

Wassertiefenabhängige Auftriebsschwerpunktregelung für seitlich versetzt geschleppte Schwingerträger

Eckhard Bethke, Institut für Fischereitechnik, Hamburg

Die Geräuscentwicklung im Schiff und die Abstrahlung von Schallwellen bewirken, insbesondere im flachen Wasser, einen erheblichen Scheueffekt auf die Fische. Um die damit verbundene Beeinträchtigung der Meßgenauigkeit zu verringern, wird bei hydroakustischen Bestandsschätzungen in der Ostsee ein seitlich versetzt geschleppter Schwingerträger verwendet. Bei nur geringen Tauchtiefen reagiert der Schleppkörper empfindlich auf Seegangseinflüsse. Um die Laufeigenschaften zu verbessern, wurde eine tiefenabhängige Regelung des Auftriebsschwerpunktes eingeführt. Die Regelung arbeitet ohne zusätzliche Energieversorgung. Erste Ergebnisse zeigen, daß ein stabiler Lauf des Schleppkörpers erreicht wurde. Die Tauchtiefe ist nahezu linear abhängig von der Schleppkabelänge.

Schleppschwinger

Der Schwingerträger ist ähnlich einem Tragflächenabschnitt geformt. Durch die seitliche Fesselung wird bei Anströmung im Wasser eine Kraft erzeugt, die, wie bei einem Scherbrett, den seitlichen Versatz beim Schleppen bewirkt (Abb. 1). Dieser Schleppkörpertyp (Abb. 2) ist bereits seit 1986 im Einsatz. Er wurde im Institut für Hochseefischerei und Fischverarbeitung in Rostock konstruiert.

Die größte Masse im Schleppkörper wird durch den Schwinger gebildet. Im oberen Teil des Schleppkörpers

Control of the centre of buoyancy for a side shifted towed body in dependence of diving depth

The noise emission of the vessel, especially in shallow waters, causes a fright reaction of the fishes near the vessel. To reduce the uncertainty of hydroacoustic measurements connected with that fact, a side shifted towed body is used for the hydroacoustic stock estimation in the Baltic sea. If the towed body was running close to the surface it was quite sensitive to waves. To make the running properties of the side shifted towed body more robust a control of the center of buoyancy depending on the diving depth was introduced. The goal was set to control the towed body without additional energy supply. First results are shown.

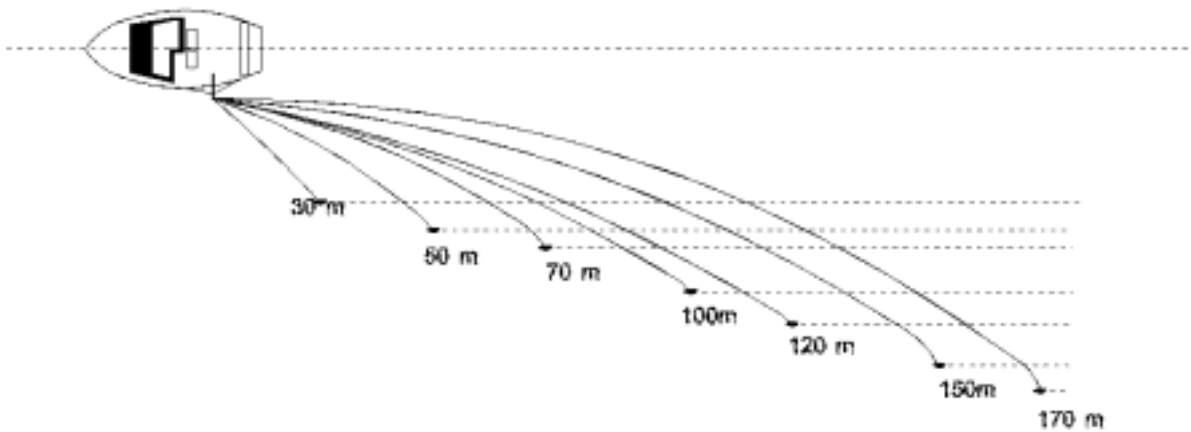


Abb. 1: Schematische Darstellung des Laufverhaltens des seitlichversetzt geschleppten Schwingerträgers



Abb. 2: Schwingerträger zur hydroakustischen Bestandsschätzung in flachen Gewässern

befinden sich Auftriebskörper. Die Masse-Auftriebsverteilung im Schwingerträger bewirkt, daß die Schallabstrahlung beim Schleppen durch das Wasser nach unten erfolgt. Die Auftriebskörper sind so dimensioniert, daß der Schleppkörper schwimmfähig ist (Abb. 3). Erst durch das Auftreten dynamischer Kräfte beim Schleppen taucht er ab.



