NLWKN

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Deichbestandsanalyse an der unteren Mittelelbe von Schnackenburg bis Rönne / Geesthacht

Niedersachsen

HERAUSGEBER:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz

– Betriebsstelle Lüneburg –
Adolph-Kolping-Str. 6,
21337 Lüneburg

September 2020

INTERNET:
www.nlwkn.niedersachsen.de

VERTRIEB:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
– Direktion –
Am Sportplatz 23
26506 Norden
pressestelle@nlwkn.niedersachen.de

Inhalt

1. Anlass und Aufgabenstellung 7

2. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes 8
2.1. Deichverbände 9
2.2. Bemessungshochwasser an der Elbe 11
2.3. Historische Entwicklung und Grundlagen für die Bemessung der Elbedeiche 11

3. Technische Grundlagen und Bewertungskriterien / Methodik 12
3.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 12
3.2. Baugrunduntersuchungen 12
3.3. Standsicherheitsbetrachtungen 13
3.4. Bestandsaufnahme/Visuelle Begutachtung 14
3.4.1. Bestandteile des Deichquerschnitts 16
3.4.2. Kilometrierung der Deiche in den Deichverbänden 17
3.4.3. Verkehrsinfrastruktur 19
3.4.4. Dränagen und Filter im Deichkörper 19
3.4.5. Wasserabführung im Deichhinterland 20
3.4.6. Bewuchs an und auf den Deichen 21
3.5. Alterung von Deichen 21
3.5.1. Suffusion / Erosion 22
3.5.2. Rissbildungen in Deichen 23
3.6. Bauwerksprüfung der HWS-Wände 23

4. Darstellung der Untersuchungsergebnisse 25
4.1. Gartower Deichverband 26
4.1.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 26
4.1.2. Baugrunderkundungen 28
4.1.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung 28
4.1.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im GDWV 29
4.2. Jeetzeldeichverband 29
4.2.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 30
4.2.2. Baugrunderkundungen 31
4.2.3. Bestandsaufnahme /Visuelle Begutachtung 32
4.2.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im JDV 33
4.3. Dannenberger Deich und Wasserverband 33
4.3.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 34
4.3.2. Baugrunderkundungen 35
4.3.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung 35
4.3.4. Zusammenfassung des DDWV 36
4.4. Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverband 36
4.4.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 37
4.4.2. Baugrunderkundungen 38
4.4.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung 40
4.4.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im NDUV 41
4.5. Artlenburger Deichverband (ADV) 41
4.5.1. Vermessungstechnische Untersuchungen 42
4.5.2. Baugrunderkundungen 44
4.5.3. Geotechnische Untersuchungen zur Standsicherheit 45
4.5.4. Visuelle Begutachtung im ADV 46
4.5.5. Zusammenfassung der Untersuchungen im ADV 47

5. Bereiche ohne Hochwasserschutz 48

6. Prioritätensetzung und Gesamtbewertung von Schnackenburg bis Geesthacht 48

7. Gesamtbewertung 49

8. Kostenabschätzung möglicher Anpassungsmaßnahmen 50

9. Finanzierung & Genehmigung 51

10. Zusammenfassung 51

11. Ausblick Empfehlung 52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet der Deichbestandsanalyse zwischen Schnackenburg und Geesthacht Quelle: NLWKN, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2007 8
Abbildung 2: Standsicherheitsbetrachtung an einem Querprofil bei Deich Km 28+800 im Bereich Hohnstorf 13
Abbildung 3: Deichkilometrierung im Bereich des ADV oberhalb von Bleckede 17
Abbildung 4: Elbedeich im Amt Neuhaus mit Kennzeichnung der Deichkilometer, und Deichverteidigungsweg 18
Abbildung 5: Beispiel eines Qualmpolders (DWA 507-1) 20
Abbildung 6: Typen des Materialtransports im Boden nach Busch, Luckner und Thiemer, BAW, Bundesanstalt für Wasserbau, 2011) 22
Abbildung 7: Schurf im Deich mit Rissbildung 23
Abbildung 8: Hochwasserschutzwand in Hitzacker (Quelle: IBR) 24
Abbildung 9: Projektgebiet der Deichbestandsanalyse und Aufteilung der Deichverbände 25
Abbildung 10: Bereich der Bestandsvermessung im GDWV 26
Abbildung 11: Darstellung der Deichhöhen und des BHW im Bereich von Meetschow bis Gorleben: 27
Abbildung 12: Darstellung der Baugrunderkundungen, Lagerungsdichten und Standsicherheitsbetrachtungen im GDWV 28
Abbildung 13: Untersuchte Deichabschnitte des JDV im Rahmen der Vermessung vom Ing Büro Rauchenberger 30
Abbildung 14: Darstellung der Deichhöhen und des BHW im Bereich von Laase bis Grippel: 31
Abbildung 15: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des JDV 32
Abbildung 16: Deichabschnitte im Dannenberger Deich- und Wasserverband 33
Abbildung 17: Deichhöhen von Langendorf bis Damnatz 34
Abbildung 18: Geotechnische Untersuchungen von Dammnatz bis Penkefitz im DDWV 35
Abbildung 19: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des DDWV 35
Abbildung 20: Deichkörper im Abschnitt Damnatz bis Wussegel 36
Abbildung 21: Darstellung der BHW-Linie im NDUV von Wehningen bis Herrenhof 38
Abbildung 22: Baugrunderkundungen im Bereich von Wehningen bis Pommau 39
Abbildung 23: Lage der Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen im NDUV von Vockfey bis MV 39
Abbildung 24: Darstellung der Deichhöhen, Deichverteidigungswege und BHW im NDUV 40
Abbildung 25: Deichhöhen im Bereich zwischen Radegast und Hohnstorf 43
Abbildung 26: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des ADV 44
Abbildung 27: Darstellung der Sickerlinien mit (rechts) und ohne (links) Deichfußdrainage 45
Abbildung 28: Darstellung der Berechnungsergebnisse mit und ohne Drainage im Bereich von QP 1.2.4 bei Walmsburg 45
Abbildung 29: Deichprofil im ADV mit Kreisstraße, Deichverteidigungsweg und Deichunterhaltungsweg 46
Abbildung 30: Darstellung der Höhenlage des Deichverteidigungsweges in Abhängigkeit vom BHW gemäß BFG 1848 47
Abbildung 31: Gesamtauswertung und Prioritätensetzung der Deichbestandsanalyse 48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kommunen und Deichverbände im Plangebiet 10
Tabelle 2: Punkteverteilung und Wichtung der Zustandskriterien und des Freibords für die Deichbestandsanalyse 15
Tabelle 3: Deichabschnitte des GDWV 27
Tabelle 4: Deichabschnitte des JDV 30
Tabelle 5: Deichabschnitte des DDWV 34
Tabelle 6: Deichabschnitte des NDUV 37
Tabelle 7: Deichabschnitte des ADV 42

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: ..... Übersichtskarte
Anlage 2: ..... Übersichtslageplan GDWV
Anlage 2: ..... Übersichtslageplan JDV
Anlage 2: ..... Übersichtslageplan DDWV
Anlage 2: ..... Übersichtslageplan NDUV
Anlage 2: ..... Übersichtslageplan ADV
Anlage 3: ..... Freibordanalyse
Anlage 4: ..... Rissbildung in Deichen
Anlage 5: ..... Baugrunderkundungen
Anlage 6: ..... visuelle Begutachtungen
Anlage 7: ..... Bauwerksprüfung
Anlage 8: ..... Kostenabschätzung

Literaturverzeichnis

Baugrundlabor Lüneburg. (2018). Ergänzende Baugrunduntersuchungen zur Erstellung einer Deichbestandsanalyse an der unteren Mittelelbe. Lüneburg.

BAW. (2011). Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD).

BFG. (2015). 2D-Modellierung an der unteren Mittelelbe zwischen Wittenberge und Gestacht.

BMU. (06. 01 2017). Fragen und Antworten zum Nationalen Hochwasserschutzprogramm. Von Fragen und Antworten zum Nationalen Hochwasserschutzprogramm: http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/hochwasservorsorge-und-risikomanagement/hochwasserschutzprogramm/ abgerufen

Büro für Geologie und Umwelt Ingenieurgesellschaft Kruse und Co. GmbH, BGU. (2018). Standsicherheitsberechnungen.

DIN 19712 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern. (2013). Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern. Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN.

Dr. Christine Margraf (2005). Wasserrückhaltung in der Fläche Ökologischer Hochwasserschutz. Dr. Christine, Margraf (S. 1-4, 5-9). München: Bund Naturschutz in Bayern e.V.

Dr.-Ing. Promny, Dipl.-Met.N. Busch, Dr.-Ing.T. Maurer (2015). 2D-Modellierung an der unteren Mittelelbe zwischen Wittenberge und Geesthacht. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde.

Dr.-Ing. Ulrich Saucke. (2012). Nachweiskonzept zur inneren Erosionssicherheit. Lüneburg: DWA.

DWA-M 507-1. (2011). Deiche an Fließgewässern. Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Dr.-Ing. Roland Haselsteiner (2017). Die Alterung von Deichen und Dämmen Theoretische Grundlagen, Wissenschaft und Parxis.

LBEG. (2000). Geologische Aufschlussuntersuchung DT 58. Amt Neuhaus.

MU. (2020). www.umwelt.nierdersachsen.de.

NLWKN. (05. 11 2019). Förderung des Hochwasserschutzes im Binnenland. Von Förderung des Hochwasserschutzes im Binnenland: https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/forderprogramme/bewilligungsstelle_fur_eu_zuwendungen/richtlinie_hws/hochwasserschutz-im-binnenland-hws-143642.html abgerufen

NLWKN. (02.2017). Rahmenplan für abflussverbessernde Maßnahmen an der Unteren Mittelelbe. Norden: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küsten- und Naturschutz - Direktion-.

NLWKN. (2007). Hochwasserschutzplan Niedersachsen - Untere Mittelelbe. Lüneburg.

NLWKN. (2011). Handreichung zum Kleieinbau.

NLWKN. (2012). Handreichung zum Einbau bindiger Böden.

Prof. Dr.-Ing. Salomo, K.-P., & Schulze, M. (2017). Erhöhung und Verstärkung Elbedeich Damnatz und Penkefitz.

Promny, D.-I., Busch, D.-M. N., & Maurer, D.-I. T. (17.10.2014). Ad-hoc-Untersuchungen zur Ermittlung der Wirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms. Koblenz.

Vermessungsbüro Kiepke. (2013). Bestandsvermessung der Elbedeiche im Bereich des ADV.

Vermessungsbüro Kiepke. (2018). Bestandsvermessung der Elbedeiche im Bereich des ADV und NDUV.

Wasserwitschaftsamt-Lüneburg. (1979). Generalplan für den Ausbau der Elbedeiche zwischen Schnackenburg und der Staustufe Geesthacht.

1. Anlass und Aufgabenstellung

Grundlage und Anlass für die Aufstellung der vorliegenden Deichbestandsanalyse, welche sich auf die niedersächsischen Elbedeiche der Unteren Mittelelbe zwischen Schnackenburg und Geestacht beschränkt, waren die seit den frühen 2000er Jahren vermehrt eingetretenen großen Hochwasserereignisse. Ereignisse wie das Hochwasser von 2013 haben gezeigt, dass die Deiche zwar stets den enormen Belastungen standgehalten haben, es aber z.B. an diversen Deichabschnitten vermehrt zu Qualm- und Sickerwasseraustritten vor dem Deichverteidigungsweg und direkt im Binnenbereich hinter dem Deich gekommen ist.
Durch die eingetretenen extremen Hochwasserereignisse mit Überschreitung des Bemessungswasserstandes im Jahr 2013 wurden die niedersächsischen Elbdeiche bedingt durch die Deichverteidigung auf der gesamten Strecke stark belastet. Vor allem die Deichkronen wurden durch Aufkadungen und Befahrungen mit schwerem Gerät immens beansprucht und in Mitleidenschaft gezogen. Die Beseitigung der äußeren Schäden konnten durch die Instandsetzung der Deichkronen, Deichüberfahrten und Deichzuwegungen erfolgreich abgeschlossen werden. Erkenntnisse und Datengrundlagen zu Vorgängen sowie Schäden im und unter dem Deichkörper, welche einheitlich und vergleichbar sind, gab es für die zu betrachtenden Elbedeiche bislang aber nicht. Durch den aufgetretenen Qualm- und Sickerwasseraustritt gab es bisher nur mögliche Indizien dafür, dass das Korngefüge im Deich durch Suffusion und Erosion geschädigt geworden sein könnte und damit die Standsicherheit des Deiches gefährdet ist. Durch die Baumaßnahmen zur Beseitigung der Hochwasserschäden änderten sich außerdem teilweise die Abmessungen des Deichkörpers. Diese Veränderungen sollen ebenfalls durch Vermessungen einheitlich erfasst werden.

Als Referenz zum Sollzustand dient hierbei die DIN-Norm 19712 (Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern), das DWA Merkblatt 507-1 (Deiche an Fließgewässern), die bestehenden General- und Hochwasserschutzpläne und die geltenden Handlungsanweisungen des NLWKN. Die General- und Hochwasserschutzpläne, die zur Aufstellung der Deichbestandsanalyse berücksichtigt wurden, beziehen sich auf den Bereich der niedersächsischen unteren Mittelelbe (siehe Kap. 2.3). Gemeinsam mit dem Rahmenplan für abflussverbessernde Maßnahmen, welcher etwa Gehölzrückschnitte inklusive Kohärenz (Auenstrukturplan), Deichrückverlegungen, Umfluter, morphologische Maßnahmen und Flutrinnen im Vorland betrachtet, soll die Deichbestandsanalyse die Grundlage für die Anpassung des Hochwasserschutzes für die niedersächsische untere Mittelelbe bilden.

Zu Beginn der Deichbestandsanalyse wurden in einem ersten Schritt alle fünf Deichverbände und die beiden Landkreise Lüneburg und Lüchow-Dannenberg beteiligt. Im Folgenden wurde der Baugrund in Bereichen erkundet, die während der letzten Hochwasserereignisse nach Angaben der Deichverbände durch Sicker- oder Qualmwasseraustritte Auffälligkeiten zeigten. Gegenstand der Untersuchungen ist eine Baugrunderkundung, in der die Lagerungsdichte, der Aufbau der einzelnen Bodenschichten (Auelehm, Sandkern) und Veränderungen im Korngefüge (Erosion, Suffusion) untersucht werden sollen. Die geologischen Erkundungen werden in den Bereichen des Artlenburger Deichverbandes, Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverbandes, Dannenberger Deich- und Wasserverbandes und Gartower Deich- und Wasserverbandes durchgeführt. Im Bereich des Jeetzeldeichverbandes konnten bestehende Baugrunderkundungen ausgewertet und verwendet werden.

Im Einzelnen wird auch der bauliche Istzustand der Hochwasserschutzanlagen vertieft erkundet und bewertet. Hierbei wird insbesondere die Form des Deiches, welche durch die Neigung seiner Böschung, die Breite der Krone, die Höhenlage der Deichverteidigungswege und die Anordnung der Berme bestimmt wird, berücksichtigt. Im Weiteren werden die Isthöhen mit den Bemessungswasserständen aus dem Bericht der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG-Bericht 1848) verglichen, um das aktuelle Freibord zu ermitteln (BFG, 2015).

Gemäß DIN 1076 wurde eine vereinfachte Bauwerksprüfung an den Hochwasserschutzwänden durchgeführt. Technische Anlagen wie Siele, Schöpf- oder Absperrbauwerke sind nicht Bestandteil der Deichbestandsanalyse.

Die Grundlage für die Bewertung und Bemessung der Elbedeiche bilden die bereits genannten General- und Hochwasserpläne, welche sich spezifisch auf die Elbe beziehen und mit anderen Flusssysteme in Niedersachsen nicht vergleichbar sind. Damit die zu erhebenden Datengrundlagen und Auswertungen einheitlich erfolgen und über die fünf Deichverbände im Hochwasserbereich vergleichbar sind, übernimmt der NLWKN (Betriebsstelle Lüneburg) die Projektträgerschaft der Deichbestandsanalyse und erstellt den entsprechenden Bericht.

Grundsätzlich ist die vorliegende Deichbestandsanalyse im Hinblick auf Vorgehen und Methodik auf andere Räume in Niedersachsen übertragbar. Insbesondere die allgemeinen Angaben zu Deichbestandsuntersuchungen in Kapitel 3 sowie die Beschreibung der Methodik zur Bewertung in Kapitel 6 können in anderen Planungsräumen eine geeignete Grundlage sein, um für die dortigen Hochwasserdeiche eine passende Methode für die Bestandsanalyse zu entwickeln.

2. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Das Plangebiet der Deichbestandsanalyse befasst sich mit den Hochwasserschutzanlagen an der Elbe einschließlich der Aland- und Seegedeiche und der gewidmeten zweiten Deichlinie im Raum Dannenberg. Zudem werden die Bereiche ohne Hochwasserschutzanlagen betrachtet, welche durch neue Bemessungsgrundlagen gemäß BFG 1848 durch Hochwasser betroffen sind und im Überschwemmungsgebiet (ÜSG) liegen. Überschwemmungsgebiete sind Areale, welche sich zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen bzw. Hochufern befinden und bei einem Hochwasser eingestaut, durchflossen oder überschwemmt werden. Der Projektabschnitt beginnt bei Schnackenburg Elbe-Kilometer 472,6 und endet am Wehr Geestacht bei Elbe-Kilometer 585,9. Zum Teil bildet die Elbe die Landesgrenze zu den Bundesländern Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Hamburg. In Fließrichtung betrachtet, strömt die Elbe durch die Landkreise Lüchow-Dannenberg, Lüneburg und Harburg. Relevante Nebenflüsse der Elbe, welche auf niedersächsischem Gebiet in die Elbe münden, sind: Aland, Seege, Löcknitz, Jeetzel und der Elbeseitenkanal. Die Sude mündet in Mecklenburg-Vorpommern in die Elbe. Einen freien Zufluss zur Elbe besitzt nur die Seege, die übrigen Nebenflüsse werden bei einem Hochwasserereignis durch Absperrbauwerke von der Elbe getrennt. Aus diesem Grund werden in der Deichbestandsanalyse neben den Elbedeichen auch die Rückstaudeiche der Seege begutachtet. Eine weitere Besonderheit bildet die zweite Deichlinie im Landkreis Lüchow-Dannenberg zwischen Penkefitz und Splitau auf einer Länge von rund zehn Kilometer. Auch hier ist der Deich gewidmet und wird im Zuge der Deichbestandsanalyse mit analysiert.

Rechtselbisch ist das Hinterland bis auf kleinere Hochuferabschnitte im Raum Boizenburg und Geesthacht durchgehend eingedeicht. Eine Ausnahme bildet in diesem Zusammenhang lediglich die Tiefstelle zwischen Wehningen und Rüterberg. Linkselbisch wird die Deichlinie durch mehrere Hochufer abgelöst. Die längste durchgehende Deichlinie erstreckt sich von Alt Wendischthun bei Bleckede bis zur Landesgrenze nach Hamburg.

Ein Großteil des Plangebiets befindet sich im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalaue“. Die Biosphärenreservatsverwaltung (BRV) ist von Schnackenburg (Elbe-Kilometer 472,5) bis Lauenburg/Elbe (Elbe-Kilometer 569) beidseits der Elbe als untere Naturschutzbehörde in dem Gebietsteil C zuständig. Das Gebiet unterliegt dem Gesetz über das Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalaue“ (NElbtBRG).

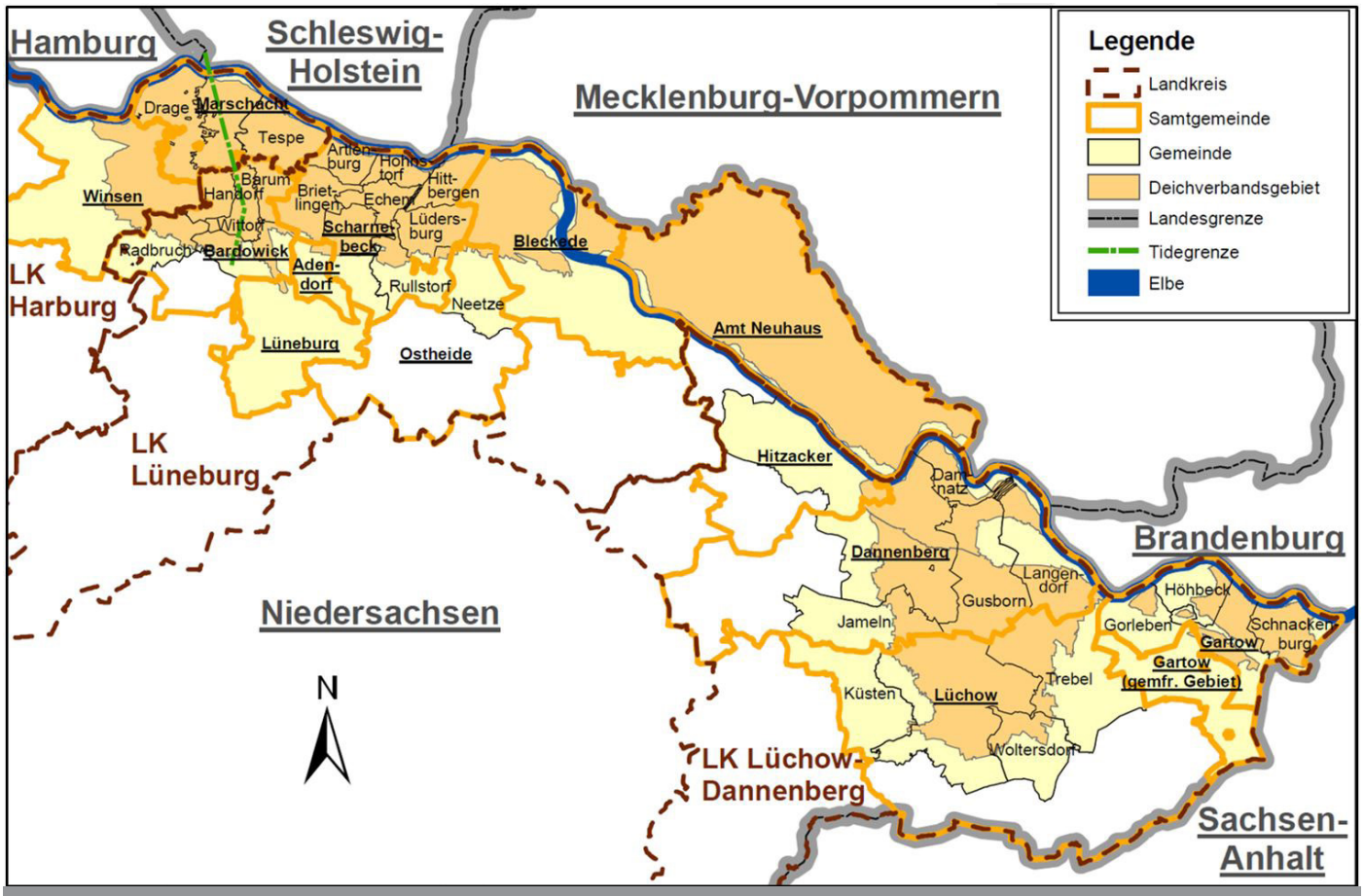

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet der Deichbestandsanalyse zwischen Schnackenburg und Geesthacht (NLWKN, 2007)

2.1. Deichverbände

Die Hochwasserschutzanlagen im Plangebiet befinden sich in der Zuständigkeit von fünf Deichverbänden: dem Gartower Deich- und Wasserverband (GDWV), dem Jeetzeldeichverband (JDV), dem Dannenberger Deich- und Wasserverband (DDWV), dem Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverband (NDUV) und dem Artlenburger Deichverband (ADV). In Niedersachsen sind nach dem Niedersächsischen Deichgesetz (NDG) die Eigentümer aller im Schutz der Deiche und Sperrwerke gelegenen Grundstücke zur gemeinschaftlichen Deicherhaltung verpflichtet (NDG § 5 Deicherhaltung). Sie sind Mitglieder der Deichverbände, denen die Erhaltung der Deiche (Betrieb und Unterhaltung) obliegt, soweit kein Dritter zur Deicherhaltung verpflichtet ist. Für einen Deichneubau sind i.d.R. die örtlichen Kommunen zuständig. Der ordnungsgemäße Zustand der Deiche wird von der Deichbehörde im Frühjahr und im Herbst im Rahmen einer Deichschau geprüft (NDG § 18 Deichschau).

Die Grenzen des durch die Hochwasserdeiche geschützten Gebiets (Verbandsgebiete der Deichverbände) bestimmt die zuständige Deichbehörde nach den Geländehöhen, die den Bemessungswasserständen entsprechen. Dabei sind die örtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die alten Bemessungswasserstände im Plangebiet liegen derzeit zwischen 7,5 Meter Normalhöhennull (mNHN) und 21,3 mNHN (NLWKN , 2007). Entsprechend BFG-Bericht 1848 liegt das Bemessungshochwasser (BHW) im Unterstrom bei Elbe-Kilometer 585,5 (Wehr Geesthacht) bei 6,72 mNHN und bei Elbe-Kilometer 474,7 (Schnackenburg) bei 21,66 mNHN. Für die untere Randbedingung im Unterwasser der Wehranlage Rönne/Geesthacht gibt es bislang noch keinen neuen abgestimmten Ausgangswasserstand.

Insgesamt betreuen die Deichverbände ca. 230 Kilometer Elbe- und Rückstaudeiche. Die Verbände erstrecken sich über acht Samt- und fünf Einheitsgemeinden.

Folgende Deichverbände sind in diesem Gebiet zuständig:

Tabelle 1: Kommunen und Deichverbände im Plangebiet

Deichverbände	Kommune	Mitgliedsgemeinde
Landkreis Lüchow-Dannenberg		
Gartower Deich- und Wasserverband	Gartow	Gartow (Flecken), Höhbeck, Schnackenburg (Stadt), Gorleben
Jeetzeldeichverband	Dannenberg	Dannenberg (Elbe) (Stadt), Gusborn, Jameln, Langendorf
	Lüchow	Lüchow (Wendland) (Stadt), Gusborn, Trebel, Woltersdorf
Dannenberger Deich- und Unterhaltungsverband	Hitzacker	Hitzacker (Elbe) (Stadt)
	Dannenberg	Damnatz, Dannenberg (Elbe) (Stadt), Gusborn, Lagendorf
Landkreis Lüneburg		
Artlenburger Deichverband	Bardowick	Bardowick (Flecken), Barum, Handorf, Radbruch, Wittorf
	Scharnebeck	Artlenburg, Brietlingen, Echem, Hittbergen, Hohnstorf (Elbe), Lüdersburg, Rullstorf, Scharnebeck
	Ostheide	Neetze
	Adendorf	Adendorf
	Bleckede	Bleckede (Stadt)
	Lüneburg	Lüneburg (Stadt)
Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverband	Amt Neuhaus	Amt Neuhaus
	Bleckede	Bleckede
Landkreis Harburg		
Artlenburger Deichverband	Elbmarsch	Tespe, Marschacht

2.2. Bemessungshochwasser an der Elbe

Der Freibord ist der vertikale Abstand zwischen der Krone der Hochwasserschutzanlage und dem Bemessungshochwasserstand und stellt damit ein Maß für die Gewährleistung der Bauwerkssicherheit gegenüber Versagen infolge Überströmung dar (Pohl, 2013). Er berücksichtigt u.a. Effekte durch Windstau und Wellenauflauf. Flussdeiche sollen beim Bemessungsabfluss (i. d. R. HQ100) nach DIN 19712 je nach Deichklasse ein Freibord von 0,5 Meter bis 1,0 Meter aufweisen.

Nach Beschluss der Staatssekretäre der Länder zur Umsetzung der Elbeerklärung zum vorsorgenden Hochwasserschutz vom 19. November 2008 in Speyer ist für die Elbe 1,0 Meter als notwendiges Freibord festgelegt.

Die ausgebauten Elbedeiche sowie die Deiche der Nebenflüsse, welche einen freien Zufluss zur Elbe haben (Seege), wurden auf ein eisfreies Hochwasser mit einem Abfluss von 4.000 m³/s bemessen (BHW). Das eisfreie Bemessungshochwasser BHW für die Elbe, welches im Bereich der niedersächsischen Unteren Mittelelbe bis heute gültig ist, wurde in der 64. und 65. Sitzung der Grenzkommission zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik im Jahre 1983 festgelegt.

Die Deichbestandsanalyse bezieht sich auf die Wasserspiegellagen gem. BfG-Bericht 1848. Der Bericht 1848 „2D-Modellierung an der unteren Mittelelbe zwischen Wittenberge und Geesthacht“ ist das Resultat der länderübergreifenden Kooperation zwischen den Ländern Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Niedersachsen und der BfG und somit die aktuellste Datengrundlage.

Mit dem numerischen Modell wurde die Abfluss- und Strömungssituation an der unteren Mittelelbe im Referenzzustand bei HQ100 simuliert. Die sich bei dem Bemessungsabfluss HQ100 einstellenden Wasserstände wurden von Wittenberge bis Geesthacht ermittelt. Als obere Randbedingung wurde bei dem angewendeten Modell der bereits länderübergreifend festgesetzte Bemessungsabfluss von 4.545 m3/s am Pegel Wittenberge verwendet.

