

# Zerlegbare Netzkäfig-Pontonrahmen

## Technische Entwicklung des Instituts für Ostseefischerei

Bernd Mieske, Institut für Ostseefischerei, Rostock

**Im Institut für Ostseefischerei (IOR) werden zur Untersuchung der Überlebensfähigkeit von Discards und zur Zwischenhälterung von Laichdorschen mobile Fischhaltungsräume benötigt. In Pontonrahmen eingehängte Netzkäfige sind dafür erfahrungsgemäß eine einfache Lösung. Diese Hälterungseinrichtungen haben den Vorteil, daß sie bedarfsweise in ausgewählten Wasserreservoirs eingesetzt werden können. Sie sind als schwimmende Einheiten von Pegelschwankungen unabhängig und bei Aufrechterhaltung der Hälterungsfunktion flexibel im Standort. Aufgrund des häufigen Einsatzwechsels ergab sich im IOR die Notwendigkeit, eine leicht montierbare und transportable Netzkäfigeinheit zu konstruieren.**

### Aufgabenstellung

Aufgrund spezieller Einsatzbedingungen, gekennzeichnet durch relativ kurze, jedoch mehrfach im Jahr durchzuführende Einsätze an verschiedenen Standorten, aufgrund begrenzter technischer Möglichkeiten des Instituts für Ostseefischerei sowie der Aufgabe, auch am Boden aufliegende Fische hältern zu müssen, ergaben sich folgende technische Anforderungen an die zu konstruierende Netzkäfigeinheit:

1. Abmessungen der Bauteilgruppen von maximal 4 m Länge und 1,8 m Breite aufgrund der verfügbaren Lager- und Transportmöglichkeiten.
2. Ausreichender Reserveauftrieb und rundum vorhandene Lauffläche, damit bei Besatz, Kontrolle und Abfischung kein zusätzliches Servicemittel (Boot, Plattform) benötigt wird.
3. Einfache, personalsparende Handhabung des Netzkäfigs zur Kontrolle und Entnahme des Fischbesatzes.
4. Bodenaufgabe für Plattfische, um hälterungsbedingte Verluste zu vermeiden.
5. Einfache und schnelle Montage und Demontagemöglichkeit, um Pierkanten, Slip- und Steganlagen, Kranboxen und den Einsatzzeitraum einer entsprechenden Forschungsreise so gering als möglich durch diese technischen Abläufe zu beanspruchen.
6. Manuelle Abkipfbarkeit der Pontonrahmen von Pierkanten, um beim Zuwasserbringen Unabhängigkeit von Kran- und Slipanlagen zu erzielen.
7. Geringstmöglicher Konservierungs- und Wartungsaufwand, Korrosionsbeständigkeit im Seewasser und dadurch hohe Nutzungsdauer.
8. Transportierbarkeit von Kuttern im Schleppverband bei einer Schleppgeschwindigkeit von 5 bis 6 kn.

9. Hinsichtlich der Festigkeit Eignung für den Einsatz in seegangsexponierten Küstengebieten

### Überlegungen vor Realisierung

Bereits vor über 20 Jahren erfolgten in der westlichen Ostsee in der Eckernförder Bucht Versuche zur Hälterung von Dorschen in kleinen Netzkäfigen von 14 m<sup>3</sup> Hälterungs-Volumen durch das Institut für Küsten- und Binnenfischerei (K.H. Kock, 1975).

Aus dem Bereich Mecklenburger Bucht und Rügensch Gewässer liegen keine ausreichenden Informationen zur Hälterung ausschließlich mariner Seefische über längere Zeiträume vor. Nur die wochenlange Sammelhälterung von Aalen in Quatzen und Liggern, sowie die Hälterung von Flundern in Fischkästen (Deken, Bünn) ist aus der Region bekannt. Überlegungen zur Beschaffenheit der zu nutzenden Netzkäfig-trägereinheit sollen in Anlehnung an seit den 60er Jahren bestehenden Erfahrungen aus der industriemäßigen Regenbogenforellenmast in Netzkäfiganlagen in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns erfolgen.

Bei Überlegungen zur Realisierung einer brauchbaren technischen Lösung wurde der „Ratgeber Forellenproduktion in den Küstengewässern“ (Anon. 1987) herangezogen.

### Einfluß der maximal transportierbaren Baugruppenlänge auf horizontale Abmessungen und Form des Netzkäfigs

Die maximal transportierbare Baugruppenlänge beträgt 4 m, gemäß Forderung 1. Netzkäfigträger dieser geringen Abmessungen haben in der Draufsicht meist eine quadratische Form. Der Vorteil bei geraden Bauteilen im Vergleich zu polygonalen Trägerkonstruktionen be-

steht in den nur 4 zu verbindenen Ecken, was sich günstig auf den Montageaufwand und den geringeren erforderlichen Lagerraum auswirkt. Der Vorteil polygonaler Trägerkragen besteht in der auf den Umfang bezogenen größeren umschlossenen Fläche. So ist die von einem regelmäßigen Achteck umschlossene Fläche 21% größer als die eines Quadrates gleichen Umfanges.

