

## Vertiefung der Außenems

**Fortschreibung der Feinbemessung von 2012 für den Bereich**

**Ems-km 40,7 und 74,6**



**Mai 2020**

**Bearbeiter:**

**gez. Herr Rosendahl**

## **Inhaltsverzeichnis**

|            |  |          |
|------------|--|----------|
| <b>1</b>   | <b>Veranlassung .....</b>                                  | <b>5</b> |
| <b>2</b>   | <b>Feinbemessung 2012 .....</b>                            | <b>5</b> |
| <b>3</b>   | <b>Fortschreibung der Bemessung.....</b>                   | <b>6</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Wasserstand .....</b>                                   | <b>7</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Tiefgang unter dem Einfluss der Dichteänderung.....</b> | <b>7</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Squat.....</b>  | <b>8</b> |
| <b>4</b>   | <b>Fazit.....</b>  | <b>9</b> |

## **Tabellenverzeichnis**

|   |          |
|---|----------|
| <b>Tab. 1: Zur Feinbemessung verwendeter Schiffstyp .....</b>   | <b>5</b> |
| <b>Tab. 2: Solltiefen vor und nach dem Ausbau .....</b>   | <b>6</b> |
| <b>Tab. 3: Weiterhin gültige bzw. zu aktualisierende Parameter.....</b>                                     | <b>7</b> |
| <b>Tab. 4: Entwicklung der Wasserstände zwischen der Betrachtung 2012 und der Fortschreibung 2020 .....</b> | <b>7</b> |
| <b>Tab. 5: maßgeblicher minimaler Salzgehalt (2014 - 2018) .....</b>  | <b>8</b> |
| <b>Tab. 6: Squatänderung aufgrund Anpassung des Tiefgangs.....</b>  | <b>8</b> |
| <b>Tab. 7: Solltiefe gemäß gewählten Tiefgang.....</b>  | <b>9</b> |

## **Anlagenverzeichnis**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Abb. 1: Minimaler Salzgehalt pro Tag in Emden (2014 - 2018) .....</b>  | <b>A1</b> |
| <b>Abb. 2: Minimaler Salzgehalt pro Tag bei Knock (2014 - 2018) .....</b> | <b>A2</b> |
| <b>Abb. 3: Minimaler Salzgehalt pro Tag bei Emshörn (2015/2016).....</b>  | <b>A2</b> |
| <b>Abb. 4: Sohllage im IST- und im Ausbauzustand.....</b>                 | <b>A3</b> |

# 1 Veranlassung

Im Zuge der Erstellung der Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zur Vertiefung der Außenems bis Emden wurde die Grobbemessung aus der Machbarkeitsuntersuchung[1] im Jahre 2012 in Form einer Feinbemessung der zukünftigen Sohle konkretisiert. Anfang 2019 wurde das Verfahren wiederaufgenommen, nachdem es aufgrund erheblicher Einwände seitens NLWKN kurz nach Antragstellung im Jahre 2013 gestoppt wurde. Jahrelange Verhandlungen führten zu keinem Übereinkommen zwischen WSV und NLWKN.

Seit Antragsstellung sind viele Jahre vergangen, so dass nahezu sämtliche Unterlagen aus dem Antrag veraltet sind und aktualisiert werden sollen. In diesem Zuge soll auch die Feinbemessung von 2012 überprüft und ggf. angepasst werden. Hierbei soll das damals festgelegte Planungsziel jedoch erhalten bleiben. Es werden die Standardwerke GLQ [2] und PIANC [3] herangezogen.

Die Eingangsgrößen der unterschiedlichen Parameter wurden für nautische Kenngrößen aus der Machbarkeitsuntersuchung übertragen. Die hydrologischen Parameter wurden aus aktuellen Zeitreihen entwickelt.

