

Die Planung der Kieler Schleusen – Küstenschutz für kommende Generationen

Dipl.-Ing. Jens Anke, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau

Einleitung

Der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) dient seit über 120 Jahren der nationalen und internationalen Schifffahrt als Schifffahrtsstraße und ist das zweite Tor zur Ostsee. Er steht dabei in direkter Konkurrenz zur Skagenroute und ist ein wettbewerbsfähiger und umweltfreundlicher Transportweg, um die wachsenden Handelsströme in Europa zukünftig mit dem verstärkten Einsatz küstenparalleler Kurzstreckenseeverkehre zu bewältigen. Der NOK bringt insbesondere für die deutschen Nordseehäfen einen wichtigen Standortvorteil durch kurze Reisezeiten und eine je nach Ziel- und Quellhafen variierende Wegersparnis im Wettbewerb mit den Konkurrenten im Skandinavien- und Osteuropaverkehr. Für den Betrieb und die Unterhaltung des Nord-Ostsee-Kanals und der Schleusen ist die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zuständig. Für den Bereich der Schleusenanlage Kiel-Holtenau hat das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau die unmittelbare Zuständigkeit.

Die Schleusenanlage Kiel-Holtenau umfasst insgesamt vier Schleusenammern. Die Kleine Schleuse (KS) ist seit 1895 in Betrieb und besteht aus zwei Schleusenammern mit Nutzlängen von 125 m, Nutzbreiten von 21,50 m und einer Drempeltiefe auf NHN -9,80 m. Weiterhin hat der NOK für große Teile des Landes Schleswig-Holstein eine Funktion als Vorfluter. Er entwässert ca. 1530 km² des Landes Schleswig-Holstein. Auf der Kieler Seite ist für Entwässerungszwecke im Jahr 1910 ein Auslassbauwerk mit Entwässerungssiel errichtet worden, welches Entwässerungsvorgänge bei niedrigeren Wasserständen der Ostsee gegenüber dem NOK erlaubt. Die Große Schleuse (GS) wurde 1914 fertig gestellt. Sie besteht aus zwei großen Schleusenammern mit Nutzabmessungen von jeweils 330 m Länge, 42 m Breite und 14 m Tiefe. Weite Teile der Schleusenanlage stehen als Einzeldenkmale unter Denkmalschutz. Für die Schleusenanlage besteht ein Ensembleschutz als Sachgesamtheit. Die Schleusenanlage läuft an 365 Tagen im Jahr rund um die Uhr.



Bild 1: Schleusenanlage Kiel-Holtenau, Von v.r. Große Schleuse, Kleine Schleuse, Auslasskanal mit Auslassbauwerk. (Quelle: Luftbildservice Bernot)

Der Bauwerkszustand der Schleusenanlage ist dem Alter entsprechend stark sanierungsbedürftig. Umfangreiche Bauwerksinspektionen zeigen den schlechten baulichen Zustand nahezu aller Bauwerke und Bauteile auf. Es besteht zudem das prinzipielle Erfordernis nach einer Modernisierung der Schleusenanlage auf Grund veralteter Technik und maroder Bausubstanz. Die Kleine Schleuse wurde wegen standsicherheitsgefährdender Schäden vorübergehend außer Betrieb genommen und wird derzeit zur Lagesicherung mit Sand verfüllt. Aufgrund des Schädigungsgrades des Bestandes ist ein Ersatzneubau der Kleinen Schleuse geplant.

