

# Ermittlung der Nautischen Sohle

von BR z. A. Markus Jänen

## 1 Ausgangssituation

Zur sicheren Befahrbarkeit von Bundeswasserstraßen muss eine schiffbare Wassertiefe vorgehalten werden. Die Bestimmung dieser schiffbaren Wassertiefe erfolgt bislang durch die Auswertung von Zwei-Frequenzecho- und Peilungen in der Fahrrinne mit den Frequenzen 33 kHz und 210 kHz. Die hohe Frequenz (210 kHz) erfasst den Übergang vom Wasser zur Sedimentsuspension, während die niedrige Frequenz (33 kHz) in guter Näherung die Schichtgrenze zwischen der Suspension aus Schlick mit flüssiger Konsistenz und dem nicht mehr schiffbaren Schlickboden breiiger Konsistenz ergibt. Abb. 1 zeigt in gestrichelter Form qualitativ die Festlegung dieser Schlickgrenze als Nautische Sohle.

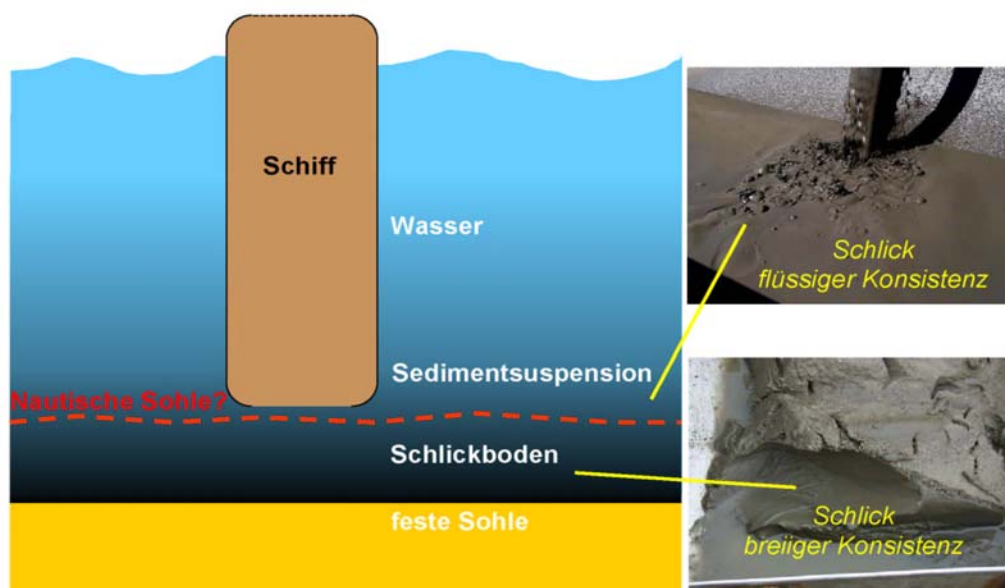


Abb. 1: Nautische Sohle im Schlick (aus BAW-Gutachten zur Ermittlung der Nautischen Sohle)

Die Definition der Nautischen Sohle wird vorgegeben als derjenige Horizont, von dem ab die physikalischen Eigenschaften des Bodens einen kritischen Grenzwert erreichen, jenseits dessen eine Grundberührung des Schiffskiels entweder Schäden am Schiff oder nicht tolerierbare Wirkungen auf Steuerbarkeit und Manövrierfähigkeit verursachen.

Die Erfahrungen im WSA Emden haben gezeigt, dass diese Nautische Sohle in dem Bereich zwischen dem untersten 33 kHz-Signal und dem 210 kHz-Signal liegt.

Da das 33 kHz-Signal in Bereichen mit einem hohen Schlickanteil durch eine große Bandbreite (teilweise > 2,0 m) gekennzeichnet ist, ergibt sich keine eindeutige Linie, auf deren Grundlage eine objektive Festlegung der nautischen Sohle möglich ist.