Mit der Vorlage des Berichts lagen entlang des gesamten Elbeabschnitts von Wittenberge bis Geesthacht die Wasserspiegellagen sowohl in der Flussmitte, als auch als Wellenanschlaglinie am Deich beim Referenzabfluss HQ100 vor. Ergänzend wurde eine Freibordanalyse durchgeführt, in der die Wasseranschlaglinie in Bezug zur vorhandenen Deichhöhe dargestellt und die vorhandene Freibordhöhe ermittelt wird. Es ist an dieser Stelle bereits zu entnehmen, dass das länderübergreifend vereinbarte Freibord von 1,0 Meter in großem Umfang unterschritten wird. In Teilabschnitten verfügen die Deiche über kein bzw. nur wenig Freibord. Diese Freibordanalyse wurde im Rahmen der Deichbestandsanalyse mit den aktuellen Bestandsvermessungen aktualisiert.

2.3. Historische Entwicklung und Grundlagen für die Bemessung der Elbedeiche

Bereits im 11. und 12. Jahrhundert entstanden an der Elbe erste Erdwälle, die einen gewissen Schutz vor kleinen Hochwassern und Überflutungen bieten sollten. Diese „Verwallungen“ sind heute zum Teil noch als „Sommerdeiche“ zu erkennen. Im späteren Verlauf wurden durch die Elbmarschbewohner immer höhere und breitere Deiche errichtet. Im Jahre 1470 verzeichnete allerdings alleine der Artlenburger Deichverband bis zu 65 Deichbrüche. Eine Folge der Deichbrüche ist die zum Teil mäandrierende Deichlinienführung. Ein Deichbruch richtet nicht nur im bebauten Hinterland, sondern auch direkt hinter dem Deich großen Schaden an. Durch den Wasserüberfall entsteht ein Kolk, welcher nach dem Hochwasser als Brackwasser zurückbleibt und deutlich zu erkennen ist. Um einen besseren Hochwasserschutz zu gewährleisten, wurden ab der frühen Neuzeit Deichordnungen erlassen, in denen die Pflicht zur Deicherhaltung festgelegt wurde. Die älteste bekannte Deichordnung stammt aus dem Jahr 1564. Ab dem Jahr 1748 wurden Deichvögte und Deichinspektoren als staatliche Aufsichtspersonen zur besseren Deichaufsicht eingesetzt. Diese waren anschließend für die Organisation von Deichschauen und notwendige Reparaturen zuständig. Hierdurch trat zwar eine verbesserte Deichunterhaltung ein, jedoch änderte sich nichts am allgemeinen Zustand der Deiche.

1979 wurde für einen einheitlichen Hochwasserschutz ein Generalplan für den Ausbau der Elbedeiche zwischen Schnackenburg und der Staustufe Geesthacht erarbeitet und eingeführt (Wasserwirtschaftsamt-Lüneburg, 1979). Dieser Generalplan diente als Vorbereitung für den damaligen Deichneubau an der Elbe. Anschließend wurde zwischen der BRD und der DDR in der 64. und 65. Sitzung der Grenzkommission 1983 eine Vereinbarung für ein gemeinsames Bemessungshochwasser getroffen. Hier wurde der BHQ von 4.000 m³/s mit einem Wasserstand von 745 cm am Pegel Wittenberge festgelegt.

Weitere Besonderheiten der Elbe sind der sogenannte Eisgang und Eisversatz. Die Elbe ist das westlichste, große Flussgebiet in Europa in dem Eisgang und Eisversatz vorkommen kann. Im Generalplan von 1979 wurden sie berücksichtigt, da im Raum Neu Darchau-Bleckede Eisgang und Eisversatz zu sehr hohen Wasserständen führte, die sogar über dem Bemessungshochwasser von 1895 lagen. Ein Überströmen der Deiche konnte durch den wiedereinsetzenden Frost und einen verstärkten Eisbrechereinsatz gerade noch abgewendet werden. Unabhängig von den größeren Höhen erhalten die Deiche daher eine Kronenbreite von 5,00 Meter, um sie besser verteidigen und später bei evtl. Vorliegen neuer Erkenntnisse erhöhen und verstärken zu können. Die Böschungen werden mit

einer Neigung von bisher 1:1,5 binnen und 1:2 außen auf beidseitig 1:3 abgeflacht und mit einer Klei- bzw. Lehmabdeckung von 0,60 bis 1,00 Meter außen und 0,50 Meter binnen versehen (Wasserwirtschaftsamt-Lüneburg, 1979).

Im Jahr 2007 wurde anhand von Querprofilen ermittelt, welche Deichabschnitte in Niedersachsen an der unteren Mittelelbe vorhanden sind. Die Deiche wurden gemäß dem Hochwasserschutzplan untere Mittelelbe (2007) in Alt- und Neudeiche eingeteilt, wobei Neudeiche in „Typ A“ und „Typ B“ untergliedert wurden (NLWKN, 2007). Auf Grundlage der beschriebenen Hochwasserschutz- und Generalpläne der Elbe wurden die Deiche an der unteren Mittelelbe an die erforderlichen Bemessungsansätze angepasst oder neu errichtet.

Neben den technischen Regelwerken führen auch länderübergreifende Abstimmungen und Festlegungen auf politischen und fachlichen Ebenen zu planerisch einzuhaltenden Vorgaben. So wurde z.B. zwischen den Ländern ein einheitliches Freibordmaß von 1,0 Meter festgelegt.

Diese bestehenden Hochwasser- und Generalpläne beziehen sich speziell auf den Bereich der unteren Mittelelbe in Niedersachen und können nicht ohne Weiteres auf andere Fluss- oder Küstendeiche übertragen werden. Die Elbe hat in der Region zwischen Schnackenburg und Geestacht die Besonderheit eines sehr langen Hochwasserscheitels, welcher z.T. mehr als zwei Wochen anhalten kann. Des Weiteren ist die Elbe der westlichste eisführende Strom in Deutschland, so dass die Hochwasserschutzanlagen daraufhin bemessen werden müssen. Aus diesen Gründen wurden bereits in den vergangenen Jahrzehnten Elbedeiche mit einer Kronenbreite von 5 Metern und nach 2007 mit einem Deichverteidigungsweg, welcher 1,5 Meter unter dem jeweils geltenden BHW liegt, gebaut. Diese Anpassungen der Bauweisen resultieren aus den gewonnenen Erkenntnissen der unterschiedlichen Sommer- und Winterhochwasser an der Elbe. Sie dienen auch der Deichbestandsanalyse als als Referenzzustand für den Sollzustand jedes Deichabschnitts.

3. Technische Grundlagen und Bewertungskriterien / Methodik

Im Zuge der Deichbestandsanalyse wird unter anderem auf die hydrologischen, geologischen, geotechnischen und wasserbaulichen Gesichtspunkte eingegangen. Dabei werden im Folgenden die durchgeführten Untersuchungen und Betrachtungen in drei Kategorien eingeteilt. Der niedersächsische Elbeabschnitt wurde hierfür auf die bestehenden Deichverbände aufgeteilt. Im Weiteren werden die Kriterien der Bewertung erläutert.

1) Vermessungstechnische Untersuchungen
2) Geotechnische Untersuchung und Standsicherheitsberechnungen
3) Visuelle Begutachtungen

Die durchgeführten Arbeitsschritte werden im Folgenden näher beschrieben.

3.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Mit Beginn der Deichbestandsanalyse wurden die bestehenden Elbedeiche und das tiefliegende Gelände auf einer Strecke von rund 93 Kilometern neu vermessen. Für die verbleibenden, 60 Kilometer langen Abschnitte konnte auf Bestandsdaten zurückgegriffen werden. Die tiefliegenden Abschnitte, welche noch nicht durch Hochwasserschutzanlagen oder Deiche geschützt sind, umfassen ca.13 Kilometer.

Die Auswertung der vorhandenen Daten und die Durchführung von Ergänzungsvermessungen wurden als Vorarbeit für die Erstellung einer Deichbestandsanalyse benötigt. Begründet durch die Größe des Projektgebiets erfolgte eine Aufteilung der Neuvermessung auf zwei Vermessungsbüros. Die Vermessungsarbeiten erfolgten dabei einheitlich, indem alle 50 bis 100 MeterQuerprofile des Deichkörpers aufgemessen wurden. In Abschnitten mit Überfahrten, Kreuzungsbereichen oder Sonderbauwerken wurde die Anzahl der Querprofile und aufgemessenen Punkte verdichtet. Die Querprofile beinhalten auf einer Distanz von ca. 10 bis 15 Meter dabei auch das anschließende Gelände im Binnen- und Außendeichbereich. Für die anschließende Ermittlung des Freibords wurde als Deichoberkante die Außendeichböschung verwendet. Die Datenerhebung erfolgte im Koordinatensystem ETRS 89 / UTM mit einem Höhenbezugssystem m in NHN.

Das vorliegende digitale Geländemodell im Raster 1 x 1 m konnte nicht ausschließlich verwendet werden, da neben der Höhenaufnahme auch vorhandene Bauwerke eingemessen worden sind.

3.2. Baugrunduntersuchungen

Unter Beteiligung aller Deichverbände wurden zunächst nur an ausgewählten Deichabschnitten Baugrunderkundungen durchgeführt. Die Erkundungen beschränkten sich auf neun Standorte - dies entspricht insgesamt 27 Sondierungen. Die Lage der Untersuchungsbereiche wurde auf den ADV, NDUV und DDW aufgeteilt. Im Fokus standen jene Deichabschnitte, die bei den vergangenen Hochwassereinsätzen Auffälligkeiten zeigten. Gegenstand der Untersuchungen waren Baugrunderkundungen, bei denen die Lagerungsdichte, der Aufbau der einzelnen Bodenschichten (Auelehm/Klei, Sandkern) und Veränderungen im Korngefüge (Erosion, Suffusion) untersucht werden sollten.

Die Sondierungen erfolgten an der Binnen- und Außenberme und auf der Deichkrone. Die Bodenschichten an der Binnen- und Außenberme wurden dabei senkrecht zur Böschung aufgenommen, damit eine genaue Ermittlung der Auelehmschichtdicke erfolgen konnte.

Da diese punktuellen Erkundungsergebnisse sehr inhomogen ausgefallen sind, wurden im Untersuchungsprozess weitere Baugrunderkundungen beauftragt.

Zur Verdichtung der Datengrundlagen sind an insgesamt 29 weiteren Standorten im Bereich der Deichverbände ADV, NDUV, DDW und GDWV 87 Sondierungen durchgeführt worden. Die Lage der Untersuchungsbereiche ist der Anlage 5 zu entnehmen. Der Untersuchungsumfang wurde hierbei durch Standsicherheitsberechnungen und einer genaueren Betrachtung der Dichtungsschichten ergänzt. Die Dichtungsschicht der Deiche wurde gemäß der Handlungsanweisung zum Einbau von bindigen Böden und Kleiböden überprüft und im Rahmen eines Gutachtens auf Trockenrisse untersucht (siehe Anlage 4 und 5).

Nach Beendigung der Baugrunduntersuchungen wurde ein Ergebnisbericht durch das Baugrundlabor Lüneburg GmbH erstellt. Inhalt des Berichts ist eine Beschreibung der erkundeten Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sowie eine Beschreibung von ggf. angetroffenen Suffusions- / Erosionsbereichen. Die gewonnenen Ergebnisse sind mit Bestandsdaten (alten Baugrunderkunden etc.) ergänzt worden. Im Ergebnis wurde eine Aussage getroffen, inwieweit die Standsicherheit bei einem erneuten Hochwasserereignis gewährleistet ist und durch welche Ursachen eine „sehr lockere Lagerung“ zustande gekommen ist. Die Ergebnisse werden bezogen auf die einzelnen Deichverbände in Kapitel 4 ff. beschrieben.

3.3. Standsicherheitsbetrachtungen

Auf Grundlage der Baugrunderkundungen, Vermessungsergebnisse sowie den Auswertungen der BfG-Daten gemäß Bericht 1848 wurden Berechnungen der Sickerlinien und Standsicherheitsberechnungen durchgeführt. Die Berechnungen wurden zunächst an sechs verschiedenen Standorten im Bereich der bereits erfolgten Baugrunderkundungen in drei verschiedenen Deichverbänden realisiert. Zur Beurteilung der Standsicherheit wurden Böschungsbruchberechnungen mit kreisförmigen Gleitflächen nach BISHOP gemäß EC 7 nach dem Teilsicherheitsverfahren ausgeführt. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programmsystem GGU-STABILITY (Version 12.15)

Die Ergebnisse sind bezogen auf die einzelnen Deichverbände unter Kapitel 4 ff. der einzelnen Deichverbände dargestellt. Da die Standsicherheitsuntersuchungen nicht flächendeckend durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse nur indirekt über die Zustandskriterien (siehe Tab. 2) in die Priorisierung eingeflossen.

Am 28.01.2019 wurden an zwei weiteren Standorten im Bereich des ADV weitere Standsicherheitsbetrachtungen durchgeführt. Diese Untersuchungen sollen als Vergleich zu den bisher erfolgten Standsicherheitsbetrachtungen dienen, da in den gewählten Abschnitten bei Walmsburg und Alt Wendischthun bereits Deichfußdrainagen im Deichkörper integriert sind. Die Untersuchungen sollen also einen Deich mit Drainagen und ohne Drainagen im Binnenbereich vergleichen. Die Ergebnisse des Gutachtes sind im Kap. 4. ff. und Anlage 5 dargestellt.

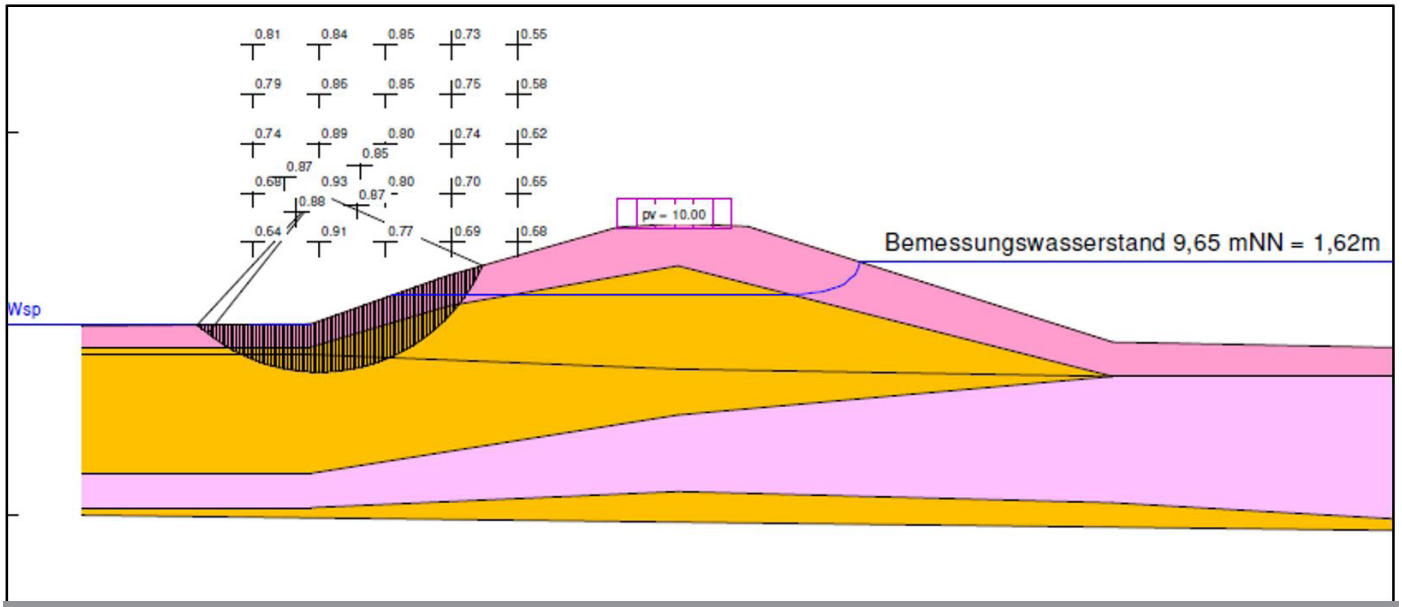

Abbildung 2:Standsicherheitsbetrachtung an einem Querprofil bei Deich Kilometer 28+800 im Bereich Hohnstorf

3.4. Bestandsaufnahme/Visuelle Begutachtung

Die Deichbestandsanalyse berücksichtigt im Rahmen der visuellen Begutachtung den technischen Zustand des Bauwerks und vor allem die Form des Deichkörpers. „Die Form eines Deichs wird bestimmt durch die Neigung seiner Böschungen, die Anordnung von Bermen und die Breite der Krone. Die Querschnittsgestaltung richtet sich vor allem nach den Beanspruchungen, denen der Deich je nach seiner Lage, seinem Zweck und seiner Höhe ausgesetzt ist, nach dem Deichbaumaterial und den Untergrundverhältnissen“ (DWA-M 507-1, 2011).

Im Vorfeld der Bestandsanalyse wurden 18 Zustandskriterien festgelegt, die eine einheitliche Gesamtbewertung aller Deichabschnitte garantiert (siehe Tab. 2 sowie Anlage 6 ff.).

Die Bewertung der einzelnen Deichabschnitte erfolgte durch den NLWKN Lüneburg. Die Deiche wurden hierfür in Bewertungsabschnitte von ca. 200-500 Meter eingeteilt, visuell begutachtet und entsprechend der Zustandskriterien mit der entsprechenden Punkteverteilung bewertet. Für die visuelle Vorortbegutachtung wurden ausschließlich die Kriterien 1-13 bewertet.

Die übrigen Zustandskriterien 14-18 (siehe Tabelle 2) konnten nachträglich durch die zuvor durchgeführten Vermessungsarbeiten im Büro ergänzt werden.

Zur weiteren Bewertung und Priorisierung der Deichabschnitte wurde eine Wichtung für die 18 Kategorien vergeben (siehe Tabelle 2, rechte Seite).

Durch die anschließende Wichtung der Zustandskriterien wurde eine weitere Einstufung vorgenommen. Entscheidend für die Qualität des gewichteten Werts ist die Angemessenheit des Wichtungsfaktors. Für die 18 Zustandskriterien wurde je nach Bedeutung ein Faktor zwischen 1 und 4 vergeben. Für die adäquate Eingliederung und Bewertung des Freibords, welches sich aus den aktuellen Deichhöhen (siehe Kap. 3.1) und dem BHW (siehe Kap. 2.2) ergibt, wurden hier ebenfalls eine Punktebewertung vorgenommen. Je nach Betrag des Freibordes wurden Punkte vergeben. Lag das Freibord bei 1 Meter, wurden max. 100 Punkte vergeben, lag das Freibord bei 0 cm, wurden auch 0 Punkte vergeben. Die Punkteverteilung zwischen 0 und 100 erfolgte in einem Intervall von 10 Punkten.

In der Gesamtbewertung (siehe Kap. 8) wurden die gewichteten Punkte der Zustandskriterien mit den Punkten des Freibords aufsummiert. Im Ergebnis hat ein Deichabschnitt mit einer hohen Punktzahl einen guten Zustand und eine geringere Priorität als ein Deichabschnitt mit einer niedrigeren Punktzahl. Die Zustandskriterien 1-18 wurden in Kapitel 4 ausgewertet. Hier wurden die anerkannten Regeln der Technik sowie die geltenden Normen und Vorschriften erörtert.

Tabelle 2: Punkteverteilung und Wichtung der Zustandskriterien und des Freibordes für die Deichbestandsanalyse

Punkteverteilung und Wichtung der Zustandskriterien								Punkte Freibord	
Punkteverteilung							Wichtung		
Nr.	Punkte / Bestandteil	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkt	3 Punkte	4 Punkte		0-10cm	0
1	Kilometrierung	nicht vorhanden	vorhanden aber nur schwer lesbar	sichtbare und deutliche Kilometrierung vorhanden			1,5	10-20cm	10
2	Berme	nicht vorhanden	nicht im ausreichenden Zustand vorhanden (leichte Prob. in der Unterhaltung)	nur im schlechten Zustand vorhanden < 5m breit und sehr tief	im guten Zustand vorhanden 5m breit und ausreichende Höhe		2	20-30cm	20
3	DUW (Außen)	nicht vorhanden	als Schotterweg, Schotterrasen auf Berme vorhanden	als Beton oder Asphalt-/ Betonweg im guten Zustand vorhanden oder nicht erforderlich			1,5	30-40cm	30
4	DVW (Binnen)	nicht vorhanden	nur auf Krone	auf Berme oder Landstraße vorhanden, aber tiefer als 1,5m unter BHW oder schlechter Zustand, Breite unter 3m	auf Berme vorhanden, 1,5m unter BHW, guter Zustand Breite über 3m		3	40-50cm	40
5	Radweg auf Krone	vorhanden	nicht vorhanden				1,5	50-60cm	50
6	Hochbord	nicht vorhanden	vorhanden aber im schlechten Zustand (bewachsen, zu tief/-hoch, keine Absenker)	Im guten Zustand vorhanden			2	60-70cm	60
7	Überfahrten, Ausweichstellen, Zufahrten	keine Ausweichstellen, Überfahrten und Zufahrten vorhanden (mind. alle 400 m)	vorhanden, entspricht nicht den Allg. anerk. Regeln der Technik, RSTO etc. (sehr schlecher Zustand z.B. Waldweg)	keine Ausweichstellen vorhanden aber auch nicht Notwendig (kurzer Abschnitt viele Zufahrten)	nach DIN, Allg. anerk. Regeln der Technik, RSTO etc. ausgebaut oder nicht notwendig bzw. vorhanden		3	70-80cm	70
8	Binndeichgraben /Versickerungsmulde (Ausbauzustand, Profil)	nicht vorhanden aber notwendig	im schlechten Zustand	im guten Zustand oder nicht notwendig			2	80-90cm	80
9	Dränagen / Filter im Deichkörper	keine Dränagen vorhanden	Dränage vorhanden (Dränagerohr, Filterkies etc.) Zustand sichtlich schlecht	Dränage vorhanden, Zustand gut, oder nicht erforderl.			3	90-100cm	90
10	Bauzustand der Deiche wie z.B. Grasnarbe Schädigungen durch Wühltiere	schlechter Zustand Grasnarbe kaum vorhanden; erhebliche Schäden durch Wühltiere	ungenügender Zustand Grasnarbe lückenhaft vorhanden; Schäden durch Wühltiere	befriedigender Zustand Grasnarbe durchsetzt leichte Schäden durch Wühltiere	guter Zustand Grasnarbe gut ausgeprägt; keine Schäden durch Wühltiere	Sehr guter Zustand; keine Schäden durch Wühltiere; oder nicht erforderlich	2	> 100cm	100
11	Gehölze auf dem Deich oder neben dem Deich, Beschattung, Wurzel etc.	Gehölze auf dem Deich	Gehölze in Deichnähe (5m Streifen, Beschattung)	keine Gehölze			1,5		
12	Einzelbauwerke z.B. Treppen Leitungskreuzungen	im schlechten Zustand vorhanden	nicht vorhanden oder im guten Zustand				3		
13	Technischer HW-Schutz (HW-Wände, Sperrwerke, etc.)	schlechter baulicher Zustand (Betonkrebs, Rost etc.) Unterbestick bekannt	guter baulicher Zustand oder kein Bauwerk im Abschnitt vorhanden				3		
14*	Erfahrung bei HW	extreme Vorkommnisse	starke Vorkommnisse	geringe Vorkommnisse	keine Vorkommnisse		2		
15*	Böschungsneigung	erheblich steiler 1:3	steiler 1:3	gleich 1:3	flacher 1:3		4		
16*	Bauart	Altdeich vor 1965	Neudeich A (1965 bis1988)	Neudeich B (ab1988)			3		
17*	Kronenbreite	<3 m	>3 m	5 m			4		
18*	DVW (Höhe)	Differenz zum BHW > 2m	Differenz zum BHW 1,5-2,0m	Differenz zum BHW 0,0-1,5m			4		

3.4.1. Bestandteile des Deichquerschnitts

Der Deichquerschnitt ist von einer Vielzahl von Parametern abhängig. Im Wesentlichen hängt die Querschnittsgestaltung von den jeweiligen zu erwartenden Beanspruchungen ab, denen der Deich je nach seiner Lage, seinem Zweck und seiner Höhe ausgesetzt ist, sowie vom verwendeten Deichbaumaterial und den Untergrundverhältnissen. Der Querschnitt eines Deichs ist durch die Kronenbreite, die Neigungen der Böschungen und gegebenenfalls die Anordnung von Bermen bestimmt. Bei Deichen der Kategorie 1 muss grundsätzlich eine Mindestbreite der Deichkrone von drei Metern gewährleistet sein (DIN 19712 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, 2013).

Gemäß dem „Generalplan für den Ausbau der Elbedeiche zwischen Schnackenburg und der Staustufe Geesthacht“ von 1979, welcher die Eisversetzung im Raum Neu Darchau–Bleckede berücksichtigte, sollen die Elbedeiche eine Kronenbreite von fünf Meter erhalten. Entsprechend dem Hochwasserschutzplan Elbe von 2007 werden die Elbedeiche mit einer fünf Meter breiten Krone als Dachprofil mit einem Gefälle von sechs Prozent bemessen. Diese auf den Sonderfall Elbe bezogene Kronenbreite von fünf Meter bietet eine höhere Deichsicherheit und entspricht gerade auch im Hinblick auf die länderübergreifende Elbe vergleichbare Standards. In Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Brandenburg sind die Kronenbreiten entsprechend ausgebildet. Weiterhin ergibt sich durch die für diesen Raum festgelegte Kronenbreite die Möglichkeit, zukünftige Deicherhöhungen auf gleicher Trasse durchzuführen sowie eine bessere Deichverteidigung. Dennoch handelt es sich hier um einen flussgebietsspezifischen Sonderfall. Grundsätzlich verfügen die Hochwasserdeiche über eine gemäß DIN 19712 geforderte Mindestkronenbreite von drei Meter und eine Kronenneigung von mindestens zwei Prozent. Aufgrund der flachen Böschung und der breiten Krone hat der Deich ein breites Deichauflager und somit bei Hochwasser einen langen Sickerweg. Gemäß DWA-M 507-1 sollen Bermen bei Mittelwasser (MW) wasserfrei zugänglich sein. Bei einem tiefliegenden Deichfuß kann dazu eine mindestens 50 cm über MW liegende wasserseitige Berme angelegt werden. Die Berme muss mindestens ein Meter breit sein, sofern diese nur begehbar sein soll. „Fahrbermen“ müssen mindestens drei Meter breit sein. Die Bewertungskriterien (siehe Tabelle 2) bewerten dies in den einzelnen Punkten. Im Binnenbereich können ebenfalls Bermen angeordnet werden. In der Regel befindet sich zur Deichüberwachung auf der Binnenberme ein Deichverteidigungsweg (siehe Kapitel 3.4.3).

Im Rahmen der visuellen Begutachtung wurde die Böschungsneigung untersucht. Die Neigung der Böschung ist dabei abhängig von mehreren planerischen Gesichtspunktenwie z.B. der Standsicherheit, der hydraulischen Belastungen und der Unterhaltung. Im niedersächsischen Elbeabschnitt sind Böschungsneigungen beidseits von 1:3 üblich und haben sich mehrfach bewährt (NLWKN, 2007).

Böschungen, die 1:3 oder flacher geneigt sind, bieten nur geringe Angriffsmöglichkeiten für aufschlagende sowie durch Strömung und Wind verursachte Wellen. Besonders an Flussstrecken mit starkem Wellengang oder bei Polderdeichen sind solche Belastungsgrößen zu beachten. Für die wasser- und landseitige Böschung haben sich Neigungen von 1:3 und flacher hinsichtlich der Unterhaltung bewährt und sind nach DWA-507-1 sowie DIN 19712 anzuwenden.

Zur Verminderung von Sickerwasser, welches Suffusions- und Erosionsprozesse bewirken kann, ist eine Dichtungsschicht auf der Wasserseite in einer Schichtstärke von einem Meter und auf der Binnenseite von mindestens 60 cm herzustellen (NLWKN, 2007). Dabei wird gleichzeitig die Standsicherheit des Deichs gestärkt.

Die Dichtungsschicht muss dabei folgende Anforderung erfüllen:

- Erosionsstabilität
- Suffusionssicherheit
- Hohe Wasserundurchlässigkeit
- Alterungs-Langzeitbeständigkeit
- Witterungsbeständigkeit

Im Rahmen der Planung von Hochwasserschutzanlagen und zur internen Qualitätssicherung sind für den NLWKN zwei Handreichungen entwickelt worden. Im Tidebereich werden vorwiegend Kleiböden verwendet - hier ist für den Einbau die **„Handlungsempfehlung zur Qualitätssicherung für den Kleieinbau** (NLWKN, 2011)“ zu wählen. Für den Einbau bindiger Böden im Hochwasserbereich kann nach den Kriterien der **„Handlungsempfehlung zur Qualitätssicherung für bindige Böden** (NLWKN, 2012)“ verfahren werden. Dabei werden ausschließlich Auelehmböden und vergleichbare bindige Böden behandelt. Eine entsprechende Untersuchung der Dichtungsschichten ist im Rahmen der Baugrunderkundungen erfolgt. Die Ergebnisse sind im Kapitel 4 ff. dargestellt.

