

# TIEFEN- BEWUSSTSEIN

*Null ist längst nicht immer gleich Null – zumindest nicht in der Seefahrt. Und erst recht nicht in der Seekarte. Warum das **SEEKARTENNULL** höchst unterschiedlich definiert ist und wie das sowohl bei aktuellen als auch prognostizierten **WASSERSTÄNDEN** berücksichtigt werden muss, erklärt Navigationsexperte Leon Schulz*

Wie viel Wasser ist noch unterm Kiel?  
Die Seekarte gibt darüber nicht ohne  
Weiteres Aufschluss





Passt es oder passt es nicht?  
Eine 21 Meter hohe Yacht nähert  
sich der Fehmarnsundbrücke

**B**ei der Annäherung an die Fehmarnsundbrücke ist aus Osten kommend an deren Pfeiler knapp über der Wasseroberfläche eine dicke „20“ zu sehen. Damit soll Skippern die lichte Durchfahrtshöhe angezeigt werden. Die auf dem Plotter installierten Seekarten von C-Map und Navionics bestätigen das: „Fehmarnsund clr +20.00 m“ zeigen sie durchweg an. So weit, so gut, möchte man meinen.

Zoomt man bei beiden Karten jedoch eine Stufe heraus, wächst die Brücke plötzlich in die Höhe. „Fehmarnsund clr +21 m“ steht da mit einem Mal zu lesen. Was gilt denn jetzt, 20 oder 21 Meter?

Bei vielen Segelbooten kann das den entscheidenden Unterschied ausmachen, ob die Crew den Weg durch den Fehmarnsund nehmen darf oder aber einmal ganz außen um die Insel herumsegeln muss. Ein Umweg von immerhin knapp 25 Seemeilen, möchte man zum Beispiel von Heiligenhafen nach Lübeck oder umgekehrt.

#### ZUR PERSON



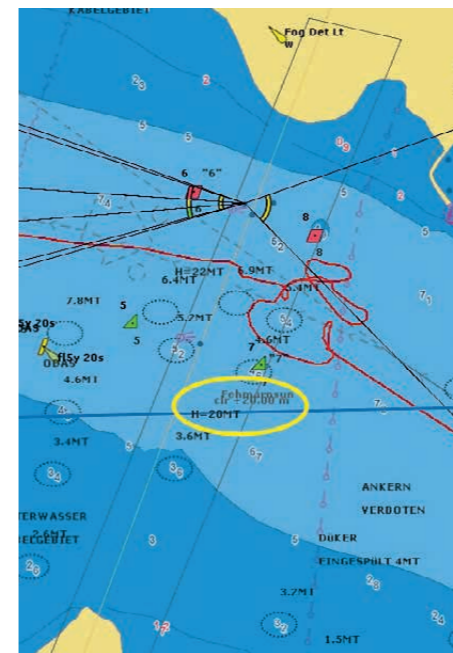
Leon Schulz ist Buchautor und RYA Yachtmaster Ocean Instructor. Er veranstaltet Ausbildungstörns in atlantischen Revieren auf einer Hallberg-Rassy 46 und bietet im Winter Theoriekurse auf Malta an.

[www.reginasailing.com](http://www.reginasailing.com)

Die Navionics-App auf dem Handy sagt gleichfalls: „Fehmarnsundbrücke VERT CL 21MT“. Und auch die offiziellen S-57-ENC-Karten der Berufsschifffahrt, die an Bord auf dem Tablet in der SeaPilot-App hinterlegt sind und die fortlaufend via Mobilfunkverbindung Updates empfangen, geben 21 Meter als segelfreie Höhe an. Also sind die 20 Meter nur ein Versehen?