## 2 Feinbemessung 2012

Für die Feinbemessung aus dem Jahre 2012 wurde ein Schiffstyp angesetzt, der häufig den Emden anläuft und verlässt. Ein entsprechendes Bemessungsschiff für das Verfahren existiert nicht, da das Land Niedersachsen ein Vertiefungsmaß von ca. 1,0 m beim Bund beantragt hat. Die Abmessungen dieses Schiffstyps sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Parameter                             |                 |
| Länge                                 | 199,3 m         |
| Breite                                | 32,24 m         |
| Konstruktionstiefgang (in Salzwasser) | 8,77 m          |
| Klasse in dead weight tons            | 15.000 – 20.000 |

**Tab. 1: Zur Feinbemessung verwendeter Schiffstyp**

Mithilfe verschiedener Stützstellen in Form von Pegeln wurde die Feinbemessung für den Bereich Ems-km 40,7 – 74,6 durchgeführt. Zwischen den Stützstellen wurden die einzelnen Werte linear interpoliert. Die geplante Ausbausohle ermöglicht vom Hafen Emden auslaufend bis zu einem Tiefgang von 8,70 m eine tideunabhängige Fahrt ohne Wartezeit. Untenstehende Tabelle 2 stellt die für diesen Tiefgang erforderliche Sohle an den Stützstellen im Ausbauzustand dar.

| Stützstelle                     | Ems-<br>km | derzeitige<br>Solltiefe<br>[mNHN] | Solltiefe nach<br>Ausbau [mNHN] | Besonderheit                                   |
|---------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| Hafeneinfahrt<br>Emden          | 40,7       | -10,48                            | -11,54                          | Startpunkt Bemessung                           |
| Wybelsum                        | 45,00      | -10,43                            | -11,46                          | Niveausprung; Änderung der<br>Geschwindigkeit  |
|                                 |            | -10,53                            | -11,52                          |  |
| Knock                           | 50,85      | -10,45                            | -11,40                          | Pegel  |
| Gatjebogen                      | 52,00      | -10,44                            | -11,39                          | Niveausprung; Änderung in<br>UKC               |
|                                 |            | -10,84                            | -11,85                          |  |
| Paapsand                        | 60,00      | -10,72                            | -11,74                          | Änderung der<br>Geschwindigkeit und der<br>UKC |
| Dukegat                         | 65,90      | -10,63                            | -11,67                          | Pegel  |
| Emshörn                         | 68,00      | -10,60                            | -11,65                          | Niveausprung                                   |
|                                 |            | -11,60                            | -12,20                          |  |
| Übergang<br>Trasse<br>Eemshaven | 74,62      | -11,56                            | -12,13                          | Niveausprung, Endpunkt der<br>Bemessung        |

**Tab. 2: Solltiefen vor und nach dem Ausbau**

Tabelle 2 zeigt, dass das Schiff mit einem Tiefgang von 8,70 m für eine tideunabhängige Fahrt ein Vertiefungsmaß zwischen 0,60 m und 1,06 m benötigt.

### 3 Fortschreibung der Bemessung

Die Feinbemessung wird nachfolgend überprüft und ggf. angepasst. In diese Bemessung gehen verschiedene Parameter ein, welche teilweise noch Gültigkeit besitzen, aber auch teilweise aufgrund des Datenalters einer Aktualisierung bedürfen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die verwendeten Parameter und deren Gültigkeit.

| Parameter                           | Weiterhin gültig | Aktualisierung<br>erforderlich |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Tiefgang                            | ?                | ?                              |
| Wasserstand                         |                  | X                              |
| Squat                               |                  | X                              |
| Krägung / Vertrimmung               | X                |                                |
| Seegang                             | X                |                                |
| Dichte                              |                  | X                              |
| Netto-UKC                           | X                |                                |
| Stat. Zuschlag für<br>Ungenauigkeit | X                |                                |

**Tab. 3: Weiterhin gültige bzw. zu aktualisierende Parameter**

Aus obenstehender Tabelle geht hervor, dass für die Fortschreibung der Feinbemessung von 2012 eine Aktualisierung der Parameter Wasserstand, Squat und Dichte erforderlich sind. Eventuelle Änderungen im Bereich dieser Parameter wirken sich direkt auf den Tiefgang aus, da an der geplanten Sohllage im Ausbauzustand festgehalten werden soll. Die übrigen Parameter besitzen nach wie vor Gültigkeit und können demnach weiterverwendet werden.

