

# Leistungsmessung an Bord von Fischereifahrzeugen zur Kontrolle der 300-PS-Begrenzung in der Schollenbox

Tönjes Mentjes, Instiut für Fischereitechnik, Hamburg

In der Schollenbox ist die Fischerei auf Schollen verboten. Zum Erhalt der küstennahen Fischerei wurden kleinere Fahrzeuge mit einer maximalen Maschinenleistung von 300 PS bzw. 221 kW von dieser Regelung ausgenommen. Fahrzeuge mit dieser Ausnahmeregelung werden in Listen eingetragen. Diese Vorschrift wurde 1986 in der Verordnung (EWG) 3094/86 erlassen. Ab dem 1. 1. 2000 wird diese Verordnung ersetzt durch die Verordnung (EG) 850/98. In beiden Verordnungen wird nur die Maschinenleistung begrenzt.

Bei einem Verstoß gegen Vorschriften zur Leistungsbegrenzung muß die überhöhte Maschinenleistung an Bord nachgewiesen werden. Bisher sind nur Experten in der Lage, diese Messungen durchzuführen. Im Rahmen eines EU-Projektes „Entwicklung eines tragbaren Systems zur Messung der Maschinenleistung durch Kontrollbeamte auf See“ sollte ein Meßgerät entwickelt werden, mit dem künftig auch Kontrollbeamte auf See die Maschinenleistung mit einer Genauigkeit von 10 % überprüfen können. Damit erhält der Beamte eine Entscheidungshilfe, um eine genaue Überprüfung durch Experten im Hafen anzuordnen. Über die Ergebnisse dieser Entwicklungen soll im folgenden berichtet werden.

## Leistungsmessung mit aufgesetzten Zahnscheiben

Als erstes wurde im Instiut für Fischereitechnik (IFH) ein von der Technischen Hochschule Aachen entwickeltes System untersucht, das die Torsion der Antriebswelle zur Bestimmung des Drehmoments mißt. Aus dem Drehmoment und der Wellendrehzahl errechnet sich die Leistung. Zur Messung der Torsion werden bei diesem System zwei teilbare Zahnscheiben mit einer speziellen Spannvorrichtung, die sich an die unterschiedlichen Wellendurchmesser anpaßt, auf der Welle montiert. Außer einer groben Entfettung ist eine Vorbereitung der Welle nicht erforderlich. Die Torsion der beiden Zahnscheiben und die Drehzahl werden durch Abtastung mit Lichtschranken erfaßt und in einem tragbaren Rechner wird daraus die Leistung bestimmt. Die Lichtschranken werden mit einfachen Klemmvorrichtungen in der Nähe der Zahnscheiben am Schiff befestigt.

Die Erprobung dieses Systems an Bord von Fischereifahrzeugen hat einige wesentliche Einschränkungen aufgezeigt. Bei überdimensionierten Antriebswellen ist ein Abstand zwischen den Zahnscheiben von mehr als 300 mm erforderlich. Außerdem sind nur Messungen an Wellenabschnitten möglich, die an beiden Enden durch Rollenlager ohne Spiel gelagert sind. Bei Messungen zwischen dem Getriebe und dem Stevenlager treten, verursacht durch das Lagerpiel, bei Seegang und Manöver Fehler von 100 PS und mehr auf. Ein

bisher nicht geklärter Nullpunktfehler führte in einem Fall zu zusätzlichen erheblichen Fehlmessungen. Jede dieser Einschränkungen läßt eine Nutzung dieses Meßsystems zu Kontrollzwecken nicht zu, so daß es insgesamt als ungeeignet für den vorgesehenen Zweck eingeschätzt werden mußte.