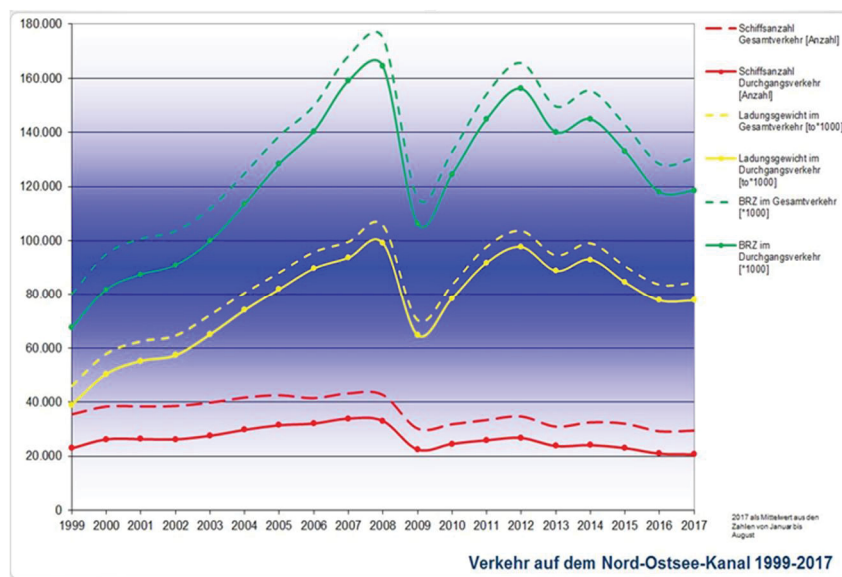


Bild 2: Entwicklung des Verkehrs auf dem NOK (1999-2017).

Grundinstandsetzungsstrategie der Schleusenanlage

Die Grundinstandsetzung (GI) der Schleusenanlage gliedert sich in folgende Teilbereiche.

- Ersatz der Kleinen Schleuse (KS)
- Grundinstandsetzung der Großen Schleuse (GS)
- Grundinstandsetzung des Auslassbauwerks mit Entwässerungssiel
- Flankierende Maßnahmen (Leitungsnetzerneuerung, Hochbauten, Neubau ABz, Uferbefestigungen etc.)

Die verschiedenen Teilbereiche befinden sich in unterschiedlichen Planungs- und Realisierungsphasen. Als erster Abschnitt soll der Ersatz der KS an gleicher Stelle mit leichter Kapazitätserweiterung (Nutzlänge +30m, Nutzbreite und Nutztiefe jeweils +1m) erfolgen. Nach Herstellung des Ersatzneubaus wird es möglich sein, bis zu 77% der NOK-Flotte (orientiert an der derzeitigen Flottenverteilung) durch die KS zu schleusen. Die restlichen 23% der NOK Flotte sollen in der Phase der GI der GS durch eine der GS geschleust werden und die zweite GS wird dadurch verkehrsverträglich für länger dauernde Grundinstandsetzungsmaßnahmen verfügbar. Die GI des Auslassbauwerks mit Entwässerungssiel kann frühestens parallel zur GI der GS starten.

Planungsstand der Kleinen Schleuse

Die Planungen zur KS schreiten voran, die Planfeststellungsunterlagen werden in Kürze fertig und das Vergabeverfahren zur Entwurfs- und Ausführungsplanung wird voraussichtlich im März 2019 beendet. Unter Zugrundelegung des Generalplans Küstenschutz 2012 des Landes SH wurde die Vorplanung gefertigt mit einer Annahme des Klimazuschlags von 0,5 m im Bereich Anstieg des MW der Ostsee mit Sicht auf das Jahr 2100. Es sollten sog. inverse Stemmtore zur Anwendung kommen, die eine Reduzierung der Schleusenverschlussorgane auf die Hälfte des derzeitigen Bestands ermöglicht hätte. Die Betriebswasserstände der KS wären dabei auf ein Delta von 1,20 m um den NOK-Wasserstand, der im Regelfall zwischen -0,20 m bis +0,50 m NHN liegt, systembedingt beschränkt worden.