Bereits im „Hochwasserschutzplan Niedersachsen, untere Mittelelbe“ von 2007 wurden die unterschiedlichen Bauarten der Deiche beschrieben. Die „Neudeiche“, wie sie heute noch bestehen, wurden nach Untersuchungen des damaligen Wasserwirtschaftsamts Lüneburg (Brühmann 1988) gebaut. In diesem Gutachten wurden die Ursachen der Schäden untersucht, die beim April-Hochwasser 1988 an der Binnenberme entstanden sind. Aufgrund dieser Erfahrung wird der Deichverteidigungsweg seit 1988 auf die erhöhte landseitige Berme, 1,5 Meter unterhalb des Be-

messungshochwassers gelegt (NLWKN, 2007).
Dadurch wird der Sickerweg verlängert und der Austritt des Wassers an den Deichfuß gelegt. Diese Maßnahme erhöht die hydraulische Standsicherheit des Deichs. Zugleich wird eine Befahrbarkeit des Deichverteidigungswegs gerade bei Hochwasserereignissen sichergestellt. Erfahrungen aus den Hochwasserereignissen nach 2002 zeigen, dass an neuralgischen Punkten zusätzliche Dränsysteme eingebaut werden müssen, damit die Entwässerung des Deichs sichergestellt ist und eine ausreichende Standsicherheit gewährleistet wird. Dazu bedarf es verschiedener hydraulischer Berechnungen, die entweder als eigenständiger Nachweis oder als Ausgangswerte für weiterführende Standsicherheitsberechnungen dienen.

Im Hochwasserbereich ist die Klei-/Auelehmabdeckung an der kompletten Außendeichböschung einen Meter mächtig. Zusätzlich wird an dem wasserseitigen Deichfuß eine flachgeneigte, fünf Meter breite, in das Gelände einbindende Berme errichtet. Bei Bedarf wird davon ein 3,5 Meter breiter Streifen mit Schotterrasen verstärkt. Binnendeichs schließt sich der Versickerungsmulde ein fünf Meter breiter gehölzfreier Schutzstreifen an (NLWKN, 2007).

Generell wird bei den Neudeichen A und B die Außenböschung an scharliegenden Deichstrecken und an besonders durch Eisversatz gefährdeten Bereichen durch ein gepflastertes Deckwerk geschützt. Der Einbau erfolgt aufgrund der Erfahrung beim Eishochwasser 2003 bis zum Bemessungswasserstand.

Die Deichverteidigungswege dienen grundsätzlich der Deichverteidigung und -unterhaltung. Sie sind vielfach mit Schranken oder Pollern gesperrt. Die Wege werden in der Regel ca. alle vier Kilometer an das öffentliche Straßennetz angeschlossen.

Die Anschluss- und Deichverteidigungswege sind für den Schwerlastverkehr ausgelegt, und die Benutzung für den öffentlichen Verkehr in der Regel gesperrt
(NLWKN, 2007).

3.4.2. Kilometrierung der Deiche in den Deichverbänden

In den Deichverbandsgebieten der niedersächsischen Elbe wird die Deichkilometrierung nicht immer einheitlich durchgeführt. Aus diesem Grund wurde für die Deichbestandsanalyse eine Stationierung vorgegebenen. Jeder Deichabschnitt wurde hierbei in Fließrichtung stationiert. Im Anschluss konnte die Deichstationierung mit der Elbe-Stationierung verschnitten werden. Durch die Verschneidung konnte die neue Bestandsvermessung (siehe Kap. 3.1 Vermessungstechnische Untersuchungen) mit den vorhandenen Vermessungsdaten sowie mit den BFG-Daten aus dem Bericht 1848 verglichen werden. Zudem wurden im Rahmen der visuellen Begutachtung die Beschilderungen der Deichkilometrierung untersucht. Hierbei ist anzumerken, dass im Bereich des GDWV, JDV, DDWV und in zwei Abschnitten des ADV keine Kilometrierungskennzeichnung am Deich vorhanden sind. Der NDUV besitzt eine einheitliche und durchgängige Stationierung auf der gesamten Deichstrecke.

Die Deichkilometer wurden im Bereich des ADV durch Messingmarken, welche auf einem ca. 1 x 1 Meter großen Betonsockel befestigt sind, gekennzeichnet. Die Messingmarken wurden alle 100 Meter auf der Binnenseite des Deichs angebracht. Die Kilometrierung beginnt bei Deich-Kilometer 0+000 in der Ortschaft Bleckede. Durch die Erweiterung der Deichlinie im Oberstrom von Bleckede in den Abschnitten Walmsburg und Alt Garge wurde ab hier mit einer negativen Stationierung gearbeitet, die aber nicht an den Deichabschnitten gekennzeichnet ist. Im Rahmen der Deichbestandsanalyse wurden die Deichabschnitte bei Alt Garge, Alt Wendischthun und Walmsburg in Fließrichtung neu benannt. Die einzelnen Deichabschnitte beginnen immer bei 0+000 und enden nach ca. zwei Kilometer im hochstehenden Gelände.

Abbildung 3: Deichkilometrierung im Bereich des ADV oberhalb von Bleckede

Im Amt Neuhaus beginnt die Stationierung aktuell am Wehr Wehningen bei Deich-Kilometer 0+000 und endet bei Deich-Kilometer 45+730 an der Landesgrenze zu Mecklenburg-Vorpommern. Im Bereich des NDUV sind die Deichkilometer durch Schilder gekennzeichnet (siehe Abbildung 4). Die Schilder sind etwa alle 200 Meter auf der binnenseitigen Deichschulter angeordnet und zum Teil mit Sitzstangen für Greifvögel versehen.

In den Deichverbänden GDWV, JDV und DDWV wurden die Elbedeiche nicht durch feste Markierung auf dem Deichkörper gekennzeichnet. Eine durchgehende Deichlinie gibt es in den einzelnen Deichverbänden nicht immer. Sobald der jeweilige Deich im hochstehenden Gelände mündet, endet auch die Stationierung. Der im Unterstrom befindliche Deich beginnt entsprechend wieder mit einer neuen Stationierung.

Abbildung 4: Elbedeich im Amt Neuhaus mit Kennzeichnung der Deichkilometer und Deichverteidigungsweg

3.4.3. Verkehrsinfrastruktur

Deichwege dienen zur Unterhaltung und zur Deichverteidigung im Hochwasserfall. Sie sind somit ab der Deichklasse 1 (DIN 19712 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, 2013) ein fester Bestandteil des Deichkörpers. Bei der Zustandsbewertung in der Deichbestandsanalyse wurde vor allem darauf geachtet, in welchem äußerlichen Zustand sich der Deichverteidigungsweg befindet. Weitere Kriterien waren die Höhenlage, die Breite und die technische Gestaltung z.B. mit einem Hochbord. Je weniger Parameter erfüllt wurden, desto weniger Punkte wurden vergeben.

Der Deichverteidigungsweg muss zudem eine Vielzahl von Anforderung erfüllen. Für die Bewertung der Wege können die Regelanforderungen des NLWKN beim Bau von Deichverteidigungswegen an Haupt- und Schutzdeichen orientierend herangezogen werden. Sie bilden die Grundsätze für eine wirtschaftliche Planung und Ausführung bei entsprechenden Baumaßnahmen. Nur in Ausnahmefällen kann von diesen Regelungen abgewichen werden (Technische Standards im NLWKN). Grundsätzlich sind die Deichwege mit einer Breite von 3,50 m für den schweren LKW-Verkehr mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 44 Tonnen, einer maximalen Achslast von 11,5 Tonnen – entsprechend für den Schwerlastwagen (SLW) 60 mit einer Gesamtlast von 600 kN (SLW 60) – und häufigen Zuwegungen auszulegen.

Im „Hochwasserschutzplan Niedersachsen, Untere Mittelelbe“ wird grundsätzlich festgelegt, den Deichverteidigungsweg nicht tiefer als 1,5 Meter unter BHW anzulegen. Als gesonderter Punkt wurde überprüft, ob zur Unterhaltung des Deichs ein Deichunterhaltungsweg notwendig und vorhanden ist. Dieser befindet sich auf der Außenseite des Deiches und besteht i.d.R. aus einer 3,5 Meter breiten Schottertragschicht mit ggfs. Rasenansaat.

Deichrampen, Überfahrten und Zufahrten sind in der Deichunterhaltung und Verteidigung sehr wichtig. Die Deichrampen sind allerdings auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Neigung sollte nicht steiler als 1 :10 sein, besser wäre eine Neigung von 1:15. Wasserseitig sollen Rampen nur an Stellen mit geringer Belastung aus Strömung und Wellenschlag angelegt werden, möglichst in Strömungsrichtung fallen und keinesfalls senkrecht zur Flussachse, sondern parallel zum Deich (Parallelrampen) verlaufen (DIN 19712: 2013-01).

Bei Richtungsverkehr müssen Deichverteidigungswege bisher auf mindestens 3 Meter Breite befestigt sein. Zukünftige Deichabschnitte werden mit einer Mindestbreite von 3,5 Meter geplant. Zudem ist die Anlage von Wendeplätzen und Ausweichstellen (Mindestlänge 25 m) im Abstand von etwa 400 Meter notwendig. Lagermöglichkeiten für Deichverteidigungsmaterial müssen vorhanden sein.
Zur Verbesserung der Standsicherheit können im Deichkörper Filtersysteme aus mineralischen Filtern angeordnet werden. Sie liegen in der Regel im Bereich der landseitigen Böschung und haben gegebenenfalls auch Sickerwasser aus dem Untergrund aufzunehmen. Filter bestehen zumeist aus Sand, Kies, Splitt, Schotter, Schlacke oder Geokunststoffen. Sie sollen bei Durchströmung einen Materialtransport verhindern.

3.4.4. Dränagen und Filter im Deichkörper

Dränagen und Filter dienen dazu, den Deichkörper optimal zu entwässern, ohne dass ein Materialtransport stattfindet. Zur Verbesserung der Standsicherheit können im Deichkörper Filtersysteme aus mineralischen Filtern oder - in Ausnahmefällen - mit Rohdränungen angeordnet werden. In Deichquerschnitten werden beide Funktionen häufig von einem Bauteil wahrgenommen. Üblicherweise liegen Dränungen und Filter im Bereich der landseitigen Berme unterhalb vom Deichverteidigungsweg. Sie können aus Dränrohren, Dränschichten oder Sickerpackungen bestehen. Mineralische Filter bestehen in der Regel aus Sand, Kies, Splitt, Schotter, Schlacke oder Geokunststoffen. (DWA-M 507-1, 2011). Die Dränmaterialien dürfen den Wasseraustritt aus dem zu entwässernden Boden nicht behindern, sie müssen aber gegenüber diesem Boden filterwirksam sein. Die Dicke von mineralischen Filter- und Dränschichten muss mindestens 0,25 Meter betragen. Sobald dränende und filternde Funktionen in einem Element vereint sind (Mischfilter), sollen mindestens 0,5 Meter eingehalten werden. Hierbei dürfen landseitige Dränagen nicht durch Mutterboden, Deckschichten aus Auelehm oder Klei und Grasnarbe abgedeckt werden. Die niedersächsischen Elbedeiche sollen gemäß Hochwasserschutzplan eine landseitige Berme von 1,5 Meter aufweisen. Wenn für die Standsicherheit eines Deiches eine Dränung erforderlich ist, so muss diese bei Verwendung von Dränrohren so ausgebildet werden, dass sie kontrollierbar ist. Der Durchmesser von Dränrohren muss mindestens DN 150 betragen. Der Abstand von Kontrollschächten darf 100 Meter nicht überschreiten. Zwischen zwei Kontrollschächten soll eine Dränleitung geradlinig verlaufen (DIN 19712 Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, 2013). Im Regelquerprofil der niedersächsischen Elbdeiche sollen nur in Ausnahmefällen Dränrohre zur Anwendung kommen, da die Unterhaltung solcher Bauteile aufwendiger ist.

3.4.5. Wasserabführung im Deichhinterland

Eine optimale Wasserabführung im Binnenbereich des Deiches hat viele Aspekte und beginnt bereits im Deichkörper (siehe Kap. 3.4.4). Das austretende Wasser muss anschließend, je nach Nutzung des Hinterlands, auf unterschiedliche Weise abgeführt werden. Zumeist gelingt dies über Versickerungsmulden bzw. Deichseitengräben. Die Deichseitengräben befördern das Sickerwasser anschließend in eine entsprechende Vorflut. Dabei darf die Standsicherheit des Deichs nicht beeinträchtigt werden. Aus diesem Grund ist darauf zu achten, dass das Sickerwasser spannungsfrei in den Graben eintreten und gezielt abgeführt werden kann.

Sollte infolge erhöhter Wasserstände landseitig sehr stark Wasser aus dem landseitigen Untergrund treten und die Gefahr eines Grundbruches in Folge von Erosion/Suffusion bestehen, können sogenannte Qualmpolder Abhilfe schaffen (siehe Abbildung 5).

Bei einem Hochwasser wird sich der Qualmpolder mit Wasser füllen und die Höhendifferenz zwischen Fluss- und Polderwasserstand verkleinern. Damit wird das hydraulische Gefälle verringert und die Standsicherheit des Deichs erhöht.

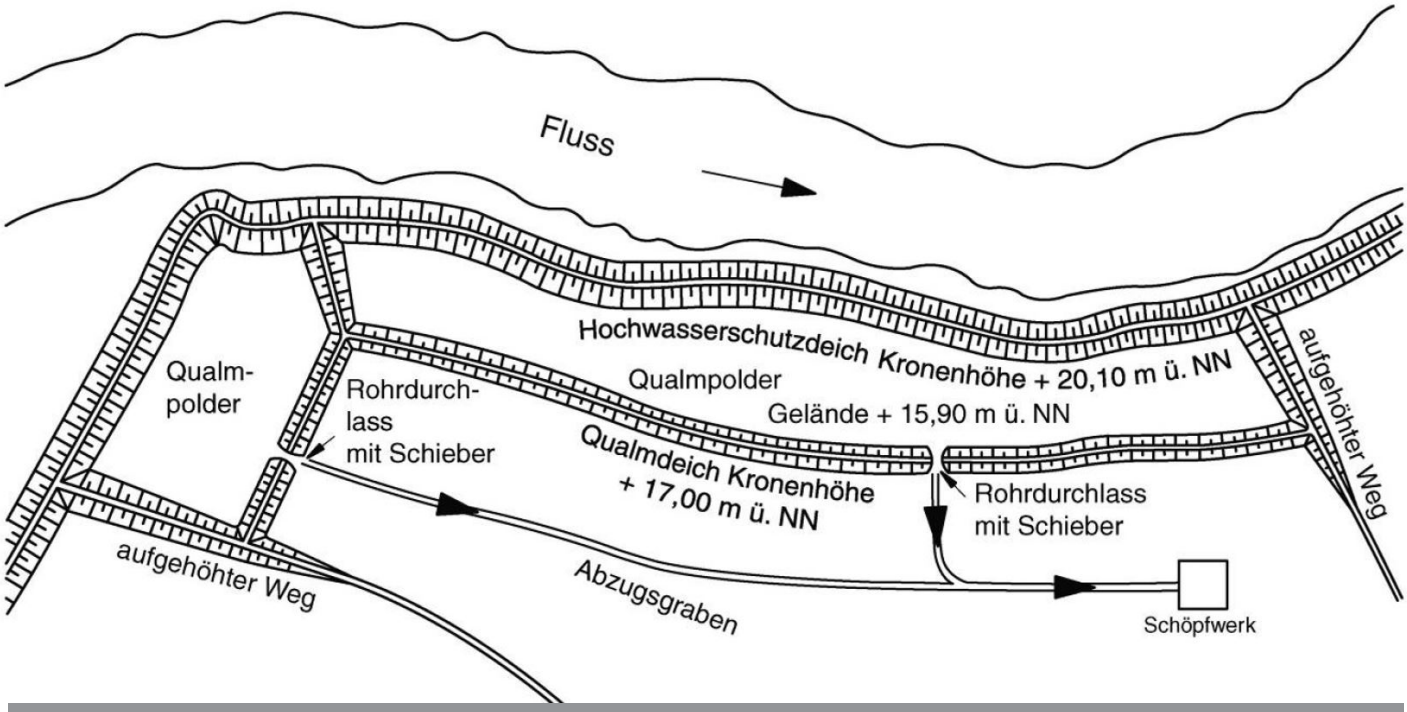

Abbildung 5: Beispiel eines Qualmpolders (DWA 507-1)

3.4.6. Bewuchs an und auf den Deichen

Grundsätzlich lässt sich Bewuchs in zwei Kategorien einteilen: 1. Gehölze und Sträucher und 2. Gräser und Kräuter.

Auf Deichen ist Bewuchs der Kategorie 1 nicht gewünscht. Gehölze, Bäume, Sträucher und Hecken auf Deichen und in deren unmittelbarer Nähe beeinträchtigen die Unterhaltung, Überwachung, Deichverteidigung sowie grundsätzlich die Standsicherheit. Außerdem steigt das Gefährdungspotenzial, welches wachsende Gehölze auf Hochwasserschutzanlagen darstellen. Gehölze bilden während des Wachstums Wurzeln aus, die den Deichaufbau - vor allem die Dichtungsschicht und den Stützkörper - schädigen können. Sobald größere Bäume absterben, entstehen tunnelartige Gebilde im Deichkörper und setzten die Funktionsfähigkeit der Dichtungsschicht außer Kraft. Im schlimmsten Fall können Gehölze während eines Hochwasserereignisses umstürzen und tiefe Scharten in den Deichkörper reißen.

Die Deichkrone, Böschungen, die Bermen, der beidseitige fünf Meter Deichschutzstreifen sowie alle überströmbaren Teilschutzdeiche sind von diesem Bewuchs freizuhalten.
Der Bewuchs der Kategorie 2 (Gräser und Kräuter) soll aus einer dichten Grasnarbe bestehen, welche einen ausreichenden Schutz vor Erosion bieten soll. An trockenen, mageren und sonnigen Deichbereichen kann auch ein etwas magerer Bewuchs toleriert werden, wenn der Oberboden ausreichend durchwurzelt ist. Für die Unterhaltung der Grasnarbe sollen vorwiegend Schafe eingesetzt werden. Alternativ ist eine maschinelle Mahd möglich.

In der Punkteverteilung und Wichtung der Zustandskriterien wurde hier in verschiedenen Kategorien unterteilt:

Kategorie 10) Allgemeiner Zustand der Grasnarbe und des Oberbodens bzw. der Dichtungsschicht

Kategorie 11) Vorhandensein von Gehölzbestand im Deichkörper oder Schutzstreifen

Die Kategorien wurden entsprechend der DIN-19712 und DWA 507-1 bewertet. Hat der Deichabschnitt einen sehr guten Zustand (Durchwurzelung der Grasnarbe sehr gut, keine Wühltiere etc.), wurde die maximale Punktzahl vergeben. Gleiches gilt für den Bewuchs mit Gehölzen bzw. deren schädliche Auswirkungen.

3.5. Alterung von Deichen

Der Alterungsprozess von Deichen und Erdbauwerken ist bereits abhängig von der Planungs- und Bauphase. Zusätzlich wird der Alterungsprozess durch biogene, geogene, anthropogene und klimatische Faktoren beeinflusst. Generell wird das Langzeitverhalten von Erdbauwerken erst seit einigen Jahren intensiver erforscht. Talsperren werden zumeist durch lange Messreihen genau kontrolliert. Für Dämme und Deiche gibt es diese Messreihen in der Regel nicht. Begründet wird dies durch ein geringes Schadenspotential. Wie jedoch aus dem Rahmenplan für abflussverbessernde Maßnahmen, Teil Niedersachsen hervorgeht, liegt für das Gesamtschadenspotential des untersuchten Gebietes ein Wert von ca. 4,7 Mrd. Euro zugrunde (NLWKN, 02.2017).

Im Damm- und Deichbau können eine Vielzahl von Materialien wie z.B. Geokunststoffe, Beton, Asphalt, Dichtungsmaterialien, Erdbaustoffe etc. eingesetzt werden (DIN 19712: 2013-01 oder DWA 507-1). Die genannten Materialen unterliegen allen Alterungsprozessen wie z.B. Frost und Tau, Wind, UV-Strahlung oder Wasserwechselbeanspruchungen.

Kriech- und Konsolidierungsvorgänge haben dabei einen besonders großen Langzeitverformungseffekt (Haselsteiner, 2017). Dabei werden die maximalen Setzungen der Erdbauwerke erst nach mehreren Jahrzehnten erreicht. Im Laufe der Jahre nimmt der Setzungsprozess stetig ab. Die zeitliche Verformung kann allerdings dazu führen, dass sich an den Materialgrenzen (Auelehm, Sandkörper) Risse, Spannungsumlagerungen oder andere ungünstige Verhältnisse einstellen. Diese Veränderungen können bei hydraulischen Belastungen zu Bodendeformationsvorgängen führen. Rissbildungen infolge von Austrocknungen oder Frost-Tauwechsel, die sich nicht selbst regenerieren, erhöhen die Systemdurchlässigkeit.

Durch Deichschauen und visuellen Betrachtungen kann der Alterungsprozess erkannt und dokumentiert werden. Die durch die Betrachtung gewonnen Erkenntnisse müssen hierbei genau dokumentiert und durch die Unterhaltung behoben werden. Dabei ist die Erstellung und Pflege eines Deichbuchs ein wichtiges Werkzeug. Durch die Deichbestandsanalyse soll gezielt erkundet werden, wie sich die Alterungsprozesse im Deichkörper auf die Standsicherheit ausgewirkt haben und welchen Effekt die großen Hochwasserereignisse dabei hinsichtlich Suffusion und Erosion hatten.

3.5.1. Suffusion / Erosion

Erosions- und Suffusionsprozesse in Deichen können zu einer Destabilisierung und Zersetzung des Korngefüges in den einzelnen Erdschichten führen. Dieser Prozess wird häufig durch Imperfektionen wie Bewuchs und Wühltiergänge oder von Bauwerken im Deich begünstigt (Dr.-Ing. Ulrich Saucke, 2012). Wiederholt sich dieser hydraulische Vorgang regelmäßig (wie z.B. durch die extremen Hochwasserereignisse seit 2002), kann der Erosionsprozess reaktiviert werden und Schwächezonen sich fortentwickeln. Beobachtungen zeigen, dass lockere Lagerung, geschichteter Untergrund, Körnungslinien mit Fehlkorn sowie Bauwerke innere Erosionsprozesse fördern.

Im Rahmen der Baugrunderkundungen wurden in den einzelnen Verbandsgebieten wesentliche Informationen (i.W. Korngrößenverteilungen) über den Deich- sowie den Untergrundaufbau gesammelt. Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse wurden Rammkernsondierung durchgeführt. Die Aufschlüsse wurden hierbei in relevanten Querschnitten konzentriert. Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind in der Anlage und in den Kap. 4 ff. in den Untersuchungsabschnitten der Verbandsgebiete dargestellt.

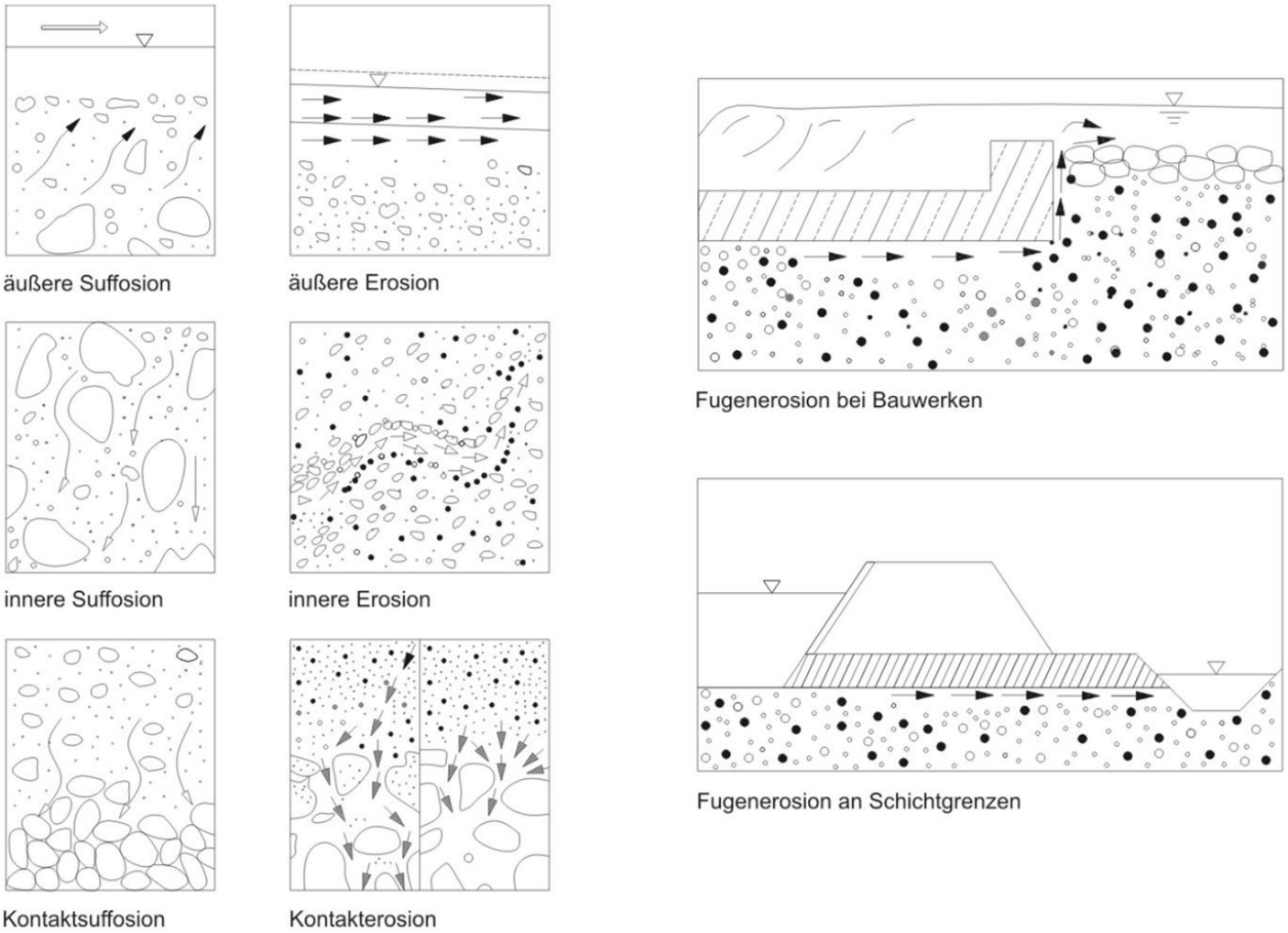

Abbildung 6: Typen des Materialtransportes im Boden nach Busch, Luckner und Thiemer (BAW, 2011)

3.5.2. Rissbildungen in Deichen

Der Sommer 2018 war sehr heiß und trocken. Zudem gab es über das Winterhalbhalbjahr 2018-2019 sehr wenig Niederschlag, so dass diese ariden Gegebenheiten zu Rissbildungen an den Deichen führten. Bereits durch die Bestandsaufnahmen im Zuge der Deichbestandsanalyse im Untersuchungsraum konnten vermehrt Trockenrisse im Deich festgestellt werden. Durch die zurückliegenden Deichschauen wurde zudem festgehalten, dass sich die Trockenrisse teilweise über die Wintermonate nicht geschlossen haben. Aus diesem Grund wurden Baggerschürfe an ausgewählten Standorten angelegt, Bodenproben aus den Rissflanken entnommen und bodenmechanisch untersucht. Zudem sollte festgestellt werden, wie sich die Rissbildungen auf den Deichkörper auswirken und welche Möglichkeiten der Instandsetzung bestehen. Für die Deichbestandsanalyse im Untersuchungsgebiet wurden Risse in Marschacht und Radegast im Artlenburger Deichverband untersucht.

Abbildung 7: Schurf im Deich mit Rissbildung

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass sich die Risse nur bis zur durchwurzelbaren Bodenschicht ausgebildet haben. Unterhalb dieser Schicht konnten keine Risse beobachtet werden. Dies ist mit der selbstheilenden Wirkung der Dichtungsschicht zu erklären. Sobald das quellfähige Material mit Wasser in Kontakt kommt, schließen sich die Risse wieder. Da der Oberboden weniger plastisch ist als die Dichtungsschicht, blieben in diesen Oberbodenschichten die Risse zurück. Die größte Rissbildung hat sich im Bereich der Deichschulter ergeben, da dort durch den vorhandenen Böschungsknick die Zugkräfte der Böden beim Schwinden aus der Böschung und aus der Deichkrone aufeinandertreffen.

Die untersuchten Risse sind unbedenklich hinsichtlich der Gesamtstandsicherheit und Wehrfähigkeit des Deichkörpers. Defizite ergeben sich oftmals lokal im Bereich des Oberbodens und müssen im Rahmen der Unterhaltung ausgebessert werden.

Eine Möglichkeit der Rissverfüllung besteht durch das Einbringen von Tonpellets, da diese einfach in der Verarbeitung sowie kostengünstig und flexibel durch das Personal der Deichverbände einsetzbar sind (Anlage 4).

Grundsätzlich ist aus fachtechnischer Sicht im Zuge von Deichbestandsaufnahmen das Auftreten von Rissen zu beobachten, zu dokumentieren sowie zu bewerten. Hier können sich entscheidende Hinweise auf den Zustand vorhandener Hochwasserdeiche ergeben.

