



Technical Division Engineering & Construction

Statische Prüfstelle Hafен

Neuer Wandrahm 4, 20457 Hamburg

Nachrechnungsrichtlinie für Kaimauern

Februar 2021

INHALTSVERZEICHNIS

1	GELTUNGSBEREICH	4
2	NORMATIVE VERWEISE	5
3	BEGRIFFE	5
4	REGELQUERSCHNITTE UND BESONDERHEITEN VON KAIMAUERKONSTRUKTIONEN	5
4.1	Querschnitte im Hamburger Hafen	5
4.2	Besonderheiten von Kaimauerkonstruktionen	7
5	KONZEPT DER NACHRECHNUNGSRICHTLINIE	8
5.1	Allgemeines und Hinweise	8
5.2	Herangehensweise bei der Nachrechnung	9
5.3	Grundlagenermittlung: Aufstellen eines Lastenheftes	9
5.4	Nachweisführung: Stufen der Nachrechnung	11
5.4.1	Stufe 0 (Bestand)	11
5.4.2	Stufe 1 (Fiktiver Neubau)	13
5.4.3	Stufe 2 (Situation heute)	15
5.4.4	Stufe 3 (Entlastende Maßnahmen)	16
5.4.5	Stufe 4 (Schlussstufe)	17
5.5	Bewertung	18
5.5.1	Qualitative Bewertung des Bauwerkszustands	18

5.5.2	Bewertung der Nachrechnungsergebnisse	19
6	ERFASSUNG DES BESTANDES	20
6.1.1	Bestandsunterlagen.....	20
6.1.2	Ergebnisse der Bauwerksprüfung	21
7	ABLAUF DER NACHRECHNUNG	21
8	GRUNDLAGEN DER NACHRECHNUNG.....	21
8.1	Einwirkungen	21
8.1.1	Ständige Einwirkungen.....	21
8.1.2	Veränderliche Einwirkungen.....	23
8.1.3	Außergewöhnliche Einwirkungen	24
8.2	Materialkennwerte	24
8.2.1	Beton	24
8.2.2	Betonstahl.....	24
8.2.3	Baustahl.....	25
8.2.4	Spundwandstahl	25
8.2.5	Baugrund	27
8.2.6	Materialkennwerte aus Untersuchungen.....	27
9	KOMPENSATION VON DEFIZITEN	28
10	LITERATUR	29
10.1	Richtlinien und Regelwerke.....	29
10.2	Normen	30

ANHANG A: ABLAUFDIAGRAMME	31
ANHANG B: BAUWERKSDOKUMENTATIONSBLATT (MUSTER)	34

1 Geltungsbereich

- (1) Zweck dieser Richtlinie ist die Bewertung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bestehender Kaimauerkonstruktionen, die nicht nach aktuellem Normungsstand geplant und errichtet wurden.
- (2) Diese Richtlinie gilt für Kaimauern und Uferbauwerke, die sich im Zuständigkeitsbereich und im Eigentum der Hamburg Port Authority A.ö.R. befinden.
- (3) Bei einer Umnutzung von bestehenden Bauwerken ist im Einzelfall zu entscheiden, ob diese Richtlinie anzuwenden ist.
- (4) Die vorliegende Richtlinie gilt nicht für:
 - Die Nachrechnung neu errichteter Bauwerke, die mangelhaft oder fehlerhaft geplant und/oder ausgeführt wurden,
 - die Nachrechnung geringfügiger und örtlich begrenzter Maßnahmen zur Änderung, Ergänzung oder Verstärkung des Bauwerks im Rahmen von Erhaltungsmaßnahmen, die lediglich dem Erhalt der Tragsicherheit dienen,
 - Einzelnachweise im Rahmen von in der Statik nicht berücksichtigten Lasten, die durch einen Lastvergleich geführt werden.
- (5) Die Nachweisführung erfolgt in der Regel nach dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept (Teilsicherheitskonzept). Abweichend davon erfolgt eine erste Einschätzung der Tragfähigkeit (Stufe 0) nach der Normung, z.B. nach dem Globalsicherheitskonzept, die zum Zeitpunkt der Herstellung gültig war.
- (6) Die Nachrechnungsrichtlinie eröffnet dem erfahrenen Ingenieur die Möglichkeit, die Reserven des Bauwerks stärker auszunutzen. Eine eigenverantwortliche und kritische Bewertung der Ergebnisse durch den Planer bzw. Ingenieur ist jedoch zwingend erforderlich.

2 Normative Verweise

(1) Es sind folgende Bestimmungen zu beachten:

- Bauaufsichtlich eingeführte Liste der Technischen Baubestimmungen: DIN-Normen, allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, europäische technische Zulassungen, etc., Stand Dezember 2017
- Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen der Hafentechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2012) [1], bis einschließlich des 2. technischen Halbjahresberichts 2017.
- Leistungsbeschreibung Teil C1 – Technische Bearbeitung, Hamburg Port Authority AöR (2014) [2].
- Regelungen und Anweisung der zuständigen Behörden und deren nachgeordneten Dienststellen, z.B. [3] und [4].

Soweit nicht anders geregelt, sind die o.g. Regelwerke in ihrer o.g. Fassung zu beachten.

3 Begriffe

Es gelten, soweit nicht explizit im Rahmen dieser Richtlinie anders vereinbart, die Begriffsdefinitionen nach DIN EN 1990:2010-12 [9].

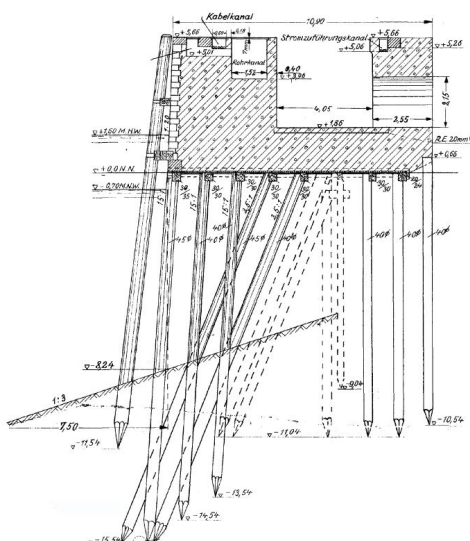
4 Regelquerschnitte und Besonderheiten von Kaimauerkonstruktionen

4.1 Querschnitte im Hamburger Hafen

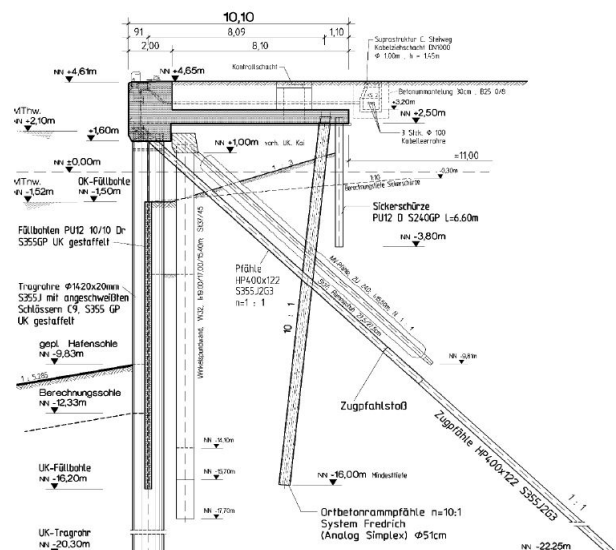
(1) Es haben sich mit der Zeit typische Querschnitte für Ufereinfassungen durchgesetzt. In Häfen mit großen Geländesprüngen und hohen Lasten durch Containerumschlag bestehen die Kaimauerkonstruktionen in der Regel aus einer

Spundwand mit einem Stahlbetonüberbau. Die Spundwand ist meist verankert und dahinter sind Gründungspfähle angeordnet. Landseitig kann eine Sickerschürze angebracht sein. Auf dem Überbau sind häufig Kranschiene angeordnet.