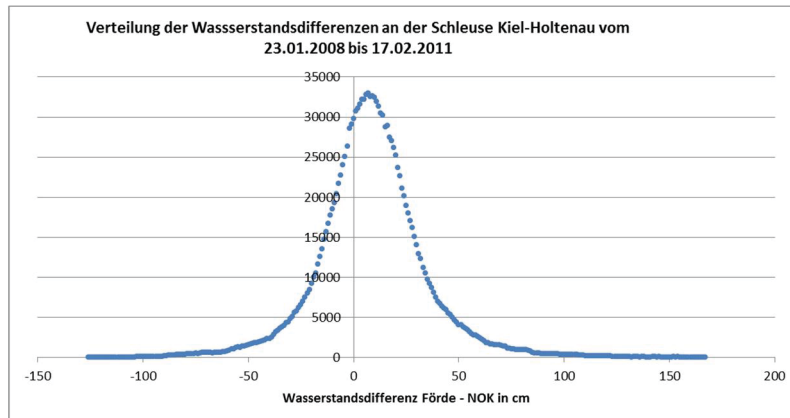


Bild 3: Pegeldifferenzen zwischen Ostsee und NOK von 2008 – 2011.

Dies war möglich weil sich in dieser Spanne >> 97 % aller Wasserstandsdifferenzen zwischen NOK und Ostsee befinden und damit ein quasi permanenter Anlagenbetrieb der KS unter dem Einsatz sparsamster und innovativster Mittel möglich gewesen wäre.

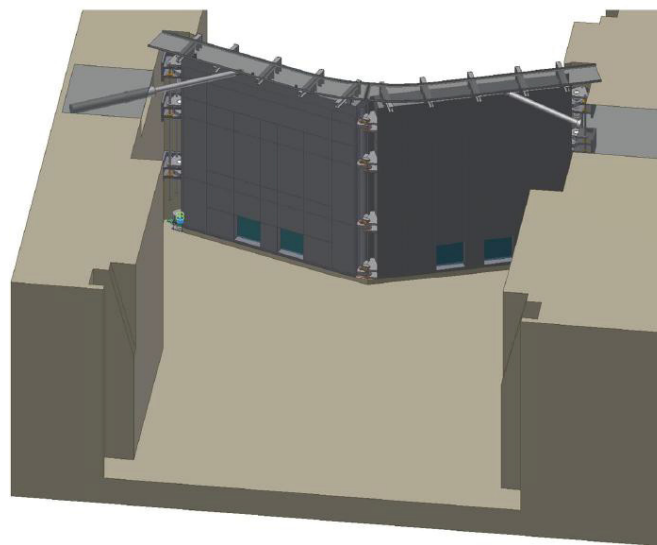


Bild 4: Inverse Stemmtorkonstruktion zur Aufnahme der Überdrücke gegen die Stemmrichtung. (Quelle: Sensitivitätsbetrachtung WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau).

Von der BAW wurden im Auftrag des WSA Kiel-Holtenau Simulationen zum Schließen der inversen Stemmtore im möglichen Durchströmungsfall erstellt. Der Vorgang des Schließens der Tore gegen die Strömung würde wahrscheinlich im Rahmen einer inversen Torbelastung in Kombination mit möglichen Anfahrvorgängen durch Schiffe notwendig werden (Havariefall).

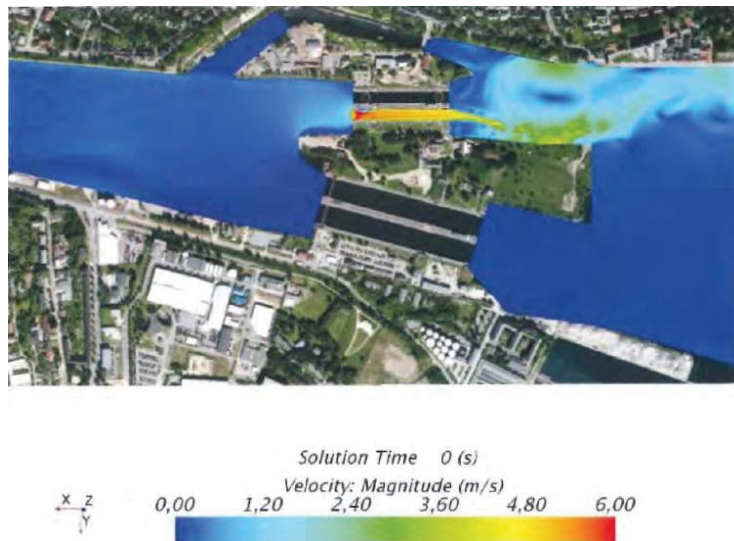


Bild 5: symbolhafter Auszug aus Gutachten der BAW zu Durchströmungsberechnungen.
(Quelle: BAW Karlsruhe, Zusatzlasten Kleine Schleuse Kiel-Holtenau, B3953.03.06.10179)