### 3.1 Wasserstand

Für den Parameter Wasserstand wurde für die Feinbemessung das 10-jährige Mittel aus dem Zeitraum 2001 bis 2010 herangezogen. Im Rahmen dieser Fortschreibung soll auf den Zeitraum 2009 – 2018 (10-Jahresmittel: 2009/2018) zurückgegriffen werden. Es sind das jeweilige MTnw bzw. die Mindertide für eine tideunabhängige Fahrt relevant.

|                        | 2012                  |                   | 2020                  |                   |
|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
|                        | 10-Jahresmittel 01/10 |                   | 10-Jahresmittel 09/18 |                   |
| Pegel                  | MTnw [mNHN]           | Mindertide [mNHN] | MTnw [mNHN]           | Mindertide [mNHN] |
| Emden Neue Seeschleuse | -1,76                 | -2,10             | -1,81                 | -2,15             |
| Knock                  | -1,58                 | -1,91             | -1,59                 | -1,91             |
| Dukegat                | -1,40                 | -1,72             | -1,42                 | -1,74             |
| Emshörn                | -1,30                 | -1,62             | -1,33                 | -1,64             |

**Tab. 4: Entwicklung der Wasserstände zwischen der Betrachtung 2012 und der Fortschreibung 2020**

Tabelle 4 zeigt auf, dass sowohl das mittlere Tideniedrigwasser als auch die Höhe der Mindertide sich im Allgemeinen verändert haben. In der Regel sind alle Wasserstände im Vergleich zur ersten Betrachtung abgesunken. Der Pegel Emden Neue Seeschleuse gibt hierbei den größten Absink für die Mindertide mit einem Wert von 5 cm an.

### 3.2 Tiefgang unter dem Einfluss der Dichteänderung

In der Feinbemessung aus dem Jahre 2012 wurde der Einfluss des Salzgehaltes auf den Tiefgang des Schiffes nach einem Ansatz aus dem PLANCO-Tidemodell ermittelt. Für die vorliegende Fortschreibung wird auf den Ansatz nach PIANC für eine auslaufende Fahrt zurückgegriffen. Zur Ermittlung des maßgeblichen Salzgehalts wurde der minimale Salzgehalt pro Tag für die Messstellen Emden, Knock, Dukegat und Emshörn analysiert. Hierfür wurden die gewässerkundlichen Jahre 2014 bis 2018 herangezogen. Für die Messstellen Emden und Knock lagen vollständige Zeitreihen in diesem Zeitraum vor. Für den Pegel Emshörn existiert dagegen für diesen Zeitraum lediglich eine Zeitreihe von März 2015 bis Januar 2016. Da für den Pegel Dukegat keine Daten vorliegen, wurden für diesen Stützpunkt Werte für den

Salzgehalt zwischen den Pegeln Emshörn und Knock linear interpoliert. Als maßgeblicher Salzgehalt wurde der minimale Wert für jede Stützstelle gewählt, der an mindestens 7 aufeinanderfolgenden Tagen unterschritten wurde.

| <b>Pegel</b>           | <b>Salzgehalt [PSU]</b> | <b>Abschlag Tiefgang gegenüber Frischwasser [m]</b> |
|------------------------|-------------------------|---|
| Emden Neue Seeschleuse | 0,25                    | 0,00  |
| Knock                  | 4,5                     | 0,03  |
| Dukegat                | 14,1                    | 0,09  |
| Emshörn                | 19,5                    | 0,13  |

**Tab. 5: maßgeblicher minimaler Salzgehalt (2014 - 2018)**

Gemäß obenstehender Tabelle findet eine Entlastung des Frischwassertiefgangs von bis zu 13 cm bei einer auslaufenden Fahrt von Emden bis zum Pegel Emshörn statt. Dieses ist durch die Zunahme des Salzgehalts in Richtung See begründet.