Noch günstiger ist die Kreisform. Bei kommerziellen großen Netzkäfiganlagen mit Durchmessern bis über 40 m, wie z.B. 48 m Außenkreisdurchmesser bei HI-SEAS-20 M x OCTAGON, ergibt sich aus kreis- und polygonförmig gestalteten Netzkäfigträgern gegenüber quadratischen Schwimmkragen gleichen Umfanges hinsichtlich des realisierbaren Hälterungsvolumens ein deutlicher ökonomischer Vorteil. Im Falle des Beispiels HI-SEAS-20 M x OCTAGON betrüge dieser Volumen-gewinn  $330 \text{ m}^2 \times$  nutzbare Wassertiefe. Der beschriebene Vorteil ist jedoch bei den unter 1. geforderten geringen Baugruppenlängen, gemessen am weitaus wichtigeren Kriterium Montageaufwand, vergleichsweise unerheblich. Er beträgt auf 16 m Umfang bezogen nur  $3 \text{ m}^2 \times$  nutzbare Wassertiefe. Das nutzbare Käfigvolumen kann jedoch nicht unmittelbar aus der maximal transportierbaren Baugruppenlänge abgeleitet werden. Die Netzkäfigeinheit soll rundum begehrbar sein. Von der Baugruppenlänge sind somit  $2 \times 0,3 \text{ m}$  Laufflächenbreite abzuziehen, des weiteren  $2 \times 0,2 \text{ m}$  Mindestscheuerabstand. Somit verbleiben für die horizontalen Netzkäfigabmessungen  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ .

### Einfluß der Netzkäfigtiefe, des Bodendurchhangs und der Mascheneinstellung in der Käfigwand auf das nutzbare Netzkäfigvolumen

Man kann davon ausgehen, daß die Wassertiefe im Einsatzbereich an Hafentiegeplätzen und Standorten der Seeverankerung eine nutzbare Käfigtiefe von 3 m zuläßt. Bei der Abschätzung des nutzbaren Käfigvolumens ist die Mascheneinstellung der Netzkäfigwand zu berücksichtigen. Werden die Netzkäfige nur an der oberen Randleine eingespannt, verjüngt sich im statischen Fall (ohne Einbeziehung von Seegangs- und Strömungsdynamik) der Netzmantel der Käfigwand nach unten durch die waagrecht wirkenden Kräfte des Netzkäfigbodens. Dadurch tritt ein Volumenverlust ein, der umgekehrt proportional zur Beschwerung des Käfigbodens ist.

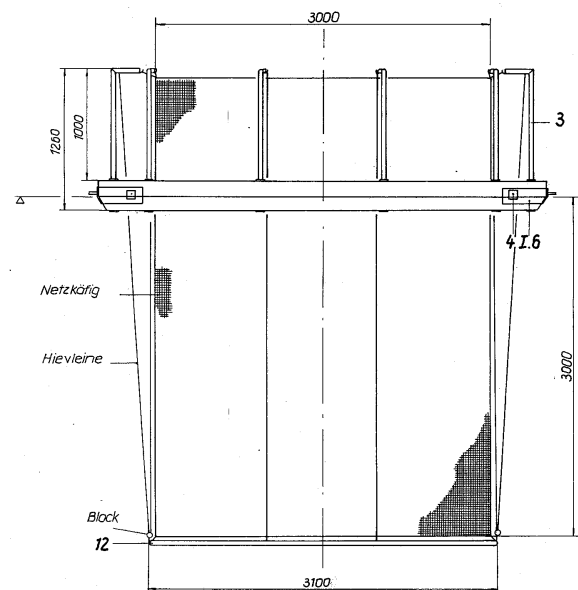
Sind die Netzmaschen in der Käfigwand rhombisch eingestellt, tritt ein zusätzlicher Volumenverlust durch Verjüngung des Wandmantels infolge Einschnürung (Leitzke 1981) ein, wie sie am Basketballnetz charakteristisch verdeutlicht wird. Der Einfluß der Einschnürung auf das nutzbare Netzkäfigvolumen ist abhängig

vom Verhältnis der horizontalen Käfigausdehnung zu den Vertikalabmessungen. Ist dieses Verhältnis kleiner als 3, haben Netzkäfige mit randparallel (schenkelgerecht) eingestellten Maschen in der Käfigwand größere Volumina als Netzkäfige gleicher Horizontalabmessungen mit optimierten Bodenabmessungen (Mieske 1985) und rhombischer Mascheneinstellung von  $u_1 = u_2 = 0,707$ , die vorzugsweise, da materialsparend, im Bereich der Käfigeinspannung am Zwischensimm (Leinenverstärkung unterhalb des Pontonkragens) der Käfigwand angewendet wird. Bei 3 m Horizontalausdehnung und 3 m Käfigtiefe - wie im vorliegenden Fall - beträgt das heranzuziehende Verhältnis  $3 \text{ m} / 3 \text{ m} = 1$ . Folglich sollte man sich für eine randparallel eingestellte Käfigwand entscheiden.

In der Aufgabenstellung wird unter 4. ein durchgangsärmer Boden gefordert. Bei den vergleichsweise geringen Abmessungen kann dieses Kriterium durch das Einspannen des Käfigbodens in einen hebbaren starren Rahmen (siehe Abb. 1, Pos.12) erfüllt werden. Eine Volumenverringerung durch horizontale Bodenkräfte kann dann nicht mehr erfolgen. Das realisierbare maximale Hälterungsvolumen ergibt sich somit ohne Berücksichtigung einer Volumenverringerung durch horizontale Bodenkräfte sowie ohne zu berücksichtigende Einschnürung aus  $3^3 \text{ m}^3 = 27 \text{ m}^3$ .