- (2) Bei älteren Anlagen kamen auch andere Bauweisen zur Ausführung, z.B. Schwergewichtsmauern, Pfahlböcke aus Holzpfählen, etc., vgl. Abbildung 1. Ältere Anlagen wurden häufig überbaut/erweitert und sind teilweise Teil der tragenden Gesamtkonstruktion. Nachträglich eingebaute Sickerschürzen können zu erhöhten Horizontallasten führen.
- (3) In der Regel entstehen Belastungen aus dem Umschlagbetrieb, Fenderdruck und Pollerzug, die durch den Überbau in die Spundwand und die Gründungspfähle in den Baugrund abgetragen werden. Erd- und Wasserdruck führen zudem zu einer Biegebeanspruchung der Spundwand bzw. zu Normalkräften bei Pfahlrostkonstruktionen.



a) Steinwerder Kai, Baujahr 1912



b) Kamerunkai, Baujahr 2001

Abbildung 1: Beispiele für eine Kaimauerkonstruktion a) Schwergewichtsmauer auf Holzpfählen; b) Spundwand mit Betonüberbau

4.2 Besonderheiten von Kaimauerkonstruktionen

(1) Die oben geschilderten Bauweisen und Rahmenbedingungen deuten auf einige Besonderheiten von Kaimauerkonstruktionen hin:

- Es handelt sich um Konstruktionen, die sowohl mit dem Baugrund als auch mit Wasser in Berührung sind. Es sind daher die Interaktionen mit diesen zwei Medien und ihre Auswirkung auf die Belastung zu berücksichtigen. Infolge der Belastung durch Wasserdruck sind bei Tidehäfen Wasserüberdrücke aus Sunk zu beachten.
- Es werden i.d.R. durch die Konstruktion hohe Lasten abgetragen.
- Eine Zustandsbewertung und/oder Monitoring des Bauwerks erfolgt in der Regel bei laufendem Betrieb. Der Großteil des Bauwerks liegt unter Wasser und im Erdreich und kann somit nur eingeschränkt bzw. mit einem hohen wirtschaftlichen und technischen Aufwand geprüft gewartet oder instandgesetzt werden.
- Die Bodenkennwerte sind aus punktuellen Aufschlüssen abgeleitet und weitgehend verallgemeinert worden und daher mit Unsicherheiten behaftet.
- Große Streuungen bzw. Unsicherheiten sind in Bezug auf die Belastungen aus Schiffsbetrieb (Lasten auf Fender und insbesondere Zuglasten auf die Poller) gegeben.
- Kolkbildung und Übertiefen infolge Wasserströmungen bzw. Schiffsschrauben können vorhanden sein. Ehemalige später wieder verfüllte Übertiefen führen zu eingprägten Spannungen im Bauwerk.

(2) Die in (1) genannten Punkte sind bei der Zustandsbewertung und Nachrechnung von Kaimauern zu berücksichtigen.

5 Konzept der Nachrechnungsrichtlinie

5.1 Allgemeines und Hinweise

- (1) Diese Richtlinie hat das Ziel, die Tragfähigkeit von bestehenden Kaimauerkonstruktionen unter Berücksichtigung veränderter Beanspruchungen sowie des aktuellen Bauwerkszustands und der Fortentwicklung der Berechnungsansätze / -methoden zu erfassen und zu beurteilen. Zu berücksichtigen sind alle Tragelemente wie z.B. Spundwand, Überbau, Pfähle, Rückverankerung, Anschlüsse und zusätzliche Aufbauten, z.B. Poller und deren nach geltender Normung erforderlichen Nachweise.
- (2) Die Bewertung von Kaimauerkonstruktionen kann in der Regel nicht ausschließlich nach dem aktuellen Stand der Regelwerke für Neubauten erfolgen. Ergänzend sind daher folgende Aspekte zu berücksichtigen:
 - Zur Zeit der Errichtung der Kaimauerkonstruktion galten in der Regel andere Regelungen und Vorschriften als heute. Davon betroffen sind sowohl die Ermittlung der Einwirkungen als auch die Baustoffe, die Konstruktion und die Ausführung.
 - Im Laufe der Jahre veränderte Umweltbedingungen (z.B. Tidenhub) und der aktuelle Bauwerkszustand erfordern eine Neuberechnung.
 - Durch Kenntnis des Tragsystems, der verwendeten Baustoffe sowie durch praktische Erfahrungen und genauere Erfassung der Einwirkungen ist es möglich, streuende Einflussgrößen näher einzugrenzen und durch Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte Reserven besser auszunutzen.
- (3) Der aktuelle Zustand des Bauwerks ist in der Nachrechnung der Stufen 0.2, 0.3 sowie 2 bis 4 zu berücksichtigen.
- (4) Die Ergebnisse aus Sichtprüfungen, zerstörungsfreie Prüfungen, Probenentnahmen, Laboruntersuchungen, Messungen sowie aus der anschließenden statischen Berechnung sind zu dokumentieren. Änderungen in

den Lastannahmen und/oder Materialkennwerten sowie in den Teilsicherheitsbeiwerten sind darzulegen und zu begründen.

- (5) Sofern sich aus der Bauwerksprüfung keine gegenteiligen Hinweise ergeben, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die Bestands- und Ausführungsunterlagen mit dem ausgeführten Bauwerk übereinstimmen. Der Ingenieur muss sich daher von der Plausibilität der Dokumentation überzeugen und zweifelhafte Punkte aufzeigen und sorgfältig überprüfen.

5.2 Herangehensweise bei der Nachrechnung

- (1) Bei der in dieser Richtlinie geschilderten Herangehensweise zur Nachrechnung von Kaimauerkonstruktionen handelt es sich um ein gestuftes Verfahren. Mit jeder Stufe wachsen die Komplexität der Verfahren sowie die Untersuchungstiefe.
- (2) Nach Abschluss jeder Stufe erfolgt, im Rahmen eines Bauwerks-Dokumentationsblattes (Anhang B), eine Einschätzung und kritische Bewertung der Kaimauer unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bauwerksprüfung, sowie eine Empfehlung für das weitere Vorgehen (z.B. Monitoring oder Nutzungseinschränkung).

5.3 Grundlagenermittlung: Aufstellen eines Lastenheftes

- (1) Vor der Nachrechnung werden zunächst relevante Bestandsunterlagen eingeholt und gesichtet. Die Unterlagen sind anschließend auf ihre Vollständigkeit zu prüfen und ggf. zu ergänzen. Des Weiteren wird eine Objektbegehung mit Prüfung des Ist-Zustandes des Bauwerkes vorgenommen. Dabei wird geklärt, inwiefern die in der ursprünglichen Statik verwendeten Annahmen zutreffend sind und ob die vorhandene Konstruktion des Objekts den Unterlagen entspricht.
- (2) Die Ergebnisse der Grundlagenermittlung (plakative, übersichtliche Darstellung mit Quellenangaben) sind schriftlich in Form eines Lastenheftes festzuhalten, nach Qualität und Quantität zu bewerten und mit der HPA (Anlagenmanagement Kaimauern, Baugrund, Statische Prüfstelle Hafen) vor Berechnung der einzelnen Stufen zu besprechen.

