

Realisierte Strombaumaßnahmen an der Elbe

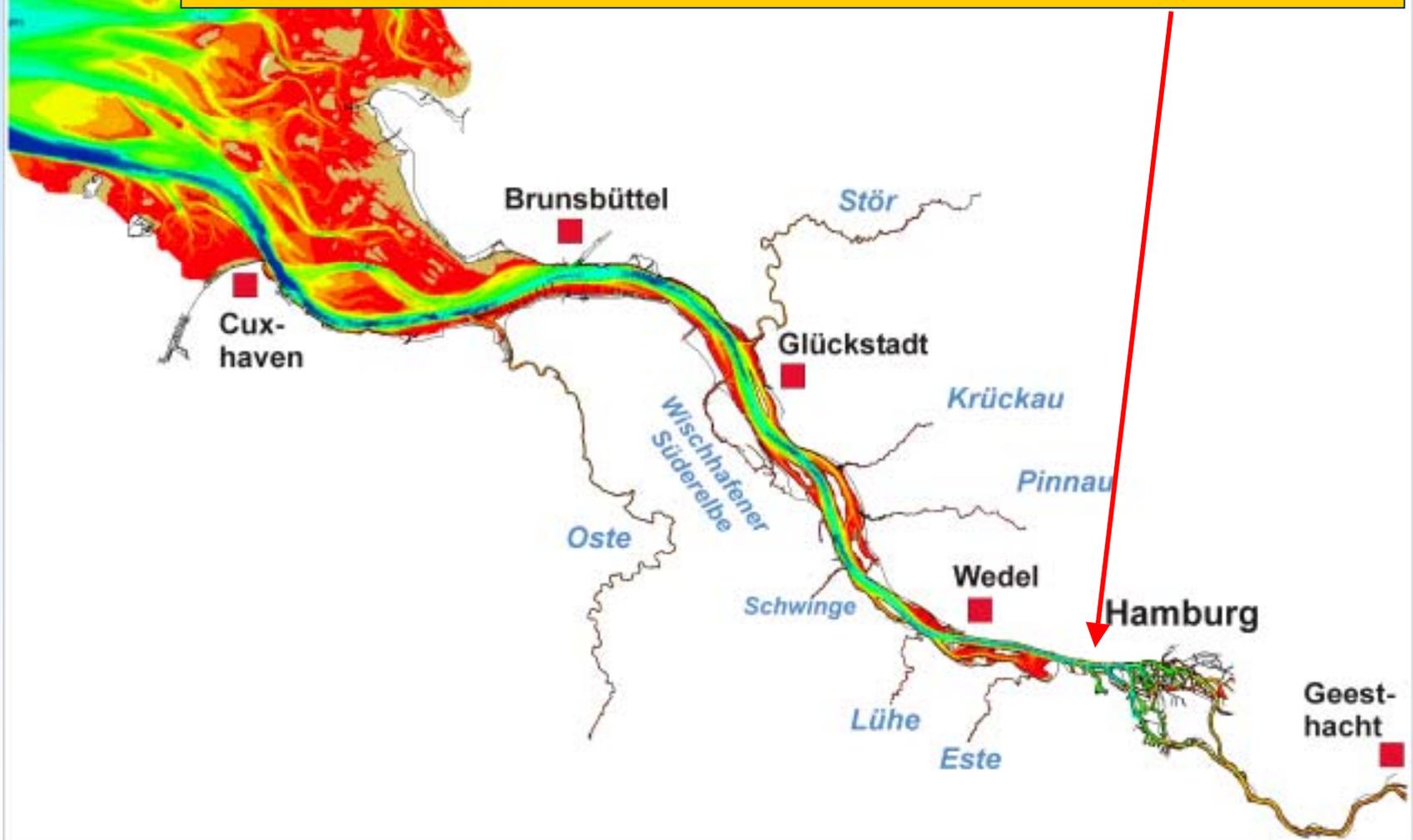
- Ziel der Stromregelung
- Entscheidungskriterien bei Planung der Maßnahmen
- Prognostizierte und eingetretene Wirkungen

Vortrag von Dipl. Ozeanogr. Marcus J. Boehlich

BAW Kolloquium 13.11.2003



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



Köhlfleet:

Wenn das einströmende Flutwasser auf das ruhigere Hafenwasser trifft, setzt es dieses in kreisende Bewegung. So entsteht in Hafenbeckeneinfahrten eine Drehströmung. Im Zentrum dieser Strömungswalze lagern sich die Sedimente zu einem flachen Hügel ab.

Diese sogenannten Schlicklinsen wachsen nicht selten um bis zu 75 Zentimeter Höhe im Monat

Die große Wand verläuft im Strom parallel zum Ufer und ist in einem Bogen in die Einfahrt des Hafenbeckens gerichtet. Durch den Kanal, den die Wand mit dem Ufer bildet, strömt das Wasser bei Flut ein, verhindert eine Drehströmung in der Hafeneinfahrt und die damit verbundenen Ablagerungen. Gleichzeitig werden Schwebstoffe, deren Konzentration in der Nähe der Gewässersohle besonders hoch ist, durch den bogenförmigen Steindamm am Kanaleingang größtenteils außen an der Strömungsumlenkwand vorbeigeführt.

Erfolg: Weniger Sedimentation

Nach dem Bau der Strömungsumlenkwand haben sich die Ablagerungen im Köhlfleet flacher verteilt und mengenmäßig deutlich verringert. In der Hafenbeckeneinfahrt hat sich die Sedimentation um die Hälfte reduziert. Insgesamt ist sie um etwa 30 Prozent zurückgegangen, da es im hinteren Hafenteil keine Veränderung gab.

Quelle:[http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/wirtschaft-arbeit/wir-fuer-](http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/wirtschaft-arbeit/wir-fuer-Sie/hafen/wasser/strombau/verminderung-der-sedimentation-pdf,property=source.pdf)

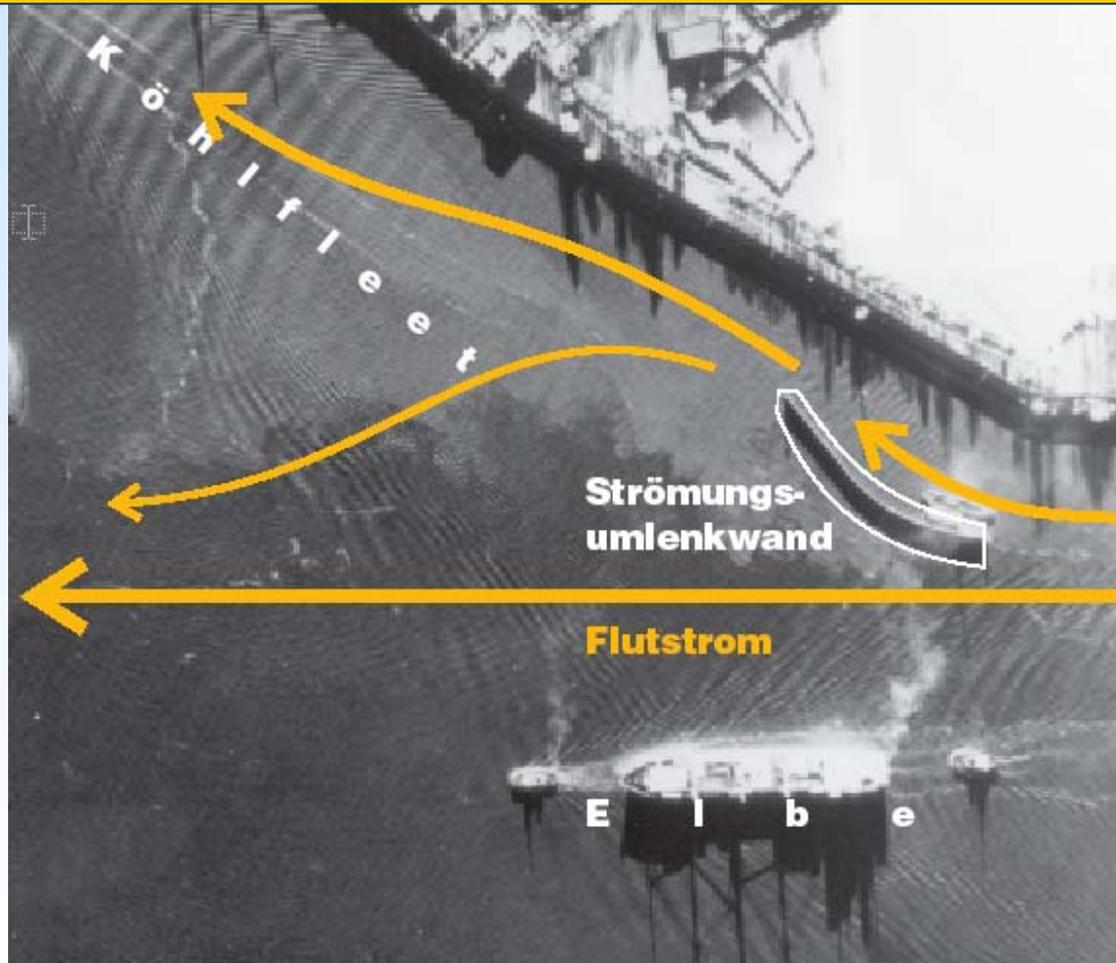
[Sie/hafen/wasser/strombau/verminderung-der-sedimentation-pdf,property=source.pdf](http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/wirtschaft-arbeit/wir-fuer-Sie/hafen/wasser/strombau/verminderung-der-sedimentation-pdf,property=source.pdf)



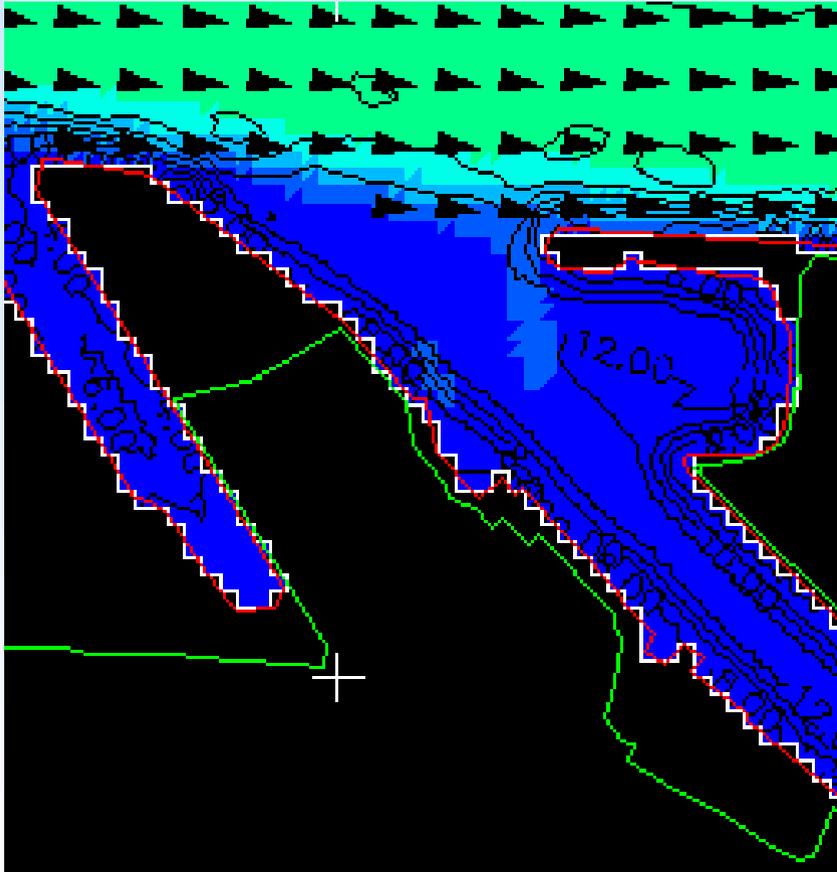
Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



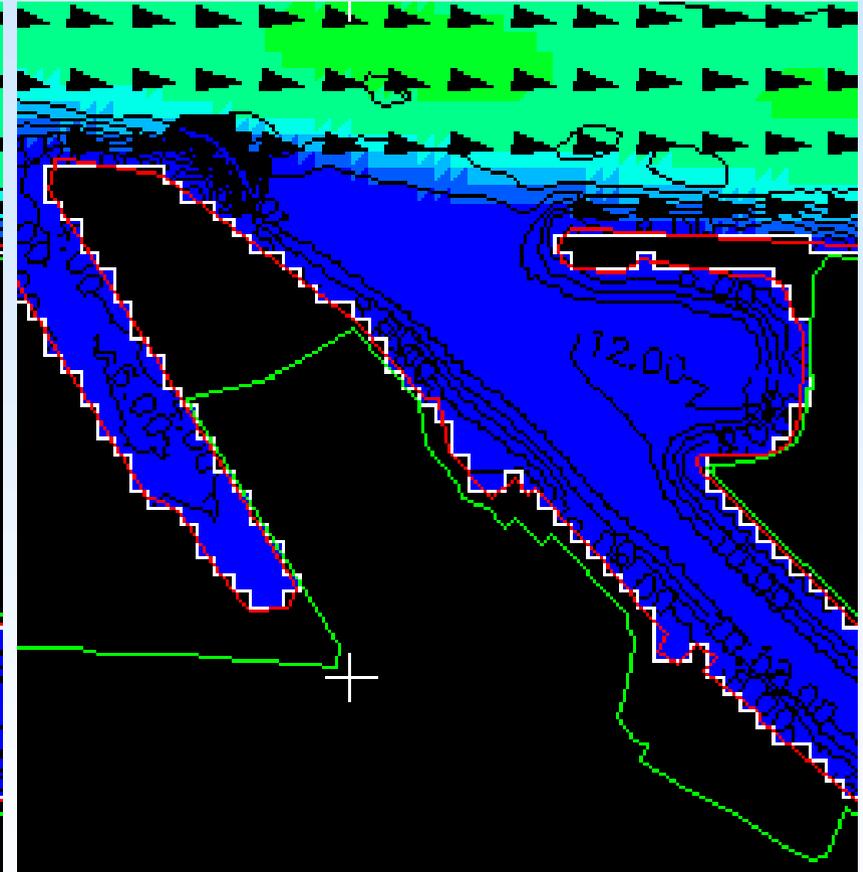
Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet

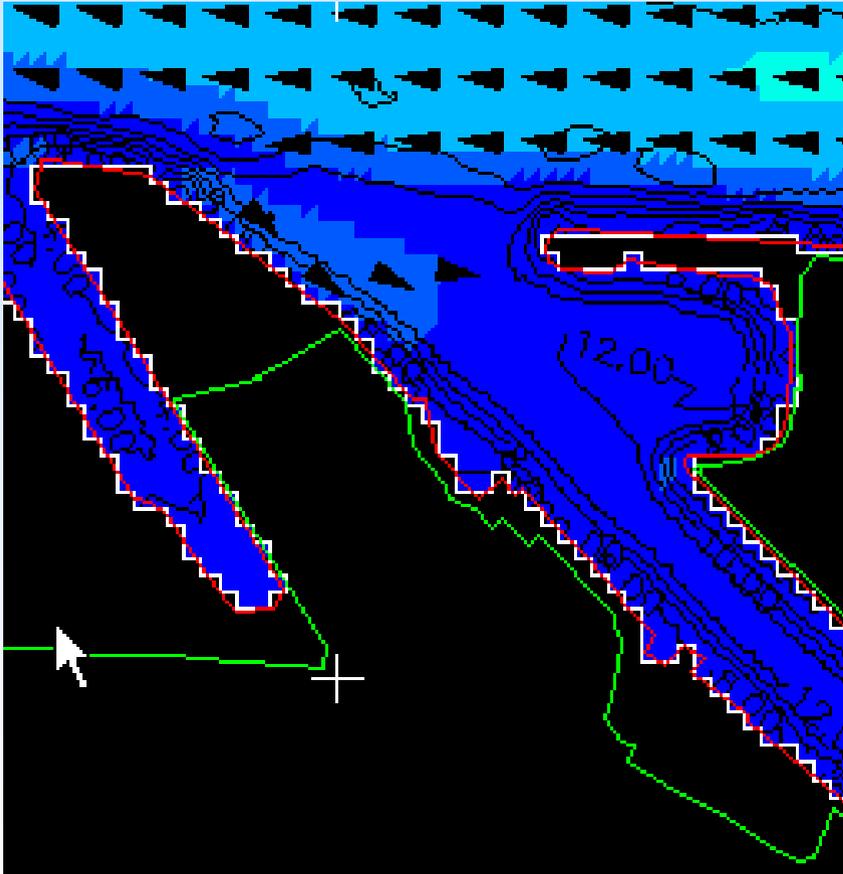


Ohne Strömungsleitwand

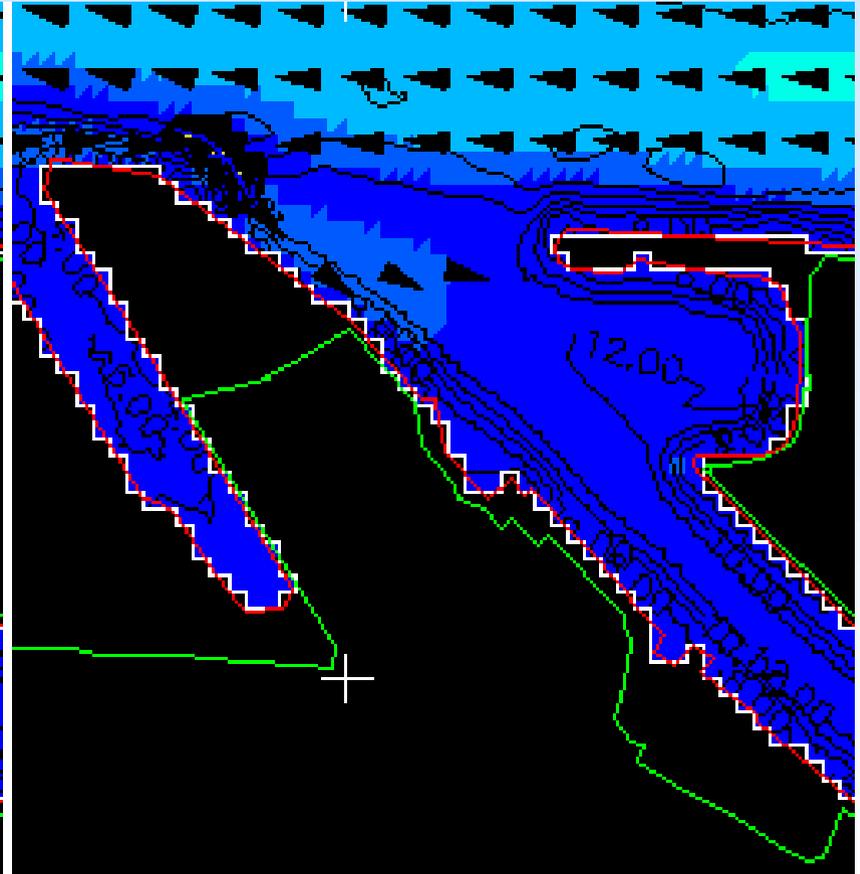


Mit Strömungsleitwand

Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



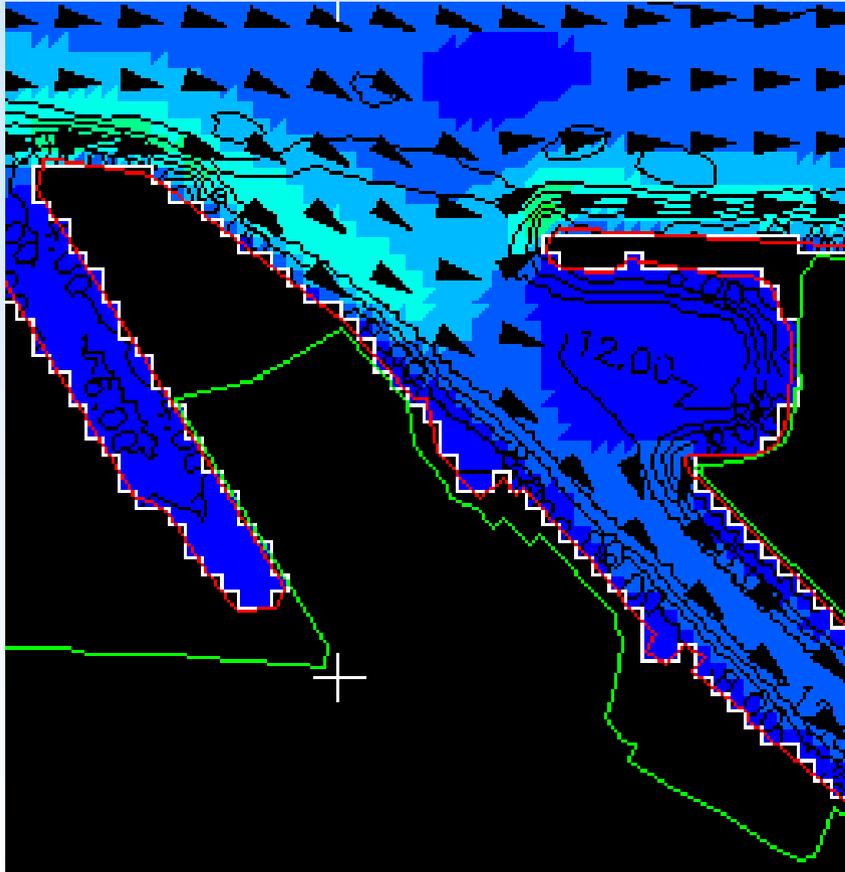
Ohne Strömungsleitwand



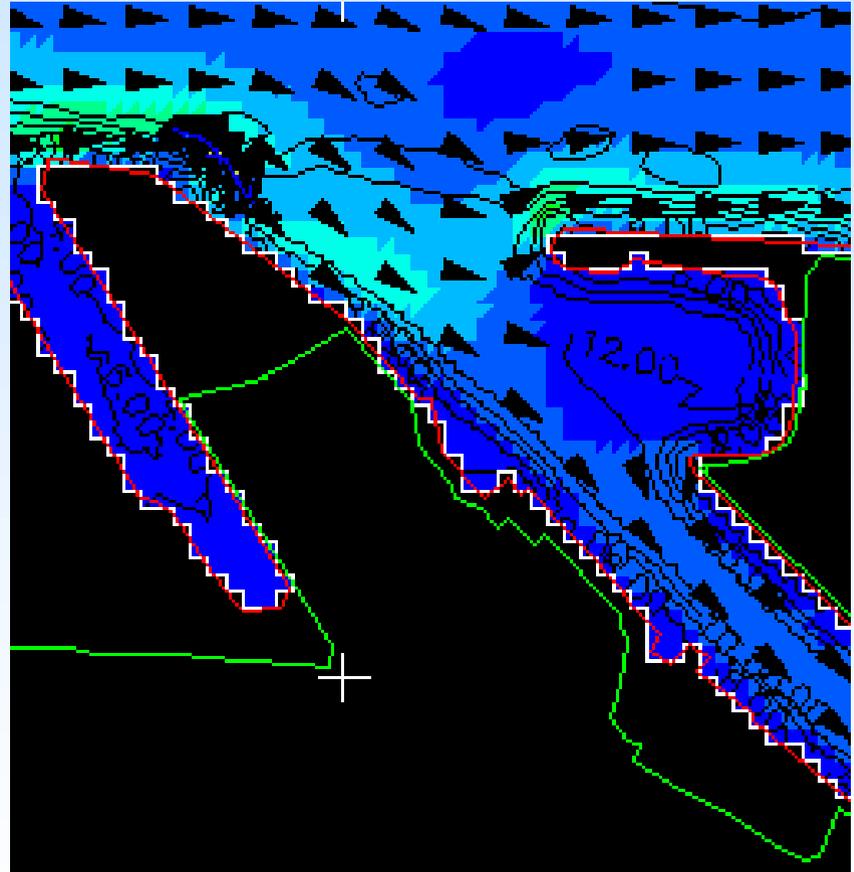
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



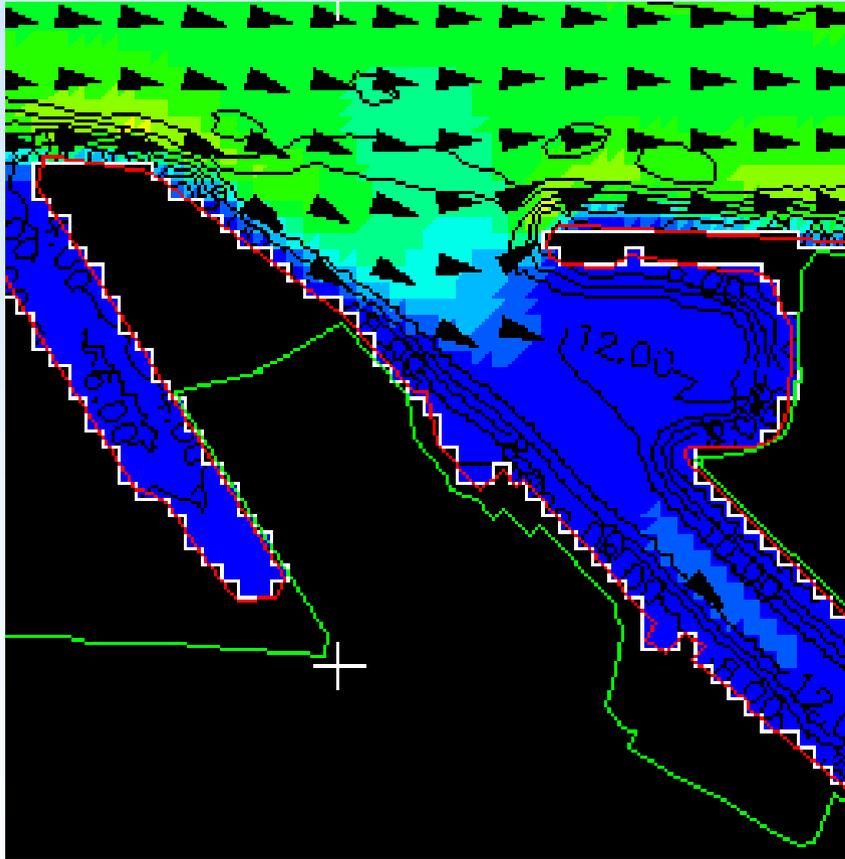
Ohne Strömungsleitwand



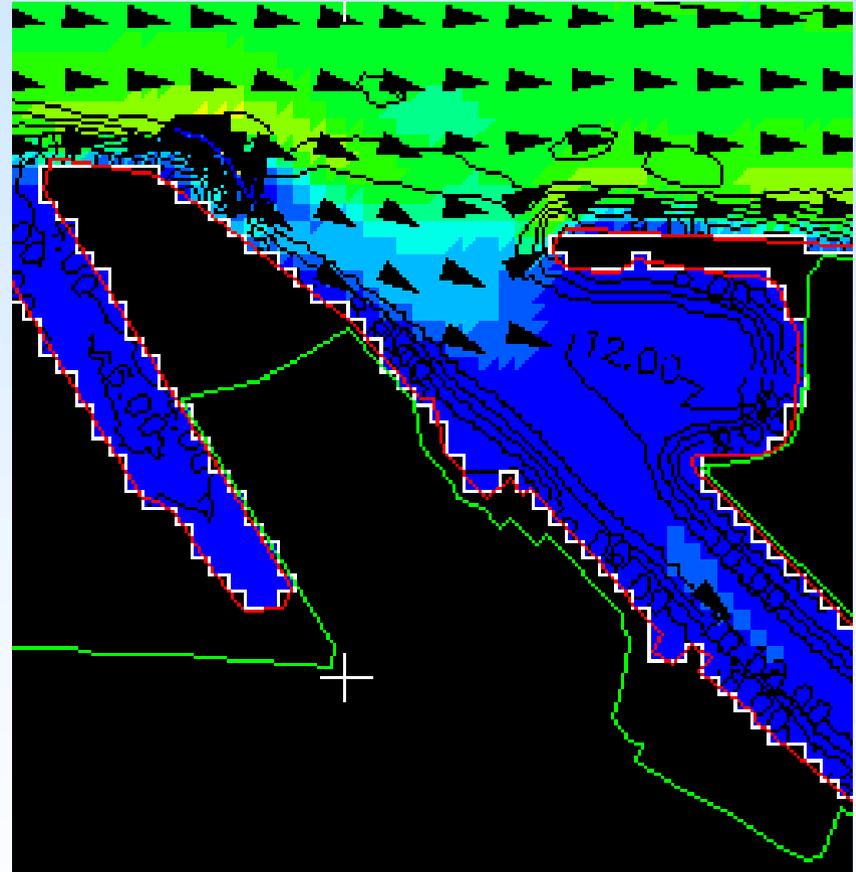
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



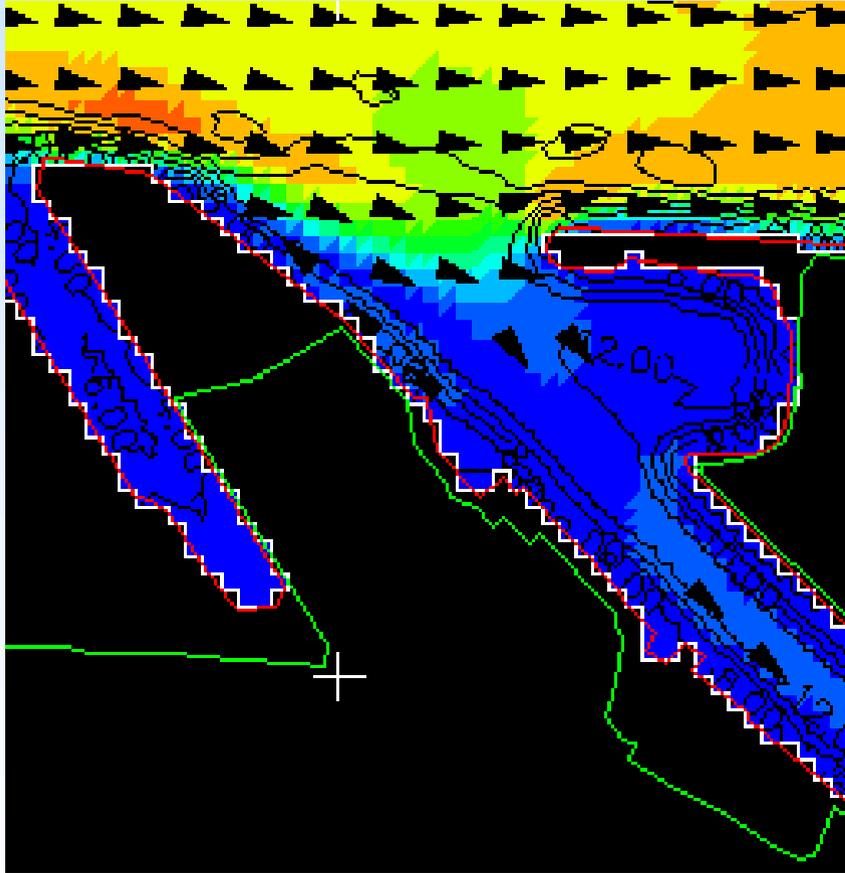
Ohne Strömungsleitwand



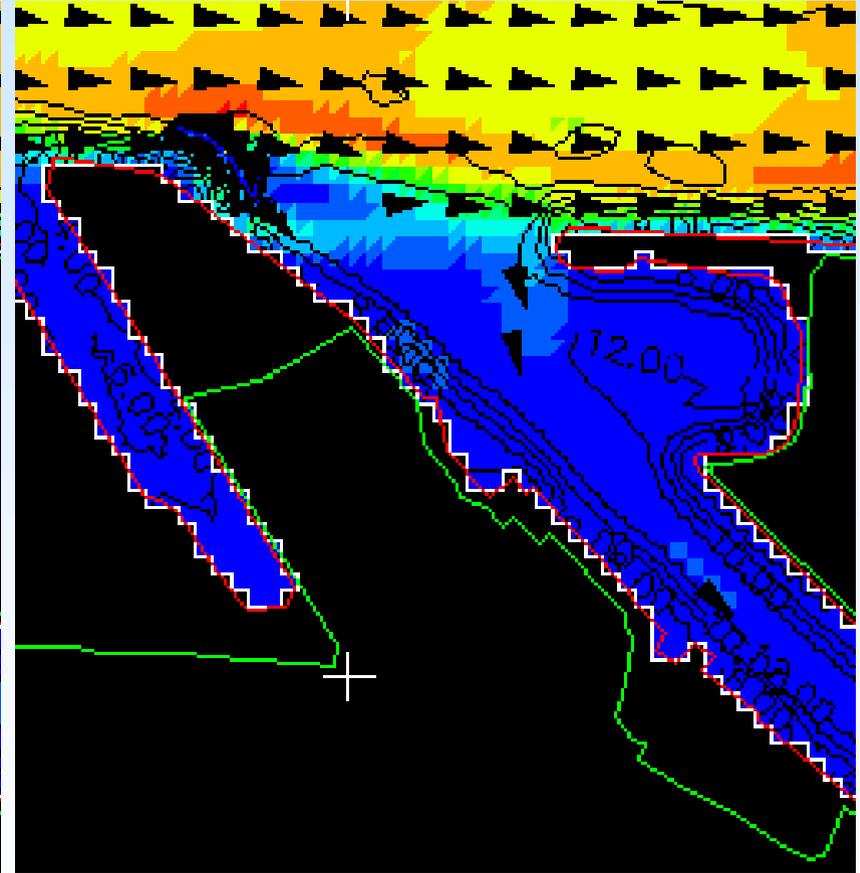
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



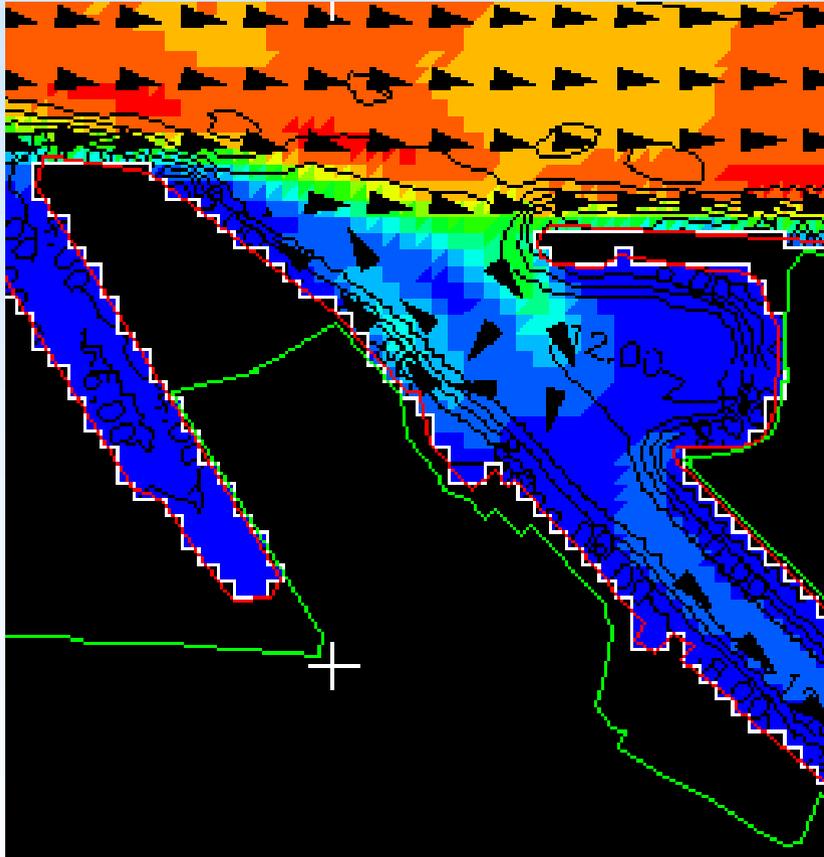
Ohne Strömungsleitwand



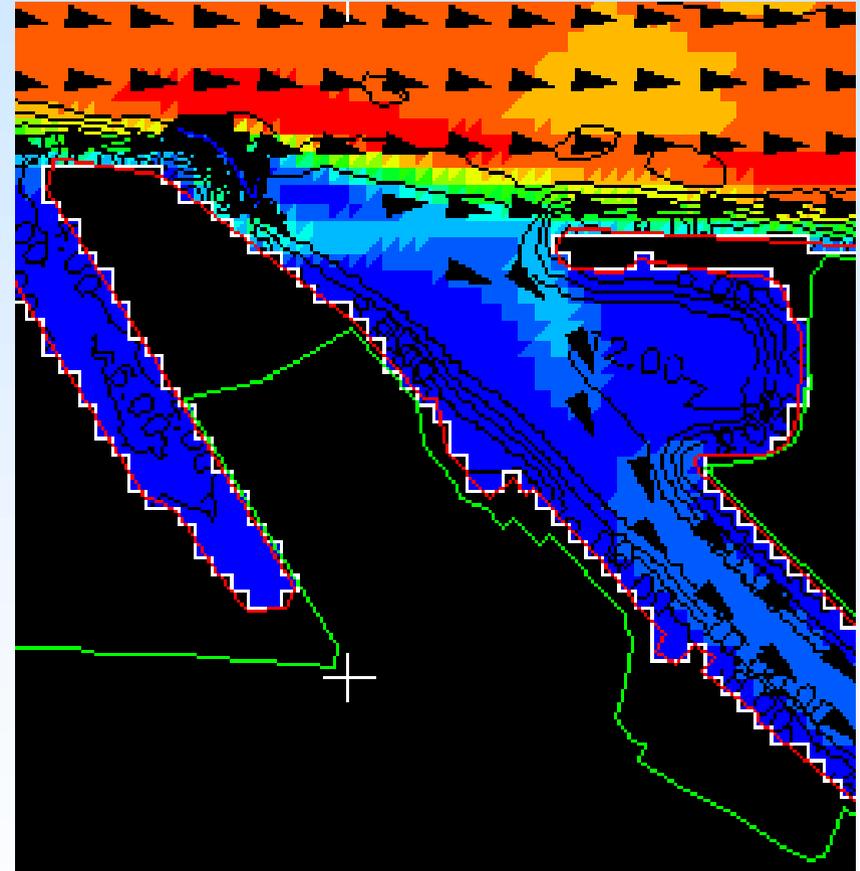
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



