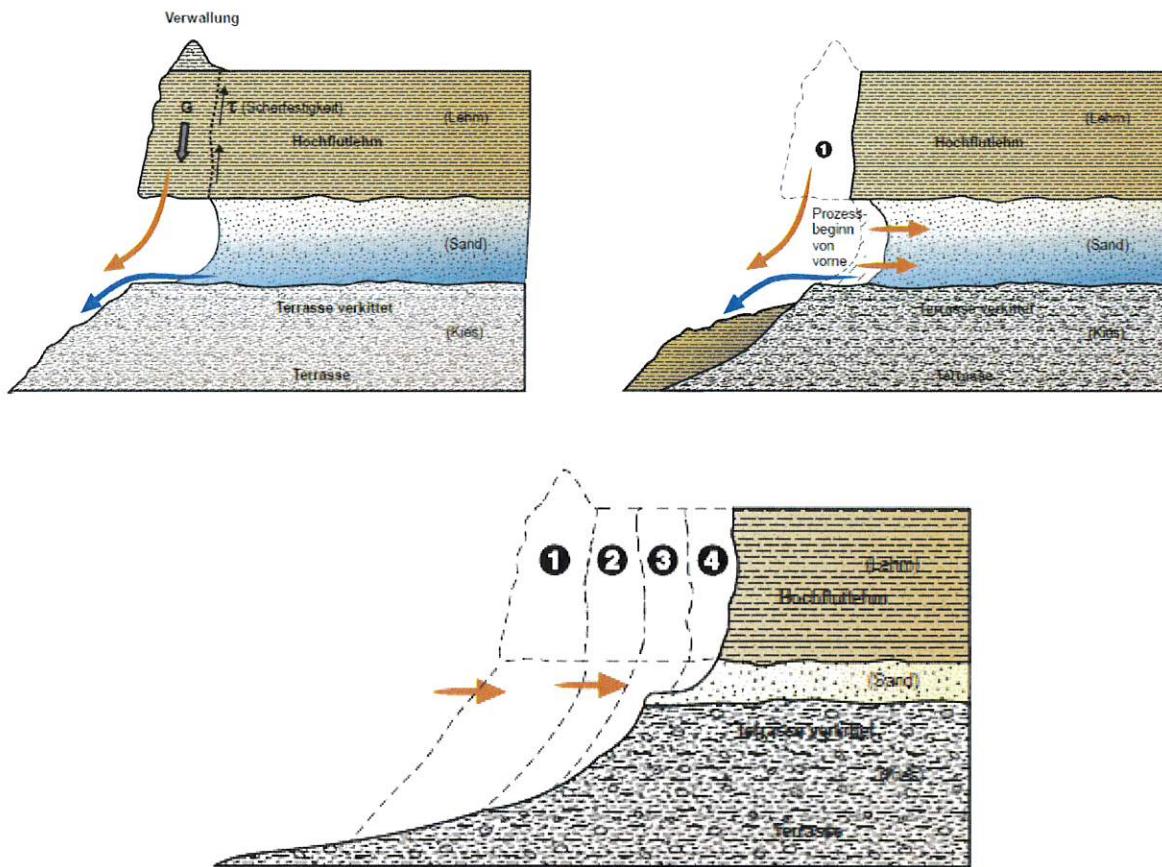


Abb. 19: Rückschreitende Erosion durch fortschreitende Staffelabbrüche

Das anhaltende Oberflächenerosionsgeschehen und zunehmende Piping-Effekte verursachten langsam fortschreitende schalenartige Staffelabbrüche der Südböschung. Diese Abbrüche boten zusätzliche Angriffsfläche für weitere Erosionen und Wasserzuströme. Schließlich erfolgte eine schlagartige Abschwemmung der Südböschung. Dabei handelte es sich bei den anströmenden Wassermassen um ein Flutereignis, welches eine 1.000-Jährlichkeit weit überschritt.

Eine Luftaufnahme (Video) der örtlichen Einsatzkräfte zeigt einen schalenartigen Verbruch nach Entzug des Widerlagers (blauer Kreis). Einzelbildaufnahmen sind auf den folgenden zwei Seiten wiedergegeben. Der Piping-Effekt (blauer Pfeil) ist auf den Fotos leider nicht so gut zu erkennen, wie in dem Video.



Abb. 20: Schalenartiger Verbruch und Piping-Effekt



Abb. 21: Schalenartiger Verbruch und Piping-Effekt

Dortmund, den 27.04.2022

Dr. Michael Clostermann

Burkhard R. Lisiecki