### Einfluß der zulässigen Besatzdichte auf die hälterbare Fischmenge

Erfahrungen aus der Regenbogenforellenmast in Netzkäfiganlagen besagen, daß die Besatzdichte zwischen günstigerweise 10 kg und maximal 20 kg Abfischmasse



Pos. 12 Boderrahmen Rühr 42 x 3 x 12400

Abb. 1: Seitenansicht des IOR-Pontonrahmens mit Netzkäfig und Bodenrahmen

pro  $1\text{ m}^3$  Hälterungsvolumen betragen soll (Anon. 1987). Wichtig ist, diese Besatzdichten ergaben sich bei auf Zuwachs orientierter Fütterung, was in vorgesehenen IOR-Versuchen nicht erfolgt. Um z.B. eine Tonne Fisch hälter zu können, müßte der Netzkäfig mindestens  $50\text{ m}^3$  nutzbares Hälterungsvolumen haben, damit Verluste zur Überlebensfähigkeit nicht ursächlich auf hälterungsbedingte Mortalitäten infolge zu hoher Fischdichte zurückgeführt werden müssen.

Bei anzustrebender sicherer Besatzdichte von  $10\text{ kg/m}^3$  müßte bei einer Tonne zu hälternder Fischmenge das nutzbare Käfigvolumen  $100\text{ m}^3$  betragen. Bei einer nutzbaren Käfigtiefe von  $3\text{ m}$ , die an Hafentiefeplätzen sowie in der Seeverankerung erreichbar ist, ergeben sich nach dem „Ratgeber für die Forellenproduktion an der Küste“, bei einem quadratischen Netzkäfig und ohne Hinzuziehung des erforderlichen Scheuerabstandes zum Schwimmträger, Horizontalabmessungen von  $6,4\text{ m} \times 6,4\text{ m}$ . Aus diesen Netzkäfigabmessungen ergeben sich für eines der vier Elemente des Schwimmrahmens die Mindestmaße:  $6,4\text{ m}$  Netzkäfigkante +  $2 \times 0,2\text{ m}$  Mindestscheuerabstand +  $0,3\text{ m}$  Laufflächenbreite = Mindestlänge  $7,1\text{ m}$ .

Es wird deutlich, daß derartige Baugruppengrößen gemäß Forderung 1 schon nicht mehr transportierbar und manuell zu bewegen sind, wenn diese Fischmenge in einem einzelnen Netzkäfig mit Schwimmträger, dessen Baugruppen eine Transporteinheit bilden, gehältert werden soll. Nach dem maximal möglichen Hälterungsvolumen von  $27\text{ m}^3$  gemäß Forderung 2, können günstigenfalls  $270\text{ kg}$  bis maximal  $540\text{ kg}$  Fischmenge pro Netzkäfig gehältert werden. Mehrere dieser kleinen Käfigeinheiten sind erforderlich, um eine darüber hinausgehende Fischmenge hälter zu können.

## Überblick über verfügbare Netzkäfigträger mit den geforderten geringen Baugruppenabmessungen

### Aluminiumkonstruktion

Auf der Suche nach geeigneten Trägereinheiten mit den geforderten Baugruppenlängen von maximal  $4\text{ m}$  bietet sich zuerst die Möglichkeit an, ausgesonderte Anlagen der Seen- und Küstenbewirtschaftung zu verwenden und sie entsprechend den Anforderungen der Aufgabenstellung anzupassen. Von der Schiffswerft „Rechlin“ wurden aus Aluminium die Trägerkonstruktionen Typ „Rechlin“ und Typ „Müritz“ gefertigt. Beide Konstruktionen wurden vorzugsweise in Anlagen mit zentralem Mittelsteg verwendet. Die Einzelmodule sind aber auch ohne Zentralsteg einsetzbar. Zur Bewirtschaftung wird dann ein Servicemittel (Boot, Plattform) benötigt. Das Kriterium 2. der Aufgabenstellung ist damit nicht erfüllbar. Korrosionsbe-

ständigkeit unter den vorgesehenen Einsatzbedingungen ist nur bei Verwendung von speziell seewasserbeständigem Aluminium gegeben. Während der Träger Typ „Rechlin“ sich auf wenig wind- und seegangsexponierten Binnengewässern bewährt hat, sollte Typ „Müritz“ auch in inneren Seegewässern und offenen Seen zum Einsatz kommen, in denen allerdings auch bei starkem Wind nur Wellenhöhen um  $0,5\text{ m}$  erreicht werden durften. Der Reserveauftrieb des Typs „Müritz“ ist unzureichend.

### Stahlrohrrahmen

Das Netzgehege der AGK Kronawitter GmbH in Walldorf erfüllt die geforderten Kriterien von geringen Baugruppenabmessungen und schneller Montierbarkeit. Der zerlegbare, verzinkte Stahlrohrrahmen mit Kunststoffschwimmern in den Ecken ähnelt der Konstruktion des „Ewonet“ der Firma EWOS-AQUACULTURE, ist jedoch robuster aufgebaut. Der „Ewonet“ wurde Ende der 70er Jahre für Gebiete mit starken Strömungen, Wind und Wellen, Ebbe und Flut angeboten. Der Nachteil des „Kronawitter-Geheges“ besteht darin: es ist nicht begehbar, wie in 2. gefordert.