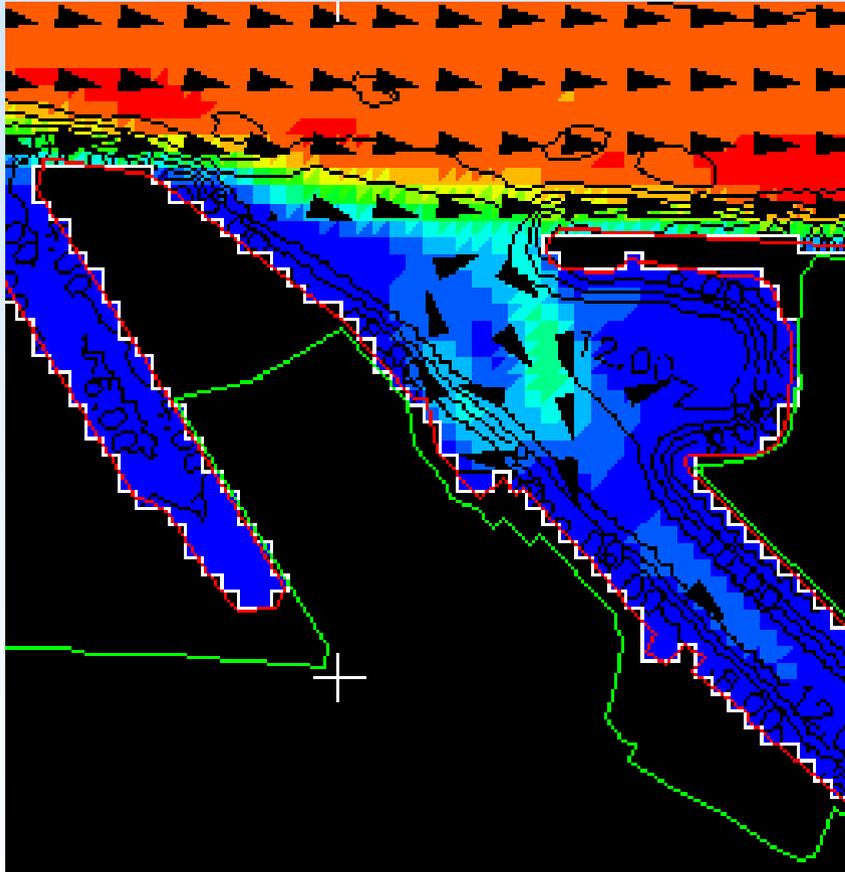
Ohne Strömungsleitwand



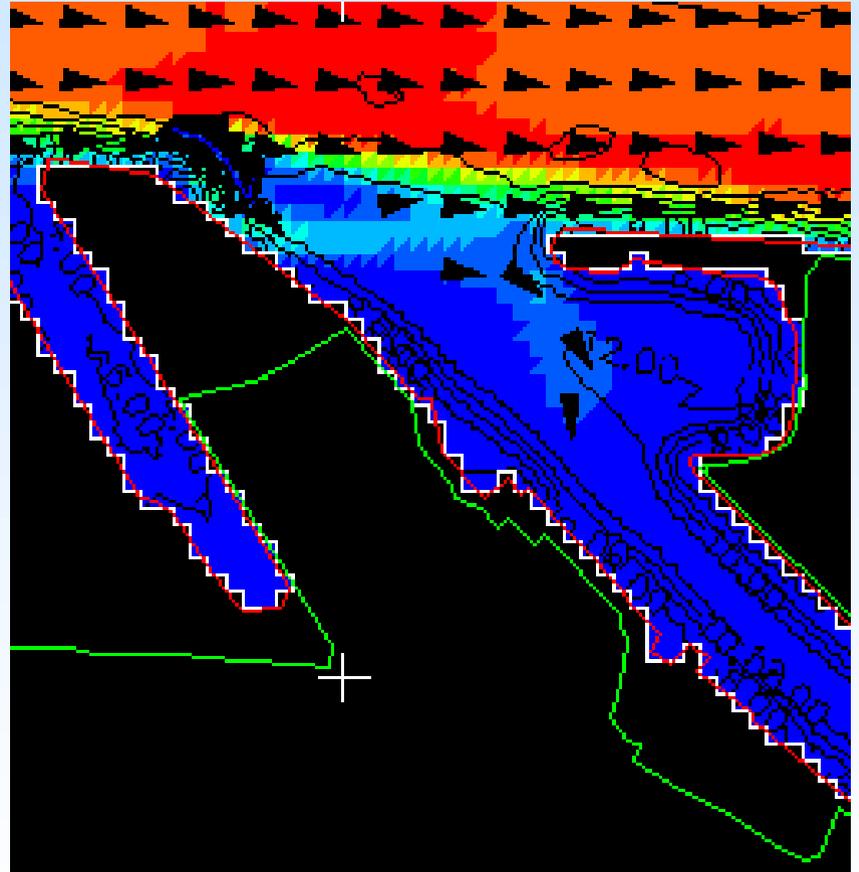
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



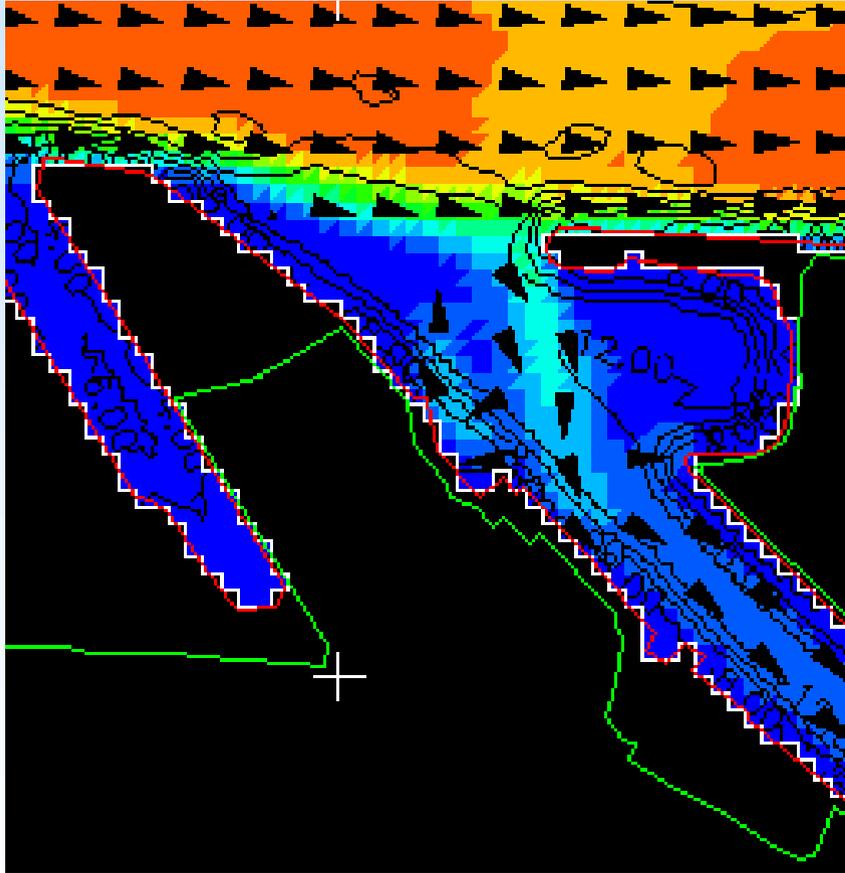
Ohne Strömungsleitwand



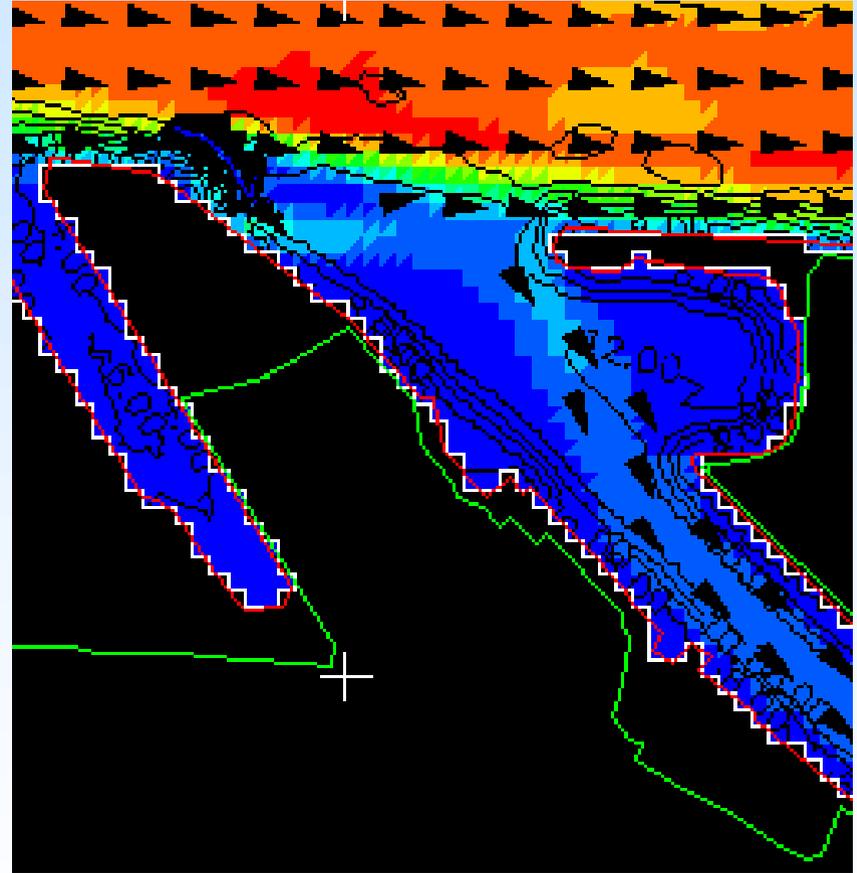
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



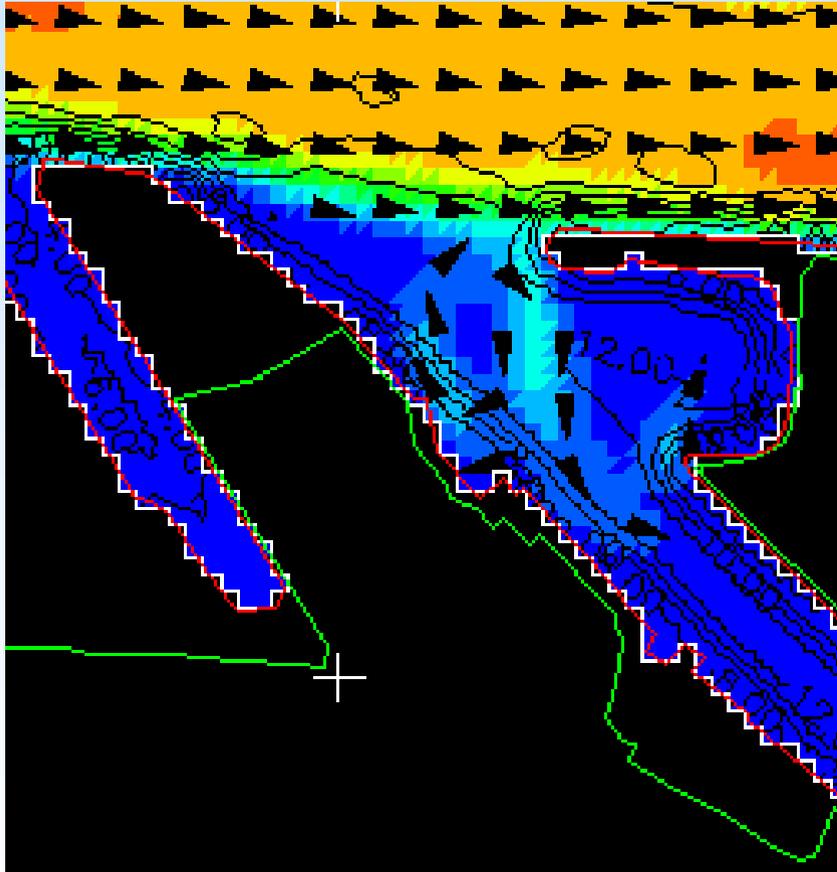
Ohne Strömungsleitwand



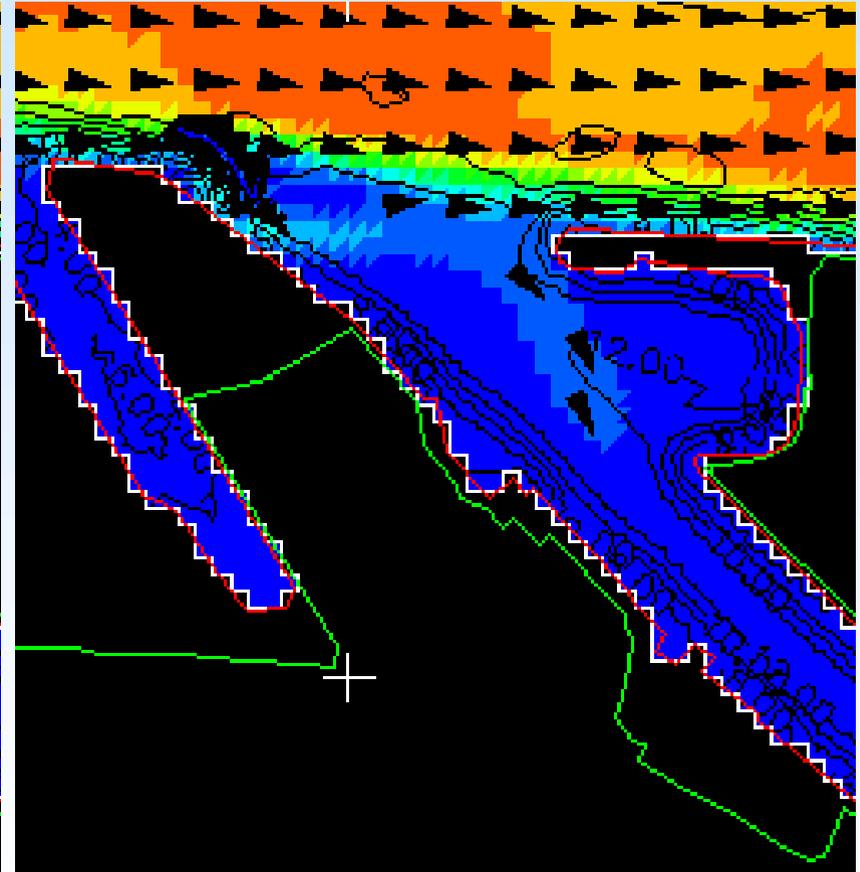
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



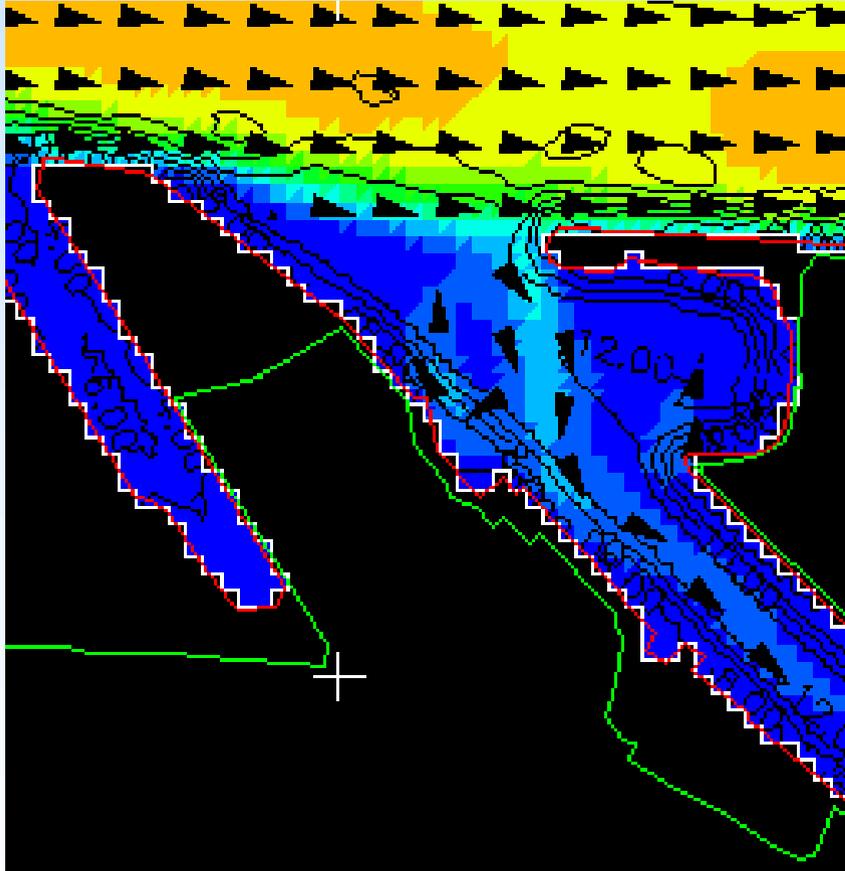
Ohne Strömungsleitwand



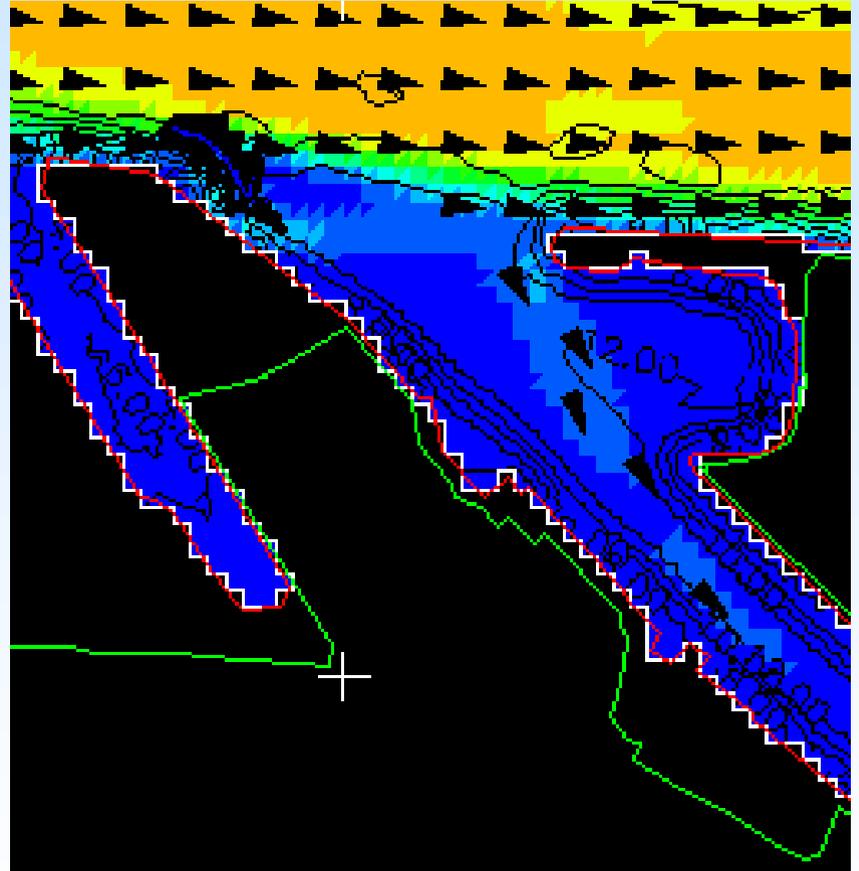
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



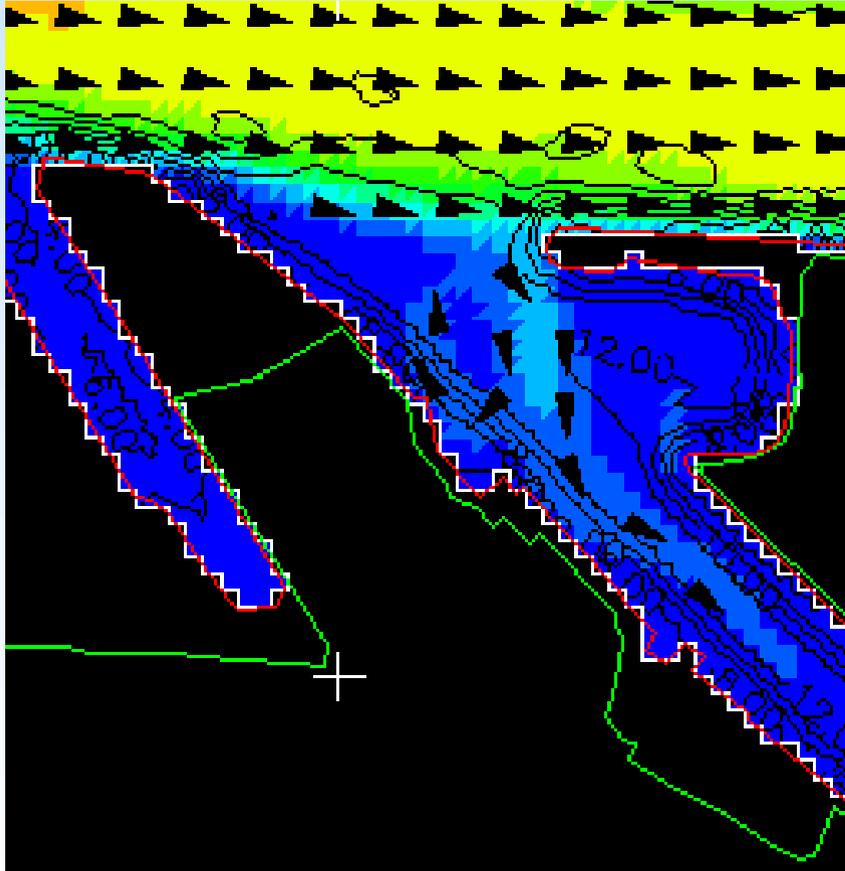
Ohne Strömungsleitwand



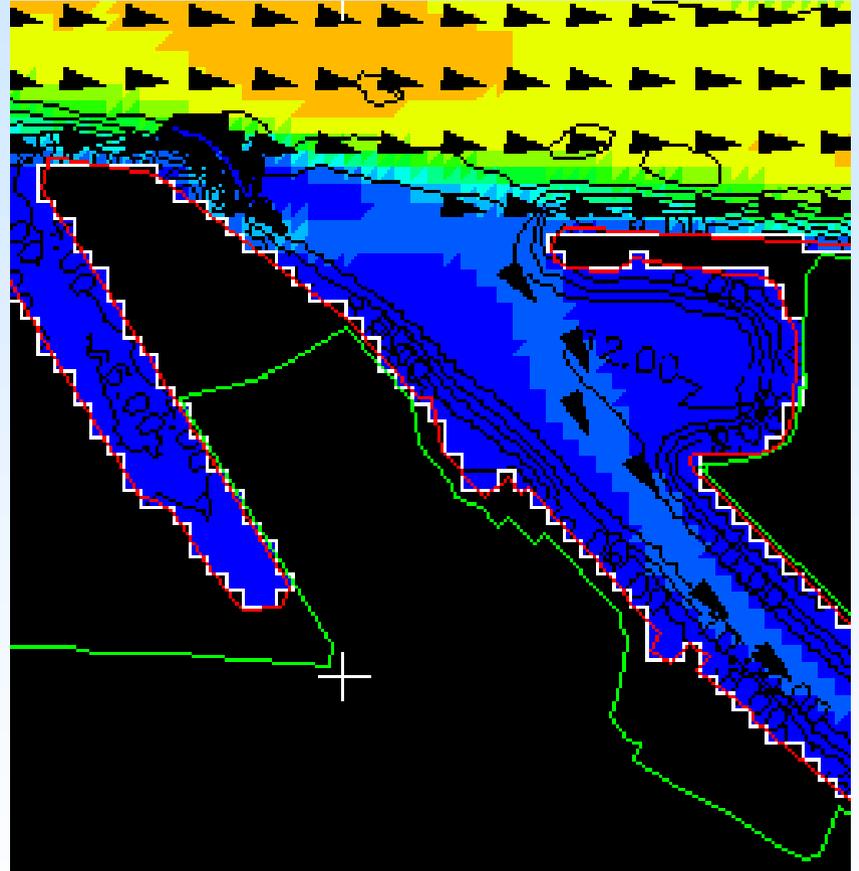
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



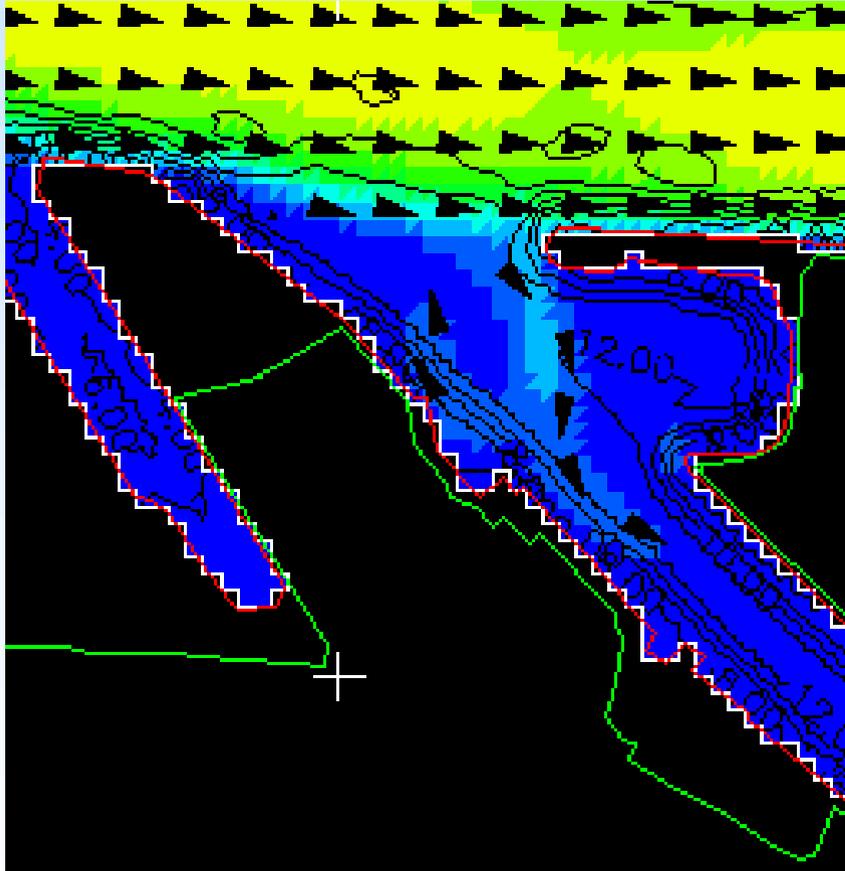
Ohne Strömungsleitwand



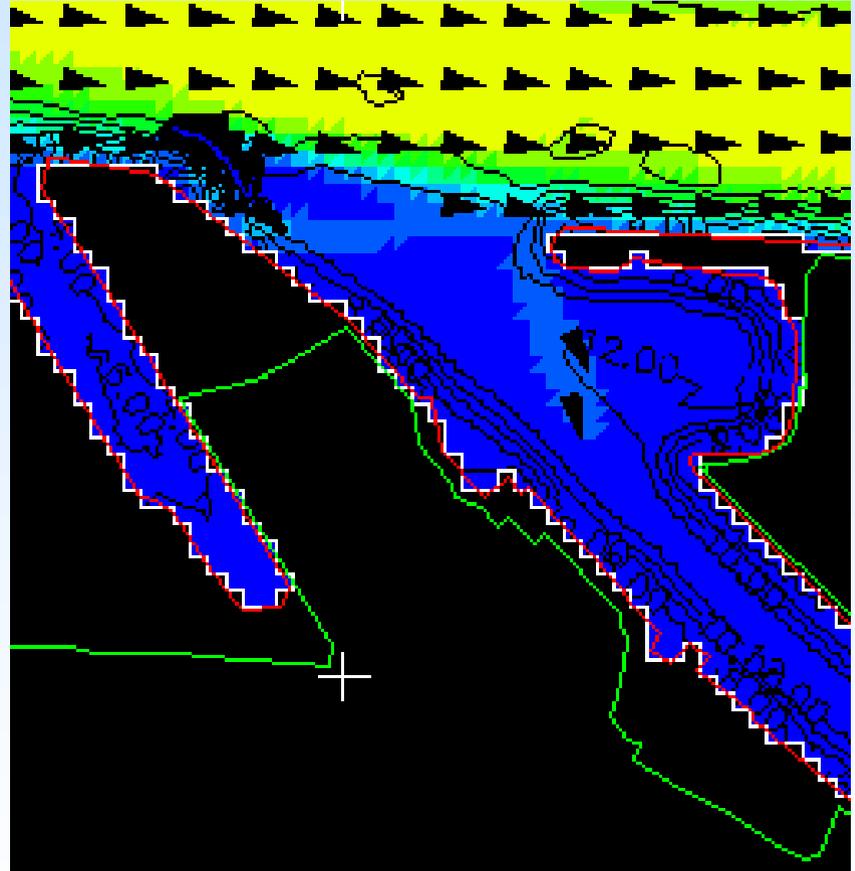
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet

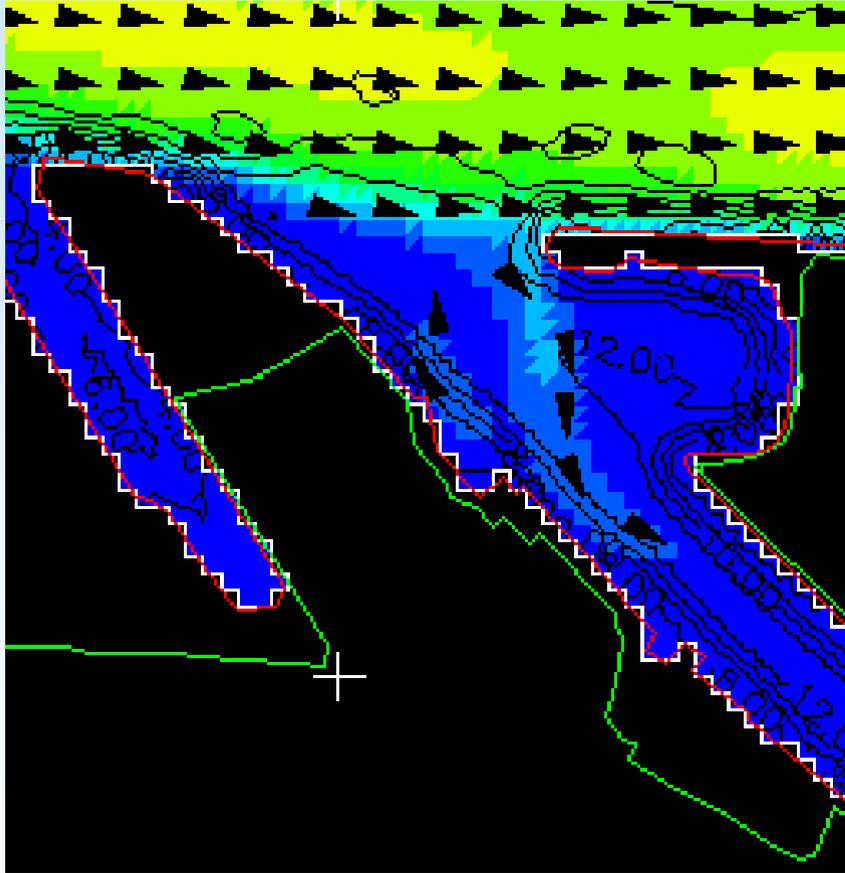


Ohne Strömungsleitwand

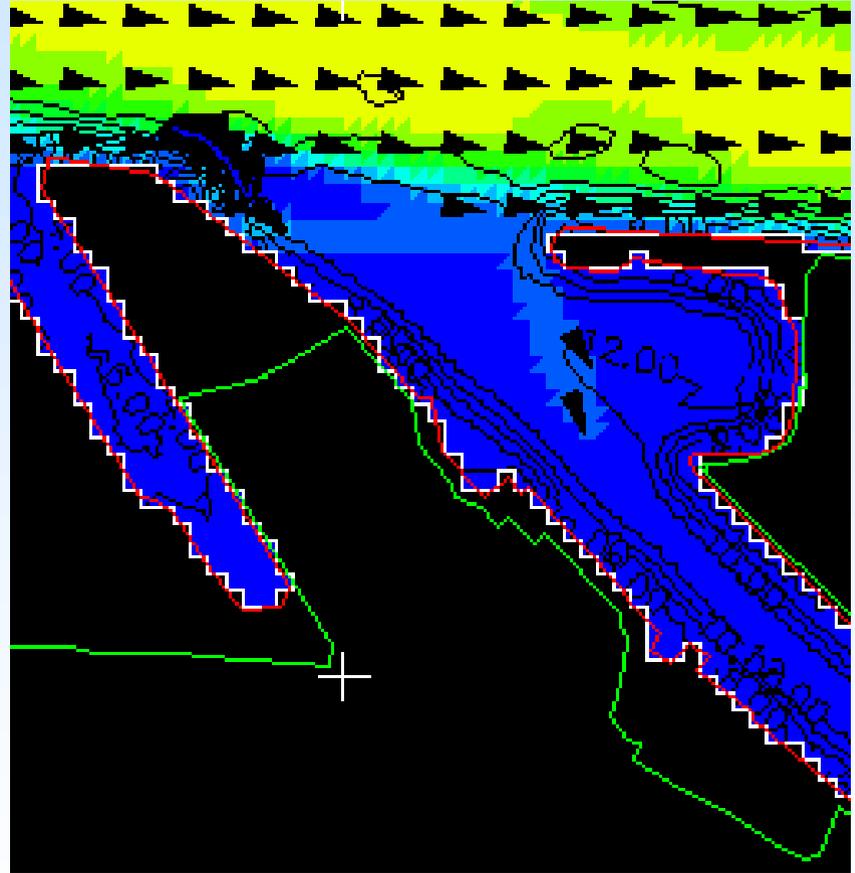


Mit Strömungsleitwand

Strömungsumlenkwand am Köhlfleet

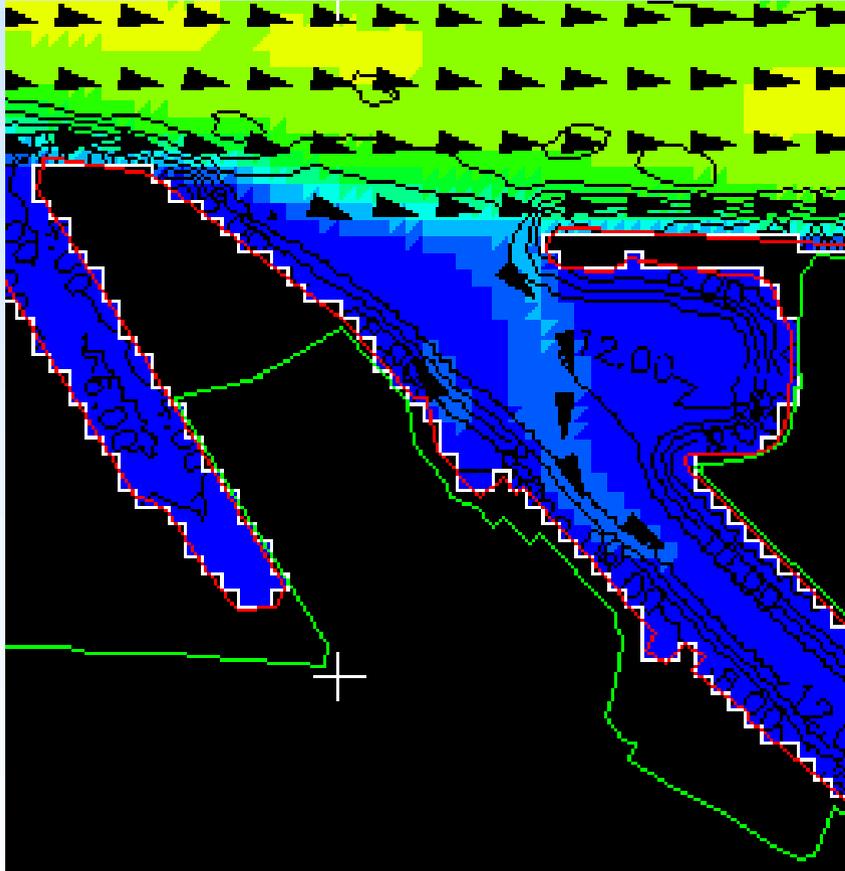


Ohne Strömungsleitwand

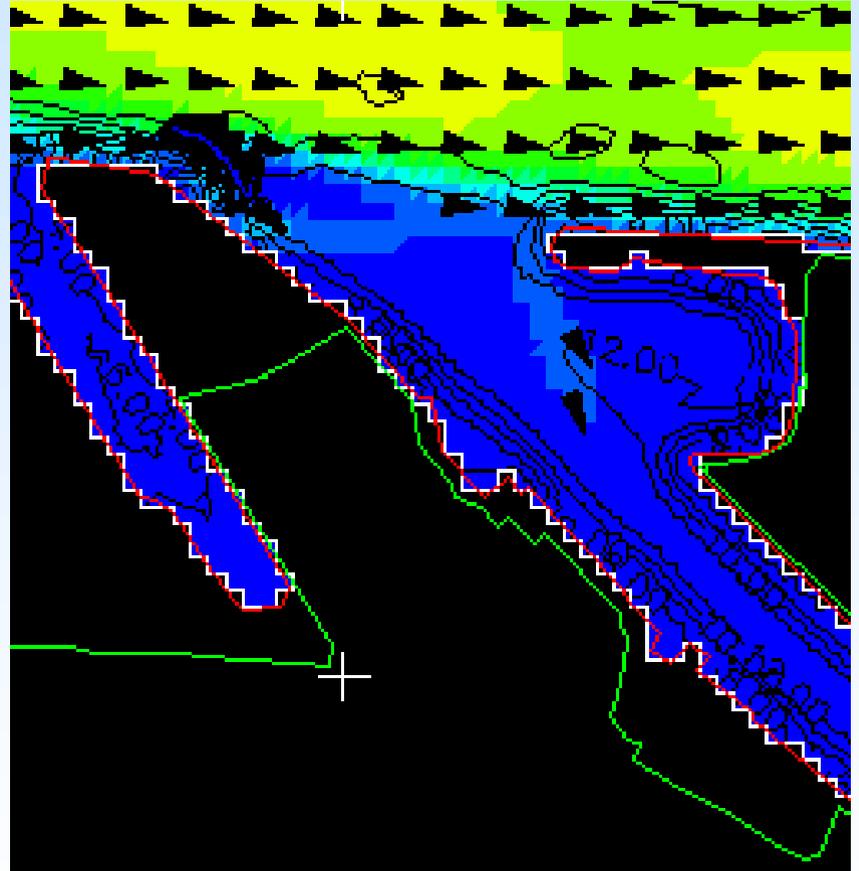


Mit Strömungsleitwand

Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



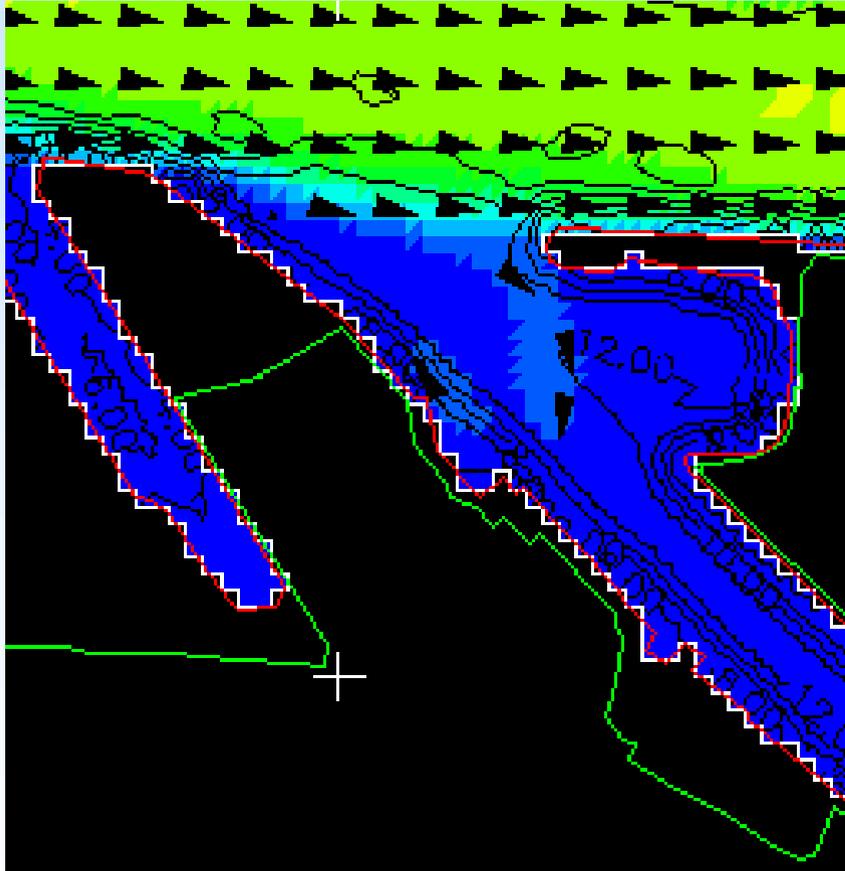
Ohne Strömungsleitwand



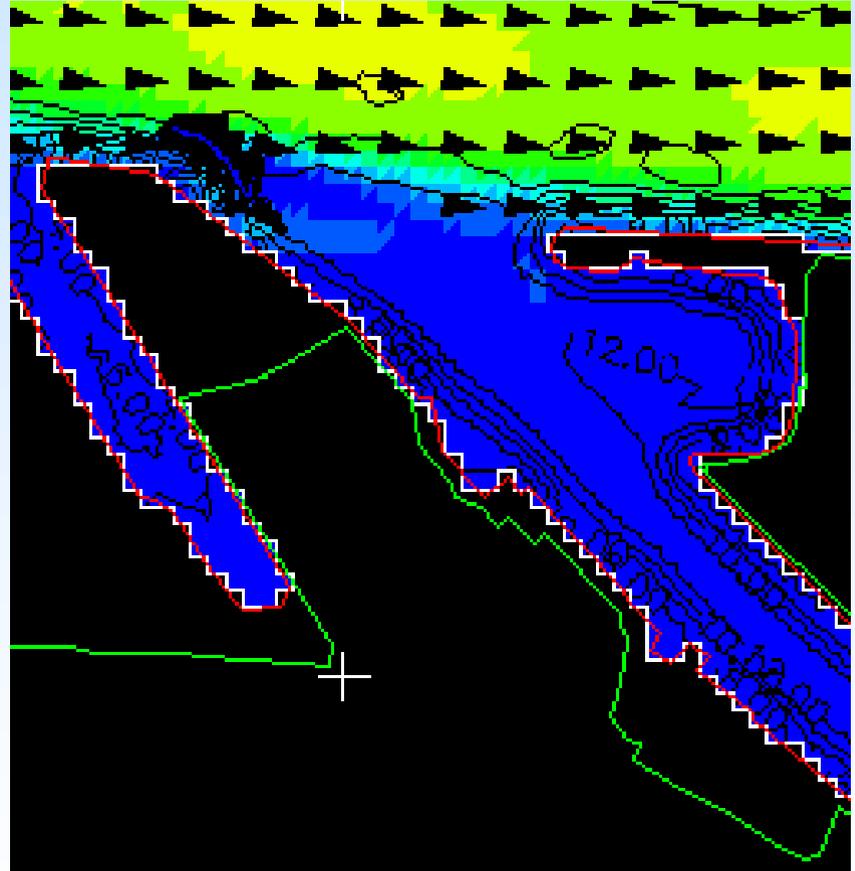
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