(3) Im Lastenheft muss auf folgende Fragestellungen eingegangen werden:

- Die vorhandenen Unterlagen zum Baugrund (Aufschlüsse, Drucksondierungen, Baugrundbeurteilungen, Bemessungsprofile usw.) sind von einem Sachverständigen für Geotechnik zu sichten und hinsichtlich Konformität mit DIN 4020:2010-12 zu bewerten. Sind die Angaben zum Bodenaufbau und zu den Kennwerten belastbar? Bei Bedarf sind Bemessungsprofile mit Kennzeichnung eventuell vorhandener dichtender Schichten und anzusetzender Wasserüberdruckfigur durch den Sachverständigen für Geotechnik zu erstellen.
- Wie groß ist der bei der Bestimmung der Berechnungssohle angesetzte Zuschlag zur Hafensohle (Solltiefe)? Ist der Zuschlag ausreichend oder problematisch? Wurde die Hafensohle im Laufe der Zeit nachträglich vertieft oder gab es ungewollte Übertiefen (z. B. Kolk) im Laufe der Jahre? Woher stammen die Angaben und sind diese Quellen belastbar?
- Sind die Bestandspläne örtlich zuzuordnen und ausreichend genau oder widersprüchlich?
- Die wesentlichen tragenden Bauteile, die in der Nachrechnung untersucht werden sollen, sind zu benennen (mit Begründung).
- Wie aussagekräftig bzw. belastbar ist die Altstatik im Allgemeinen? Enthält sie offensichtliche Fehler oder Defizite? Bildet das statische System die tatsächliche Ausführung korrekt ab?
- Welches Sicherheitskonzept wurde angewandt? Welche Lastfälle und Sicherheiten wurden berücksichtigt, ggf. mit welcher Begründung? Welche Wasserdruckansätze kamen zur Anwendung?
- Welche Lasten wurden in der Altstatik angesetzt und können diese so beibehalten werden? Entfallen z.B. Containerbrücken oder Krane, die ursprünglich betrieben wurden?

- Das Ergebnis der Bauwerksprüfung ist kurz zusammenzufassen.

5.4 Nachweisführung: Stufen der Nachrechnung

Es werden insgesamt fünf Stufen unterschieden:

5.4.1 Stufe 0 (Bestand)

Grundlage für die Nachweisführung in Stufe 0 bildet die Normung zum Zeitpunkt der Erstellung der ursprünglichen Statik.

Eine statische Berechnung der Kaimauerkonstruktion erfolgt nach dem ursprünglichen Sicherheitskonzept (in der Regel Globalsicherheiten) in zwei bzw. drei Unterstufen.

0.1: Damaliger Neubau (Kalibrierung des Systems)

In diesem Berechnungsschritt wird das statische System kalibriert. Hierzu werden Schnittgrößen anhand des damaligen Sicherheitskonzepts neu berechnet. Alle ursprünglich angesetzten Lasten, Wasserdrücke, Bodenkennwerte und die Berechnungssohle werden den Bestandsunterlagen entnommen und die neu berechneten Schnittgrößen mit denen der Bestandsstatik verglichen.

Anschließend erfolgt eine Bewertung der Altstatik bzgl. der Plausibilität und Diskrepanzen.

Sollten keine ausreichenden Bestandsunterlagen vorliegen, ist eine Abstimmung im Einzelfall mit HPA (Statische Prüfstelle Hafen, Anlagenmanagement Kaimauern) erforderlich.

0.2: Heutige Situation

Es werden die Nachweise für die Bauteile nach Abschn. 5.3 (3) gemäß Bestandsstatik geführt, wobei eventuelle Fehler der Bestandsstatik zu korrigieren sind.

Es wird dabei mit aktualisierten Wasserständen und unter Berücksichtigung

der festgestellten Schäden, z.B. aus Abrostung, Betonschäden, etc. gerechnet. Flächennutzlast, Last und Lastfalleinstufung aus Schienenkranen und Pollerzug werden wie in Stufe 0.1 angesetzt. Eine Aktualisierung der Lastannahmen kann in Abstimmung mit dem Eigentümer und dem Anlagenmanagement Kaimauern der HPA vorgenommen werden, falls sich die Lastsituation im Wesentlichen gegenüber der Bestandsstatik geändert hat (z.B. Anlagen wurden abgebaut, etc.).

Generell wird die Berechnungssohle wie in der Stufe 0.1 angesetzt. Sollte die gemäß Peilplan genehmigte Solltiefe jedoch unterhalb dieser Berechnungssohle liegen, dann ist die genehmigte Solltiefe als Berechnungssohle anzusetzen.

Es sind die gemäß Lastenheft abgestimmten Bodenbemessungsprofile zu verwenden. Von einem Sachverständigen für Geotechnik ist die vorhandene Datenlage zu bewerten, das Bemessungsprofil zu prüfen und ggf. auf neuere Erkenntnisse anzupassen. Außerdem ist in Zweifelsfällen die Tragfähigkeit des Baugrunds ab Berechnungssohle zu bestätigen, bzw. neu festzulegen. Falls keine ausreichenden Daten in der Altstatik vorhanden sind, ist ein neues Bemessungsprofil zu erstellen.

Die heutigen Wasserüberdruckansätze sind nach den Angaben des Sachverständigen für Geotechnik bzw. nach Teil C1 [2] zu wählen.

Für Spundwände, Gurtungen, Mikropfähle, etc. ist die Restsicherheit auf die Streckgrenze anzugeben f_{yk} / σ_{vorh} . Anhaltswerte für f_{yk} können gemäß dem Herstelljahr Tabelle 1 dieser Richtlinie entnommen werden.

Für Rundstahlanker ist die Restsicherheit auf die Bruchgrenze anzugeben:

$$(0,55 \cdot A_{Sp} \cdot f_{uk}) / Z_{vorh} \cdot$$

Für Stahlkabelanker und Seilanker ist die Restsicherheit auf die Bruchgrenze anzugeben: f_{uk} / σ_{vorh} .

0.3: Eingeschränkte Standsicherheit

Für den Fall, dass Übertiefen zu berücksichtigen sind und / oder die Standsicherheit gemäß Stufe 0.2 nicht ausreichend ist, erfolgt in Abstimmung mit der HPA (Statische Prüfstelle Hafen) in dieser Stufe eine erneute Berechnung mit angepassten Rahmenbedingungen auf Basis von charakteristischen Einwirkungen und Widerständen. Hierbei ist das verbleibende Sicherheitsniveau zu ermitteln.

Für diese Stufe werden die charakteristischen Bodenkennwerte in Abstimmung mit einem Sachverständigen für Geotechnik angesetzt. Für die Mantelreibung kann bei entsprechenden Randbedingungen und Kenntnissen zur Tragfähigkeit ein Anwachseffekt (Set-up) berücksichtigt werden.

Die Lage der Berechnungssohle gemäß Stufe 0.2 muss anhand der Tiefsten-Tiefen-Pläne der HPA überprüft und ggf. herabgesetzt werden.

Alle Stahlbaunachweise werden dazu einheitlich elastisch-plastisch geführt. Für Rundstahlanker, Stahlkabelanker und Seilanker gelten die Nachweise gemäß Stufe 0.2. Die Restsicherheiten sind analog zu Stufe 0.2 zu ermitteln.

Die Nutzlasten (inkl. Pollerlasten) sind gemäß Stufe 0.2 zu übernehmen.

Kann trotzdem keine ausreichende Standsicherheit erreicht werden, wird die Nutzlast zielführend stufenweise reduziert (Entfall des Schienenkrans, $q_k = 30/20/10/0 \text{ kN/m}^2$).

Auf dieser Grundlage wird eine Empfehlung für das weiterführende Vorgehen abgegeben.

5.4.2 Stufe 1 (Fiktiver Neubau)

In der Stufe 1 wird das Bauwerk nach semiprobabilistischem Sicherheitskonzept (Teilsicherheitskonzept) unter Berücksichtigung des im Abschnitt 2 angegebenen Stands der Normung nachgerechnet. Dabei wird der Zustand zum Zeitpunkt $t = 0$ als

fiktiver Neubauzustand ohne Berücksichtigung von Schäden und Abrostung betrachtet und die in Stufe 0.1 betrachteten Lastfälle in die heutigen Bemessungssituationen überführt.