### 3.3 Squat

Im nächsten Schritt wird eine Näherung des Tiefgangs unter Berücksichtigung der geplanten Sohle, welche aus der Feinbemessung von 2012 resultiert. Diese Näherung ist notwendig, da der gewählte Tiefgang einen direkten Einfluss auf die Größe des Squats hat. Das Ergebnis dieser Näherung hat einen maximal möglichen Tiefgang von 8,56 m für eine tideunabhängige auslaufende Fahrt ab Hafen Emden in Richtung See zufolge. Unter Berücksichtigung dieses Tiefgangs ändert sich der Squat gemäß untenstehender Tabelle geringfügig.

| <b>Abschnitt</b>    | <b>Squat [m]</b> | <b>Änderung des Squat gegenüber 2012 [m]</b> |
|---------------------|------------------|--|
| Ems-km 40,77 – 45,0 | 0,13             | +0,01  |
| Ems-km 45,0 – 52,0  | 0,19             | +0,01  |
| Ems-km 52,0 – 68,0  | 0,34             | ±0,00  |
| Ems-km 68,0 – 74,6  | 0,91             | +0,02  |

**Tab. 6: Squatänderung aufgrund Anpassung des Tiefgangs**

Die Änderungen gegenüber 2012 sind hierbei lediglich durch die Anpassung des maximal möglichen Tiefgangs begründet. Die max. zulässigen Geschwindigkeiten sind nach wie vor unverändert in den einzelnen Abschnitten.

Zusammengefasst würde sich für einen Tiefgang von 8,56 m nachfolgende Sohlage ergeben.



| Stützstelle                     | Ems-km | Bezugswasserstand<br>Mindertide [mNHN] | Frischwassertiefgang [m] | Zuschlag für Squat [m] | Minderung für<br>Dichteänderung [m] | Krümmung [m] | Netto-Kieffreiheit [m] | Zuschlag für Ungenauig-<br>keiten [m] | Solltiefe gemäß Tiefgang<br>[mNHN] | Solltiefe gemäß Feinbe-<br>messung 2012 [mNHN] |
|---------------------------------|--------|--|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|
| Hafeneinfahrt<br>Emden          | 40,7   | -2,15                                  | -8,56                    | -0,13                  | 0                                   | -0,15        | -0,3                   | -0,25                                 | -11,54                             | -11,54   |
| Wybelsum                        | 45,0   | -2,05                                  | -8,56                    | -0,13                  | 0,01                                | -0,15        | -0,3                   | -0,26                                 | -11,44                             | -11,46   |
|                                 |        | -2,05                                  | -8,56                    | -0,19                  | 0,01                                | -0,15        | -0,3                   | -0,26                                 | -11,50                             | -11,52   |
| Knock                           | 50,85  | -1,91                                  | -8,56                    | -0,19                  | 0,03                                | -0,15        | -0,3                   | -0,27                                 | -11,35                             | -11,40   |
| Gatjebogen                      | 52,0   | -1,9                                   | -8,56                    | -0,19                  | 0,03                                | -0,15        | -0,3                   | -0,27                                 | -11,34                             | -11,39   |
|                                 |        | -1,9                                   | -8,56                    | -0,34                  | 0,03                                | -0,15        | -0,6                   | -0,27                                 | -11,79                             | -11,85   |
| Dukegat                         | 65,9   | -1,74                                  | -8,56                    | -0,34                  | 0,09                                | -0,15        | -0,6                   | -0,29                                 | -11,59                             | -11,67   |
| Emshörn                         | 68,0   | -1,72                                  | -8,56                    | -0,34                  | 0,1                                 | -0,15        | -0,6                   | -0,29                                 | -11,56                             | -11,65   |
|                                 |        | -1,72                                  | -8,56                    | -0,91                  | 0,1                                 | -0,15        | -0,6                   | -0,29                                 | -12,13                             | -12,20   |
| Übergang<br>Trasse<br>Eemshaven | 74,6   | -1,65                                  | -8,56                    | -0,91                  | 0,12                                | -0,15        | -0,6                   | -0,3                                  | -12,05                             | -12,12   |

**Tab. 7: Solltiefe gemäß gewählten Tiefgang**

Bei Vergleich zwischen der Solltiefe aus gewähltem Tiefgang von 8,56 m und der Solltiefe aus der Feinbemessung von 2012 wird deutlich, dass der gewählte Tiefgang lediglich bei Emden das Vertiefungsmaß von 2012 erforderlich macht. In Richtung See ist bei ausgebauter Sohle gemäß Antrag noch ein Reservemaß von 2 bis 9 cm übrig. In diesem Abschnitt wäre demzufolge ein entsprechend größerer Tiefgang möglich. Eine Drosselung der Geschwindigkeit beim Auslaufen ab Emden bspw. würde eine geringfügig mögliche Steigerung des Tiefgangs in diesem Bereich bedeuten.