3.6. Bauwerksprüfung der HWS-Wände

Im Rahmen der Deichbestandsanalyse wurden sieben Hochwasserschutzwände hinsichtlich ihres technischen Zustands untersucht. Am niedersächsischen Teil der unteren Mittelelbe bestehen - in Fließrichtung betrachtet - Hochwasserschutzwände in folgenden Ortslagen:

1. Schnackenburg (GDWV)
2. Wussegel (DDWV)
3. Hitzacker (JDV)
4. Stiepelse (NDUV)
5. Walmsburg (ADV)
6. Alt Garge (ADV)
7. Artlenburg (ADV)

Gegenstand der Bauwerksprüfungen sind die Hochwasserschutzkonstruktionen von Schnackenburg bis Geesthacht. Die Überprüfung erfolgt als einfache Bauwerksprüfung zur Ergänzung der Deichbestandsanalyse in Anlehnung an die DIN-1076.

Folgende Aspekte wurden betrachtet:

- Die Bauwerke wurden auf Hinweise etwa eingetretener Setzungen, Kippungen, Unterspülungen und Auskolkungen geprüft.
- Mauerwerk, Beton, Stahlbeton- und Spannbetonbauteile wurden auf Risse, Ausbauchungen, Durchfeuchtungen, Ausblühungen, Rostverfärbungen, Hohlstellen und Abplatzungen geprüft.
- Stellen mit Rostverfärbungen wurden bei einfacher Zugänglichkeit auch auf Hohlstellen abgeklopft.
- Der Zustand des Oberflächenschutzes wurde geprüft.
- Das Mauerwerk wurde auf einwandfreien Zustand der Fugen geprüft.
- Stahlkonstruktionen wurden auf Risse und Verformungen (Verbiegungen und Verbeulungen), insbesondere die Anschlüsse auf festen Sitz, die Schweißnähte auf offensichtliche Risse geprüft.
- Der Korrosionsschutz bei den Stahlkonstruktionen wurden stichpunktartig einer Schichtdickenmessung unterzogen.

Der Zustand, der Standort und die Blickrichtung der festgestellten Schadfeststellungen an den Anlagen wurden durch Fotos sowie in einem Bauwerksblatt tabellarisch dokumentiert (siehe Anlage 7). Die häufigsten festgestellten Schäden sind oberflächig und befinden sich im Bereich von Dehnungsfugen, Mauerwerken und Betonsockeln. An Stahlspundwänden konnten vermehrt oberflächige Rostbildungen an den Schweißnähten dokumentiert werden.
Im Ergebnis befinden sich die Anlagen in einem technisch wehrfähigen guten Zustand. Je nach Standort weisen aber auch die HWS-Wände Höhendefizite auf.

Abbildung 8: Hochwasserschutzwand in Hitzacker (Quelle: IBR)

4. Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungen und Ergebnisdarstellungen erfolgen im Kap. 4 ff. bezogen auf die jeweiligen Deichverbände. Die Bewertung wird dabei immer in der gleichen Reihenfolge stattfinden. Für die Ergebnisdarstellung wird eine Aufteilung auf die fünf Deichverbände im Hochwasserbereich vorgenommen (siehe Abbildung 9). Je nach Verbandsgröße und Lage erfolgt eine weitere Aufgliederung in Untersuchungsabschnitte (siehe Übersichtskarte in Anlage 2). Die Auswertung und Betrachtung erfolgt dabei bezogen auf die Deichverbände in Fließrichtung der Elbe von Schnackenburg (GDWV) bis Rönne/Geesthacht (ADV).

In der Übersichtskarte und in den Übersichtslageplänen der jeweiligen Deichverbände werden die Deichabschnitte entsprechend der Zustandsbewertung dargestellt. Dabei wird bezogen auf den jeweiligen Deichverband eine Priorisierung vorgenommen und visuell in den Übersichtskarten und Übersichtslageplänen in einer „Ampelbewertung“ dargestellt. Der Deichabschnitt mit der größten Priorität weist eine rötliche Farbe auf. Befindet sich der Deichabschnitt in einem guten Zustand, hat er eine niedrige Priorität und eine grüne Einfärbung.

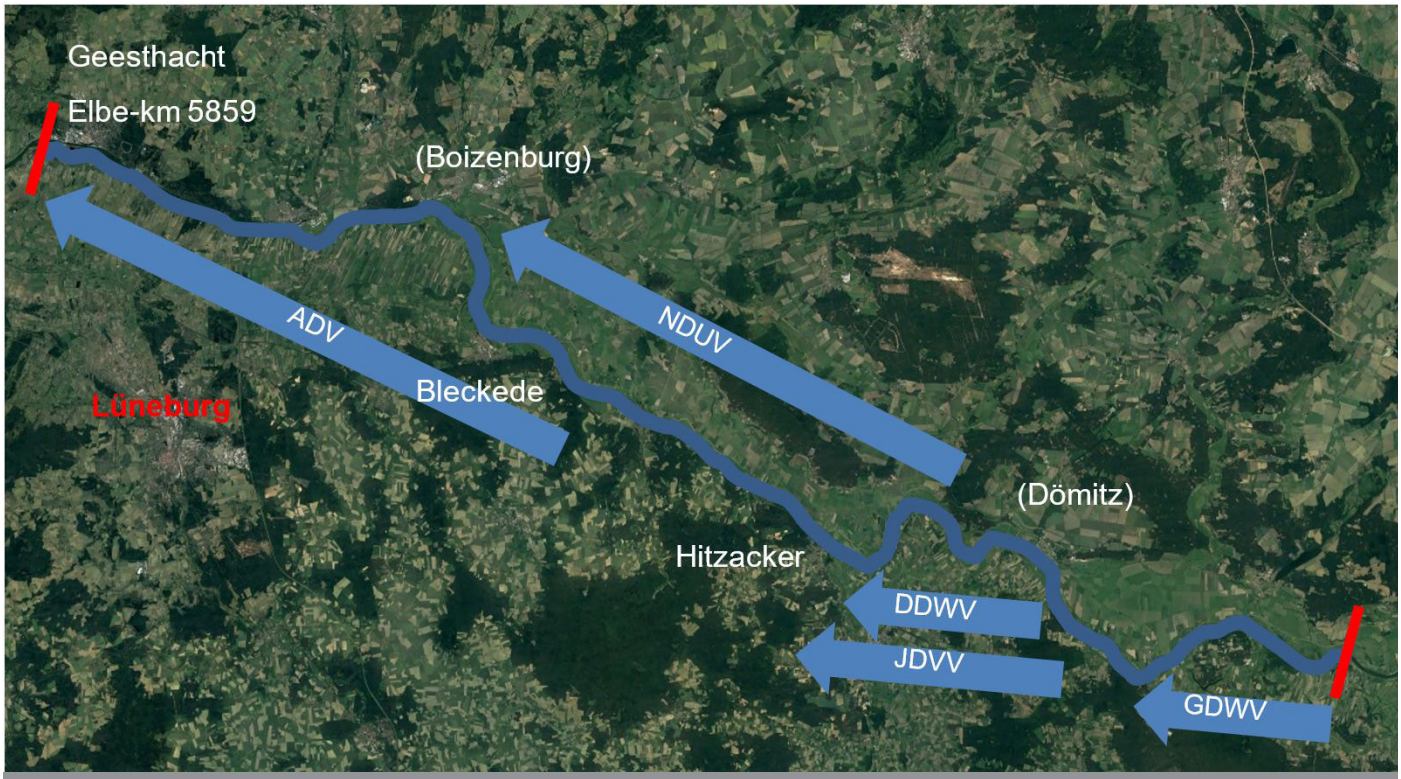

Abbildung 9: Projektgebiet der Deichbestandsanalyse und Aufteilung der Deichverbände

4.1. Gartower Deichverband

Das Verbandsgebiet des Gartower Deich- und Wasserverbands beginnt an der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt bei Gummern. Durch die Hochuferlagen des Höhbeck wird die Deichlinie zwischen Pevestorf und Vietze abgelöst. Unterhalb von Vietze befindet sich die Mündung der Seege. Die Seege wird bei Elbehochwasser entsprechend zurückgestaut, da es kein Absperrbauwerk gibt. Dementsprechend müssen die Seegedeiche auf den Ausbauzustand der Elbedeiche unter Berücksichtigung der Alandüberleitung bemessen werden. Im Bereich der Seege wurden die Laascher Insel, der rechte und linke südliche Seegedeich (bzw. nördliche und südliche Seegedeich) sowie das tiefliegende Gelände begutachtet. Für die Freibordbetrachtung der Seegedeiche wurde ein BHW von 20,08 Meter NHN angesetzt, da es für diesen Bereich keine weiteren Vorgaben aus dem BfG-Bericht 1848 gibt. Aus diesem Grund wurde eine Machbarkeitsstudie zur Anpassung des Hochwasserschutzes an der Seege erstellt, in der auch die hydraulischen Grundlagen mit einem 2D-Modell ermittelt worden sind. Insgesamt wurde eine Deichstrecke von 39,61 Kilometern im Gebiet des Gartower Deich- und Wasserverbands untersucht. Die Deichstrecken wurden diesbezüglich in sechs Abschnitte eingeteilt (siehe Abbildung 10 und Tabelle 3).

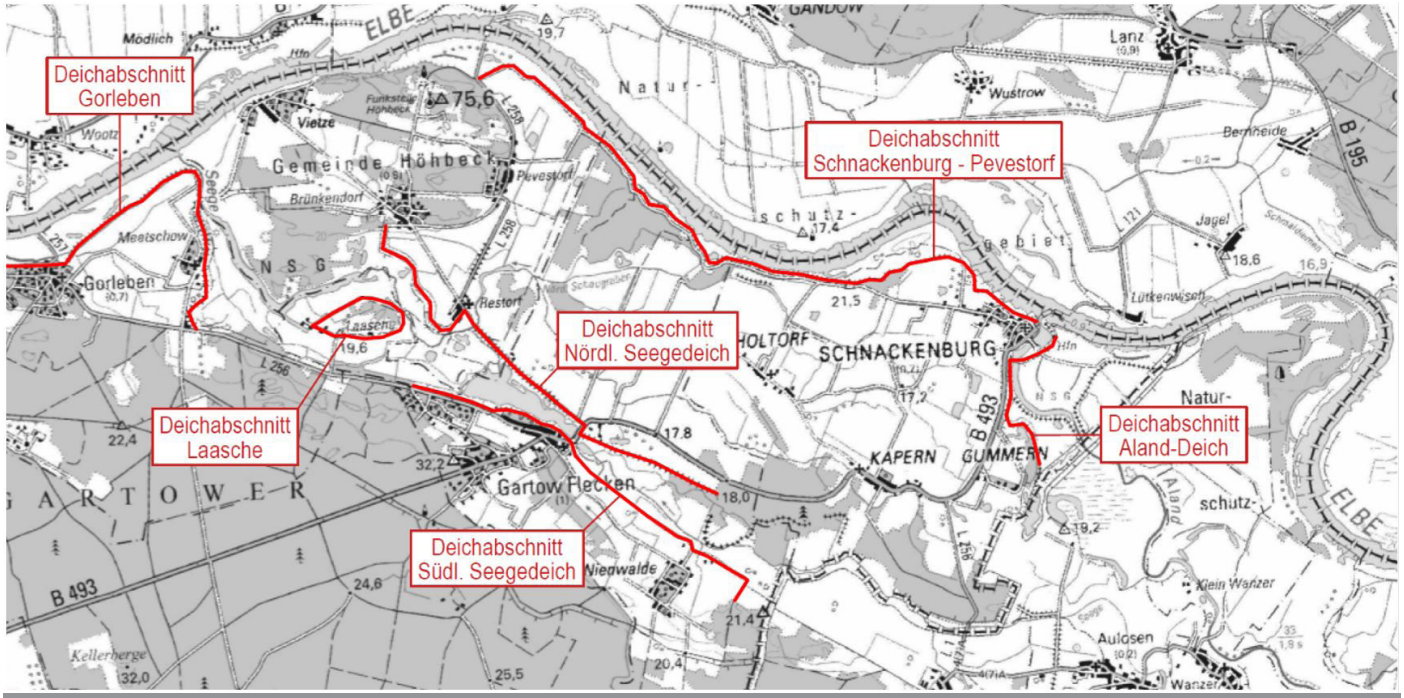

Abbildung 10: Bereich der Bestandsvermessung im GDWV

4.1.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Die Bestandsvermessungen im GDWV wurden im gesamten Verbandsgebiet auf einer Strecke von 39,61 Kilometern durchgeführt. Die Auswertung der Deichhöhen und Querprofile erfolgte im Anschluss. Dabei wurden die gemessenen Höhen mit dem jeweiligen BHW verglichen und der aktuelle Freibord alle 50-100 Meter ermittelt. Die Auswertung ergab, dass die erheblichsten Fehlhöhen am Laascher Ringdeich vorkommen. Insgesamt weisen ca. 68 Prozent der Deiche im GDWV ein Freibord 0 - 0,30 Meter auf und befinden sich im Bereich der Seege. Die Elbedeiche bei Schnackenburg und am Aland haben mit einem mittleren Freibord von > 0,8 Meter das größte Freibord, dies entspricht ca. 32 Prozent der Deichstrecke des GDWV.

Tabelle 3: Deichabschnitte des GDWV

Nr.	Deichabschnitt	Deich-Kilometer Gesamt [Km]	Freibord Mittelwert [m]	Anteil an Gesamtstrecke [%]
1	Aland-Deich	2,6	0,8	6
2	Schnackenburg bis nördlich Pevestorf	10,2	0,8	26
3	linkerer Seegedeich	7,3	0,2	19
4	rechter Seegedeich	11,8	0,3	30
5	Laascher-Insel	2,8	-0,02	7
6	Meetschow bis Gorleben	4,9	0,3	12
SUMME		39,6		100

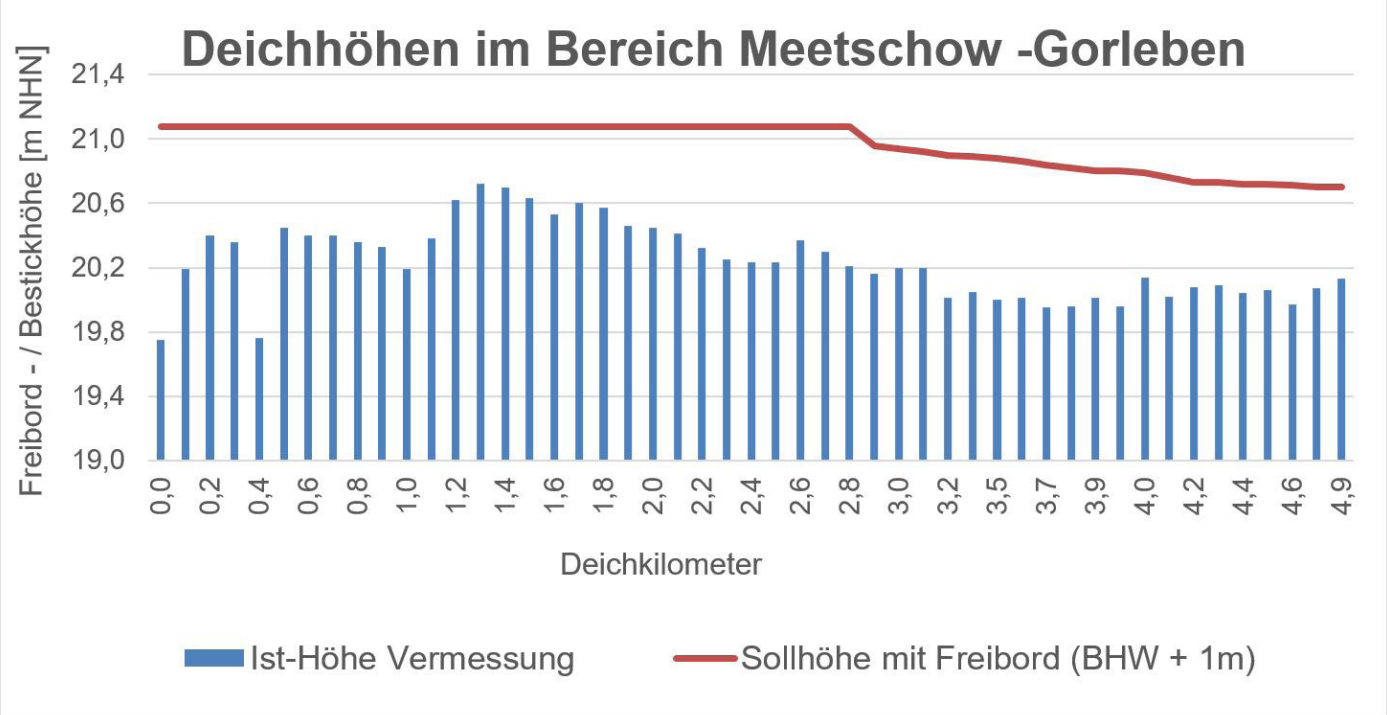

Abbildung 11: Darstellung der Deichhöhen und des BHW im Bereich von Meetschow bis Gorleben

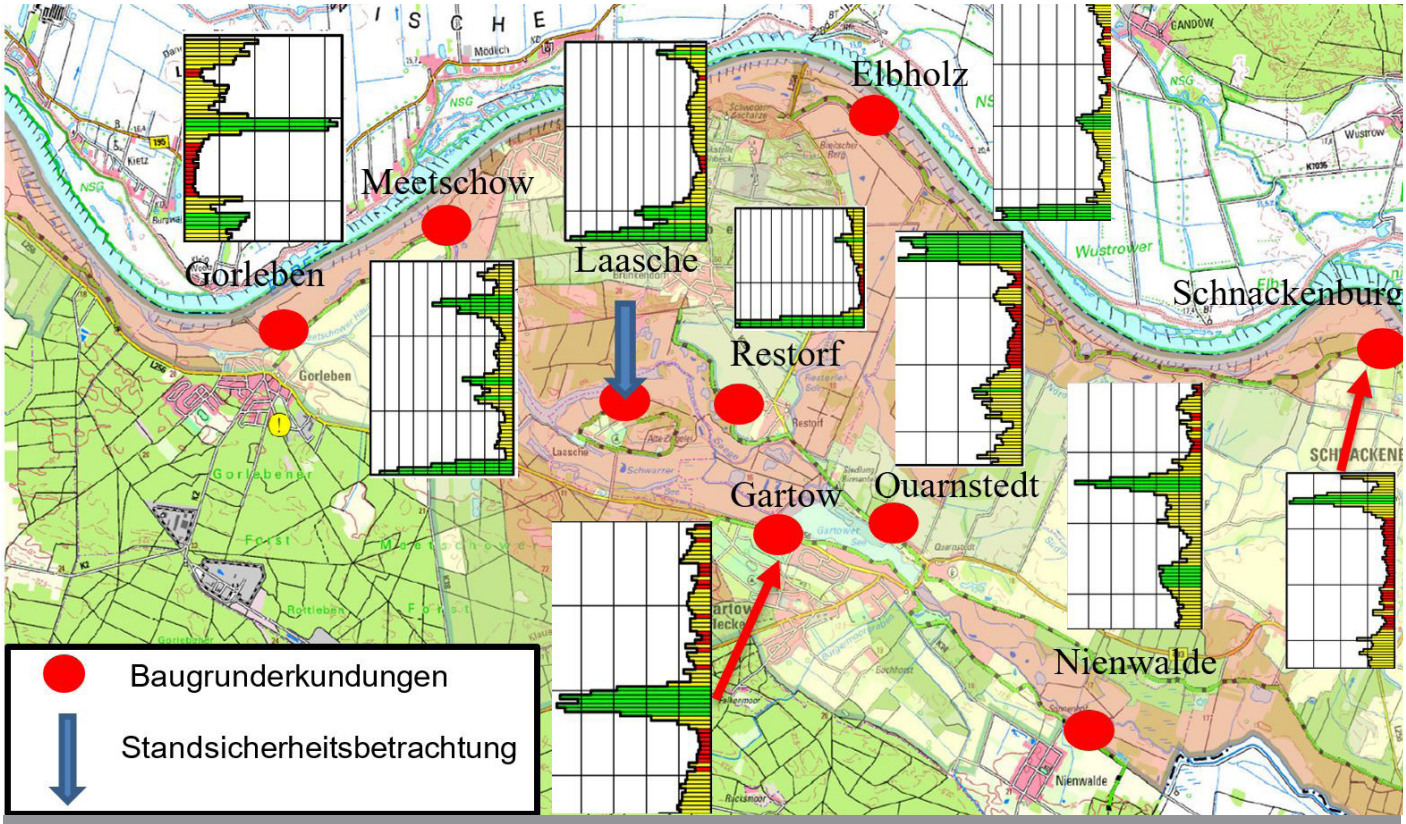

Abbildung 12: Darstellung der Baugrunderkundungen, Lagerungsdichten und Standsicherheitsbetrachtungen im GDWV

4.1.2. Baugrunderkundungen

Im Bereich des GDWV wurden insgesamt neun Baugrunderkundungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen sehr inhomogene Verhältnisse im Deichaufbau. Vor allem die Dichtungsschichten sind in mehreren Bereichen nicht oder nur in geringen Stärken vorhanden. Im Bereich von Quarnstedt beträgt die Schichtstärke nur 0,1 Meter bis 0,2 Meter im Binnenbereich des Deiches, außendeich wurde gar keine Dichtungsschicht angetroffen. Die Elbedeiche bei Schnackenburg und Gorleben weisen Schichtstärken von 0,2 Meter bis 1,45 mMeter auf. In Summe betrachtet erfüllen die erkundeten Auelehmauffüllungen des Stützkörpers nicht die Anforderungen gemäß der Handlungsempfehlung des NLWKN zur Qualitätssicherung für bindige Böden.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen zeigen dichte bis sehr lockere Lagerungsdichten (siehe Abbildung 12). Die locker gelagerten Sandauffüllungen können hier ein Indiz für Veränderungen im Korngefüge durch Suffusion/ Erosion der vergangenen Hochwasserlagen sein. Nicht auszuschließen sind aber auch schlechte Verdichtungen während der Bauphase.

Die Standsicherheitsbetrachtung bei Laasche ergab, dass für das Gesamtsystem eine ausreichende Standsicherheit nachgewiesen werden konnte. Die geringe Höhe des Deichs ist aber auch mit Hinblick auf die Standsicherheit kritisch zu betrachten, da ein überströmter Deich durch Erosion stark geschädigt wird und somit auch nicht mehr standsicher ist.

Die umfassenden Ergebnisse zu den einzelnen Untersuchungsstandorten sind der Anlage 5 zu entnehmen (Baugrundlabor Lüneburg, 2018).

4.1.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung

Im Bereich des GDWV wurde die visuelle Begutachtung durch den NLWKN Lüneburg durchgeführt. Die Untersuchungen reichen von der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt (Gummern, Kapern) über die Seegedeiche bis nach Gorleben-Meetschow. Bewertet wurden die in Kap. 3.4 dargestellten 18 Zustandskriterien. Im Bereich des GDWV wurden die Deiche Abschnittsweise alle ca. 200 Meter bewertet.

Die Ergebnisse der 200 Meter-Abschnitte wurden zusammengefasst und auf die zuvor beschriebenen sechs Deichabschnitte des GDWV bezogen (siehe Anhang 6.1). Die durchgängigen Hauptdefizite im gesamten GDWV liegen in der fehlenden Entwässerung des Deichkörpers und der fehlenden Beschilderung bzw. Kilometrierung. Da diese zwei Defizite durchgängig sind, wird im Weiteren nicht in jedem Abschnitt das Fehlen von Drainagen und bzw. Kilometrierungen erwähnt.

Der Alanddeich von Gummern bis Schnackenburg besitzt nur in Teilbereichen eine durchgängige wasserseitige Berme in entsprechender Höhe und Breite. Der Hochbord und der Deichunterhaltungsweg sind in Teilbereichen nicht

vorhanden oder entsprechen nicht den gewünschten Anforderungen und Abmessungen. Abschnittsweise sind im 5 Meter-Bereich des Deichkörpers Gehölze zu verzeichnen.

Der Elbedeich von Schnackenburg bis Pevestorf zeigt die größten Auffälligkeiten im Bereich des GDWV. Auf großer Strecke fehlen hier die Hochborde. Zudem ist die Höhendifferenz zum BHW sehr erheblich, was sich nachteilig auf die Ausbildung der Sickerlinie auswirken kann, da hier wie beschrieben keine Drainagen vorhanden sind. Der Deichunterhaltungsweg ist auf weiter Strecke ebenfalls nicht vorhanden.

Die Deichabschnitte der rechten und linken Seegedeiche besitzen fast auf gesamter Strecke keine Berme und Deichunterhaltungswege. Zudem ist die Kronenbreite in weiten Teilen sehr schmal und beträgt weniger als 3 Meter. Der Deichverteidigungsweg hat in den meisten Abschnitten eine Höhenlage von > 2 Meter zum BHW (siehe Anlage 6.1). Teilstrecken besitzen keine befestigte Berme.

Die größten Defizite im Verbandsgebiet des GDWV liegen im Bereich des Laascher Ringdeiches. Die Kronenbreite ist hier auf gesamter Strecke sehr schmal. Des Weiteren hat der Deichverteidigungsweg in Bezug zum Ausbauzustand (Breite und Höhe) oder in der Differenz zum BHW (> 2 m) Defizite.

Der Deichabschnitt von Meetschow bis nach Gorleben weist erhöhten Handlungsbedarf hinsichtlich der Verkehrsinfrastruktur (Höhe und Breite des Deichverteidigungsweges), Drängen und Filter auf. Außerdem liegt die Außendeichberme in Teilbereichen zu tief oder ist nicht in einer ausreichender Breite vorhanden.

In Summe lässt sich im Verbandsgebiet des GDWV ein deutlicher Unterschied zwischen Elbedeichen und Seegedeichen feststellen. Die Elbedeiche erreichen in fast allen Bewertungspunkten eine höhere Punktzahl.

4.1.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im GDWV

Erhöhter Handlungsbedarf im Verbandsgebiet des GDWV wird im Bereich der Seegedeiche vor allem im Abschnitt der Laascher Insel deutlich, da hier die größten Fehlhöhen und Defizite bei den Zustandsbewertungen ersichtlich geworden sind.

Die geotechnischen Untersuchungen am rechten Seegedeiche bei Quarnstedt zeigen, dass die Dichtungsschichten nicht oder nur in geringen Schichtstärken vorkommen. Außendeichs wurde keine Dichtungsschicht angetroffen. Die Sand-Auffüllungen sind mitteldicht, zum Teil locker und untergeordnet dicht gelagert.

Die locker gelagerten Deichabschnitte, in denen es bei den letzten Hochwasserereignissen zu Qualmwasseraustritten kam, sind im Hinblick auf mögliche Suffusions- und Erosionsprozesse kritisch zu betrachten. Der größte Handlungsbedarf wird hinsichtlich der Erhöhung des Deichs und des Deichverteidigungswegs, der Anlage von ausreichenden Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen, sowie in der Herstellung von Drainagen zur Verbesserung der Standsicherheiten gesehen.

4.2. Jeetzeldeichverband

Das Verbandsgebiet des JDV erstreckt sich von Laase über die Jeetzeldeiche bis nach Hitzacker (Elbe). Dabei schließt das Verbandsgebiet des JDV das Verbandsgebiet des Dannenberger Deich- und Wasserverbands (DDWV) im Ober- und Unterstrom ein. Deiche von Nebenflüssen, welche durch Absperrbauwerke von der Elbe getrennt sind, werden im Rahmen der Deichbestandsanalyse nicht betrachtet. Dementsprechend waren die Jeetzeldeiche nicht Bestandteil der Untersuchungen. Die Deichabschnitte des JDV gliedern sich in drei Abschnitte. Der erste Abschnitt erstreckt sich über rund vier Kilometervon Laase bis Grippel.

Der zweite Abschnitt ist 1,67 Kilometer lang und befindet sich zwischen Nienwedel und Hitzacker. Abschnitt III befasst sich auf einer Strecke von 950 Meter mit der HWS-Wand Hitzacker. Die durchzuführenden Untersuchungen befassen sich zunächst mit den Bestandvermessungen und einer Freibordbetrachtung. Anschließend werden die vorhandenen Baugrunderkundungen ausgewertet. Abschließend wird der visuell festgestellte Ausbauzustand erörtert.