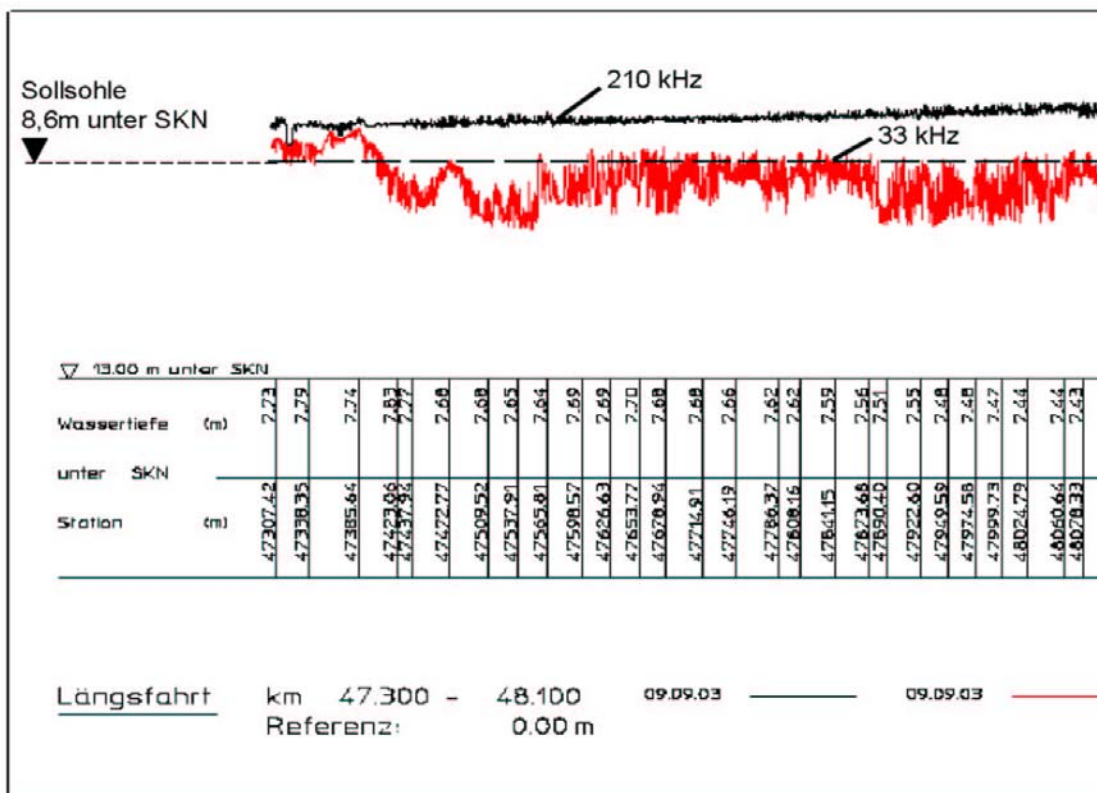


Abb. 2: Echolotschrieb des WSA Emden

In den 90er Jahren kam mit dem "Navitracker-Messverfahren" ein System zum Einsatz, das die Aussagen der Zwei-Frequenzecholotungen stützte. Bei dem Verfahren, das nach einem radioaktiven Messprinzip arbeitet, wurde die in einem sogenannten Schleppfisch untergebrachte Messtechnik hinter dem Vermessungsschiff auf dem Niveau einer vorgegebenen Dichte hergezogen. Anschließend konnten die erzeugten Daten rechnergestützt ausgewertet werden. Dieses Messverfahren ist mittlerweile veraltet und kann aus technischen Gründen ohne hohen finanziellen Aufwand seit einiger Zeit nicht mehr eingesetzt werden.



Durch die langjährigen Erfahrungen im Peilbüro des WSA Emden werden die Erkenntnisse, die aus dem Einsatz des Navitracker-Verfahrens gewonnen wurden, auch weiterhin genutzt. Diese Erfahrungen sind subjektiv und von dem auswertenden Mitarbeiter abhängig.

Um die Erfahrung im Peilbüro ständig weiterzuentwickeln und um objektive und noch sicherere Aussagen hinsichtlich der Ermittlung der aktuellen Sohllagen zu erhalten, soll ein neues unterstützendes System beschafft werden.

## **2 Untersuchungen zur Ermittlung der Nautischen Sohle**

Um die derzeitigen Möglichkeiten zur messtechnischen Erfassung der Nautischen Sohle im Rahmen der Verkehrssicherungspeilungen in der Ems zu beurteilen, wurden – nach einer intensiven Marktbeobachtung – im September 2003 umfangreiche Vergleichsmessungen zur Bestimmung der Nautischen Sohle durchgeführt. Hierfür wurden vier Systeme ausgewählt, die in den letzten Jahren für diese Aufgabenstellung angepasst oder neu entwickelt wurden. Die Untersuchungen erfolgten im Emdener Fahrwasser in Zusammenarbeit mit dem WSA Emden, der BAW-DH und dem WSA Cuxhaven. Zusätzlich sind während der Vergleichsmessungen punktuell tiefenprofilierende Messsonden eingesetzt worden, die die geotechnischen und rheologischen Kenngrößen erfassten und zur Festlegung von einheitlichen Grenzwerten und Definitionen dienten. Die Messergebnisse wurden von den beteiligten Ingenieurbüros und WSÄ zusammengestellt und visualisiert (Abb. 3) und abschließend von der BAW-DH ausgewertet.

Als Grundlage für die Bestimmung des Übergangs von Wasser zur Sedimentsuspension diene für die Vergleichsmessungen nicht mehr nur das 210 kHz-Signal, sondern auch eine Feuchtdichte von  $\rho = 1,02 \text{ g/cm}^3$  und eine Viskosität von  $\eta = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ . Die Nautische Sohle wurde abhängig von der Kornzusammensetzung des Schlicks im Emdener Fahrwasser zum Zeitpunkt der Untersuchungen durch eine Grenzdichte von  $\rho = 1,20 \text{ g/cm}^3$  und revierunabhängig durch eine Viskosität von  $\eta = 10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  definiert.