### Polyäthylenrohrrahmen

Weit verbreitete und bewährte Werkstoffe zur Herstellung von Netzkäfigträgern sind Polyäthylenrohre. Der Vorteil dieser schwimmenden Rohrkragen besteht neben Langlebigkeit und Seewasserbeständigkeit im plastischen Verhalten im Seegang. Das Vermögen, sich der Wellenform anzuschmiegen, wird jedoch bei den für den Auftrieb erforderlichen Rohrquerschnitten von  $160$  bis  $200\text{ mm}$  erst ab Längen oberhalb der unter 1. geforderten Maximallänge von  $4\text{ m}$  wirksam. Trägerkonstruktionen geforderter kleiner Abmessungen sind starr. Die Ausrüstung dieser zu Kreisringen oder Vierecken verschweißten Rohrstränge mit Stützen, Handläufen und gegebenenfalls Laufstegen ist aufwendig. Der Montagevorgang dieser Trägereinheiten erfolgt im Einsatzregime der industriellen Fischmast jedoch nur einmal pro Nutzungsdauer und hat im Gegensatz zu den Einsatzbedingungen der IOR-Trägereinheit nur geringe Bedeutung. Die Träger verbleiben ganzjährig im Wasser oder werden im voll montiertem Zustand zur Winterlagerung auf flaches Ufer gezogen.

Neben diversen Versionen großer Gehegerahmen aus Polyäthylenrohren, die zu geschlossenen kreisförmigen Ringsträngen verschweiß und mittels stählerner Verbindungs- und Ausrüstungselemente (z.B. Schellen, Handlaufstützen) verbunden und komplettiert sind, finden sich auch kleine zerlegbare Konstruktionen mit quadratischen Horizontalabmessungen.

Das abgewinkelte Institut für Hochseefischerei, Rostock, zum Beispiel setzte für Forschungsarbeiten auch kleinere quadratische Träger aus Polyäthylenrohr ein. Aufgrund des geringen spezifischen Auftriebes (z.B. 133 N/m bei 160 mm Rohrdurchmesser nach Irrgang (1981)) sind derartige Trägerkonstruktionen aus 4 m × 4 m langen Einzelrohren nicht begehbar. Bei der teilbegehbaren Variante Typ 100/4 - Z/B müßte der mit Gitterrosten bestückte Doppelrohrschwimmkörper aufgrund des erforderlichen Reserveauftriebes mindestens 6 m lang sein.

Einfacher zu montieren als die bisher genannten Varianten von Trägern aus Polyäthylenrohr sind die „Nordsø Gehegerahmen“ (der Firma „Top marin“- Fischerei- und Schiffahrtstechnik, Schlutup), bestehend aus Doppelrohrteilen, die durch Querrohre verbunden und ausgeschäumt sind. Als kleinste angebotene Version können 4 Teile mit Muffen zu einem quadratischen Schwimmrahmen zusammengesteckt werden. Um den Montageaufwand vor Ort zu reduzieren, sind an die inneren Rohre der Abschnitte bereits Stützen und Handläufe aufgeschweißt. Dadurch ergeben sich sperrige Transporteinheiten. Der weitere Nachteil besteht in der unkomfortablen Begebarkeit der Doppelrohre. Das Nachrüsten einer ebenen Lauffläche ist aufwendig und mindert den Reserveauftrieb.

Aufgrund des hohen Montage- und Demontageaufwandes, des geringen Reserveauftriebes pro Längeneinheit und des zusätzlichen Aufwandes zur Schaffung einer umlaufenden Lauffläche sind Netzkäfigträger aus Polyäthylenrohr nicht zur Erfüllung der Aufgabenstellung geeignet. Große Schwimmkragen aus diesen Doppelrohren haben zwar auch ein günstiges Seegangsverhalten, gekennzeichnet durch plastisches Anschmiegen an Wellenbewegungen und dadurch geringe Stampfbewegungen. Bei Pontonkragen von maximal 4 m Länge kommt diese vorteilhafte Materialeigenschaft allerdings nicht zum Tragen; sie stellen auch aus diesem Material starre Gebilde dar.

## Die IOR-Pontonrahmen

Im Institut für Ostseefischerei mußte eine spezielle eigene Lösung zur Erfüllung der genannten Aufgabenstellung geschaffen werden. Da keine geeigneten Halbzeuge zur Erfüllung der speziellen Aufgabenstellung bekannt waren, sollte der Werkstoff freie Gestaltungsmöglichkeiten für die Formgebung und Konstruktion zulassen. Von den zur Auswahl stehenden Materialien wurde seewasserbeständiger Stahl ausgewählt. Nach Erfahrungen beim Einsatz der beiden stählernen, mit Vertikalschwimmern versehenen, Netzkäfigträger Typ „Wismar“ und Typ „Warnemünde“ reicht eine Blechdicke von 2 mm aus, wenn belastete Bereiche mit

Dopplungen versehen sind. Eine kompakte Schweißkonstruktion mit geringer Anzahl von Montageelementen sollte entstehen. Um jedoch keine sperrigen Transporteinheiten zu erzeugen, müßten die Seezaunstützen (Abb. 2 und 5, Pos. 3) vom Pontonrahmen zu lösen sein.