Es sind auf das Teilsicherheitskonzept aktualisierte Bodenkennwerte und Bemessungsprofile zu verwenden. Hierfür werden die vorhandenen Bodenaufschlüsse auf Plausibilität geprüft und ggf. in Abstimmung mit einem Sachverständigen für Geotechnik angepasst. Die Lage und Lagerungsdichte der einzelnen Bodenschichten kann mittels gezielter Drucksondierungen präzisiert werden. Falls die Anzahl und Lage der Aufschlüsse unzureichend sind, sind neue Aufschlüsse zu veranlassen und zu verwenden.

Soweit in den Bestandsunterlagen keine Baustoffeigenschaften angegeben sind, sind die Stoffeigenschaften und -kennwerte von allen relevanten Materialien (in der Regel Beton, Stahl, etc.) durch Entnahme und Untersuchungen von Proben zu bewerten, so dass entsprechende charakteristische Werte hergeleitet werden können. Dieser Schritt erfordert vertiefte Kenntnisse der Grundlagen sowohl aktueller als auch zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung der Konstruktion geltender Normung und ist daher von einem in dem Bereich erfahrenen Ingenieur durchzuführen.

Wasserstände und daraus resultierende Wasserüberdrücke sind anhand von Pegelauswertungen in Absprache mit einem Sachverständigen für Geotechnik zu berücksichtigen. Für den Fall, dass keine Pegelmessungen vorliegen, ist Teil C1 [2] anzuwenden.

Die Verkehrslasten inkl. Pollerlasten sind gemäß Stufe 0.2 anzusetzen.

Für den Zuschlag zur Berechnungssohle sind als Baggertoleranz bei einer Hafensolltiefe von bis -10 m NHN 0,5 m zu berücksichtigen. Für größere Solltiefen ist eine Baggertoleranz von 1,0 m anzusetzen. Der Kolkzuschlag beträgt im Bereich von Seeschiffverkehrsverkehr 1,5 m und im Bereich von Binnenschiffverkehrsverkehr 0,5 m.

Aus Tiefste-Tiefen-Plänen ermittelte Übertiefen sind hierbei zu berücksichtigen. Im Zweifel sind Drucksondierungen im Erdwiderstandsbereich auszuführen.

Weitere Anpassungen der Annahmen und Grundlagen können im Einzelfall in Abstimmung mit der HPA (Statische Prüfstelle Hafen und Anlagenmanagement Kaimauern) vorgenommen werden.

Für den Fall, dass Schäden (auch Korrosion) an der Anlage vorhanden sind, ist die Nachrechnung in Stufe 2 fortzuführen.

5.4.3 Stufe 2 (Situation heute)

Im Rahmen dieser Stufe wird der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt sowie am Ende der Nutzungsdauer geführt.

Die festgestellten Schäden, z.B. Abrostungen, sind in der Berechnung zu berücksichtigen. Des Weiteren sind die aktualisierten Bemessungsprofile, Berechnungstiefen, Verkehrslasten, Wasserstände und Wasserüberdrücke gemäß Stufe 1 anzusetzen.

2.1: Aktueller Zustand mit Schäden, uneingeschränkte Standsicherheit

Es wird der Nachweis für den aktuellen Zustand in der jeweils nach heutiger Normung vorgesehene Bemessungssituation geführt. Kann dieser Nachweis erbracht werden, wird von einer uneingeschränkten Standsicherheit ausgegangen. In diesem Fall kann auf weitere Schritte der Nachrechnung verzichtet werden. Ist es absehbar, dass diese Stufe wenig Erfolg versprechend ist, z.B. aufgrund eines hohen Schädigungsgrades der Anlage, kann Stufe 2.1 übersprungen werden und die Nachrechnung direkt in Stufe 2.2 fortgeführt werden.

2.2 Aktueller Zustand mit Schäden, eingeschränkte Standsicherheit

Es wird der Nachweis für den aktuellen Zustand in allen Lastfällen mit den Sicherheiten gemäß BS-A geführt. Kann dieser Nachweis erbracht werden, erfolgt eine Berechnung in Stufe 2.3. Anderenfalls könnte das Ende der

Nutzungsdauer der Anlage erreicht sein und die Berechnung ist in Stufe 3 oder 4 fortzuführen.

2.3: Ende der Nutzungsdauer (Prognose)

Aus den bisherigen Angaben (z.B. Messungen der Abrostung) wird eine fortschreitend gleichbleibende Abrostung bzw. Schwächung der Anlage vorausgesetzt, anhand derer das Ende der Nutzungsdauer prognostiziert wird. Für diese Berechnung werden gemäß Teil C1 [2], Kapitel 5.1.3 alle Teilsicherheitsbeiwerte auf 1,0 gesetzt. Dies bietet lediglich einen Hinweis darauf, ob in naher oder ferner Zukunft ein Handlungsbedarf besteht. Das Bauwerk muss außerdem regelmäßig begutachtet werden.

5.4.4 Stufe 3 (Entlastende Maßnahmen)

In Stufe 3 werden zusätzlich zu den modifizierten Teilsicherheitsbeiwerten gemäß Stufe 2.1 (BS-A) ergänzende Regelungen zu den Einwirkungen eingeführt.

Die Belastungen gemäß Teil C1 [2] bzw. gemäß dem Mietvertrag werden in Abstimmung mit dem Mieter der betreffenden Anlage soweit wie möglich reduziert.

Des Weiteren dürfen in bestimmten Fällen, nach Zustimmung des Oberhafenamtes (HM) sowie der Nassbaggertechnik (WI12), die Zuschläge für Baggertoleranz und Kolk reduziert werden. Dies setzt eine engmaschige Kontrolle voraus, sowie ggf. ein angepasstes Baggerverfahren und Aufbringen eines Kolkschutzes.

Wenn die Funktionalität einer geeigneten Entwässerungseinrichtung dauerhaft gewährleistet werden kann, dürfen nach den Angaben eines Sachverständigen für Geotechnik geringere Wasserüberdrücke als in den üblichen Ansätzen (Teil C1 [2], BHFU [4]) für die Sunklastfälle berücksichtigt werden. In diesem Fall ist der Nachweis für den Ausfall der Drainage zusätzlich zu führen.

Mithilfe von baulichen Maßnahmen kann die Beanspruchung der Anlage reduziert werden, z.B. durch Bodenaustausch, Einbau einer landseitigen Schürze, Fensteröffnungen in der Spundwand, Ausbessern oder Nachrüsten von

tragfähigkeitsrelevanten Elementen, zusätzliche Verankerung, Verstärken von Anschlüssen und weitere Reparaturmaßnahmen am Bauwerk. Im Erdwiderstandsbereich kann eine Vorschüttung aufgebracht werden.

Die Anwendung von Kompensationsmaßnahmen kann ein Monitoring der Anlage voraussetzen.

Die neue Lastsituation unter Berücksichtigung der entlastenden Maßnahmen wird mit den Vorgaben der Stufe 2 nachgerechnet.

5.4.5 Stufe 4 (Schlussstufe)

In der letzten Stufe werden weitergehende Untersuchungsmethoden berücksichtigt.

Voraussetzung für die Anwendung von Stufe 4 ist eine erfolgversprechende Prognose sowie die enge Abstimmung mit dem Eigentümer der Anlage und die Zustimmung des Leiters der Statischen Prüfstelle Hafen der HPA.

In Stufe 4 dürfen Ergebnisse aus Messungen am Bauwerk sowie wissenschaftliche und komplexe Methoden zum Nachweis der Standsicherheit verwendet werden. Letztere können z.B. numerische Simulationen sein, die den mobilisierten Erddruck genauer berechnen oder nichtlineare Stoffgesetze berücksichtigen. Die Anwendbarkeit der Methoden ist durch entsprechende Voruntersuchungen und/oder wissenschaftlich anerkannte Veröffentlichungen zu belegen.

Über die Eignung der im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen angewandten Methoden und die Bewertung der Ergebnisse ist im Einzelfall in Abstimmung mit der HPA (Anlagenmanagement Kaimauern, Statische Prüfstelle Hafen) zu entscheiden.