Auf der Basis dieser Kenngrößen erfolgte die Auswertung durch die beteiligten Firmen, die zum Teil sehr unterschiedliche Ergebnisse hervorbrachten.

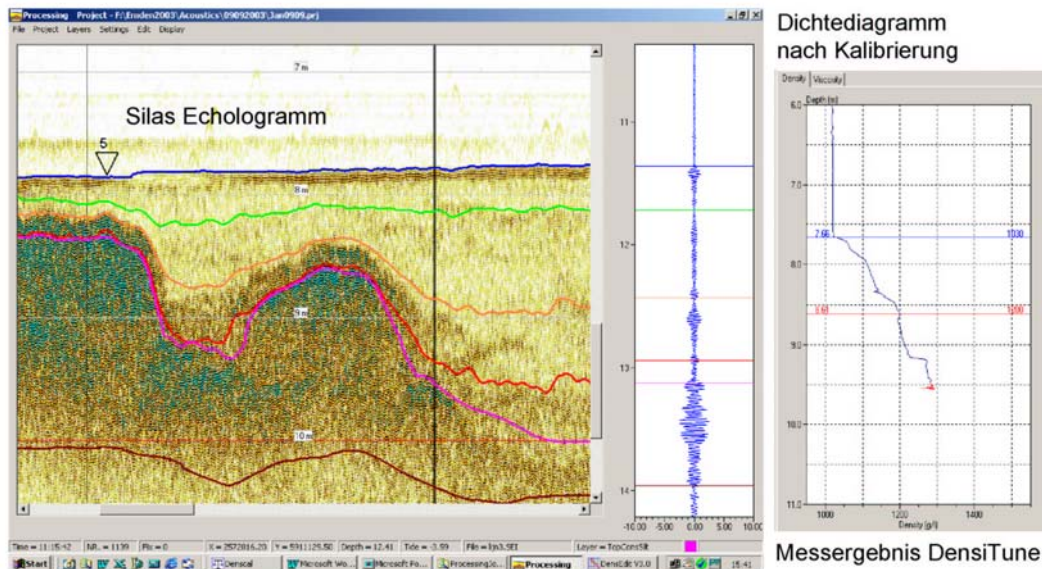


Abb. 3: Exemplarische Darstellung aus einer Firmen-Software (Echogramm mit Dichtediagramm)

Bei zwei Firmen stimmte die Lage der Nautischen Sohle, bezogen auf den Tiefenhorizont und den Verlauf der Echolotschriebe, relativ gut überein, bei den zwei anderen Firmen gab es größere Abweichungen. In der Stellungnahme der BAW-DH sind sämtliche Daten und Ergebnisse sehr detailliert aufgeführt und ausgewertet worden.

Im Ergebnis liefert das Gutachten einen bewertenden Vergleich zwischen den angebotenen Verfahren und hat damit zur Entscheidungsfindung des WSA Emden für ein geeignetes Verfahren im Emsrevier beigetragen.

### 3 Ausblick

Das WSA Emden wird mit Hilfe eines neuen Systems die bisherigen Aussagen stützen und die Qualität der Aussagen der vorhandenen Sohliefen auf Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen objektiver gestalten und damit verbessern.

Der Einsatz eines neuen Systems soll also in erster Linie Sicherheitsansprüche an die schiffbare Tiefe besser befriedigen und eine objektivere Auswertung ermöglichen. Mit erfolgreichem Einsatz des Systems ist im Weiteren eine Kostenersparnis durch reduzierte Baggermengen denkbar, da das neue Verfahren die Aussagen zur Festlegung der Nautischen Sohle in Bereichen mit hohem Schlickanteil realistischer als das bisherige Verfahren widerspiegelt.



Die Entscheidung für das richtige System bedarf neben der Bewertung der technischen Leistungsfähigkeit auch die Betrachtung weiterer Kriterien. Dazu wurden im Rahmen einer Nutzwertanalyse Kriterien wie Kompatibilität, Schulungserfordernis des Personals in der Seevermessung, Erfahrungen im Wirkbetrieb, Kalibrierungsmöglichkeiten etc. gewichtet und bewertet.

Das Ergebnis der Nutzwertanalyse lieferte eine eindeutige Entscheidungsgrundlage für die Beschaffung des Systems der Firma STEMA.

Der Entwurf-AU für die Beschaffung des Systems ist aufgestellt und der WSD Nordwest zur Prüfung und Genehmigung vorgelegt worden. Nach Möglichkeit soll das neue System noch im laufenden Haushaltsjahr 2004 beschafft und eingesetzt werden.

Nach einer kurzen Anlaufphase können die zu erwartenden Ergebnisse unmittelbar im Peilbüro weiterverwendet werden und die bisherige Verfahrensweise zur Bestimmung der Nautischen Sohle unterstützen.