Abb. 3: Nichtangeströmter Schleppkörper kurz nach dem Aussetzen

Die zu lösenden Problemstellungen erfordern oft unterschiedliche Kabellängen. Durch das veränderte Kabelgewicht ändert sich das Kräftegleichgewicht am Schleppkörper. Die neuen Bedingungen bewirken geänderte Anströmverhältnisse und es stellt sich eine andere Lauftiefe des Schleppkörpers ein. Um eine bestimmte Lauftiefe zu erhalten waren stets relativ zeitaufwendige Einstellungen des Körpers notwendig. Auch der Wechsel des Schleppkabels nach Kabelschäden, mit der Schleppleine eingefangenes Seegras und schon geringe Deformationen infolge des oft rauen Betriebes auf See machten eine neue Einstellung notwendig. In der Regel erfolgte die Grundeinstellung über die Ausgleichsmassen. Der Feinabgleich wurde über die Verschiebung des Fesselungspunktes bewerkstelligt. Besonders schwierig war es bei langen Schleppleinen den Schleppkörper so zu trimmen, daß er in etwa 2-3 m Tiefe unter der Oberfläche lief. Der Lauf des Schleppkörpers wurde, insbesondere bei stärkerem Seegang, mit steigender Kabellänge zunehmend instabil. Der Schleppkörper tauchte schließlich auf und konnte erst durch eine Verringerung der Fahrtgeschwindigkeit zum Abtauchen bewegt werden. Die maximale verwendbare Schleppkabellänge betrug etwa 200 m.

Der Schleppkörper wird über eine transportable Winde (Abb. 4) gefahren. Sie wird zu den Meßaufgaben an Bord installiert. Die Winde faßt bei einer Kabeldicke von 7 mm eine Kabellänge von etwa 1300 m. Das Kabel wird über Schleifringe herausgeführt.

Wassertiefenabhängige Auftriebsschwerpunktregelung

Um das Laufverhalten des Schleppkörpers zu verbessern und robuster gegenüber Störeinflüssen zu gestalten waren Veränderungen am Schleppkörper erforderlich. Ziel der Arbeiten war es, die gewünschten Verbes-

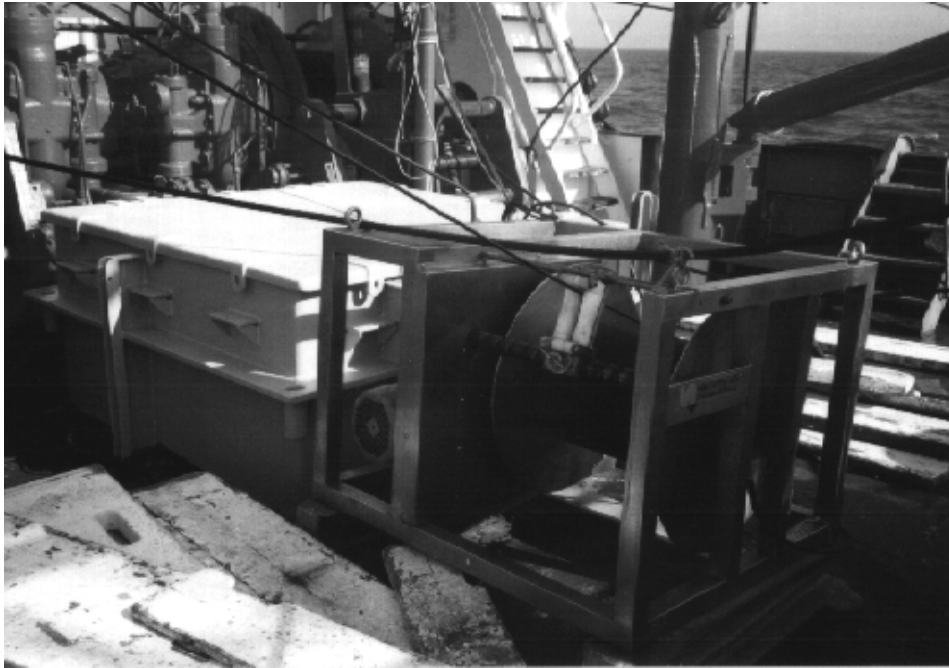


Abb. 4: Transportable Winde als Teil der hydroakustischen Ausrüstung auf FFK „Solea“

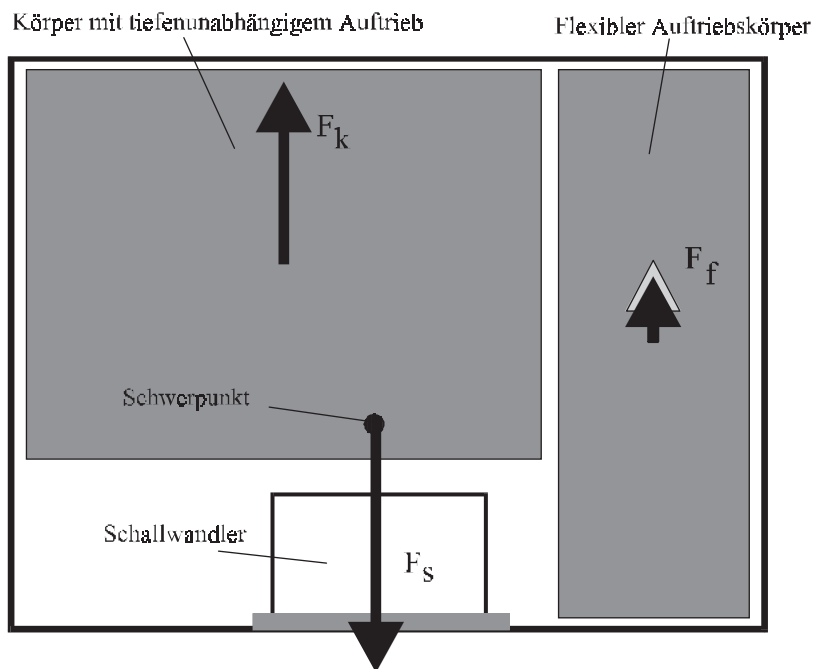


Abb. 5: Schematische Darstellung des Konstruktionsprinzips

serungen ohne zusätzliche Energieversorgung des Schleppkörpers zu realisieren. Dies hätte größeren technischen Aufwand bedeutet. Durch die langwierigen Einstellungen des Schwerpunktes des Schleppkörpers mittels Trimmgewichte war bekannt, daß der Körper auf die Zusatzmassen empfindlich reagiert und sich die Lauftiefe in weiten Bereichen einstellen läßt. Gesucht wurde deshalb zunächst eine einfache Möglichkeit den

Schwerpunkt des Schleppkörpers tiefenabhängig zu verändern. Verschiedene mechanische Konstruktionen bestehend aus Hebelsystemen und Druckdosen wurden angedacht aber wieder verworfen. Eine technisch sehr einfache Lösung wurde schließlich in der Verwendung einer Kombination von konstanten und druckabhängigen Auftriebskörpern gefunden (Abb. 5).

In Schlepprichtung vom wurde als Auftriebskörper Ekazell verwendet. Dieses Material ändert sein Volumen durch die Einwirkung von äußerem Druck kaum. Im hinteren Teil des Schleppkörpers wird hingegen neben dem Ekazell auch ein flexibles druckabhängiges Material verwendet. So wird erreicht, daß sich bei größer werdender Tauchtiefe der Auftrieb im hinteren Teil des Schleppkörpers

durch die Volumenänderung verkleinert bei Verringerung der Tauchtiefe aber vergrößert. Hierdurch ist es möglich, den gesamten Auftriebsschwerpunkt des Schwingerträgers zu verschieben. Bei Veränderung der Tauchtiefe stellt sich so ein anderes Momentengleichgewicht und damit ein neuer Neigungswinkel ein. Die dynamischen Kräfte infolge der Anströmung bei dem neuen Neigungswinkel wirken der Änderung der Lauftiefe entgegen. Tauchtiefenänderungen werden ausgeregelt.

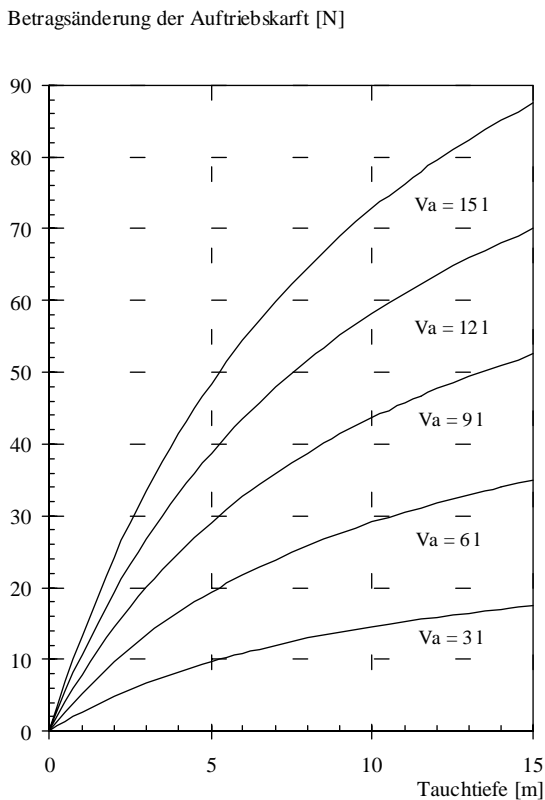


Abb. 6: Änderung der Auftriebskraft in Abhängigkeit von der Tauchtiefe und dem Anfangsvolumen

Durch das vorgegebene Volumen und die konstruktiven Gegebenheiten des Schleppkörpers war für den flexiblen Auftriebskörper ein maximales Anfangsvolumen von 15 l erreichbar. In dem gewünschten Tiefenbereich von 2 - 6 m ändert sich der Auftrieb maximal um etwa 30 N. Durch Ändern des flexiblen Volumenanteils las-

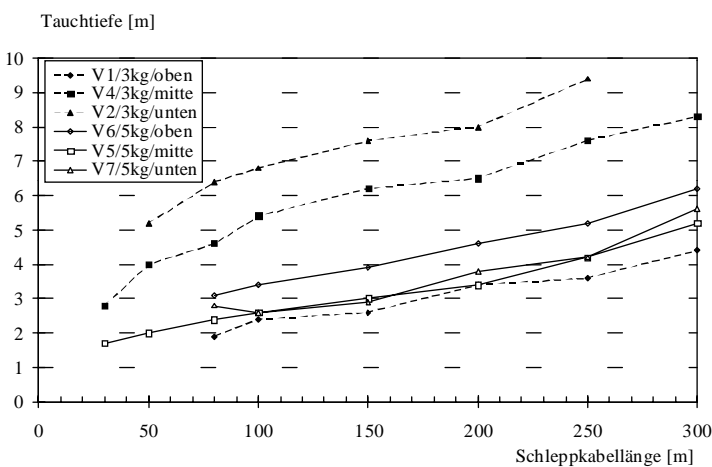


Abb. 7: Tauchtiefe des Schwingerträgers in Abhängigkeit von der Schleppkabellänge

sen sich verschiedene Auftriebsänderungen und damit Regelparameter einstellen. Die Abhängigkeiten werden für verschiedene Anfangsvolumina aus Abbildung 6 ersichtlich.

Test und erste Ergebnisse

Die 57. Reise mit FFK „Clupea“ hatte zum Ziel, die prinzipielle Funktion der Regelung nachzuweisen und die Einsatzgrenzen bezüglich der Leinenlänge zu ermitteln. Der Schleppschwinger wurde mit verschiedenen Kabellängen und unterschiedlicher Fesselung gefahren. Es wurden Versuche vom unregelmäßigen bis zum Betrieb mit flexiblen Maximalvolumen und Leinenlängen bis 300 m durchgeführt. Die besten Ergebnisse wurden bei maximalem flexiblen Auftriebsvolumen erzielt. Regelschwingungen waren nicht festzustellen. Die Versuche 1, 4 und 2 (Abb. 7) zeigen die Abhängigkeiten im (nahezu) unregelmäßigen Betrieb, mit nur geringem flexiblen Volumenanteil, mit der jeweiligen Fesselung oben, mittig und unten. Es wird ersichtlich, daß die Tauchtiefe stark vom Fesselpunkt abhängig ist. Wesentlich günstigere Werte konnten durch die eingeführte Regelung erreicht werden.

Die Ergebnisse der Versuche 6, 5 und 7, wieder mit der jeweiligen Fesselung oben, mittig und unten, zeigen kaum noch eine Tiefenabhängigkeit. Die vorgesehene Schleppgeschwindigkeit von 8 kn war wegen des Windes nicht in allen Schlepprichtungen von der „Clupea“ erreichbar. Die Versuche wurden deshalb mit einer Schleppgeschwindigkeit von 6,5 kn durchgeführt. Die erreichten Ergebnisse sind ermutigend. Das Ziel eines robusten Laufs des Schleppkörpers gegenüber Störungen kann auf diesem Wege erreicht werden. Durch den

Einsatz der tauchtiefenabhängigen Regelung des Schwerpunktes des Schleppkörpers ist die Lauftiefe des Schwingerträgers weitgehend unabhängig von der Fesselung. Die Tauchtiefe ist dabei nahezu linear von der gesteckten Kabellänge abhängig und damit gut vorhersagbar. Der Einsatz des Schwingerträgers an einer kurzen bis sehr langen Schleppleine ohne Änderungen der Ausgleichsgewichte wurde stabil realisiert. Es ist vorgesehen, den geregelten Schleppkörper bei weiteren Reisen im praktischen Einsatz zu testen. Für weitergehende konstruktive Änderungen, wie der Vergrößerung des flexiblen Volumenanteils, ist die vollständige Überarbeitung des Schleppkörpers notwendig.