Es werden zusätzliche Untersuchungen an der Kaimauerkonstruktion z.B. Messungen von Verformungen, Probelastungen und andere ggf. experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Diese Maßnahmen beinhalten auch das Freilegen und Begutachten von nicht ohne Weiteres zugänglichen Konstruktionsteilen sowie die Entnahme und labortechnische Untersuchung von Proben aus dem Bauwerk.

Die Durchführung von Messprogrammen ist mit der HPA (Anlagenmanagement Kaimauern und Statische Prüfstelle Hafen) abzustimmen und mit dem laufenden Betrieb der Anlagen zu vereinbaren.

Es können sowohl zusätzliche Messungen, Baugrundaufschlüsse und Laboruntersuchungen als auch ergänzende Analysen des Tragverhaltens der Kaimauerkonstruktion mit Hilfe von Methoden aus Praxis und Forschung berücksichtigt werden. Dabei sind insbesondere der Zustand des Bauwerks sowie mögliche Besonderheiten der Konstruktion oder des Tragverhaltens (z.B. Blocktragverhalten) zu beachten und ggf. in den Überlegungen zur Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks mit einzubeziehen.

Werden im Rahmen der Untersuchung numerische Simulationen (z.B. mit der Finite-Elemente-Methode) durchgeführt, muss beachtet werden, dass es sich bei einer Kaimauer um eine komplexe Konstruktion handelt, bei der die Interaktion des Bauwerkes mit dem umliegenden Boden und mit Wasser berücksichtigt werden muss. Eine solche Untersuchung ist daher durch einen erfahrenen und auf dem Gebiet ausgewiesenen Ingenieur durchzuführen. Des Weiteren sind die Empfehlungen des Arbeitskreises 1.6 Numerik in der Geotechnik (EANG) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. [5] bei der Modellierung zu beachten.

5.5 Bewertung

5.5.1 Qualitative Bewertung des Bauwerkszustands

- (1) Eine qualitative Bewertung des Bauwerkszustands erfolgt aus einer Bauwerksprüfung (Zustandsuntersuchung) sowie weiteren ggf. erforderlichen Untersuchungen am Bauwerk.
- (2) Die Ergebnisse der qualitativen Bewertung sind im Rahmen der rechnerischen Nachweise zu berücksichtigen.

5.5.2 Bewertung der Nachrechnungsergebnisse

- (1) In Anlehnung an die Nachrechnungsrichtlinie (NRR) für Straßenbrücken [6] wird das Bauwerk nach der Durchführung entsprechender Untersuchungen in sog. Nachweisklassen eingruppiert.
- (2) Die Einstufung gibt an, wie die Nachweisführung erfolgt ist und ob Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden müssen. Dafür ist es maßgebend, ob und in welcher Stufe die Nachweisführung abgeschlossen wurde.
- (3) Es werden drei Nachweisklassen unterschieden:
 - Nachweisklasse A: Die Tragfähigkeit ist in der Nachrechnung gemäß Stufe 1 oder Stufe 2.1 ohne Einschränkungen nachgewiesen.
 - Nachweisklasse B: Es ergeben sich aus der Anwendung der Regelungen der Stufen 2.2 und 2.3 keine Nutzungseinschränkungen. Für Bauwerke der Nachweisklasse B ist eine verminderte Restnutzungsdauer zu erwarten.
 - Nachweisklasse C: Es ergeben sich aus der Anwendung der Regelungen gemäß Stufe 3 und 4 einschränkende Nutzungsaufgaben. Für Bauwerke der Nachweisklasse C ist nur eine kurze Restnutzungsdauer zu erwarten. Wurden entlastende Maßnahmen gemäß Stufe 3, Abschnitt 5.4.4 berücksichtigt, ist ein Überwachungs- und Wartungskonzept auszuarbeiten und umzusetzen.
- (4) Nach Abschluss der Nachrechnung sind die Ergebnisse in einem Bericht zusammenfassend zu erläutern.

6 Erfassung des Bestandes

6.1.1 Bestandsunterlagen

(1) Für die Nachrechnung sind alle relevanten Informationen der Bauwerksdokumentation zu Grunde zu legen und hinsichtlich ihres Einflusses auf das Tragverhalten des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Folgende Bestandsunterlagen sind – sofern vorhanden – zu sichten:

- Kaimauerquerschnitte, -ansichten und -draufsichten
- geprüfte Ausführungs- und Bestandspläne, Bestandsstatiken sowie zugehörige Prüfberichte
- Gutachten und Unterlagen zu weiteren Untersuchungen, z.B. Bauwerksprüfung, Messergebnisse
- Ausführungsunterlagen von ggf. erfolgten Instandsetzungen, Verstärkungen oder baulichen Veränderungen.

(2) Die Angaben in den Bestandsunterlagen sind im Rahmen einer Ortsbegehung zu kontrollieren. Einwirkungen (z.B. Verkehrslasten, Geländeaufhöhungen, Aufbauten) sind auf ihre Plausibilität und Konformität mit der Genehmigung zu überprüfen.

(3) Wenn keine geprüften Bestandsunterlagen vorliegen, ist für die Nachrechnung eine Bestandsaufnahme mit Überprüfung des Ist-Zustandes und Abgleich mit den zur Verfügung stehenden Planunterlagen erforderlich.

(4) Die Qualität und Grad der Vollständigkeit der Bestandsunterlagen ist im Rahmen der Aufstellung des Lastenheftes (s. Abschnitt 5.3) zu dokumentieren und bei der Bewertung der Ergebnisse (s. Abschnitt 5.5) zu berücksichtigen.

6.1.2 Ergebnisse der Bauwerksprüfung

- (1) Als Grundlage für die Nachrechnung ist eine vorhergehende Bauwerksprüfung durchzuführen, in deren Ergebnis Zustandsberichte zum jeweiligen Bauwerk erstellt werden. In den Berichten werden die sichtbar festgestellten Schäden dokumentiert und den Schadensklassen 1-4 (BAW-Merkblatt Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken [8]) zugeordnet.
- (2) Im Rahmen der Nachrechnung sind die Berichte auszuwerten und die standsicherheitsbestimmenden Aussagen innerhalb der Schadensklassifizierung herauszuarbeiten. Die relevanten Ergebnisse der Auswertung der Bauwerksprüfung sind innerhalb der Lastenhefte (vgl. Abschnitt 5.3) zu dokumentieren und in den jeweiligen Stufen der Nachrechnung zu berücksichtigen.

7 Ablauf der Nachrechnung

Zur Verdeutlichung des Ablaufs der Berechnung befinden sich Ablaufdiagramme im Anhang A.

8 Grundlagen der Nachrechnung

8.1 Einwirkungen

8.1.1 Ständige Einwirkungen

- (1) Eigengewicht

Das Eigengewicht der Konstruktion ist in allen Stufen auf Basis der Bestandsunterlagen zu ermitteln. Dabei sind wichtige Maße vor Ort im Rahmen der Begehung zu überprüfen.

Für die Wichte des Betons können folgende Anhaltswerte in Anlehnung an das BAW Merkblatt Bewertung der Tragfähigkeit bestehender, massiver Wasserbauwerke, Ausgabe Juli 2016 [7] angenommen werden:

- Unbewehrter Beton: 23 kN/m^3 , bei Schwergewichtsmauern 22 kN/m^3 (wenn dies ungünstiger für den Nachweis ist)
- Schwach bewehrter Beton: 24 kN/m^3 (Bewehrung unterhalb der Mindestbewehrung)
- Stahlbeton: 25 kN/m^3

Für Stahl kann eine Wichte von $78,5 \text{ kN/m}^3$ angenommen werden.

Bei weiterführenden Untersuchungen sind die Wichten im Labor zu bestimmen und die Abmessungen vor Ort zu ermitteln.