## 4 Fazit

Für diese Fortschreibung der Bemessung ist an der im Jahre 2012 beantragten Sohlage im Ausbauzustand festgehalten worden. Nach Überprüfung und Aktualisierung der Parameter Wasserstand und Salzgehalt durch aktuellere Werte für den Abschnitt Ems-km 40,7 – 74,6 sind bis zu 13 cm weniger Tiefgang im Vergleich zur Feinbemessung möglich. Da der Squat sich direkt auf den Tiefgang bezieht, wurde dieser näherungsweise ermittelt. Im Ergebnis erhöht sich der Squat um 1-2 cm. Unter Berücksichtigung der Änderungen dieser drei Parameter ist im Ergebnis festzustellen, dass gemäß dieser Fortschreibung der Feinbemessung eine tideunabhängige Fahrt auslaufend ab Emden in Richtung See mit einem Tiefgang von bis zu 8,56 m möglich ist. Aufgrund sich ständig ändernder Parameter,

insbesondere Wasserstand und Salzgehalt empfiehlt es sich, diese Fortschreibung von Zeit zu Zeit auf Gültigkeit zu überprüfen.

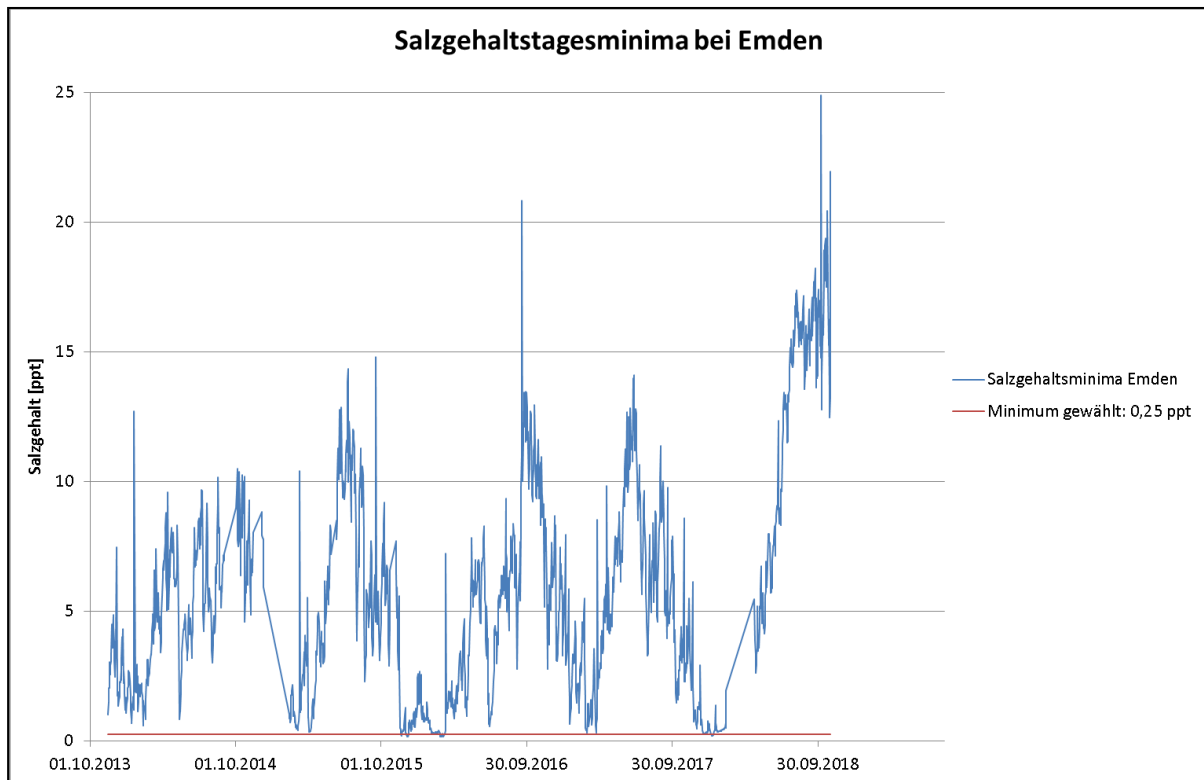


Abb. 1: Minimaler Salzgehalt pro Tag in Emden (2014 - 2018)