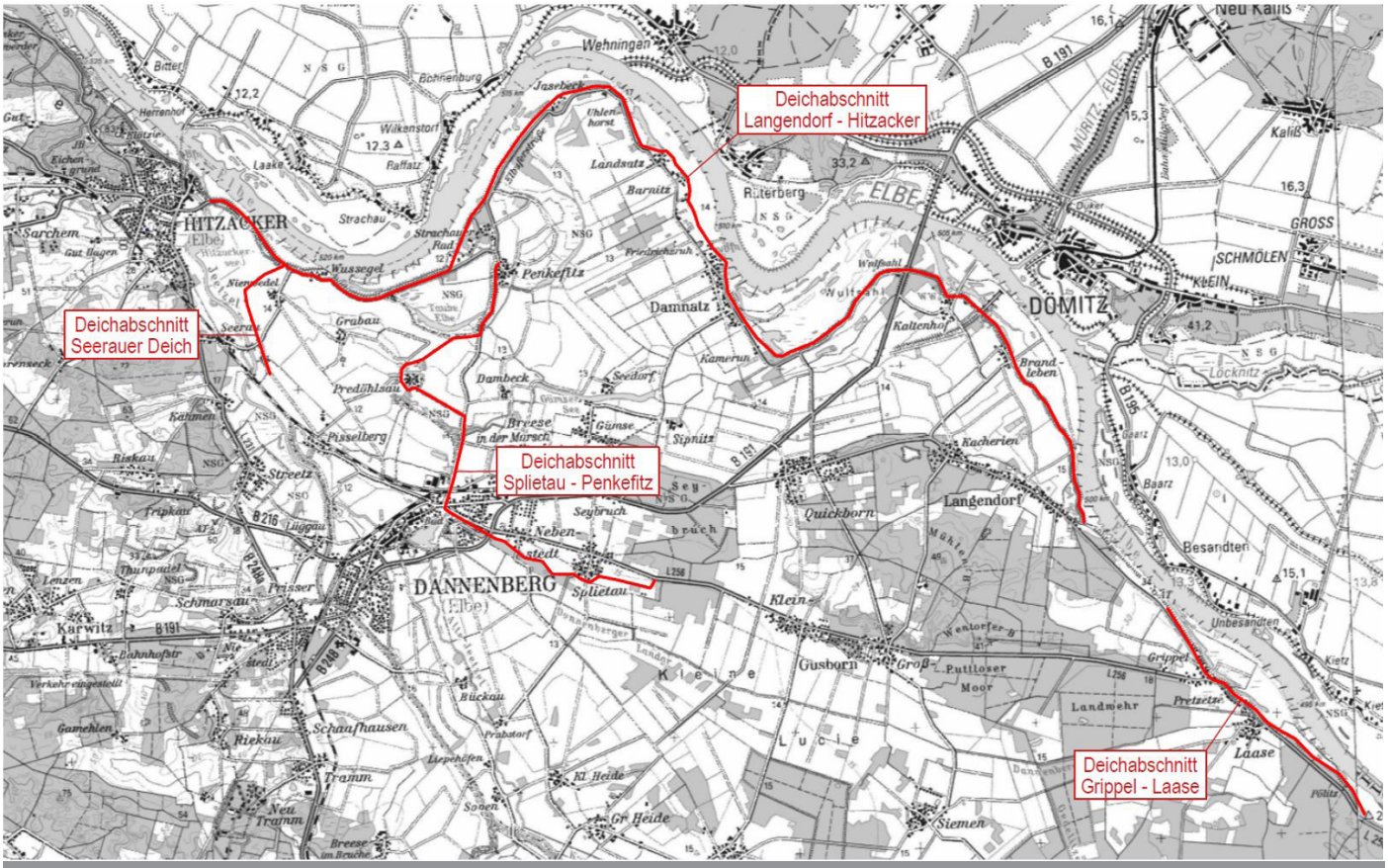

Abbildung 13: Untersuchte Deichabschnitte des JDV im Rahmen der Vermessung vom Ing. Büro Rauchenberger

4.2.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Die Bestandsvermessungen im JDV wurden nur an den Elbedeichen und an der HWS-Wand in Hitzacker durchgeführt. Die Auswertung der Deichhöhen und Querprofile erfolgte im Anschluss. Dabei wurden die gemessenen Höhen mit dem BHW verglichen und der aktuelle Freibord alle 50 bis 100 Meter ermittelt. Der vier Kilometer lange Deichabschnitt von Grippel bis Laase bildet im JDV den längsten Elbedeich und umfasst insgesamt 62 Prozent der Gesamtstrecke. Dieser Bereich besitzt ein mittleres Freibord von 0,67 Meter. Der unterhalb liegende Elbe-Deichabschnitt zwischen Nienwedel und Hitzacker besitzt im aktuellen Ausbauzustand nur noch ein minimales Freibord von 0,01 Meter. Dieser Deichabschnitt befindet sich seit Herbst 2019 in der baulichen Anpassung an das BHW gemäß dem BfG-Bericht 1848. Für die circa 930 Meter lange Hochwasserschutzwand besteht ebenfalls nur noch ein Freibord von 0,35 Meter.

Tabelle 4: Deichabschnitte des JDV

Nr.	Deichabschnitt	Deich-Kilometer Gesamt [Km]	Freibord Mittelwert [m]	Anteil an Gesamtstrecke [%]
1	Grippel bis Laase	4,00	0,67	62
2	Nienwedel bis Hitzacker	1,7	0,01	25
3	HWS-Wand Hitzacker	0,9	0,32	13
	SUMME	6,6		100

In Anlage 3 erfolgt die detaillierte Auswertung zu den drei Deichabschnitten des JDV. Dabei wurde jedem Deichabschnitt, bezogen auf den Deich- und Elbekilometer, das vorhandene Freibord zugeordnet (siehe Abbildung 14).

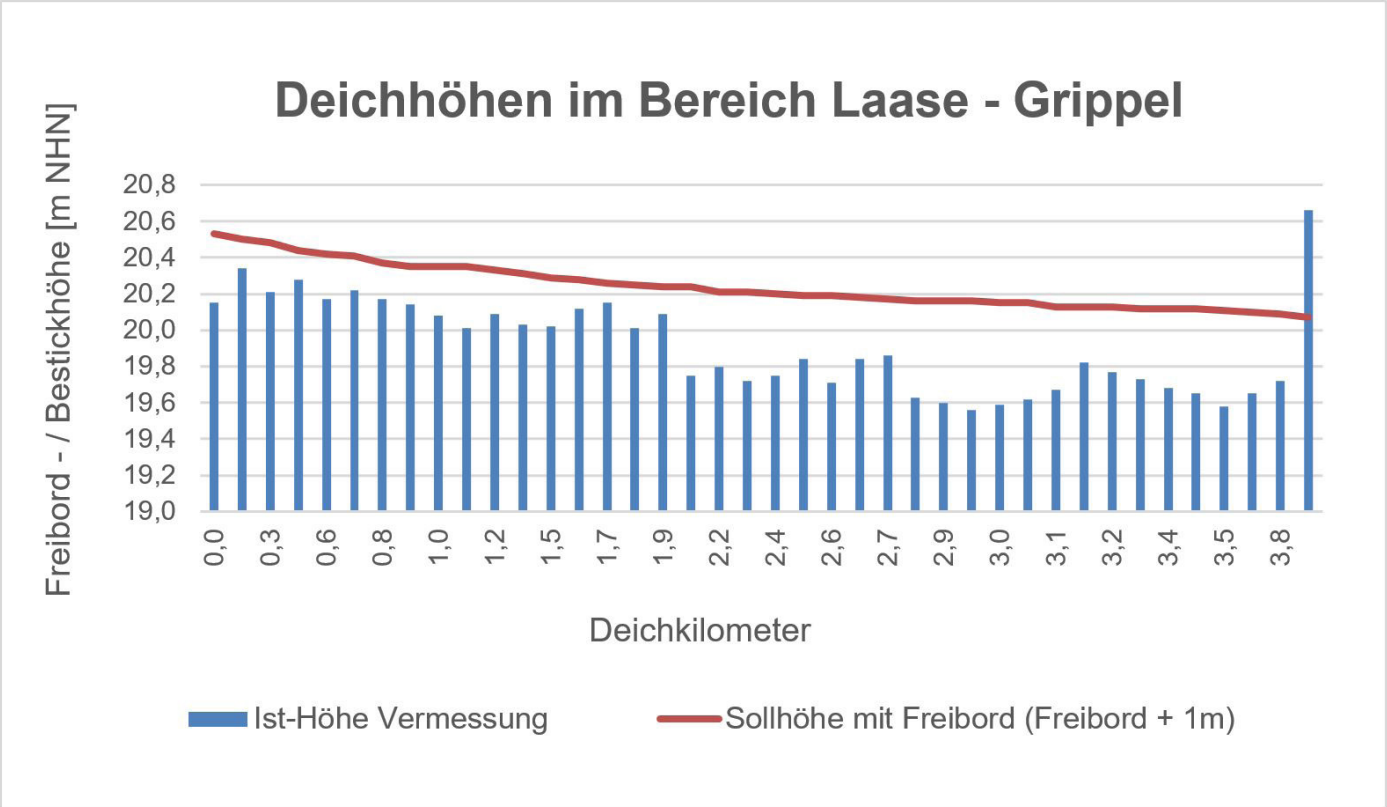

Abbildung 14 Darstellung der Deichhöhen und des BHW im Bereich von Laase bis Grippel:

4.2.2. Baugrunderkundungen

Für den JDV wurden im Zuge der Deichbestandsanalyse keine zusätzlichen Baugrunderkundungen durchgeführt, da bereits aktuelle Gutachten in einzelnen Abschnitten vorliegen. Für den Deichabschnitt von Wussegel bis Hitzacker konnte das Gutachten vom Ingenieurbüro für Grundbau und Umweltgeologie mbh (IGU) am 08.03.2017 herangezogen werden. Hier wurden insgesamt 47 Kleinrammbohren und 45 Drucksondierungen durchgeführt. Die Berechnungen zur Standsicherheit ergaben, dass sich die Ausnutzungsgerade deutlich unter 1,0 belaufen. Die Standsicherheit ist im aktuellen Bestand gegeben. Zudem ist eine Erhöhung um etwa einen Meter in der bestehenden Trasse möglich. Die Baumaßnahmen zur Anpassung und Nacherhöhung der Deiche haben in diesem Abschnitt bereits im Herbst 2019 begonnen.

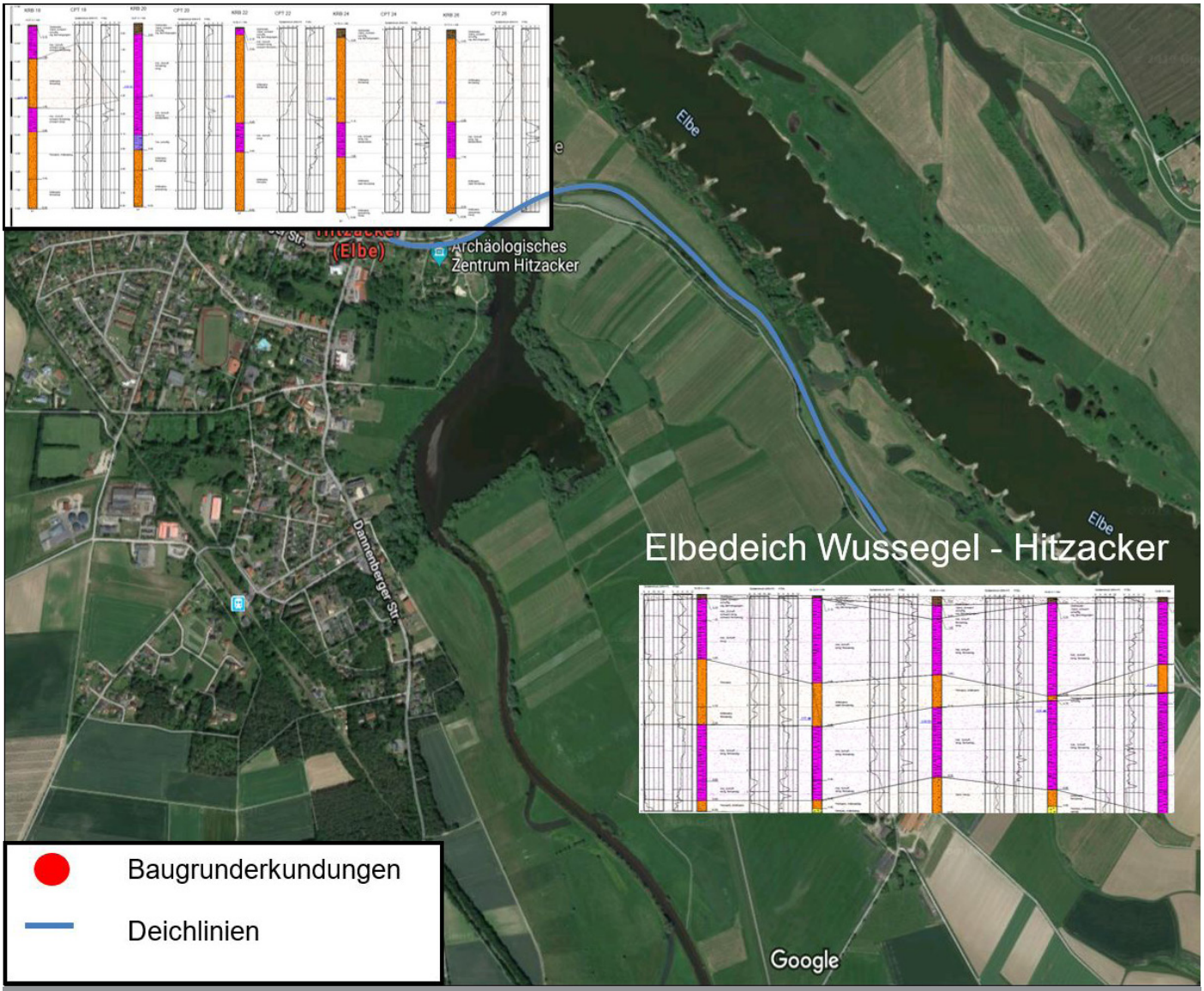

Abbildung 15: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des JDV

4.2.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung

Die Deichabschnitte der Ortschaften Laase bis Grippel sind gekennzeichnet durch einen zu tief liegenden Deichverteidigungsweg und durch fehlende Kilometrierungen der Deichstrecke (keine Schilder oder Marken). Des Weiteren ist die Entwässerung des Deichkörpers bis auf einen etwa 800 Meter langen Abschnitt nicht ausreichend gewährleistet, da keine Drainagen vorhanden sind (vergl. Kap. 3.4.4).

Die visuelle Begutachtung des Elbedeiches im JDV zeigt, dass auf den ersten 500 Meter im Oberstrom der Ortschaft Laase, Defizite bzw. das Fehlen von folgenden Kriterien: keine Kilometrierung, keine Berme, kein Deichunterhaltungsweg, z. T. kein Deichverteidigungsweg, kein Hochbord, zu wenig Überfahrten und Ausweichstellen, keine Drainagen sowie das Vorkommen von Gehölzen im Deichkörper. Ab Deichkilometer 2,6 km konnten identische Mängel festgellt werden. Allerdings ist die Deichkrone mit fünf Metern Breite ausreichend breit ausgebildet. Die übrigen Bereiche haben eine Kronenbreite zwischen drei und fünf Metern und müssen angepasst werden.

Unterhalb der Ortschaft Wussegel befindet sich der Deich im Vergleich zu anderen Abschnitten in einem defizitäreren Zustand. Hier liegen vor allem umfangreiche Erfahrungen und Schäden aus den Hochwasserereignissen vor. Der Deichverteidigungsweg ist zu tief, und es fehlen wesentliche Bestandteile des Deichkörpers. Dieses sind z. B. der Hochbord, Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen. Dieser Abschnitt wird derzeit im Rahmen einer Baumaßnahme erhöht und verstärkt.

Der Deichabschnitt im Bereich der Ortslage Hitzacker ist vor allem durch eine Hochwasserschutzwand gekennzeichnet. Diese weist vor allem oberflächige Schäden im Bereich von Dehnungsfugen auf, befindet sich aber in Summe laut Bauwerksprüfung von Ing.-Büro IBR in einem guten Zustand. Größerer Handlungsbedarf wird hier hinsichtlich der Anpassung ans das neue BHW gesehen, da im Mittelwert nur noch ein Freibord von ca. 35 cm vorhanden ist.

4.2.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im JDV

Die Baugrunderkundungen, welche im Vorfeld der Baumaßnahmen zwischen Wussegel und Hitzacker erfolgten, zeigen, dass die Lagerungsdichten und Standsicherheiten für eine Deicherhöhung ausreichend sind (IGU). Die Baumaßnahmen zur Anpassung und Nacherhöhung der Deiche haben in diesem Abschnitt bereits im Herbst 2019 begonnen.

Weiterer Handlungsbedarf wird hinsichtlich der Erhöhung des Freibords im Stadtgebiet Hitzacker nötig sein, da hier nur noch ein Freibord von 0,35 Meter besteht und eine Anpassung erforderlich ist. Im Weiteren wurde der notwendige Bemessungsansatz im Rahmen einer Masterarbeit untersucht. In 2021 soll auf Grundlage des Bemessungsansatzes die Statik der HWS-Wände durch ein Ing.-Büro überprüft werden und die notwenigen Planungsleistungen erfolgen.

Der Deichabschnitt von Grippel bis Laase ist gekennzeichnet durch fehlende Kilometrierungen, Bermen, Ausweichstellen, einen zu tiefliegenden Deichverteidigungsweg, welcher einen generellen Ausbaubedarf aufzeigt (siehe Anlage 6.2). Der Freibord beträgt in diesem Abschnitt noch 0,67 Meter.

Im Verbandsgebiet des JDV wird unterhalb der Ortschaft Wussegel der größte Handlungsbedarf ersichtlich, der durch laufende Baumaßnahmen bereits abgearbeitet wird.

4.3. Dannenberger Deich und Wasserverband

Der Dannenberger Deich und Wasserverband ist an der Elbe für eine Deichstrecke von ca. 21, 3 Kilometer zuständig. Das Verbandsgebiet beginnt im Oberstrom bei Langendorf und endet im Unterstrom, kurz unterhalb der Ortschaft Wussegel. Im Rahmen der Deichbestandsanalyse wurden außerdem die zweite Deichlinie von Penkefitz bis nach Splietau auf ca. zehn Kilometer betrachtet, neu vermessen und durch Baugrunderkundungen sondiert. Der „Niesendeich“, welcher nach § 4 NDSchG als Kulturdenkmal anerkannt wird, wurde ebenfalls vermessen, aber anschließend nicht weiter im Rahmen der Deichbestandsanalyse untersucht. Dieser Deichabschnitt hat eine Gesamtlänge von ca. 1,7 Kilometer und beginnt auf Höhe der Ortschaft Nienwedel am Elbdeich, verläuft von dort parallel zur Jeetzel und endet auf Höhe der Ortschaft Grabau. Der sogenannte „Niesendeich“ wird nicht weiter betrachtet, da er ein Rückstaudeich der Jeetzel ist und im Rahmen der Deichbestandsanalyse nur Hauptdeiche betrachtet werden. Der DDWV wurde im Rahmen der Deichbestandsanalyse in vier Abschnitte aufgeteilt (siehe Tab. 5).

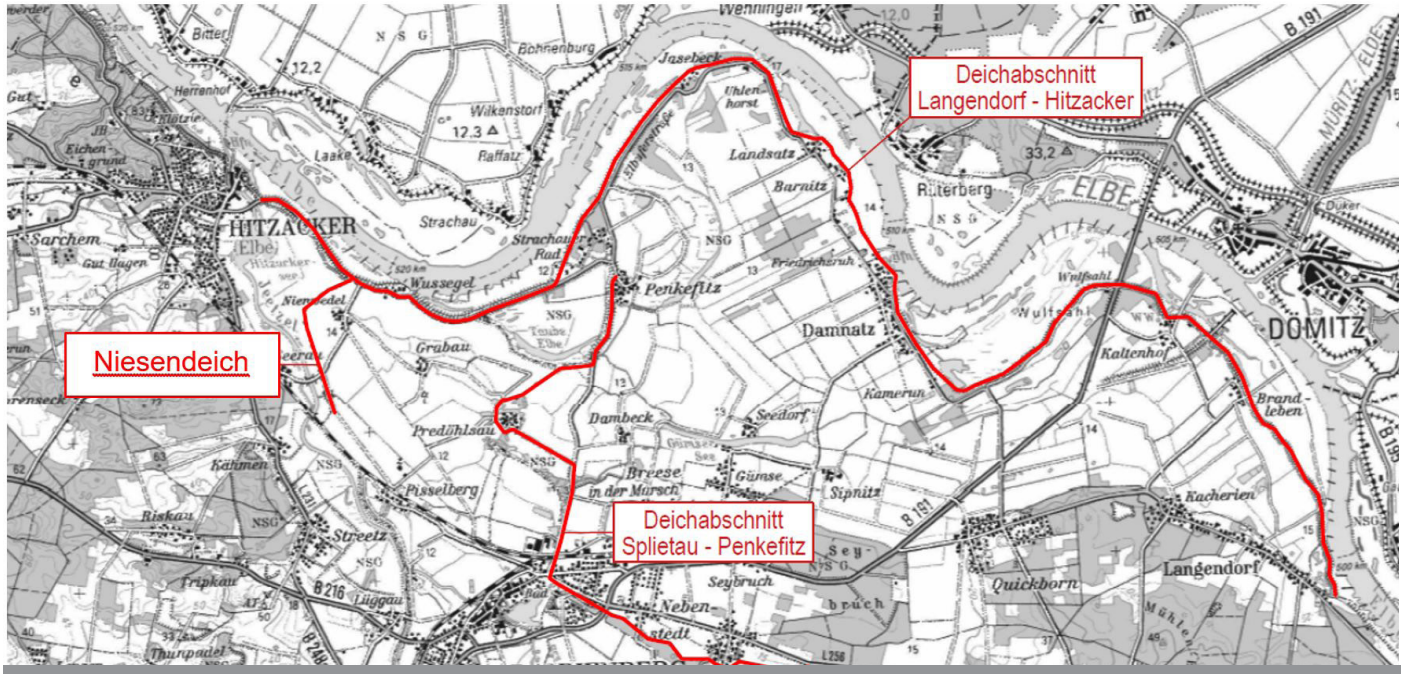

Abbildung 16: Deichabschnitte im Dannenberger Deich- und Wasserverband

4.3.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Im Verbandsgebiet des DDWV wurden in Summe circa 33 Kilometer Deich vermessen. Der erste Deichabschnitt zwischen Langendorf und Damnatz besitzt im Mittel ein Freibord von etwa einem Meter, wobei der Freibord mit 0,80 Meter im Oberstrom etwas geringer ausfällt. Eine Tiefstelle befindet sich bei Deichkilometer 4,0 auf Höhe der Ortslage Brandleben. Hier besteht nur ein Freibord von 0,55 Meter (siehe Anlage 3.2.1). Der unterhalb liegende Abschnitt, welcher sich von Damnatz bis Wussegel erstreckt, besitzt nur noch einen gemittelten Freibord von 0,33 Meter auf einer Strecke von circa 11,31 Kilometern. Dies macht etwa 50 Prozent der Elbedeiche und 34 Prozent der gesamten Deichstrecke des DDWV aus.

Die zweite Deichlinie des DDWV hat maximale Fehlhöhen von 1,88 Meter bezogen auf das BHW (BfG Bericht 1848) mit einem Meter Freibord.

Tabelle 5: Deichabschnitte des DDWV:

Nr.	Deichabschnitt	Deich-Kilometer Gesamt [Km]	Freibord Mittelwert [m]	Anteil an Gesamtstrecke [%]
1	Langendorf -Damnatz	10,0	1,0	30,4
2	Damnatz- Wussegel	11,3	0,33	34,3
3	Zweite Deichlinie (Splietau-Penkefitz)	10,0	-0,35	30,3
	SUMME	33,3		100

In Anlage 3 erfolgt die detaillierte Auswertung zu den vier Deichabschnitten des DDWV. Dabei wurden die Höhen der einzelnen Deichabschnitte sowie das BHW inkl.einem Meter Freibord dargestellt. Die Deichhöhen sind als blaue Säulen und das BHW als durchgängige rote Linie aufgeführt. Bezogen auf den Deich- und Elbekilometer wurden jedem Deichabschnitt das vorhandene Freibord zugeordnet (siehe Abbildung 17).

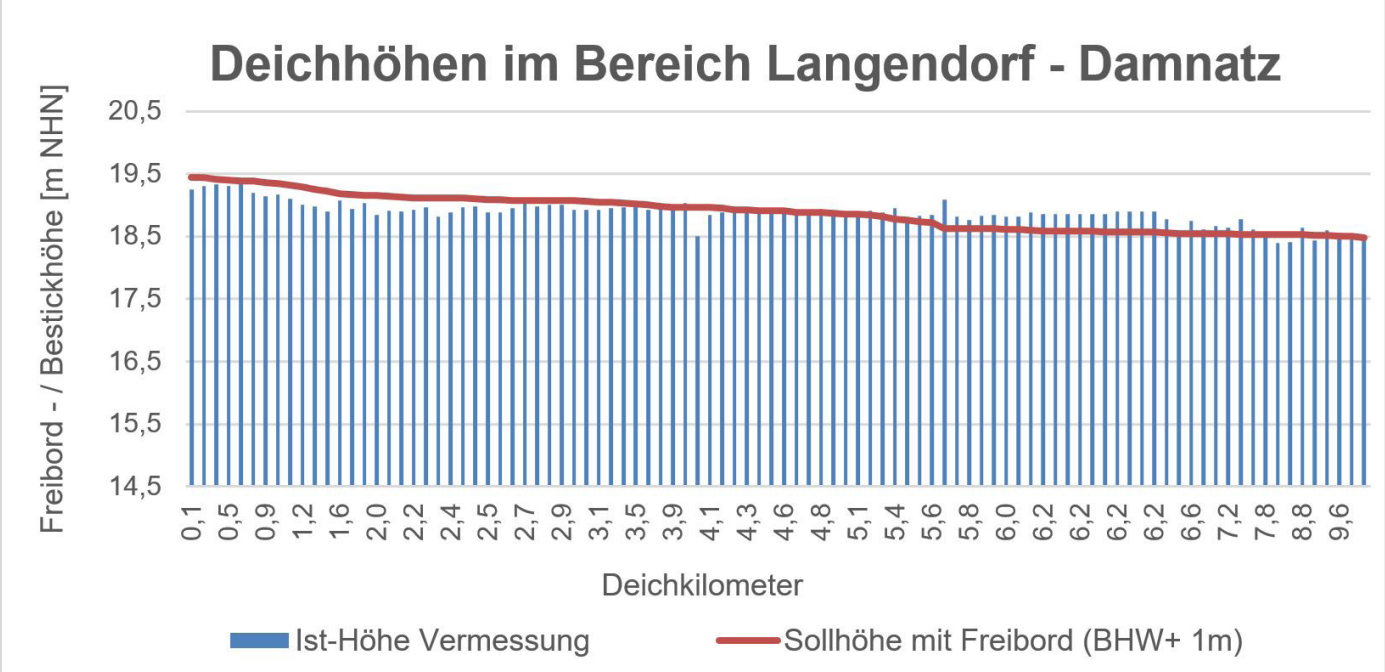

Abbildung 17: Deichhöhen von Langendorf bis Damnatz

4.3.2. Baugrunderkundungen

Ergänzende geotechnische Untersuchungen wurden im Zuge der Deichbestands-analyse nur im Bereich der zweiten Deichlinie durchge-führt. Für den Elbedeichab-schnitt von Damnatz bis Penkefitz konnten vorhandene Baugrundgutachten ausge-wertet werden, die für die Erhöhung und Verstärkung des Elbedeiches beauftragt wurden (siehe Abbildung 18). Das Büro führte insgesamt 142 Kleinrammbohrungen und 71 Rammsondierungen durch. Die Boden- und Untergrund-verhältnisse lassen sich hauptsächlich in vier Homogen-B6t6tttttt6ereiche eingliedern. „Unterhalb einer Dichtungsschicht aus Klei befindet sich ein Sandkern. Zwischen dem Sandkern und dem natürlich anstehenden Sand befindet sich eine Schluffschicht. Ausnahmen dieses homogenen Aufbaus bilden die Querprofile 5, 10 und 11 (vergl. Anlage 6). Dort befindet sich keine Zwischenlage aus Schluff, sodass ein durchgängiger Sandkern vorhanden ist“ (Prof. Dr.-ing. Salomo & Schulze). Die Untersuchungen zur Wiederverwendbarkeit der Dichtungsschicht sind positiv ausgefallen. Zudem zeigen die geotechnischen Untersuchungen, dass die Standsicherheit des Deichkörpers ausreichend ist.

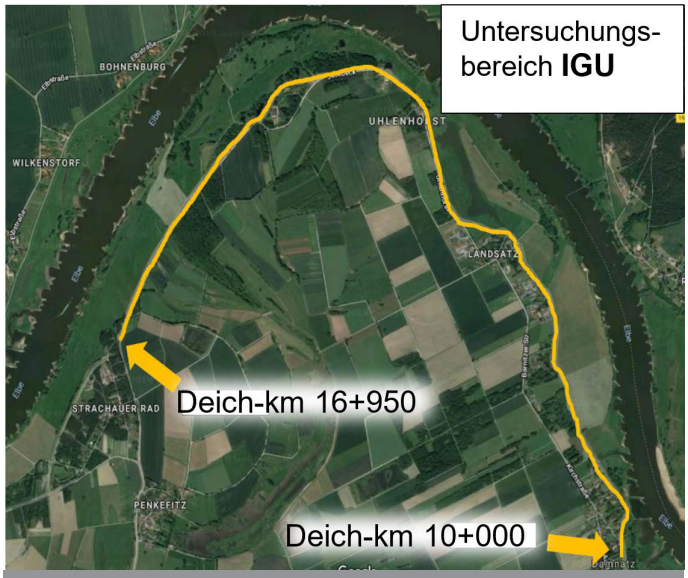

Abbildung 18: Geotechnische Untersuchungen von Dammnatz bis Penkefitz im DDWV

Im Bereich der zweiten Deichlinie an den Untersuchungsstandorten bei Predöhlsau und Penkefitz sind die Dichtungsschicht und der Deichstützkörper überwiegend aus bindigen Kleiböden aufgebaut, welche außendeichs und im Bereich der Deichkrone von Sand-auffüllungen mit schluffigen und zum Teil humosen Beimengungen überlagert werden. Im binnenseitigen Böschungsbereich steht unterhalb der Dichtungsschicht eine schwach schluffige Sandauffüllung an. Die Sandauffüllungen weisen überwiegend lockere Lagerungsdichten auf. Die angetroffenen Deichaufbauten entsprechen nicht den „anerkannten technischen Regeln“.