**D**ie guten alten Papierkarten tragen ebenfalls nicht zur Aufklärung bei. Im Gegenteil: Auf dem betreffenden, wenn auch schon drei Jahre alten Kartenblatt vom NV-Verlag steht auf der Vorderseite (Blatt 13): „Brückenhöhe 21 m“, auf der Rückseite (Blatt 13A) jedoch sogar „H=22 m“. Unterschiedliche Höhenangaben auf der Vorder- und Rückseite der gleichen Karte, wie kann das sein?

Zu guter Letzt ein Blick auf die Papierkarten des Delius Klasing Verlags: Darauf ist die Höhe mit 22 Metern vermerkt. Wie im Übrigen auch auf den



Verwirrend: dieselbe Brücke, aber unterschiedliche Höhenangaben. Teils gibt sogar ein und derselbe Kartenanbieter voneinander abweichende Werte an

amtlichen Seekarten des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

Weshalb aber ist dann auf dem Brückenpfeiler eine 20 aufgemalt? Des Rätsels Lösung findet sich erst nach der Durchfahrt auf der Westseite des gleichen Brückenpfeilers. Die Frage nach der lichten Höhe ist nun aber geweckt worden, wollen wir doch wissen, ob das Schiff samt Mast durchpasst.

In Seekarten verzeichnete Höhen und Tiefen stehen in Bezug zu einem definierten Referenzniveau. Lediglich etwa an einer Messlatte abgelesene Wasserstände geben den wahren Wert an. Fest steht: Die Brücke selbst hebt und senkt sich nicht. Wohl aber der Wasserstand, und das täglich. Anhand welchen Niveaus also ist die Brückenhöhe in den Karten vermerkt? Und was ist der aktuelle Wasserstand im Verhältnis zum Seekartennull (SKN)?

**A**uf der Internetseite der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes findet sich der kontinuierlich aktualisierte Pegel ([www.pegelonline.wsv.de](http://www.pegelonline.wsv.de)). Demnach beträgt im geschilderten Fall der aktuelle Wasserstand in Heiligenhafen knapp östlich der Fehmarnsundbrücke +495 Zentimeter. Alle Achtung, das sind fast fünf Meter! Kann das sein?

Zum Vergleich ein Blick auf die gleichfalls im Internet veröffentlichten aktuellen Wasserstandsangaben des BSH ([www.bsh.de/DE/DATEN/Wasserstand\\_Ostsee/wasserstand\\_ostsee\\_node.html](http://www.bsh.de/DE/DATEN/Wasserstand_Ostsee/wasserstand_ostsee_node.html)). Dort wird für Heiligenhafen ein Pegelstand von -3 Zentimeter angegeben sowie eine Prognose für den kommenden Tag von bis zu +50 Zentimeter. Das ist zwar ein für die Ostsee ebenfalls beachtlicher An-

#### BESTIMMUNG DER DURCHFARTSHÖHE

Die meisten Länder mit Gezeiten benutzen heute LAT als Seekartennull (SKN).

Tidenhöhen, die in den Gezeitentafeln angegeben werden, sind dann der vorausberechnete Wert, um die der Wasserspiegel sich über SKN befindet – von Wettereinflüssen einmal abgesehen. Folgen Seekarten dem LAT-Standard, können Segler also ohne weitere Berechnungen Tidenhöhen direkt zu den Tiefenangaben der Karte hinzurechnen.

Achtung, während Wassertiefen sowie trockenfallendes Land in Bezug auf SKN angegeben werden, beziehen sich lichte Höhen unter Brücken und Hochspannungskabeln auf HAT. Unter den jeweiligen Gezeitentafeln wird beispielsweise bei Reeds die Höhe von HAT über SKN angegeben. Die aktuelle lichte Höhe lässt sich dann wie folgt berechnen:

**Lichte Höhe aus der Karte + HAT**  
–aktuelle Gezeitenhöhe  
=aktuelle lichte Höhe

stieg von einem guten halben Meter. Dennoch sind diese Zahlen weit entfernt von den fast fünf Metern, wie sie der WSV-Pegel anzeigt.