Auswirkungen der Szenarien und Projektionen zum beschl. Meeresspiegelanstiegs

Nach der Auswertung neuer Projektionen zum beschleunigten Meeresspiegelanstieg durch das BSH im Jahr 2017 war es angezeigt, die sich in der Vorplanungsphase befindliche Planung im Zuge des Risikomanagements zu überarbeiten und im Ergebnis anzupassen. Aktuelle, weltweite Einflüsse berücksichtigende Klimasimulationen lassen Entwicklungen erkennen, die beschleunigte Meeresspiegelanstiege möglich erscheinen lassen. Diese sind in risikosensitiven Betrachtungen bei der Planung insbesondere langlebiger Wasser- und Küstenbauwerke zu integrieren. So kommen 95% der in Sunderdiek (2018) erwähnten Berechnungen auf mögliche Anstiege des mittleren Meeresspiegels der Ostsee um kleiner 1,74 m plus weiteren wenigen Dezimetern mehr auf Grund von möglichen stärkeren Niederschlagsbedingungen zum Jahr 2100. Dies resultiert insbesondere aus der ggf. möglichen stärkeren Mobilisierung von Festlandeis Massen im Bereich Grönlands und der Antarktis.

Die Lebensdauer des Bauwerks KS ist zudem ausgelegt auf 100 Jahre. Bei möglichem Baubeginn ab frühestens 2023 und wahrscheinlichen Bauzeiten von mehr als 5 bis 6 Jahren ergibt sich ein Nutzungsende des Bauwerks welches weit außerhalb der Berechnungen liegt. Auch diesem genannten Punkten wurde mit einem überarbeiteten Planungskonzept Rechnung getragen. So wurden die Toronstruktion auf bewährte und risikoarme Konstruktionen zurückgeführt und sowohl der Massivbau als auch der Stahlwasserbau der KS wurden mit einer Ausbaureserve unter Beachtung der Projektionswerte versehen. Erst so ist eine Herstellung der KS unter der Möglichkeit der späteren Ertüchtigung auf die bereits vorgedachte Lastfälle, die sich aus dem möglicherweise beschleunigten Meeresspiegelanstieg ergeben können, gegeben.

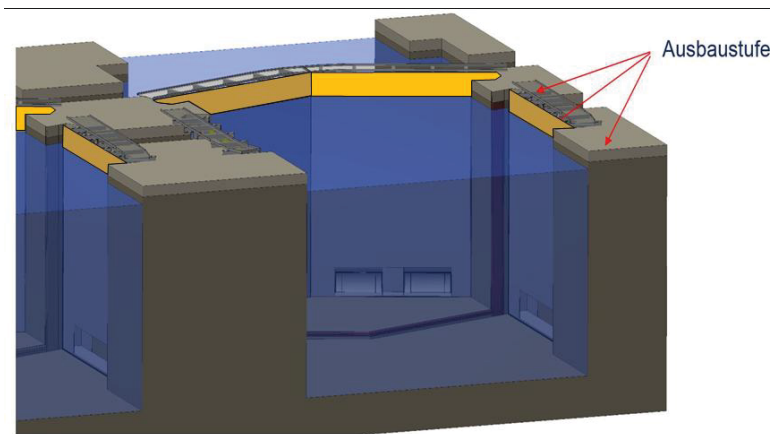


Bild 6: Schleusenhaupt mit geändertem Stemmtorkonzept und Darstellung der Ausbaustufe.
(Quelle: Sensitivätsbetrachtung WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau – Bild bearbeitet)

Es wird jedoch sparsam vorgegangen, da die erste Stufe des Neubaus der KS sich am vorhandenen Gelände orientiert und in der Ausbaustufe benötigte Reserven lediglich in der unteren Bauwerksstruktur verarbeitet werden. So werden bereits im Fundamentbereich robustere Bauteile für größere Belastungen vorgesehen sowie statisch notwendige Details ergänzt. Die Schleusenplanie und die Tore der KS können später relativ einfach um die Ausbaustufe erhöht werden, die Unterkonstruktion ist bereits darauf bemessen. Zur Beibehaltung der Nutzlänge der KS musste die Bruttolänge des Schleusenbauwerks jedoch um ca. 36,5 m vergrößert werden.

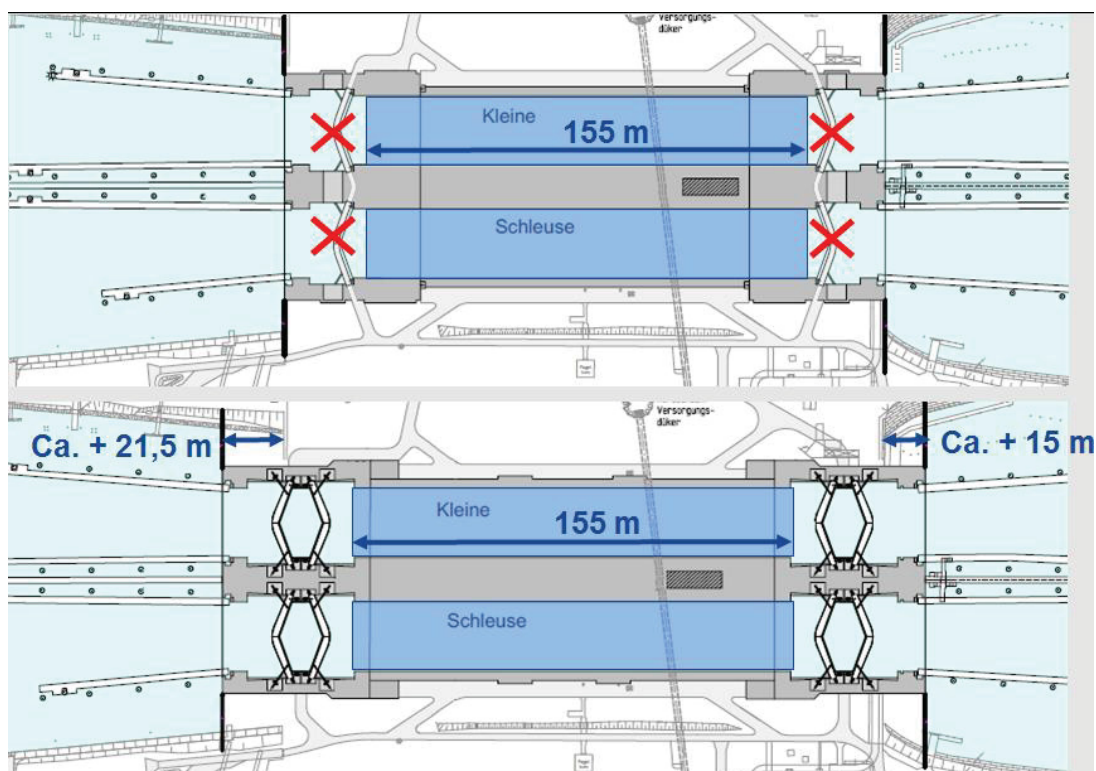


Bild 7: Oben KS mit inversen Toren, unten KS mit Ausbaureserve und "normalen" Stemmtoren.
(Quelle: Sensitivätsbetrachtung WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau – Bild bearbeitet)

Die Kosten für die Maßnahmen sind jedoch im Verhältnis zu möglichen Kosten beim Eintritt der Szenarien, die zum Verlust der Schleusenfunktionalität führen können, als überschaubar einzustufen.

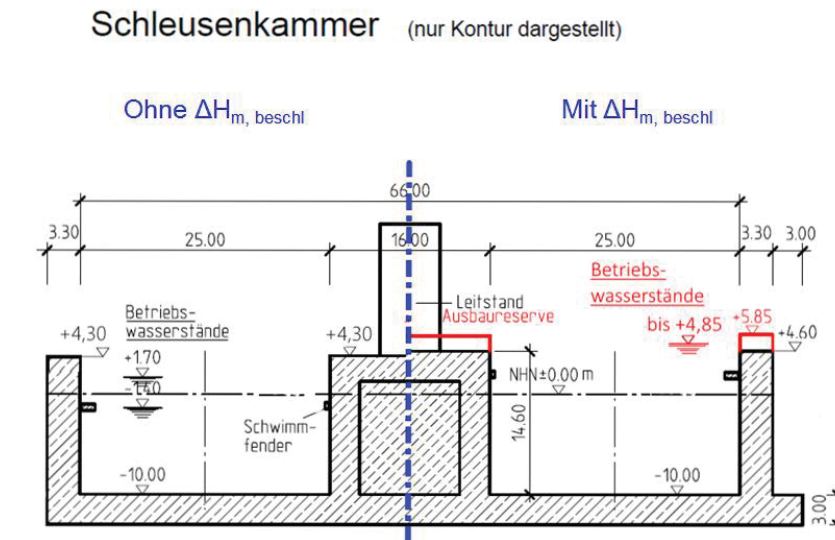


Bild 8: Querschnitt symbolisch, rechts mit Darstellung der Ausbaureserve.

(Quelle: Sensitivätsbetrachtung WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau – Bild bearbeitet)

Schlussfolgerung und Fazit

Unter Beachtung der möglichen Auswirkungen eines beschleunigt steigenden Meeresspiegelanstiegs empfiehlt es sich in Anbetracht der überschaubaren Kosten Vorbereitungen in Neubauprojekten auf später möglicherweise notwendige Ausbaustufen zu integrieren. Demgegenüber stünden bei Nichtbeachtung der Szenarien ggf. wirtschaftliche Verluste, da „neue“ Bauwerke nicht oder nur mit größten Anstrengungen auf die erhöhten Lastanforderungen ertüchtigt werden könnten. Eine robuste Annahme ist hier anzuraten. Die getroffenen Annahmen werden beim Gesamtprogramm der GI der Schleusenanlage Kiel-Holtenau Beachtung finden.

Literatur

- BSH/2247-Meeresspiegel/2017-M2, Aktuelle Kenntnislage zum Meeresspiegelanstieg - neue Ergebnisse seit dem IPCC AR5 (2014).
- Eichmanns Chr., Univ.-Prof. Dr. Ing H. Schüttrumpf (2017): Seegangsuntersuchungen für die Schleusen in Kiel-Holtenau, S. 24.
- Sunderdiek, Dipl.-Ing. H. , Jäppelt, Dr.-Ing. U., WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau, Machbarkeitsstudie zur Grundinstandsetzung der Alten Schleuse Kiel-Holtenau, Februar 2016.
- Sunderdiek, Dipl.-Ing. H. , Jäppelt, Dr.-Ing. U., WTM Engineers & IRS Stahlwasserbau, Sensitivitätsbetrachtung zur Machbarkeitsstudie zur Grundinstandsetzung der Alten Schleuse Kiel-Holtenau unter Annahme eines beschleunigten Meeresspiegelanstiegs, Februar 2018.
- Thorenz, Dr.-Ing. Carsten, Schulze, M. Eng. Lydia, BAW Karlsruhe, Zusatzlasten Kleine Schleuse Kiel-Holtenau, B3953.03.06.10179, Juli 2017.
- Thorenz, Dr.-Ing. Carsten, Schulze, M. Eng. Lydia, BAW Karlsruhe, Gutachten über die Leistungsfähigkeit des Sielbauwerks in Kiel-Holtenau, B3953.03.31.10178, März 2017.