(2) Erddruck

In der Stufe 0 sind die Erddruckbeiwerte entsprechend dem Normenstand der Bestandsstatik zu ermitteln. Für die Ermittlung des Erddrucks müssen im Rahmen der Stufen 1 bis 3 die Erddruckbeiwerte nach aktueller Normung verwendet werden. Mögliche Unterschiede der Bodenreibungswinkel und Wichten in den einzelnen Bodenschichten gegenüber den Angaben in den Bestandsunterlagen sind ggf. zu berücksichtigen.

In Stufe 4 kann eine Ermittlung des Erddrucks mittels numerischer Methoden erfolgen. In diesem Fall sind die EANG [5] zu beachten.

(3) Wasserdruck

Für Bauwerke in tidebeeinflussten Gebieten sind Wasserüberdrücke zu berücksichtigen (s. [1] und [2]). Nach Möglichkeit sind örtlich Pegel zu setzen und auszuwerten. Lediglich in Stufe 0.1 sind die zur Zeit der Erstellung der ursprünglichen Statik angewendeten Ansätze heranzuziehen.

8.1.2 Veränderliche Einwirkungen

(1) Nutzlasten

Die Lasten aus Verkehr müssen der tatsächlichen Lastsituation entsprechen. Hat sich eine Änderung, z.B. infolge einer Umnutzung, Errichtung oder Verlegung von Wegen etc. ergeben, so ist der Lastansatz zu überprüfen und anzupassen für Stufe 1 bis 4.

In der Regel kann ein Mindestwert von 30 kN/m^2 angenommen werden. Zusätzlich sind die Lasten aus dem Umschlagbetrieb (z.B. Containerbrücken) zu berücksichtigen. Es ist auch zu prüfen, ob der Einsatz von Hafenmobilkränen gegenüber der Bestandsstatik nachträglich genehmigt wurde.

Abweichende Vereinbarungen im Rahmen eines Mietvertrags können ggf. maßgebend sein.

(2) Pollerzug, Zug durch Schutenhalter

Die Lastgröße aus Pollerzug ist in grundsätzlich nach der ursprünglichen Statik für das Bauwerk anzusetzen. Veränderte Belastungen sind gesondert zu betrachten.

Die Lastgröße aus Zug durch Schutenhalter ist für die Stufe 0 und 1 nach Altstatik und für die Stufen 2 bis 4 nach [2] anzusetzen.

(3) Eisdruck und Fenderdruck

Die Lasten aus Eisdruck und Fenderdruck sind für die Stufen 0.2 bis 4 nach [2] und für die Stufe 0.1 nach Altstatik anzusetzen.

(4) Temperatur, Wellenlasten und Treibgutstoß

Die Einwirkungen aus Temperatur, Wellenlasten und Treibgutstoß können in der Regel vernachlässigt werden.

8.1.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

Havariezustände sind in Abstimmung mit HPA (Anlagenmanagement Kaimauern, Statische Prüfstelle Hafen) z. B. als Ausfall eines Reiberohrs zu berücksichtigen.

8.2 Materialkennwerte

8.2.1 Beton

(1) Stufe 0

Die Materialkennwerte sind den zum Zeitpunkt der Errichtung des Bauwerks gültigen Regelwerken zu entnehmen.

(2) Stufen 1 bis 4

Für die Untersuchungen im Rahmen der Stufen 1 bis 4 sind die charakteristischen Druck- und Zugfestigkeiten nach [7], Tabelle 3 und 4 zu verwenden.

Liegen gutachterliche Ergebnisse von Materialuntersuchungen vor, so sind diese zu verwenden.

Für die weiterführenden Untersuchungen ist ggf. eine Entnahme von Bohrkernen und die Durchführung von Versuchen zwecks Bestimmung der Materialkennwerte gemäß [10] und unter Beachtung von [7] vorzunehmen.

Für die Probenentnahme ist das Bauwerk in Teilbereiche zu unterteilen, für die angenommen werden kann, dass keine wesentlichen Abweichungen in den Betoneigenschaften auftreten.

Die Probenentnahme soll keine oder möglichst geringfügige Beeinträchtigungen des Tragwerks verursachen.

8.2.2 Betonstahl

(1) Den Bestandsunterlagen können in der Regel die Lage, Menge und Güte der vorhandenen Bewehrung entnommen werden. Die charakteristische Streckgrenze

kann in Abhängigkeit des Herstellungsjahrs und der Herstellungsart aus den Tabellen 6 und 7 in [7] ausgelesen werden.

- (2) Ggf. ist die Gewinnung von Proben sinnvoll, falls dies ohne Beeinträchtigungen des Bauwerks möglich ist. Aus diesen können die Streckgrenze, die Zugfestigkeit und die Dehnung bei Höchstlast bestimmt werden.

8.2.3 Baustahl

- (1) Es sind die Materialkennwerte für Baustahl der Tabelle 11.9 aus [6] zu verwenden.

- (2) Im Einzelfall ist die Gewinnung von Proben sinnvoll.

8.2.4 Spundwandstahl

Soweit keine anderen Angaben zu den charakteristischen Materialkennwerten für Spundwandstähle vorhanden sind, können folgende Werte aus Tabelle 1 verwendet werden:

Tabelle 1 Kennwerte für historische Stahlsorten

Zeitraum	Stahlgüte	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Elastizitätsmodul	Schubmodul	
		f_{yk} [N/mm ²]	f_{uk} [N/mm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	
1900 - ca. 1925	Flusseisen Flussstahl	220	335	210.000	81.000	1.)
ca. 1925 - ca. 1950	St 37-44	220	370	210.000	81.000	1.)
	St 45-52	270	450			1.)
	St 50-60	300	500			1.)
ca. 1950 - ca. 1965	St 37	240	370	210.000	81.000	1.) 1.)
	St 45	270	450			
	St 50	300	500			
ca. 1960 - ca. 1995	StSp 37	240	370	210.000	81.000	1.) 1.)
	StSp 45	270	450			
	StSp 50	310	500			
	StSpS	360	500			
ab 1995	s. DIN EN 10248-1					
unbekannt	<u>Sonderstähle:</u> Hoesch- Stahlspundwand- Spezialstahl	340	500	210.000	81.000	1.)
	Peine- Spundwand- sonderstahl	360	500			1.)
	Larssen- Resistastahl	360	500			1.)
	Klöckner- Spundbohlen- Sonderstahl	380	500			1.)

1.) Die Eignung dieser Stahlsorten zum Schweißen ist nicht gesichert.

8.2.5 Baugrund

- (1) Für Stufe 0 können die erforderlichen Baugrundkennwerte den Bestandsunterlagen entnommen werden. Die Werte sind nach Auswertung vorhandener Aufschlüsse durch einen Sachverständigen für Geotechnik zu überprüfen und falls notwendig anzupassen.
- (2) Für die Untersuchungen ab Stufe 1 ist eine erneute Beurteilung der Bodenkennwerte bzw. der Bemessungsprofile durch einen Sachverständigen für Geotechnik vorzunehmen.
- (3) Ist die Anzahl der Aufschlüsse nicht ausreichend, so sind neue Aufschlüsse vorzunehmen und die Proben geotechnisch zu untersuchen.

8.2.6 Materialkennwerte aus Untersuchungen

- (1) Sollten Materialuntersuchungen durchgeführt werden, sind die Materialkennwerte als 5%-Quantile χ_k zu bestimmen. Das anzuwendende Rechenverfahren ist in [9], Anhang D und [6], Abschnitt 17 beschrieben.
- (2) Die charakteristische Druckfestigkeit von Bauwerksbeton ist gemäß DIN EN 13791:2008-05 [10] zu ermitteln.