**W**enigstens ist dort – anders als auf der Seite des BSH – nachzulesen, auf was sich die Angabe bezieht: auf den Pegelnullpunkt (PNP), der in Heiligenhafen mit 4,98 Meter über Normalhöhennull (NHN) angegeben wird. Die Differenz ergibt exakt den vom BSH mit -3 Zentimeter bezifferten Pegel. Ein Zufall? Vom BSH kommt telefonisch die Auskunft, dass man von sämtlichen Pegelwerten pauschal fünf Meter abziehen müsse, um auf den BSH-Bezugspunkt zu kommen.

Weitere Verwirrung entsteht, schaut man sich beispielsweise den Pegel von Timmendorf auf Poel in der benachbarten Wismarbucht an. Pegel-Online der WSV gibt dafür einen Wasserstand von 506 Zentimeter über PNP an, allerdings nicht mehr wie in Heiligenhafen bezogen auf Normalhöhennull (NHN), sondern mit 5,14 Meter über Höhennormal (HN). Die Differenz ergibt hier einen Wasserstand von acht Zentimetern unter HN. Das BSH hingegen gibt für Timmendorf zur selben Zeit einen Wasserstand von acht Zentimetern über ihrem Referenzpunkt an. Macht eine Differenz von 16 Zentimetern zwischen der Angabe der WSV und der des BSH!

Im Ergebnis existieren damit bereits drei unterschiedliche Referenzpunkte: NHN in Heiligenhafen sowie HN in Timmendorf auf Poel bei der WSV und an beiden Orten pauschal fünf Meter Abzug vom Pegel beim BSH. So weit, so gut. Doch Segler interessiert weder irgendein Pegel, NHN oder HN, →





Mit Vorsicht zu genießen: Pegelstände. Sie müssen je nach Anbieter der Daten um unterschiedliche Korrekturwerte bereinigt werden, erst dann kann man mit ihnen arbeiten

## DRUCK, WIND & WELLE

Nicht zu vernachlässigen ist der Einfluss des Wetters auf den Wasserstand, sprich Luftdruck, Wind und die Dünung. Seekarten sind für den **Standardluftdruck von 1013 hPa** gezeichnet. Während Hochdruck das Wasser fortdrückt, lässt tiefer Druck den Wasserspiegel steigen, laut Faustregel für jedes Hektopascal um einen Zentimeter. Zwischen einem Tief von 990 hPa und einem Hoch von 1030 hPa können also 40 Zentimeter Wassertiefen-Differenz liegen! Der **Wind** drückt das Wasser von Luv nach Lee. Dabei werden große Wassermassen verschoben. Südwestlicher Sturm in der Ostsee beschert etwa der südwestlichen Ostsee Niedrigwasser, während vor der finnischen Küste Hochwasser herrscht. Im Sund und Belt kann es dann richtig interessant werden, dort stauen sich die Wassermassen. Der Wasserstand zwischen Kullen im Norden des Öresunds und Skanör im Süden kann einen Unterschied von bis zu anderthalb Meter erreichen – und das auf einer Distanz von weniger als 60 Seemeilen! Halt der Winddruck aus West an, wird die Ostsee mit Wasser gefüllt, der Meeresspiegel steigt um bis zu 30 Zentimeter pro Woche. Mehrere durchziehende **Tiefdruckgebiete** können die Ostsee zudem in eine gigantische Badewanne verwandeln, in der das Wasser mit einer Periode von etwa zehn Stunden tagelang hin- und herschwappt. Schließlich ist auch die **Dünung** zu berücksichtigen. Hebt und senkt sich beispielsweise der Wasserspiegel an der Atlantikküste alle 15 Sekunden um einen Meter, kann dies im ungünstigsten Fall zu Grundberührungen führen. Auf der Nordsee ist die **Springflut** berüchtigt. Alle drei genannten Faktoren führen im Herbst zusätzlich zu der dann herrschenden besonders starken Gravitation zur Sonne zu einem extremen Anstieg des Wasserstandes bei Spring-Hochwasser.