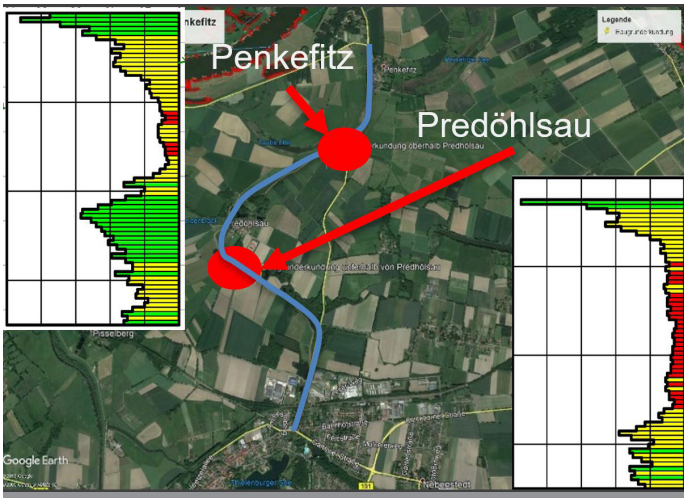

Abbildung 19: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des DDWV

4.3.3. Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung

Die Elbedeiche im DDWV haben, wie auch die Abschnitte in den übrigen Deichverbänden im Landkreis Lüchow-Dannenberg, keine gekennzeichnete Kilometrierung am Deichkörper. Zudem fehlen auf weiten Strecken Drainagen im binnenseitigen Böschungsfuß. Der Deichabschnitt von Langendorf bis Damnatz ist vor allem durch vereinzelte Bauwerke wie Treppen im Deichkörper und eine zum Teil zu schmale Kronenbreite zwischen drei und fünf Meter, Gehölze in Deichnähe, abschnittsweise zu tiefe Deichverteidigungswege und fehlende Hochborde im Anfangsbereich gekennzeichnet. Auf der gesamten Strecke sind vereinzelt zu wenig Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen festgellt worden. Die Böschungsneigung ist auf der gesamten Strecke mindestens in einem Gefälle von 1:3 oder flacher ausgebildet.

Der Deichabschnitt von Damnatz bis Wussegel befindet sich in einem ähnlichen Zustand wie der oberhalb liegende Abschnitt. Die größten Defizite liegen hier im Bereich der Ortslage Jasebeck. Allein die Bewertung der Kronenbreite und der Böschungsneigung konnten als „gut“ bewertet werden. Als neuralgischer Bereich ist das Strachauer Rad von Deichkilometer 18,2 bis 18,6 zu beschreiben, da hier der Deichverteidigungsweg zu tief liegt, die binnenseitige Entwässerung schwierig ist und zu wenig Deichzufahrten vorhanden sind.

Des Weiteren wurde der Übergangsbereich zum JDV im Unterstrom bei Wussegel als nicht ausreichend bewertet. In diesem Abschnitt laufen seit Herbst 2019 Deichinstandsetzungsarbeiten, so dass die vorkommenden Defizite in Höhe und Beschaffenheit des Deichkörpers ausgebessert werden.

Die Abschnitte der gewidmeten zweiten Deichlinie wurden in Summe in allen Punkten mit 0 bewertet, da der bestehende Deich die notwenigen Bestandteile wie zum Beispiel Berme Deichverteidigungsweg etc. nicht besitzt.

Abbildung 20: Deichkörper im Abschnitt Damnatz bis Wussegel

4.3.4. Zusammenfassung des DDWV

Im Verbandsgebiet des DDWV wurden durch die Deichbestandsanalyse die Elbedeiche und die Deiche der „zweiten Deichlinie“ untersucht und bewertet. Der Elbedeich von Langedorf bis nach Damnatz besitzt im Mittelwert ein ausreichendes Freibord von einem Meter, ausgenommen sind kurze Streckenabschnitte und Bereiche von Überfahrten. Der Abschnitt von Damnatz bis nach Wussegel besitzt hier einen größeren Handlungsbedarf, da nur noch ein mittleres Freibord von 0,33 Meter besteht. Der Deichabschnitt von Damnatz bis nach Wussegel zeigt zudem, dass die Standsicherheit des Deichkörpers ausreichend ist (IGU).

Die Bereiche der zweiten Deichlinie haben kein Freibord mehr. Die angetroffenen Deichaufbauten entsprechen nicht den „anerkannten technischen Regeln“. In Summe wurde die zweite Deichlinie in allen Punkten mit 0 bewertet, da der bestehende Deich die notwendigen Bestandteile wie zum Beispiel Berme Deichverteidigungsweg etc. nicht aufweist.

4.4. Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverband

Das Gebiet des Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverbands (NDUV) erstreckt sich rechtselbisch von Wehningen bis zur Landesgrenze nach Mecklenburg-Vorpommern bei Mahnkenwerder. Im Zuge der Deichbestandsanalyse wurden nur die 45,6 Kilometer Elbedeich und das tiefliegende Gelände ohne Hochwasserschutzeinrichtungen zwischen Rüterberg (Mecklenburg-Vorpommern) und Wehningen (Niedersachsen) untersucht. Die gewidmeten Deiche an Sude, Krainke und Rögnitz sind nicht Bestandteil der Untersuchungen, da diese durch das Sudeabschlussbauwerk bei Boizenburg von der Elbe während eines Hochwassers von der Elbe getrennt sind. Das Verbandsgebiet des NDUV wurde in fünf Untersuchungsabschnitte eingeteilt. Der erste Abschnitt beinhaltet eine Tiefstelle, bei der noch kein Deich vorhanden ist. Im Jahr 2018 wurde diesbezüglich eine Machbarkeitsstudie aufgestellt. In der Studie wurden vier Varianten aufgestellt, wobei die Vorzugsvariante einen Deichneubau von circa 550 Meter Länge auf dem dort vorhandenen Schotterweg vorsieht.

4.4.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Im Bereich des NDUV wurden an etwa 50 Prozent der Elbedeiche Bestandsvermessungen vom Vermessungsbüro Kiepke aus Lüneburg durchgeführt. Die gewonnenen Daten wurden durch bereits vorhandene Bestandsvermessungen aus dem Jahr 2011 ergänzt. Die Neuvermessungen erfolgten nur an Elbeabschnitten, die nach dem HW von 2013 instandgesetzt wurden. Der NDUV wurde in fünf Bereiche eingeteilt, damit die Freibordbetrachtung übersichtlicher ausfällt. Der Vergleich der gemessenen Deichhöhen mit dem zugrundeliegenden BHW aus dem BfG-Bericht 1848 (vergl. Anlage 3) hat für die fünf gebildeten Abschnitte Fehlhöhen von bis zu einem Meter ergeben. Von Wehningen bis Herrrenhof besteht auf einer Länge von 12,61 Kilometer noch ein mittlerer Freibord von 0,56 Meter. Von Deichkilometer 1,7 bis 2,74 ist das Freibord nahezu aufgebraucht. Von Herrenhof bis Vockfey besteht auf einer Gesamtstrecke ein mittlerer Freibord von 0,63 Meter. Geringere Freiborde von 0,17 Meter bis 0,35 Meter erstrecken sich von Deichkilometer 12,74 bis 13,89 und von 18,44 bis 20,19. Der dritte und vierte Abschnitt, welcher sich von Vockfey über Neu Garge bis zur Landesgrenze zu MV erstreckt, sind 23,39 Kilometer lang und besitzen ein Freibord von 0,73 bis 0,74 Meter. In den Abschnitten von Deichkilometer 28,55 bis 31,54 und 34,27 bis 40,65 liegen die Freibordhöhen zwischen 0,15 Meter und 0,50 Meter.

Im NDUV besteht auf einer Gesamtlänge von etwa 45,6 Kilometer der Elbedeiche, ein mittleres Freibord von 0,66 Meter. Maximale Defizite sind in Bereichen von Deichzufahrten, Überfahrten und Deichabschnitten mit Fahrrad- und Deichverteidigungswegen auf der Deichkrone anzutreffen. In diesen Bereichen besteht nur noch ein sehr geringer Freibord oder, wie im Abschnitt bei Wehningen, kein Freibord mehr.

In Anlage 3 erfolgt die detaillierte Auswertung zu den vier Deichabschnitten des NDUV. Dabei wurden die Höhen der einzelnen Deichabschnitte sowie, dass BHW inkl. einem Meter Freibord dargestellt. Die Deichhöhen sind als blaue Balken dargestellt und das BHW als durchgängige rote Linie. Bezogen auf den Deich- und Elbekilometer wurden jedem Deichabschnitt das vorhandene Freibord zugeordnet (siehe Abbildung 21).

Tabelle 6: Deichabschnitte des NDUV:

Nr.	Deichabschnitt	Deich-Kilometer Gesamt [Km]	Freibord Mittelwert [m]	Anteil an Gesamtstrecke [%]
1	Rüterberg bis Wehningen	0,55	0,00	1
2	Wehningen bis Herrenhof	12,60	0,56	28
3	Herrenhof bis Vockfey	9,30	0,63	20
4	Vockfey bis Neu Garge	12,00	0,74	26
5	Neu Garge bis Landesgrenze MV	11,40	0,73	25
	SUMME	45,85		100

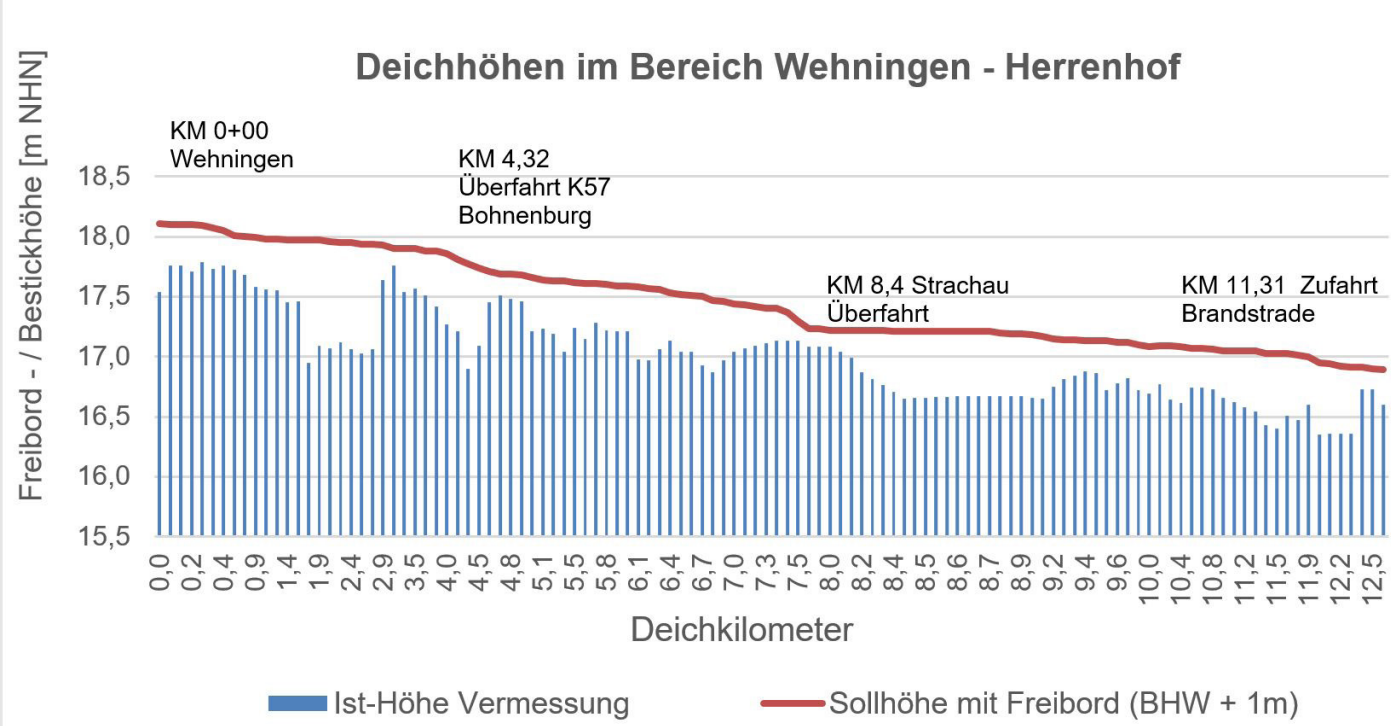

Abbildung 21: Darstellung der BHW-Linie im NDUV von Wehningen bis Herrenhof

4.4.2 Baugrunderkundungen

Baugrunderkundungen im Verbandsgebiet des NDUV wurden in allen fünf Abschnitten durchgeführt. Im Bereich des tiefliegenden Geländes zwischen Rüterberg und Wehningen wurden hauptsächlich mitteldicht gelagerte Sande erkundet. Diese Untersuchungen wurden bereits im Zuge der Planungen für den notwendigen Deichneubau durchgeführt. Der Deichaufbau im übrigen Verbandsgebiet lässt sich als z. T. inhomogen beschreiben. Die Hauptbodenarten des Deichkörpers und des Untergrundes gliedern sich in sieben Bodenarten auf:

1. Auelehm-Auffüllung
2. Sand-Auffüllung
3. Klei
4. Auelehm
5. Mudde
6. Fluviatiler Sand

Die Ergebnisse der Rammsondierungen im Deichkörper zeigen, dass die Sandauffüllungen überwiegend mitteldicht und zum Teil dicht und nur vereinzelt locker gelagert sind. Die tiefergelegenen fluviatilen Sande sind als überwiegend mitteldicht und nur untergeordnet als locker oder dicht gelagert zu beschreiben.

Die durch die Rammsondierungen ermittelte Lagerungsdichte der Sandauffüllungen im Deichstützkörper ist überwiegend als mitteldicht und zum Teil als dicht sowie lokal als locker zu beschreiben. Die Auelehmschichten der Dichtungsschicht zeigen in Hinblick auf die „Handlungsempfehlung zur Qualitätssicherung“ (NLWKN, 2012) für den Auelehmeinbau und hinsichtlich des Glühverlustes Defizite. Zudem werden die Grenzwerte der Ausrollgrenze zum Teil nicht eingehalten (Baugrundlabor Lüneburg).
Die Überschreitung des Glühverlustes > 3% ist jedoch als unkritisch zu betrachten. Neuere Empfehlungen zeigen, dass ein Organikanteil von < 10% noch für den Einbau in die Dichtungsschichten des Deichkörpers infrage kommen. (EAK 2002, Tabelle G3)

Die Berechnungen zur Standsicherheit wurden bei Neu Garge und im Bereich zur Landesgrenze zu MV bei DeichKilometer 45 durchgeführt. Die betrachteten Profile bestehen größtenteils aus Auelehm. Daher zeigen die Berechnungsergebnisse, dass das flussseitig in den Deich einsickernde Wasser unter den angenommenen Parametern nicht ausfließen kann und es rechnerisch zu einem Aufstau kommt.

Die Standsicherheitsbetrachtungen konnten für das Gesamtsystem des NDUV eine ausreichende Böschungsstandsicherheit nachweisen. In den Elbedeichen von Pommau (Deich-Kilometer 21+500) bis Mahnkenwerder (Deich-Kilometer 45+700), sowie von Deich-Kilometer 0+000 bis 2+450 sind bereits Deichfußdrainagen vorhanden. Zur weiteren Verbesserung sollte auf der gesamten Deichlänge immer eine Entwässerung des Sandkerns durch zm Beispiel Deichfußdrainagen planerisch berücksichtigt werden (BGU Ingenieure GmbH).

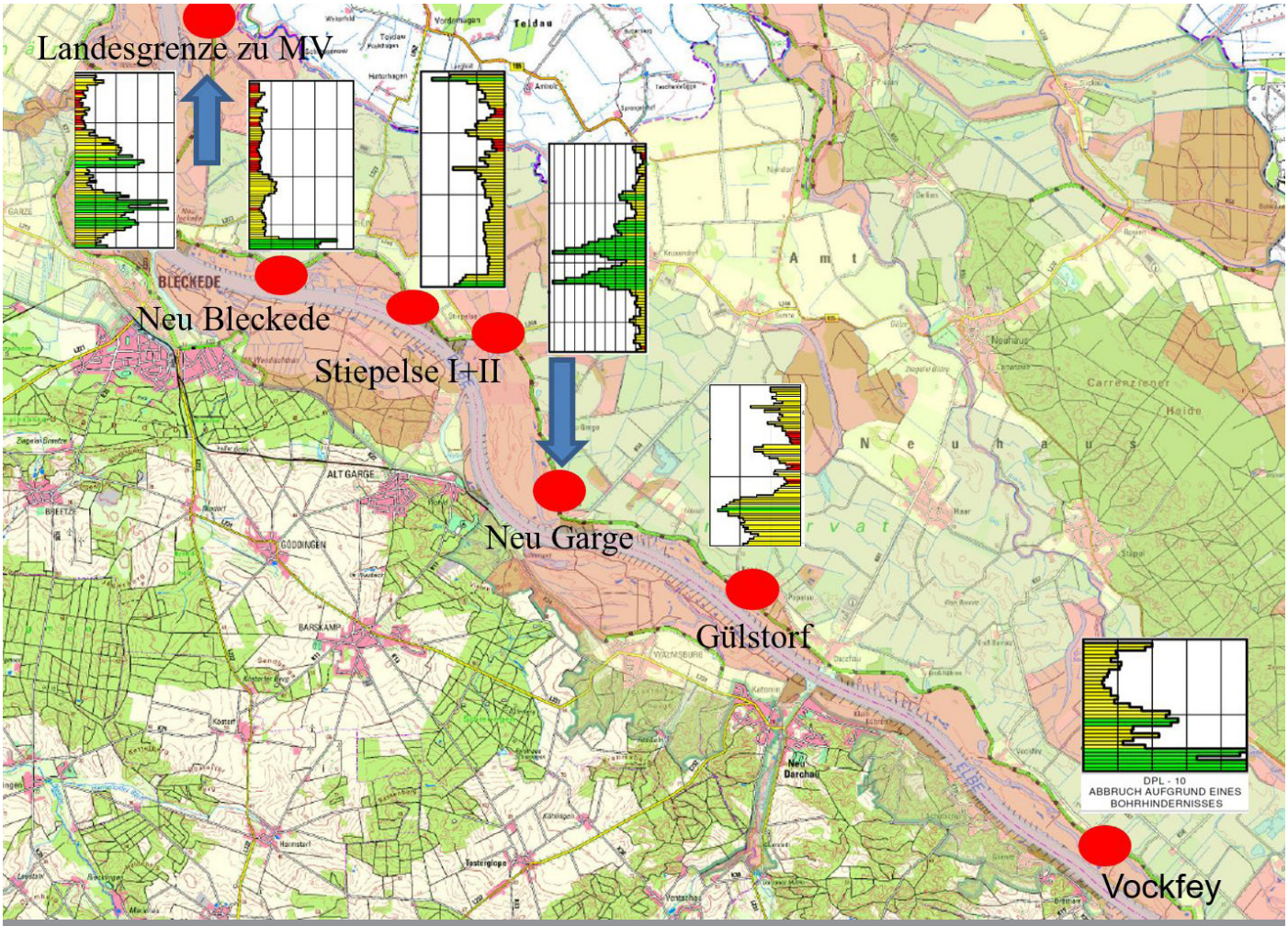

Abbildung 22: Lage der Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen im NDUV von Vockfey bis MV

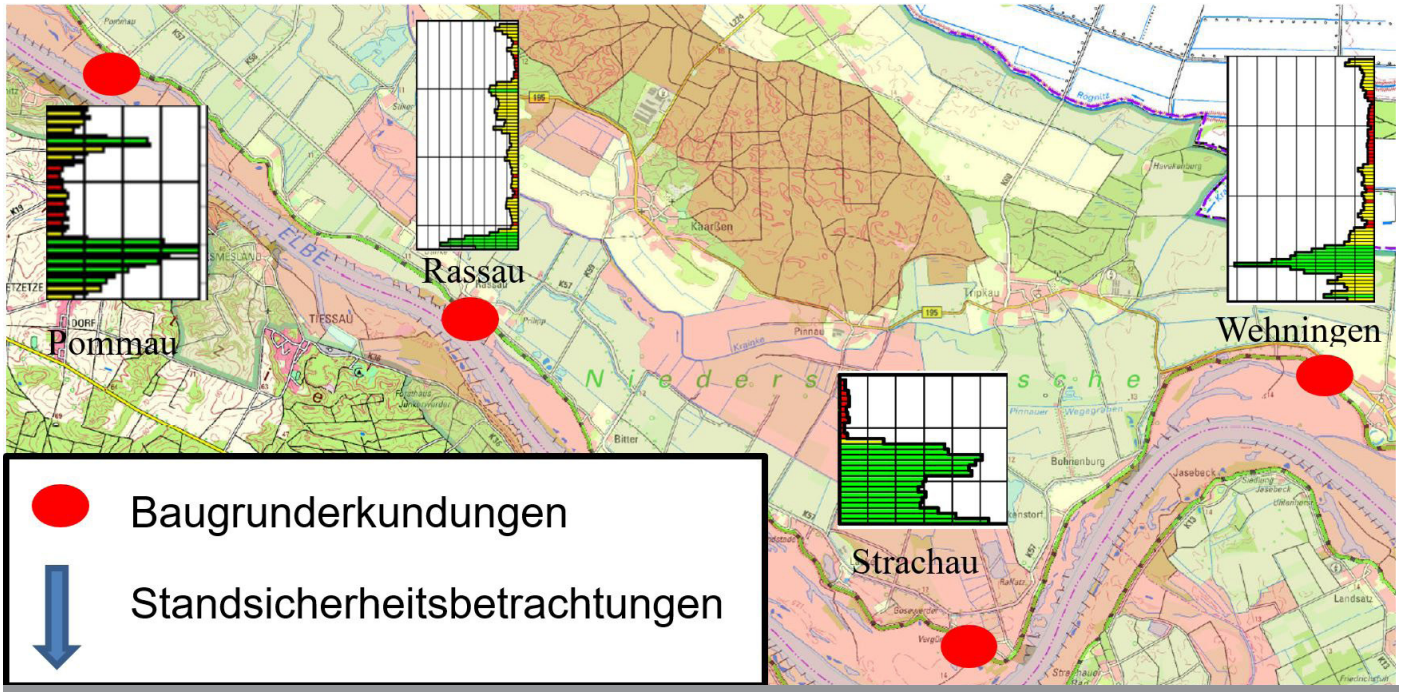

Abbildung 23: Baugrunderkundungen im Bereich von Wehningen bis Pommau

4.4.3 Bestandsaufnahme / Visuelle Begutachtung

Beginnend im Oberstrom des NDUV auf Höhe der Ortslage Wehningen konnten bis etwa Deichkilometer 1,7 zu wenig Ausweichstellen, zu steile Böschungen und zu tiefliegende Deichverteidigungsweg sowie leichte Defizite im Außendeichbereich (Berme, DUW) festgestellt werden. Unterhalb der Ortslage Wehningen verschlechtert sich der Zustand des Deichkörpers hinsichtlich der Höhe des Deichverteidigungsweges. Hier ist die Differenz zum BHW erheblich größer als 1,5 Meter. Somit bildet sich die Sickerlinie bei HW unvorteilhaft aus und kann bereits oberhalb vom Deichverteidigungsweg austreten. Die Kronenbreite ist in diesem Abschnitt zu schmal und variiert zwischen 2,8 und fünf Meter. Von Deichkilometerm 0,00 bis 2,9 befinden sich alle 20 Meter mineralische Drängen in zwei Meter Breite, welche in die binnenseitige Entwässerungsmulde entwässern.

Ab Deichkilometer 3,00 ist kein DUW und keine Berme vorhanden. Der Deichverteidigungsweg liegt auch hier zum Teil über 3,30 Meter unter dem BHW. Von Deichkilometer zwölf bis 13 befinden sich Gehölzgruppen durchgehend in der Böschung der Außenberme. Oberhalb der Ortslage Pommau gab es vermehrte Sickerwasseraustritte. Streckenweise befinden sich hier auch zu wenig Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen im Deichprofil. Die übrigen Elbedeichabschnitte befinden sich gemäß den Bewertungskriterien in einem guten Ausbauzustand.

Ab Deichkilometer 23,0 bis 26,5 besteht Handlungsbedarf hinsichtlich der Anlage von Ausweichstellen, Entnahme von Gehölzen sowie in der Erhöhung des Deichverteidigungsweges.

Der größte Handlungsbedarf wird hinsichtlich der Erhöhung des Deichverteidigungsweges und der Anlage von ausreichend Deichzufahrten und Ausweichstellen, sowie in der Herstellung von Drainagen zur Verbesserung der Standsicherheiten gesehen. Zudem müssen die an den Deich herangewachsenen Gehölze zurückgenommen werden.

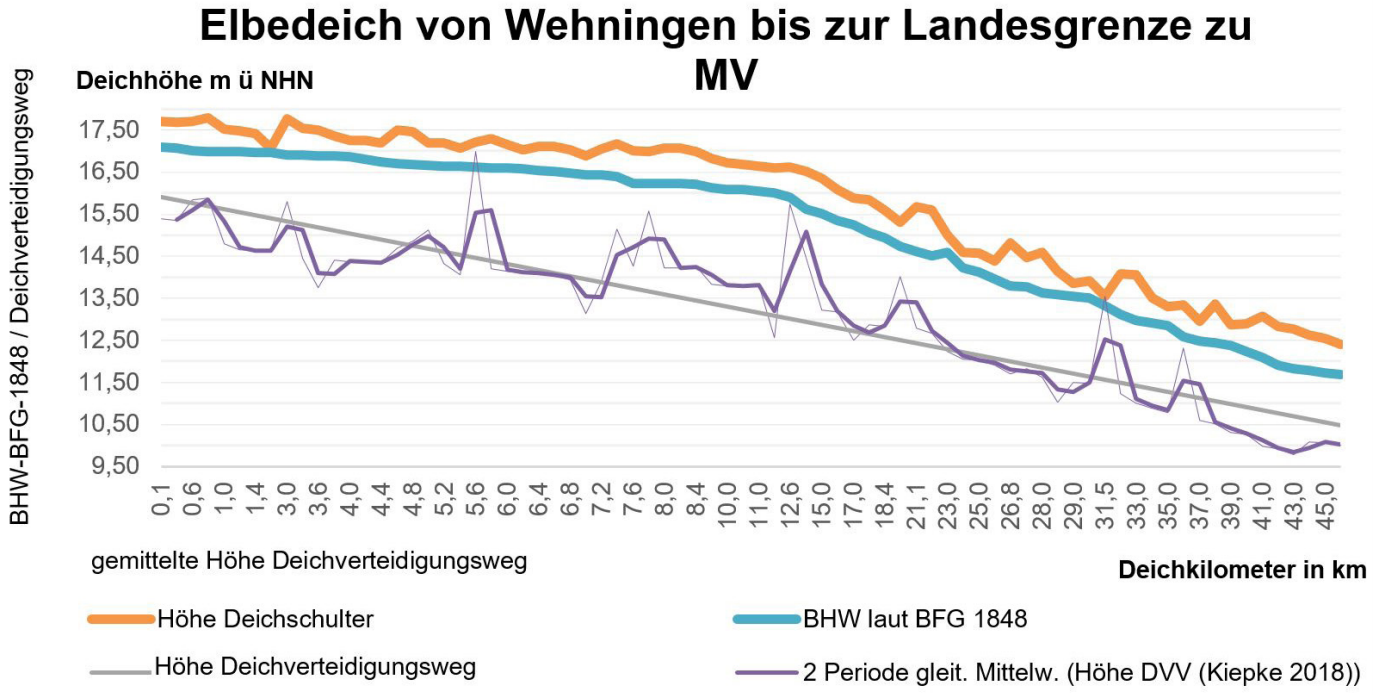

Abbildung 24: Darstellung der Deichhöhen, Deichverteidigungswege und BHW im NDUV

4.4.4. Zusammenfassung der Untersuchungen im NDUV

Im Folgenden werden die durchgeführten Vermessungen, geotechnischen Untersuchungen und visuellen Begutachtungen mit den entsprechenden Erkenntnissen zusammengefasst und eine Handlungsempfehlung gegeben.

Die Vermessungen und die Freibordanalyse haben gezeigt, dass in Summe von Wehningen bis zur Landesgrenze das Freibord nicht mehr ausreichend ist. Im NDUV besteht auf einer Gesamtlänge von rund 45,6 Kilometern der Elbedeiche nur ein mittleres Freibord von 0,66 Meter. In Bereichen von Überfahrten und Deichabschnitte mit Fahrrad- und Deichverteidigungswegen auf der Deichkrone sind noch geringere Freibordhöhen anzutreffen, dies entspricht circa 40 Prozent des Gesamtabschnitts.

Die Baugrunderkundungen zeigen in Summe mittlere bis dichte und nur vereinzelt lockere Lagerungsdichten. Allerdings wird auch ersichtlich, dass der Deichaufbau relativ inhomogenen ist. Bodenschichten wie zum Beispiel Auelehm, Sand und Fluviale Sande wechseln sich häufig ab und sind zum Beispiel durch Mudde oder andere Auffüllungen durchmischt.