Bei bekannten stählernen, horizontalschwimmenden Pontonkragen sind die Einzelschwimmer an geraden Endstößen mit Flanschen versehen und mittels zahlreicher Schraubverbindungen kraftschlüssig miteinander verbunden. Die Eckflansche stellen jedoch eine wesentliche Scheuerstelle für den Netzkäfig nach innen dar und nach außen eine Gefährdungsquelle für anliegende Boote und Hafenanlagen. Daher muß der Pontonkragen nach innen und außen glatt beschaffen sein.

Das kann erreicht werden, wenn die Pontonelemente an ihren Enden auf 45°-Gehung zugeschnitten sind und ein einzelner, entsprechend dimensionierter Bolzen oder Zuganker durch den Flächenschwerpunkt der Gehungsstöße die erforderliche kraftschlüssige Verbindung herstellt (Abb. 3). Der Innenraum ist völlig glatt. Außen sind je zwei glatte Anlegeseiten sowie zwei mit Befestigungsaugen versehene Verankerungsseiten entstanden (Abb. 4).

Bei Montage und Demontage sind je Pontonrahmen nur 4 Schraubverbindungen herzustellen, bzw. zu lösen. Ein Schraubenschlüssel (Schlüsselweite 36 mm) reicht aus, da der Kopf des Zugankers (Abb. 5, Pos. 4) selbst-arretierend gestaltet ist.

Bei der Gestaltung des Pontonquerschnittes waren eine 30 cm breite Lauffläche, für 2 Personen ausreichender Reserveauftrieb gemäß 2., die verschnittlose Nutzung der Standardplattenbreite von 1 m und die Festigkeitskriterien gemäß 6., 8. und 9. zu kombinieren. Hinsichtlich dieser 3 Kriterien und des Fertigungsaufwandes beim Profilieren der Bleche erweist sich ein aus Rechteck und Trapez zusammengesetzter Querschnitt als am günstigsten. Die in Dopplungen (Abb. 6, Pos. 8) mit dem Blechmantel wasserdicht verschweißten Stützenkoker (Abb. 6, Pos. 9) versteifen die Lauffläche gegen Beulung.

Der trapezförmige Unterwasserteil verleiht den Pontons gegenüber Rechteckquerschnitten eine hydrodynamisch günstigere Form beim Schleppen und im Seegang. Nach Berechnungen zum Bewegungsverhalten von Netzkäfigträgern (Hoppe 1990) ist die hydrodynamische Gestaltung des Trägerquerschnittes in vertikaler Richtung für das Seegangsverhalten allerdings unerheblich. Die Biegekante im Übergang von Rechteck- und Trapezquerschnitt versteift den Ponton in horizontaler Richtung gegen Beulungsbeanspruchung durch anliegende Fahrzeu-