9 Kompensation von Defiziten

- (1) Sollte es in den Stufen 0 bis 2 nicht möglich sein, eine ausreichende Tragfähigkeit der Kaimauer nachzuweisen, so sind Kompensationsmaßnahmen (in Stufe 3) zu ergreifen.
- (2) Vor der Durchführung der Kompensationsmaßnahmen sind diese konzeptuell auszuarbeiten und mit der Statischen Prüfstelle Hafen und dem Anlagenmanagement Kaimauern abzustimmen. Das Konzept muss ausführlich dokumentiert werden und über die reine Kompensationsmaßnahme hinaus einen Aktionsplan für den Fall eines Versagens enthalten.
- (3) Die Kompensationsmaßnahmen sind durch den Eigentümer der Anlage zu genehmigen und mit dem Betreiber der Anlage im Rahmen von angemessenen Fristen abzustimmen. Dabei sind an erster Stelle sicherheitsrelevante Gesichtspunkte zu beachten. Zudem ist die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme zu berücksichtigen.

10 Literatur

10.1 Richtlinien und Regelwerke

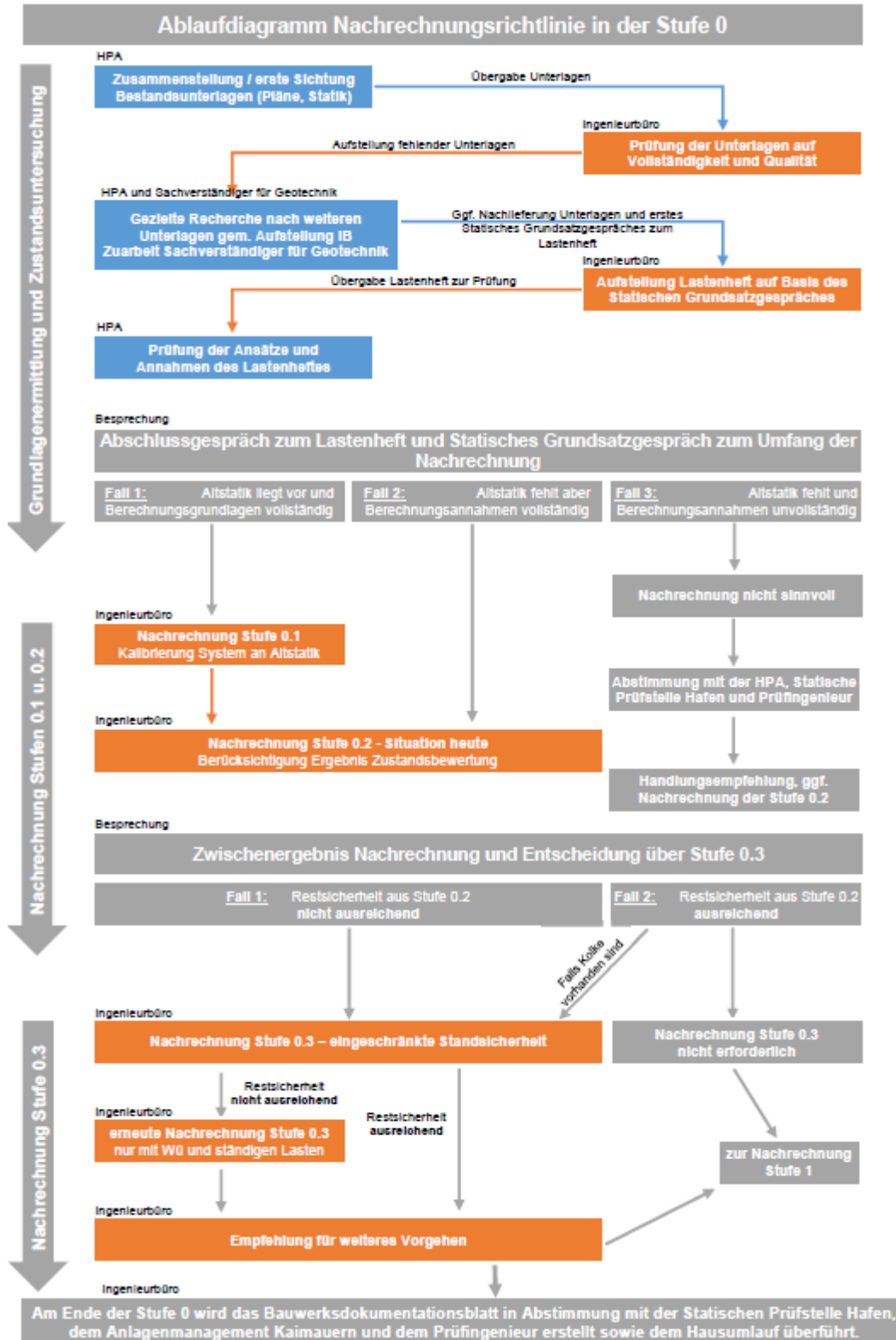
- [1] EAU (2012): Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferbefestigungen der Hafentechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11. Aufl. Berlin: Ernst & Sohn.
- [2] Hamburg Port Authority AöR (2014): Leistungsbeschreibung Teil C1 – Technische Bearbeitung.
- [3] Hamburg Port Authority AöR (2008): Technische Rahmenbedingungen (TR HWS-Bau) für die Planung und Bauausführung zum Förderprogramm „Privater HWS“ für Bau- und Anpassungsmaßnahmen des privaten Hochwasserschutzes im Hamburgischen Tidegebiet
- [4] Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (2013): Berechnungsgrundsätze für Hochwasserschutzwände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der Tideelbe der Freien und Hansestadt Hamburg (BHFU), Richtlinie.
- [5] EANG (2014): Empfehlungen des Arbeitskreises Numerik in der Geotechnik (EANG) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Hoboken: Wiley.
- [6] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011): Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie).
- [7] BAW (2016): Merkblatt Bewertung der Tragfähigkeit bestehender, massiver Wasserbauwerke, Ausgabe Juli 2016
- [8] BAW (2015): Merkblatt Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken (MSV) – Ausgabe 2015

10.2 Normen

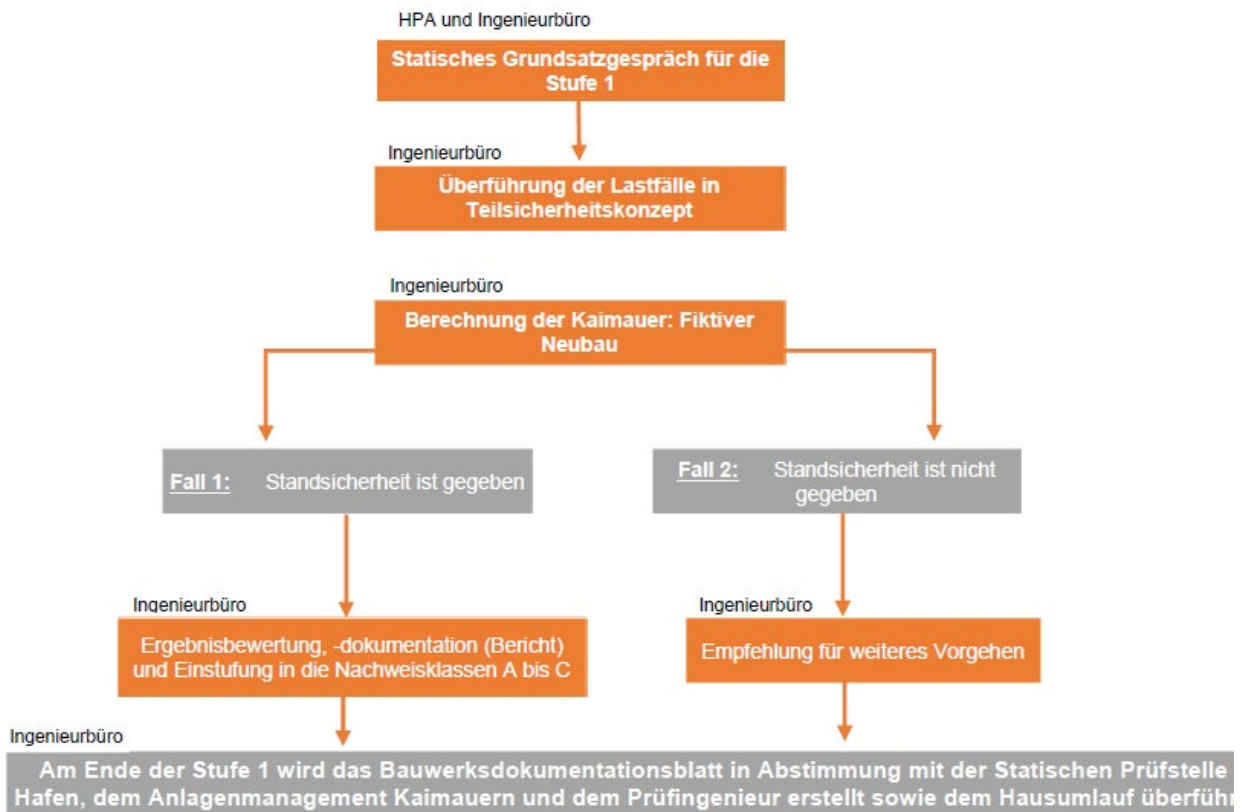
[9] DIN EN 1990:2010-12: Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung,
Deutsches Institut für Normung e.V.