## UNGENAUE DATEN

Die Genauigkeit der Tiefenangaben in den Seekarten spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Moderne Messungen werden flächendeckend zu 95 Prozent mittels Sonar vorgenommen. Das heißt, die erhobenen Werte weichen bei zehn Meter Wassertiefe um weniger als 25 Zentimeter von den wahren Werten ab. Ältere Messungen – häufig in Gebieten abseits der von der Berufsschifffahrt benutzten Korridore und besonders dort, wo die Wassertiefe unter zehn Meter liegt – sind mitunter bis zu 150 Jahre alt. Sie wurden noch mit einem Handlot ermittelt und sind im Zweifel entsprechend ungenau. Gleiches gilt für die Vermessung von Bauwerken; auch hier wurde in der Vergangenheit nicht die Genauigkeit erzielt, die heute gang und gäbe ist. In Schweden wurden zum Beispiel erst kürzlich sämtliche Brücken nachgemessen. Es ergaben sich teils erhebliche Abweichungen, auch wenn diese noch alle innerhalb der Sicherheitsmargen lagen.

ist doch der Referenzpunkt der Seekarte das Seekartennull (SKN). Nach diesem richten sich sämtliche in den Karten vermerkten Höhen- und Tiefenangaben.

Genau dieses SKN ist leider ebenfalls nicht immer überall gleich. Es differiert von Land zu Land und sogar auch innerhalb eines Landes von Karte zu Karte!

**A**n einigen Orten arbeitet man beim SKN mit einer landbezogenen festen Referenz. Die aber ist möglicherweise gar nicht so fest wie gedacht, steigt doch besonders im nördlichen Ostseeraum das Land kontinuierlich an (siehe rechte Seite). Woanders bezieht man sich auf die See und ermittelt einen arithmetischen Mittelwert des Meeresspiegels, den „mittleren Wasserstand“ oder kurz „Mittelwasser“. Das ist auf vielen Seekarten als MSL (englisch für Mean Sea Level) gekennzeichnet.

Dieser mittlere Wasserstand kann darüber hinaus aus den Messungen eines bestimmten Jahres berechnet worden sein, wie zum Beispiel für die Seekarten Schwedens. Oder aber er bezieht sich auf das Mittel des jeweils vergangenen Jahres, wie etwa bei den Wasserstandsmeldungen in Schweden bis Anfang Juni dieses Jahres. Oder aber das Mittel der letzten 19 Jahre dient als Referenz, wie zum Beispiel für die Ostseekarten Deutschlands.

An Orten mit einem Tidenhub über 30 Zentimetern wiederum werden Wassertiefen in Bezug zu der in Zukunft zu erwartenden niedrigsten astronomisch beeinflussten Wassertiefe angegeben. Das wird kurz als „Niedrigster Gezeiten-Wasserstand“ (NGZW) oder einfach mit LAT (englisch für Lowest Astronomic Tide) bezeichnet. Analog dazu werden Höhen, wie bei Brücken oder Hochspannungsleitungen, in Bezug zu der zu erwartenden höchsten astronomisch beeinflussten Wasserhöhe, dem HAT (Highest Astronomic Tide), gesetzt. Beides macht Sinn: Um immer auf der sicheren Seite zu sein, gibt die Seekarte stets den Minimalwert an – sowohl bei Untiefen als auch bei „Gefahr von oben“.

Immerhin, derzeit arbeiten weltweit Hydrografische Institute daran, einen künftig international einheitlichen Bezugspunkt festzulegen. Ein erster Schritt war – einer Empfehlung der International Maritime Organization (IMO) folgend – hierzulande 2005 die Umstellung auf LAT an der deutschen Nordseeküste. Sie wurde 2013 abgeschlossen.

Zuvor war der Bezugspunkt das Mittlere Spring-Niedrigwasser (MSPNW). Wer also immer noch mit deutschen Seekarten von vor 2013 fährt, sollte den Bezugspunkt zum Seekartennull kontrollieren. →



Skandinavien ist beliebt, die teils mit Untiefen gespickten Küsten haben es aber in sich

## ANDERE LÄNDER, ANDERE SITTEN

### Wonach richten sich im Ausland die WASSERSTANDSANGABEN? Eine Übersicht

Viele Länder mit Tidengewässern entlang ihrer Küsten beziehen sich sowohl bei den Wasserstandsmeldungen als auch den -vorhersagen auf das von der IMO bevorzugte LAT. Spannend wird es aber bei Ländern, die Küstenabschnitte mit und ohne Tideneinfluss haben, wie etwa Dänemark und Schweden. Schweden nimmt zudem eine Sonderstellung ein, da sich im Norden seit der letzten Eiszeit das Land in nicht unerheblichem Ausmaß hebt und dort Wassermassen verdrängt, während im Süden der Meeresspiegel allmählich steigt.

#### DÄNEMARK

Unsere direkten Nachbarn haben kürzlich an ihrer Nordseeküste die Tiefenangaben auf LAT umgestellt, während östlich von Skagen das zuvor verwendete Mittelwasser vom Baltic Sea Chart Datum (BSCD) abgelöst wurde. Darauf haben sich verschiedene Ostseeanrainer verständigt – Deutschland ist nicht dabei –, mit dem Normal

Amsterdams Peil (NAP) als gemeinsamem Bezugspunkt.

#### SCHWEDEN

Dort ist man noch dabei, das gesamte Kartenmaterial umzuzeichnen. Wobei schon jetzt ersichtlich wird, dass die Küstenlinien im Norden des Landes markant andere Formen annehmen werden. Bis 2024 sollen sich sämtliche Seekarten Schwedens auf ein neues Kartennull namens RH2000 beziehen, das dem BSCD angeglichen ist. Gegenwärtig beziehen sich schwedische Karten südlich von Stockholm noch auf ein aus einem bestimmten Jahr stammendes Mittelwasser; dieses Jahr ist auf der Seekarte vermerkt. Die Konsequenzen sind nicht unerheblich: Das SKN bezieht sich nämlich bei einigen Karten auf ein Mittelwasser von 1970, und das bei einem Anstieg des Landes von bis zu einem Zentimeter pro Jahr! Schärensegler, die auf Grund laufen, können also durchaus Recht haben, wenn sie behaupten, die in der Seekarte

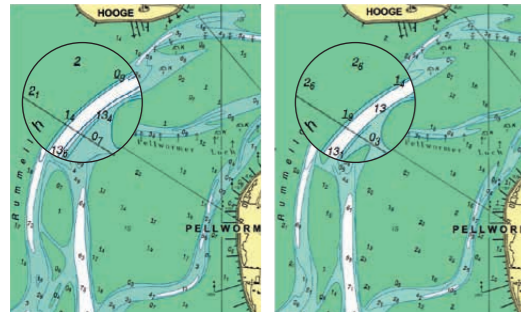
verzeichnete und die sich daraus ergebende wahre Wassertiefe stimme nicht. Um die wahre Wassertiefe berechnen zu können, muss in Schweden also zunächst die Wassertiefe aus der Karte abgelesen und dann der Landanstieg davon abgezogen werden; erst danach darf man die aktuelle Wasserstandsmeldung berücksichtigen. Diese kann nicht in Bezug zum Kartennull abgegeben werden, denn das SKN verschiedener Karten bezieht sich ja auf ein Mittelwasser aus unterschiedlichen Jahren. Immerhin, seit Juni werden in Schweden Wasserstandsmeldungen im Radio und über Funk nach dem neuen BSCD angegeben und sind somit direkt mit den neuen Karten kompatibel. Der Anstieg des Landes spielt dabei dann keine Rolle mehr.