Die visuellen Betrachtungen wurden von Ober- nach Unterstrom durchgeführt. Eine detaillierte Bewertung, welche alle 200 Meter erfolgt ist, ist der Anlage 6.4 zu entnehmen. Dabei wurde ersichtlich, dass der Deichverteidigungsweg bezogen auf das aktuelle BHW zu tief liegt, und nicht immer ausreichend Deichzufahrten und Ausweichstellen vorhanden sind. In dem Bereich von Deichkilometer 2,450 bis 21,450 fehlen Drainagen im Deichkörper. Vereinzelt sind auch Gehölzgruppen, welche im Bermenbereich des Deichs stehen, zu entnehmen.

Erhöhter Handlungsbedarf im Verbandsgebiet des NDUV wird im Bereich von Wehningen ersichtlich. In diesem Bereich besteht von Deichkilometer 1+880 bis 2+900 nur noch ein mittleres Freibord < 0,10 m. Die geotechnischen Untersuchungen zeigen, dass die Dichtungsschichten geringmächtige Schichtstärken von zum Teil 0,1 bis 0,2 Meter aufweisen. Außendeichs wurde keine Dichtungsschicht angetroffen, weitergehende Untersuchungen zeigen aber, dass eine Dichtungsschicht vorhanden ist. Die Sandauffüllungen sind mitteldicht, zum Teil locker und untergeordnet dicht gelagert (Baugrundlabor Lüneburg).

Die locker gelagerten Deichabschnitte, in denen es bei den letzten HW-Ereignissen zu Sickerwasseraustritten kam, sind im Hinblick auf mögliche Suffusions- und Erosionsprozesse kritisch zu betrachten. Der größte Handlungsbedarf wird hinsichtlich der Erhöhung des Deichs und des Deichverteidigungsweges sowie der Anlage von ausreichend Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen sowie in der Herstellung von Drainagen zur Verbesserung der Standsicherheiten gesehen.

4.5. Artlenburger Deichverband (ADV)

Das Verbandsgebiet des ADV erstreckt sich von Walmsburg über Alt Garge, Bleckede und Hohnstorf bis Rönne am Wehr Rönne/Geestacht auf Höhe der B 404. Für die Deichbestandsanalyse wurden die Deiche des ADV in sieben Abschnitte eingeteilt:

1. Walmsburg
2. Alt Garge
3. Alt Wendischthun – Vitico
4. Vitico – Brackede
5. Brackede – Wendewisch
6. Wendewisch – Elbeseitenkanal (ESK)
7. ESK – Geesthacht

Diese sieben Abschnitte umfassen insgesamt rund 44,94 Deichkilometer, circa. 22 Deichkilometer wurden im Rahmen der Deichbestandsanalyse neu vermessen und mit den vorhandenen Bestandsvermessungen ergänzt. Die gesamten Deichabschnitte wurden visuell begutachtet und punktuell durch Rammkernsondierungen untersucht. Zudem wurden die HWS-Anlagen einer Bauwerksprüfung unterzogen.

Die neusten Deiche befinden sich im Oberstrom bei Walmsburg, Alt Garge und Alt Wendischthun und wurden in den Jahren 2007 bis 2012 errichtet. Weiter im Unterstrom bei Elbekilometer 542 beginnt der Deichabschnitt von Alt Garge. Dieser schließt am hochstehenden Gelände an und ist etwa 2,44 Kilometer lang. Der längste Deichabschnitt mit 40,86 Kilometern beginnt bei Elbekilometer 547,9 (Bleckede) und endet bei Elbekilometer 586,2 (Geesthacht). Der Artlenburger Deichverband teilt sich zudem in einen Tide - und einen Hochwasserbereich auf. Die aktuell festgelegte Grenze befindet sich bei Elbekilometer 586,2 am Wehr Geestacht. Etwa zwölf Kilometer stromabwärts endet das Verbandsgebiet des ADV mit Beginn des Deich- und Wasserverbands Vogtei Neuland am Ilmenausperrwerk. Im Rahmen der Deichbestandsanalyse wurde nur der Hochwasserbereich des ADV betrachtet.

4.5.1. Vermessungstechnische Untersuchungen

Zu Beginn der Deichbestandsanalyse wurden Im Gebiet des ADV an allen Elbedeichen Bestandsvermessungen durchgeführt. Die gewonnenen Daten wurden durch bereits vorhandene Vermessungen ergänzt. Der ADV wurde hierfür in sieben Bereiche eingeteilt.

Die ersten drei Deichabschnitte von Walmsburg, Alt Garge und Bleckede (Alt Wendischthun) bis Deichkilometer 6,2 im Bereich der Vitico bei Bleckede besitzen noch einen mittleren Freibord zwischen 0,79 und 0,85 Metern. Bei Walmsburg im Bereich der HW-Schutzwand (Deichkilometer 0+340) besitzt der Deichkörper auf einer Länge von rund 100 Meter noch ein Freibord von 0,36 Meter. Tiefstellen bei Alt Garge befinden sich bei Deichkilometer 0,23 bis 0,37 Meter. An dieser Stelle besteht noch ein Freibord von 0,5 Meter. Der Deichabschnitt von Alt Wendischthun bei Deichkilometer 1,3 bis 2,2 besitzt ein Freibord zwischen 0,59 und 0,84 Meter. Zwischen Deichkilometer 1,3 und 6,2 sind Tiefstellen vor allem an Deichüberfahrten festzustellen. Signifikante Tiefstellen mit Freiborden zwischen 0,59 und 0,64 Meter befinden bei Deichkilometer 1,9; 3,0 und 5,6.

Von Deichkilometer 6,4 bis 12,0 besteht ein mittlerer Freibord von 0,83 Meter. Die geringsten Freibordhöhen befinden sich im Bereich von Deichkilometer 8,8. Hier besteht noch ein Freibord von 0,6 Meterm. Der fünfte Abschnitt zwischen Brackede und Wendewisch besitzt die geringsten Freibordhöhen mit durchschnittlich 0,68 Meter. Bei Deichkilometer 15,56 sind die geringsten Freibordhöhen mit 0,36 Meter festzustellen.

Von Wendewisch bis zum Elbeseitenkanal (ESK) besitzt der Deich einen mittleren Freibord von 0,86 Meter. Ab Deichkilometer 27,00 sind geringe Freibordhöhen von circa 0,73 Meter festzustellen.

Der Deichabschnitt vom ESK bis zum Wehr Geesthacht hat ein mit 1,76 Meter ausreichenden Freibord. Dieser hohe Wert begründet sich über das zweidimensionale Modell der BfG in Verbindung mit einem geringen Unterwasserstand am Wehr Geesthacht. Der Einfluss von Sturmfluten ist hier nur in einem geringen Umfang berücksichtigt worden. In aktuellen Berechnungen der BfG und der BAW wird der Einfluss einer Sturmflut auf das Eigenhochwasser der Elbe berechnet und mit den benachbarten Bundesländern Hamburg und Schleswig-Holstein abgestimmt. In Abhängigkeit der daraus resultierenden Ergebnisse muss die Freibordanalyse vom Wehr Geesthacht bis in die Region Artlenburg – Hohnstorf aktualisiert werden.

Der Vergleich der gemessenen Deichhöhen mit dem zugrundeliegenden BHW aus dem BfG-Bericht 1848 (vgl. Kap 2.2) hat ergeben, dass in sämtlichen Deichabschnitten ein Ausbaubedarf besteht, um wieder ein Freibord von mindestens einem Meter zu erreichen. Das aktuelle Freibord liegt im Mittel beim ADV rund bei 80 Zentimeter. In einer beispielhaften Darstellung (siehe Abb. 24) wird ersichtlich, welche Höhe die gemessenen Deiche haben (vergl. blaue Balken). Die rote Linie beschreibt den benötigten Freibord nach BfG-Bericht 1848. Die übrigen Abschnitte sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Tabelle 7: Deichabschnitte des ADV

Nr.	Deichabschnitt	Deich-Kilometer Gesamt [Km]	Freibord Mittelwert [m]	Anteil an Gesamtstrecke [%]
1	Walmsburg	2,1	0,79	4,5
2	Alt Garge	2,4	0,92	5,1
3	Bleckede - Vitico	6,2	0,85	13,3
4	Vitico - Brackede	5,8	0,83	12,4
5	Brackede - Wendewisch	6,0	0,68	12,8
6	Wendewisch - ESK	11,0	0,86	23,6
7	ESK - Geesthacht	13,2	1,76	28,3
	SUMME	**46,7**		**100**

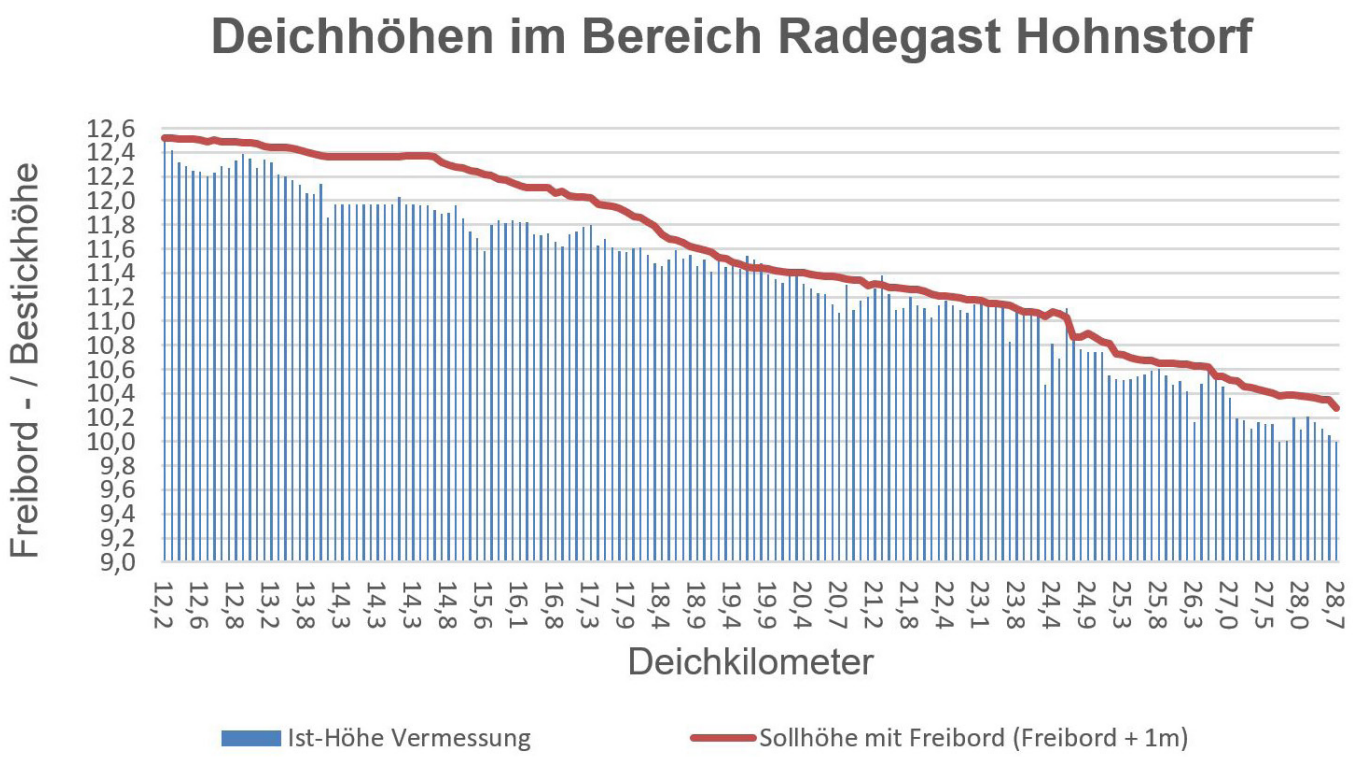

Abbildung 25: Deichhöhen im Bereich zwischen Radegast und Hohnstorf

4.5.2. Baugrunderkundungen

Im Bereich des ADV wurden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse Baugrunderkundungen an 18 verschieden Standorten durchgeführt. Diese Erkundungen erfolgten zunächst an ausgewählten Standorten, die in den vergangen Hochwasserlagen Probleme bereitet haben. Die Erkundungen sollten aufzeigen, warum es an diesen Deichabschnitten zu erhöhten Qualm- und Sickerwasseraustritten kam. Die punktuellen Baugrunderkundungen zeigen auf, dass die Lagerungsdichte des Deichkörpers im Sandkern (Stützkörper) zum Teil sehr locker gelagert ist. Außerdem wird festgestellt, dass der Sandkörper einen hohen Rundkornanteil aufweist. Sandkörper mit einem runden Sandgerüst können in der Regel nicht oder nur sehr schlecht verdichtet werden, da das Material sehr „rollig“ ist. Um die gewonnenen Ergebnisse zu verdichten, wurden an weiteren Standorten im Verbandsgebiet des ADV Erkundungen durchgeführt. Sie zeigen aber auch, dass nicht alle Deichabschnitte im ADV-Bereich locker gelagert sind. Es ist anzunehmen, dass unter anderem durch den Einbau von Flusssanden in den Stützkörper der Deich in der Bauphase nicht entsprechend verdichtet werden konnte. Auch die Vielzahl größere Hochwasser trugen in einigen Bereichen dazu bei, dass sich das Korngerüst des Deichkörpers verändert haben kann. In der Anlage 5 sind die einzelne Baugrunderkundungen aufgeführt.

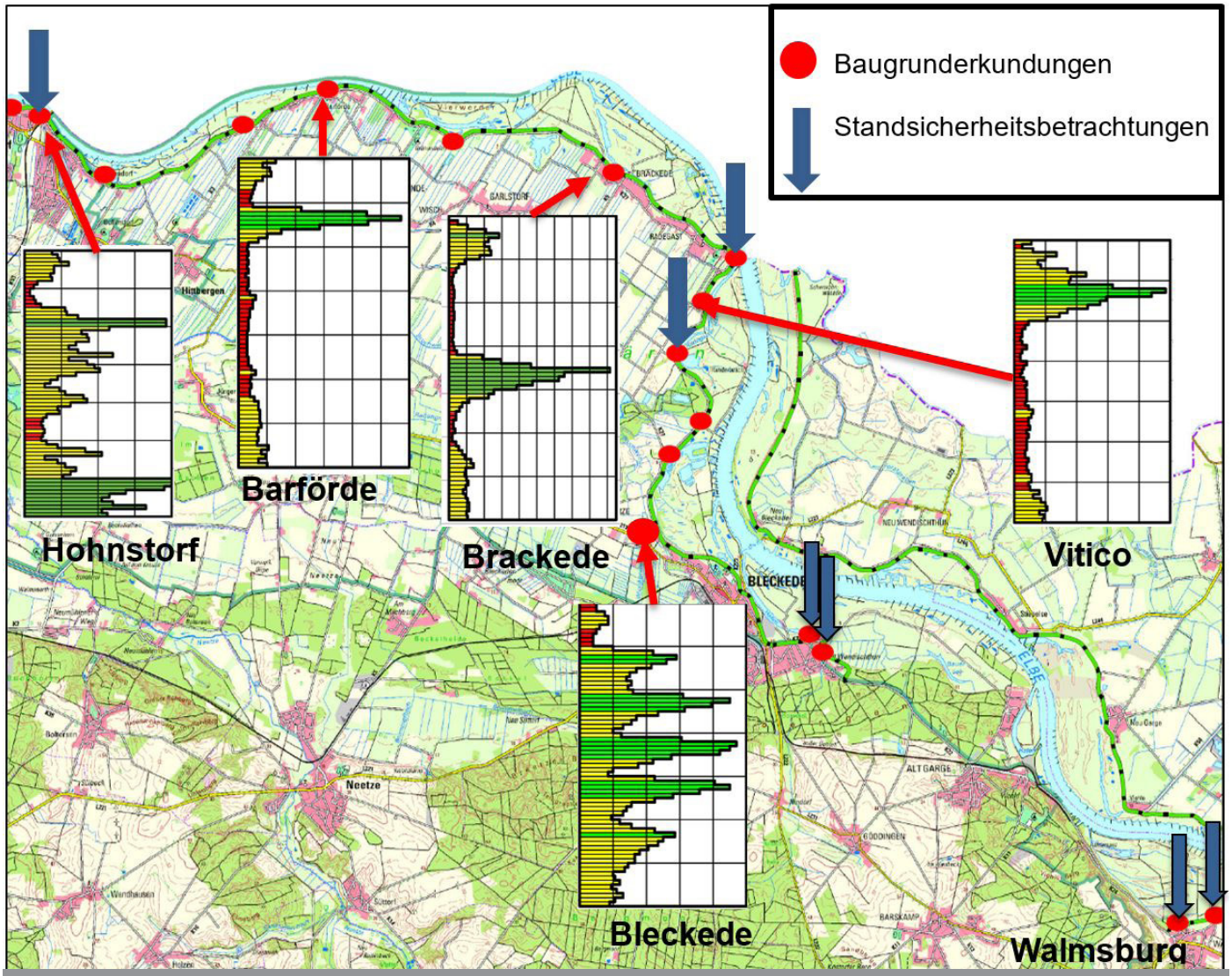

Abbildung 26: Lage der Baugrunderkundungen im Bereich des ADV

4.5.3. Geotechnische Untersuchungen zur Standsicherheit

Als Ergänzung zu den Baugrunderkundungen wurden an insgesamt sechs ausgewählten Querprofilen Berechnungen zur Standsicherheit und zu Sickerlinien durchgeführt. Die Berechnungen sind zunächst für zwei Querprofile bei Hohnstorf (Deichkilometer 25+800) und Brackede (Deichkilometer 14+100) durchgeführt worden.

Aufgrund der sehr wechselhaften Baugrundverhältnisse wurden für die bindige Abdeckung aus Klei zwei Fälle untersucht. In der ersten Berechnung wurde für eine bindige Abdeckung eine weiche bis steife Konsistenz vorausgesetzt. In einer zweiten Berechnung wurde eine weiche Konsistenz angenommen. Die Berechnungs-ergebnisse zeigen, dass sich teilweise relativ hohe Ausnutzungen (siehe Abb. 28) ergeben (Geotechnische Stellungnahme BGU 13.12.2018).

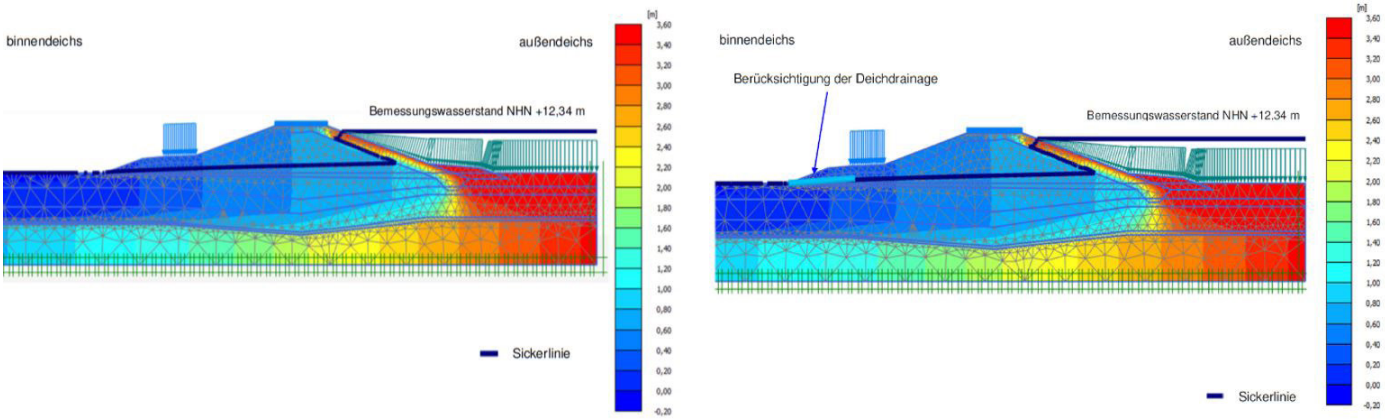

Abbildung 27: Darstellung der Sickerlinien mit (rechts) und ohne (links) Deichfußdrainage

Eine Ursache für die hohe Auslastung ist laut BGU der Einstau von Wasser im Sandkern. Dieses führt zu einem ungünstigen „Wasserdruckansatz“ bei der Ermittlung der Wichten unter Auftrieb. Zudem erhöht sich der Druck auf die Kleiabdeckung im Binnenbereich. Dies kann bei hohen Wasserdrücken im Hochwasserfall zu Aufbrüchen der Kleiabdeckung führen.

Zur Erhöhung der Standsicherheit wird empfohlen, den Sandkern durch Deichfußdrainagen zu entwässern. Diese Deichfußdrainage ist dann mit geeignetem Material filterstabil und hydraulisch wirksam auszubilden.

Zusätzlich wurden weitere Vergleichsuntersuchungen im Bereich von Walmsburg und Alt Wendischthun veranlasst. In den beiden Deichabschnitten wurden bereits nachträglich Drainagen im binnenseitigen Deichfuß eingebaut.

Die Vergleichsuntersuchungen bei Alt Wendischthun und Walmsburg wurden zunächst ohne Deichfußdrainagen durchgeführt und anschließend mit einer voll funktionsfähigen Drainage vorgenommen (siehe Abbildung 28).

Querprofil	Anlage	Bindige Abdeckung	Berechnungsart der Sickerline	Sicherheits-faktor η_{FEM}	Ausnutzung μ
1.2.3	4.1.1	weich bis steif	berechnet ohne Drainage	1,302	0,96
	4.1.2	steif	berechnet ohne Drainage	1,330	0,94
	4.1.3	weich bis steif	lineare Annahme	1,482	0,84
	4.1.4	steif	lineare Annahme	1,482	0,84
	4.1.5	**weich bis steif**	**berechnet mit Drainage**	**1,440**	**0,87**
1.2.4	4.2.1	weich bis steif	berechnet ohne Drainage	1,386	0,95
	4.2.2	steif	berechnet	1,345	0,93
	4.2.3	weich bis steif	lineare Annahme	1,386	0,90
	4.2.4	steif	lineare Annahme	1,418	0,88
	4.2.5	**weich bis steif**	**berechnet mit Drainage**	**1,497**	**0,84**

Abbildung 28: Darstellung der Berechnungsergebnisse mit und ohne Drainage im Bereich von QP 1.2.4 bei Walmsburg

Der Vergleich der Betrachtungen der Standsicherheit in Walmsburg und Alt Wendischthun hat ergeben, dass die Deichfußdrainage eine Verbesserung der Standsicherheiten in den einzelnen Querprofilen (QP) bewirkt. Die Ausnutzung bei einem drainierten Deich verringert sich im Bereich von Walmsburg bei QP 1.2.4 im Lastfall 4.2.5 um 0,12 Punkte im Vergleich zu Lastfall 4.2.1. Somit erhöht sich auch der Sicherheitsfaktor des gesamten QP und die Gesamtstandsicherheit wird entsprechend erhöht.

4.5.4. Visuelle Begutachtung im ADV

Im Bereich des Artlenburger Deichverbands wurde die visuelle Begutachtung durch den Aufgabereich 21 des NLWKN-Lüneburg durchgeführt. Die Untersuchungen reichen von Katemin (Walmsburg) Elbekilometer 537,6 über Alt-Garge, Bleckede und Hohnstorf bis zum Wehr Rönne / Geesthacht zur Tidegrenze.

Bewertet wurden die in Kap. 3.4 beschriebenen 18 Kriterien. Im Bereich des ADV wurden die Deiche abschnittsweise in 500-Meter-Schritten bewertet. Die Ergebnisse der 500-Meter-Abschnitte wurden zusammengefasst und auf die Deichabschnitte des ADV bezogen (siehe Anlage 6.5).

Die visuelle Begutachtung hat ergeben, dass der Walmsburger Deichabschnitt eine ungenügende Grasnarbe besitzt, die auch bei ausreichenden Niederschlägen eher mager ausgeprägt ist. Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) auf Grundnährstoffe im Oberboden zeigen einen Mangel von Zink und Magnesium. Des Weiteren wurde eine Düngeempfehlung ausgesprochen, welche die zu düngende Grundnährstoffe in Kilo-Nährstoff je Hektar und Jahr beschreibt. Zusätzlich wurde als Dicht- und Deckschicht ein eher sandiges Material eingebaut, welches sich nur bedingt als Vegetationsschicht eignet. Insgesamt befindet sich der Walmsburger Deich in einem guten Ausbauzustand. Handlungsbedarf wird hinsichtlich einer Deichkilometrierung, insbesondere die Verbesserung der Grasnarbe/Vegetationsschicht und gegebenenfalls weitere Ergänzung von Drainagen im Deichfuß gesehen.

Der Deichabschnitt von Alt Garge ist durch verschiedenen Hochwasserschutzsysteme gekennzeichnet. Im Oberstrom befindet sich der Deichkörper in einem guten Zustand. Abzüge wurden nur hinsichtlich des fehlenden Hochbords und bei der fehlenden Kilometrierung getätigt.

Abbildung 29: Deichprofil im ADV mit Kreisstraße, Deichverteidigungsweg und Deichunterhaltungsweg

Von Alt Wendischthun bis Deichkilometer 6,5 (Vitico) wurden in Teilabschnitten fehlende Hochborde, Deichunterhaltungswege, Drainagen/Filter und Außendeichbermen festgestellt. Zudem wurde nur eine sehr magere Grasnarbe beim Begehungszeitpunkt vorgefunden. Des Weiteren liegt der Deichverteidigungsweg abschnittsweise mehr als drei Meter unter dem BHW (vgl. Abbildung 30).

Der Deichabschnitt von Vitico (Deichkilometer 6,5) bis Hohnstorf (Deichkilometer 28,55) ist vor allem durch fehlende Drainagen, Bermen, Deichunterhaltungswege, zu wenig Deichzuwegungen, Überfahrten, Gehölze in Deichnähe (5 m), einer schmalen Deichkrone und zu tiefliegenden Deichverteidigungsweg gekennzeichnet. Abschnittsweise ist die Böschungsneigung zu steil ausgeprägt. Die letzten Hochwasserereignisse zeigten hier in Teilbereichen zudem ein erhöhtes Qualm- und Sickerwasserwasservorkommen.

Unterhalb des Elbeseitenkanals (ESK) ab Deichkilometer 29,0 besitzt der Deich keine Kilometrierung mehr. Zudem fehlen in weiten Abschnitten Außendeichbermen, Deichunterhaltungswege, Drainagen, Überfahrten und vereinzelt Hochborde. Abschnittsweise wurden Gehölze in unmittelbarer Nähe zum Deichkörper festgestellt.

Abbildung 30 stellt die mittlere Höhe des Deichverteidigungsweges im Verbandsgebiet des ADV dar. Hierbei wird deutlich, dass auf weiten Strecken der Deichverteidigungsweg zu tief liegt. Damit die Sickerlinie optimal verlaufen kann und eine ausreichende Standsicherheit des Deichs gewährleistet ist, wird gemäß Hochwasserschutzplan untere Mittelelbe empfohlen, den Deichverteidigungsweg nicht tiefer als 1,5 Meter unter BHW anzuordnen.

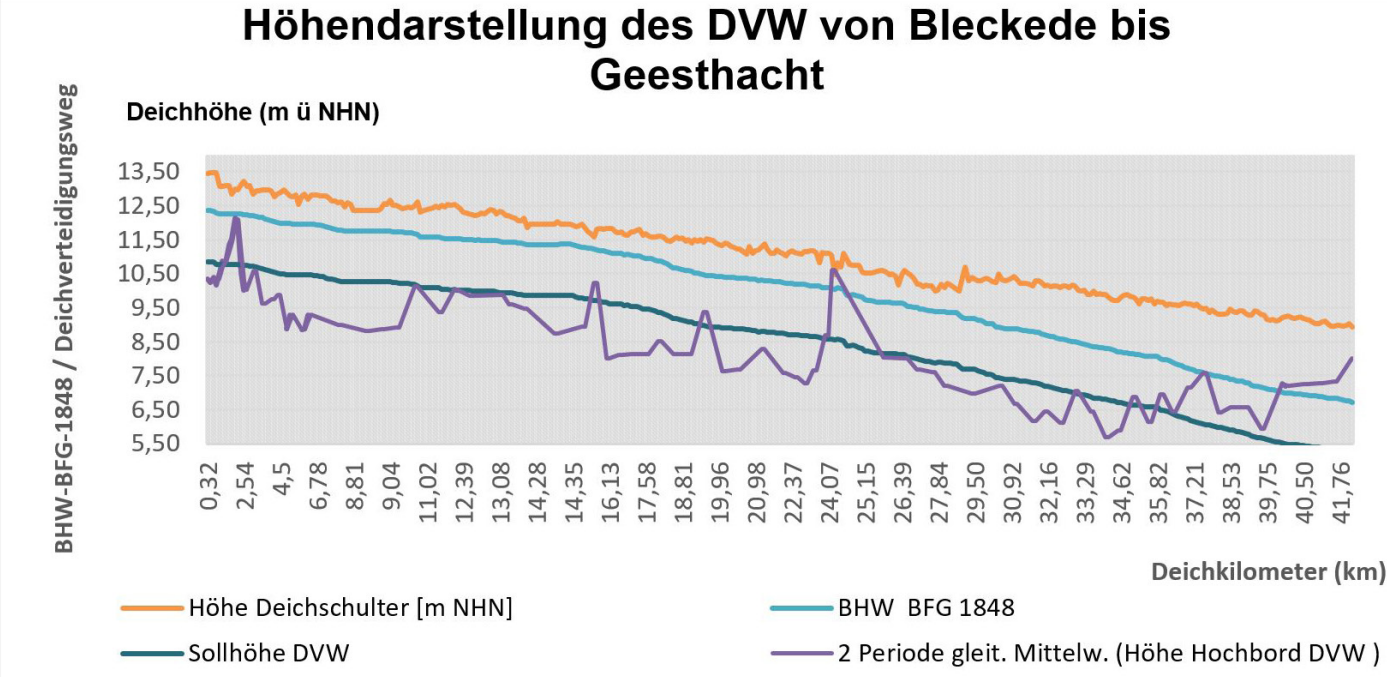

Abbildung 30: Darstellung der Höhenlage des Deichverteidigungsweges in Abhängigkeit vom BHW gemäß BFG 1848

4.5.5. Zusammenfassung der Untersuchungen im ADV

An den neusten Deichabschnitten des ADV bei Walmsburg und Alt Garge besteht ein mittlerer Freibord von 0,85 Meter, das Maximaldefizit liegt bei 0,55 Meter. Die durchgeführten Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen weisen einen guten Zustand auf. Lediglich im Bereich von Walmsburg entspricht die Dichtungs- und Deckschicht nicht den gewünschten Anforderungen, da der Sand- und Organikanteil zu hoch ist. Die Grasnarbe ist demzufolge ungenügend ausgebildet.