## Leistungsmessung mit Dehnungsmeßstreifen

Als weitere Meßvariante wurde im IFH das bisher von Experten benutzte Verfahren zur Erfassung des Drehmoments mittels Messung der Oberflächenspannung einer belasteten rotierenden Welle mit Dehnungsmeßstreifen ausgewählt und dazu erheblich vereinfacht. Für die Übertragung der Energie und der Meßwerte wird eine flexible Folie mit integrierten Übertragungsspulen etwa dreimal um die Welle gewickelt und mit Klebeband befestigt. Die Dehnungsmeßstreifen werden mit der Übertragungsfolie genau ausgerichtet und müssen mit Sekundenkleber auf der Welle befestigt werden. Die erforderliche Elektronik zur Verstärkung und Übertragung der Meßsignale wird mit einem Spangurt auf der Welle befestigt und über vormontierte Kabel mit den Übertragungsspulen und Dehnungsmeßstreifen verbunden. Die Kalibrierung und Anpassung an die zu messende Wellenanlage wird durch einen tragbaren Rechner automatisch durchgeführt. Der Rechner übernimmt anschließend die Anzeige und Registrierung der Meßwerte.

Mit diesem System lassen sich Messungen in sehr kurzer Zeit durchführen. Voraussetzung dafür ist allerdings eine vorbereitete Klebefläche, die gegen Oxidation geschützt ist und deshalb für die Anwendung vorher gereinigt werden muß. Da diese Fläche bereits bei den Messungen zur Begrenzung der Motorenleistung benötigt wurde, sollte sie für spätere Kontrollmessungen geschützt werden. Andernfalls ist mit einer erheblichen Verzögerung durch die Vorbereitung der Meßfläche zu rechnen. Für diese Arbeiten ist ein besonderes Training des Überwachungspersonals erforderlich, wodurch die Anwendung dieses Systems eingeschränkt wird. Wesentlich einfacher ist die Vorbereitung bei dem Einsatz von punktgeschweißten Dehnungsmeßstreifen, die nur

eine grob angeschliffene und gereinigte Meßfläche benötigen. Das entwickelte Leistungsmeßgerät muß allerdings noch mit einem auf diese Anwendung angepaßten Schweißgerät ergänzt werden. Mit diesem System lassen sich vom technischen Personal der Aufsichtsfahrzeuge auf See Messungen mit einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  durchführen. Allerdings ist dazu ein Trainingskurs erforderlich.

### Leistungsmessung mit Mikrometer, Meßuhr und Stroboskop

In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) wurde im IFH noch ein weiteres Gerät zur Messung der Drehwinkel entwickelt und getestet. Dazu werden auf der Propellerwelle zwei Reiter mit Ketten oder Gurten fest verspannt. Die Reiter haben durch Mitnehmerspitzen am Umfang von zwei Schnittebenen im Abstand von 100 mm auf der Welle eine feste Verbindung mit der Welle. Die Torsion der beiden Ebenen gegeneinander überträgt sich dadurch auf die beiden Reiter, deren Abstand mit einer Meßuhr gemessen wird. Mit einem Stroboskop wird die auf der Welle rotierende Meßuhr angeblitzt und kann so durch den optisch entstehenden scheinbaren Stillstand abgelesen werden. Die Blitzfrequenz ist gleichzeitig ein Maß für die Drehzahl. Mit einem einfachen Programm für PCs oder programmierbare Taschenrechner kann aus den beiden gemessenen Werten zusammen mit den mechanischen Daten der Welle die Leistung errechnet werden.

Dieses System ist denkbar einfach in der Anwendung. Die beiden Reiter werden mit einer Montagehilfe in definiertem Abstand auf der Welle mit zwei Gurtbändern festgespannt. Nach der Entfernung der Abstandjustierhilfe und Ausrichtung des Sensors für die Auslösung der Blitze kann mit den Messungen begonnen werden. Das Gerät arbeitet bisher bei höheren Leistungen einwandfrei. Bei den ersten Tests traten jedoch noch Nullpunktfehler auf, die einen Einsatz zu Kontrollzwecken bisher noch verhindern. Im Rahmen einer Studienarbeit an der TUHH sollen in Zusammenarbeit mit dem IFH diese Probleme geklärt werden. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird nach Abschluß dieser Arbeiten berichtet.

Die Finalentwicklung dieses einfachen Leistungsmeßgerätes kann künftig ermöglichen, auf See die Leistung der Maschinen durch Personal der Fischereiaufsicht zu überprüfen. Auf der anderen Seite kann auch jeder Kuttereigner die Einstellung seiner Brennstoffpumpe auf eine Begrenzung auf 300 PS nachprüfen und vor jeder Kontrolle mit wenigen Handgriffen darauf einstellen. Gemessen werden dann grundsätzlich weniger als 300 PS.

#### Measuring of engine power on board of fishing vessels to control the 300 hp limitation in the Plaice Box

For monitoring of the engine power of fishing vessels permitted for fishery in the plaice box with engine power of 300 HP or less at sea three different portable power measurement systems are developed and tested. A system measuring the twist of the propeller shaft by two divisible gearwheels mounted on the shaft worked well at shafts with roller bearing at both sides of the measured interval of 100–300 mm length. Only at a very few fishing vessels this system is applicable and therefore for monitoring purposes not suitable.

The application of a commercial available system measuring the stress at the surface of the shaft was simplified for application by non experts. The torque is measured by strain gauges. The calibration of the system, measuring and recording of the power is done by a PC automatically. A small polished facet on the shaft protected against oxidation is needed for easy and quick application. In this case the system can be used by technical personnel of supervision boats for monitoring of the engine power at sea in a short time.

A third power measurement system determinates the torque by measuring the displacement of two supports clamped on the shaft at a distance of 100 mm. The displacement is measured by a micrometer gauge mounted on one of the supports. Readout of the rotating gauge display is possible taking advantage of stroboscopic effect. The system needs no conditioning of the shaft and can be used by non technicians. The development is not finished until now and some additional investigations and tests are required.

Additional measures for monitoring of the power on fishing vessels by self recording power measurement systems and sealed fuel racks with limited injection are reported and discussed.

### **Ergänzende Maßnahmen zur Sicherstellung der 300-PS-Begrenzung**

Um diese Möglichkeiten zur Manipulation zu verhindern, müssen die EU-Verordnungen durch zusätzliche Durchführungsverordnungen ergänzt werden. Ein Weg dazu ist die von Deutschland für die Lizenzerteilung geforderte und für deutsche Fahrzeuge auch vorgeschriebene versiegelte Begrenzung der Maschinenleistung. Doch auch dazu lassen sich durch ingenieurtechnischen Erfindergeist zumindest bei einigen Motorentypen Lösungswege zur Umgehung der Begrenzung finden. Deshalb ist eine ständige Überwachung und Kontrolle unbedingt erforderlich, um solche Entwicklungen wirkungslos zu machen.

In den Niederlanden wird z. Z. ein Prototyp eines nicht manipulierbaren PS-Schreibers entwickelt. Dieses Gerät zeichnet jede Überschreitung der 300-PS-Leistung auf und bei Kontrollen kann die Leistungsüberschreitung über mehrere Wochen zurückverfolgt werden. Mit dem Schreiber wird jede Manipulation an der Brennstoffpumpe und auch die Zuschaltung von Hilfsdieseln über

einen Wellengenerator, die zur Überschreitung der zugelassenen Leistung führt, registriert.

Auch im Rahmen des oben erwähnten EU-Projektes wurden vom IFH Studien zur Realisierung eines nicht manipulierbaren PS-Schreibers durchgeführt und ein Lösungsvorschlag erarbeitet. Diese Systeme sind zwar ebenfalls beeinflussbar, indem die Drehmomentsensoren zerstört und durch neue ersetzt werden. Eine Rückrüstung bei einer Kontrolle ist jedoch in kurzer Zeit wegen des hohen technischen Aufwandes nicht möglich und erfordert eine erneute Montage der Sensoren durch Experten. Manipulationen sind deshalb mit einem einfachen PS-Meßgerät auf See oder aufwendigen Messungen im Hafen jederzeit nachweisbar.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen zur PS-Messung haben zwar noch keine fertigen und anwendungsbereiten Geräte hervorgebracht, aber doch zumindest gangbare Wege aufgezeigt, die bei Bedarf von einschlägigen Firmen zur Geräteentwicklung genutzt werden können.