#### NORWEGEN

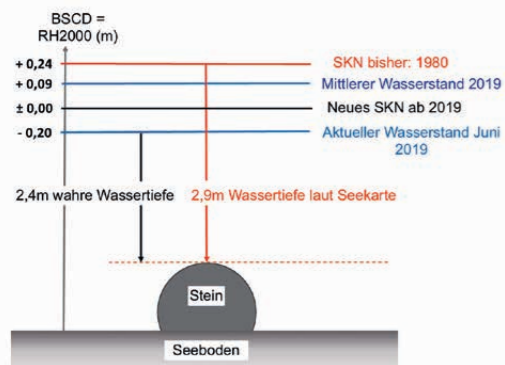
Interessant wird es im Grenzgebiet zu Schweden. Dort liegt das Kartennull 60 Zentimeter unter BSCD, weil sich Norwe-

gen am LAT als Kartennull orientiert. Dessen sollte man sich etwa auf einem Törn zum Oslofjord entlang der westschwedischen Küste bewusst sein. Und nicht einmal das ist völlig korrekt. Norwegen zeichnet seine Karten nur nördlich von Utsira nach LAT – längs der Südküste des Landes aber nach LAT minus 20 Zentimeter und im Oslofjord sogar LAT minus 30 Zentimeter. Dies erhöhe die Sicherheit, so die Begründung der norwegischen Behörden. Natürlich haben sowohl Schweden als auch Norwegen recht, denn zum LAT muss immer die aus den Gezeitentafeln herausgerechnete Tidenhöhe hinzuge-rechnet werden, während vom BSCD der aktuelle Wasserstand entweder abgezogen oder dazugerechnet werden muss. Die wahre Wassertiefe bleibt indes gleich. Nur sollte der Navigator wissen, mit welcher Seekarte er gerade unterwegs ist und mit welchen aktuellen Daten die dort eingezeichnete Tiefe entsprechend zu korrigieren ist!





**Unterschiedliche Tiefen? Ausschnitt aus einer BSH-Nordseekarte. Links mit dem alten MSpNW (bis 2004), rechts mit dem heute gültigen NGzW/LAT als SKN-Referenz**



**Schematischer Wasserstand vom Juni 2019 für Stockholm: Nach dem Wechsel des Bezugssystems fällt die Differenz zwischen SKN und wahrer Wassertiefe deutlich geringer aus**

Der LAT liegt im Bereich der deutschen Nordseeküste etwa 50 Zentimeter unterhalb des alten MSpNW!

Ganz anders das Bild entlang der deutschen Ostseeküste. Dort gilt nach wie vor als Bezugspunkt der „Mittlere Wasserstand“ sowohl für Höhen- als auch Tiefenangaben. Es kann also sein, dass die lichte Höhe einer Brücke tatsächlich geringer ist als angezeigt. Eine Umstellung auch im Ostseeraum auf LAT ist nicht vorgesehen. Das BSH versichert, dass gegenwärtig der Unterschied in Bezug zu den Meeresspiegelunabhängigen Landhöhen wie NHN im zu vernachlässigenden Zentimeterbereich liege.

**W**ährend also das Mittelwasser als SKN an der Ostseeküste annähernd NHN entspricht, sollte erwähnt werden, dass das LAT als SKN der Nordseeküste weit darunter liegt. In Cuxhaven beispielsweise sind es zwei Meter, in Brunsbüttel am Nord-Ostsee-Kanal rund 1,90 Meter.