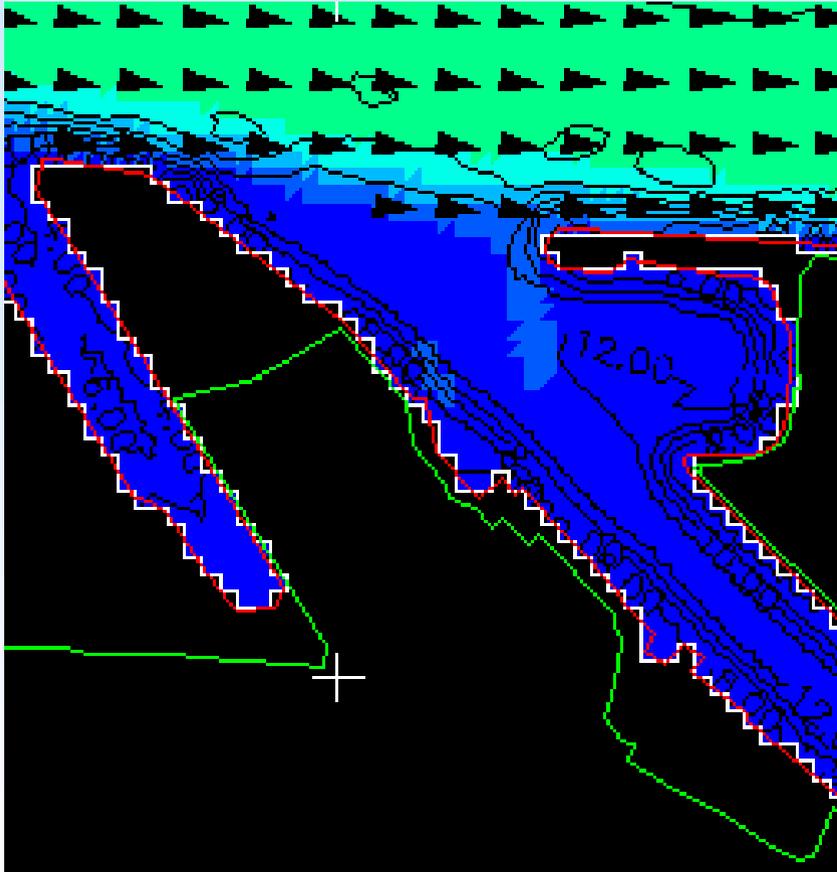
Ohne Strömungsleitwand



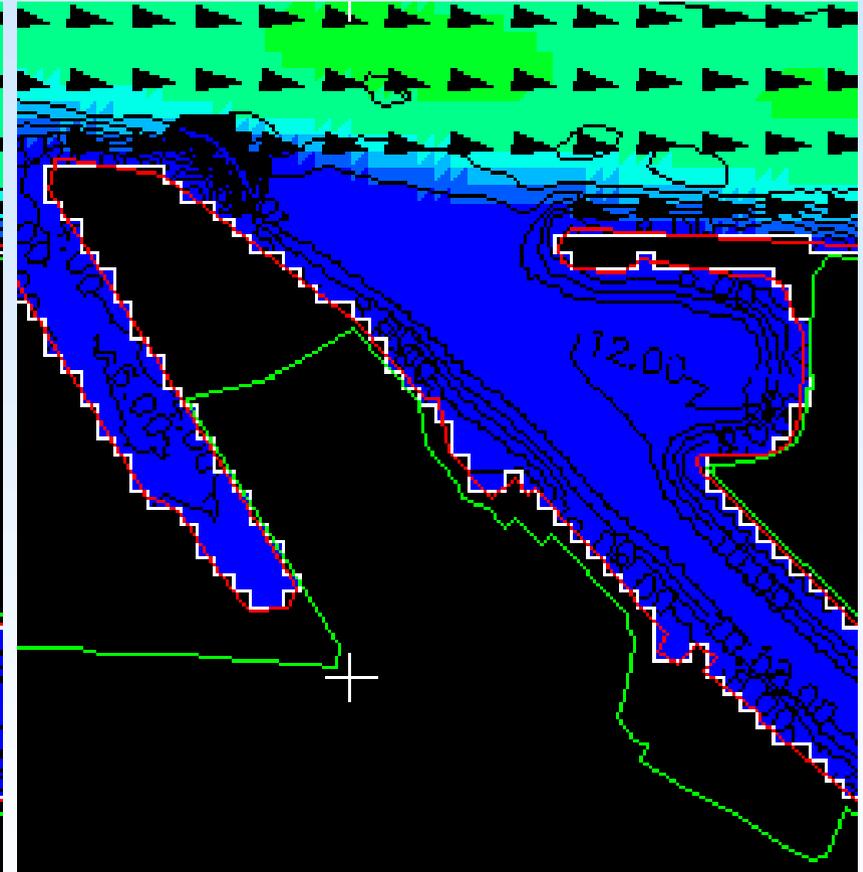
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



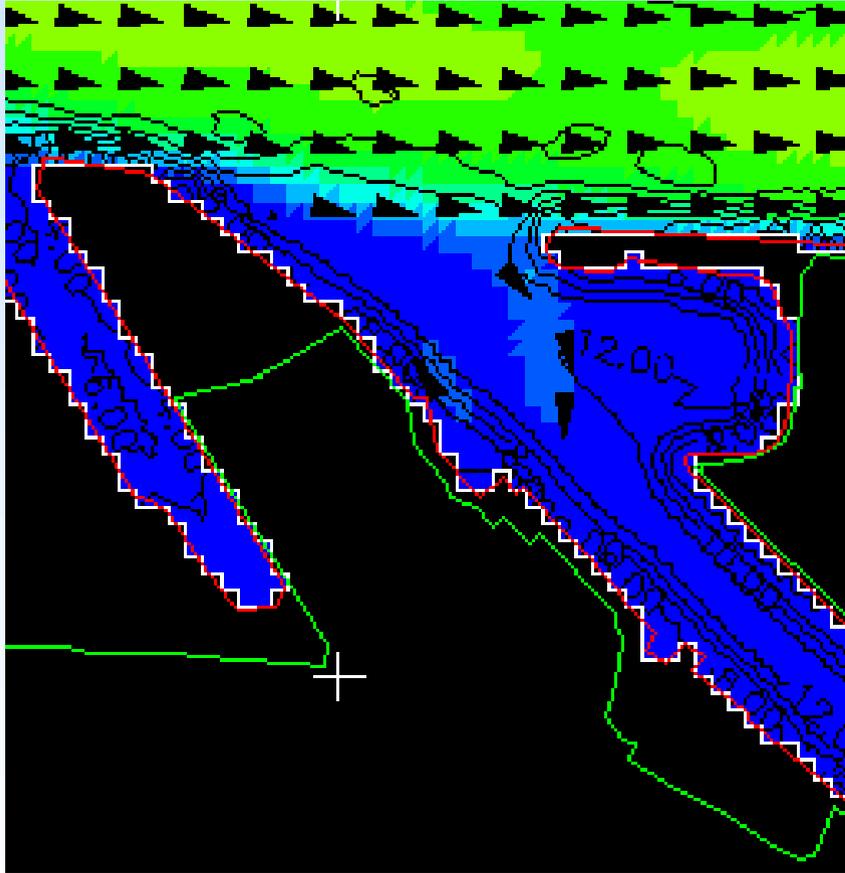
Ohne Strömungsleitwand



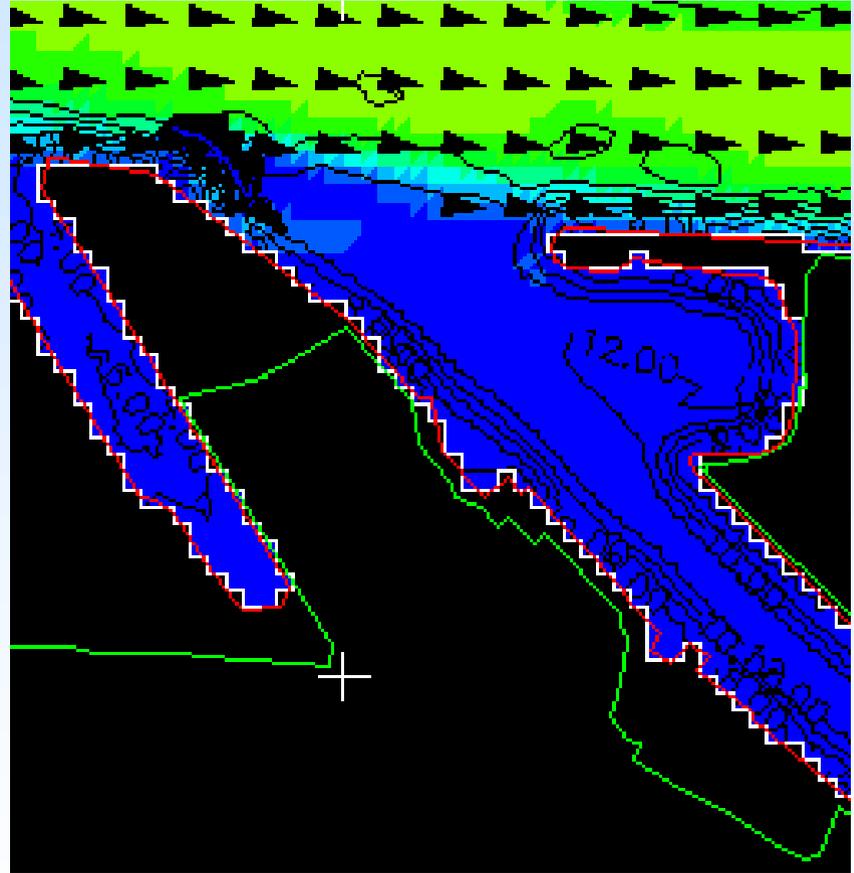
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



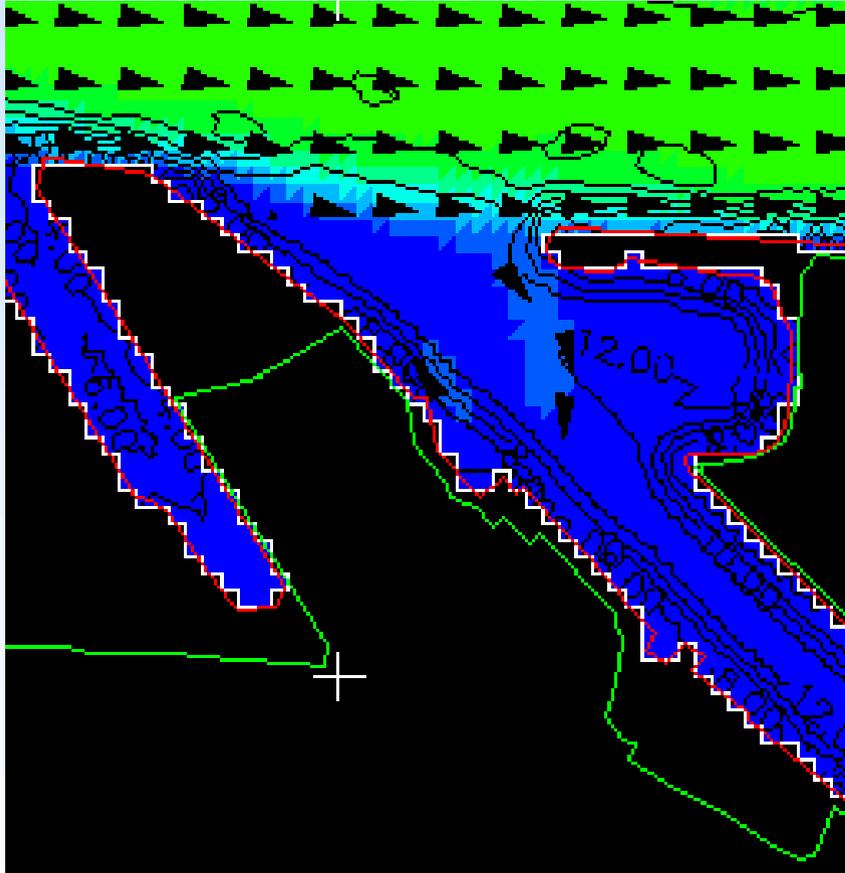
Ohne Strömungsleitwand



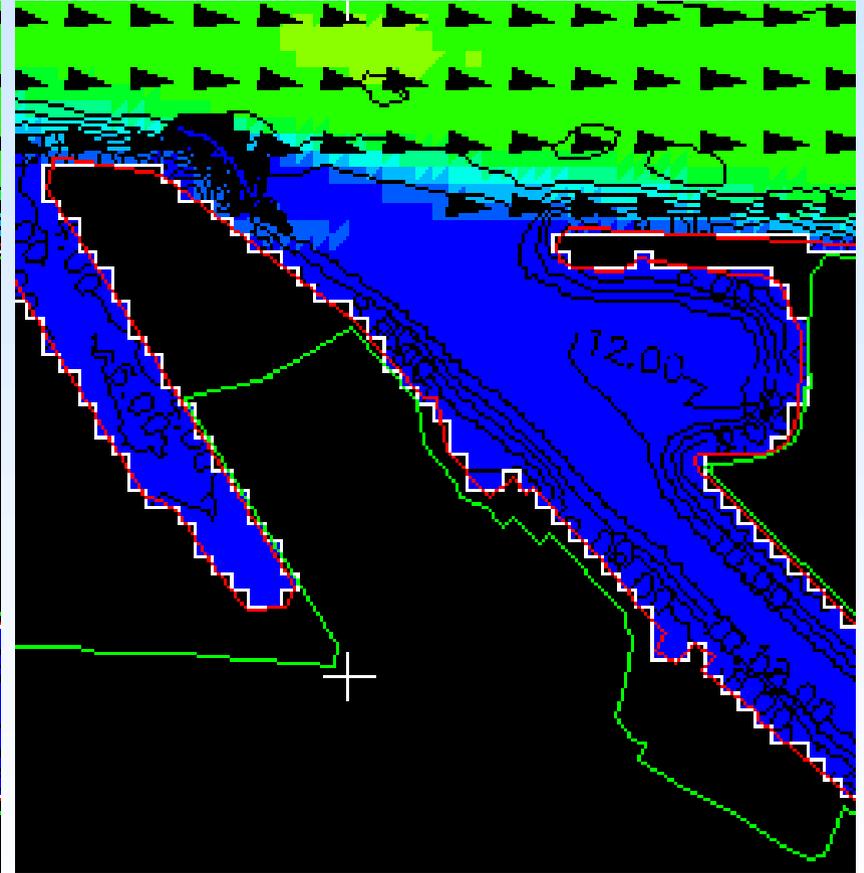
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



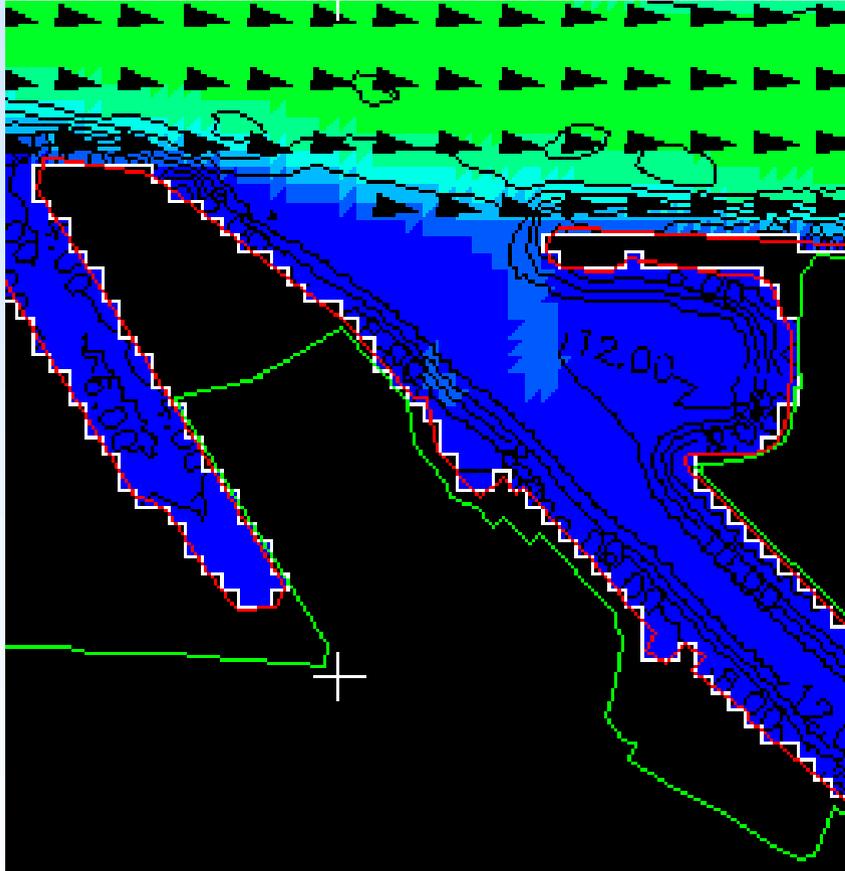
Ohne Strömungsleitwand



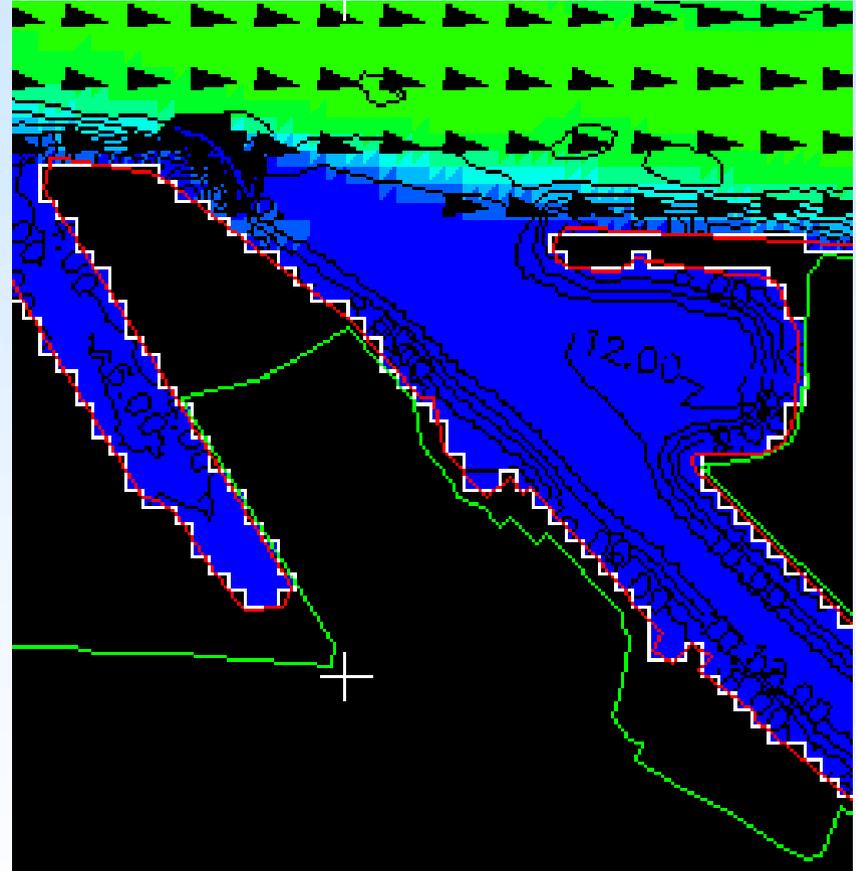
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



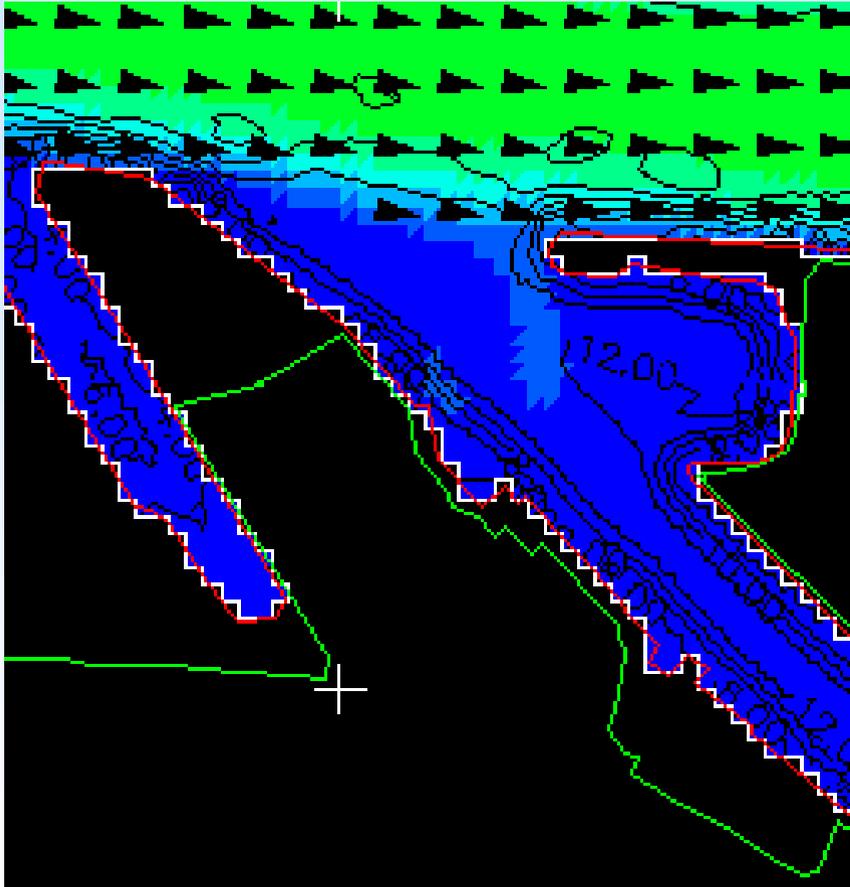
Ohne Strömungsleitwand



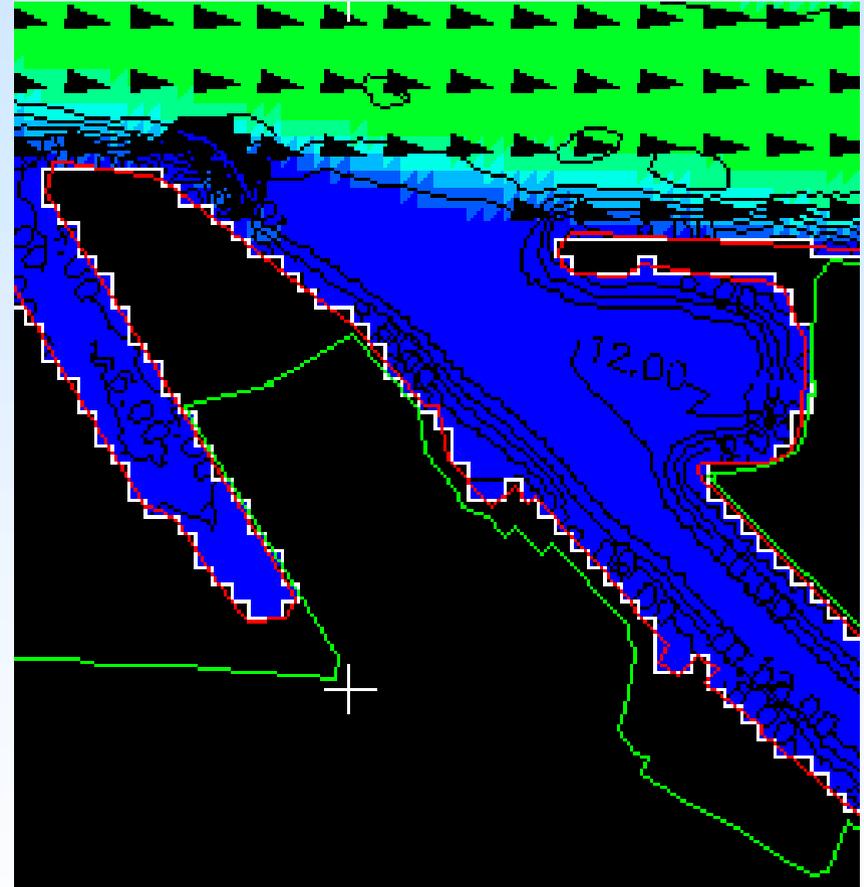
Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet



Ohne Strömungsleitwand

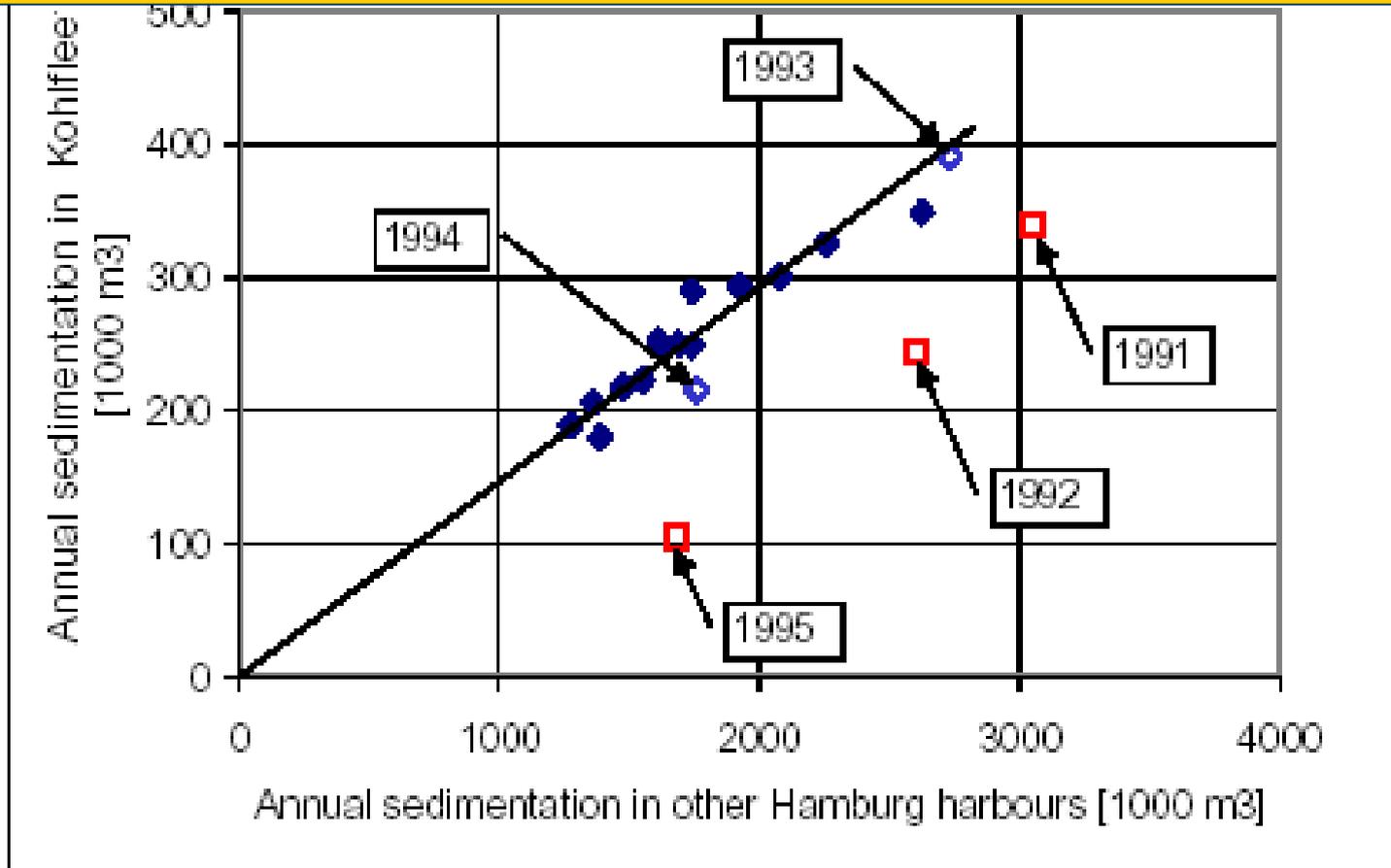


Mit Strömungsleitwand



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet

Reduzierung der Baggermenge um 30 - 40%!



Quelle: <http://www.wldelft.nl/proj/pdf/4uk00170.schem.pdf>



Strömungsumlenkwand am Köhlfleet

Motivation:

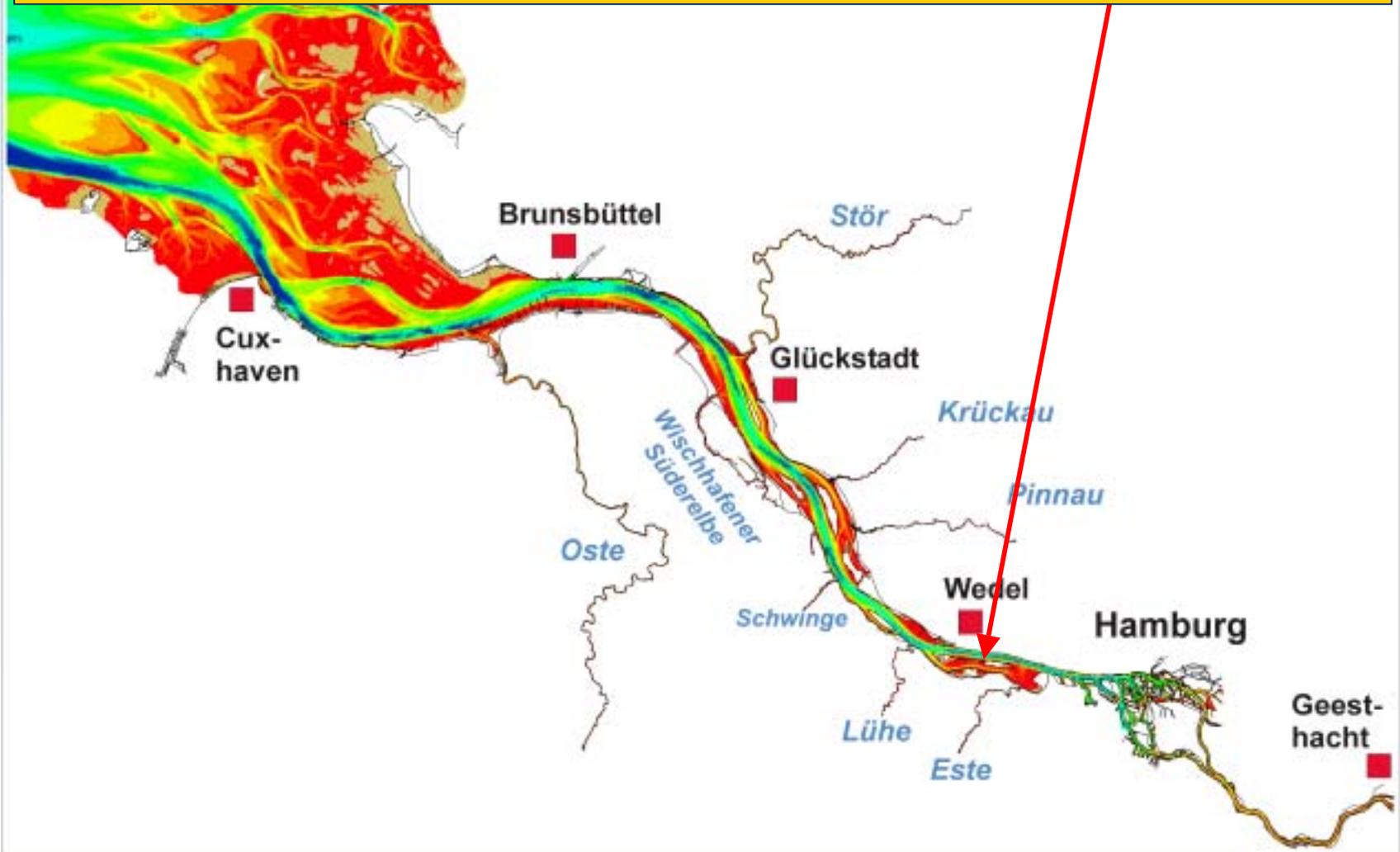
- Durch eine bei Flutstrom rotierende Strömung sedimentierte in der Einfahrt des Köhlfleetes eine Schlicklinse, die 2 mal jährlich gebaggert werden musste. Anwachsen bis zu 75 cm / Monat!