Anlage

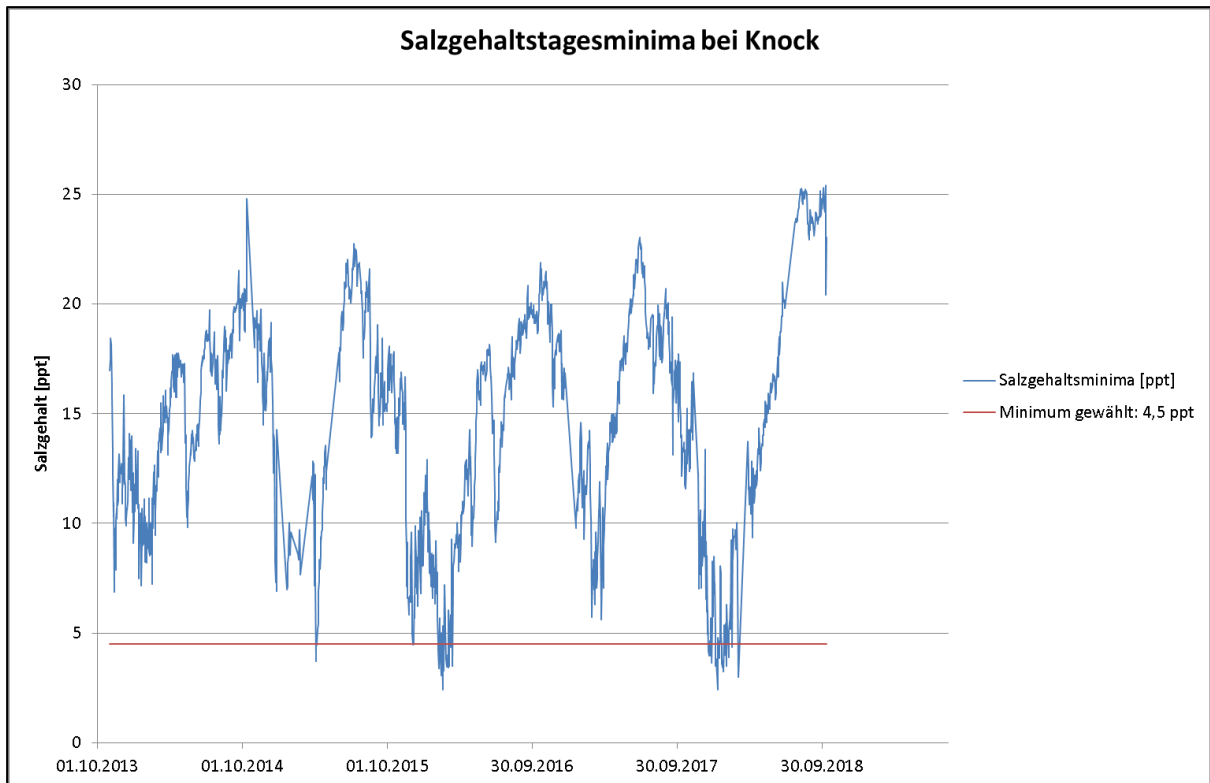


Abb. 2: Minimaler Salzgehalt pro Tag bei Knock (2014 - 2018)



Abb. 3: Minimaler Salzgehalt pro Tag bei Emshörn (2015/2016)