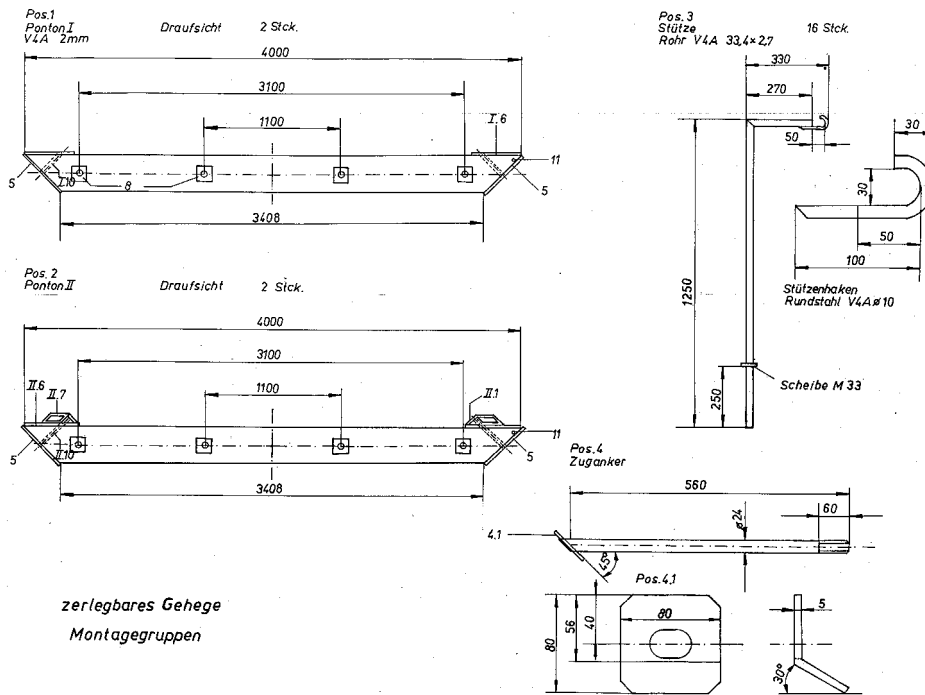


Abb. 5 : Die 2 Baugruppen und das Verbindungselement der IOR-Pontonerahmen

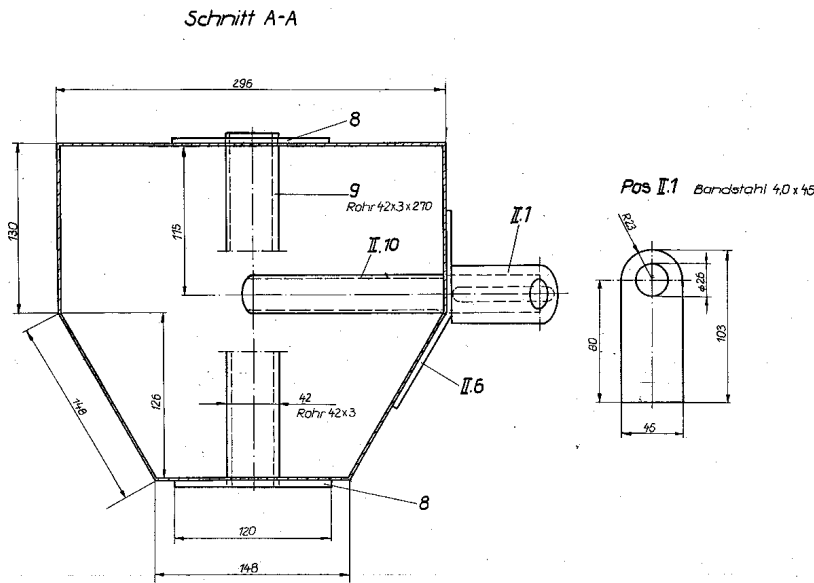


Abb. 6 : Querschnitt der IOR- Pontonelemente

Für einen Einsatz können sämtliche Baugruppen des Pontonerahmens (Abb.8), der zerlegbare Bodenrahmen (Abb. 1, Pos. 12), das Käfignetz mit Dach sowie Festmacherleinen in einem Vorgang mit dem IOR-Kleinpritschenwagen (Abb. 7) transportiert werden.

Innerhalb einer halben Stunde ist der Rahmen montiert und kann von Pierkanten abgekippt werden (Abb. 9). Um die Beschädigung der Pierfläche zu verhindern, werden unter die beiden seitlichen Pontonelemente vor dem Anschleichen Holzkufen gebunden. Die Anbringung der Seezaunstützen erfolgt ebenfalls sehr schnell: sie werden nur in die Koker (Abb. 6, Pos. 9) gesteckt, wie auf dem Foto

(Abb. 10) zu sehen. Nachdem der Bodenrahmen mit den Hievleinen an den jeweils 2 Eckstützen eingehängt ist, wird der Netzkäfig mittels Steuertringen am Obersimm (obere Leinenverstärkung) in die Haken der Seezaunstützen eingehängt. Dann erfolgt das Einbinden des Käfigbodens in den gehieften Bodenrahmen (Abb. 11).

### Einsatz der IOR-Pontonerahmen

Für die Sammlung von Laichdorsch wird nur ein Netzkäfig (Abb. 12), für Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit von Discards wird ein Verband aus mindestens 2 Netzkäfigen (Abb.13) benötigt. Wenn Montageplatz und Einsatzort voneinander entfernt sind,

können die Pontonrahmen mit dem Kutter geschleppt werden. Das kann mit schon eingehängten Netzkäfigen erfolgen. Soll mit 6 kn geschleppt werden, wie in Abbildung 14 veranschaulicht, müssen die Bodenrahmen jedoch weit hochgehievt und an den Seezaunstützen verzurt werden.

Wenn Einsatzperioden im Winter dicht beieinanderliegen und Liegeplätze verfügbar sind, müssen die Pontonrahmen auch bei Eisgang nicht aus dem Wasser geholt und demontiert werden. Wenn die Bodenrahmen völlig aus dem Wasser aufgehievt werden (Abb.15) können die Netze nicht festfrieren.

Während das Zuwasserbringen ohne Hebezeug funktioniert, erfolgt das Herausnehmen der Pontonrahmen aus dem Wasser günstigerweise mittels Kran oder Slip (Abb.16). An Land ist das Zerlegen eines Rahmens in die transportierbaren Baugruppen schon innerhalb von 20 Minuten durch eine versierte Arbeitskraft erledigt. Zum manuellen Be- und Entladen der Pontonelemente sind vier Arbeitskräfte erforderlich, wenn dementsprechende Ladetechnik fehlt.

Die Demontage im Wasser ist auch erprobt worden (Abb. 17). Jedoch ist diese Technik sehr zeitaufwendig und mit hohem Geräteeinsatz verbunden. Zwei Boote (oder Serviceplattformen) sind dazu erforderlich.

Da der Bodenrahmen, in den der Netzkäfigboden eingespannt ist, mit vier, durch lose Rollen geführte Hievleinen leicht aufhievable ist, läßt sich die Bestandskontrolle sehr leicht durchführen. Der Boden kann dadurch soweit gehoben werden, daß der Besatz begutachtet bzw. abgesehen werden kann; hierzu reicht eine Person aus.

Damit erfüllen die IOR-Pontonrahmen - bis auf die Einsetzbarkeit bei Seeverankerung - alle Kriterien 1. bis 8. der Aufgabenstellung und



Abb.7 : Kleinpritschenwagen des IOR, beladen mit sämtlichen Teilen zur Schaffung eines schwimmenden Fischhaltungsraumes