Erfolg:

- Reduktion der Schlickmenge im Köhlfleet um ca. 30 - 40%
- Gleichmäßigere Verteilung des Schlicks
- Baggerung / Umlagerung nur noch 1 mal jährlich



Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand:

Wasserbaudirektor Bubendy + Wasserbauinspektor Lorenzen in:
Der Hamburger Hafen und die Regulierung der Unterelbe, ca. 1911:

„Die Elbe zeigt oberhalb von Brunshausen stark wechselnde Breiten. Bei Brunshausen ist das Profil zur Zeit des gewöhnlichen Hochwassers etwa 1200 Meter breit; bis zur Lühe wächst dieses Maß auf 1850 Meter, nimmt dann oberhalb der Lühe wieder auf 1600 Meter ab, um kurz unterhalb Schulau wieder auf etwa 2000 Meter anzuwachsen. Bei Stoltenhörn beträgt die Weite 1750 Meter, stromaufwärts vergrößert sie sich wieder und erreicht in der Gegend vor, Blankenese, der ungünstigsten Stelle, das Maß von 2800 Metern. Gegenüber Nienstedten zweigt südlich von Finkenwärder die Süderelbe ab, gleichzeitig wird durch die eingedeichte Insel Finkenwärder der Hauptstrom wieder erheblich eingeengt. Eine Folge dieser verschiedenen Breiten ist die Verwilderung des Stromes auf den genannten Strecken, besonders aber zwischen Finkenwärder und Lühe. Begünstigt durch die vorhandenen Sände haben sich auf dieser Strecke verschiedene Nebenfahrwasser gebildet, die der am holsteinischen Ufer liegenden Hauptrinne einen Teil des Wassers entziehen und dadurch die Spülkraft des Stromes an dieser Stelle vermindern.“



Strombau wurde damals nach der folgenden Vorstellung realisiert:

„Das aus der Nordsee in die Elbe eintretende Flutwasser, dessen Menge unbegrenzt ist, wird um so weiter stromaufwärts dringen und verbessernd und erhaltend auf das Fahrwasser wirken, je geregelter das Strombett ist, das es bei seinem Lauf vorfindet. Im allgemeinen sind auf der in der Nähe der See gelegenen Strecke eines unregulierten Flusses größere Tiefen vorhanden, die erst weiter stromaufwärts allmählich abnehmen. Ähnlich verhält es sich auch mit den Tiefenverhältnissen auf der Elbe. Es ist daher Aufgabe der jetzigen Regulierung, durch einen begrenzten Stromlauf möglichst viel Flutwasser aufzunehmen, es aufwärts zu führen und zugleich zur Vertiefung und Erhaltung der vorhandenen oder künstlich hergestellten Tiefen zu verwerten.“



„Wenden wir uns nun wieder dem linken Ufer zu, so treffen wir von Blankenese an abwärts den Teil der Elbe, der infolge seiner großen Breite und seiner unregelmäßigen Strömungsverhältnisse einer Regulierung bedarf. Das an der hannoverschen Seite liegende Nebenfahrwasser, das früher in Verbindung mit der alten Süderelbe den Hauptstrom bildete, besitzt eine erhebliche Breite und stellenweise große Tiefen. Es wird daher durch diese Wasserstraße eine das Hauptfahrwasser ungünstig beeinflussende Wassermenge geleitet. Nachdem durch Baggerungen im Hauptstrom der gesamte Durchflussquerschnitt noch weiter vergrößert worden ist, ergab sich die Notwendigkeit, Regulierungswerke vorzusehen, die eine Verteilung der Wassermengen unter Rücksichtnahme auf die Bedeutung der einzelnen Stromarme ermöglichen. Durch die vorgesehene Regulierung soll das Wasser in der Hauptrinne zusammengehalten werden, um spülend auf den Hauptstromschlauch zu wirken. Die einzelnen im Staatsvertrage von 1908 hier für vorgesehenen Maßnahmen sind folgende: Von einem Punkte, gegenüber dem Altonaer Wasserwerk in Blankenese, ist ein 8 Kilometer stromabwärts reichender Leitdamm in der linksseitigen Regulierungslinie zu erbauen; durch ihn sollen die schädlichen Querströmungen auf den Sänden vermindert werden. Um neben diesem Hauptfahrwasser für die Kleinschiffahrt eine ausreichende Fahrstraße zu schaffen, soll die an dem befestigten hannoverschen Ufer sich hinziehende Stromrinne zu einem regelmäßigen Nebenfahrwasser ausgebaut werden. Zur nördlichen Begrenzung des Nebenfahrwassers dient ein Faschinendamm, der sich im gleichmäßigen Abstand vom linkselbischen Ufer hinzieht und an seinen beiden Enden an den Leitdamm am Hauptfahrwasser anschließt. Beide Dämme, der Leitdamm und der Faschinendamm, dürfen zunächst nur bis auf Niedrigwasserhöhe ausgebaut werden. ... Die von den Dämmen eingeschlossene Fläche darf bis auf Niedrigwasser aufgehöhht werden.“



Ziel:

„Wenn durch die beschriebenen Regulierungswerke die Wasserbewegung mehr auf die beiden neugebildeten Stromarme beschränkt wird und durch die erforderlichen Baggerungen der Querschnitt des Hauptfahrwassers entsprechend vergrößert worden ist, werden die nachteiligen Einwirkungen der plötzlichen und unverhältnismäßigen Stromverbreiterung bei Blankenese nachlassen und geregelte Verhältnisse eintreten.“

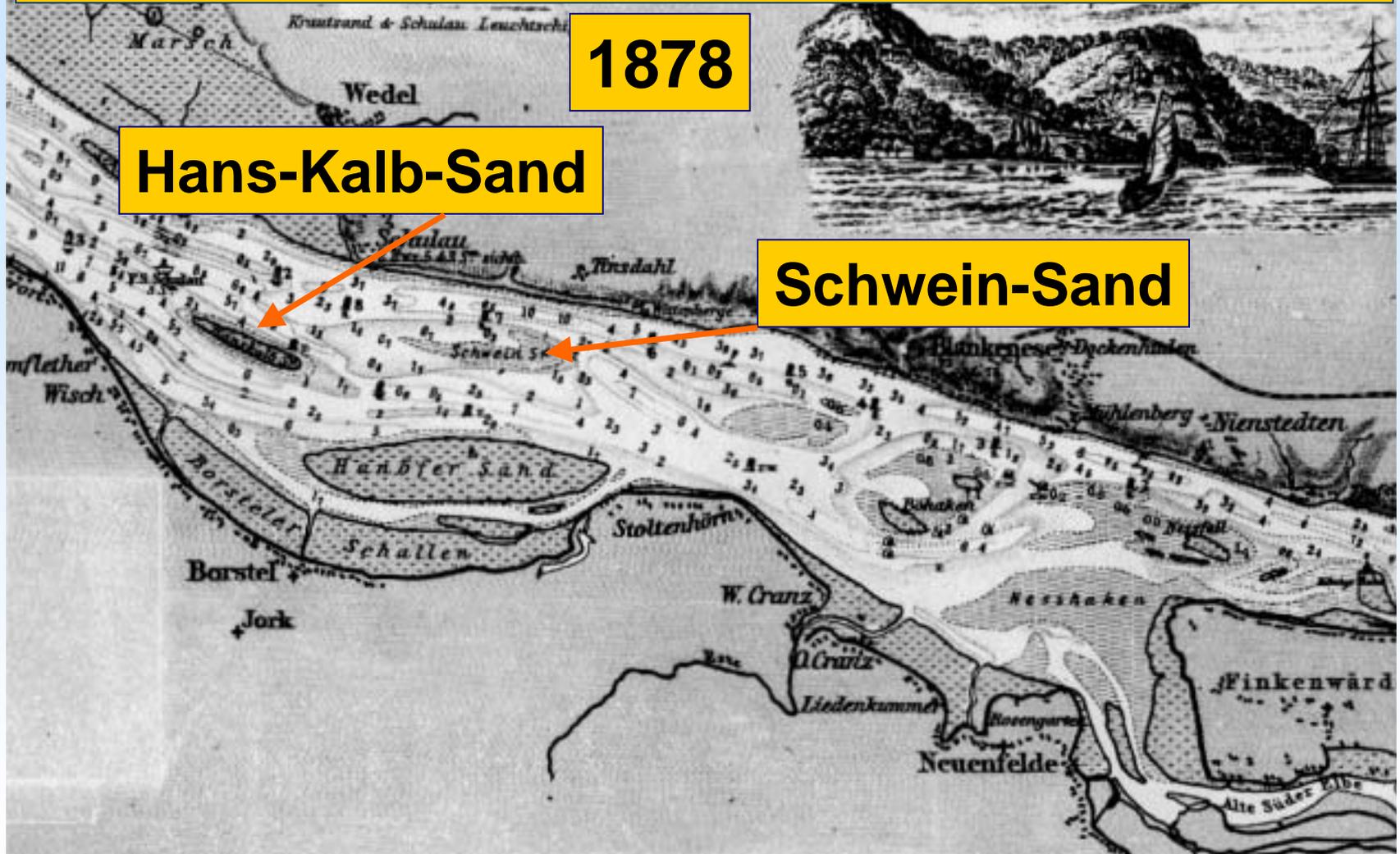


Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand

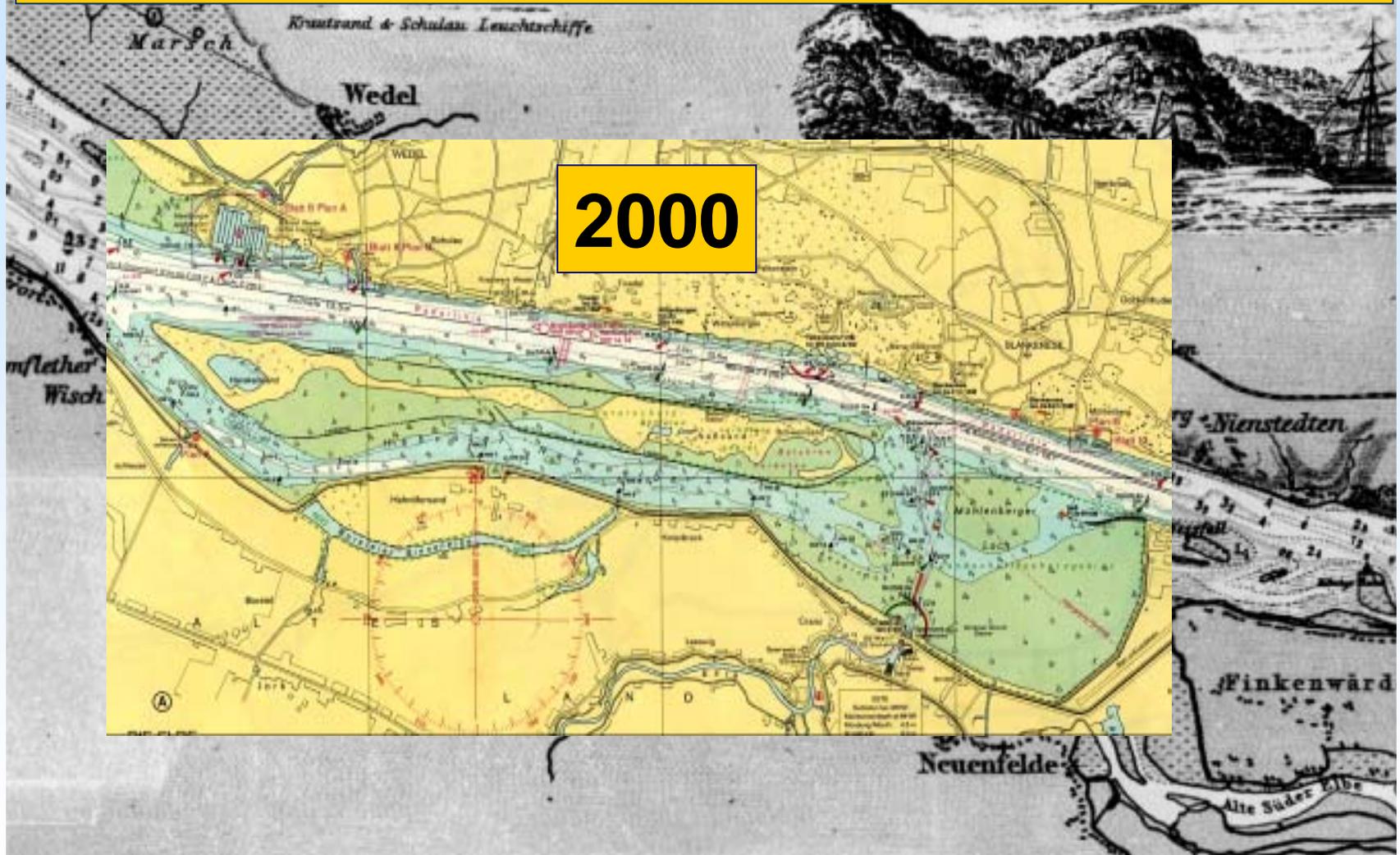
1878

Hans-Kalb-Sand

Schwein-Sand



Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand

Motivation:

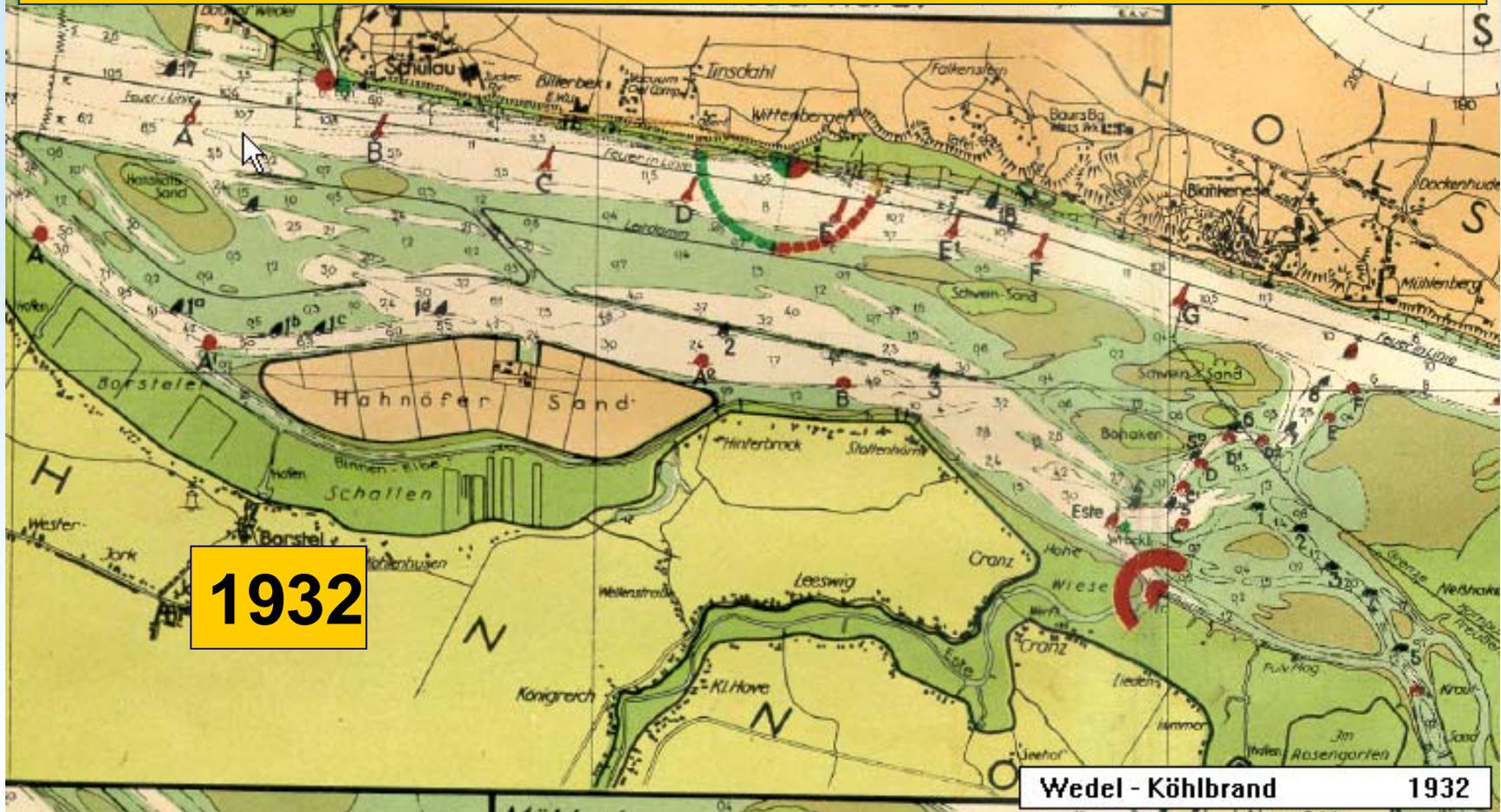
- Vermeidung der „Verwilderung“ des Fahrwassers
- Vermeidung der seitlichen Überströmung der Sände in Richtung Hauptfahrwasser
- Konzentration der Strömung auf das Hauptfahrwasser mit der Bedingung das Nebenfahrwasser zu erhalten

Erfolg:

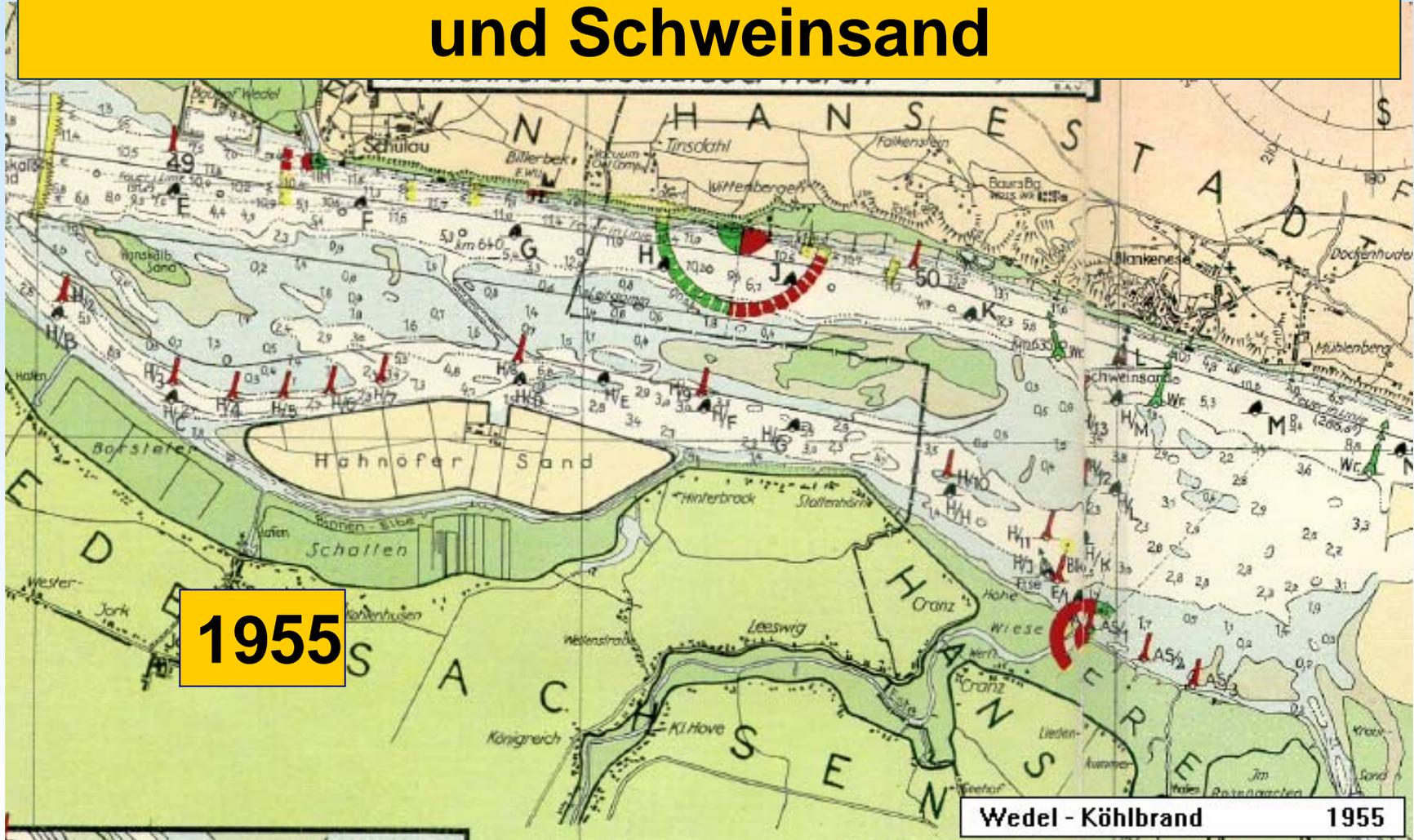
- Querüberströmung wurde unterbunden
- Aber: Hauptfahrwasser muss weiter regelmäßig gebaggert werden



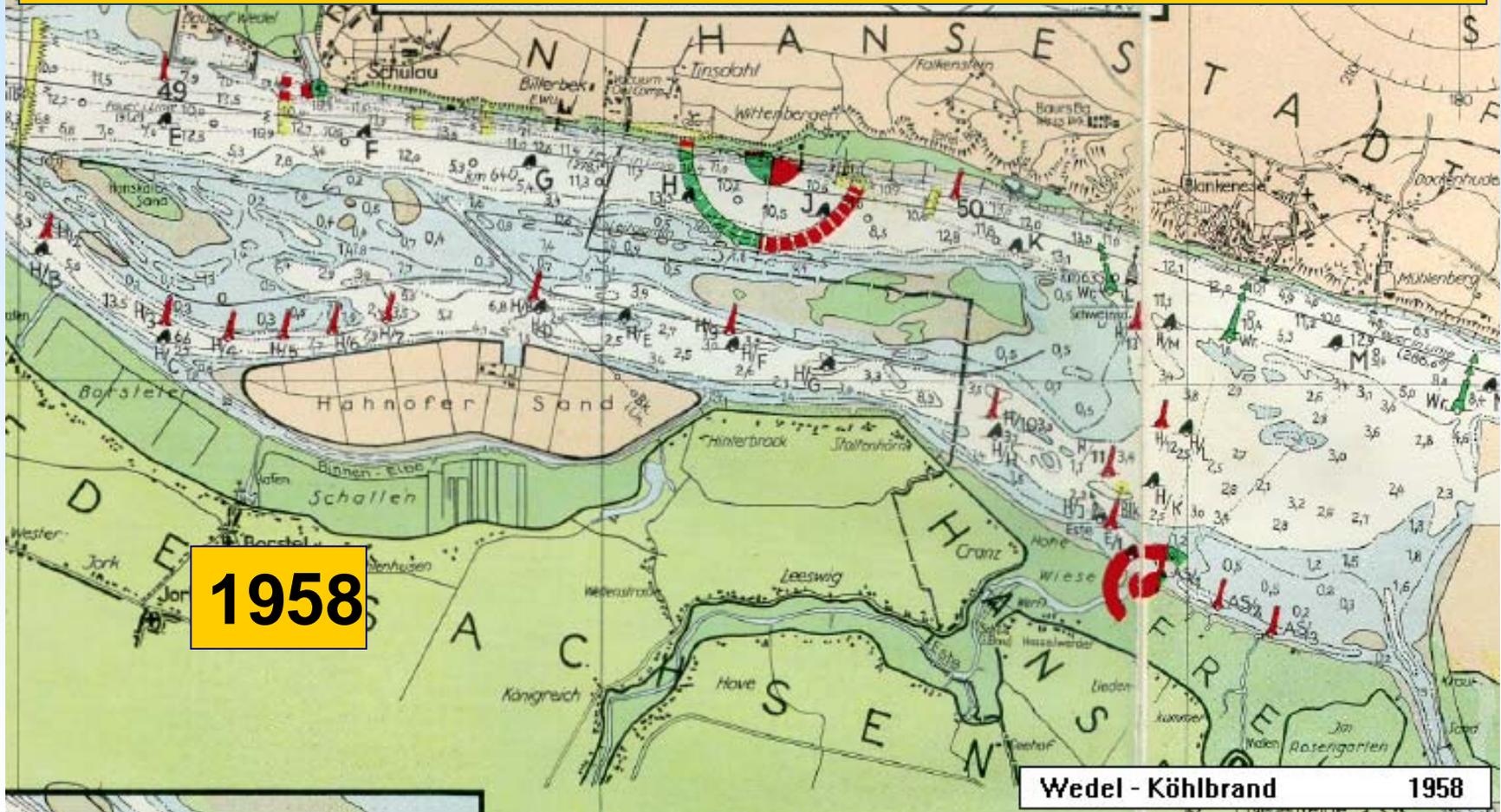
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



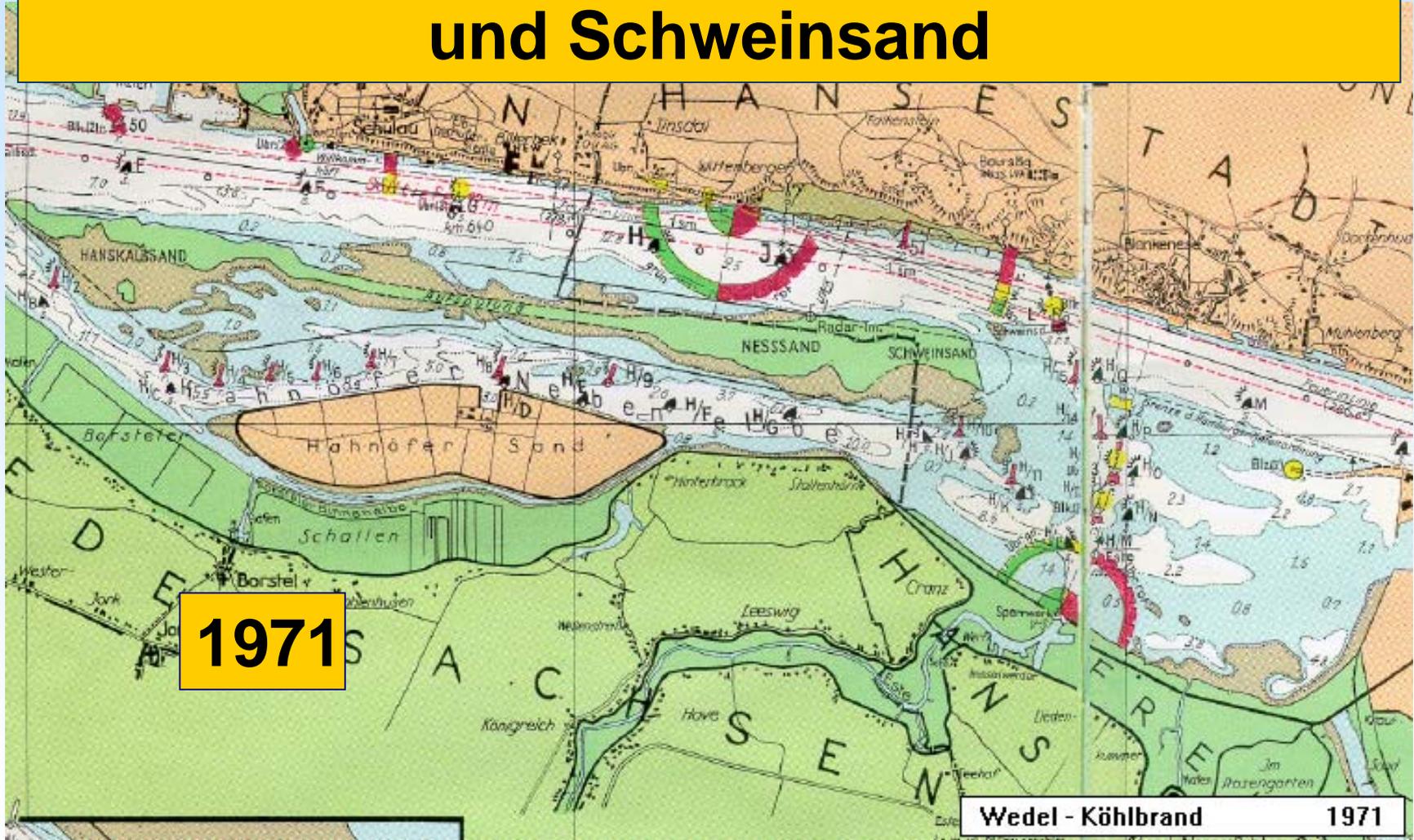
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



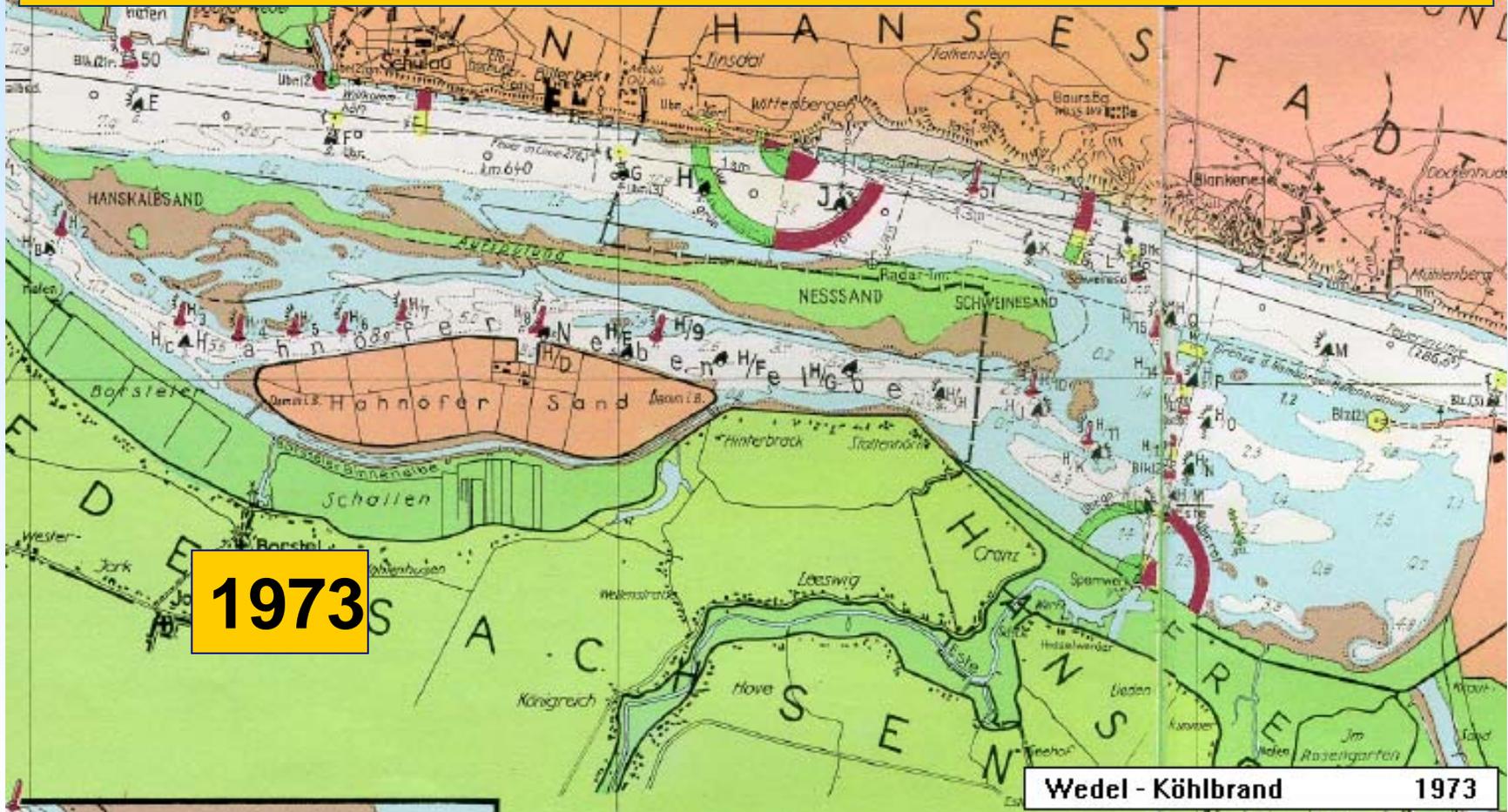
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



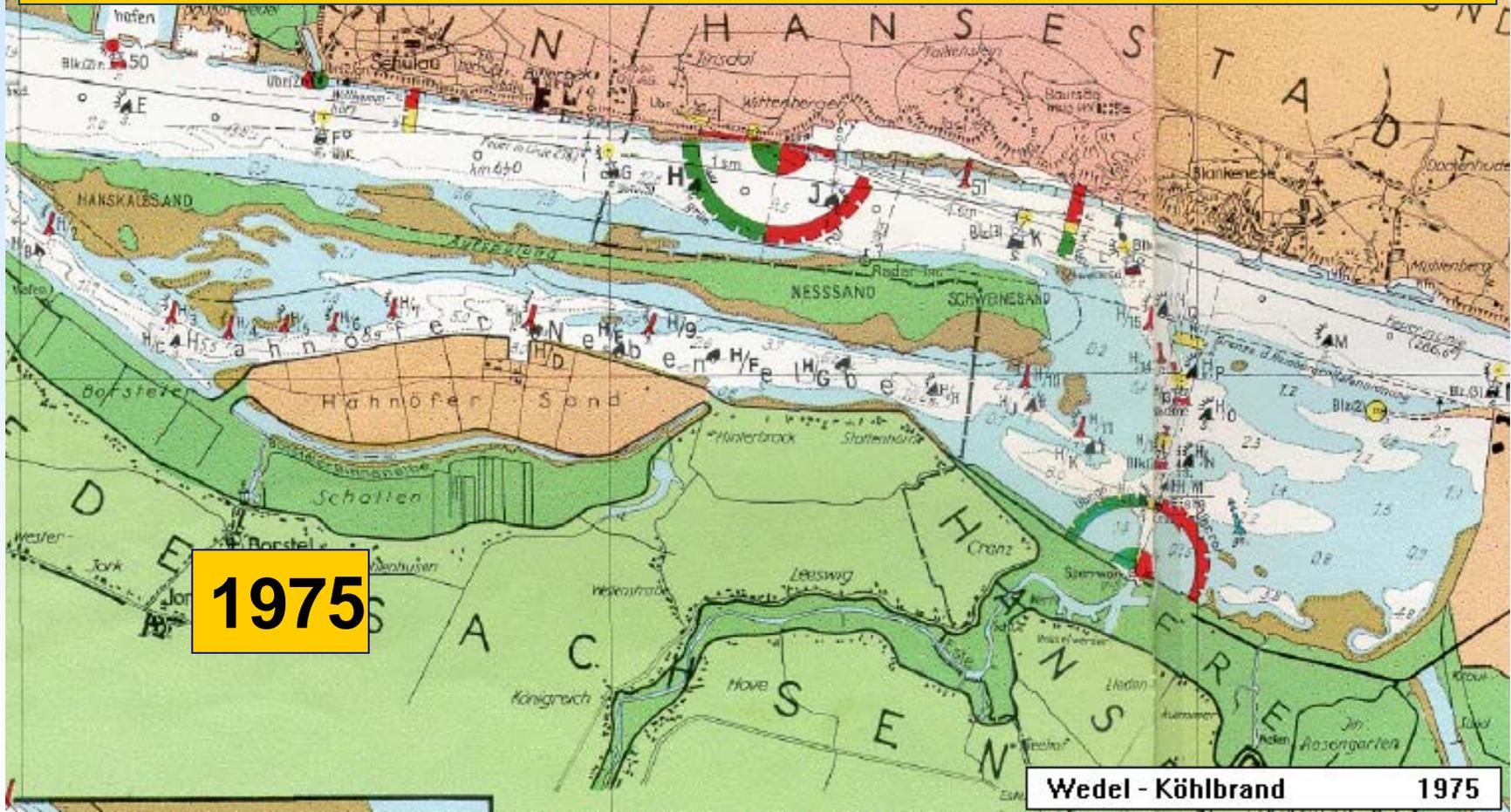
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



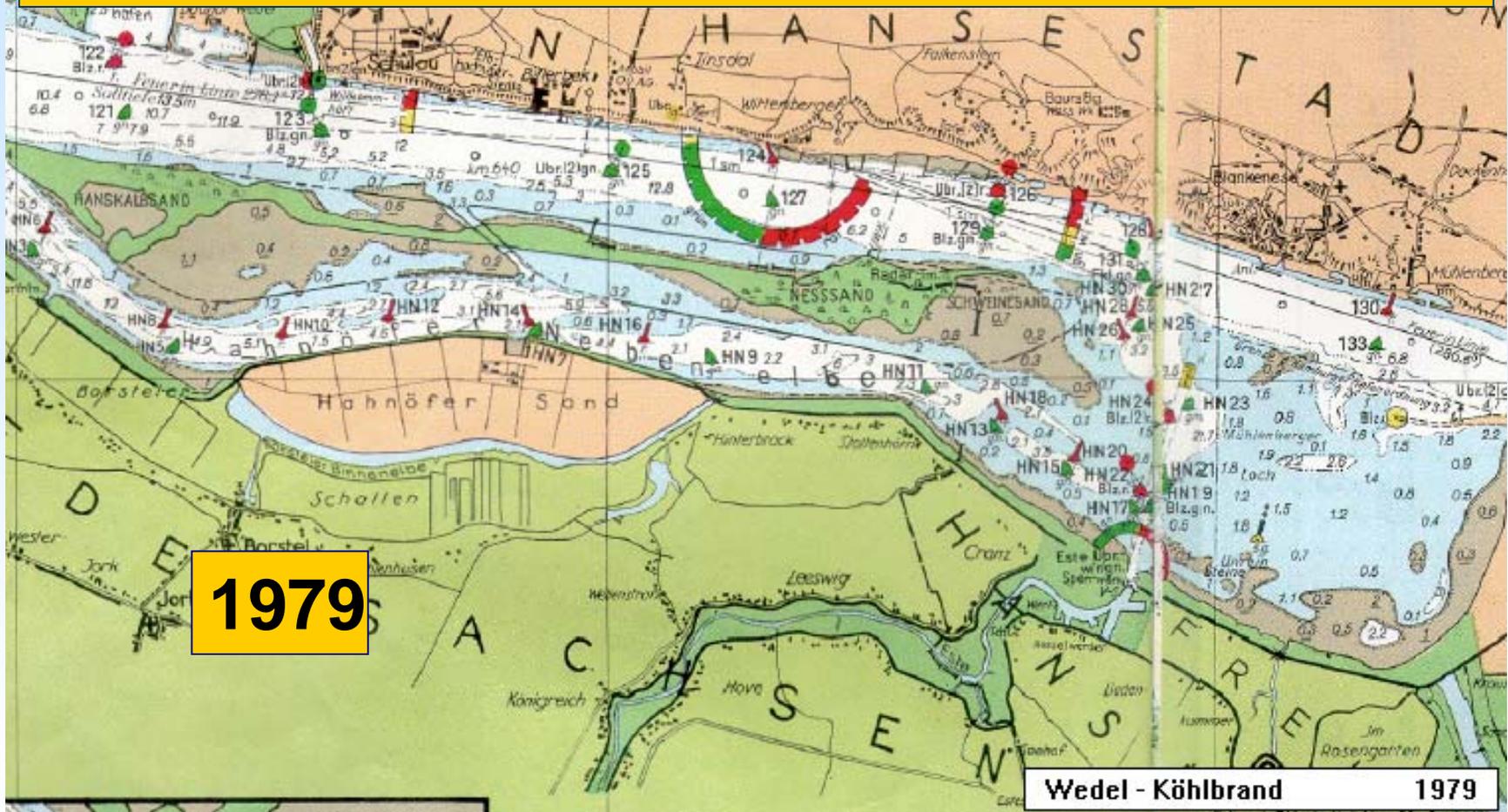
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



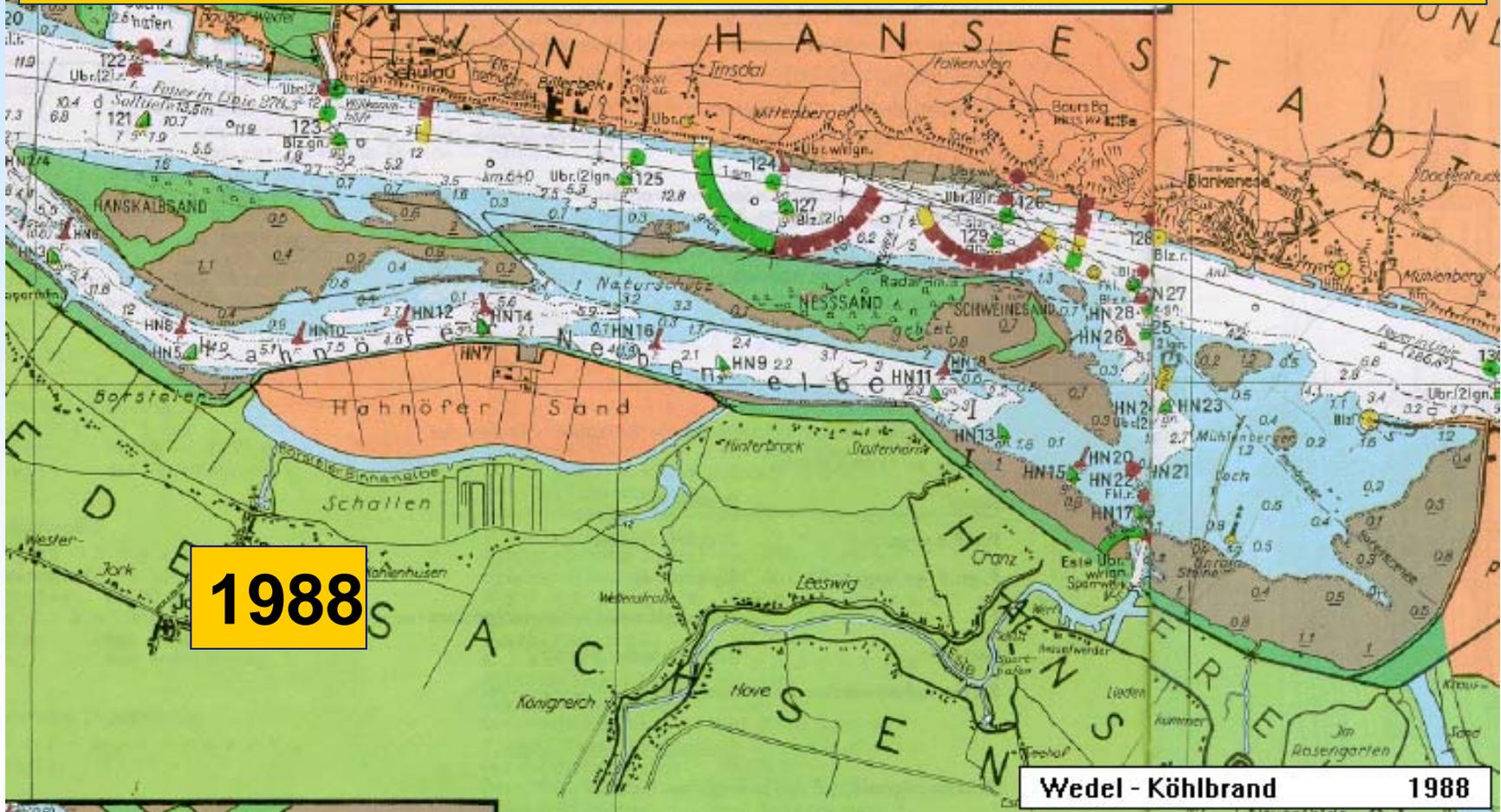
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



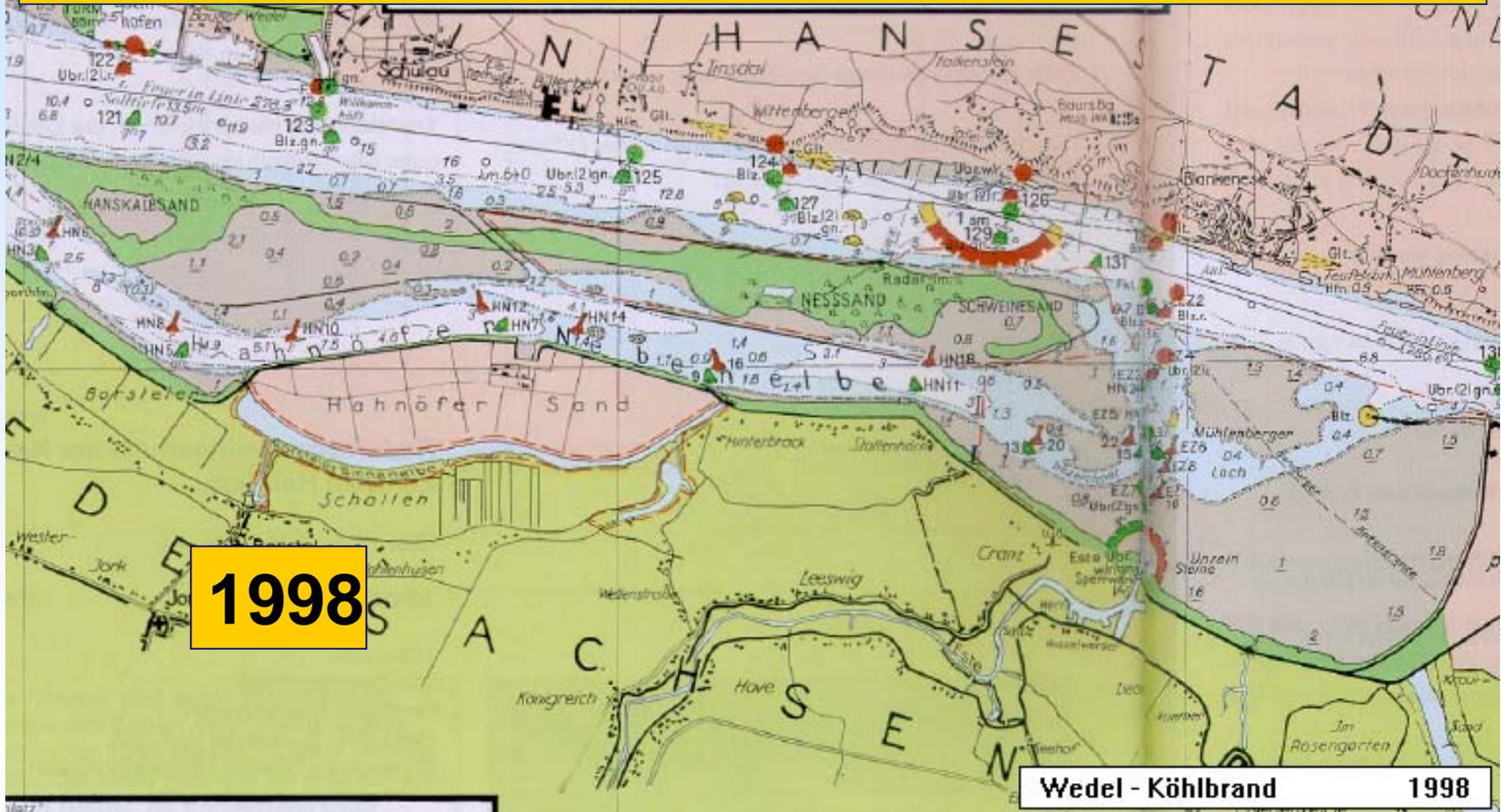
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



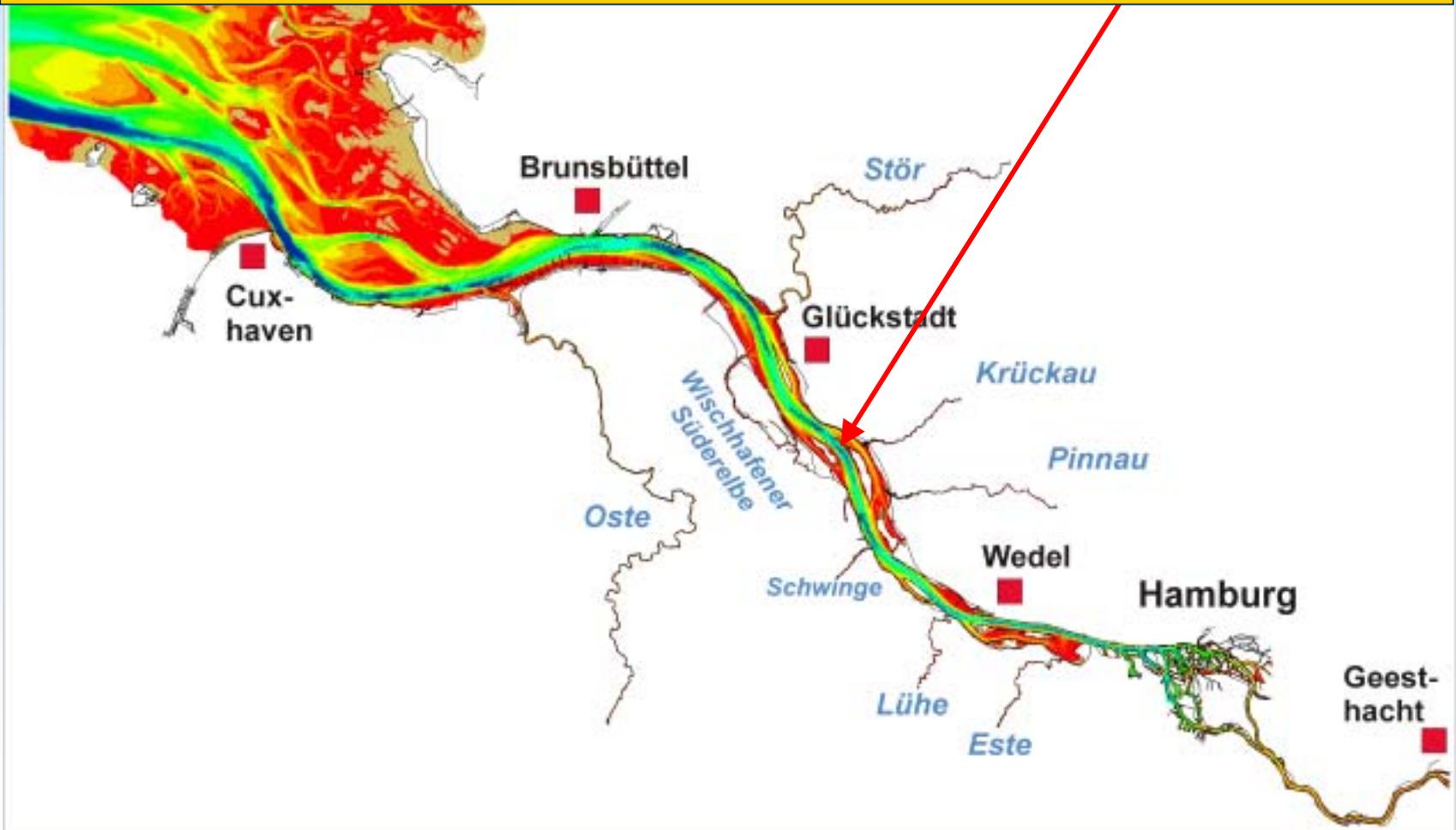
Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



Zusammenlegen von Hans-Kalb, Neß- und Schweinsand



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



Leitdamm Pagensand und Schwarztonnensand:

Direktor der Reichswasserstrassenverwaltung Schätzler und Baurat Meisel in
Die Bautechnik Jg. 15, Heft 27/28, 1937:

„Das vergleichende Studium alter Karten dieser Stromstrecke gibt ein anschauliches und lehrreiches Bild, in welchem starkem Maße Stromspaltungen im Tidegebiet verwildern können, wenn keine regelnde Menschenhand in den natürlichen Ablauf der Entwicklung eingreift. Die Kartenvergleiche ließen weiter mit ziemlicher Sicherheit erkennen, welche Ursachen bei den Veränderungen wirksam gewesen sind und welche Regelungsmaßnahmen Erfolg versprechen, um den Strom in einen den Anforderungen des Seeschiffsverkehrs auf der Unterelbe entsprechenden Beharrungszustand zu versetzen.

Die Entwicklungsgeschichte der Stromverhältnisse bei Pagensand ..., zeigt, dass sich in dem übermäßig breiten Strombett immer nur dann ein gutes Fahrwasser ausgebildet hat, wenn Flut- und Ebbestrom mit ihrer Hauptwasserführung in sanfter Krümmung in dem Stromarm zwischen dem Pagensand und dem Schwarztonnensand verliefen und diese Sande durch eine langgestreckte, geschlossene Form eine ausreichend lange Stromführung bildeten. Solche Stromzustände waren Anfang und in besonders günstiger Gestalt Ende des 19. Jahrhunderts vorhanden. Mit zunehmender Verschärfung der Krümmung verschlechterten sich stets die Fahrwasserverhältnisse. Im Scheitel der Krümmung entstanden tiefe, die Stromkraft nutzlos schwächende Kolke, in den Übergängen bildeten sich Verflachungen und Barren, die die Wasserführung zugunsten der Nebenarme und Nebenrinnen verringerten. Flut- und Ebbestrom strebten auseinander und bildeten Querströmungen, die die stromführenden Sande abtrugen, vielfach zerrissen und dadurch Zustände größter Verwilderungen verursachten.



Derartige Stromverwilderungen traten in größtem Umfange von Mitte bis in das letzte Drittel des 19. Jahrhunderts auf und waren nach den guten Fahrwasserverhältnissen gegen Ende des 19. Jahrhunderts bis zur Inangriffnahme der Regelungsarbeiten wieder in voller Entwicklung begriffen.

Es war deshalb die Annahme berechtigt, dass der Wasserausgleich mit dem Hauptfahrwasser von der südöstlich abbiegenden, zum Teil durch eine Barre versperrten Rinne nicht allein bewältigt werden konnte, sondern dass er nach Stauung des Flutwassers zum großen Teile quer über die Sande hinweg geschah, wobei die durch häufige und heftige westliche Winde verstärkten Querströmungen die während der Stauwasserzeiten abgelagerten Sinkstoffe in das Hauptfahrwasser hineinschoben und dadurch das ständige Vorrücken des Schwarztonnensandes nach Norden verursachten. Dafür sprachen auch die von der Nebenrinne flach ansteigende und nach dem Hauptfahrwasser steil abfallende Form des Schwarztonnensandes und die Beschaffenheit des dort geförderten Baggergutes, das aus ganz feinem, schlickhaltigem Sand besteht. Bestätigt wurde die Annahme schließlich durch Strömungsmessungen, die eine deutliche Ablenkung der Strömungsrichtung in der Nebenrinne während der 2. Hälfte der Flut und der 1. Hälfte der Ebbe nach dem Hauptfahrwasser zu ergaben.

In ganz ähnlicher Weise wurde auch das Vorschieben des oberen Ausläufers von Pagensand, des sogenannten "Hungrigen Wolfes", nach Süden durch einen quer über den Sand stattfindenden Wasserausgleich von der Nebenelbe nach dem Hauptfahrwasser zu verursacht. Der geschilderte Stromzustand bei Pagensand ließ klar erkennen, dass bei dem zu erwartenden weiteren Vorrücken der Schwarztonnensande und des "Hungrigen Wolfes" und der dadurch entstehenden weiteren Verschärfung der Krümmung des Hauptfahrwassers damit gerechnet werden musste, dass ähnlich wie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts südlich des



Hauptfahrwassers durch die Schwarztonnensande tiefe Nebenrinnen brechen und das nördliche Nebenfahrwasser mehr und mehr an Wasserführung gewinnt. Man stand vor der Gefahr, dass das Hauptfahrwasser durch Vertiefung der Stromspaltung sich mehr und mehr verflacht und drei Fahrwasser entstehen, von denen keines den Anforderungen des Verkehrs tiefgehender Seeschiffe genügte. Die navigatorischen Schwierigkeiten in dem vorhandenen engen, fast rechtwinklig verlaufenden Fahrwasser waren bereits derart groß, dass entgegenkommende Schiffe ihre gegenseitige Stellung nur schwer rechtzeitig ausmachen konnten. Noch kurz vor Beginn der Regelungsarbeiten war im September 1928 der etwa 5200 Br. Reg.-T. große Dampfer "Claus Rickmers" durch einen Zusammenstoß mit dem italienischen Dampfer "Clara Camus" zum Sinken gebracht und glücklicherweise noch am Südrande des Fahrwassers auf Grund gesetzt worden. Durch ein Sinken quer im Fahrwasser würde u. U. zeitweise eine völlige Sperrung für die tiefgehende Schifffahrt eingetreten sein."

Ziel:

„Es war deshalb Hauptaufgabe der Regelung, dem Fahrwasser die für den Beharrungszustand günstigste Krümmung zu geben und Ihren Bestand durch eine feste, unnachgiebige und in der Länge ausreichende Führung, vor allem an seiner hohlen Seite, zu sichern. Die zu wählende günstigste Krümmung, d.h. die Abflachung der bestehenden, hatte damit folgende Bedingungen zu erfüllen. Sie musste dem Flut- und Ebbestrom einen ungehinderten Eintritt gestatten, damit sich deren Wassermengen in möglichst großem Umfange dem gemeinsamen Hauptfahrwasserbett zuwenden und die Wasserführung der südlichen Nebenströmungen tunlich unterbunden wird. Sie musste weiter in ihrem ganzen Verlauf eine möglichst glatte Wasserbewegung ermöglichen, damit die Stromkraft tunlich wenig durch Wirbelbildungen und Querströmungen geschwächt wird und Ihr Räumungsvermögen voll für die Bildung und Erhaltung eines ausreichend breiten und tiefen Fahrwassers zur Wirkung kommt.“



Aufspülung Schwarztonnensand:

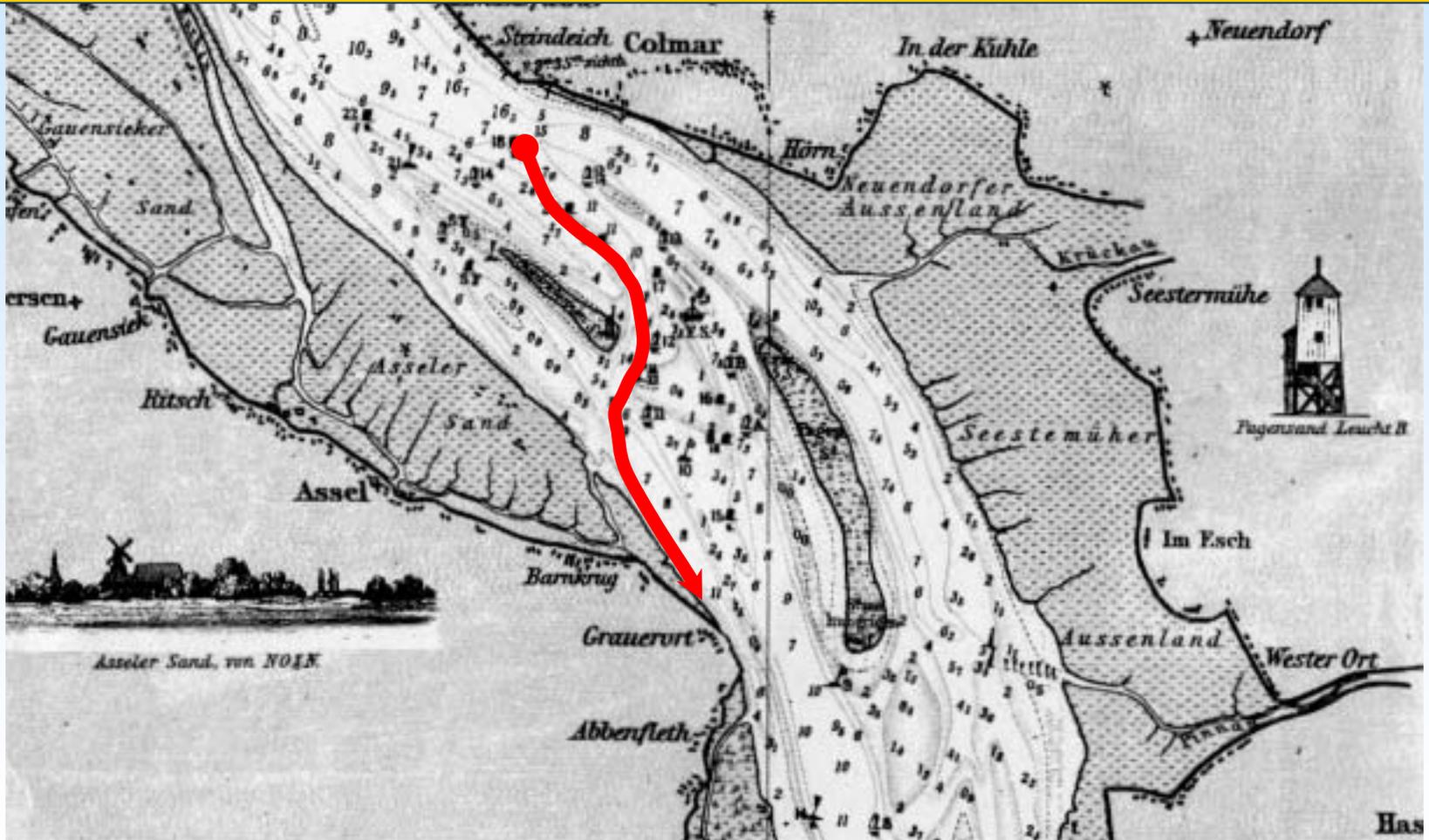
Erfahrungsbericht des WSA-Hamburg zum Ausbau der Unter- und Außenelbe auf 13,5m unter KN:

„Ein Problemfall war das Wattengebiet Schwarztonnensand. Hier wurden in der Zeit von 1928 -38 10,785 M10. m³ zur Abflachung der Fahrrinnenkurve gebaggert. Von der sich danach ausgebildeten ufernahen Flutrinne erfolgte weiterhin eine quergerichtete Flutüberströmung, die die Uferlinie des Watts wieder zur Hauptelbe vorschob und hier für das Hauptfahrwasser einen Engpass zum Pagensand geschaffen hatte. Als Gegenmaßnahme wurde 1969 die Absperrung der Flutrinne durch einen unbefestigten Spüldamm versucht, der jedoch keinen Bestand hatte und nach wenigen Jahren wieder abgetragen war, und 1969/74 das hauptfahrwasserseitige Ufer des Schwarztonnensandes mit 6,383 M10. m³ Boden abgebaggert.

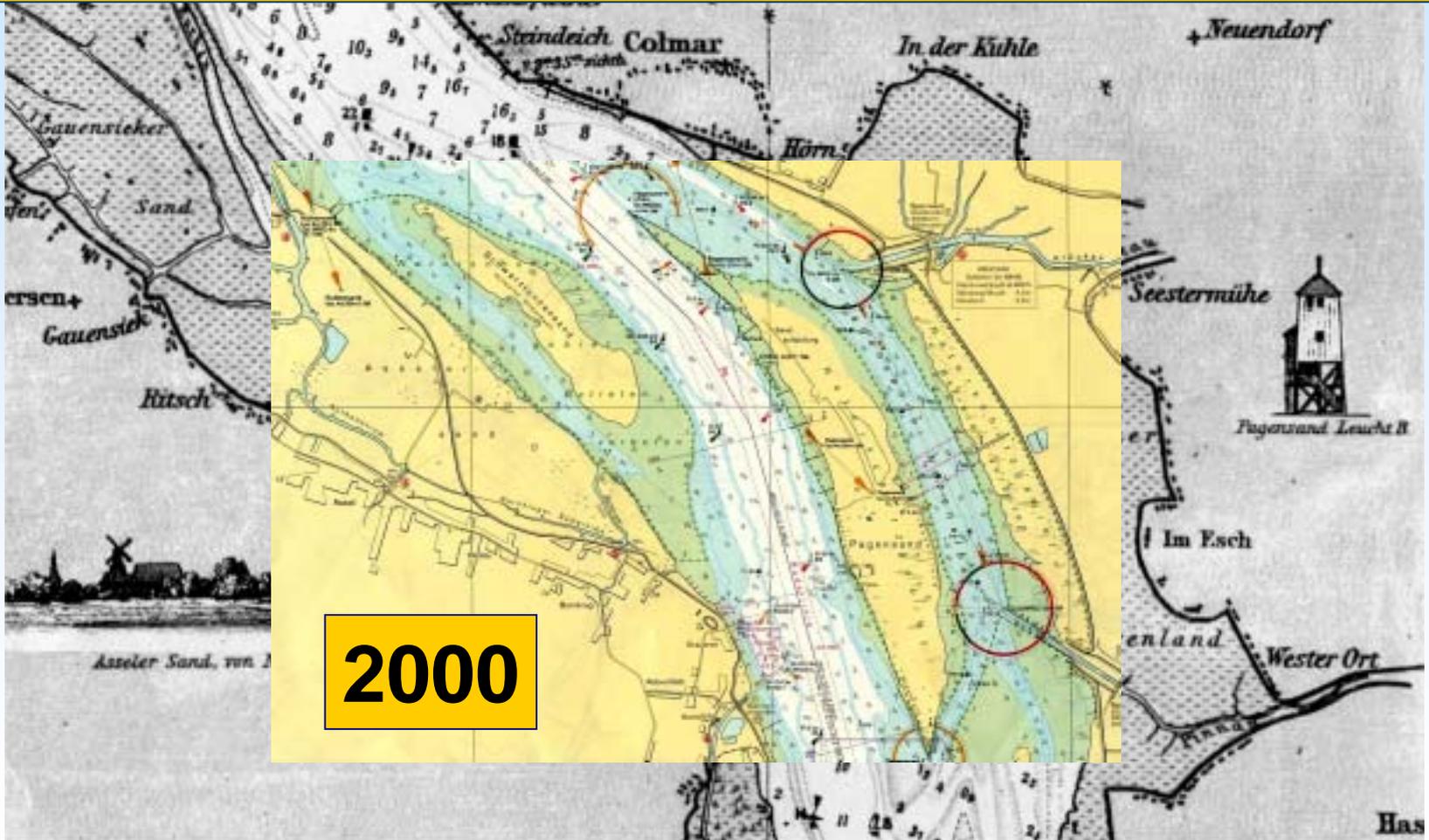
In der Zeit von 1970 -72 wurde im Rahmen der Baggerunterhaltung im Dreieck zwischen dem Ruthensteert und dem Nordrand des Schwarztonnensandes Baggerboden untergebracht. Hiermit wurde der Flutstrom für eine bessere Durchströmung zur Fahrrinne abgelenkt. Nach dem Bruch des Spüldammes verhinderte diese Aufhöhung der Sohle vor dem Eingang der Flutrinne, dass sich die früheren Wassertiefen in der Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand wieder einstellen. Somit wurde die Hinterströmung des Wattengebietes für eine bessere Durchströmung der Hauptelbe eingedämmt. Alle diese Maßnahmen bildeten die Grundlage für eine erfolgreiche Aufspülung des Schwarztonnensandes, die ab 1973 mit Baggerboden aus der Unterhaltung zu einer Insel mit 1,5 m über MThw aufgehöhht wurde. Im Zuge des Ausbaues wurden die Regulierungsmaßnahmen in diesem Stromabschnitt mit der Aufspülung auf Pagensand und dem Ausbau des Leitdammsystems Pagensand-Nord fortgesetzt.“



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Motivation:

- Vermeidung der „Verwilderung“ des Fahrwassers
- Vermeidung der seitlichen Überströmung der Sände in Richtung Hauptfahrwasser
- Konzentration der Strömung auf das Hauptfahrwasser



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Motivation:

- Vermeidung der „Verwilderung“ des Fahrwassers
- Vermeidung der seitlichen Überströmung der Sände in Richtung Hauptfahrwasser
- Konzentration der Strömung auf das Hauptfahrwasser

Maßnahmen:

- 1922 - 1930: Leitwerk zur Festlegung des „Hungrigen Wolfs“ bei Pagensand Süd, spitzwinklige Einmündung des Steinlochs in die Hauptelbe
- 1927 - 1936: Bau eines Leitdammes bei Pagensand Nord und Abaggerung des Schwarztonnensandes



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Erfolg:

- Querüberströmung am Pagensand wurde unterbunden
- Aber: Weiterhin Eintreibungen von Schwarztonnensand in das Hauptfahrwasser



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Erfolg:

- Querüberströmung am Pagensand wurde unterbunden
- Aber: Weiterhin Eintreibungen von Schwarztonnensand in das Hauptfahrwasser

Maßnahme:

- 1969 - 1992: 3-malige Abaggerung des Schwarztonnensandes an der Fahrwasserseite
- 1971 - 1977: Sohlaufhöhung nördlich Schwarztonnensand und Erhöhung des Schwarztonnensandes über MThw



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Erfolg:

- Querüberströmung des Schwarztonnensandes wurde unterbunden
- Hauptfahrwasser muss regelmäßig gebaggert werden



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Erfolg:

- Querüberströmung des Schwarztonnensandes wurde unterbunden
- Hauptfahrwasser muss regelmäßig gebaggert werden

Maßnahme:

- 1987 - 1989: Instandsetzung des Leitdammes Pagensand Nord und Verlängerung des Flügeldammes zum Schutz der Insel und zur Regulierung der Wassermengen



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

Erfolg:

- Querüberströmung des Schwarztonnensandes wurde unterbunden
- Hauptfahrwasser muss regelmäßig gebaggert werden

Maßnahme:

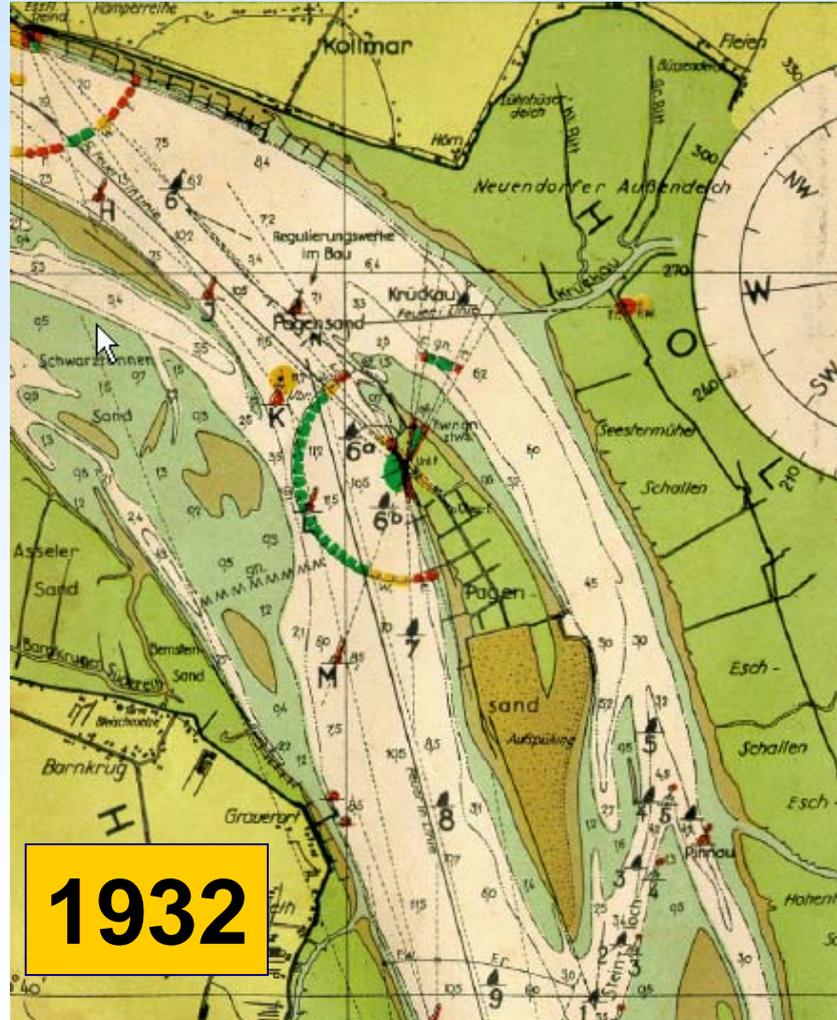
- 1987 - 1989: Instandsetzung des Leitdammes Pagensand Nord und Verlängerung des Flügeldammes zum Schutz der Insel und zur Regulierung der Wassermengen

Erfolg:

- Fahrwasser und Insel liegen fest



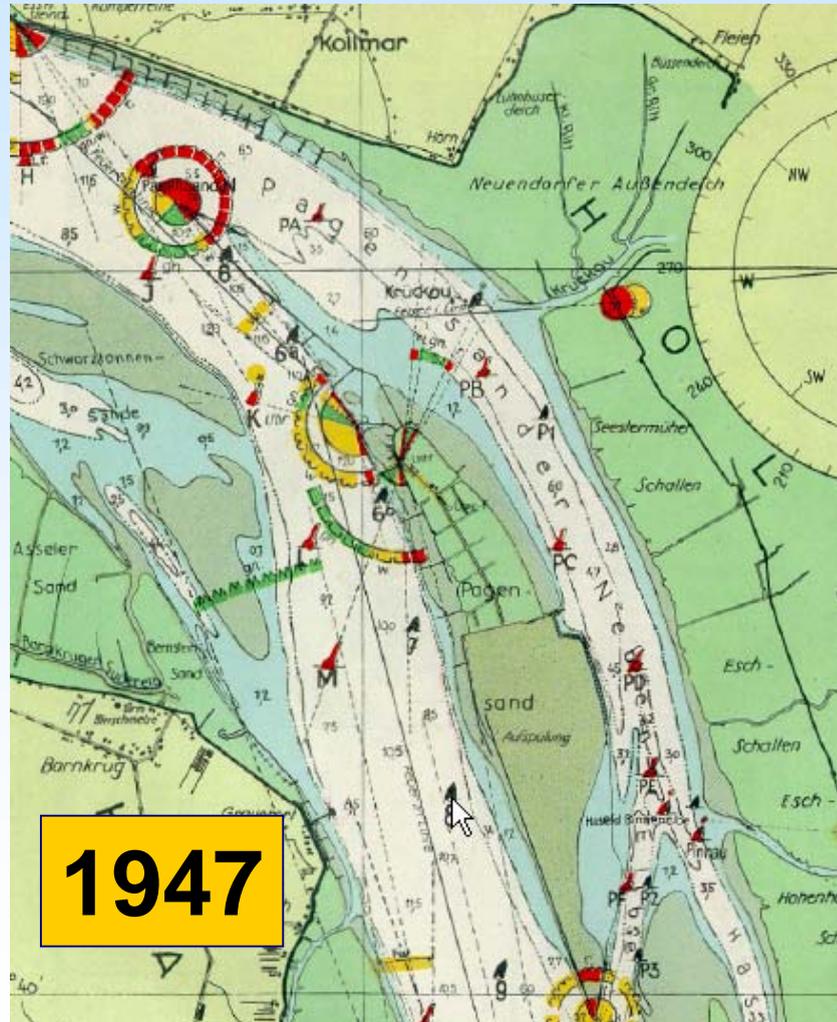
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



1932



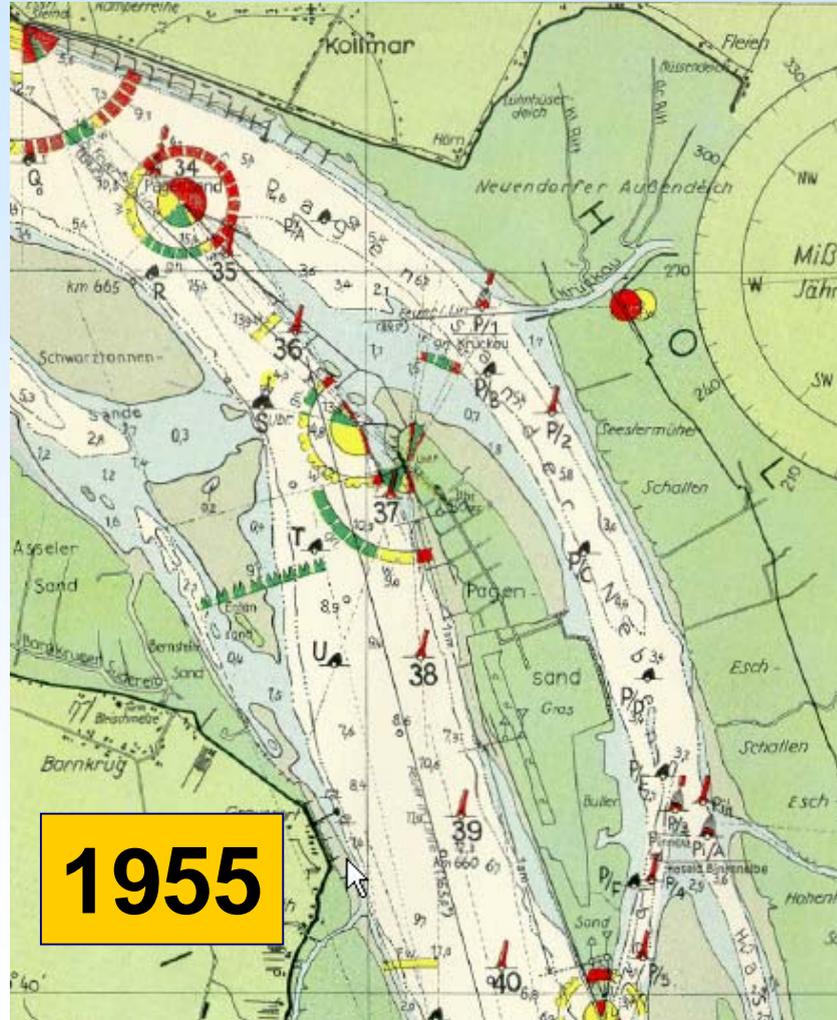
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



1947



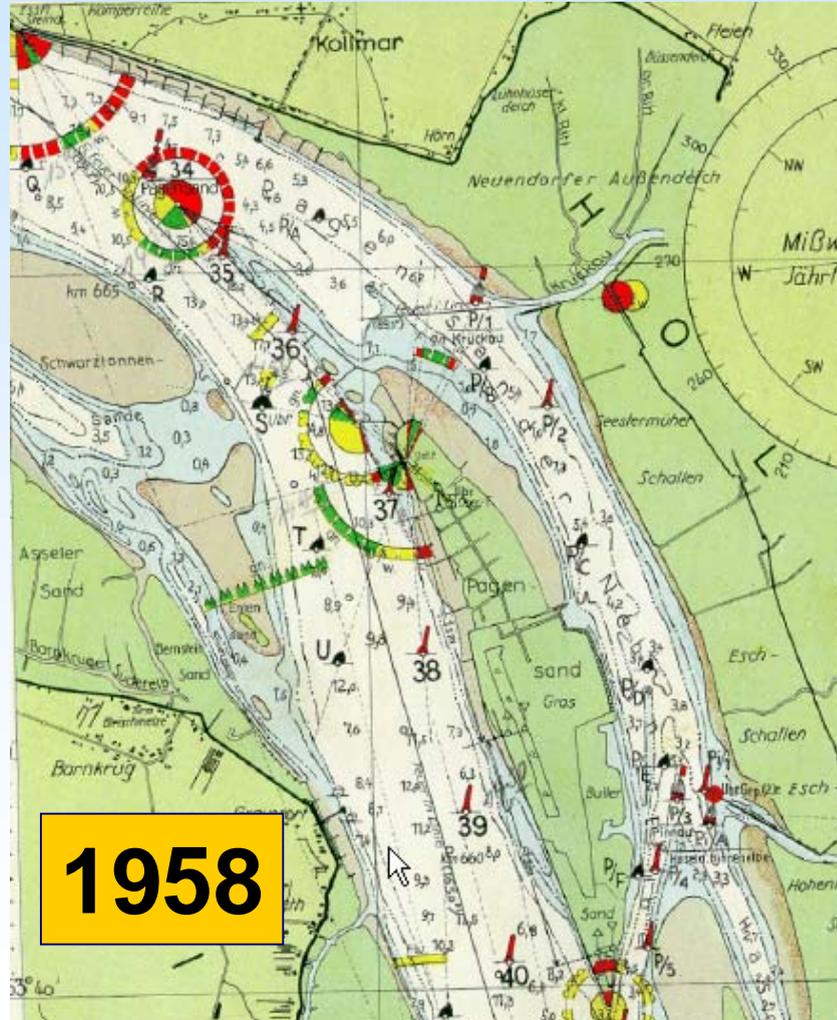
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



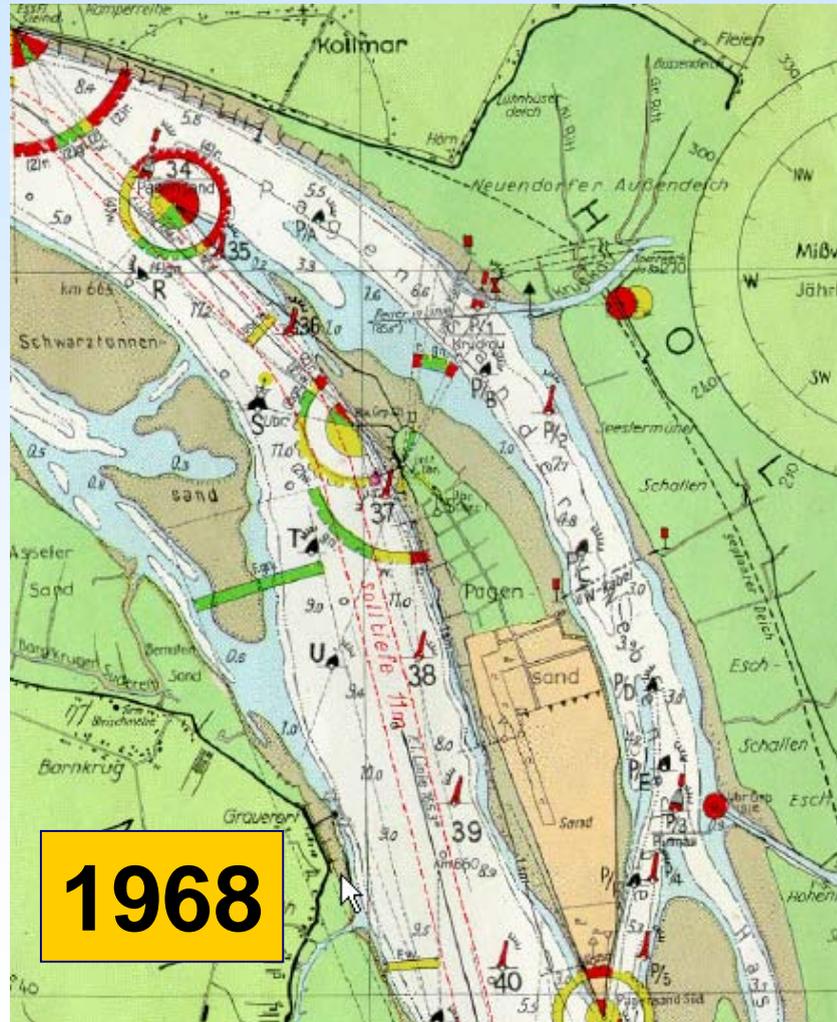
1955



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



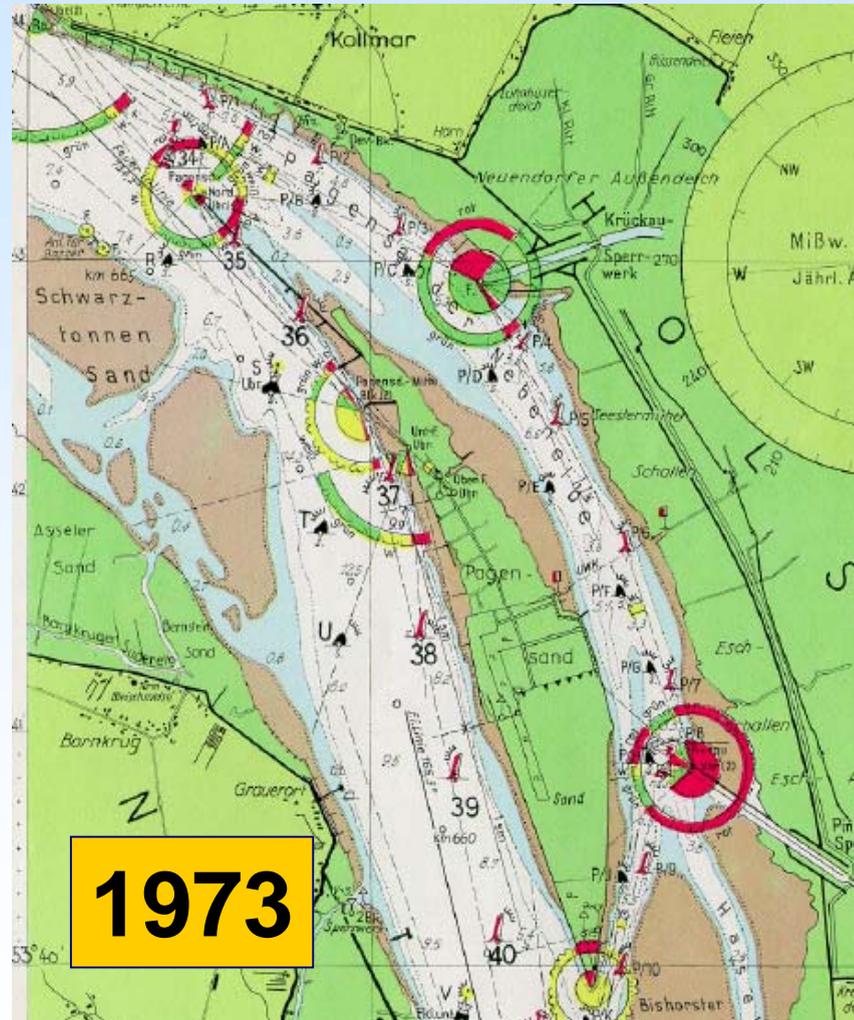
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



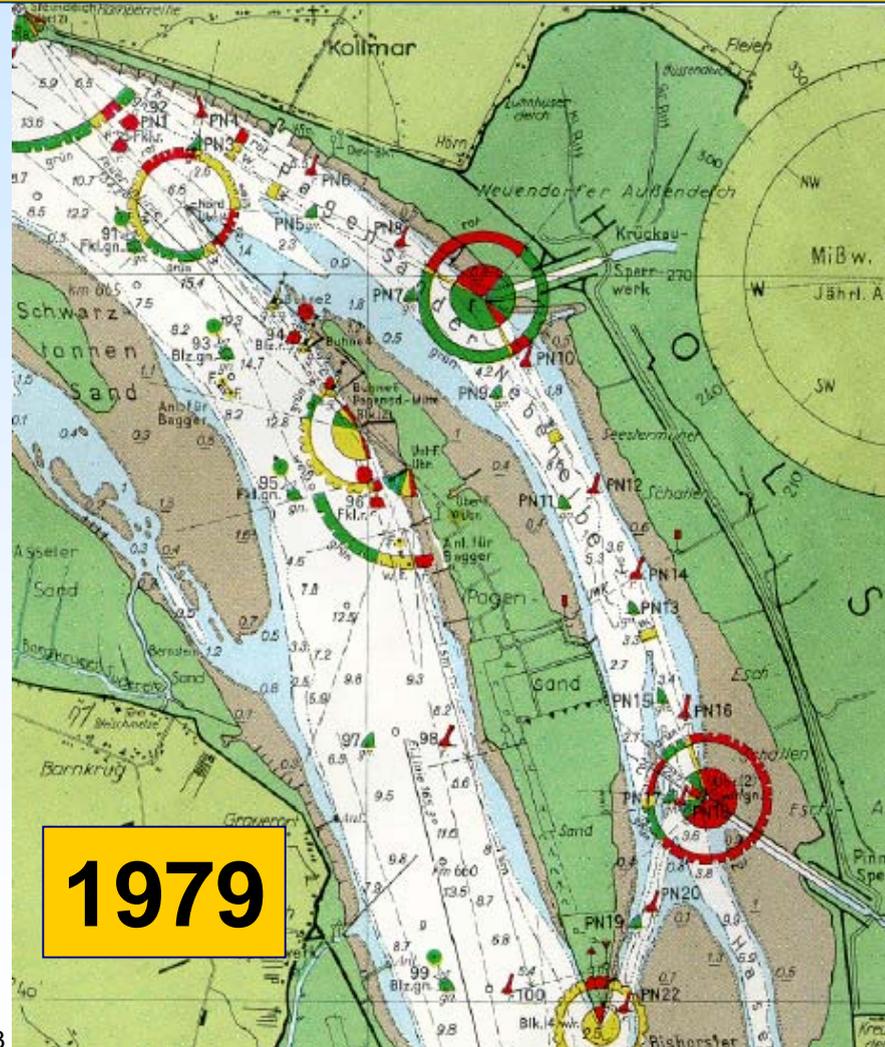
1968



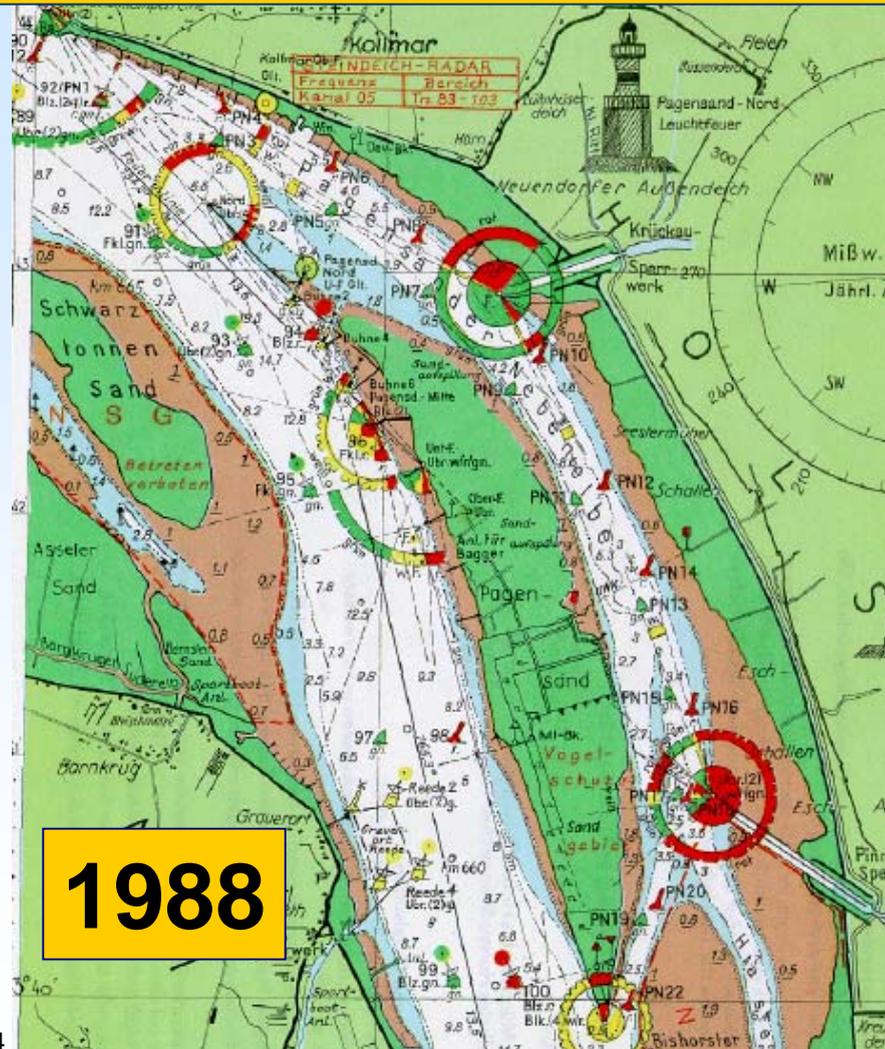
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



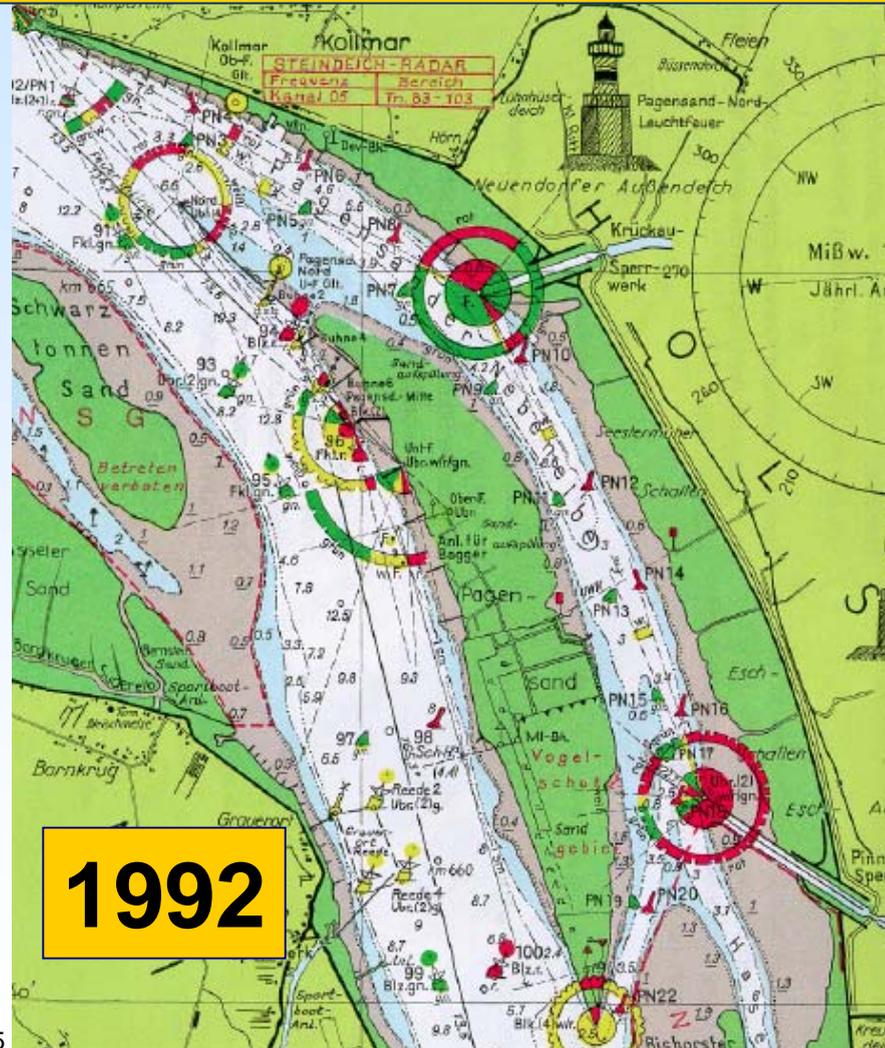
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



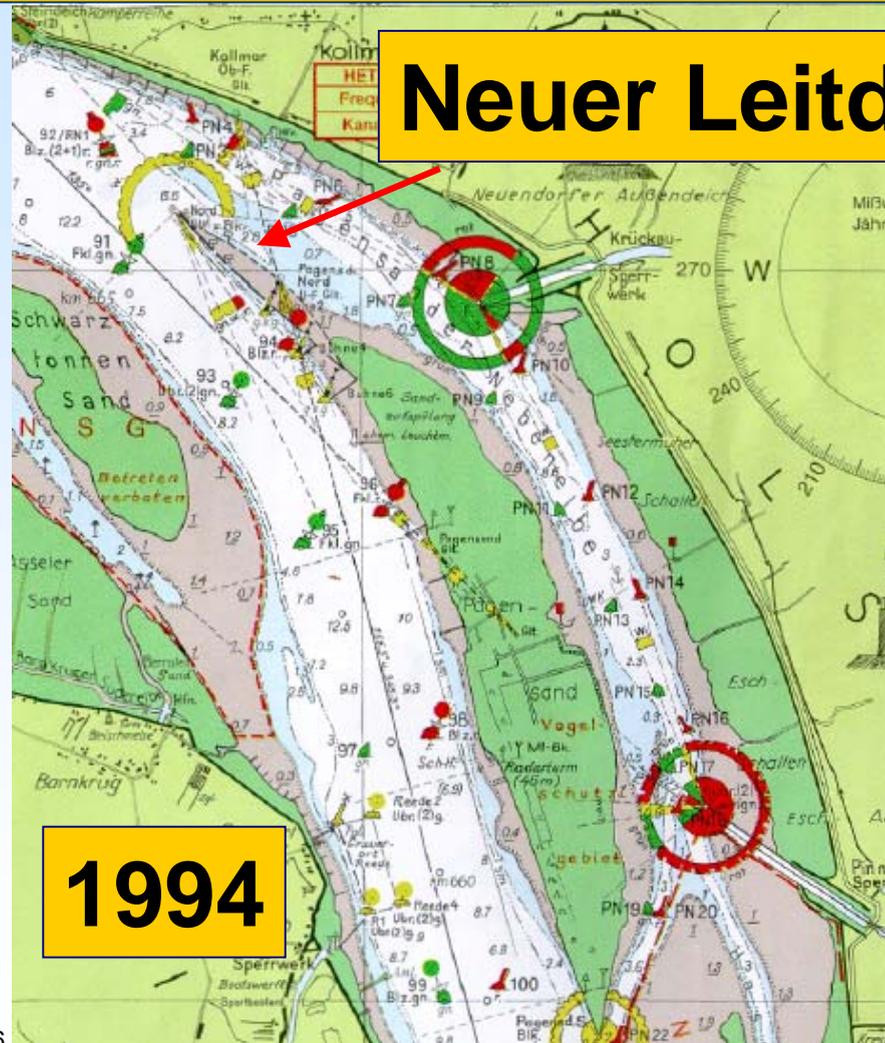
Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord



Aufspülen des Schwarztonnensandes und Leitdamm Pagensand Nord

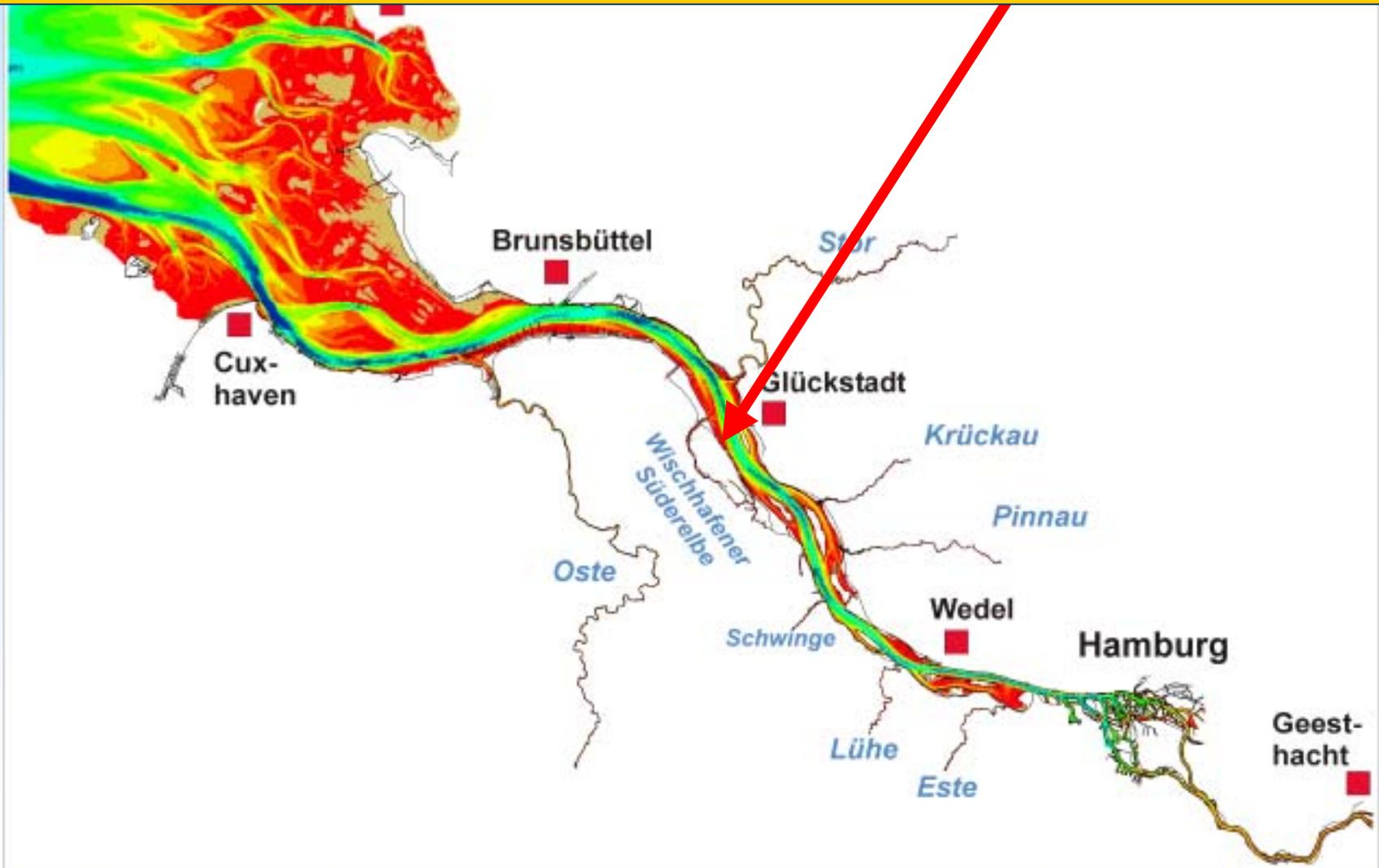


Neuer Leitdamm

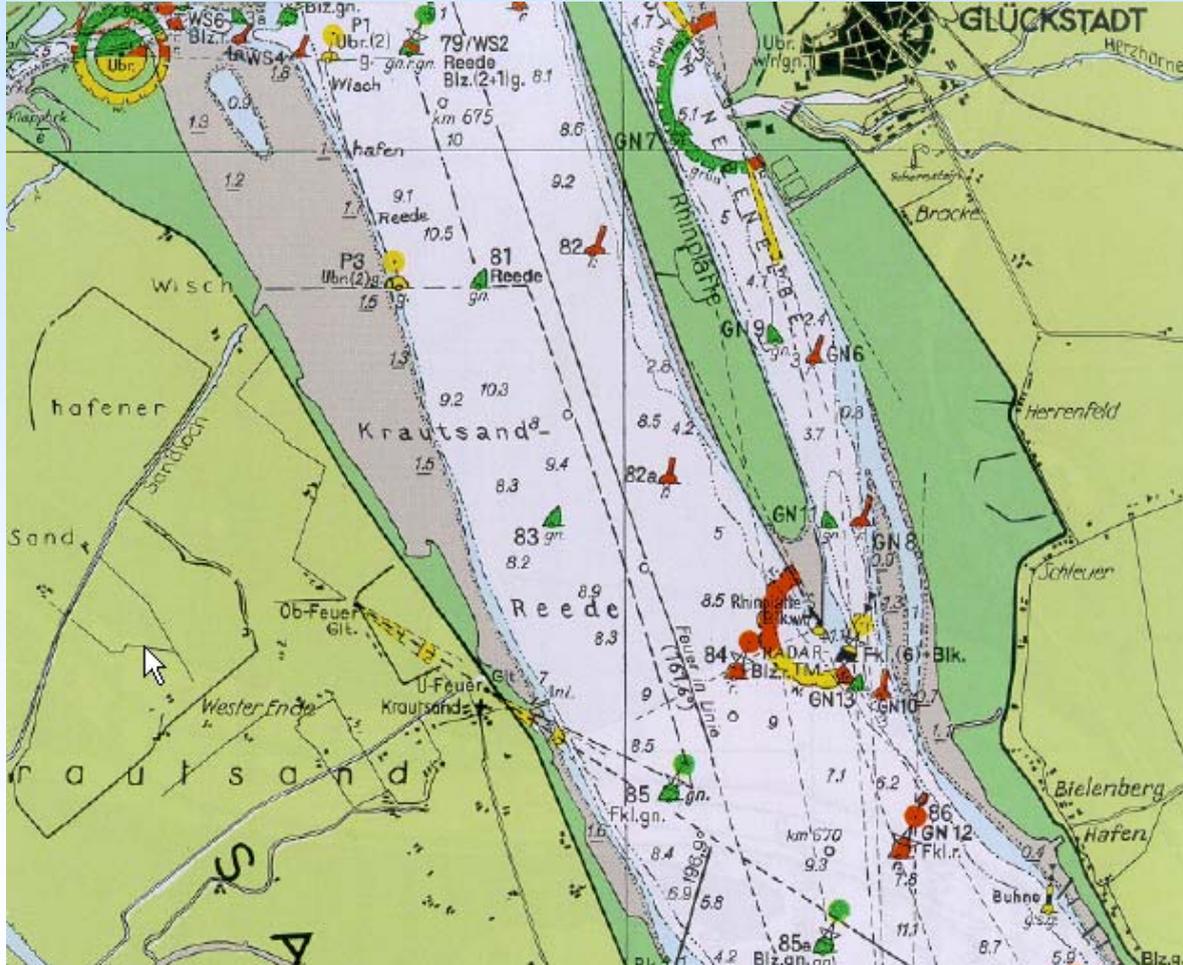
1994



Unterbwasserablagerungsflächen Krautsand



Unterwasserablagerungsflächen Krautsand



Unterwasserablagerungsflächen Krautsand

Motivation:

- Reduzierung der Baggermengen an der Baggerstelle Rhinplatte durch Erhöhung der Transportkapazität der Strömung, Sediment in „Bewegung“ halten

Maßnahme:

- 1999: Bau der Unterwasserablagerungsflächen zur Querschnittseinengung
- 4,6 Mio m³ auf 1,0 Mio m²
- Erhöhung der Transportkapazität um 25% durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeiten in der Fahrrinne um bis zu 15 cm/s



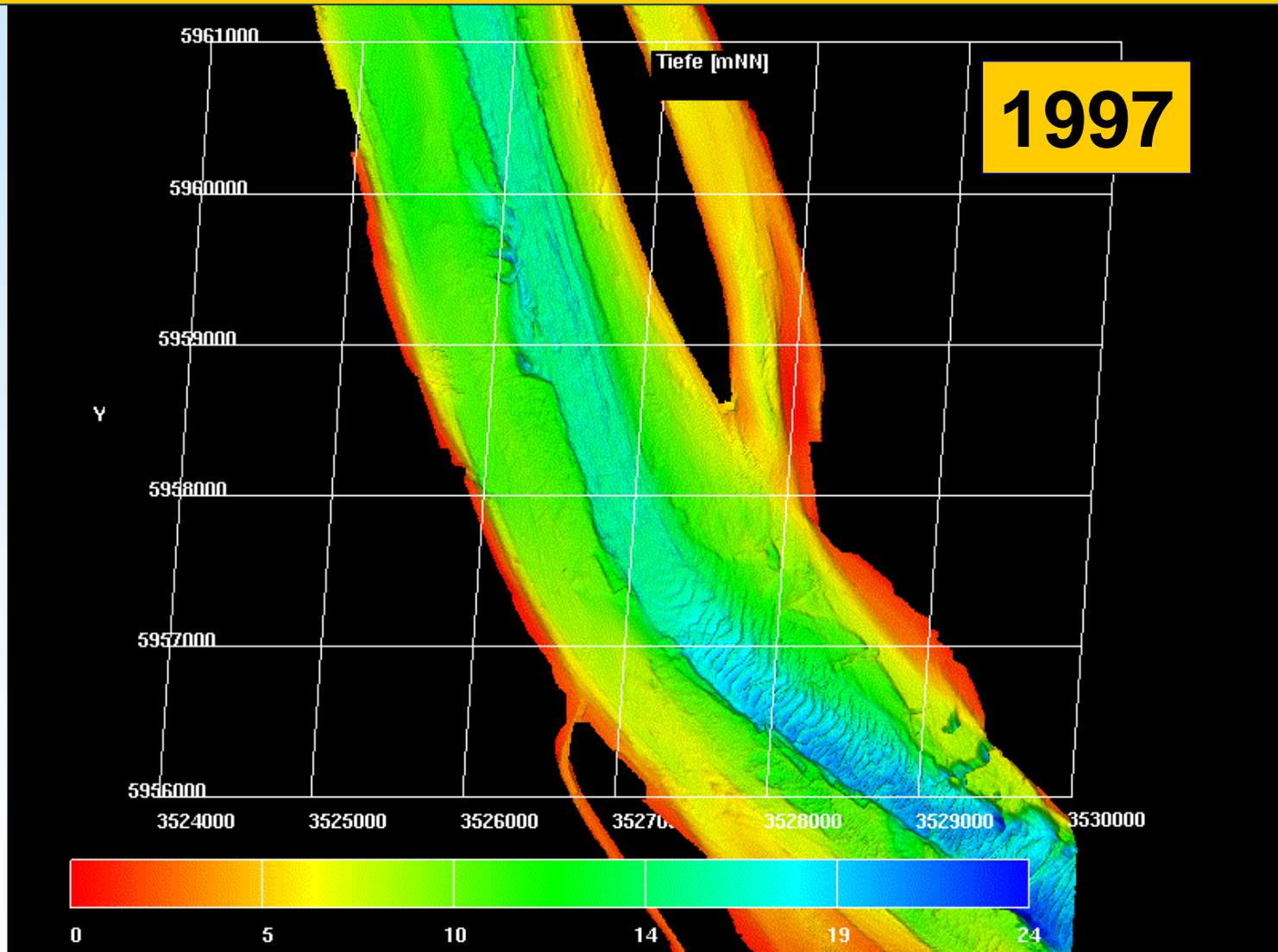
Unterswasserablagerungsflächen Krautsand

Erfolg:

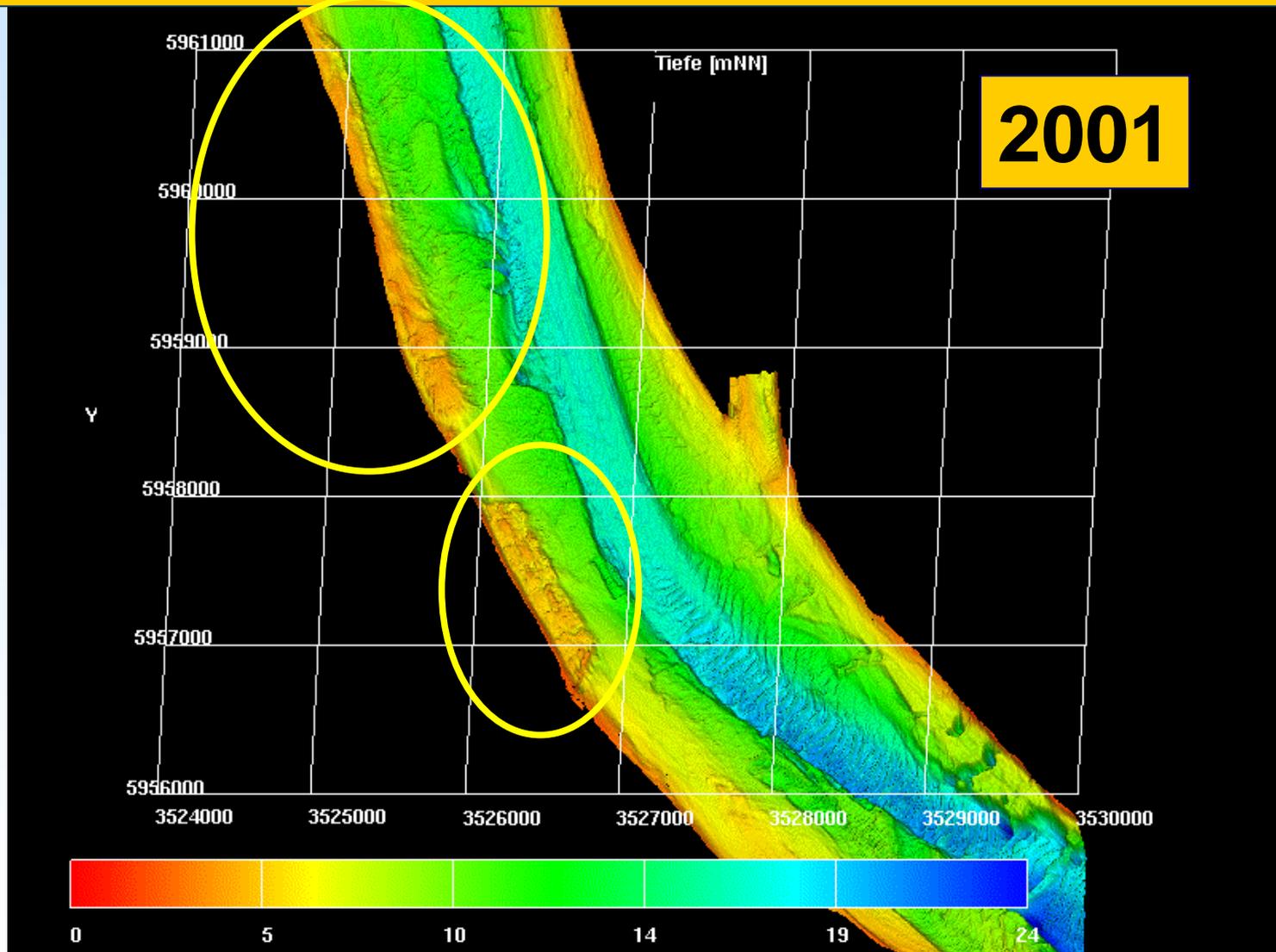
- Baggermengen erheblich zurückgegangen
- Aber: Im gesamten Bereich WSA-Hamburg sind die Baggermengen seit 1999 erheblich zurückgegangen!



Unterwasserablagerungsflächen Krautsand



Unterwasserablagerungsflächen Krautsand



Buhnenbau Osteriff und Abbaggerung der Ostebank



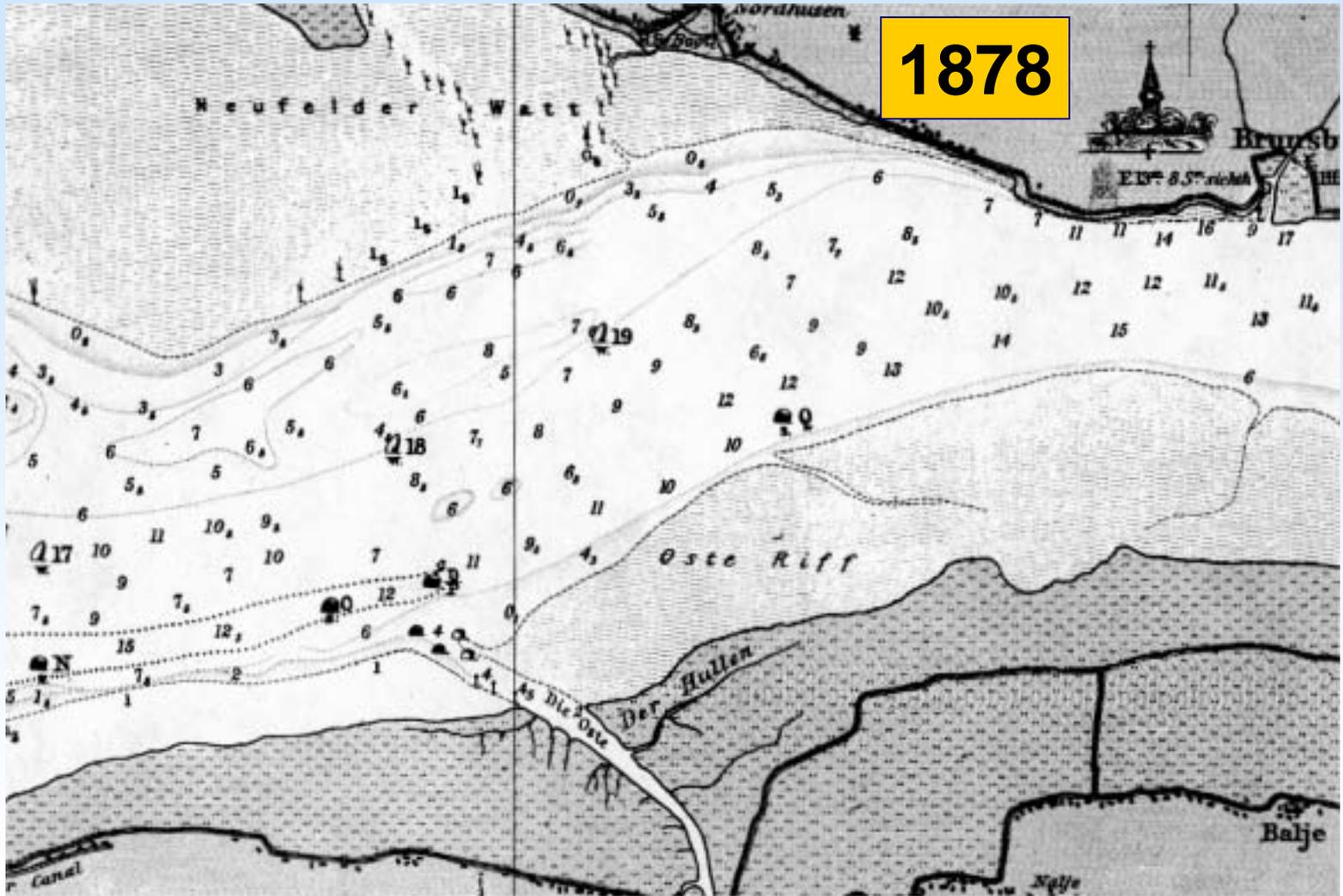
Osteriff:

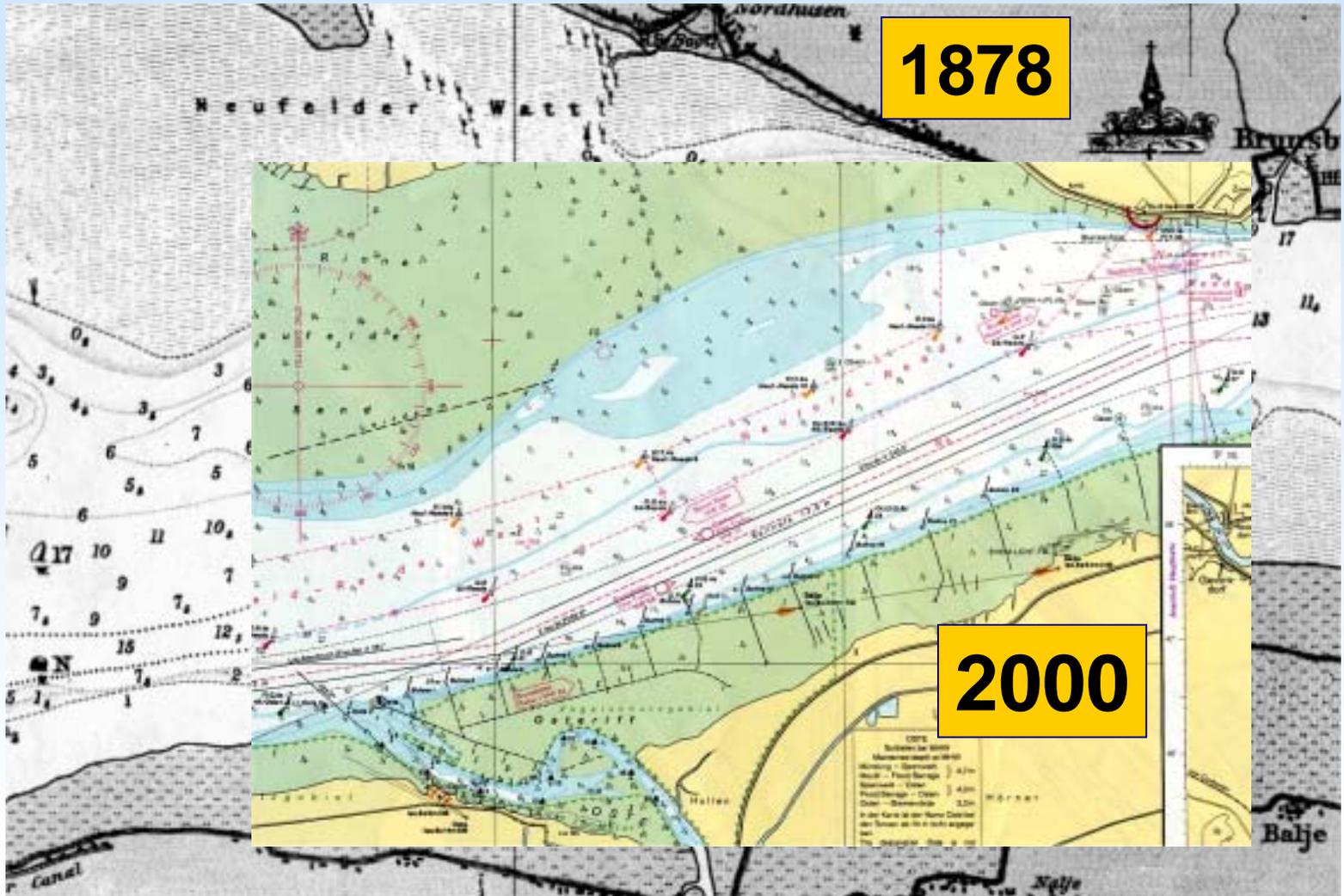
Direktor der Reichswasserstrassenverwaltung Schätzler und Baurat Meisel in

Die Bautechnik Jg. 15, Heft 27/28, 1937:

„Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden bei der Ostebank die ersten Schwierigkeiten für die Schifffahrt. Es muss darauf verzichtet werden, die verschiedenen, seit 1909 gemachten Vorschläge für die Regelung des Fahrwassers und Ihre Begründungen zu behandeln. Man kann sich mit der Feststellung begnügen, dass die endgültige Planung und ihre Begründung das Ergebnis vieler Arbeiten ist, in denen sich nicht immer einheitliche Meinungen, Auffassungen und Überzeugungen widerspiegeln, wo Brauchbares neben Unbrauchbarem steht und wo Wollen und Können manchmal wenig übereinstimmen.“







Buhnenbau Osteriff und Abbaggerung der Ostebank

Motivation:

- Schaffung eines ausreichend tiefen, stabilen Fahrwassers
- Reduzierung der Baggermengen an der Baggerstelle Ostebank



Buhnenbau Osteriff und Abaggerung der Ostebank

Motivation:

- Schaffung eines ausreichend tiefen, stabilen Fahrwassers
- Reduzierung der Baggermengen an der Baggerstelle Ostebank

Maßnahme:

- 1922-1927: Bau der Osteriff-Stacks
- 1922-1937: Bau des Oste-Trennungsdammes
- 1922-1937: Bau des Leitdammes „Hermannshof“



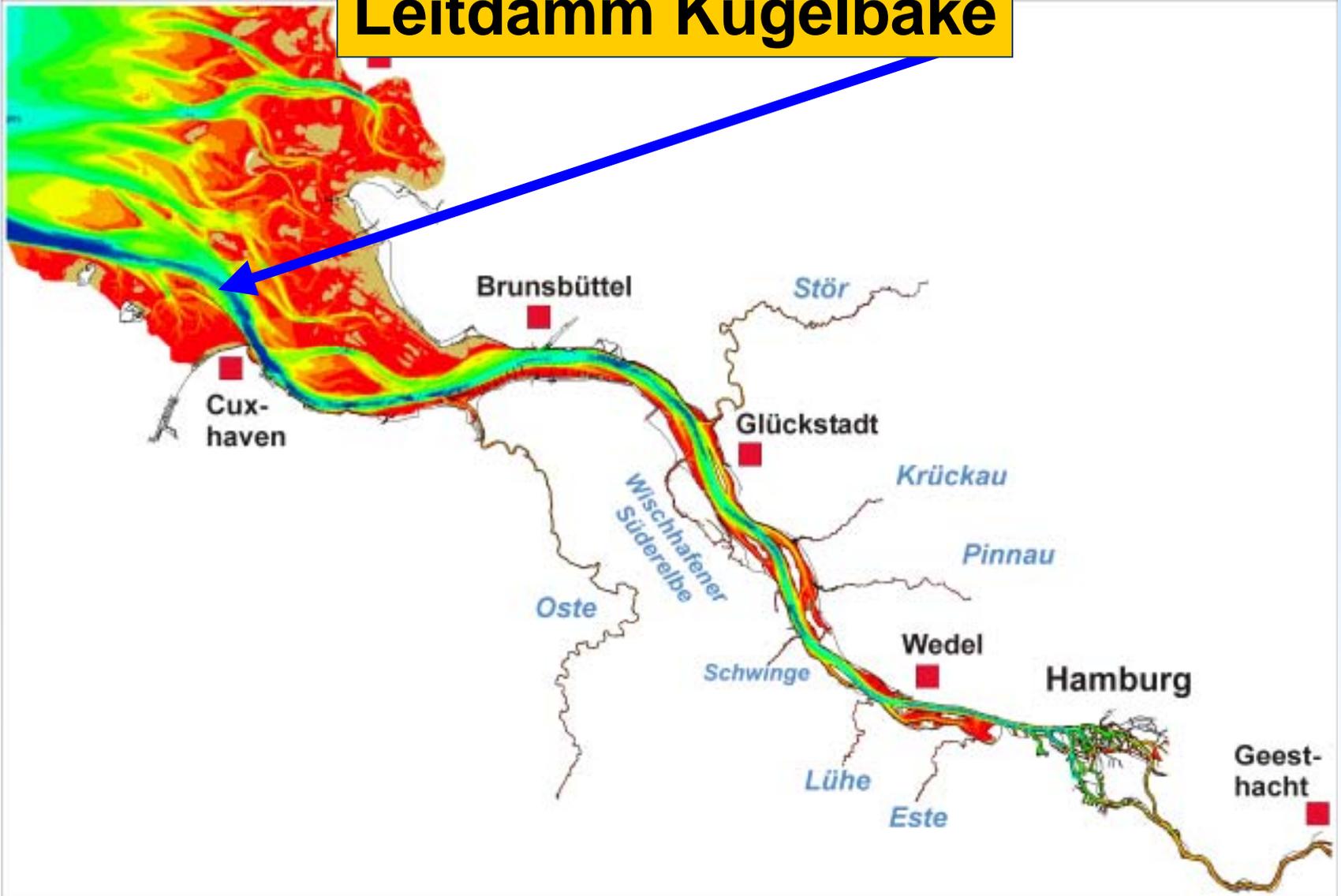
Buhnenbau Osteriff und Abaggerung der Ostebank

Erfolg:

- Fahrwasser ist tief und lagestabil
- Aber: Die Baggerstelle „Osteriff“ (früher „Ostebank“) besteht heute noch!



Leitdamm Kugelbake



Leitdamm Kugelbake:

Regierungsaurat Hensen, „Die Entwicklung der Fahrwasserverhältnisse in der Außenelbe“, HTG-Jahrbuch 1940:

„Daß mit einfachen Maßnahmen, z. B. mit Baggerungen auch größeren Umfangs, auf die Dauer nichts an den natürlichen Vorgängen, die sich über lange Zeiten und große Gebiete ausdehnen, geändert werden kann, dürfte einleuchten. Solche Arbeiten können höchstens örtlich und vorübergehend von Erfolg sein, da sie nur die Wirkungen und nicht die Ursachen angreifen. Von Menschenhand ist in der Außenelbe bisher nur in verhältnismäßig geringem Umfange in die natürlichen Vorgänge eingegriffen worden. Die am Mittelgrund seit Anfang dieses Jahrhunderts ausgeführten Baggerungen von etwa 16 Millionen m³ bezweckten lediglich die Beseitigung einzelner flacher Stellen innerhalb des Fahrwassers; sie sollten und konnten die natürlichen Veränderungen weder aufhalten noch umlenken. Landgewinnungsarbeiten bei der Insel Neuwerk und Anpflanzungen auf der Insel Schaarhorn zur Festlegung ihres sturmflutfreien Teiles werden erst seit einigen Jahren betrieben.

Die aus den Untersuchungen gewonnene Erkenntnis, dass die Flutströmung bei den periodischen Vorgängen in der Elbemündung die entscheidende Rolle spielt, zwingt dazu, sie bei der Suche nach Möglichkeiten zu künstlichen Eingriffen in die natürliche Entwicklung als maßgebende Größe zu berücksichtigen.

Jeder technische Eingriff würde eine Durchbrechung oder Hemmung des periodischen Verlaufes bedeuten. Man schafft damit unter Umständen völlig neue Voraussetzungen für die Strömungs- und Fahrwasserverhältnisse, so dass vorher nach Möglichkeit festgestellt werden muss, welche weiteren Folgen - außer dem beabsichtigten Regelungsziel - auch für das übrige Stromgebiet mit einem Ausbau verbunden sein können und wie die Naturkräfte die Störung ihres Gleichgewichtes (ihres Kräftespiels) beantworten werden.



Da als Endziel die selbsttätige Erhaltung eines ausreichend breiten und tiefen Fahrwassers angestrebt wird - ohne das obere Tidegebiet des Stromes zu schädigen -, müssen alle dem entgegenstehenden Hindernisse weggeräumt werden. Insbesondere ist also die Bildung eines Mittelsandes zu vermeiden. Das könnte durch Verhinderung des Watabbruches vor Neuwerk geschehen, in einem Zeitpunkt, zu dem sich ein Mittelsand an das Watt angeschlossen hat. Zu einer solchen Maßnahme hätte man am Ende des vorigen Jahrhunderts Gelegenheit gehabt, als der Kleine Vogelsand wattfest geworden war. Bis zur Wiederkehr einer ähnlichen Gelegenheit werden allerdings noch viele Jahre, wenn nicht einige Jahrzehnte vergehen.

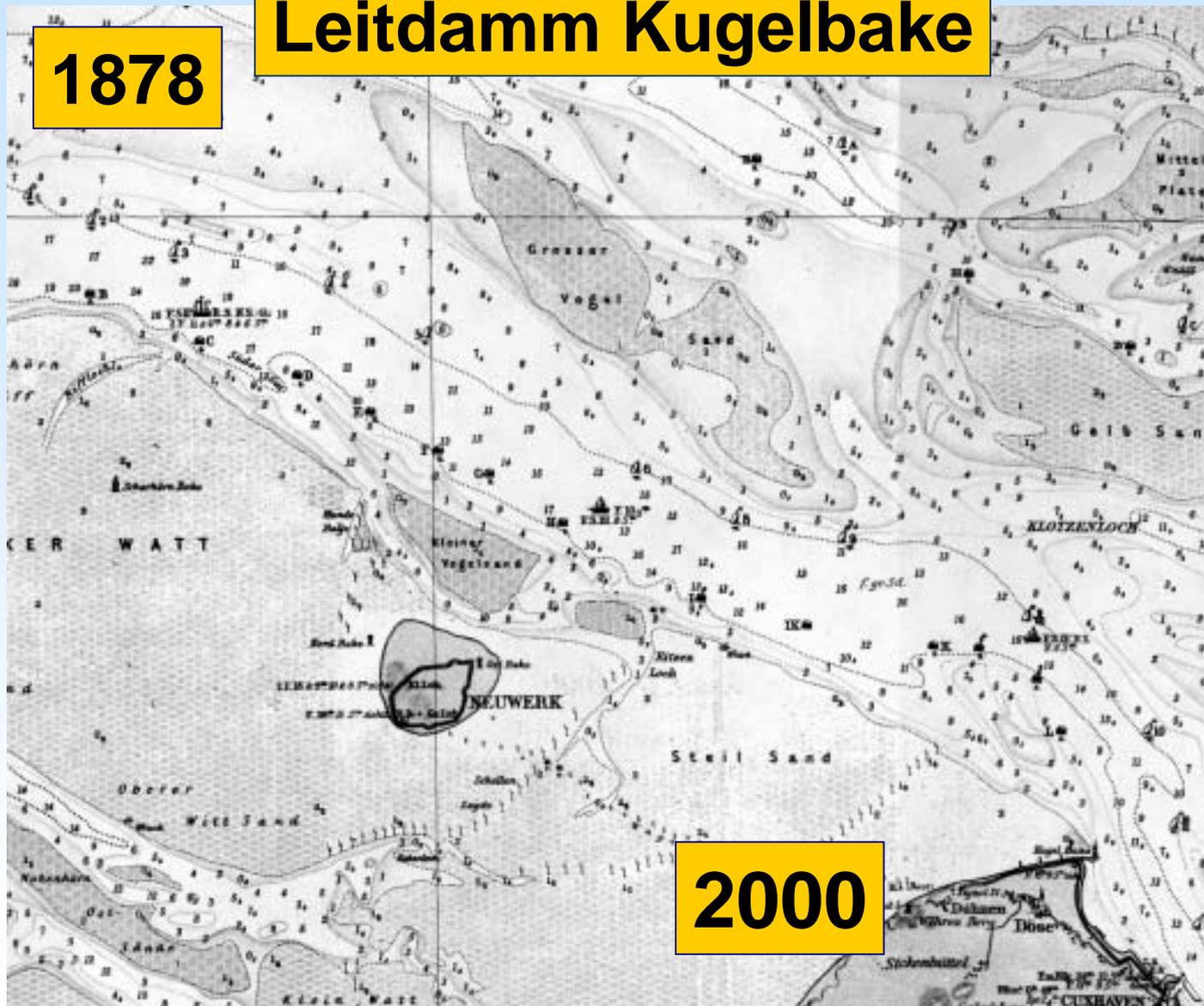
Eine Möglichkeit zu früherer durchgreifender Verbesserung der Fahrwasserverhältnisse liegt in der Errichtung eines Leitdammes, der in schlanker Kurve von der Kugelbake bis zum Mittelgrund und von dort auf dem Rücken des Mittelgrundes entlang geradlinig bis Schaarhorn zu legen wäre. Der Flutarm, der heute -man darf sagen: nutzlos -in das Kugelbaken-Fahrwasser setzt, wäre gezwungen, in der Hauptrinne zu bleiben und in ihr Reibungs-(Räumungs-)arbeit zu leisten. Unterstützt von der Rechtsablenkung würde sich an einem solchen Leitwerk wahrscheinlich eine Rinne von ausreichender Tiefe und Breite -vielleicht sogar ohne Nachhilfe durch Baggerungen -einstellen, deren Bestand auch für die Zukunft nicht gefährdet erscheint, zumal wenn man nach der zu erwartenden raschen Auflandung des Stromgebietes hinter dem Leitdamm an eine Aufhöhung des Wattes mit dem Ziele, Neuland zu gewinnen, herangeht.

Die Krümmung des Leitdammes an seinem oberen Ende ist so zu bemessen, dass dem Flutstrom ein glattes Einströmen in das Hauptfahrwasser oberhalb der Kugelbake ermöglicht wird. Es ist zu hoffen und zu erwarten, dass alsdann auf natürlichem Wege eine Verbreiterung des Stromes vor Cuxhaven eintreten wird, wovon das ganze obere Tidegebiet Nutzen haben würde. Die Beseitigung der Stromenge bei Cuxhaven wird der Tidewelle das Eindringen in die Elbe wesentlich erleichtern, oberhalb Cuxhavens werden damit die Tidehübe wieder vergrößert und -was für die Marschenentwässerung besonders bedeutsam ist -die Wasserstände bei Tideniedrigwasser wieder gesenkt werden.“



Leitdamm Kugelbake

1878

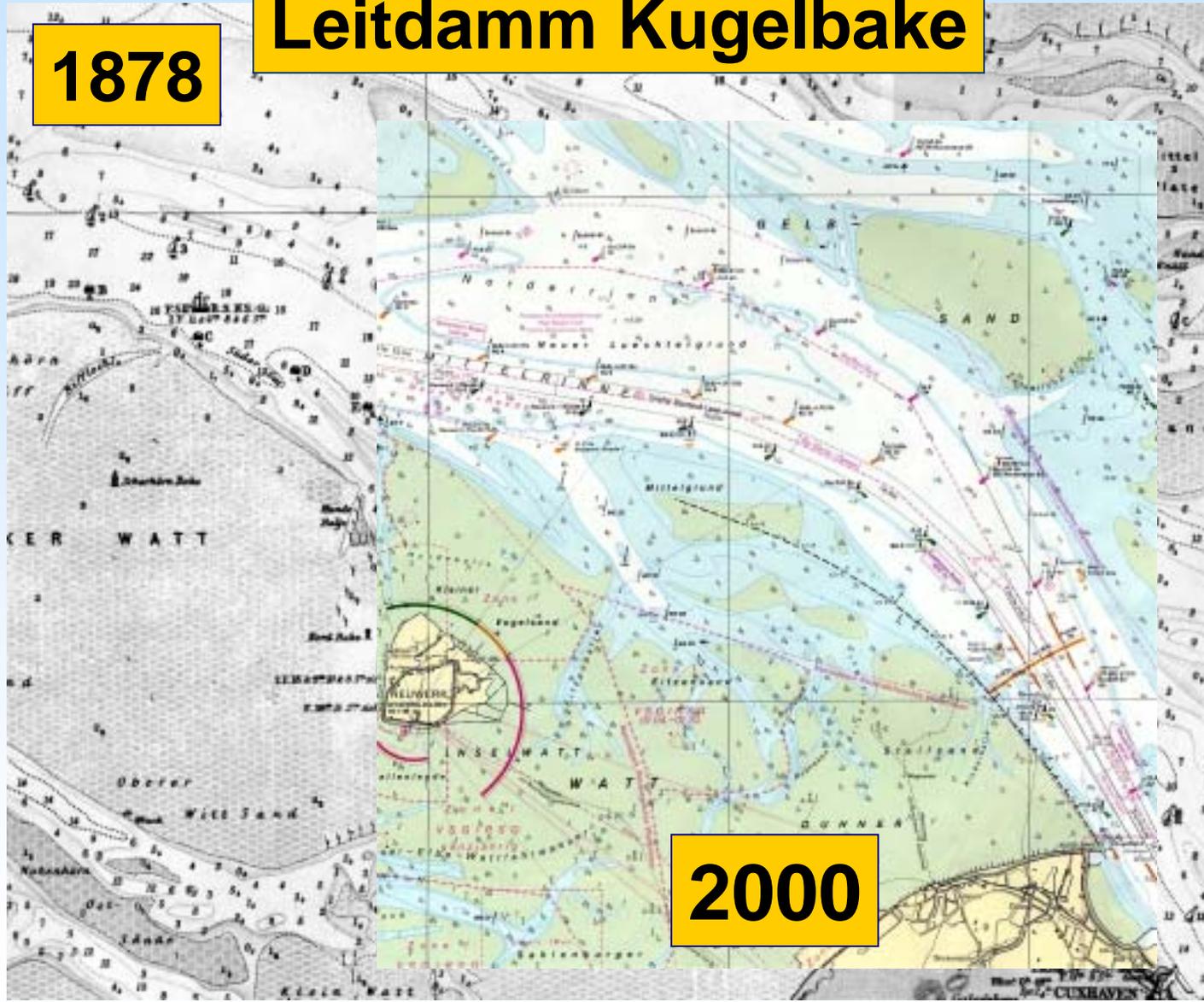


2000



Leitdamm Kugelbake

1878



2000



Leitdamm Kugelbake

Motivation:

- Schaffung eines ausreichend tiefen, stabilen Fahrwassers durch Absperren des Kugelbakenfahrwassers
- ⇒ Übergang vom 3-Rinnen System auf 2-Rinnen (Mittelrinne, Norderinne)
- Festlegen des Mittelgrundes (ursprünglich Abbaggern)



Leitdamm Kugelbake

Motivation:

- Schaffung eines ausreichend tiefen, stabilen Fahrwassers durch Absperren des Kugelbakenfahrwassers
- ⇒ Übergang vom 3-Rinnen System auf 2-Rinnen (Mittelrinne, Norderinne)
- Festlegen des Mittelgrundes (ursprünglich Abbaggern)

Maßnahme:

- 1939-1972: Bau des Leitdamms Kugelbake (ca. 9 km)
- 1975-1977: Verlängerung des Leitdamms (ca. 10 km)



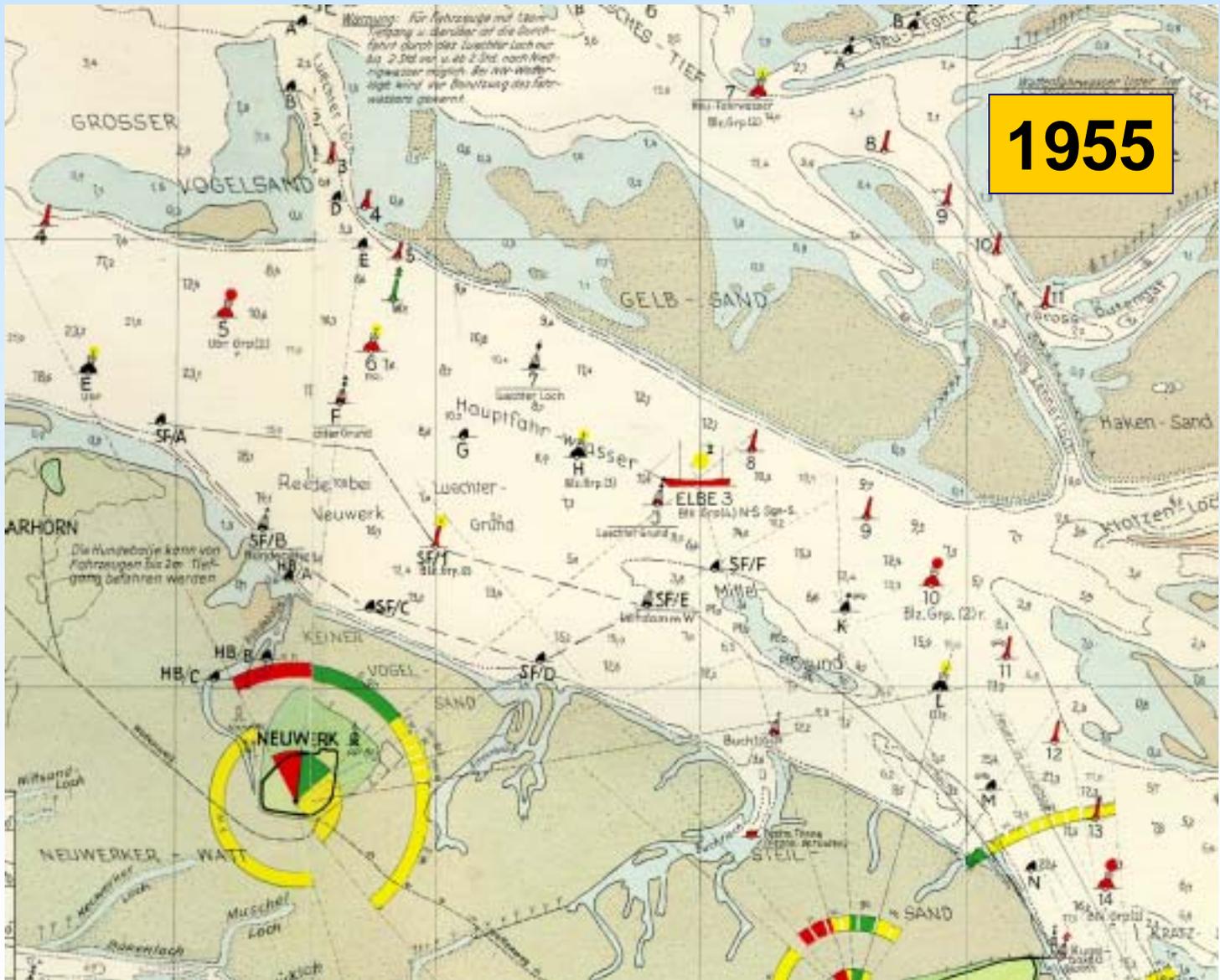
Leitdamm Kugelbake

Erfolg:

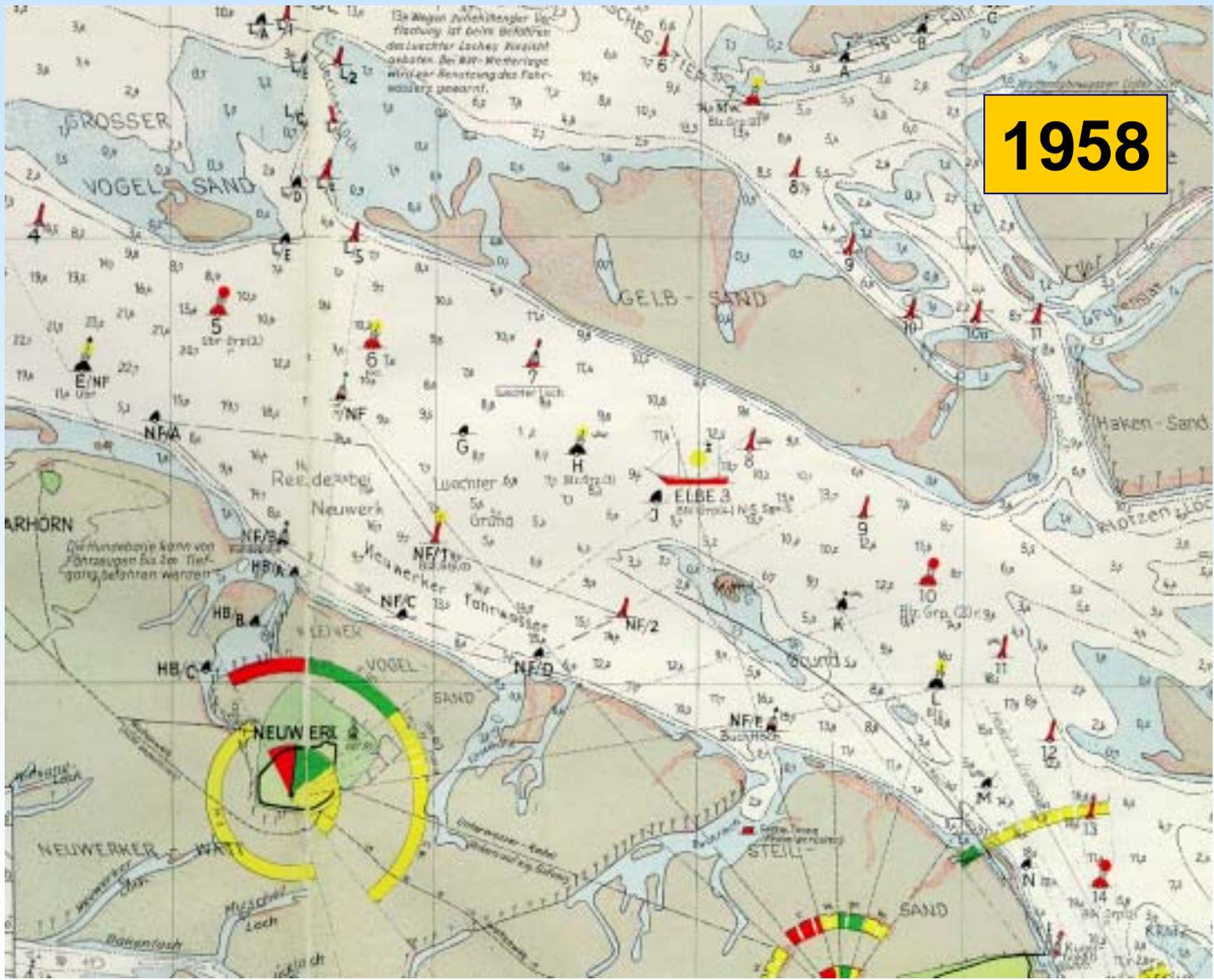
- Das Fahrwasser verläuft in einem 2-Rinnen System
- Die Mittelrinne ist tief, muss jedoch unterhalten werden
- Der Mittelgrund liegt fest
- Aber: Die Krümmung des Fahrwassers nimmt zu, der Große Vogelsand und der Gelbsand wandern nach Norden und werden kleiner!



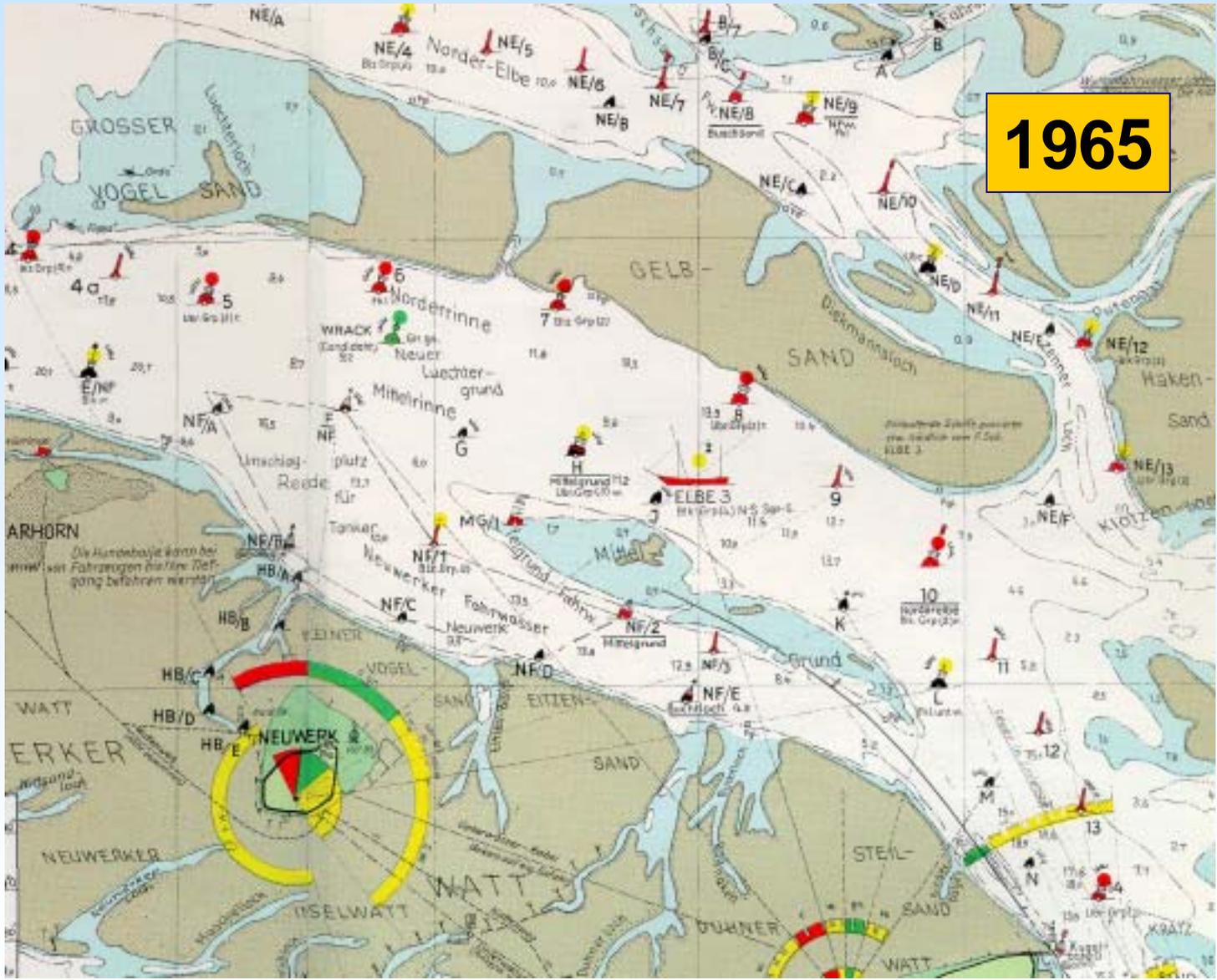
1955



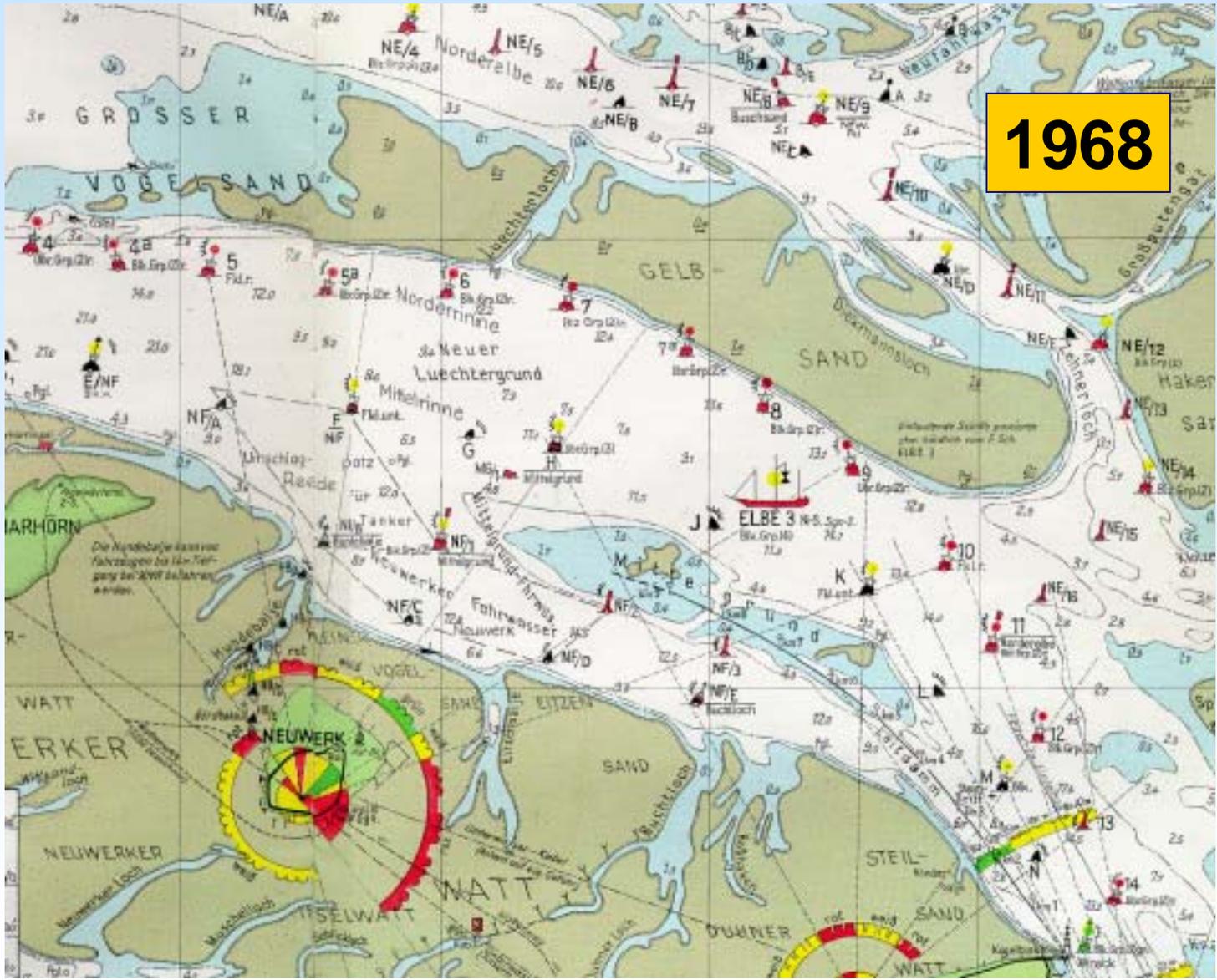
1958

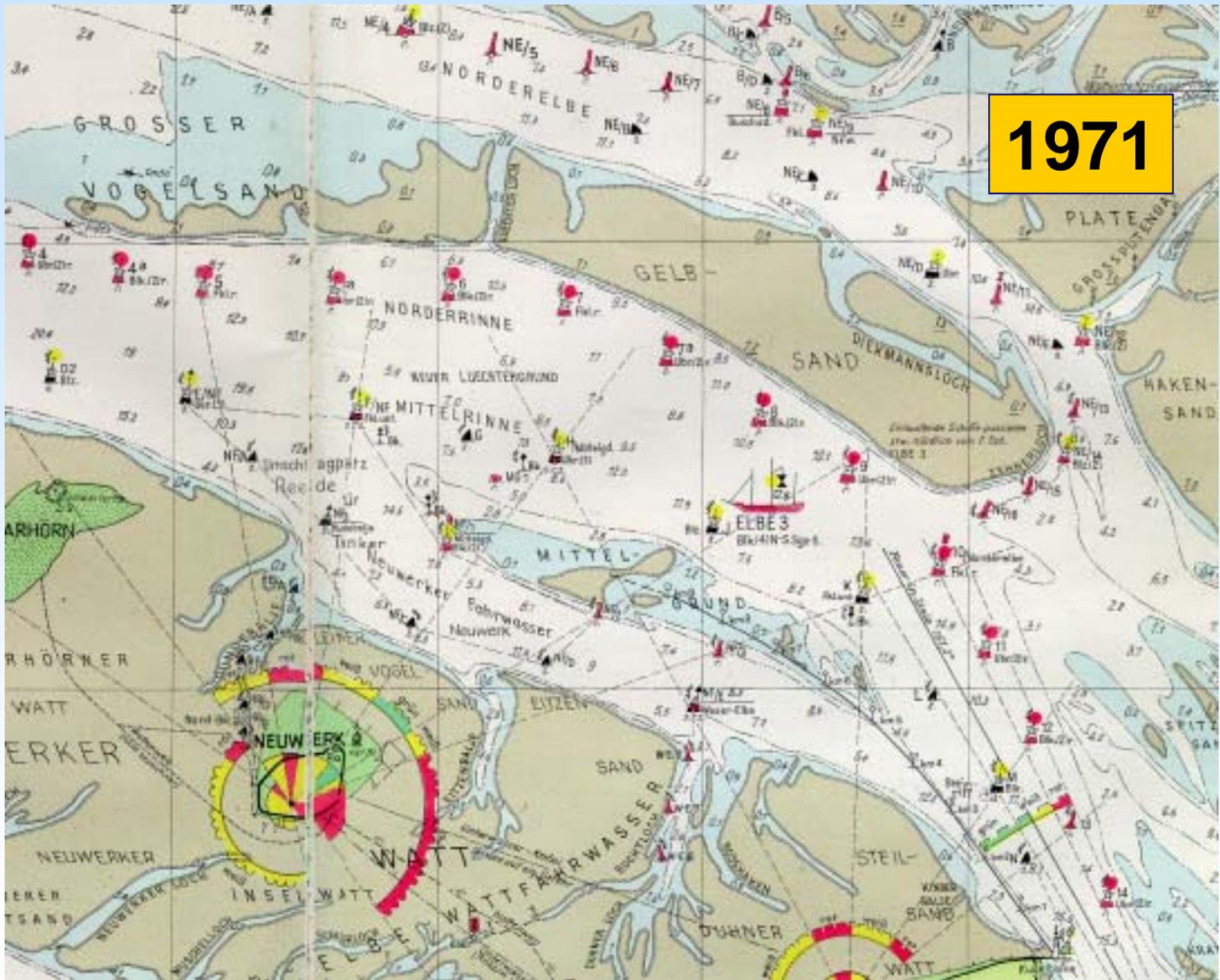


1965



1968

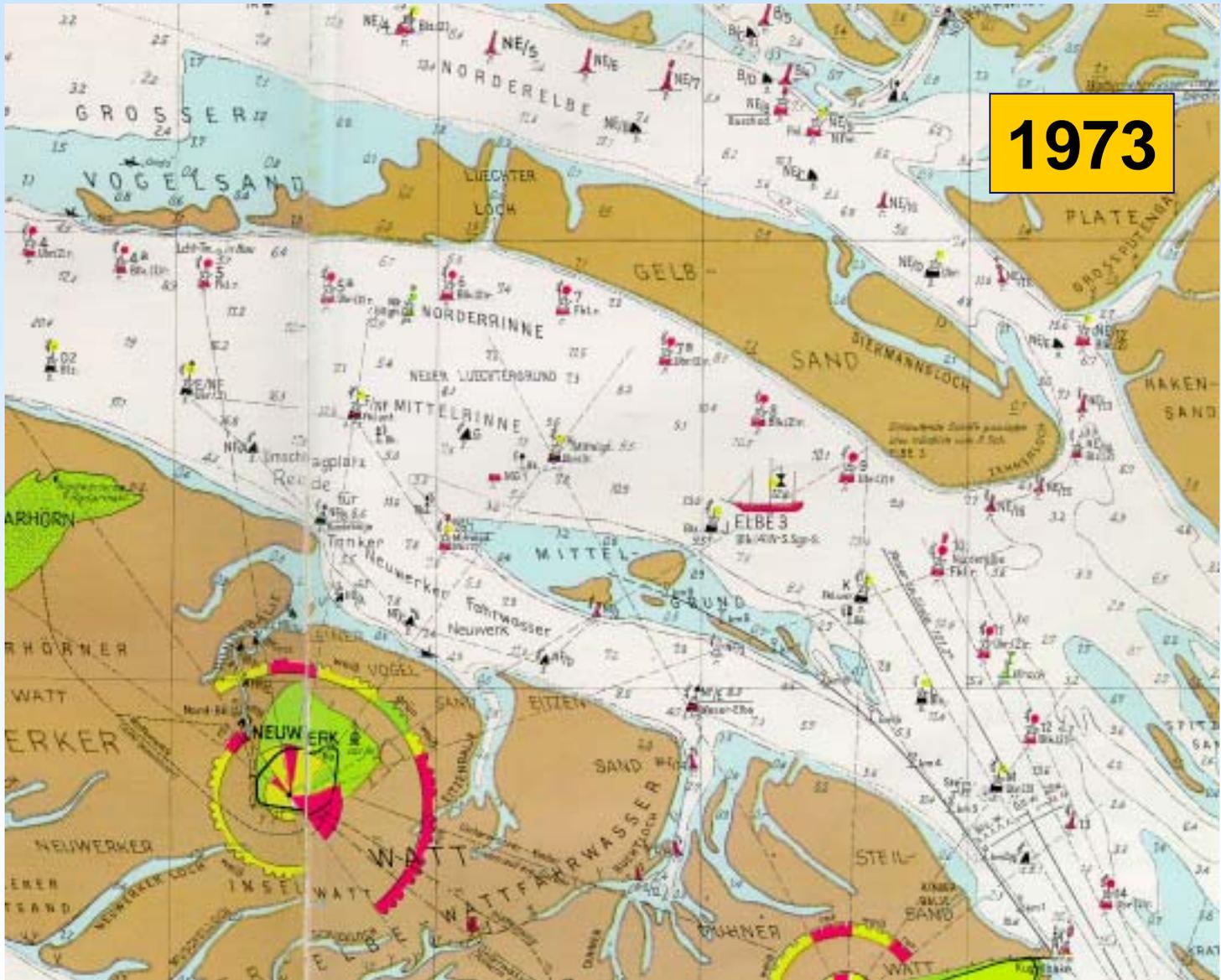




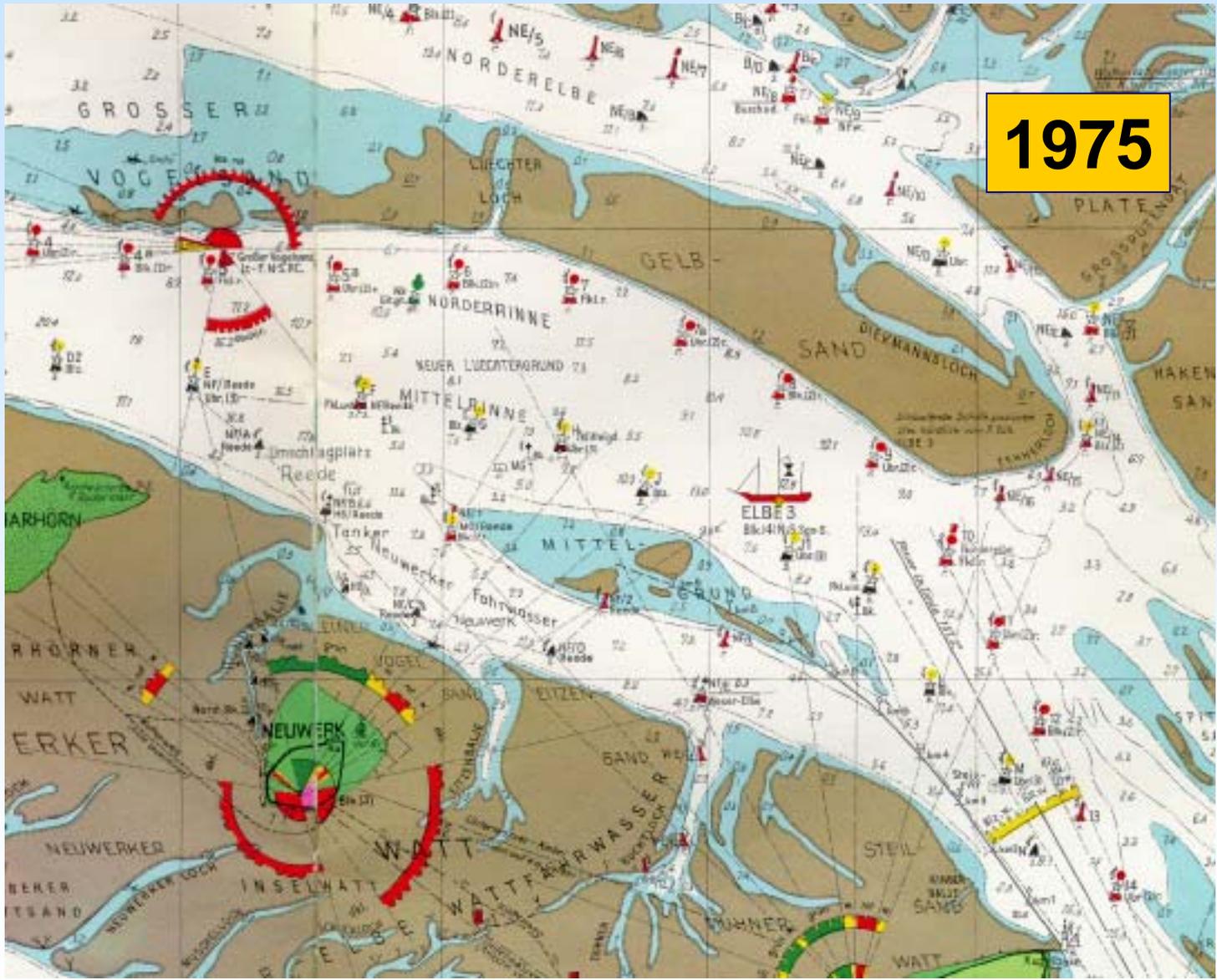
1971



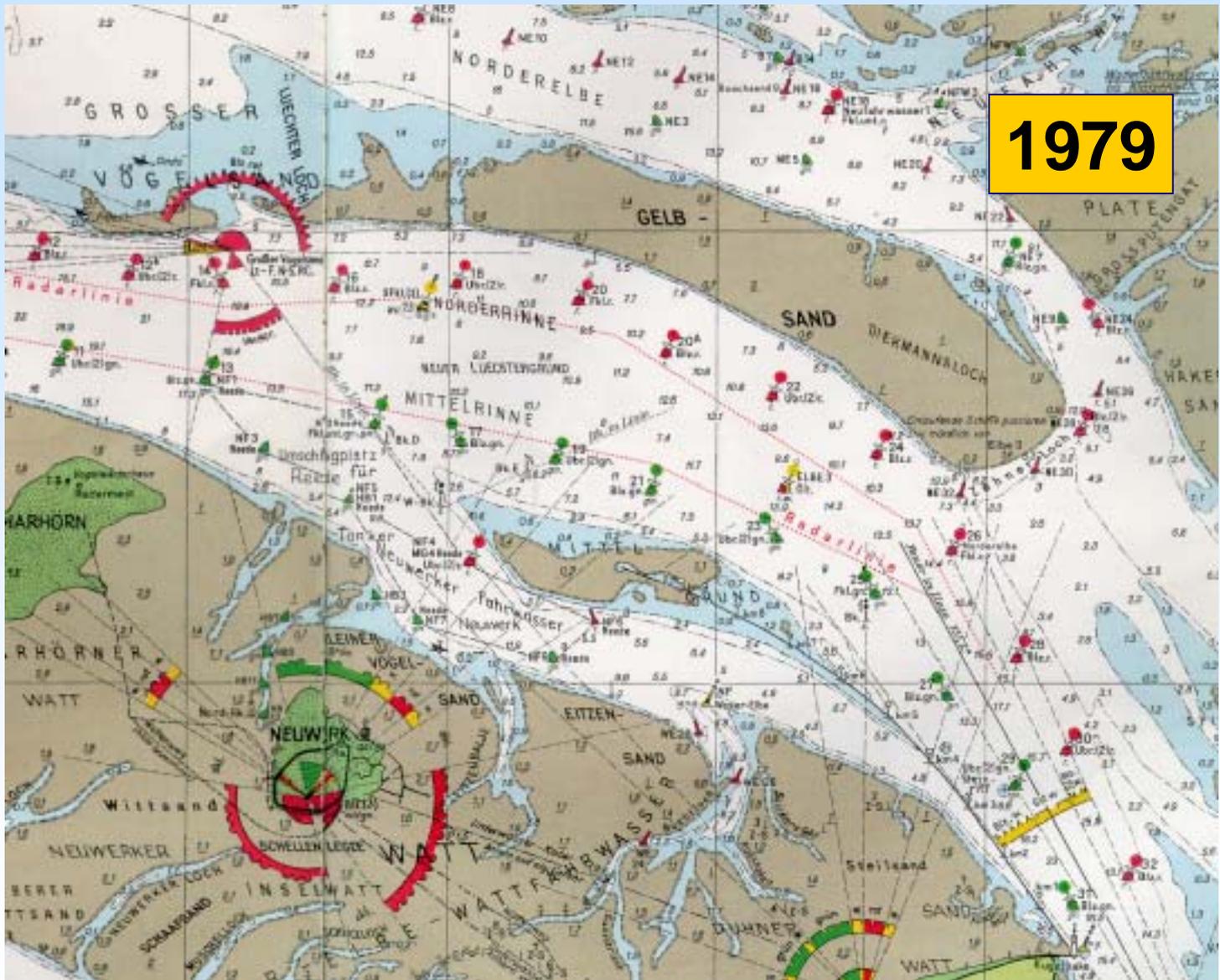
1973

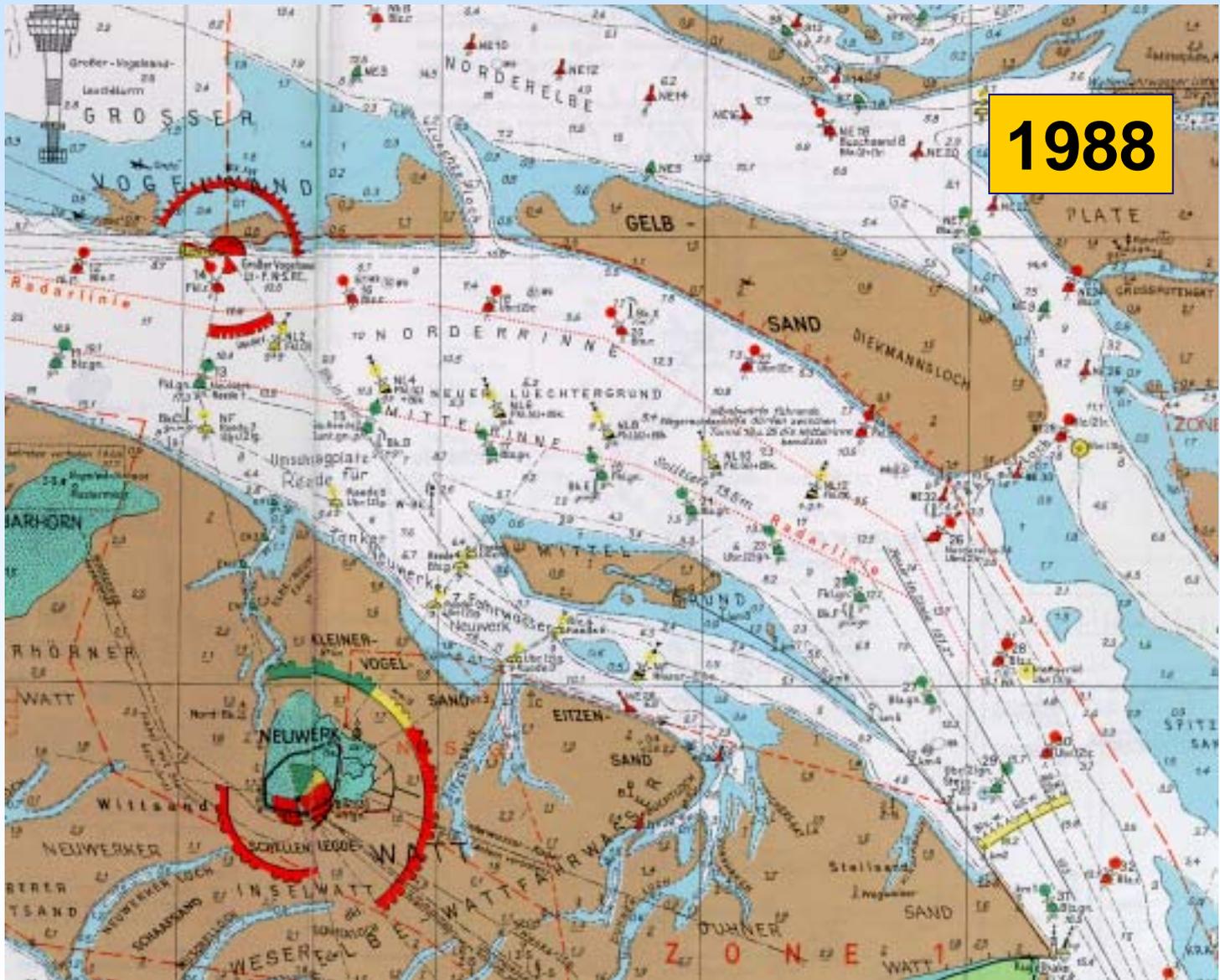


1975



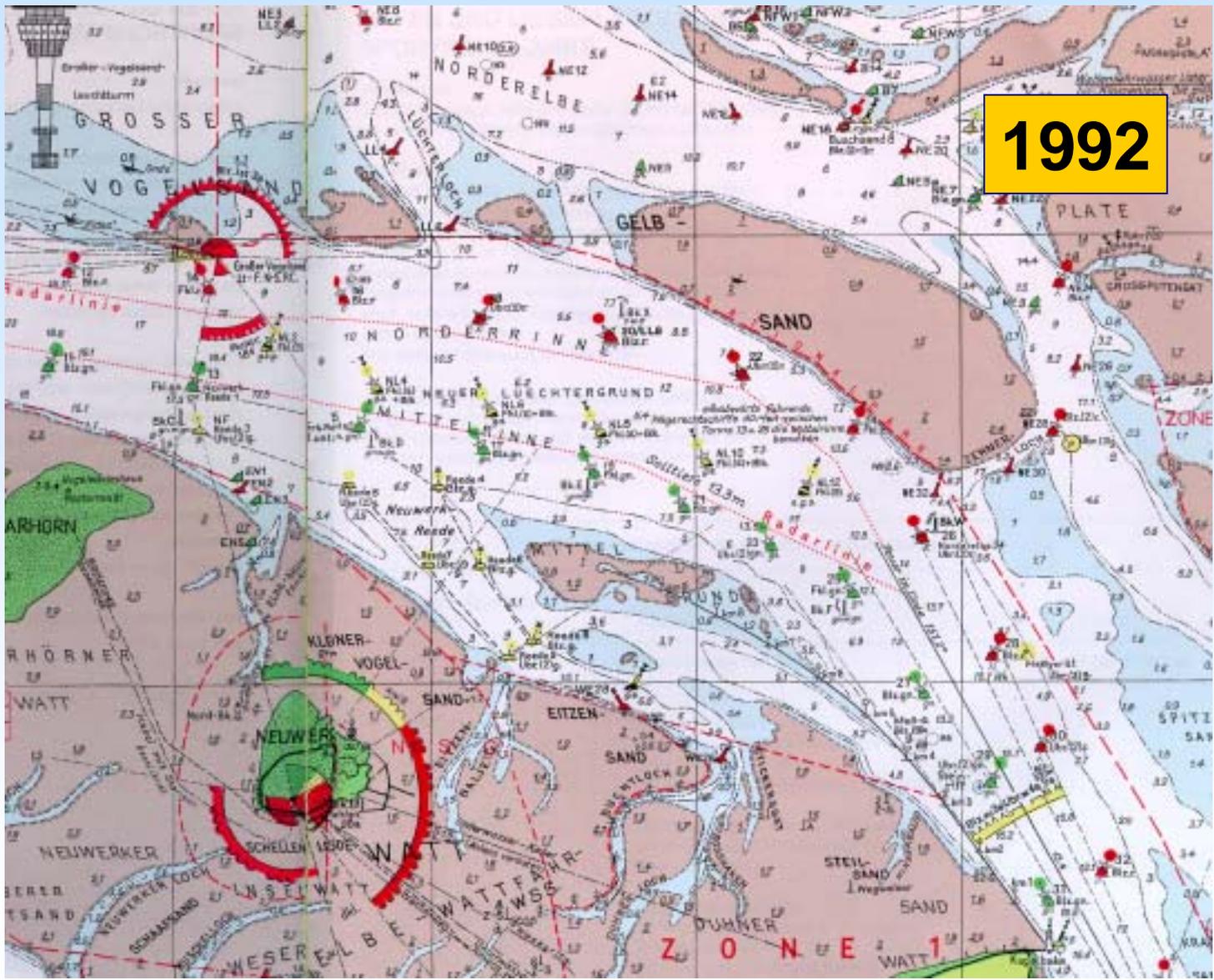
1979





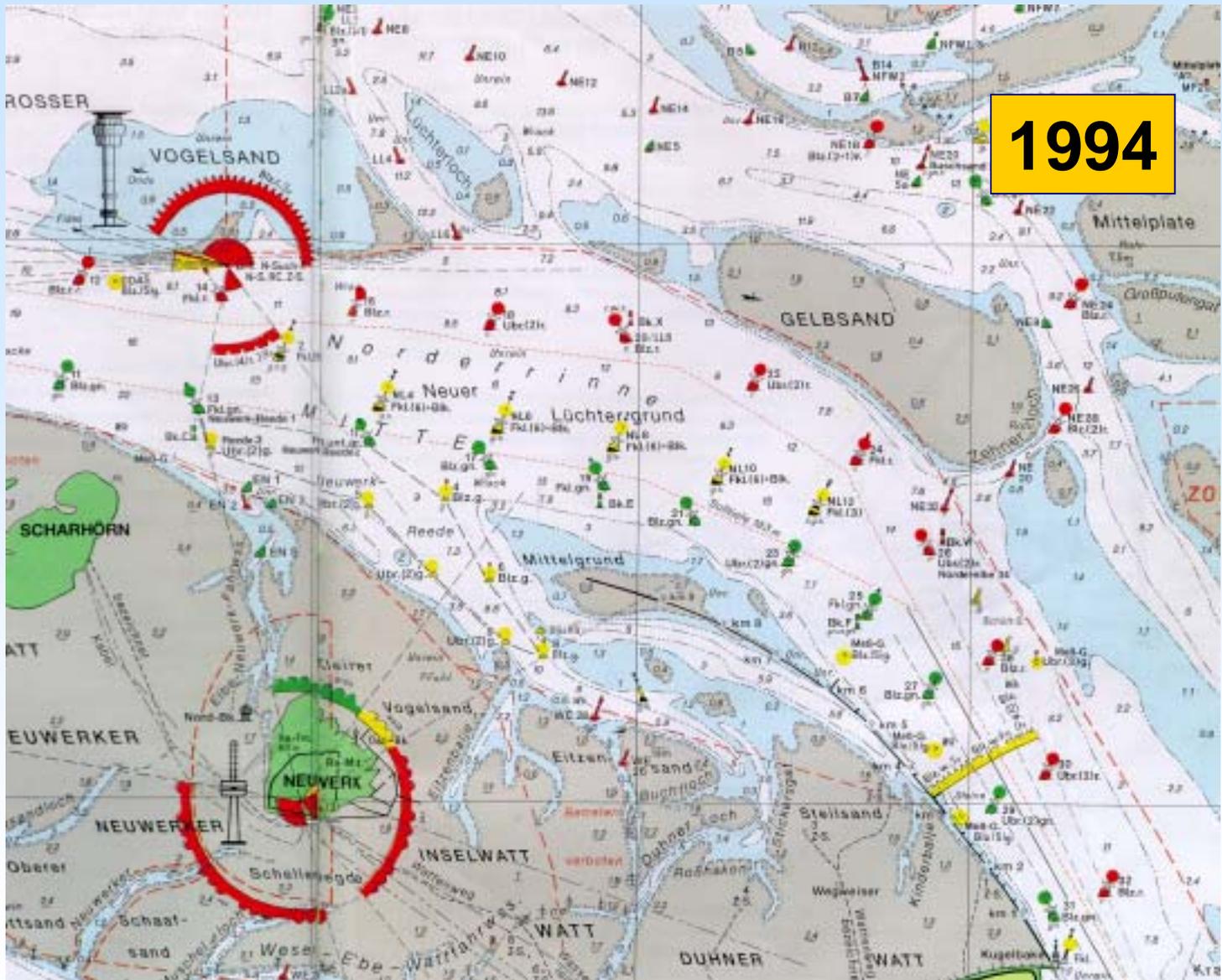
1988





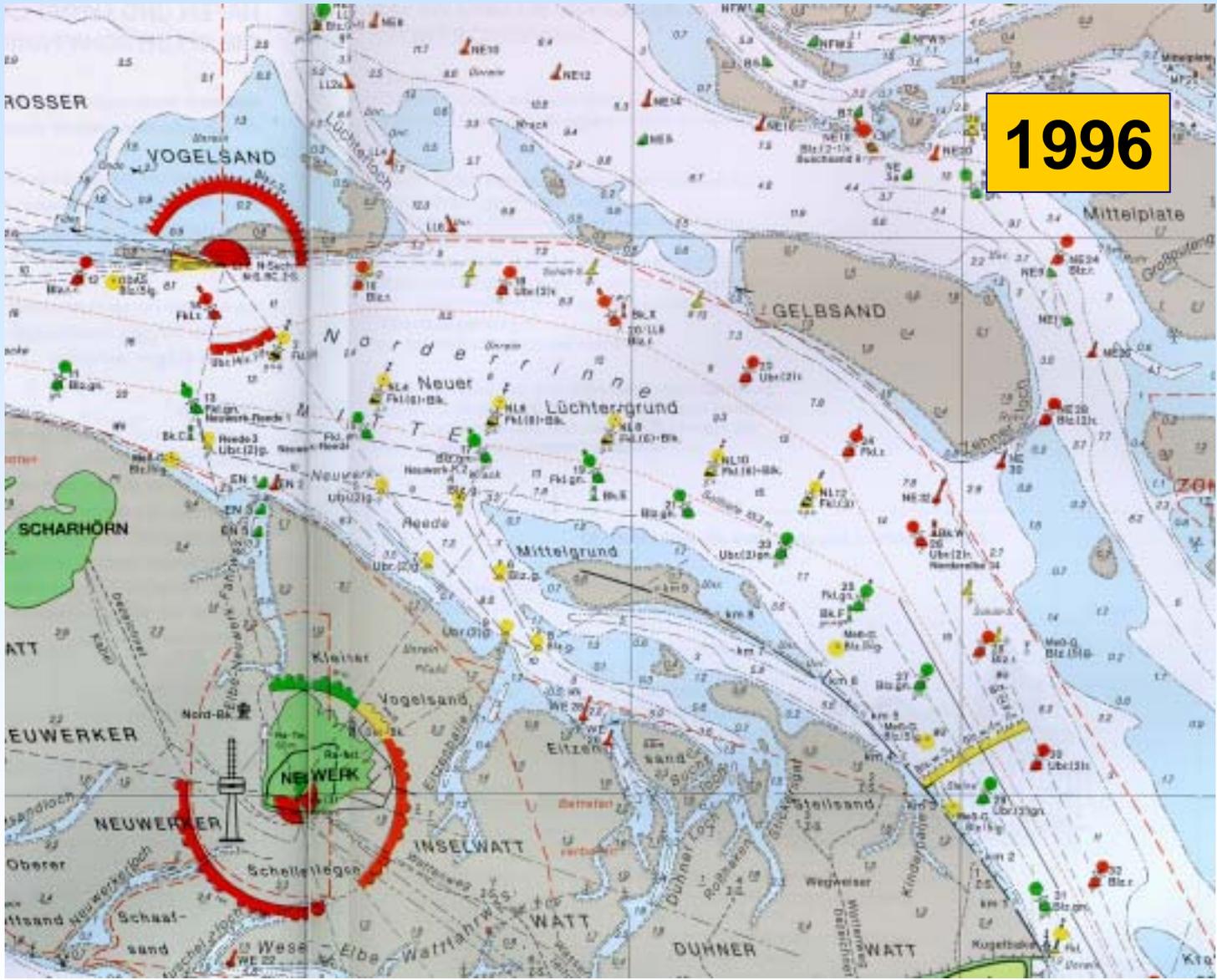
1992





1994

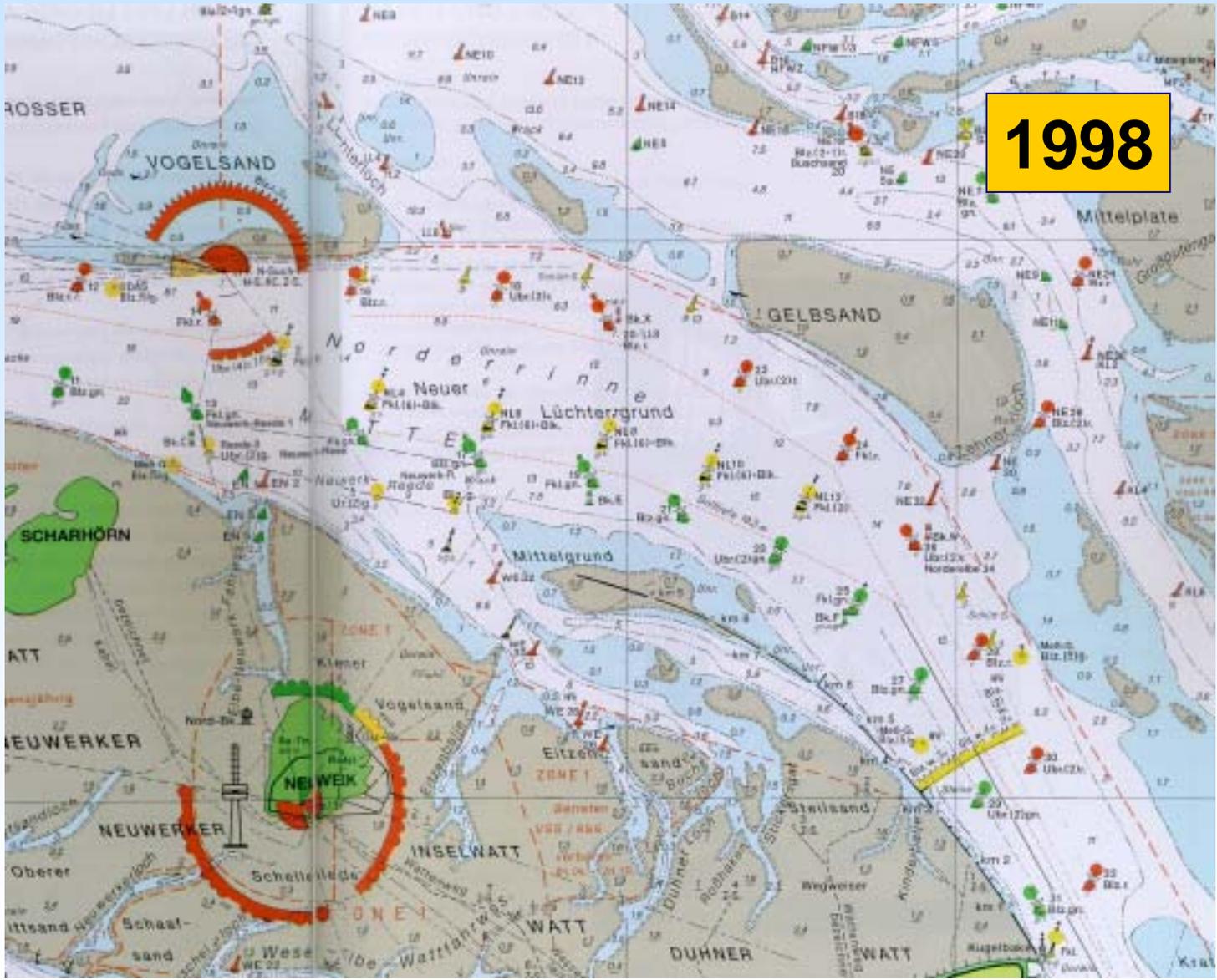




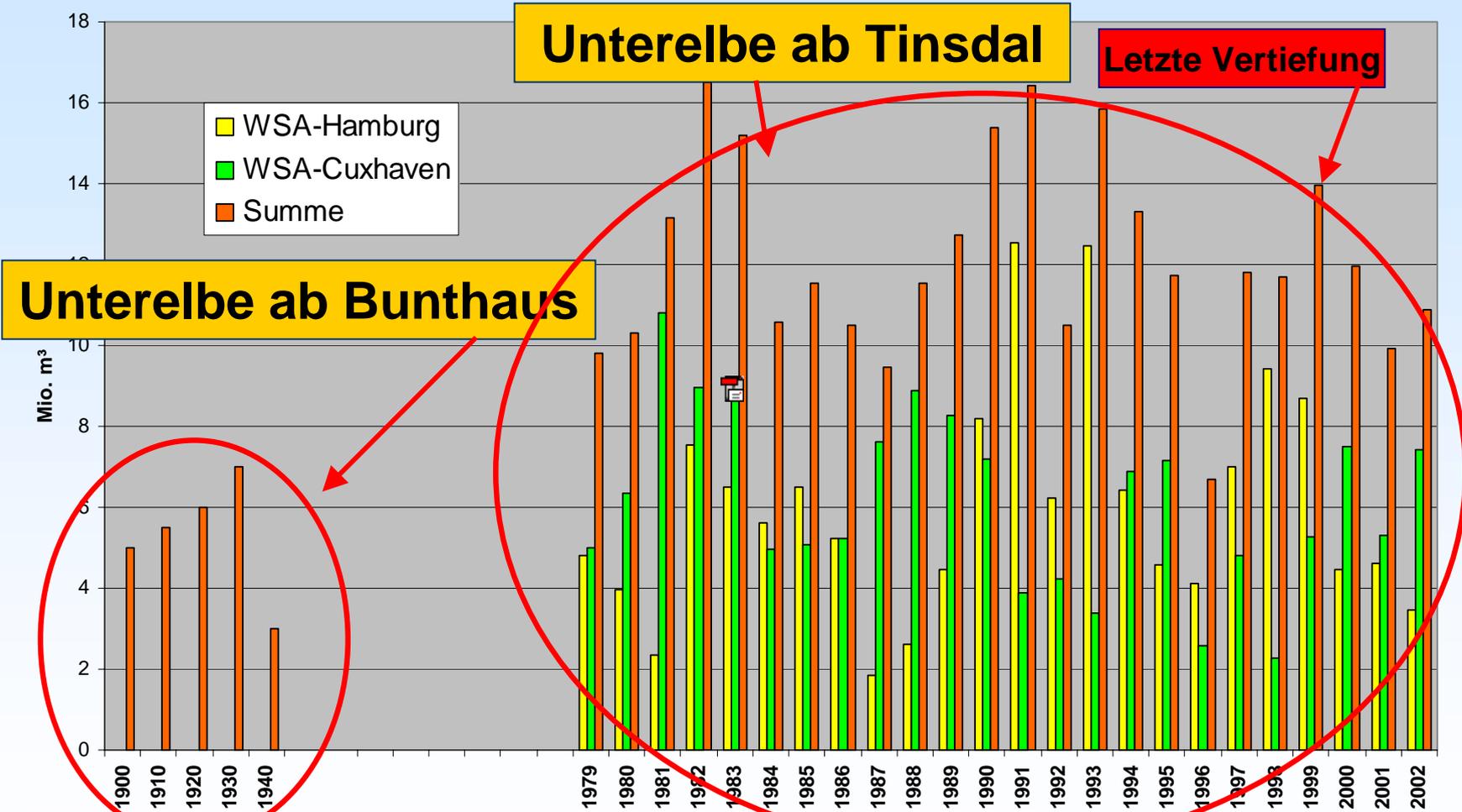
1996



1998



Baggermengen in der Unterelbe



Quelle: bis 1940: RHODE, Hans: *Eine Studie über die Entwicklung der Elbe als Schifffahrtsstraße*.
 in: *Mitteilungen des Franzius-Instituts für Grund- und Wasserbau der Technischen Universität Hannover*. Hannover, 1971



Walter Hensen (1959):

„Es gibt noch keine sichere Gewähr dafür, dass etwa geplante Regelungsbauten zur Verbesserung an den Unstetigkeitsstellen tatsächlich zu einer Ersparnis an notwendigen Baggermengen führen werden. Das Streben nach einem absoluten „Beharrungszustand“ eines einmal hergestellten Fahrwassers ist praktisch unerfüllbar.“

Frage: Wie viel müsste heute ohne Strombau gebaggert werden?

Fazit: Strombau an einem Tidefluss kann nur mit ganzheitlichen Untersuchungen vorbereitet werden. Es ist nicht mehr sinnvoll, nur Teilabschnitte zu betrachten, da Arbeiten an einer Stelle zu Reaktionen an anderer Stelle führen können.

