



AQUADOT · Ingenieurgesellschaft mbH

Projekt Schleiterrassen

**Gutachterliche Stellungnahme zu den zu erwartenden Auswirkungen der geplanten Anleger auf die Strömungssituation und den Zustand der Gewässer-
sohle im Planungsgebiet**



Auftraggeber: ITT Port Consult GmbH, Laboe

Hamburg, den 22. Juni 2017

AQUADOT Ingenieurgesellschaft mbH – Wasserbau und Küsteningenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. Bärbel Koppe

Oberhafenstraße 1

20097 Hamburg

Telefon: 040 – 7421 4904

koppe@aquadot.de

www.aquadot.de

Inhalt

1	Anlass und Aufgabenstellung	1
2	Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Informationen und Dokumente	1
3	Naturräumliche Situation im Planungsgebiet.....	1
4	Beschreibung der geplante Maßnahme	5
5	Aktuelle und zu erwartende morphodynamische Verhältnisse im Planungsgebiet	6
6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	8
7	Referenzen	9

1 Anlass und Aufgabenstellung

Im Seegebiet vor der ehemaligen Marinewaffenschule Ellenberg bei Kappeln soll im Rahmen des Projekts 'Schleiterrassen' ein Anlegebereich für Sportboote entstehen. Im Rahmen der Vorplanung der Maßnahme sind die durch die geplanten Bauwerke zu erwartenden Änderungen der Strömungssituation und der Gewässersohle auf Grundlage verfügbarer Planungsdaten und bereits erfolgter naturräumlicher Untersuchungen abzuschätzen.

Das Ingenieurbüro AQUADOT mit Sitz in Hamburg wurde von der ITT Port Consult GmbH mit Sitz in Laboe im Mai 2013 mit der Erarbeitung einer gutachterlichen Stellungnahme zu den zu erwartenden Auswirkungen der geplanten Maßnahme auf die Strömungs- und Sedimentationssituation im Planungsgebiet beauftragt. Dieses Gutachten wurde von der Ingenieurgesellschaft AQUADOT mbH im Juni 2017 auf den aktuellen Planungsstand, vorgelegt durch die ITT Port Consult GmbH am 15.06.2017, angepasst. Im Folgenden wird zunächst der Ist-Zustand der Strömungen und des Sedimenttransports im Projektgebiet erläutert; darauf aufbauend werden mögliche Veränderungen der Sedimentbewegungen im erweiterten Planungsgebiet infolge der geplanten Maßnahme abgeschätzt.

2 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Informationen und Dokumente

Die folgenden Informationen wurden vom Auftraggeber bzw. von Dritten für die Erstellung des Gutachtens zur Verfügung gestellt:

- ITT PORT CONSULT, 2017: Stellungnahme zu hafengebäulichen Fragestellungen am Projekt 'Schleiterrassen Ellenberg' der AMA Marina Schleiterrassen GmbH & Co. KG, Stand 15.06.2017, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- ITT PORT CONSULT, 2016: Schleiterrassen Ellenberg – Vorentwurfsplanung – Steganlage Nord, Lageplan, Stand 15. März 2016, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- Grundrisse der Vorplanungen der Steganlagen, Stand 14. März 2013, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- Besprechungsprotokoll 02 Schleiterrassen Ellenberg – Hafenanlagen für Sportboote, 13. Juni 2013, erstellt von Thees Thiel, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- Bericht zum Einzelauftrag AF1_WSV_20110207101854_273 der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) für das WSA Lübeck zur Entnahme und Untersuchung von Proben aus der Schlei. Erstellt vom Institut Dr. Nowak, Ottersberg, Bearbeiter J. Ebert, 18.02.2011
- Erläuterungsbericht Unterhaltungsbaggerung des Wasser- und Schifffahrtsamtes (WSA) Lübeck im Fahrwasser der Bundeswasserstraße Schlei Abschnitte: Stexwiger Enge, südlich Arnis sowie südlich Maasholm. WSA Lübeck, Bearbeiter H. Nöthel, 28. Januar 2011
- Kolk sicherungskonzept Neue Schleibrücke Kappeln. Ingenieurbüro Dr.-Ing. H. Manzenrieder & Partner, Oldenburg, Februar 1995

3 Naturräumliche Situation im Planungsgebiet

Die geplanten Anleger für Sportboote im Projekt Schleiterrassen befinden sich am Westufer der Schlei vor der Ortslage Kappeln-Ellenberg. Die Schlei ist eine der vier Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Sie weist eine Länge von 43 km (DUPHORN ET AL., 1995) und eine mittlere Wassertiefe von 2,5 m auf (FEIBICKE, 2005). Im Gegensatz zu den anderen Förden, Kieler Förde, Eckenförde Förde

und Flensburger Förde, ist die Schlei durch zwei zusammengewachsene Nehrungshaken weitgehend von der Ostsee abgeschnitten, wobei für die Schifffahrt ein rund 60 m breiter und 5 m tiefer Durchstich freigehalten wird.

Das Projektgebiet Schleiterrassen liegt an der flussartigen Mittelschlei zwischen Missunde und Rabelsund nördlich Kappeln (Abb. 1), in der schmale Schmelzwasserrinnen durch kleinere Becken miteinander verbunden sind.

Der höchste gemessene Wasserstand am Pegel Kappeln trat im Jahr 1904 mit NN +1,96 m gefolgt von NN +1,73 m in 1979 auf (LUNG, 1999). Der niedrigste Wasserstand am Pegel Kappeln wurde im Jahr 1967 mit NN -1,70 m gefolgt von NN -1,37 m in 1981 gemessen (LUNG, 1999).

Der Salzgehalt der Schlei nimmt von 1,3 - 1,9‰ bei Schleimünde auf 0,3 – 0,8‰ in der Kleinen Breite bei Schleswig ab (DUPHORN ET AL., 1995). Im Planungsgebiet kann von einem Salzgehalt von rund 1,5‰ ausgegangen werden.

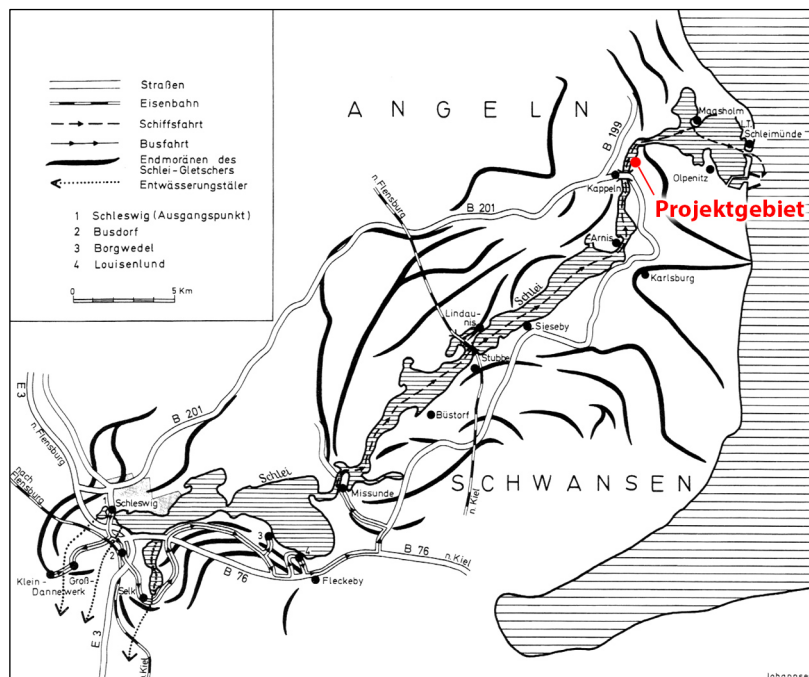


Abb. 1: Die dreigliedrigte Schlei (Innen-, Mittel- und Außenschlei) (DUPHORN ET AL., 1995) mit Eintragung des Projektgebiets Schleiterrassen

Die Schlei weist lediglich geringe Oberwasserzuflüsse auf, und die Wasserbewegungen sowie Wasseraustauschprozesse basieren in erster Linie auf den folgenden Prozessen (MANZENRIEDER, DE VRIES, 1995):

- Mitschwingungseffekte der lokalen Tidebewegung der Ostsee – bei Schleimünde beträgt der Tidenhub rund 0,2 bis 0,3 m
- Direkter Energieeintrag über Windschubspannungen an der Wasseroberfläche – im Planungsgebiet in erster Linie bei nördlichen und südlichen Winden
- Indirekter Energieeintrag über Windstauereffekte in der Ostsee – in erster Linie bei östlichen und westlichen Winden

Die im Planungsgebiet zu erwartenden seegangsinduzierten Strömungen sind wegen des örtlich stark strukturierten Gewässerverlaufs und der hiermit verbunden kurzen Windwirklängen und niedrigen Wellenhöhen gering.

Die Strömungsgeschwindigkeiten im Gebiet Kappeln betragen in der Fahrrinne bis zu 3 Knoten bzw. 1,5 m/s (BSH, 2011).

Im Rahmen von Untersuchungen für den Bau der rund 1.300 m südlich des Projektgebiets befindlichen Klappbrücke Kappeln wurden 1995 Naturmessungen und analytische Untersuchungen durchgeführt. Hiernach sind im Brückenbereich häufig sohnnahe Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 1,0 m/s und bei Extremereignissen bis zu 2,0 m/s zu erwarten (MANZENRIEDER, DE VRIES, 1995).

Naturmessungen haben gezeigt, dass keine einheitliche logarithmische Strömungsverteilung über die Tiefe angenommen werden kann, sondern es können innere Grenzschichten und über die Tiefe unterschiedliche Strömungsrichtungen, also z.B. Ausstromverhältnisse an der Oberfläche und Einstromverhältnisse an der Sohle, auftreten (MANZENRIEDER, DE VRIES, 1995).

Das Planungsgebiet Schleiterrassen liegt am Kappelner Westufer der Schlei und somit im Bereich eines Gleitufers, an dem verhältnismäßig geringe Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschen. Die im Bereich Kappeln bis zu 15 m tiefe, als Fahrwasser dienende Schmelzwasserrinne liegt nahe des östlichen Schleiufers, während am Westufer ein bis zu 250 m breiter Flachwasserbereich mit Wassertiefen unter 2 m vorhanden ist. Unter Berücksichtigung der Abschätzung maximaler Strömungsgeschwindigkeiten im verbauten Bereich der Kappelner Brücke kann im Planungsgebiet davon ausgegangen werden, dass die Strömungsgeschwindigkeiten auch im Extremfall 1 m/s nicht überschreiten.

Bei der Schlei, insbesondere der Innenschlei, handelt es sich um ein stark nährstoffreiches Gewässer, das sich durch eine starke Entwicklung der Phytoplankton-Biomasse (Blüten) auszeichnet (WASMUND ET AL., 2011). Dies führt teilweise zu einer hohen Trübung des Wassers (Abb. 2) und somit zu einer Reduzierung des Lichtdurchgangs und zu einem Rückgang von Makrophyten im Küstenbereich. Veränderungen der Phytoplankton-Biomasse lassen sich über die Chlorophyll-a-Konzentration verfolgen. Das Chlorophyll-a (Chl-a) gilt deshalb als wichtiger Indikator für die Gewässerqualität und kann als biologisches Qualitätskriterium für die Gewässergüte-Einschätzung der deutschen Küstengewässer nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) angesehen werden. Der Eutrophierungszustand der Innenschlei und des südlichen Teils der Mittelschlei wird als schlecht und der Eutrophierungszustand der Schlei bei Kappeln als unbefriedigend bewertet, Abb. 3.

Mit dem hohen Eutrophierungsgrad der Schlei geht ein hoher Anfall an Faulschlamm im Gewässer einher. Nach RIPL (1986) stieg die Sedimentationsrate in der Innenschlei vor rund 120 Jahren (FEIBICKE, 2005) durch vermehrt eingetragene Nährstoffe sprunghaft auf 8 mm/a an. Dieser Wert wird wegen der geringeren Nährstoffbelastung in der Mittelschlei unterschritten; genauere Angaben zur Sedimentationsrate in der Mittelschlei liegen jedoch nicht vor.

Stichprobenbegehungen des Küstensaums im nördlichen Projektgebiet (Ortstermin im Juli 2013) zeigen im Unterwasserbereich einen schlammigen Untergrund an. Die Küstenlinie ist überwiegend durch eine Steinvorlage gesichert. Teilweise befindet sich der Schilfbewuchs wasserseits der Steinvorlage, überwiegend stellt die Steinvorlage jedoch die Grenze des Schilfbewuchses an. Die Wassertiefen direkt vor der Steinsicherung liegen bei 0,6 bis 0,8 m.



Abb. 2: Bewuchs des Unterwasserstrands und Trübung des Wassers im nördlichen Planungsgebiet am 8. Juli 2013

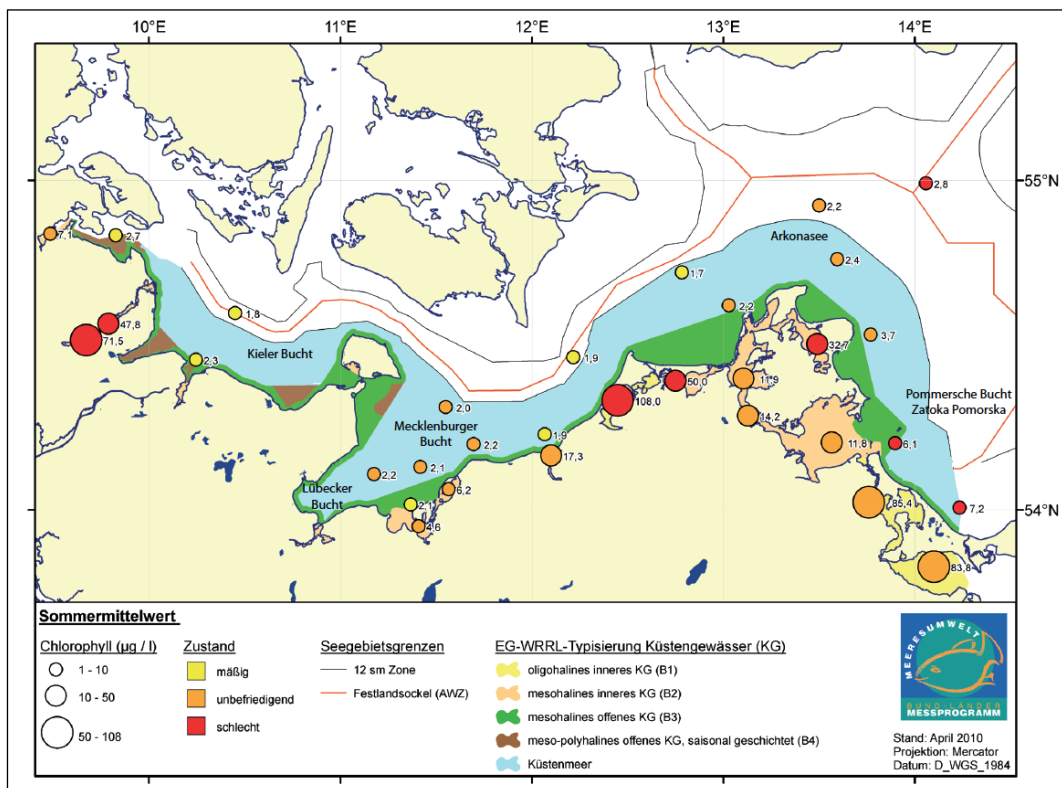


Abb. 3: Stationen des Bund-Länder-Messprogramms mit Angabe der mittleren Chlorophyll-a-Konzentration (Mai-September, 2003-2008). Die Größe der Kreise zeigt die Größenordnung (3-stufig) an; die Farbe zeigt die Einstufung nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie an (WASMUND ET AL., 2011)

Im Planungsgebiet selbst sind keine auf einen ausgeprägten Sedimenttransport hinweisenden morphologischen Strukturen zu erkennen. Ein im Ansatz vorhandener, von Süd nach Nord gerichteter sandiger Nehrungshaken befindet außerhalb des Planungsgebiets am Nordufer der Ortslage Ellenberg. Dieser zeigt einen leichten nach Nord gerichteten Transportüberschuss von sandigem Material

im Küstengebiet vor Ellenberg an. Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im Planungsgebiet nur geringe Umlagerungen von sandigen Materialien stattfinden. Feineres, als Schwebstoff transportiertes Material setzt sich lediglich bei sehr ruhigen Strömungsverhältnissen ab, wird nach Absetzen jedoch wegen der wirkenden Kohäsion im bindigen Material nur durch einen relativ hohen Energieeintrag wieder gelöst. Die vorhandene Schlammschicht im Küstenbereich lässt auf derartige Absetzvorgänge schließen.

4 Beschreibung der geplante Maßnahme

Das Planungsgebiet Schleiterrassen liegt westlich der Ortslage Ellenberg am Ufer der Schlei auf dem Gelände der 2003 geschlossenen Marinewaffenschule Ellenberg. Die geplante Steganlage Nord für Sportboote liegt südlich des Sportplatzes der ehemaligen Marinewaffenschule (Abb. 4 und Abb. 5).



Abb. 4: Planungsgebiet Anleger Nord (8. Juli 2013)

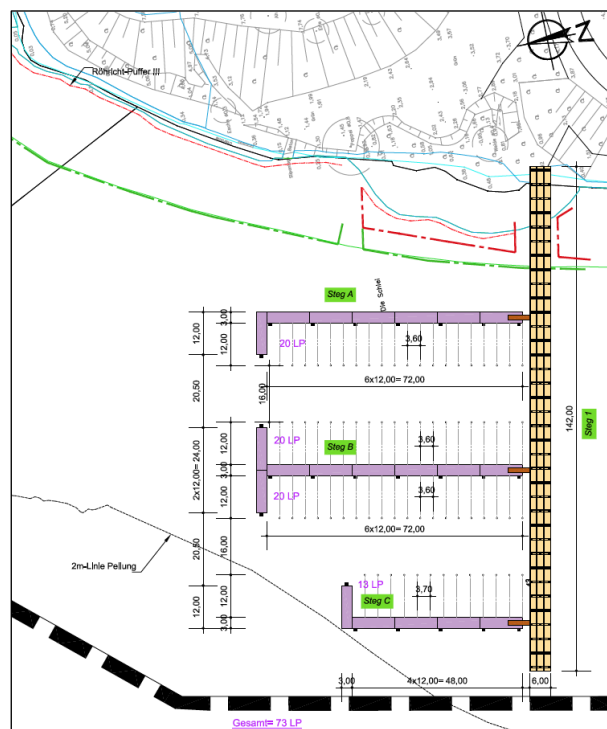


Abb. 5: Lage der geplanten Anleger Nord des Projekts Schleiterrassen (ITT Port Consult, 2016)

Die Bootsstege sollen als Schwimmstege aus Beton mit Heckpfählen ausgeführt werden und sollen zum Anlegen von flachgehenden Schlauch- und Motorbooten als auch für Segelboote geeignet sein und somit auf die spezifischen Wünsche der Nutzer abgestimmt werden (ITT PORT CONSULT, 2017). Erforderliche Ufereinfassungen sollen naturnah in geböschter Ausführung erfolgen, während die Schilfgürtel soweit möglich mit Holzstegen überbaut werden sollen. Eine Slipanlage für Motorboote und kiellose Segelboote soll ebenfalls erstellt werden.

Die geplanten Wassertiefen an den Stegen entsprechen den natürlich vorhandenen Tiefen. Investitionsbaggerungen sollen nicht durchgeführt werden. Die vorhandenen Wassertiefen liegen an der geplanten Steganlage Nord bei 0,5 bis 2,0 m (ITT Port Consult, 2013).

5 Aktuelle und zu erwartende morphodynamische Verhältnisse im Planungsgebiet

In Ermangelung von detaillierteren Informationen zu den Bodenverhältnissen und zur bisherigen morphologischen Entwicklung im Planungsgebiet sowie zu Schwebstoff- und Sedimentfrachten bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen in der Schlei bei Kappeln können die zu erwartenden morphologischen Verhältnisse an den geplanten Anlegern der Schleiterrassen lediglich anhand von Ortsbegehungen, physikalischen Zusammenhängen und vergleichenden Betrachtungen an benachbarten Stationen abgeschätzt werden.

Zur Gewährleistung ausreichender Wassertiefen in der Fahrrinne der Schlei werden durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Lübeck (WSA Lübeck) bei Bedarf Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt. Diese Baggerungen sind in erster Linie südlich von Maasholm erforderlich, da sich hier von der Ostsee in die Schlei eingetriebenes sandiges Material in strömungsberuhigten Gebieten ablagert. Darüber hinaus treten volumenmäßig geringere, jedoch die Fahrwassertiefen beeinträchtigende Ablagerungen vor Arnis und in der Stexwiger Enge auf, die ebenfalls in aperiodischen Abständen durch das WSA Lübeck entfernt werden. Die letzten Unterhaltungsbaggerungen dieser Art wurden im Frühjahr 2011 mit den folgenden veranschlagten Baggermengen durchgeführt (WSA LÜBECK, 2011):

- Stexwiger Enge: 1.650 m³
- Südlich Arnis: 650 m³
- Südlich Maasholm: 3.500 m³

Im Gebiet um Kappeln werden durch das WSA Lübeck keine Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt. Wegen der vergleichsweise hohen Strömungsgeschwindigkeiten im engen Gewässerverlauf der Schlei treten in diesem Gebiet keine nennenswerten Ablagerungen in der Fahrrinne auf.

Am Westufer der Schlei gegenüber der geplanten Anlage Schleiterrassen befindet sich der Yachthafen Kappeln-Grauhöft (Abb. 5). Die Wassertiefen im Hafen betragen rund 2,5 m, während die natürlichen Wassertiefen am Ufer nördlich und südlich des Anlegebereichs unter 1,0 m liegen (Abb. 6). Im Zuge einer Umstrukturierung der Hafenanlage Kappeln-Grauhöft wurden nach Aussage des Hafenbetreibers¹ im Jahr 2009 Mindertiefen ausgebagert und das Material wurde in größere Wassertiefen umgelagert. Gemäß des Hafenbetreibers sind in den kommenden Jahren (Stand 2013) Unterhaltungsbaggerungen nicht auszuschließen, akuter Bedarf besteht aktuell jedoch nicht. In den Yachthafen Kappeln-Grauhöft kann nicht nur von Seiten der Schlei, sondern auch durch einen einmündenden Vorfluter Sediment eingetragen werden.

¹ Mündliche Auskunft des Hafenbetreibers Herrn Ancker am 8. Juli 2013

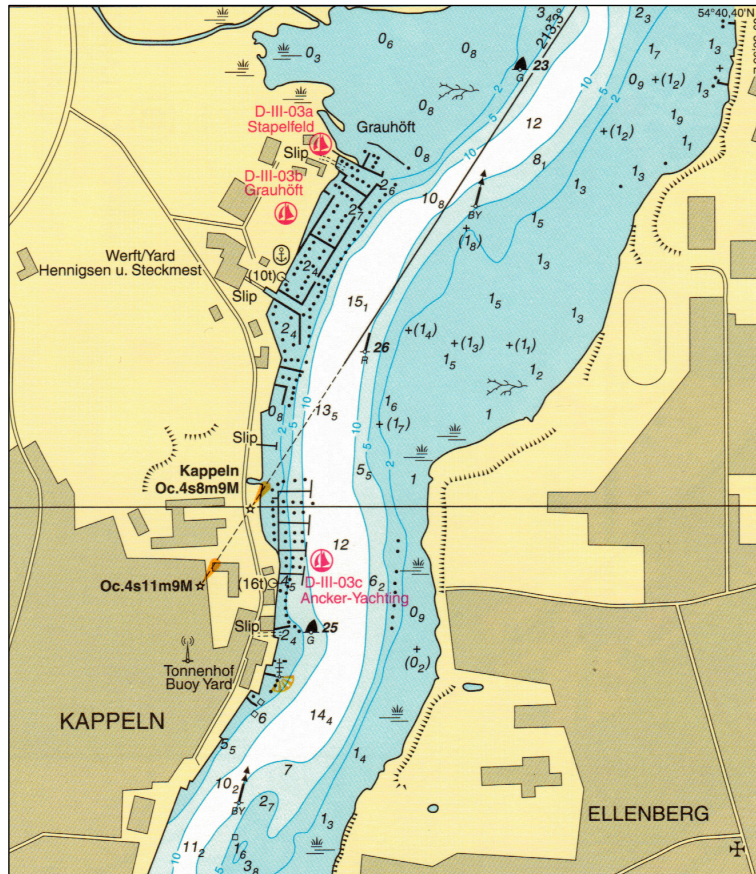


Abb. 6: Yachthafen Kappeln-Grauhöft und Projektgebiet Schleiterrassen (BSH, 2013)

Ähnlich wie im Yachthafen Kappeln-Grauhöft ist am geplanten Nordanleger der Schleiterrassen kein Wellenschutz und somit keine Abtrennung der Anleger von der Schlei geplant. Der Unterwasserverbau durch die Verankerungspfähle der Bootsstege ist gering, so dass die Beeinflussung der Strömungsverhältnisse durch die geplanten Bauwerke ebenfalls als gering anzunehmen ist.

Unter Berücksichtigung der im aktuellen Zustand (Stand 2013) gemäß der vorliegenden Informationen geringen Sedimentbewegungen im Planungsgebiet ist insgesamt von einer geringen Verlandungstendenz auch unter Berücksichtigung der geringfügigen Verbauten durch die geplanten Stege und Anleger auszugehen. Aperiodisch erforderliche Unterhaltungsbaggerungen an den Anlegebereichen können jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden. Auf Basis der wenigen Informationen, die zum aktuellen Umfang des Sedimenttransports im Planungsgebiet vorliegen, können keine weitergehenden Quantifizierungen der zu erwartenden Sedimentmengen vorgenommen werden.

Die geplante offene Bauweise der Anleger mit einer möglichst geringen Beeinflussung der Strömungssituation stellen günstige Bedingungen hinsichtlich der morphologischen Entwicklung dar. Eine maßgebende Änderung der morphologischen Bedingungen im Gebiet ist nicht zu erwarten.

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts Schleiterrassen ist der Bau von Anlegern für Sportboote vorgesehen. Die Anleger sollen strömungsoffen ohne Wellenschutz erstellt werden. Es sind schwimmende, an Pfählen verankerte Bootsstege sowie feste, ebenfalls auf Pfählen gegründete Zugangsstege vorgesehen.

Das Planungsgebiet zeichnet sich nach den vorliegenden Informationen durch morphologisch weitgehend stabile Verhältnisse mit insgesamt geringen Transportraten von zumindest sandigen Materialien aus. Die Trübungsrate des Wassers ist hoch und entsprechend werden mit den Strömungen auch Schwebstoffe transportiert. Die Verlandungsraten in den benachbarten Gebieten, wie im Yachthafen Kappeln-Grauhöft, sind nach vorliegenden Informationen gering. Insofern kann unter Berücksichtigung der geplanten geringen Verbauungsraten durch Bauwerke und der zum Fahrwasser hin offenen Bauweise der geplanten Steganlage von geringen Verlandungstendenzen im Projektgebiet ausgegangen werden.

Auf Basis der wenigen vorliegenden Daten kann eine weitergehende Quantifizierung der zu erwartenden Sedimentablagerungen im Planungsgebiet nicht vorgenommen werden. Ein Erfordernis von Unterhaltungsbaggerungen kann nicht vollständig ausgeschlossen werden; es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass entsprechende Maßnahmen einen größeren Umfang einnehmen werden.

Hamburg, den 22. Juni 2017



(Prof. Dr.-Ing. Bärbel Koppe)

7 Referenzen

- BSH, 2011: Ostsee Handbuch – Südwestlicher Teil. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Rostock
- BSH, 2013: Amtliche Karten für die Klein- und Sportbootschifffahrt 3003 – Kieler Bucht, Flensburger Förde, Kleiner Belt und Dänische Südsee, Ausgabe 2013. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg und Rostock
- DUPHORN, K.; KLIWE, H.; NIEDERMEYER, R.O.; JANKE, W.; WERNER, F., 1995: Die deutsche Ostseeküste. Sammlung Geologischer Führer. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- FEIBICKE, M., 2005: Konzept zur Restaurierung des Schlei-Ästuars. Rostocker Meeresbiologische Beiträge, Heft 14
- ITT PORT CONSULT, 2013: Lageplan mit Wassertiefen Steganlage Nord und Süd, Stand 14. März 2013, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- ITT PORT CONSULT, 2016: Schleiterrassen Ellenberg – Vorentwurfsplanung – Steganlage Nord, Lageplan, Stand 15. März 2016, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- ITT PORT CONSULT, 2017: Stellungnahme zu hafenbaulichen Fragestellungen am Projekt 'Schleiterrassen Ellenberg' der AMA Marina Schleiterrassen GmbH & Co. KG, Stand 15.06.2017, ITT Port Consult GmbH, Laboe
- LUNG, 1999: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch – Küstengebiet der Ostsee – 1995. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow-Gülzow
- MANZENRIEDER, H.; DE VRIES, J.M., 1995: Kolksicherungskonzept Neue Schleibrücke Kappeln. Ingenieurbüro Dr.-Ing. H. Manzenrieder & Partner, Oldenburg
- RIPL, W., 1986: Entwicklung von Verfahren zur Steuerung von Trophieverhältnissen und Nahrungsketten in einem Gewässer unter besonderer Berücksichtigung der Einträge aus dem Einzugsgebiet (Restaurierung der Schlei. Bericht über ein Forschungsvorhaben). Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, Kiel. Aus: DUPHORN, K.; KLIWE, H.; NIEDERMEYER, R.O.; JANKE, W.; WERNER, F., 1995: Die deutsche Ostseeküste. Sammlung Geologischer Führer. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- WASMUND, N; SCHÖPPE, C.; GÖBEL, J.; VON WEBER, M., 2011: Chlorophyll-a in den deutschen Ostseegewässern. Meeresumwelt aktuell Nord- und Ostsee, 2011-2, Bund-Länder-Messprogramm
- WSA LÜBECK, 2011: Unterhaltungsbaggerung des Wasser- und Schifffahrtsamtes Lübeck im Fahrwasser der Bundeswasserstraße Schlei; Abschnitte: "Stexwiger Enge", "südlich Arnis" sowie "südlich Maasholm". Wasser- und Schifffahrtsamt Lübeck (WSA Lübeck), Verfasser Herwig Nöthel, 28.01.2011