Von Bleckede bis Radegast ist ein mittleres Freibord 0,70-0,80 Meter mit Maximaldefiziten von 0,64 Meter festzustellen. Der Deichabschnitt von Wendewisch bis zum ESK hat ein Freibord von 0,86 Meter im Mittelwert mit einem Maximaldefizit von 0,57 Meter.

Die geotechnischen Untersuchungen haben ergeben, dass die Lagerungsdichten zum Teil sehr locker gelagert sind und der Deichaufbau inhomogen ist. Dies kann ein Indiz für Suffusion/Erosion sein. Die Standsicherheitsbetrachtungen zeigen sehr hohe Auslastungen, dies ist durch den teilweise sehr niedrigen Deichverteidigungsweg, fehlende Deichfußdrainagen und den zum Teil inhomogenen Deichaufbau zu erklären. Unterhalb des ESK bis zum Wehr Rönne/Geesthacht liegt das Freibord bei 1,76 Meter. Die Werte beziehen sich in diesem Bereich nur auf die BHW-Höhe aus dem BfG-Bericht 1848 ohne wesentlichen Sturmfluteinfluss.

Der größte Handlungsbedarf besteht in den Bereich zwischen Bleckede und Artlenburg auf einer Deichstrecke von etwa 29 Kilometer. Hier besteht nur ein mittlerer Freibord von 0,77 Meter. Hier zeigen auch die geotechnischen-, und visuellen Untersuchungen die größte Notwendigkeit im Hinblick auf die Lagerungsdichten, die Standsicherheitsbetrachtungen und die Anforderungen zum Deichprofil.

5. Bereiche ohne Hochwasserschutz

Durch die Anhebung des BHW (BFG 1848) hat sich das ÜSG entsprechend vergrößert (siehe Kap. 2.2). Hierdurch sind vermehrt einzelne Bereiche und Abschnitte in Zukunft durch ein HW-Ereignis beeinflusst. Diese Bereiche haben bislang keine Hochwasserschutzanlagen. In diesem Fall gibt es auch keinen zuständigen Deichverband. Dieses betrifft die folgenden Gebiete und Ortslagen:

- Vietze (LK Lüchow-Dannenberg)
- Gorleben (LK Lüchow-Dannenberg)
- Rüterberg – Wehningen (LK Lüneburg)
- Neu Darchau (LK Lüchow-Dannenberg)
- Klein Kühren (LK Lüchow-Dannenberg)
- Bleckede oberhalb von Alt Wendischthun bis Alt Garge (LK Lüneburg)
- Tießau / Tiesmesland (LK Lüchow-Dannenberg)
- Meetschow – Gartow (LK Lüchow-Dannenberg)

In den Bereichen von Vietze, Neu Darchau und Rüterberg bis Wehningen haben die zuständigen Kommunen bereits Planungen zur Herstellung eines HWS beauftragt oder befinden sich zum Teil in der Bauphase. Die übrigen Abschnitte bei Gartow, Gorleben, Klein Kühren, Tießau / Tiesmesland und oberhalb von Bleckede bedürfen noch einer Planung, welche auf Grundlage der gewonnenen Daten aus der Deichbestandsanalyse erfolgen kann.

6. Prioritätensetzung und Gesamtbewertung von Schnackenburg bis Geesthacht

Für die Gesamtbewertung der Elbedeiche wurde zunächst eine Unterteilung auf die fünf Deichverbände und anschließend auf 25 Deichabschnitte vorgenommen. Die Bewertung der Deichabschnitte erfolgt auf Grundlage der Bewertungsmatrix (siehe Tab. 2. sowie Anlage 6.1. bis 6.5). Hierfür wurde zunächst die Bewertung der 18 einzelnen Zustandsbewertungen wie zum Beispiel Bauzustand, vorhandenes Hochbord, Bauarten und Böschungsneigung vorgenommen. Anschließend wurde den Kriterien eine Wichtung zugeteilt (siehe Tabelle 2, in Kap. 3.4.). Durch die Wichtung der 18 Zustandskriterien kann bereits eine vorgezogene Prioritätensetzung der wichtigsten Bestandteile des Deichkörpers vorgenommen werden. Hierbei wurden zum Beispiel den Parametern Kronenbreite, Höhe des Deichverteidigungsweges und Böschungsneigung die höchste Wichtung zugeteilt. Die abschließende Priorisierung erfolgt durch eine Summation der Zustandsbewertung mit dem noch vorhandenen Freibord. Die Punkteverteilung beim Freibord wurde in Zehn-Zentimeter-Intervallen durchgeführt. Ab einem Freibord von zehn Zentimeter wurden zehn Punkte vergeben, bei einem Freibord von einem Meter ist die maximale Punktzahl (100 Punkte) erreicht.

Je mehr Punkte ein Deichabschnitt erhält, desto besser ist sein Zustand und desto niedriger fällt die Instandsetzungspriorität aus. Deichabschnitte mit einer sehr niedrigen Punktzahl erhalten also eine höhere Anpassungspriorität.

Die Priorisierung dient hierbei lediglich als Anhaltspunkt und Empfehlung für spätere Deichbaumaßnahmen. Die Wahl, welcher Deichabschnitt wann angepasst werden soll, obliegt weiterhin dem jeweiligen Deichverband, in seinem Verbandsgebiet. Die detaillierte Priorisierung ist der (Anlage 6.1 - 6.5) für den jeweiligen Deichverband und dessen Abschnitt zu entnehmen.

Diese Vorgehensweise sowie Methodik bei der Erstellung der Bewertungsmatrix und der entsprechenden Bewertung vorhandener Hochwasserdeiche kann eine Grundlage bilden, wenn in anderen Räumen Niedersachsens Deichbestandsanalysen konzipiert werden.

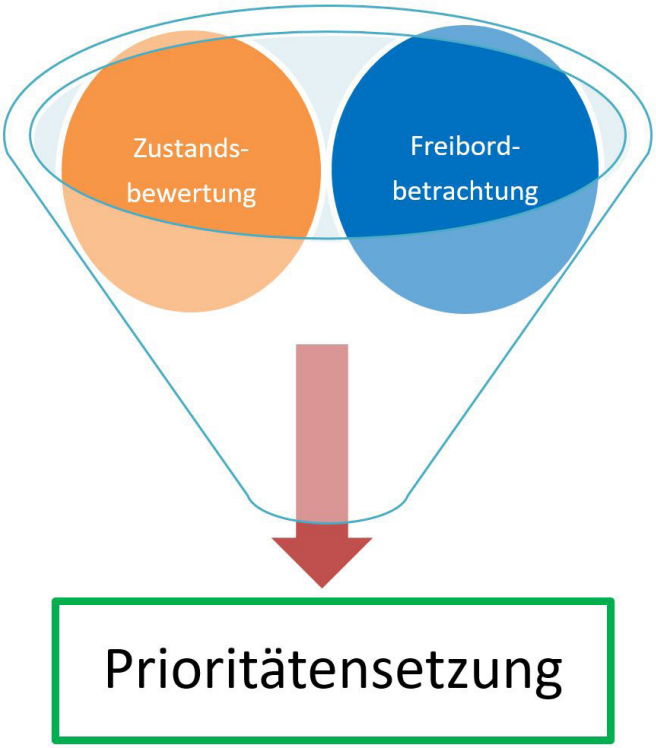

Abbildung 31: Gesamtauswertung und Prioritätensetzung der Deichbestandsanalyse

7. Gesamtbewertung

Die Deichbestandsanalyse hat sich mit den Hochwasserschutzanlagen an der Elbe einschließlich Aland- und Seegedeichen und der gewidmeten zweiten Deichlinie im Raum Dannenberg befasst. Zudem wurden die Bereiche ohne Hochwasserschutzanlagen betrachtet, welche durch neue Bemessungsgrundlagen gemäß BfG Bericht 1848 durch Hochwasser betroffen sind und im Überschwemmungsgebiet (ÜSG) liegen. Im Folgenden wurde der Zustand der Deiche anhand der 18 aufgeführten Zustandskriterien den geotechnischen Erkundungen und der Freibordanalyse (siehe Kap. 3.4 ff.) von Ober- bis Unterstrom zusammengefasst.

Im Verbandsgebiet des GDWV wird der größte Handlungsbedarf im Bereich der Seegedeiche vor allem im Abschnitt der „Laascher Insel“ ersichtlich. Die geotechnischen Untersuchungen zeigen, dass die Dichtungsschichten nicht oder nur in geringmächtigen Schichtstärken im Bereich von Quarnstedt vorkommen. Außendeichs wurde keine Dichtungsschicht angetroffen. Die Sand-Auffüllungen sind mitteldicht, zum Teil locker und untergeordnet dicht gelagert. Erhöhter Handlungsbedarf wird hinsichtlich der Erhöhung des Deiches und des Deichverteidigungsweges, der Anlage von ausreichenden Deichzufahrten, Überfahrten und Ausweichstellen gesehen.
Im Bereich des JDV wird zwischen Wussegel und Hitzacker der erste Deichabschnitt durch bauliche Maßnahmen den aktuellen Bemessungsgrundlagen angepasst. Handlungsbedarf besteht im Verbandsgebiet in der Erhöhung des Freibords im Stadtgebiet Hitzacker, da hier nur noch ein Freibord von 0,35 Meter besteht. Erste Planungen haben in diesem Bereich bereits begonnen.

Der Deichabschnitt von Grippel bis Laase ist gekennzeichnet durch fehlende Kilometrierungen, Bermen, Ausweichstellen, einen Deichverteidigungsweg der mehr als 1,5 Meter unter BHW liegt. Zudem wird in dem Abschnitt ein genereller Ausbaubedarf aufgezeigt (siehe Anlage 6.2). Das Freibord beträgt in diesem Bereich noch 0,67 Meter.
Im Verbandsgebiet des DDWV hat der Elbedeich von Langendorf bis nach Damnatz im Mittelwert ein ausreichendes Freibord von einem Meter. Ausgenommen sind kurze Streckenabschnitte und Bereiche von Überfahrten. Der Abschnitt von Damnatz bis nach Wussegel besitzt hier einen größeren Handlungsbedarf, da nur noch ein mittleres Freibord von 0,33 Meter besteht. Der Deichabschnitt von Damnatz bis nach Wussegel zeigt, dass die Standsicherheit des Deichkörpers ausreichend ist (IGU 2017). Die Bereiche der zweiten Deichlinie haben kein Freibord mehr, die angetroffenen Deichaufbauten entsprechen zudem nicht den „anerkannten technischen Regeln“. In Summe wurde die zweite Deichlinie in allen Punkten mit „0“ bewertet, da der bestehende Deich die notwendigen Bestandteile wie zum Beispiel Berme Deichverteidigungsweg etc. nicht aufweist.

Im NDUV besteht auf einer Gesamtlänge von etwa 45,6 Kilometer der Elbedeiche nur ein mittleres Freibord von 0,66 Meter. In Bereichen von Überfahrten und Deichabschnitte mit Fahrrad- und Deichverteidigungswegen auf der Deichkrone sind noch geringere Freibordhöhen anzutreffen. Dies entspricht rund 40 Prozent des Gesamtabschnitts.

Die Baugrunderkundungen zeigen in Summe mittlere bis dichte und nur vereinzelt lockere Lagerungsdichten. Allerdings wird auch ersichtlich, dass der Deichaufbau relativ inhomogenen aufgebaut ist. Bodenschichten wie zum
. Beispiel Auelehm, Sand und fluviale Sande wechseln sich häufig ab und sind vereinzelt durch zum Beispiel Mudde oder andere Auffüllungen durchmischt.

Die visuelle Begutachtung hat ergeben, dass der Deichverteidigungsweg bezogen auf das aktuelle BHW mit zum Teil 3,0 Meter zu tief liegt und nicht immer ausreichende Deichzufahrten- und Ausweichstellen vorhanden sind. In dem Bereich von Deichkilometer 2,450 bis 21,450 fehlen Drainagen im Deichkörper. Vereinzelt sind auch Gehölzgruppen, welche im Bermenbereich des Deichs stehen, zu entnehmen.
Erhöhter Handlungsbedarf im Verbandsgebiet des NDUV wird im Bereich von Wehningen ersichtlich. In diesem Bereich besteht von Deichkilometer 1+880 bis 2+900 nur noch ein mittleres Freibord von < 0,10 Meter.

Das Verbandsgebiet des ADV weist an den neusten Deichabschnitten bei Walmsburg und Alt Garge ein mittleres Freibord von 0,85 Meter, mit Maximaldefiziten von 0,55 Meter auf. Die durchgeführten Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen zeigen einen guten Zustand. Lediglich im Bereich von Walmsburg entspricht die Dichtungs- und Deckschicht nicht den erforderlichen Anforderungen, da der Sand- und Organikanteil zu hoch ist. Die Grasnarbe ist demzufolge ungenügend ausgebildet.
Von Bleckede bis Radegast ist ein mittleres Freibord von 0,70 - 0,80 Metern mit Maximaldefiziten von 0,64 Meter festzustellen. Der Deichabschnitt von Wendewisch bis zum ESK hat ein Freibord von 0,86 Meter im Mittelwert mit einem maximalen Defizit von 0,57 Meter.

Die geotechnischen Untersuchungen haben ergeben, dass die Lagerungsdichten zum Teil sehr locker gelagert sind und der Deichaufbau inhomogen ist. Dies kann ein Indiz für Suffusion/Erosion sein. Die Standsicherheitsbetrachtungen zeigen sehr hohe Auslastungen, dies ist durch den teilweise sehr niedrigen Deichverteidigungsweg, fehlende Deichfußdrainagen und den zum Teil inhomogenen Deichaufbau zu erklären. Unterhalb des ESK bis zum Wehr Rönne/Geesthacht liegt das Freibord bei 1,76 Meter. Die Werte beziehen sich in diesem Bereich nur auf die BHW-Höhe aus dem BfG-Bericht 1848 ohne wesentlichen Sturmfluteinfluss.

Erhöhter Handlungsbedarf wird in den Bereich zwischen Bleckede und Artlenburg, auf einer Deichstrecke von circa 29 Kilometer ersichtlich. Hier besteht nur ein mittleres Freibord von 0,77 Meter. Auch die geotechnischen-, und visuellen Untersuchungen zeigen die größte Notwendigkeit im Hinblick auf die Lagerungsdichten, die Standsicherheitsbetrachtungen und die Anforderungen zum Deichprofil.

8. Kostenabschätzung möglicher Anpassungsmaßnahmen

Im Rahmen der durchgeführten geotechnischen Untersuchungen, der Freibordanalyse, der Standsicherheitsberechnungen sowie beim Erkunden des visuellen Zustandes wurde deutlich, das bezogen auf einen BHQ von 4.545 m³/s in allen Deichverbänden ein baulicher Anpassungsbedarf besteht. Auch mit der Umsetzung von abflussverbessernden Maßnahmen verbleibt ein baulicher Anpassungsbedarf an den Hochwasserschutzanlagen. Dieser Anpassungsbedarf wird in einer Kostenabschätzung, bezogen auf die einzelnen Deichabschnitte (siehe Kap 4 ff.) in den fünf Hochwasserverbänden der niedersächsischen unteren Mittelelebe (GDWV, JDV, DDWV, NDUV, ADV) ermittelt. Vorhandene Fehlstrecken werden in die benachbarten Verbandsgebiete integriert. Berücksichtigt wurden dabei Bau- und Planungskosten sowie Grunderwerb für die Erhöhung, Verstärkung und den Neubau von Hochwasserschutzanlagen. Die Baukosten wurden über pauschalierte Erfahrungswerte aus vergangenen Deichbaumaßnahmen ermittelt. In den Planungskosten wurden die Honorare bezogen auf die anrechenbaren Kosten der HOAI 2013 für Ingenieurbauwerke nach Leistungsphase 1-8 ermittelt. Des Weiteren sind erforderliche landschaftsplanerische Leistungen sowie besondere Leistungen und Honorare für die Bauüberwachung in der Kostenabschätzung enthalten. Hierbei muss beachtet werden, dass die gewählte Vorgehensweise der Honorarermittlung als Orientierung gilt, da bei der konkreten Projektplanung mehrere Leistungsbilder mit unterschiedlichen Honorarzonen zur Geltung kommen können. Im Einzelnen erfolgt die Kostenabschätzung zunächst für insgesamt 25 Deichschabschnitte, welche sich über fünf Deichverbände erstrecken. Anschließend wurden die abgeschätzten Kosten für jeden Deichverband aufsummiert. In Summe belaufen sich die Gesamtkosten für alle Deichverbände auf etwa 313 Millionen Euro. Dabei ist zu berücksichtigen, dass weitere Kosten in Höhe von circa 20 Millionen Euro anfallen werden, wenn die Bemessungswasserstände für den Bereich des Elbeseitenkanal (ESK) bis zum Wehr Geesthacht unter Berücksichtigung des Sturmfluteinflusses angepasst werden.

Zu berücksichtigen ist, dass in vielen Regionen Niedersachsens großer Bedarf an technischen Hochwasserschutzvorhaben mit entsprechenden Kosten bestehen.

Kostenabschätzung Deichbestandsanalyse

Deichverband	**Kosten in €**
Gartower Deich- und Wasserverband (GDWV)	72.690.000,00 €
Dannenberger Deich und Wasserverband (DDWV)	59.180.000,00 €
Jeetzeldeichverband (JDV)	42.100.000,00 €
Neuhauser Deich- und Unterhaltungsverband (NDUV)	83.310.000,00 €
Artlenburger Deichverband (ADV)	55.084.000,00 €
Gesamtkosten	**312.364.000,00 €**

9. Finanzierung & Genehmigung

Das Land Niedersachsen fördert über nicht rückzahlbare Zuschüsse die Herstellung oder die Erhöhung und Verstärkung von Hochwasserschutzanlagen entsprechend ihrer Förderrichtlinien und Fördergrundsätze. Das Land trägt die Kosten für die Deicherhaltung gemäß NDG, § 8 dann, wenn es zuvor dieser Maßnahme zugestimmt hat. Für diese Zustimmung dient auch die Deichbestandsanalyse als Entscheidungsgrundlage.

Verstärkungs- und Neubaumaßnahmen werden durch das Land Niedersachsen nach der aktuellen Richtlinie mit Mitteln aus verschiedenen Fördertöpfen gefördert, die in das jährliche Hochwasserschutzprogramm münden. Dabei werden die angemeldeten Vorhaben landesweit anhand ihrer Dringlichkeit priorisiert. Vorhabenträger sind bei Neubauvorhaben zumeist die Kommunen. Die Förderquote beträgt in der Regel bei Kommunen 70 Prozent der förderfähigen Gesamtkosten des Vorhabens. Die Zuwendung wird als nicht rückzahlbarer Zuschuss im Rahmen der Projektförderung gegebenenfalls unter Beteiligung von EU-Mitteln (ELER) als Anteilsfinanzierung gewährt. Ausnahmen ergeben sich aus der Förderrichtlinie. Mit dem Nationalen Hochwasserschutzprogramm (NHWSP) stehen für den Raum Elbe unter anderem Finanzmittel zum Beispiel für die Beseitigung von Engstellen und die Wiedergewinnung von Retentionsraum zur Verfügung, welche unabhängig von den für den Hochwasserschutz sonst üblichen Mitteln (GAK, ELER, etc.) beantragt und verausgabt werden können.

In der vorliegenden Deichbestandsanalyse wurden die vorhandenen und gewidmeten Hochwasserschutzanlagen sowie die Fehlstrecken mit einem Hochwasser-schutzbedarf betrachtet. Für die Beseitigung der technischen Defizite und Fehlhöhen können seitens der Verbände und Kommunen die oben angeführten Fördermittel in der Regel beim NLWKN beantragt und verwendet werden. Das entsprechende Finanzierungsprocedere ist dabei von der jeweiligen Finanzierungsquelle abhängig und kann beim NLWKN erfragt werden.

Die Herstellung oder Erhöhung & Verstärkung einer Hochwasserschutzanlage bedarf in der Regel der vorherigen Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens oder, wenn eine Umweltverträglichkeitsprüfung nicht erforderlich und mit Einwendungen nicht zu rechnen ist, einer vorherigen Plangenehmigung nach den entsprechenden rechtlichen Grundlagen. Zu nennen sind hier im Wesentlichen die Rechtsgebiete Deich-, Wasser-, Naturschutz-, Umweltverträglichkeitsprüfungs- und Verfahrensrecht.

Zuständig für die Zulassungsverfahren ist in der Regel der NLWKN.

10. Zusammenfassung

Nach den eingetretenen extremen Hochwasserereignissen mit Überschreitung des Bemessungswasserstands im Jahr 2013 wurden die niedersächsischen Elbdeiche äußerlich in einen guten Zustand versetzt. Durch den aufgetretenen Qualm- und Sickerwasseraustritt gab es Indizien für eine Veränderung im Korngefüge. Diese Indizien wurden mit Aufstellung der Deichbestandsanalyse untersucht. Gemeinsam mit dem Rahmenplan für abflussverbessernde Maßnahmen, bildet die Deichbestandsanalyse die Grundlage für die Anpassung des Hochwasserschutzes für die Niedersächsische Untere Mittelelbe. Mit Beginn der Deichbestandsanalyse wurden die Deichverbände in den beiden Landkreisen Lüneburg und Lüchow-Dannenberg beteiligt.

Anschließend erfolgten geotechnische Baugrunderkundungen in Bereichen, welche während der letzten Hochwasserereignisse, nach Angaben der Deichverbände durch Sicker- oder Qualmwasseraustritte Auffälligkeiten zeigten. Diese Erkundungen beschreiben in den fünf Deichverbänden unterschiedliche Ergebnisse. Im Bereich des GDWV konnte z. B. bei Quarnstedt festgestellt werden, dass die Dichtungsschicht nur 0,1 bis 0,2 m mächtig ist. Beim JDV konnte auf Gutachten von vorhandenen Deichbauplanungen zwischen Wussegel und Hitzacker zurückgegriffen werden. Die Untersuchungen führten auf, dass eine Erhöhung in der vorhandenen Trasse möglich ist. Die geotechnischen Erkundungen beim NDUV machten deutlich, dass der Deichaufbau in Summe zum Teil inhomogen ist. Der Aufbau des Deichkörpers gliedert sich in sechs Hauptbodenarten auf. Die Lagerungsdichten konnten in Summe als mittel oder dicht erkundet werden, damit verbunden zeigten die Standsicherheitserkundungen gute Ergebnisse. Der ADV hingegen zeigt im Bereich zwischen Brackede und Hohnstorf in Teilbereichen sehr lockere Lagerungsdichten.

Die Prioritätensetzung und Gesamtbewertung, welche sich aus den 18 Zustandskriterien (siehe Kap. 3.4) und der Freibordbetrachtung (siehe Kap. 3.1) zusammensetzt, zeigt ebenfalls unterschiedlichen Handlungsbedarf in den Deichabschnitten der fünf Deichverbände. Zum einen wurde deutlich, dass in allen fünf Deichverbänden Fehlhöhen auftreten und zum Teil kein Freibord mehr vorhanden ist (siehe vermessungstechnische Untersuchungen). Zum anderen zeigen die Zustandsbewertungen, dass die Deichverteidigungswege nicht die gewünschte Ausbauhöhe und Breite aufweisen, die Kronenbreite nicht durchgehend eine Breite von fünf Meter aufweist und zum Teil unter drei Meter breit ist. Vereinzelt wurden auch Gehölze, fehlende Außen- und Binnenbermen sowie zu steile Böschungsneigungen und eine fehlende Entwässerung (Drainage, Versickerungsmulden) festgestellt.

Zusammenfassend hat die Deichbestandsanalyse sich ausführlich mit dem baulichen beziehungsweise technischen Ist-Zustand, den geotechnischen Verhältnissen, mit den aktuellen Bestandshöhen und den entsprechenden Freibordhöhen sowie mit einer Bauwerksprüfung befasst. Insgesamt befinden sich die Deiche und HW-Anlagen, bezogen auf einen BHQ von 4.000 m³/s in einen guten Zustand. Allerdings vergleicht die Deichbestandsanalyse ein BHW, dem ein BHQ von 4.545 m³/s zugrunde liegt. Diese Erhöhung der Abflüsse und Wasserstände sowie der relativ inhomogene Zustand der einzelnen Untersuchungsstandorte bezogen auf die Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen, in Verbindung mit der geringen Wirkweise der abflussverbessernden Maßnahmen zeigt Handlungsbedarf. Die Prioritäten in den fünf Hochwasserdeichverbänden fallen dabei unterschiedlich aus. Auch wenn die Deichbestandsanalyse keinen Rahmenplan darstellt, gibt sie bereits einen Überblick, welcher Deichabschnitt in einem sehr guten Zustand ist und wo gegebenenfalls Handlungsbedarf in Form von zum Beispiel Deichneubau oder -erhöhung besteht. Der ausgewiesene Handlungsbedarf wurde bereits mit einer Kostenabschätzung für die zuvor aufgezeigten Defizite hinterlegt (siehe Kap. 9). Demnach ergibt sich im Untersuchungsgebiet ein Kostenvolumen von etwa 313 Millionen Euro zur Anpassung der Hochwasserschutzanlagen an die heutigen Anforderungen.

11. Ausblick Empfehlung

Durch die visuelle Zustandsbewertung, die Neuauswertung der Freibordhöhen sowie die anschließende Verschneidung und Priorisierung wurde eine vorläufige Empfehlung für eine entsprechende Anpassung jedes Deichabschnitts in den betrachteten Deichverbänden im Untersuchungsgebiet gegeben. Die hier gewonnenen Daten und Erkenntnisse können vom Land Niedersachsen sowie vom zuständigen Deichverband genutzt werden und bilden somit eine Grundlage für kommende Erhöhungen und Verstärkungen bei den vorhandenen Deichen. Außerdem liefern die neuen Erkenntnisse eine Grundlage für den Neubau von Deichen an ausgewiesenen Tiefstellen, da bislang noch nicht alle bebauten Gebiete ausreichend durch Deiche geschützt sind und sich Änderungen durch die Veröffentlichung des BfG-Berichtes 1848 ergeben haben. Für die Deichverbände ADV und NDUV wurden die Ergebnisse der Bestandsvermessung zusätzlich in der vorhandenen „Deich-App“ aktualisiert und stehen jedem APP-Anwender zur Verfügung. Ebenfalls können die aktuellen Daten, über die „Deich-App“ bei einem Hochwasserfall genutzt werden und verbessern somit im Vorfeld den Hochwasserschutz beziehungsweise die Deichverteidigung.

Die Gesamtbewertung im Untersuchungsgebiet (siehe Kap. 7), welche auf Grundlage der 18 Zustandskriterien, der Freibordbetrachtung sowie der geotechnischen Baugrunderkundungen und Standsicherheitsbetrachtungen durchgeführt wurden, zeigen unterschiedlichen Handlungsbedarf in den einzelnen Deichabschnitten der fünf Deichverbände im Hochwasserbereich. In Anlage 6 der Deichbestandsanalyse wurde eine Priorisierung für jeden Deichverband vorgenommen. Dabei wurde deutlich, dass der Handlungsbedarf von Deichabschnitt zu Deichabschnitt und in jedem Deichverband unterschiedlich ist. Die Priorisierung in Anlage 6 fasst die 18 Zustandskriterien und die Freibordbetrachtung zusammen. Diese zeigt in jedem Deichverband auf, wo der größte Handlungsbedarf besteht. Ein Deichabschnitt mit einer niedrigen Punktzahl zeigt demnach erhöhten Handlungsbedarf und hat somit eine große Priorität zur baulichen Anpassung. In der Prioritätenliste wird die Bewertung entsprechend dargestellt, Deichabschnitte mit dem größten Handlungsbedarf stehen dabei an vorderster Stelle.

Die Deichbestandsanalyse für das vorliegende Untersuchungsgebiet zeigt somit auf, wo in dem jeweiligen Deichverband eine erhöhte Priorität besteht. Die Deichverbände können die Planungs- und Bauabschnitte zur Anpassung an die neue Bemessungssituation dennoch eigenständig festlegen, um die Deiche daran anzupassen.