Abb.8 : Die Montageelemente eines IOR- Pontonrahmens

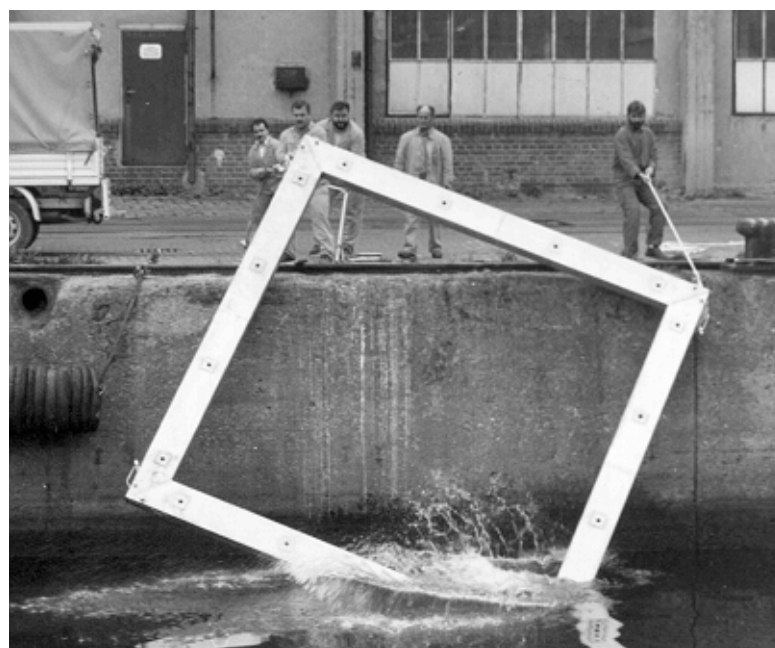


Abb. 9 : Abkippen eines IOR-Pontonrahmens von einer Pierkante



Abb. 10 : Montage der Seezaunstützen



Abb. 11 : Einbinden des Käfigbodens in den Bodenrahmen

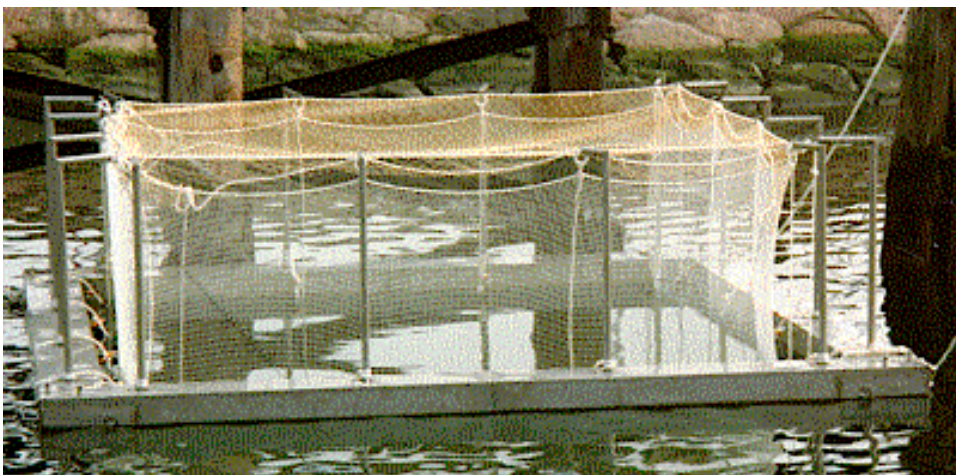


Abb. 12 : Einzeln vertäuter IOR-Pontonrahmen mit Netzkäfig

sind bei mehrfacher jährlicher Nutzung seit Ende 1993 nachgewiesen worden.

### Einsatz auf See

Eine Einsatzprüfung auf offener See erfolgte vom 10.6. bis 12.8. 1996. Die beiden Pontonrahmen wurden im Verband gekoppelt im Nordwesten des Fischereischutzgebietes (FSG) Nienhagen 1,4 sm von der Küste entfernt auf 15 m Wassertiefe schwohend (um einen Punkt treibend) an ein Standardankergeschirr des Netzkäfigträgers Typ „Barth“ verankert.

Bei der Auslegung der Koppelstanderlänge wurde auf Erfahrungen vom damaligen Forschungs- und Produktionsstandort Stahlbrode, den Gewässern am Eingang des Strelasundes in den Greifswalder Bodden unweit der Insel Riems, zurückgegriffen. Dort war es bei Netzkäfigträgern mit ebenfalls hohem spezifischem Reserveauftrieb ausreichend, die Koppelstander in doppelter Länge der zu verbindenden Katamaranpontons (als „Gelbe Wunder“ bekannt) auszuführen.

Der Verband aus beiden IOR-Pontonrahmen wurde im Hafen Marienehe mit zwei je 8 m langen Koppelstandern (PAS 18 mm, gedreht) und Verankerungshahnenpot (PAS 18 mm, gedreht) zusammengestellt und mit einem Kutter zur Verankerungstonne NW FSG Nienhagen verschleppt. Das Einbinden zu testender Netzkäfige erfolgte auf See nach Anschäkeln des Hahnenpots. Jeder Bodenrahmen wurden zusätzlich durch vier jeweils 11 kg (an Luft) wiegende stählerne Eckgewichte beschwert, die einfach mittels Karabinerhaken eingehakt wurden. Es wurden keine Fische eingesetzt. Während der Erprobung war der kleine Verband einer Periode steifer bis stürmischer NW-Winde ausgesetzt, in der tageweise Sturmstärken bis 11 Bft auftraten.