Aktuelle Wasserstandsmeldungen werden weiterhin an der Nordseeküste in Bezug zum international anerkannten LAT angegeben. Anders die für die

## MESSUNG AUS DEM ALL

Ähnlich wie bei der Einführung von WGS84 ist das Baltic Sea Chart Datum (BSCD), auf das sich mehrere Länder für die Ostsee verständigt haben, ein wichtiger Schritt zu einem einheitlichen vertikalen Referenzpunkt für Satellitennavigationssysteme. Diese werden in Zukunft eine enorme Genauigkeit erzielen. Die Abweichungen zwischen gemessenen und tatsächlichen Wassertiefen werden weniger als zehn Zentimeter betragen. Zudem lassen sich dann Seekarten- sowie Schiffsdaten und aktuelle Wasserstände zusammenführen, um die wahre Wassertiefe unter dem eigenen Kiel zu ermitteln: die „Under Keel Clearance“ (UKC). Auch an der Nordsee wird an einer Verschmelzung der Daten gearbeitet. Das vom BSH geleitete ImoNav-Projekt versucht, hochaufgelöste marine Geodaten dynamisch in elektronische Navigationssysteme an Bord zu integrieren. Als Erstes sind stark befahrene Seewasserstraßen wie Elbe und Weser in Arbeit.

kommenden Stunden geltenden Wasserstandsvorhersagen! Und das, obwohl sie während der gleichen Ausstrahlung etwa via UKW-Funk gemeldet werden. Referenzen für die Vorhersagen sind an der Nordsee das mittlere Hoch- beziehungsweise das mittlere Niedrigwasser – was nicht mit dem mittleren Wasserstand der Ostsee verwechselt werden darf.

Um in Deutschland daher die über Funk verbreiteten Wasserstandsvorhersagen adäquat nutzen zu können, muss zusätzlich zu den Vorhersagen noch das für jeden Ort geltende mittlere Hoch- oder Niedrigwasser bekannt sein, um die genannte Abweichung entweder hinzuzufügen oder abzuziehen.

**B**leibt festzuhalten, dass sich die Angaben in Seekarten sowie die von Wasserstandsmeldungen und -vorhersagen für Deutschland nach mehreren unterschiedlichen Bezugspunkten richten: dem mittleren Wasserstand (MSL) für Seekarten der Ostsee, dem LAT für Seekarten der Nordsee, dem Normalhöhennull (NHN), Höhennull (HN) und Pegelnullpunkt (PNP) für aktuelle Wasserstandsmeldungen sowie dem mittleren Hoch- und Niedrigwasser für Wasserstandsvorhersagen für die Nordsee.

Vor der Fehmarnsundbrücke wird es indes spannend. Der Mast hat eine Höhe von 21 Metern über dem Wasserspiegel. Letztlich bringt ein Zufall Gewissheit: Von der anderen Seite des Sunds nähert sich eine baugleiche Yacht. Deren Crew fährt guten Mutes unter der Brücke durch. Warum, wird klar, als auch für uns die Brücke achteraus liegt. Von Westen kommend steht auf dem Pfeiler nicht nur eine 20, sondern darunter eine 21 sowie eine 22! Also ist es eine Messlatte, an der man den wahren Wasserstand sofort ablesen kann. Das war auf der Ostseite deshalb nicht zu erkennen, weil dort zwei Zahlenmarkierungen schlicht fehlten!



**Freie Fahrt. Erst auf der anderen Seite der Fehmarnsundbrücke wird klar, dass die Durchfahrt trotz 21 Meter Masthöhe dann doch recht unproblematisch war**

FOTO: L. SCHULZ; KARTEN: BSH; ILLUSTRATION: SJÖFARTSVERKET

# LUXURY WITHOUT COMPROMISE

Das einzige multithematische Luxusmagazin

LUXURY WITHOUT COMPROMISE

Robb Report

Deutsche Ausgabe

Porsche Taycan Turbo S  
Das beste E-Auto der Welt?

Massimo Bottura  
Im Maserati zum Starkoch  
der Emilia-Romagna

Edition Nr. 16

New Edition  
Jetzt am Kiosk

Das BESTE vom Besten

33 Uhren, Autos, Reisen:  
Das sind die besten Produkte des Jahres