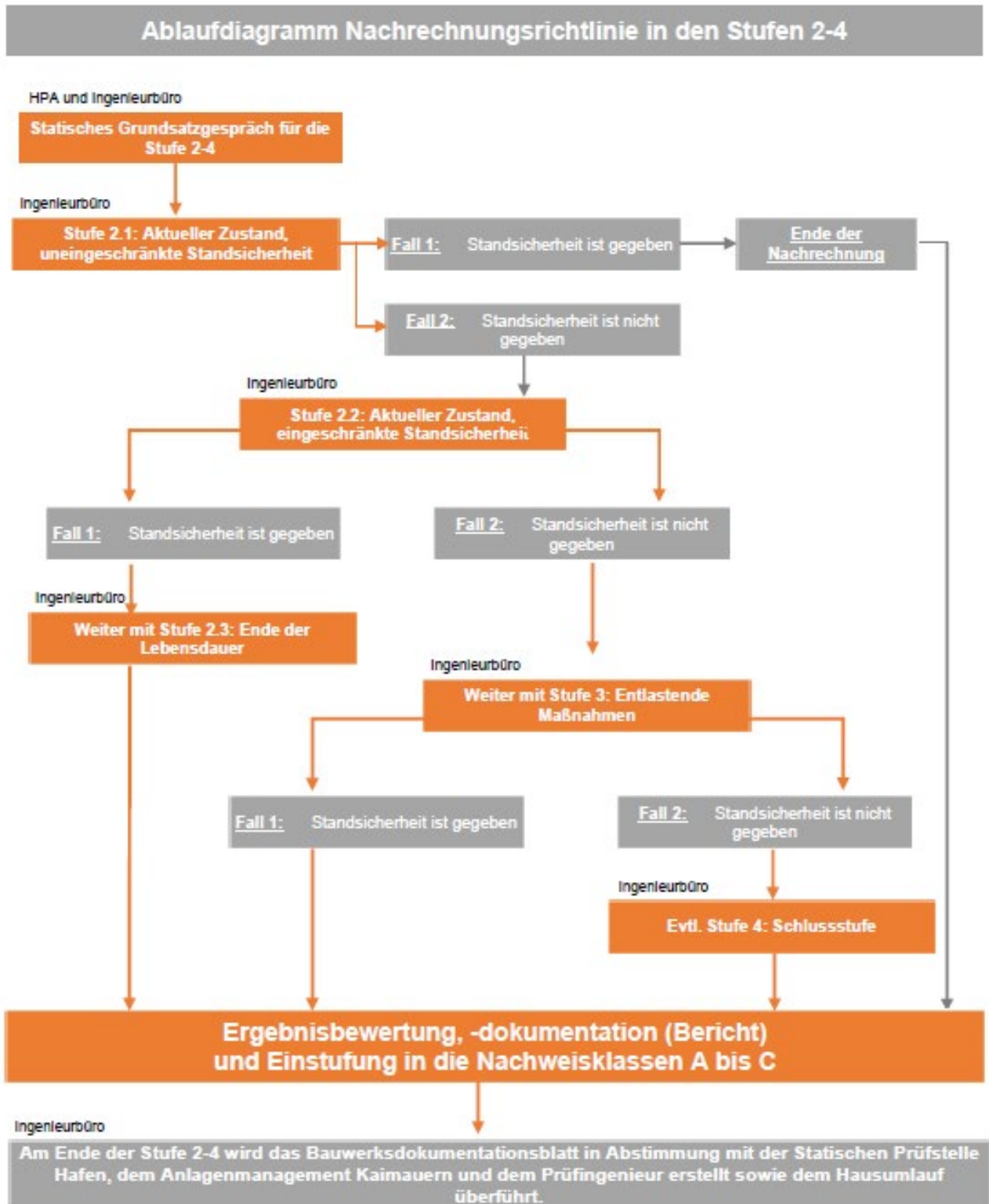
[10] DIN EN 13791:2008-05: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in
Bauwerken oder in Bauwerksteilen, Deutsches Institut für Normung e.V.

Anhang A: Ablaufdiagramme



Ablaufdiagramm Nachrechnungsrichtlinie in der Stufe 1





Anhang B: Bauwerksdokumentationsblatt (Muster)

Bauwerks-Dokumentationsblatt – Stufe 0



Objekt-ID Objektbezeichnung und Objektstandort

--	--

Länge Hafensollsohle Schiffsbelegung Mieter

	s. aktueller Peilplan		
--	-----------------------	--	--

Beschreibung des Ist-Zustandes

Konstruktionsbeschreibung:

Bauwerkskizze:

Bauwerkszustand:

Abweichungen von den Anerkannten Regeln der Technik

Bestandsunterlagen:
Einwirkungen:
Baugrund:
Hafensohle/ Berechnungssohle: <i>Solltiefe gemäß Hydrographie s. aktueller Peilplan oder Tiefster Tiefenplan</i>
Wasserüberdruck:

	Richtwert heute	aktueller Istwert	zu informieren
Baggertoleranz	<i>0,5 oder 1,0 je nach Tiefe</i>	<i>nach Altstatik 0.1</i>	<input type="checkbox"/> WI
Kolkzuschlag	<i>Binnen- oder Seeschiff</i>	<i>nach Altstatik 0.1</i>	<input type="checkbox"/> HM
Wasserdruck (maßgebender LF)	<i>nach Teil C1 bzw. Pegel</i>	<i>nach Altstatik 0.1</i>	

Ergebnis der Nachrechnung Stufe 0

Die bauliche Anlage ist im Sinne der Technischen Baubestimmungen (nicht) standsicher.

Erläuterung der Nachrechnungsergebnisse:
--

Empfohlene Sofortmaßnahmen

- erforderlich nicht erforderlich
- Kontrollen: Intensivierung Bauwerksprüfung
 Monitoring der Anlage, auch Pegelsetzung und Bodenaufschlüsse
- Kompensationsmaßnahmen: Nutzungseinschränkung
 Landseitige Sperrung
 Wasserseitige Sperrung
 Anlegeverbot
- Bauliche Maßnahmen: Vorschüttung im Erdwiderstandsbereich
 Wasserdruckentlastung
 Sonstige Maßnahmen

Beschreibung der Sofortmaßnahmen:

Empfehlungen für das weitere Vorgehen

- Weiterrechnung in Stufe 1
 Stufe 2
 Stufe 3
 Stufe 4

Erläuterung:

Aufsteller (Ing.-Büro)	Bearbeiter	Jahr

Aufgestellt:

Datum:

statisch geprüft:

Datum: