

Untersuchungen zur Verankerung von kleinen Netzkäfigträgern im nahen Küstenbereich von Warnemünde

A. Schneidenbach, Universität Rostock, FB Maschinenbau/Schiffstechnik; A. Kordian, Universität Rostock, Institut für Schiffbau u. Meerestechnik; B. Mieske, Institut für Ostseefischerei, Rostock

Das zu verankernde Objekt

Im Institut für Ostseefischerei (IOR) ist zur Absicherung bestimmter Forschungsaufgaben die Bereitstellung von seegebundenen Fischhaltungsräumen erforderlich. Daher wurden, angepaßt an die begrenzten Lager- und Transportmöglichkeiten des Instituts, die technisch-technologischen Voraussetzungen des FFK „Clupea“ und die aufgabengemäßen Anforderungen im IOR spezielle Netzgehege konstruiert.

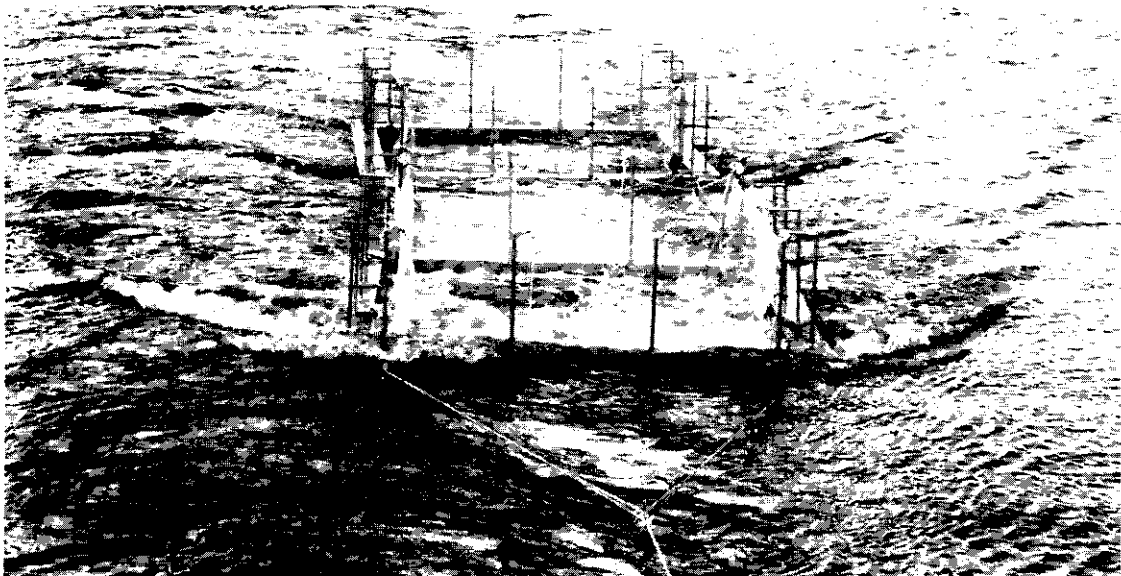


Abb. 1: Gehegeverband im Schleppversuch

Bisherige Einsätze dieser Gehege erfolgten im marinen Milieu des Warnemünder Hafengebietes bei günstigen hydrographischen Bedingungen. Die Nutzung eines Hafenliegeplatzes ist nur bei geringem allgemeinem Bedarf außerhalb der Sportbootsaison von Oktober bis April möglich. Ist aus kapazitären Gründen keine Hafennutzung durchführbar oder infolge ungeeigneter Hydrographiewerte nicht angeraten, muß, hinsichtlich der Bewirtschaftungsmöglichkeiten, auf unkomfortablere Seeverankerung ausgewichen werden.

Wie Schleppversuche mit dem vollausgerüsteten Verband zweier, gekoppelter Gehege (Abb.1) ergaben, muß die Haltekraft des Ankersystems mindestens 800 daN (Fahrt über Grund beim Schleppen 2 m/s) betragen.

Erfahrungen in der Netzkäfigverankerung

Traditionell werden in den strömungs- und seegangsexponierten Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns schwimmende Netzkäfigträgeranlagen zur Forellenproduktion seit 1973 betrieben. Dabei hat sich die Einpunktverankerung mittels Totanker durchgesetzt. Diese Verankerungsmethode hat den Vorteil, daß sich der gesamte schwoiende Verband axial zur Resultierenden aus Wind- und Strömungskräften ausrichtet, wodurch das Anlegen der Bewirtschaftungsboote erleichtert wird und der das Ankergeschirr belastende Gesamtwiderstand des Verbandes sein mögliches Maximum (Querbelastung) nicht erreicht. Im Vergleich zur mehrfachen Verankerung, die den Verband auf einer Position fixiert, wird Verankerungsmaterial eingespart.

Diese Totankersysteme mit Ankerblöcken bis zu 3 t Masse wurden zum Teil mit Spezialfahrzeugen gesetzt und verbleiben über Jahre im Produktionsgebiet, wo sie von den Betreibern in regelmäßigen Abständen kontrolliert und gewartet werden.

Totanker besitzen den Vorteil, daß sie gegenüber Flunkenankern bodengrundunabhängig einsetzbar sind. Allerdings ist das Verhältnis der erforderlichen Eigenmasse zur Haltekraft erheblich ungünstiger. Die Haltekraft von Stahlbetonsaugankern, dem häufig verwendeten Totankertyp, übersteigt nicht ihr Eigengewicht an Luft, und auch Segment-Totanker realisieren nur das 2,5fache ihres Eigengewichtes (Stengel, 1979). Das würde bedeuten, ein 800 bzw. 320 kg schwerer Beton- oder Stahlblock müßte bei jedem Einsatz der oben beschriebenen Gehege zum Verankerungsplatz gebracht und nach erfolgter Versuchsdurchführung geborgen, abtransportiert und eingelagert werden. Eine ständige Kontrolle und Wartung seestationierter Ankerblöcke über das ganze Jahr kann vom IOR nicht durchgeführt werden.

Alternativen zu Totankern

Im Vergleich zu erläuterten Totankern realisieren Flunkenanker, bezogen auf ihre Eigenmasse, höhere Haltekräfte, wenn der Ankergrund günstig beschaffen und das Trossensystem entsprechend ausgelegt ist. Als Beispiel für einen konventionellen Ankertyp wird die Haltekraft für Stockanker bei Sandböden mit dem 8 bis 6-fachen ihrer Eigenmasse angegeben (Henschke, 1961). Für den zu verankernden Gehegeverband wären demnach Stockanker mit 130 kg Masse erforderlich. Danforth-Anker sollen nach gleicher Quelle in Abhängigkeit des Kettenzugwinkels auf Sand das 42- bis 18fache ihrer Eigenmasse an Haltekraft bringen. Sie sind Ankerentwicklungen hoher Haltekraft zuzurechnen.

Anker hoher Haltekraft stellen ebenfalls Pflugscharanker, Bruce-Anker und Bügelanker dar. Von genannten Ankertypen kommt insbesondere der Bügelanker, entwickelt von Patentinhaber Rolf Kaczirek, für die Gehegeverankerung im küstennahen Bereich der Ostsee aus folgenden Gründen in Betracht:

Universalanker, der auch auf lehmigen und makrophytisch besiedelten Böden schnell faßt und gut hält, sowie sich infolge seiner kompakten Bauart unkompliziert handhaben läßt (Redaktion Yacht, 1988 und Schweer, 1990).

Es wurde vermutet, daß er sich infolge seiner spitzen, eindringfähigen Flanke auch für Hartböden eignet, was erst zu untersuchen war.

Der am Flunkenkopf angebrachte Stahlrohrrügel vermeidet das Unterschneiden und Scheuern von Teilen des Trossensystems beim Schwoien.

Nachdem für diesen Ankertyp entschieden wurde, mußte für die Dimensionierung die Ankergröße mit ausreichender Haltekraft ermittelt werden. War für die Auslegung des Trossensystems, der Verbindungselemente, Hahnepoten und Koppelstander die Auswahl nach zulässigen Nennbelastungen aus Katalogen möglich, stehen derartige Werte für neuere Ankerentwicklungen nicht zur Verfügung.

Lokalisierung verschiedener Bodengründe für Haltekraftmessungen an Kaczirek-Bügelankern im Nahbereich von Warnemünde

Haltekraftmessungen waren auf fünf unterschiedlichen Bodengründen möglich. Deren Beschaffenheit wurde mit verschiedenen Methoden qualitativ bewertet. Mittels Einsatz von Unterwasservideo wurden Oberflächen der zu untersuchenden Bodengründe analysiert. Bei Videoaufnahmen belasteter Anker konnte auf die Mindestdicke einzelner Deckschichten geschlossen werden. Ebenfalls lieferten Bodengreiferproben Aussagen über Beschaffenheit dünner Deckschichten.

Videoaufnahmen zur Ankergrundbewertung wurden auf vier der untersuchten Böden vorgenommen. Die für die Ankertest genutzten Böden sind folgendermaßen zu beschreiben :

Südöstlicher Bereich des Fischereischutzgebietes vor Nienhagen, Kartenposition: 54° 10.58' N 11° 57.17' E
Videoaufnahmen stellten einen mit Steinen durchsetzten groben Sandboden dar. Bodengreiferprobe enthielt nur 5 cm dieser Schicht. Darunter befindet sich hartgründiger Mergelboden (Tauchereinsätze, T. Mohr). Die Wassertiefe betrug 7 m. Dieser Boden wird weiterführend als „Mergel“ bezeichnet.

Bereich um Wracktonne östlich Stoltera, Kartenposition: 54° 11.33' N 12° 01.70' E
Videoaufnahme ließen gleiche Deckschicht wie bei „Mergel“ erkennen. Die Stärke dieser Schicht ist unbekannt. Wassertiefe 9 m. Dieser Boden wird als „Boden A“ bezeichnet.

Nordöstlich Stoltera, Kartenposition: 54° 11.73' N 12° 01.58' E
Nach Videoaufnahmen gleiche Deckschicht wie „Mergel“ und „Boden A“. Videobeobachtung des Eingrabverhaltens am 20 kg-Ankers läßt auf Mindeststärken der Deckschicht von stellenweise 30-40 cm schließen. Wassertiefe 12 m. Künftige Bezeichnung: „Boden B“.

Breitling, Baggerrinne Richtung Ölhafen, Kartenposition: 54° 09.55' N 12° 06.60' E
Videobeobachtungen des zugbelasteten Ankers lassen auf eine Schicht mulmigen Sandschlicks von mindestens 60 cm Stärke schließen. Wassertiefe 13 m. Künftige Kurzbezeichnung: „Schlamm“.

Küstengebiet vor Markgrafeneheide, Kartenposition: 54° 13.43' N 12° 08.01' E bis 54° 13.69' N 12° 08.36' E
Eingesetzter Bodengreifer (Typ Van Veen, 20 cm tiefe Greifermulde) war vollständig mit Schicht homogenen, feinkörnigen, hellen Sandes gefüllt. Wassertiefe 7 m. Künftige Kurzbezeichnung: „Sand“.

Haltekräfte von Kaczirek-Bügelankern unterschiedlicher Größe auf den beschriebenen Bodengründen

Das untersuchte Sortiment zeigt die Abbildung 2. Die Haltekraftversuche wurden mit dem Fischereiforschungskutter „Clupea“, der mittels Motorkraft einen maximalen Trossenzug um 1800 daN realisiert, durchgeführt. Die Ausbrech- bzw. Haltekräfte wurden mit mechanischen Federzugwaagen gemessen, die zwischen einem speziellen Auge des achteren Hangerpfostens und der Ankerzugleine eingeschäkelt waren. Bei allen Ankertests fand das gleiche Zugtrossensystem Verwendung. Es bestand aus 70 m langer gedrehter PAS-Leine mit dem Nenndurchmesser von 24 mm und einem Vorläufer aus 6 m langer geprüfter Anschlagkette (Nennlast 32 kN) mit 13 kg Masse, einschließlich der Verbindungsglieder. Da keine Längen Anpassung bei unterschiedlichen Wassertiefen erfolgte, sind tiefenbezogen verschiedene Kettenzugwinkel realisiert worden. Videoaufnahmen dokumentieren, daß der Kettenvorläufer bei untersuchten Belastungen keinen Durchhang aufwies. Bei geometrischer Berechnung der Kettenzugwinkel wurde die 2,16 m über der Wasserlinie liegende Vertikaldistanz des Anschlagpunktes am Hangerpfosten berücksichtigt. Aus witterungsbedingten und organisatorischen Gründen erfolgten nur auf den Böden „Schlamm“ und „Boden B“ Videoaufnahmen des Eingrabverhaltens zugbelasteter Bügelanker. Die Videoaufnahmen erfolgten von einem Schlauchboot, das an der Sorgleine des Ankers befestigt wurde. Die auf der Seite der Aufnahmelinse zusätzlich beschwerte Unterwasserkamera wurde mittels ausreichend weitem Schäkkel so an dieser Sorgleine fixiert, daß sie sich leicht in vertikaler Richtung auf der Leine bewegen ließ und somit günstige Aufnahmepositionen einstellbar waren.

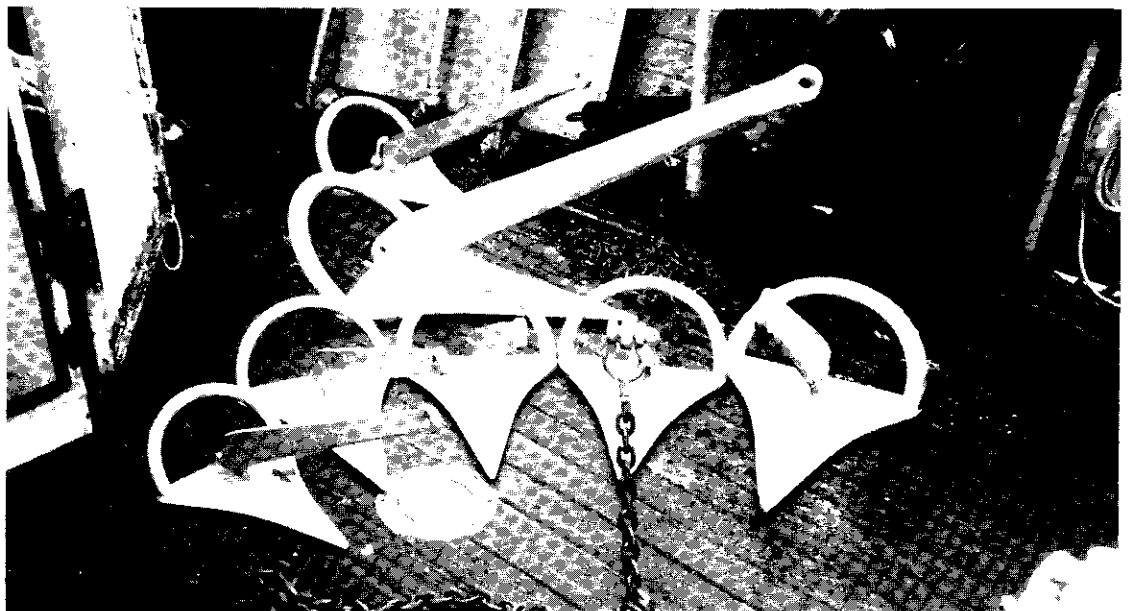


Abb. 2: Untersuchtes Ankersortiment

Das Slippen der Anker wurde erkannt, wenn sich bei weggesetztem Anker der Kutter über Grund bewegte aber an der Federzugwaage keine Haltekraft gemessen werden konnte.

Haltekraftmessungen auf „Mergel“.

Wind WSW, 5-6 Beaufort. Kettenzugwinkel 6,8°. Schwoiwinkel 0°.

Ankergröße: 31 kg

Ergebnis:

Langes Slippen, 4maliges Greifen des Ankers : 1000, 700, 200, 100 daN

Ankergröße: 45 kg

Ergebnis:

Slippen, 12maliges Greifen des Ankers : 5x100, 3x200, 400, 500, 900, 1600 daN

Ankergröße: 20 kg

Ergebnis:

Slippen, 8maliges Greifen des Ankers : 4x100, 300, 400, 700, 50 daN

Auf Tests leichter Anker wurde auf diesem Boden verzichtet.

Haltekraftmessungen auf „Boden A“.

Wind WSW, 6 Beaufort. Kettenzugwinkel 8,3°. Schwoiwinkel 0°.

Ankergröße: 20 kg

Ergebnis:

Langes Slippen, 5maliges Greifen des Ankers : 2x50, 100, 50, 600 daN

Haltekraftmessungen auf „Schlamm“. Mit Videobeobachtung.

Wind W, 6-7 Beaufort. Kettenzugwinkel 11,4°. Schwoiwinkel 0°. Schleppdauer 4 min.

Ankergröße: 20 kg

Ergebnis:

Langes Slippen unter Aufwirbeln des Mulms. Anker war mitsamt des unter Zugbelastung gespannten Vorläufers im Schlick versunken. Nur zu Beginn des Schleppzuges tauchte die Flunke für die Kamera kurz sichtbar auf. Dabei scherte die Flunke aufwärts, so daß der Ankerschaft nach unten zeigte. Einmaliges Greifen des Ankers : Fester Halt bei 500 daN, Belastungserhöhung, Ausbrechen bei 900 daN

Haltekraftmessungen auf „Sand“.

Wind W, 3-4 Beaufort. Kettenzugwinkel 6,8°. Schwoiwinkel 0°.

Ankergröße: 20 kg

Ergebnis:

Sofortiges Greifen, Steigerung der Zugkraft bis zur maximalen Motorleistung: 1800 daN

Auch nach Wiederholung des Ausbrechversuches mit voller Last keine Ankerbewegung!

Bei diesem eingeschleppten Anker sollte die Richtung der Zugbelastung durch simuliertes Schwoien (nach Kompaßkurs) geändert werden. Währenddessen traten jedoch derart starke Querbelastungen auf, daß bei Weiterführung dieser Simulation mit Schäden am Kutter gerechnet werden mußte. Es wurden deshalb über 2 simulierte Schwoiwinkel hinaus keine weiteren realisiert. Während dieser Zugrichtungsänderung lag der Kutter nicht mehr axial in Wind und Strom, es vergrößerte sich die durch Wind und Seegang belastete Fläche. Daher addierten sich zum motorabhängigen Trossenzug auf der Federwaagenanzeige noch erhebliche Wind- und Strömungskräfte.

Ergebnisse:

Schwoiwinkel 30°, Meßkräfte : 1800 bis 2300 daN, keine Ankerbewegung

Schwoiwinkel 60°, Meßkräfte : 1800 bis 2000 daN, keine Ankerbewegung

Da bereits der 20-kg-Anker mit maximal möglichen Trossenzügen auf diesem Boden nicht auszubrechen war, brauchten die größeren Anker-Versionen nicht erprobt werden. Es kamen nur die kleineren, im Versuchssortiment enthaltenen, Anker zum Einsatz.

Schwoiwinkel 0°.

Ankergröße: 16 kg

Ergebnis:

Sofortiges Greifen, Fester Halt bis 1300 daN. Nach Zugkraftsteigerung Ankerbewegung durch den Grund, währenddessen Anzeigen von 1400 bis 1750 daN

• *Ankergröße: 14 kg*

Ergebnis:

Sofortiges Greifen, Fester Halt bis 700 daN. Ankerbewegung durch den Grund bei Anzeigen von 700 bis 900 daN. Dann Anzeige bei festem Halt von 1000 bis 1100 daN, Ankerbewegung bei 1200 daN. Nach weiterem Schleppen erneutes Greifen, fester Halt bis 1700 daN, nach einsetzender Ankerbewegung fiel Anzeige auf 1600 daN ab und verblieb dort, während der Kutter den Anker durch den Grund zog.

Ankergröße: 8 kg

Ergebnis:

Sofortiges Greifen, Fester Halt bis 300 daN, als Ausbrechkräfte wurden bestimmt: 400 und 2x 450 daN.

Haltekraftmessungen auf „Boden B“. Mit Videobeobachtung.

Wind SSW, 4 Beaufort, Kettenzugwinkel 10,6°, Schwoiwinkel 0°. Schleppdauer 5 min

Ankergröße: 20 kg

Ergebnis:

Beginn der Videobeobachtung, Anker nur durch Drift des Kutters belastet, planauffliegende Flunkenfläche im Boden eingegraben, nach Belastung mittels Motorkraft sofortiges Greifen, Fester Halt bis 500 daN, Slippen, kurzer Halt 200 daN, Slippen, Anker gräbt sich mitsamt Schaft in den Boden ein, Fester Halt bis 1700 daN (1 min nach Belastungsbeginn), Belastungssteigerung bis 1800 daN, 1,75 min lange Ankerbewegung im Grund, bei pflügendem Anker Anzeigen bis 1500 daN.

Die hohen Differenzen der Haltekkräfte auf „Boden B“ sind vermutlich mit unterschiedlich starken Sand-Deckschichten über dem Hartboden zu begründen.

Schlußfolgerungen für künftigen Einsatz

Auf hartgründigen Böden mit dünner Sandauflage wurden die erforderlichen Haltekkräfte mit Bügelankern der Größe 31 und 45 kg erreicht. Sie griffen jedoch nicht sofort und slippten spürbar bis sie festen Halt fanden. Die geforderte Haltekraft wurde nur in den wenigsten Fällen der im Versuch erfolgten Ankerhalts erzielt. Zur Einpositionierung von verankertem Gerät auf hartgründigen Böden stellen auch Bügelanker zu Totankern keine Alternative dar.

Bei entsprechend dicken Sandschichten bricht der Kaczirek-Bügelanker bei über die Haltekraft hinausgehenden Belastungen nicht vollständig aus, zumindest die Flunkenfläche verbleibt im Boden. Damit ist bei Nachlassen der Zugkraft sofortiger, fester Halt gewährleistet. Die Haltekkräfte sind abhängig von der Schichtdicke geeigneten Ankergrundes. Wie zu vermuten, stellte sich als besonders geeignet homogener, feinkörniger Sandboden dar. Bereits die Bügelankergröße 20 kg realisierte Haltekkräfte, die eine 2,5-fache Sicherheit hinsichtlich des zu verankernden Gerätes bei Schwoiwinkeln zwischen 0° bis 60° erwarten lassen. Auf derartigen Böden ist somit die feste Positionierung mittels Bügelanker möglich. Die Anker müssen eingeschleppt werden,

bevor das schwoiende Gerät vor das Ankersystem gelegt wird. Es wird vorgeschlagen, zwei Anker gegenüberliegend in Hauptströmungsrichtung einzuschleppen. Beide Ankertrassen werden zu einem Hahnepot verbunden, der mittels Wirbel mit der Ankerleine des Gehegeverbandes verbunden wird. Die Abmessungen dieses Hahnepots müssen so beschaffen sein, daß beim Schwoien der auf den jeweiligen Anker wirkende horizontale Zugwinkel 60° nicht übersteigt und Kettenzugwinkel unter 10° erzielt werden. Auf Sorgleinen muß man bei schwoiender Verankerung verzichten.

Der relativ kurze und leichte Kettenvorläufer trägt bei höheren Zugbelastungen nicht zur horizontalen Krafteinleitung bei, ist dennoch erforderlich um das Scheuern der textilen Ankerleine beim Hineinziehen in den Grund zu vermeiden, da sich belastete Bügelanker bis über das Befestigungsauge am Ankerschaft hinaus eingraben.

Die Handhabung der Bügelanker ist einfach, das Aufnehmen bereitet nach Einholen der Ankerleine keine Probleme.

Zitierte Literatur

- Stengel, H.: Theorie und Entwerfen von Fanggeräten der Küsten und Binnenfischerei. Fischereiforschung 17(1979)1: 34, 1979.
Henschke, W.: Ankerkonstruktionen. Schiffbautechnisches Handbuch, Bd.3 : 152, 1961.
Redaktion Yacht : Verbesserte Bügelanker in neuer Ausführung. Yacht 8/88: 132, 1988
Schweer, P.: Ankertest neue Generation. Yacht 23/90: 123-132, 1990.

Wichtige Informationen

für Fischwirtschaft, Forschung und Fischereiverwaltung
in:

Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (Verlag CSA)
Archive of Fishery and Marine Research (Verlag Gustav Fischer)
Jahresbericht über die deutsche Fischwirtschaft (BMELF)
Informationen für die Fischwirtschaft
Informationen über die Fischwirtschaft des Auslandes
Literaturlisten der Informations- und Dokumentationsstelle
Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Informations- und Dokumentationsstelle der BFA Fischerei