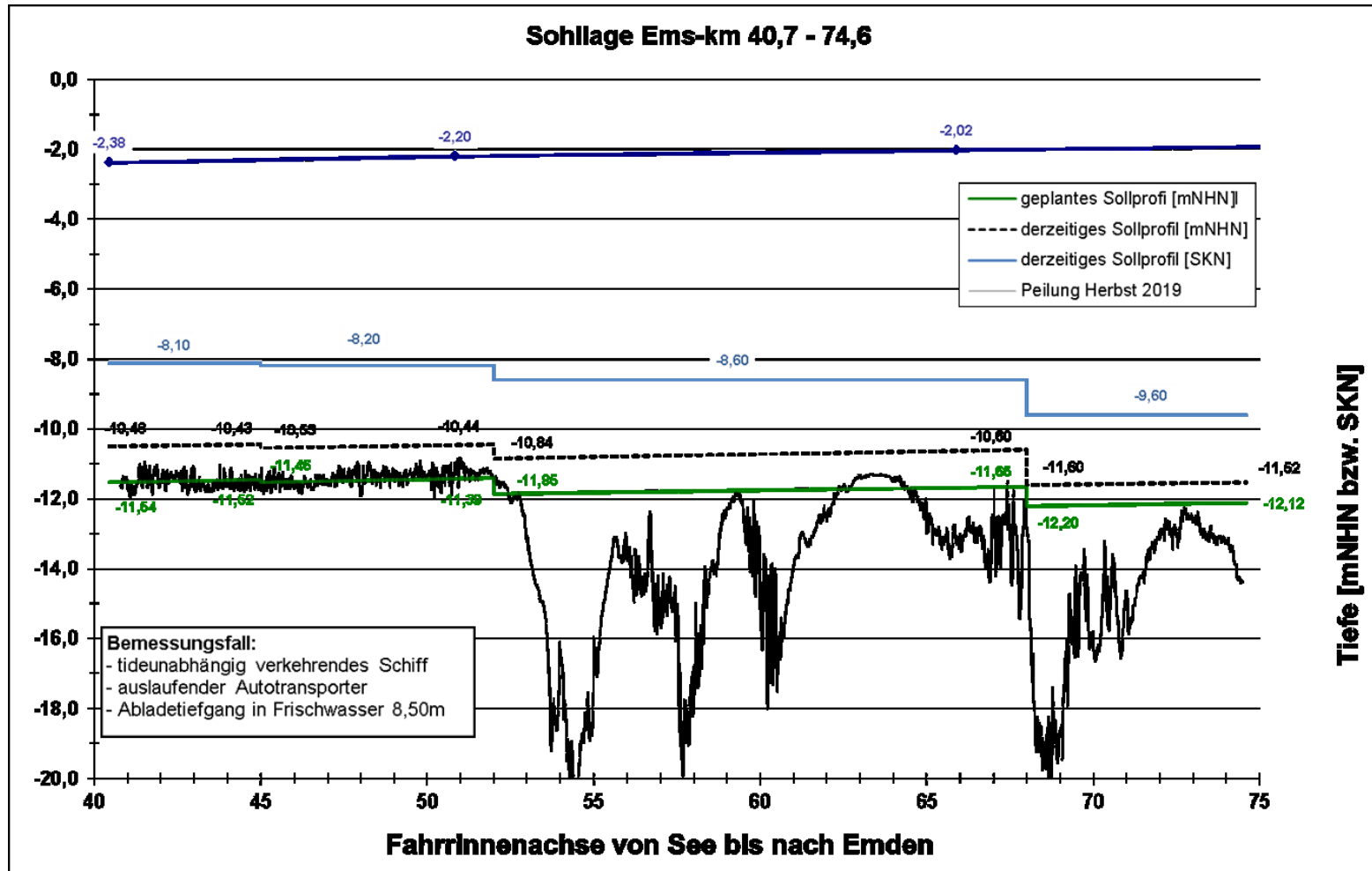


Abb. 4: Sohllage im IST- und im Ausbauzustand

## Literaturverzeichnis

[1] WSD NW (2008): Machbarkeitsuntersuchung für das Vorhaben, Vertiefung der Außenems bis Emden. Projektgruppe Machbarkeitsuntersuchung zum Ausbau der Außenems, unveröffentlicht

[2] WSD NW & WSD N (1985): Grundlagen zur Ermittlung gleichwertiger Unterhaltungsquerschnitte für die Fahrrinnen der Seeschiffahrtsstraßen Ems, Jade, Weser und Elbe. Teil A, Untersuchungen zur Ausbautiefe. Arbeitsgruppe Gleichwertige Unterhaltungsquerschnitte. unveröffentlicht.

[3] PIANC (2014): PIANC Report N° 121 – Harbour Approach Channels Design Guidelines, veröffentlicht