Die Pontonrahmen arbeiteten jedoch zu stark in der See. Sie hoben und senkten sich entsprechend Amplitude und



Frequenz der Seegangswellen. Die Koppelstander waren zu kurz bemessen, so daß die Rahmen zeitweise im Wellental aufeinanderprallten. Des weiteren waren die Ständer derart ruckartigen Belastungen ausgesetzt, daß sie zerrissen. Sie erwiesen sich als erhebliche Schwachstellen. Ab 20.7. mußte der hintere Pontonrahmen vom Verband abgekoppelt werden. Das vordere Gehege verblieb weiter bis 12.8.96 am Anker. Dessen hinteres Pontonelement war leck geschlagen, was sich erst bei der Demontage bemerkbar machte. Bis auf dieses Leck, verursacht durch den Aufprall des hinteren angekoppelten Pontonrahmens, traten Schäden ausschließlich an textilen Materialien auf. Es ist denkbar, durch Anwendung anderer Materialien und Dimensionen erforderliche Reißfestigkeit zu erzielen.

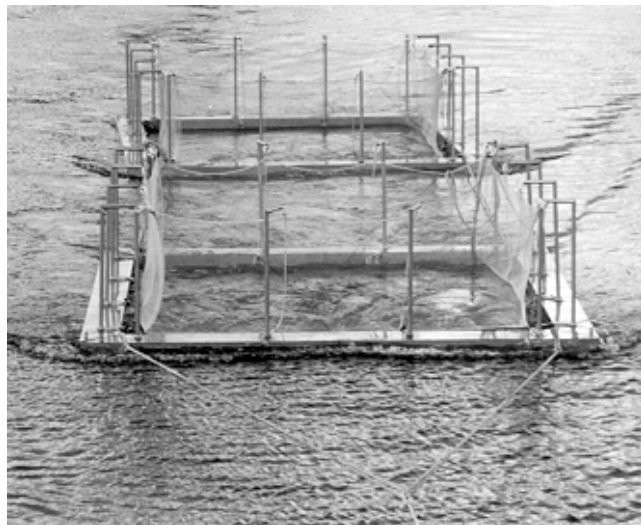


Abb. 13 : Verband beider IOR- Pontonrahmen

Desweiteren ist die Netzkäfiggröße von 3 m x 3 m zu gering, so daß die Fische bei starkem Wellengang zu wenig Ausweichvolumen vorfänden und an die Wandflächen gerieten und durch das sich auf und nieder bewegende Netz mechanisch verursachte Verletzungen erlitten. Ein starrer kubischer Rahmen, in den der Netzkäfig gebunden und in ruhigere Wasserschichten mittels federnder Aufhängung abgesenkt wird, wäre erforderlich. Im Verhältnis zu den Dämpfungskräften (z.B. Gewicht) ist der hydrostatische Auftrieb der IOR-Pontonrahmen für den Einsatz in bewegter See derzeit zu groß, aber erforderlich um begehbar zu sein.



Abb. 14 : Verband der IOR- Pontonrahmen bei 6 kn- Schleppfahrt

Die im gleichen Verankerungsgebiet stationierten Netzkäfigträger Typ „Barth“ bewähren sich seit über 12 Jahren in der Lachsforellenproduktion. Derart extremen Wind- und Seegangsverhältnissen, wie sie im Erprobungszeitraum auftraten, waren diese 15 m langen und 7,4 m breiten Katamarane nicht zum erstenmal ausgesetzt. Es traten auch



Abb. 15 : IOR-Pontonrahmen im Hafen bei Eisgang



Abb. 16 : IOR-Pontonrahmen auf Sportbootslip



Abb. 17 : Demontage der IOR-Pontonrahmen im Wasser

an den textilen Materialien keine Schäden auf. Einer dieser Stahlkatarane nimmt je zwei Netzkäfige auf, die 6 m lang, 5,6 m breit, ab Wasserlinie 7 m tief sind und ein nutzbares Hälterungsvolumen von 190 m<sup>3</sup> haben. Durch das IOR allein sind Einrichtungen dieser Dimensionen jedoch nicht zu betreiben.

### Schlußfolgerung

Die IOR-Pontonrahmen halten zwar extremen Seegangbelastungen stand. Bei Verwendung derzeit vorhandener Netzkäfige sind sie für Fischhälterung in seegangsexponierten Gebieten nicht geeignet. Die IOR-Pontonrahmen wurden vornehmlich für die Funktion als schwimmende Netzkäfigträger konzipiert. Die Nutzungsmöglichkeit ist jedoch erweiterbar.

### Literatur

- Anon.: Ratgeber Forellenproduktion in den Küstengewässern. Rostock-Marienehe: Institut für Hochseefischerei und Fischverarbeitung, Bereich Aquakultur. 1987.
- Irrgang, N.: Erstellung von Berechnungs- und Konstruktionsunterlagen für ring- bzw. polygonförmige Netzträgeranlagen und einer Zentralstegvariante für die Küstengewässer. Ingenieurbeleg, Universität Rostock, Jan. 1981.
- Hoppe, H.: Bewegungsverhalten von Netzkäfigträgern in regulärem Seegang. Dissertation, Fakultät für Mathematik, Physik und Technische Wissenschaften, Universität Rostock, 1990.
- Kock, K.-H.: Über die Haltung von Dorschen (*Gadus morhua* L.) in Netzkäfigen. Arch. FischWiss. 26(1): 35-48, 1975.
- Leitzke, H.: Berechnung rotations-symmetrischer Netzgehege. Seewirtschaft, Berlin 13: 610-614, 1981.
- Mieske, B.: Konstruktion rotations-symmetrischer Netzkäfige für den Netzkäfigträger Typ „Rostock“; Seewirtschaft, Berlin 17: 507-509, 1985.